

Copyright © 2019 by  
Norges Tekniske Vitenskapsakademi  
All Rights Reserved  
John Grieg Forlag

1. utgave / 1. opplag 2019

ISBN: 978-82-533-0374-1

Grafisk produksjon: John Grieg, Bergen  
Grafisk design: Fagbokforlaget  
Omslagsdesign: Fagbokforlaget  
Omslagsillustrasjon: ©Shutterstock/pzAxe  
Skrift: Proxima nova / Garamond 3 LT Std  
Papir: 100 gr. Arctic Silk+

Spørsmål om denne boken kan rettes til:  
Norges Tekniske Vitenskapsakademi  
Lerchendal Gård  
Strindvegen 2  
7034 Trondheim  
e-post: [post@ntva.no](mailto:post@ntva.no)  
[www.ntva.no](http://www.ntva.no)

Materialet er vernet etter åndsverkloven.  
Uten uttrykkelig samtykke er eksemplarfremstilling  
bare tillatt når det er hjemlet i lov eller avtale med Kopinor.

# FORORD

Norges Tekniske Vitenskapsakademi ser det som en av sine hovedoppgaver å belyse hvordan teknologisk utvikling påvirker samfunnet. Teknologi har i hele menneskehetens historie vært en viktig drivkraft for utvikling som har tjent menneskeheten, og den har vært grunnlaget for utvikling av vår velstand og velferd. Vi er i en tid der den teknologiske utviklingen går raskere enn noensinne. Utviklingstrendene griper inn i hverandre og skaper en kompleksitet som gjør det svært krevende å danne seg et bilde av helheten.

Teknologi skaper muligheter, men også potensielle problemer. Det er en viktig oppgave å søke og forstå dette bildet, slik at man kan påvirke utviklingen i retninger som er til nytte for menneskeheten, og forhindre at ikke-ønskede virkninger blir resultatet.

NTVA ga i 2017 ut første bind i det vi planlegger skal bli en serie om temaet «Teknologien endrer samfunnet». Den omhandler en rekke muliggjørende teknologier enkeltvis.

Her foreligger bind II i serien, der vi har bedt mennesker med innsikt i noen utvalgte bransjer og samfunnsområder om å reflektere over hvordan de tror disse områdene samlet sett vil påvirkes av teknologienes endringskrefter. Det er ikke slik at det først og fremst er teknologer som besitter slik innsikt. Temaene krever innsikt fra samfunnsområdene og oftest fra personer med helt annen fagbakgrunn enn teknologi. Dette gjenspeiles i forfatterlisten.

Våre forfattere foregir ikke å ha en krystallkule som gjør at de kan lage en fremskriving i form av et presist varsel om hvordan utviklingen vil gå. Snarere deler de tanker med oss om hvilke muligheter teknologiene gir, og i hvilke retninger drivkreftene i teknologiene vil drive bransjene og samfunnsområdene.

Vi konstaterer at spørsmålet ikke er *om* endringene vil finne sted, men hvor raskt de kommer. Digitaliseringen av samfunnet handler om å bruke muliggjørende teknologier til å skape nye virksomheter og endre gamle.

Samtidig må vi ha et bevisst forhold til hva slags samfunn vi vil ha, og hvem som skal bestemme rammevilkårene. Vi står overfor politiske valg om hvem som skal eie infrastrukturene og styre tilgangen og bruken av data.

Jeg vil gjerne takke alle som har bidratt til at denne boken har blitt til. Først og fremst er det forfatterne som har delt sin innsikt og sine vurderinger med oss. En stor takk går også til redaksjonskomiteen, som har gjort utvalget av samfunnsområder, tatt ansvar for å finne innsiktsfulle forfatterne, jobbet sammen med dem i å utvikle temaene og sydd det hele sammen til den boken du nå har foran deg. Bidragsyterne har nedlagt en betydelig innsats.

NTVA håper at boken gir stoff til ettertanke og også til engasjement i å bidra til å belyse disse spørsmålene videre. Vårt akademi har til intensjon å fortsette arbeidet med å skape innsikt som gjør at vi får en opplyst diskusjon i samfunnet om hvilke muligheter og utfordringer den teknologiske utviklingen gir.

*Trondheim, desember 2018*

*Torbjørn Digernes, president i NTVA*

# INNHOOLD

<b>1.</b>	<b>DET NYE DIGITALE NORGE .....</b>	<b>15</b>
	Muliggjørende teknologier .....	16
	En ny industriell revolusjon .....	17
	Fremtidens jobber .....	18
	Digital transformasjon .....	20
	Den digitale transformasjonen er et lederansvar .....	20
	Konklusjon .....	23
<b>2</b>	<b>SMARTERE BYER – SMARTERE LIV .....</b>	<b>27</b>
	Hvem vil ikke være «smart»? .....	28
	Smartbyens muligheter .....	29
	Den skjulte smartbyen .....	29
	Mot en felles forståelse av «smartbyer»? .....	30
	Smarterhet avhenger av kontekst .....	31
	Tre tilnærminger til smartby i EU .....	32
	Nøkler til et vellykket smartbyprosjekt .....	34
	Tilpasset teknologi – eller tilpassede mennesker? .....	34
	Smartby som bærekraftsstrategi .....	34
	Smartbyen oppsummert: muligheter og farer .....	35
<b>3.</b>	<b>OPERASJONENE SOM FORSVANT .....</b>	<b>39</b>
	Magesår .....	40
	Kikkhullskirurgi .....	41
	Roboter .....	42
	Digitaliseringen av helsevesenet .....	42
	Virtuell virkelighet inn på operasjonsstuen .....	43
	Genetikk .....	46
	Kunstig intelligens og stordata .....	47
	E-helse – helse på internett .....	48
	Sykehuset hjem til pasienten .....	48
	Medaljens bakside .....	48
<b>4.</b>	<b>VELFERDSTEKNOLOGI I FOLKETS .....</b>	<b>51</b>
	<b>HELSETJENESTE</b>	
	Samfunnsutfordringer og drivkrefter .....	52
	Velferdsteknologi og e-helse – hva er det, egentlig? ..	53
	Digital samhandling og beslutningstøtte for mer ..	54
	effektive arbeidsprosesser	
	Helsehjelp på nye måter .....	56
	Trygghetsskapende teknologi .....	56
	Mestringsteknologier med avstandsoppfølging .....	58
	Oppsummering og perspektiver for fremtiden .....	61

<b>5.</b>		
<b>DEN BILLIGSTE KILOWATTIMEN .....</b>	<b>63</b>	
Elementer som del av energieffektivisering .....	65	
Energieffektiv prosessering .....	66	
Utnyttelse av overskuddsvarme .....	67	
Energilagring i et integrert energisystem.....	68	
Industriklynger – integrasjon av energikilder .....	68	
og -sluk på tvers av sektorer		
Alternative energibærere og karbonfangst .....	70	
Perspektiver for fremtiden.....	71	
<b>6.</b>		
<b>KLIMANØYTRALE BYGG OG NABOLAG .....</b>	<b>73</b>	
Hva er et nullutslippsbygg? .....	75	
Varmeisolasjon og tetting.....	76	
Klimatisering.....	77	
Fra nullutslippsbygg til nullutslippsområder.....	78	
Den mest miljøvennlige energien er den man .....	79	
ikke bruker		
Gode steder å være .....	79	
<b>7.</b>		
<b>SMARTE HUS SOM SOLCELLEKRAFTVERK 83</b>		
Den globale utviklingen.....	84	
Utviklingen i Norge.....	85	
Solceller i smarte hus.....	87	
Konklusjon .....	89	
<b>8.</b>		
<b>TRENGER VI BANKEN? .....</b>	<b>91</b>	
Mobilt internett .....	92	
Konkurransesituasjonen endres.....	93	
Person til person (P2P).....	94	
Bitcoin og blokkjede .....	94	
Ingen korrupsjon – ingen risiko .....	95	
Smarte kontrakter .....	96	
Energisløsning .....	97	
PSD2 og «Open Banking» .....	97	
IOT og M2M .....	99	
<b>9.</b>		
<b>UTEN SJÅFØR.....</b>	<b>101</b>	
Elektrifisering og brenselcelleteknologi.....	103	
Pris og attraktivitet.....	104	
Automatisering/selvkjørende biler.....	105	
Jus og sikkerhet .....	107	
Digitalisering.....	108	
Handel.....	109	
Forretningsmodeller .....	109	
Den oppkoblede bilen .....	110	
Begreper.....	111	
Kilder .....	111	
<b>10.</b>		
<b>TOG SOM TENKER SELV .....</b>	<b>113</b>	
Fra gammel til ny teknologi.....	114	
Trafikklysene forsvinner.....	115	
Trafikkstyring .....	115	
Selvkjørende autonome tog.....	116	
Automatisering .....	116	
Batteri eller hydrogen? .....	117	
Mobilitetsaktør .....	117	
Kundetjenester.....	118	
Jernbanens rolle blir utfordret .....	118	

**11.****SJØTRANSPORT SLÅR TILBAKE.....121**

Sjøtransportens rolle i den globale økonomien .....	122
Hva betyr de globale megatrendene for fremtidens sjøtransport?	
Drivkraft 1: miljø- og klimapolitikk .....	123
Teknologiutviklingen .....	124
Teknologi for redusert utslipp .....	126
Operasjonelle tiltak for redusert energiforbruk og utslipp .....	127
Drivkraft 2: teknologirevolusjonen .....	128
– fra Industri 4.0 til Shipping 4.0	
Autonomi og robotikk .....	129
Internet of Services at Sea .....	129
Shipping 4.0s påvirkning på sjøtransporten .....	130
Autonomi .....	130
Internet of Services at Sea .....	132
Trender i forskningen .....	132
Hvor går vi nå? .....	133

**12.****TEKNOLOGI SOM DET MULIGES KUNST...135**

Konkurranse og sikkerhet .....	136
Tradisjonelle fly – komposittmaterialer, digitalisering, og drivstofføkonomi .....	137
Den gjennomkoordinerte luftfarten .....	140
Fjernstyrte fly, selvkjørende fly, elektriske fly? .....	141
Trenger vi luftfart i det hele tatt? .....	143
Revolusjonen uteblir .....	144

**13.****DIGITAL KONKURRANSEKRAFT .....147**

Hva er produktivitet? .....	148
Fra «verkstedet nede i gata» til en verdensledende nisjeindustri .....	149
Den neste epoken .....	150
Norsk vare- og tjenesteproduksjon i 2019 .....	151
«Is this time different?» .....	152
Data og digitale plattformer .....	154
Teknologier som endringsdrivere .....	154
Betydning for norske produktivitet .....	155
Arbeidsoppgaver og sysselsetting .....	157
Betydningen av å forstå det nye i kundebegrepet .....	157
Innovasjon .....	158
Paradigmeskifte, revolusjon eller evolusjon? .....	159
Digitalisering innen olje- og gassnæringen, eksempel fra Aker BP .....	159
Hvordan digitale tvillinger endrer industrier – eksempel fra KONGSBERG .....	160
Industribedriften bygger nye tjenester til sluttkunden – eksempel fra Yara .....	162

**14.****UBERØRT AV MENNESKEHENDER .....165**

Bærekraftig utvikling .....	166
Matindustri 4.0 .....	167
Smarte sensorer måler maten .....	168
Bioteknologiske prosesser .....	169
Roboter lager maten .....	170
Små fleksible produksjonslinjer .....	171
Våre digitale spor styrer produktutviklingen .....	172
Forsvinner matbutikkene? .....	173
Utfordringer og barrierer .....	174

**15.****Å LYTTE TIL PLANTENES BEHOV .....177**

Teknologi i jordbruket .....	179
Jordbruket i Norge i dag, ikke bare fordeler .....	180
Sensorsystemer .....	181
Sensorer for innsamling av data .....	182
Kamerateknologi i jordbruket .....	183
Presisjonslandbruk .....	185
Automatiserte systemer i matproduksjon.....	185
Oppsummering/perspektiver for fremtiden.....	187

**16.****MATPRODUKSJON OG BÆREKRAFT.....189**

Lakselus .....	191
Fiskevelferd og skånsom håndtering .....	192
Rømming.....	194
Arbeidsmiljø, helse og sikkerhet.....	194
Utviklingsstrekk 1: digitalisering og mer kontroll ..	195
i operasjoner	
Stordata og maskinsyn.....	196
Autonomi og fjernstyring .....	196
Utviklingsstrekk 2: nye anleggskonsepser.....	197
Mer eksponerte anlegg .....	198
Hvor er vi på vei? .....	198

**17.****BILLIGERE OG MER MILJØVENNLIG.....201**

Dagens situasjon .....	202
Bygningsinformasjonsmodeller og parametrisk .....	203
design	
Virtuell og utvidet virkelighet.....	204
Industrialisert bygging og 3D-printing.....	205
Robotisering .....	205
Internet of Things .....	206

Smarte bygg.....	206
Droneteknologi.....	207
Perspektivene videre.....	208

**18.****FRA DIGITALE DRØMMER TIL .....211**  
**DIGITALDOMINO?**

Kikke inn i krystallkulen .....	212
Situasjonen i Norge.....	213
Kort om netthandel i Norge i 2017.....	214
Norske forbrukere og ny teknologi .....	214
Norsk handelsnæring – et gullegg eller en .....	215
samling Kodak-bedrifter?	
Et sprikende bilde .....	216
Nye teknologier .....	216
De digitale handelsplattformene utkonkurrerer .....	218
tradisjonelle handelsnæring	
Digitale transformasjoner – sporer ingen av dem av?.....	220
Hvordan forberede seg på endringene? .....	220
Hva norske handelsbedrifter kan gjøre.....	221
Avslutning .....	222

**19.****KAOS OG MULIGHETER.....225**

Endringer i mediens teknologi.....	226
Innovasjon i media .....	227
Historisk utvikling for digital publisering .....	228
av nyheter	
Kategori 1: Plattformer .....	229
Kategori 2: Programvare .....	231
Kategori 3: Gjenstander og datahøsting .....	234
Kategori 4: Utvidet og virtuell virkelighet.....	236
Journalistiske medier i fremtiden .....	238
Papiravis i 2028?.....	239

**20.****GODE RÅD BLIR DIGITALE.....243**

Hvordan en rådgiver løser et oppdrag .....	244
Problemerkaffelse – å få et oppdrag .....	245
Informasjonsinnhentning og analyse.....	246
Diagnose (løsningsforslag).....	248
Tiltak – å faktisk gjennomføre ting .....	249
Kontroll – problem løst eller ny runde?.....	249
Problemrepresenterende teknologi – fra digitale .....	250
tegninger til digitale tvillinger	
Ressursmobiliserende teknologi – fra faste linjer .....	251
til modulbaserte grensesnitt	
En rådgivers langsiktige strategiske utfordring.....	252

**21.****SAMSTYRING, GJENBRUK OG DELING.....255**

Digitalisering.....	256
Interoperabilitet .....	257
Samstyring .....	258
Muliggjørende teknologier i offentlig sektor .....	260
Hvor er vi i 2030?.....	262
Samarbeid, gjenbruk og deling.....	263
Avslutning .....	264

**22.****DIGITALE LÆRINGSARENAER .....269**

Hva trenger vi for å kunne lære?.....	271
Nysgjerrighet som drivkraft for læring.....	271
Skolen bryter med våre naturlige forutsetninger .....	272
for å lære	
Dataspill – arena for læring .....	273
Plattformer og stordata som grunnlag for .....	276
adaptiv læring	
Fra naturlig dumhet til kunstig intelligens .....	278

Virtuell og blandet virkelighet skaper nye .....	280
opplevelser og nye betingelser for læring	
Sosial samhandling og læring .....	281
Universiteter og voksnes læring.....	282
Hva trenger vi å lære? .....	284
Konklusjon: teknologi, organisasjon eller politikk? .....	285





Verden blir mer og mer avhengig av havets ressurser og transport på havet. Foto: Shutterstock.

## 11.

Ny teknologi og nye forretningsmodeller

# SJØTRANSPORT SLÅR TILBAKE

*Beate Kvamstad Lervold*

Sjøtransporten står for 90 prosent av all frakt av gods på verdensbasis. I Norge står sjøtransport for 80 prosent av godstransporten. Samtidig fylles veiene opp med store, forurensende trailere. Ny teknologi og strenge miljøkrav er drivere for at enda mer av trafikken overføres fra land til sjø.



**Beate Kvamstad-Lervold** er spesialrådgiver i SINTEF Ocean. Hun har hatt sitt virke i maritim sektor siden hun ble uteksaminert fra NTNU (elektronikk og telekommunikasjon) i 2000. Hun var ansatt i Kongsberg Seatex fra 2001, forsker i MARINTEK fra 2008, forskningssjef for det maritime området

fra 2015, og spesialrådgiver med ansvar for SINTEFs satsing på mobilitet fra 2018. Beate brenner for FOUI som bringer frem ny teknologi som bidrar til videreutvikling av en sterk og konkurransedyktig norsk maritim industri.

Mange mennesker rundt omkring i verden er avhengige av sjøtransporten for å tjene til livets brød, for helse, for utdanning og for å ta del i storsamfunnet. Den teknologiske utviklingen har tradisjonelt vært preget av saktegående prosesser, dels fordi den er regulert av internasjonale lover og regler som tar mange år å gjøre endringer i, og dels fordi de økonomiske marginene er svært små. Gitt dette utgangspunktet kunne man lett spådd en utrygg fremtid for sjøtransporten, i hvert fall i Norge. Men, så ser vi at det motsatte er i ferd med å skje, vi har fått fornyet håp om økt sjøtransport, økte marginer, og aldri før har målet om å få mer transport fra vei til sjø virket mer realistisk. Den fornyede optimismen er basert på to ting: Miljøkrav og ny teknologi. I dette kapittelet vil vi belyse disse viktige driverne, og belyse hvordan de potensielt kan føre til store endringer i verdikjeden og forretningsmodellene i sjøtransporten.

## SJØTRANSPORTENS ROLLE I DEN GLOBALE ØKONOMIEN

OECD-rapporten Global Ocean Economy 2015 beskriver verden som et sted som blir mer og mer avhengig av havets ressurser og transport på havet, fordi vi trenger mer mat og energi. Det er forventet at i 2030 vil den havbaserte næringen stå for 2,5 prosent av den totale globale verdiskapingen. Man vil se den største økningen innen fornybar energi (offshore vind). De største nærinene vil være offshore olje og gass (23,6 %) og maritim og kystnær turisme (28,8 %), men trenden er nedadgående for olje og gass og økende for turismen. Det er forventet at shipping vil stå for 4,4 prosent av verdiskapingen. En viktig forutsetning for dette fremtidsbildet, er

Value added [MUSD]	2010		2030		GVA
	[MUSD]	Share	[MUSD]	Share	CAGR
Offshore wind	2868	0,2 %	230 473	8,6 %	24,5 %
Industrial fish processing	78 807	5,2 %	265 601	9,9 %	6,3 %
Industrial capture fisheries	21 082	1,4 %	47 049	1,7 %	4,1 %
Industrial marine aquaculture	3 627	0,2 %	10 965	0,4 %	5,7 %
Port activities	193 000	12,9 %	472 850	17,5 %	4,6 %
Maritime and coastal tourism	390 107	26,0 %	777 138	28,8 %	3,5 %
Maritime equipment	168 035	11,2 %	299 674	11,1 %	2,9 %
Shipbuilding and repair	57 693	3,8 %	102 890	3,8 %	2,9 %
Water transport (shipping)	82 594	5,5 %	118 023	4,4 %	1,8 %
Offshore oil and gas	504 035	33,6 %	636 090	23,6 %	1,2 %
<b>Total</b>	<b>1 501 847</b>	<b>100 %</b>	<b>2 960 753</b>	<b>100 %</b>	
<b>Average of the total ocean-based industries</b>					<b>3,45 %</b>
<b>Global economy between 2010 and 2030</b>					<b>3,64 %</b>

Figur 11.1 OECD Global Ocean Economy (2015)

(Kilde: OECD).

en bærekraftig utnyttelse av ressursene i havet, som inkluderer bærekraftige maritime operasjoner og transport.

## HVA BETYR DE GLOBALE MEGATRENDENE FOR FREMTIDENS SJØTRANSPORT?

En global megatrend kan beskrives som et viktig skifte i samfunnsutviklingen – en større bevegelse som varer over flere år. Det finnes mange forslag til hva som er de viktigste trendene, men de som påvirker sjøtransporten i størst grad er kanskje urbanisering, i tillegg til teknologirevolusjon og klimatiltak. Urbaniseringen betyr at flere og flere av oss bor i byer, og det blir flere folk og mer gods som skal inn til sentrale knutepunkter.

De største byene har allerede en enorm utfordring med trafikk på veiene. De konsumerer 75 prosent av verdens naturressurser og står for 80 prosent av de globale klimagassutslippene.<sup>1</sup> Dette er kostbart, og ver-

<sup>1</sup> United Nations, 2015.

densbanken har regnet ut at i Sør- og Øst-Asia koster dårlig luft rundt 7,5 prosent av deres BNP hvert år. I Europa ligger vi på ca. 5 prosent.<sup>2</sup> Det ligger med andre ord rikelig med insentiver for å finne nye løsninger både for å få fraktet folk og gods.

I Europa ligger vannveiene veldig til rette for å benyttes til godstransporten. Kanskje er det sånn i fremtiden at større skip i internasjonal shipping vil overføre gods til mindre autonome shuttlefartøyer som går videre til mindre havner. I tillegg vil lave marginer i internasjonal shipping være med på å drive frem nye forretningsmodeller, basert på hele transportkjeden fra dør-til-dør fremfor å ta deler av transporten slik det er i dag.

FNs bærekraftsmål ble vedtatt i 2015 for å sikre en bærekraftig utvikling i en verden hvor det ikke finnes fattigdom, som ivaretar jordkloden og som sikrer velstand for alle. Hvert mål har spesifikke delmål som skal nås innen 2030. Norge er en av nasjonene som støtter disse bærekraftsmålene. Regjeringen rapporterer hvert år på fremgangen innen utvalgte områder, og statsbudsjettet har egne poster hvor bærekraftsmålene behandles spesifikt. I tillegg ser man at flere og flere bedrifter tar bærekraftsmålene inn i egen strategi, og synliggjør sitt bidrag til en bedre verden ved å sette spesifikke tiltak for å bidra til måloppnåelse.

Sånn sett er FNs bærekraftsmål en driver for endring. Eksempel fra maritim sektor er DNV GL som har ansatt

egen bærekraftsdirektør. Det samme har SINTEF. NTNU har et eget satsingsområde for bærekraft. Sjøtransporten sitt bidrag for å nå målene er innføring av nye maritime transportsystemer med mer automatiserte og autonome skip, energibesparende operasjonelle tiltak og lavutslippsløsninger og nullutslippsløsninger om bord på skipene. Dette gir økt mobilitet for folk, og mer effektiv og miljøvennlig godstransport.

## DRIVKRAFT 1: MILJØ- OG KLIMAPOLITIKK

De globale klimamålene er en av de viktigste driverne for utvikling av sjøtransporten (Paris-avtalen, COP 21). Norge støtter COP 21, og i 2015 inngikk Regjeringen klimaforliket<sup>3</sup> som blant annet satte som mål at Norge skal være et lavutslippssamfunn og karbonnøytralt innen 2050. I 2017 kom Klimaloven som har til hensikt å fremme gjennomføringen av klimamålene<sup>4</sup>. Her er utslippsmålene kvantifisert. I 2030 skal utslipp av klimagasser reduseres med minst 40 prosent og i 2050 med minst 80 til 95 prosent sammenlignet med 1990. Transportsektoren er pekt på som området med størst potensial for å bidra til å nå målene. Hittil har de mest synlige resultatene vært el-bil-politikken og utvikling av batteriteknologi og hybride løsninger for ferger og andre fartøyer som seiler i rute over korte distanser.

I internasjonal shipping har prosessen gått litt tregere, men i mai 2018 annonserte IMO at shipping skal redusere sine utslipp av klimagasser med minst 50 prosent

2 World Bank; Institute for Health Metrics and Evaluation (2016). *The Cost of Air Pollution: Strengthening the Economic Case for Action*. Washington, D.C.: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/25013> License: CC BY 3.0 IGO.

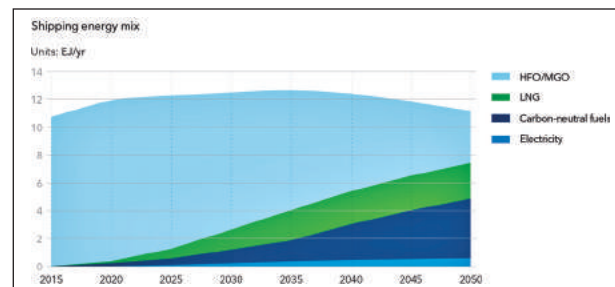
3 <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/klima/inn-siktsartikler-klima/klimaforliket/id2076645/>

4 Prop. 77 L (2016–2017), lov om klimamål (klimaloven).

innen 2050, sammenlignet med 2008. I tillegg har IMO allerede innført ECA-områder<sup>5</sup> med spesifikke krav til utslipp, og i 2018 vedtok de at grensen for utslipp av SO<sub>x</sub> skal settes ned fra 3,5 prosent m/m (mass by mass) til 0,50 prosent m/m. I ECA-områdene i det Baltiske hav, Nordsjøen, Nord-Amerika og Karibien (rundt Puerto Rico og Virgin Island) vil kravene bli enda strengere, med 0,10 prosent m/m. Denne loven trer i kraft 1. januar 2020.

Selv om skip i dag står for en stor andel av utslippene i transportsektoren, så er shipping anerkjent som den mest energieffektive og miljøvennlige måten å transportere varer på. Dette fordi man får mer last og lavere drivstofforbruk per kilometer seilt sammenlignet med for eksempel lastebil. I Norge og EU har man over lang tid forsøkt å få mer transport fra vei over på sjø (og bane), men det har vært krevende å konkurrere med veitransport. Dette kan nå se ut til å være i endring, med de nye mulighetene som oppstår i kombinasjonen av autonome skip, lavutslippsløsninger og nye forretningsmodeller, som gjør at sjøtransport kan konkurrere både på pris og tid.

DNV GL skriver i sin siste Maritime Outlook-rapport at de tror IMO sine mål vil bli nådd, og at vi etter 2035 vil begynne å se effekten av mer energieffektive nye skip og transformasjon til alternative drivstoff. Forbruk per tonn-mil vil gå ned gjennomsnittlig 30 prosent innen 2050. De forventer at totalt energiforbruk vil øke fra 11 til 13 exajoule (EJ) i perioden 2016–2035, men



Figur 11.2 Fordeling av energikilder i shipping frem mot 2050 (kilde: Energy Transition Outlook 2018, Maritime Forecast to 2050, DNV GL).

deretter gå ned til 11 EJ i 2050.<sup>6</sup> 39 prosent av energi til shipping vil komme fra karbonnøytrale drivstoff. Gass vil stå for 23 prosent, mens batteri vil utgjøre 5 prosent av den totale energien. Disse antakelsene er gjengitt i figur 11.2.

## TEKNOLOGIUTVIKLINGEN

I 2015 fikk vi et oppsving i forskning, utvikling og innovasjon av nullutslippsløsninger for maritim transport. De viktigste årsakene var klimamålene, samtidig som Norge hadde behov for transformasjon i industrien på grunn av redusert virksomhet i olje og gass. Regjeringen satte i gang tiltaksplaner for omstilling, og denne omstillingen fikk raskt merkelappen «det grønne skiftet».

5 MARPOL Annex VI.

6 MARITIME FORECAST TO 2050, Energy transition outlook 2018, DNV GL.

I samfunnsdebatten ble det snakket mye om nødvendigheten av å finne «den nye oljen».

Regjeringen har lagt til rette for å både oppfylle klimamålene og stimulere til omstilling og økt verdiskaping i bærekraftig industri gjennom å etablere programmer i virkemiddelapparatet som understøtter dette. I all hovedsak har dette vært kanalisert gjennom Forskningsrådet og ENOVA (MAROFF, Pilot-E etc.). NOx-fondet som ble etablert i 2008 har også vært et effektivt virkemiddel, hvor industrien selv har tatt ansvar for å administrere og gjennomføre NOx-reducerende tiltak. NOx-fondet har siden 2008 bidratt til en reduksjon av utslippene med over 35 000 tonn. Det ble også igangsatt en oppdatering av den maritime FoUI-strategien, Maritim 21, som ble levert i november 2016. Et av hovedtemaene i Maritim 21 er klimavennlig og energieffektiv maritim transport som har bidratt til å forme det maritime FoUI-programmet i MAROFF.

I perioden 2015–2017 ble det etablert et senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI) for utvikling av fremtidens lavutslipps og energieffektive skip (SFI Smart Maritime). Det ble også etablert flere forskningsssentre for miljøvennlig energi (FME), blant annet FME MoZEEZ (Mobility Zero Emission Energy Systems) hvor nullutslippsteknologiene batteri og hydrogen blir forsket på, og hvor et av prosjektets fire caser fokuserer på kystnær maritim transport.

Fylkeskommuner og kommuner har spilt en stor rolle med å tvinge frem mer miljøvennlige løsninger ved å gå ut med offentlige anbud hvor man har lagt inn krav om nullutslippsløsninger ombord i ferger, hurtigbåter og nye hurtigruteskip. Det første eksemplet var MF

«Ampere», verdens første elektriske ferge. Dette prosjektet inkluderte utvikling av de første systemene for trådløs ladning av batteri om bord på skip. Et annet eksempel er Trøndelag fylkeskommune som har etablert et utviklingsprosjekt hvor fem ulike industrikonsortier konkurrer om å utvikle fremtidens nullutslipps hurtigbåt. Løsningene skal presenteres sommeren 2019. Et tredje eksempel er Statens Vegvesen som skal ha sin første hydrogen- og batteridrevne ferge i drift innen 2021. Slike initiativer fra myndighetene er en veldig viktig pådriver for utviklingen av miljøvennlig maritim transport.

Private aktører har også begynt å etterspørre nullutslippsløsninger på fartøyer. Mange er nok drevet av ønsket om å bidra til et bedre miljø og en grønnere profil, slik som for eksempel turisme og kanskje da spesielt cruisenæringen som har kunder som reiser til Norge for å oppleve naturen og ren luft. Det kan da bli et problem etter hvert at Geirangerfjorden og Bergen havn har store utfordringer med utslipp fra skip.

En annen driver hos private aktører er reduserte driftskostnader. Her bidrar batteriløsninger om bord på mindre fartøyer positivt, på grunn av reduserte kostnader til drivstoff og mindre vedlikehold. Verdens første elektriske arbeidsbåt for havbruksnæringen<sup>7</sup>, Elfrida, ble sjøsatt i 2017, som et ledd i Salmar sitt mål om å være havbruksnæringens mest effektive oppdrettsselskap. I ettertid har flere rederier utvidet sin flåte med elektrifiserte arbeidsbåter, som for eksempel Grovfjord Mek

7 <https://www.tu.no/artikler/mot-elfrida-verden-forste-elektriske-arbeidsbat/376294>

med sin GMV Zero<sup>8</sup>. Det har oppstått et marked for egne marine batterifabriker, PBES etablerte seg i Trondheim i 2015/2016, mens Siemens etablerte batterifabrikk i Trondheim i 2017.

Trenden er helt klart at det går mot strengere regulering av energibruk og utslipp i sjøtransporten og at utviklingen drives frem av myndigheter. Men som vi skal se av de neste kapitlene så kan ikke utslippsreducerende teknologi og nye drivstoff oppnå klimamålene alene. Det vil bli nødvendig med kompetanseutvikling fremover som setter oss i stand til å velge riktig tiltak for riktig type skip, operasjon og transportsystem.

### TEKNOLOGI FOR REDUSERT UTSLIPP

I dag er batteri den eneste løsningen i kommersiell bruk som gir null utslipp av CO<sub>2</sub> under maritim transport. Batteri har, i hvert fall foreløpig, en del begrensninger i form av effekt, størrelse, tyngde og pris. Selv om batteriutviklingen går raskt fremover, er det allikevel ikke opplagt at det er den optimale fremdriftsløsningen for alle typer skip og alle typer operasjoner.

Hydrogen er også et alternativ som nullutslippsløsning. Her i Norge demonstrerer ASKO bruk av hydrogenlastebiler, og har etablert et eget produksjonsanlegg i Midt-Norge. Det norske selskapet NEL som utvikler hydrogen fyllestasjoner har fått stor kontrakt i California, og leverer til en rekke andre land. Men for skipsfart er det fortsatt en del utfordringer som må løses før de er direkte anvendelige. Blant annet må levetiden på bren-

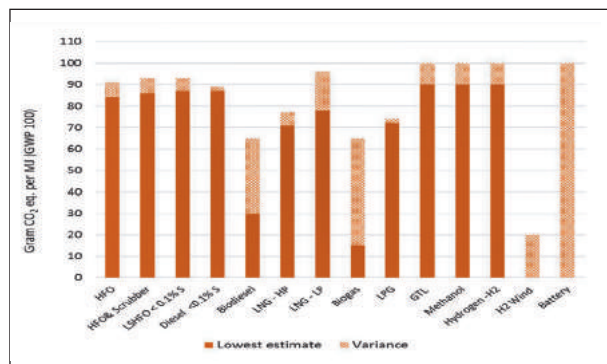
selscellene økes, kostnadene på både produksjon av hydrogen og bytte til brenselceller må ned, logistikk- og distribusjonssystem må på plass.

På veien mot lavutslippssamfunnet (2050) vil det også være nødvendig å ta i bruk teknologier som reduserer utslippene av CO<sub>2</sub> betraktelig. LNG, hybride løsninger med batteri i kombinasjon med marin diesel eller gass, renseteknologi (scrubbere) og biodrivstoff er noen eksempel. Figur 11.3 under viser en oversikt over ulike teknologier anvendt i shipping, og deres potensial for å redusere utslipp av CO<sub>2</sub><sup>9</sup>. Hver stolpe viser funn fra litteraturen, hvor de laveste estimatene er markert med fullfarget stolpe, og variansen i estimatene av den skraverte del av stolpen. For eksempel, LNG gir opptil 25 prosent reduksjon av CO<sub>2</sub>, og variansen er lav fordi dette er en kjent teknologi.

Biodrivstoff blir fremstilt som teknologien med størst potensial for reduksjon, men det er stor varians i hvor stor effekt det antas å ha. Dette kan ha sammenheng med at fremstilling av biodrivstoff er kontroversielt og utfordrende, men på en annen side enkelt å ta i bruk siden eksisterende infrastruktur for distribusjon kan benyttes og det krever lite tilpasning på eksisterende skip. Hydrogen og batteri har i mange studier fått status som nullutslipps-teknologi så fremt produksjonen av den er utslippsfri, men man kan se av figuren at variansen er stor.

8 <http://www.gmv.no/2018/04/17/velkommen-til-demonstrasjon-av-gmv-zero/>

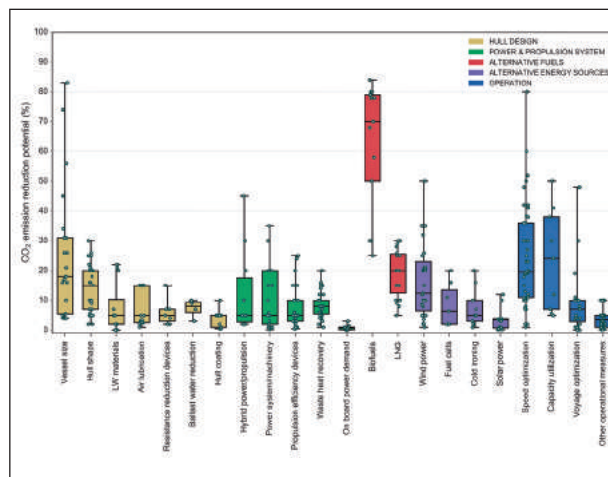
9 Lindstad, E. (2018). *Alternative Fuels versus Traditional Fuels in Shipping*, SOME Symposium, Athens, Greece, 20–21 March 2018.



Figur 11.3 Resultat av litteraturstudie av dagens teknologi for redusert utslipp (Kilde: Lindstad, E., Alternative Fuels versus Traditional Fuels in Shipping, SOME Symposium, Athen, Hellas, 20–21 mars 2018).

## OPERASJONELLE TILTAK FOR REDUSERT ENERGIFORBRUK OG UTSLIPP

Utslppsreducerende teknologier og nye typer drivstoff er ikke alene nok til å kunne bidra til å nå klimamålene. Det må kombineres med tiltak på skipsdesign, design av energisystem og maskiner og operasjonelle tiltak. Figur 11.4 viser antatt potensial for reduksjon av CO<sub>2</sub> for hver av tiltaksgruppene. Hver stolpe er resultat av litteraturstudie, med laveste og høyeste antakelser og varians. Skipsdesign dekker skrogdimensjoner, form og vekt, som vil bidra til bedre hydrodynamisk ytelse og minst mulig motstand i sjø. Design av energisystemer og maskineri inkluderer hybride løsninger, mer effektiv propulsjon, gjenvinning av overskuddsvarme og energi-reducerende tiltak, som for eksempel kite og seil.



Figur 11.4 Fem tiltaksgrupper for reduksjon av CO<sub>2</sub> i shipping (Kilde: Lindstad, E., Alternative Fuels versus Traditional Fuels in Shipping, SOME Symposium, Athen, Hellas, 20–21 mars 2018).

Hybride systemer muliggjør effektiv utnyttelse av forskjellige energikilder, som for eksempel batteri sammen med forbrenningsmotor. Her benyttes batteriet til å dekke tilfellene med høyeste energibehov, for å unngå at motorene må gå på lav effekt. Operasjonelle tiltak inkluderer optimering av fart. Normalt er skip designet for å operere i et gitt fartsområde, avhengig av hydrodynamiske egenskaper, hvor motstanden i sjø øker raskt med økende fart. Energiforbruket er proporsjonalt med produktet av fart og motstand, hvilket betyr at redusert fart betyr redusert energibehov og derav mindre bruk av drivstoff. Et annet operasjonelt tiltak er optimering



av seilingsruter, hvor man tar hensyn til bølger, vær og tidsbefestede avtaler om ankomst til havner<sup>10</sup>.

For å kunne identifisere hvilke av disse tiltakene som er best å implementere for et skip i en gitt operasjon, har SFI Smart Maritime utviklet et verktøy som gjør bestilleren og skipsdesigneren i stand til å stille funksjonskrav til skipet fremfor designkrav som man tradisjonelt har tendert mot. Verktøyet gir et resultat som forteller hvilket kraftbehov og utslippsprofil skipet har til enhver tid i ulike operasjonsprofiler, ved ulike teknologivalg. Dette vil gjøre norsk maritim industri i stand til å ta mer miljøbevisste valg ved bygging av nye skip.

## DRIVKRAFT 2: TEKNOLOGIREVOLUSJONEN – FRA INDUSTRI 4.0 TIL SHIPPING 4.0

Det andre virkelig store området som påvirker utviklingen i maritim industri i dag er teknologi. Storindustrien i den vestlige verden sies å være midt i en revolusjon som har fått betegnelsen Industri 4.0, hvor ny teknologi tas i bruk for å automatisere prosesser, og er med på å endre forretningsmodeller radikalt. De teknologiområdene som er inkludert i Industri 4.0 er (her gjengitt med delvis engelske begrep i mangel av gode norske oversettelser) robotikk og autonomi, simulering, systemintegrasjon, Internet of Things, cyber security, additiv tilvirkning (eksempelvis 3D-printing), Internet

of Services, cloud computing, cyber-physical systems, augmented reality og stordata-analyse.

Disse teknologiområdene vil også føre til endringer i shipping (Shipping 4.0), og noen av dem har potensial til å endre forretningsmodeller og transportsystemene vi kjenner i dag radikalt. Shipping 4.0 består hovedsakelig av de samme teknologiområdene som Industri 4.0, men med noen unntak. På grunn av fortsatt store forskjeller mellom land og sjø når det gjelder tilgang til internett, så vil det begrense transmisjonen av data fra et skip til land med tanke på mengde og hastighet. Dermed vil noen av teknologiområdene ha noen begrensninger som man ikke har i landbasert industri, og datamengden vil antakeligvis være noe mindre.



© SINTEF Ocean

<sup>10</sup> Literature review by Evert A. Bouman, Elizabeth Lindstad, Agathe Rialland, Anders H. Strømman, Transportation Research Part D, 2017

Figur 11.5 Shipping 4.0-teknologier (Kilde: SINTEF Ocean).

## AUTONOMI OG ROBOTIKK

De områdene som mest sannsynlig vil ha størst påvirkning på shipping er autonomi/robotisering og Internet of Services at Sea. Autonomi betyr rent teknologisk at man tar i bruk data fra sensorer på skip og land som detekterer tilstanden til skipet og omgivelsene. Disse dataene brukes så i algoritmer som inneholder navigasjonsbeslutninger basert på sjøsikkerhets- og navigasjonsregler som normal skipsfart skal følge. Algoritmene inneholder også, gjerne basert på kunstig intelligens, beslutninger som må tas hvis det oppstår hendelser som går utenfor regelverket, for eksempel for å unngå kollisjon med flytende elementer i sjø eller med andre skip som ikke agerer i henhold til normale trafikkregler. Beslutningene fra algoritmene sendes som signaler til fremdrifts- og styringssystemer som resulterer i for eksempel en unnamanøvrering. Autonome skip er avhengig av flere teknologiområder i Shipping 4.0, slik som gode sensorer og sensordata (Cyber-physical systems), sensorer i et nettverk (Internet of Things at Sea), åpen systemintegrasjon, optimering for å skape best mulig informasjonsgrunnlag, dataanalyse og ikke minst datasikkerhet (cyber security).

Graden av autonomi som innføres kan defineres ut fra behovet for bemanning og lokalisering av bemanning. Den laveste autonomigraden kan beskrives som en situasjon hvor brosystemene på skipet tar de fleste avgjørelser på egen hånd, men overvåkes av kaptein eller styrmann om bord. Neste steg er at kaptein/styrmann tar lengre pauser vekk fra bro, for eksempel på natt, og dette beveger seg gradvis over i at skipet blir ubemannet i perioder, men med overvåking og fjernstyring fra land.

Siste steg på autonomistigen er at skipet er fullstendig ubemannet og tar sine egne navigasjonsbeslutninger, men med overvåking og muligheter for inngripen i feilsituasjoner. Utviklingen her går raskt, som kan demonstreres av Yara Birkeland-prosjektet hvor man har mål om at skipet er i kommersiell drift og fullstendig autonomt i løpet av 2020.

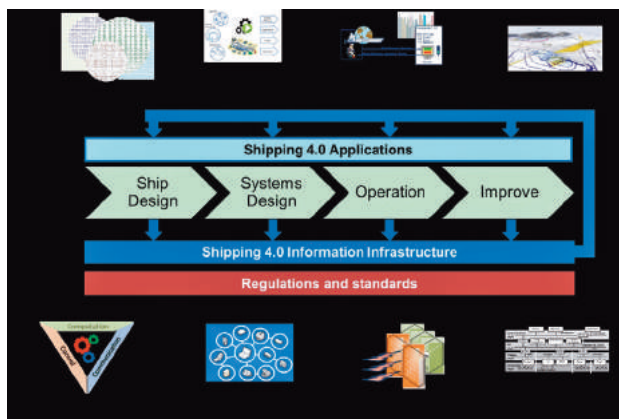
Et autonomt skip vil ikke i seg selv være disruptivt før det settes inn i et transportsystem. Dette transportsystemet må også inneholde en automatisert håndtering av skip og last på land, automatisk dokking og lading eventuelt fylling av drivstoff. Her vil automatisering og robotikk spille en viktig rolle. Simulering og optimering vil være viktige redskaper for kontrollfunksjonen som må være på landsiden for overvåking av de autonome operasjonene. Det vil være avgjørende med en robust og sikker kommunikasjon mellom skip og land.

## INTERNET OF SERVICES AT SEA

Internet of Services at Sea kan beskrives som teknologi som muliggjør tilgang til felles dataanalyseverktøy og resultat av dataanalyser via internett, uansett hvor man måtte befinne seg i den maritime verdikjeden og om man er om bord på et skip eller på land. Dette vil gi nye muligheter for deling av data og informasjon som tidligere har vært forbeholdt enkeltaktører eller mindre grupper av dem, og som mange har brukt mye ressurser på å utvikle hver for seg. Figur 11.6 gir en oversikt over hvordan denne teknologien kan arte seg i den maritime verdikjeden.

Tradisjonelt har det vært lite flyt av data mellom de ulike leddene, det vil si mellom de som designer skipene,

de som bygger og de som opererer dem. Ved å ta i bruk en felles informasjonsarkitektur basert på felles standarder, kan man sørge for en effektiv systemintegrasjon og bruk av sensordata og data fra andre kilder på en effektiv og ikke minst sikker måte. Dette vil effektivisere og øke kvaliteten på produkter og tjenester som leveres i alle ledd, og krever gode mekanismer for privatisering og anonymisering av data og god datasikkerhet. Ved å ta i bruk nye verktøy for dataanalyse, simulering og optimering og utvidet virkelighet kan en slik struktur også være med å bidra til innovasjon og utvikling av nye tjenester.



Figur 11.6 Eksempel på anvendelse av Shipping 4.0-teknologier som vil effektivisere maritim industri (Kilde: SINTEF Ocean).

## SHIPPING 4.0S PÅVIRKNING PÅ SJØTRANSPORTEN

### Autonomi

Gjennomgripende, eller disruptive, endringer kan være vanskelige å forutse og forstå før nye forretningsmodeller plutselig oppstår. Ofte er det andre aktører enn de som normalt er en del av den kjente industrien som introduserer det helt nye som slår an raskt i markedet. I forskningen som pågår innen autonome skip forsøker man å forutse hvilke endringer som kan komme fra anvendelse av teknologiene i Shipping 4.0 og hvorfor.

Man kan se noen tydelige trender og tegn på endringer som er i ferd med å materialisere seg. Et tegn er en enorm interesse for blant annet autonome skip. Da Yara sammen med Kongsberggruppen lanserte Yara Birke-land, kunne Kongsberg logge tidenes største respons på informasjon og bilder som ble delt i sosiale nettverk, og oppmerksomheten er global. Også ved etableringen av testområder for autonome skip, fikk man en stor oppblomstring av interesse fra innland og utland, og det kommer tilreisende for å se testområdene og demonstrasjon av autonome plattformer.

Et annet tegn er at industri, forskning og myndigheter har samlet seg i Norsk Forum for Autonome Skip (NFAS) og satt som mål at Norge skal være verdensledende på teknologi og kompetanse. Den maritime forsknings-, utviklings- og innovasjonsstrategien (Maritim 21, 2016) har pekt på autonome skip som et av de områdene som har størst potensial for økt verdiskaping, og det ble etablert programmer spesielt rettet mot autonome skip i Forskningsrådet som fikk stor søkning.

Men, det tydeligste tegnet, og som kanskje har blitt selve bildet på satsing på autonome skip i Norge, er Yara Birkeland-prosjektet. Yara Birkeland ligger an til å bli det første autonome skipet i kommersiell drift i verden, og har stor betydning for global posisjonen av norsk maritim industri.



Figur 11.7 Konsepttegning av Yara Birkeland (Kilde: Yara og Kongsberg Maritime).

Årsaken til at autonome skip anses som så viktige og disruptive i sin natur er potensialet de har til å endre tradisjonelle transportsystemer slik at sjøtransporten blir et konkurransedyktig alternativ til transport på vei, som igjen er et viktig bidrag for å nå klimamålene. Yara Birkeland vil ha batteripakker om bord, og være stillegående og utslippsfritt. Det vil alene avlaste veinettet for ca. 40 000 lastebilturet i året. Fordi det autonome skipet er ubemannet vil det legge til rette for et design optimalisert på lasten det skal bære, fremfor sikkerhetsutstyr, bro og hotellseksjon. Investeringskostnaden er

foreløpig høy fordi dette er det første i sitt slag, men allikevel er det beregnet at den totale logistikken vil være mer kostnadseffektiv enn dagens løsning med bruk av lastebil. Miljøpåvirkningen og trafikkavlastningen veier også tungt.

En annen oppsiktsvekkende sak ved Yara Birkeland er at skipet ble bestilt av en industriaktør, ikke en reder slik det tradisjonelt har fungert. Det har riktignok blitt etablert et selskap som skal ta seg av drift og overvåking (Massterly), men dette er ny aktør med en ny forretningsmodell. De aller viktigste endringene man trolig vil se i den maritime verdikjeden er at vareeiere blir eiere av skip og benytter dem som elementer i sin logistikk (Yara), teknologileverandører får en større rolle vedrørende operasjon av skipene (Massterly), det vil vokse frem en mer aktiv landbasert organisasjon (kontrollsentre) og havner og terminaler blir mer effektive og automatiserte.

Siden de største endringene ligger i det fullstendig ubemannede skipet med batteri (eller annen nullutslippsløsning) om bord, ser de mest lovende forretningsmodellene ut til å ligge i autonome skip som del av industriell logistikk (Yara, ASKO) og transport av varer og gods over kortere avstander, med små og mellomstore feeder-type fartøyer som har elektrisk fremdrift. Men man kan også se for seg bruk av autonome passasjerbåter, som for eksempel autonome ferger for fjordkrysninger som er krevende i forhold til bro eller tunnel, eller små autonome båter for frakt av folk mellom knutepunkter i store byer. Det ligger potensialer i internasjonal shipping, men dette vil antakeligvis komme litt etter på grunn av reguleringen av internasjonalt farvann. På en

annen side er marginene såpass lave i internasjonal shipping at det kanskje vil tvinge frem nye forretningsmodeller basert på anvendelse av autonomi.

Når det gjelder landsiden av det autonome transport-systemet så er det noe vanskelig å se hva som blir trenden. Noen havner har påbegynt arbeidet med å definere seg inn i fremtidens sjøtransport, men det gjelder fortsatt bare et fåtall av alle havner. At Massterly ble etablert kan være starten på en trend hvor vi ser etablering av nye aktører i den maritime verdikjeden. Gjennom innføringen av autonome skip vil det gjennomsnittlige antallet mannskap på sjøen reduseres. Men det vil fortsatt være behov for erfaring og kompetanse og godt sjømannskap i de nye rollene som oppstår på land, for eksempel for overvåking og kontroll.

## **INTERNET OF SERVICES AT SEA**

Vi snakker mye om digitalisering i Norge, inklusive i den maritime industrien. Digitalisering er i seg selv et begrep som ikke har en veldig klar definisjon, men generelt kan man si at digitalisering handler om å erstatte manuell arbeidskraft med automatiserte systemer der hvor dette anses å bidra positivt enten i form av reduserte kostnader, økt inntekt eller økt sikkerhet. I tillegg handler det om å endre forretningsmodellene slik at man klarer å utnytte tilgjengelig teknologi og data til å forsterke og utvide sin virksomhet.

Det er noen trender i maritim industri som peker på hvordan digitaliseringsbølgen påvirker bransjen. Den ene er at selskaper etablerer plattformer for datadeling og dataanalyse. DNV GL har utviklet Veracity-plattformen, hvor de lanserer tjenester og dataanalyse på

abonnentenes data og annen data som er gjort tilgjengelig. Kongsberg-gruppens Kognifai markedsføres som et digitalt økosystem, et nettverk av organisasjoner, applikasjoner og aktiva. Den støtter samhandling og kunnskapsdeling slik at organisasjonene kan finne nye konstellasjoner og forretningsverdier.

Cognite er et annet eksempel, mer fra olje og gass enn maritim foreløpig, men de satser på dataanalyse og å skape verdier gjennom det. Dette er ikke bare en trend i norsk maritim industri, en rekke internasjonale selskaper prøver å samle mest mulig data for å se hva de klarer å skape, hvorav Nippon Yard (NYK) i Japan er et eksempel. De samler driftsdata fra hele sin flåte som består av ca. 800 skip til å gjøre sine vedlikeholds- og driftsmodeller mer effektive og robuste.

Deling er også en trend på andre nivå enn data. Det er et pågående prosjekt i samarbeid mellom DNV GL, Rolls-Royce, NTNU og SINTEF hvor det søkes å forbedre simulering av fysiske systemer og operasjoner ved å dele modeller i hele den maritime verdikjeden. Det ligger store muligheter i dette. Hvis man lykkes med å dele data og modeller (ref. figur 11.7), så har man et unikt grunnlag for å gjøre hele den maritime verdikjeden mer effektiv og konkurransedyktig. Et spesielt kjennetegn ved disse trendene er at det etableres tillit og samarbeid mellom aktører som normalt sett konkurrerer på markedet.

## **TRENDER I FORSKNINGEN**

Det pågår en lang rekke prosjekter hos SINTEF, NTNU og andre forskningsinstitutter og universitet/høgskoler i maritim sektor relatert til autonomi, digitalisering og

miljøvennlig skipsfart. I tillegg er det etablert en rekke klynger og kluster som også initierer prosjekter. Av det totale omsøkte beløpet til MAROFF i 2017 ser vi at hovedtyngden av aktører fra næringen er skipsutstyrsleverandørene. Verftene er gode på bruk av skattefunn, mens rederne havner på en tredjeplass med relativt beskjeden andel forskning.

Tendensene hos både SINTEF og NTNU er at det fokuseres i økende grad på helheten i transportsystemet, samtidig som man forsker frem spisskompetanse på teknologi. SINTEF har etablert en egen satsing på mobilitet (SINTEF Mobilitet), hvor det pekes på at maritim transport er en av de industriene som har størst verdiskapingspotensial på grunn av verdens mest komplette maritime klynge med både hjemmemarked og en god posisjon på det globale markedet. SINTEF har også etablert SINTEF Ocean, som inkluderer bioteknologi, miljøteknologi, offshore konstruksjoner og maritim transport. Dette speiler til en stor grad konklusjonene i OECD-rapporten, som viser at teknologiutvikling og bærekraftig utvinning fra havet er viktig. NTNU har etablert satsingsområdet NTNU Ocean som også har til hensikt å samle alle kompetanseområder relatert til havet under en felles strategi. Ocean Space Centre er et viktig prosjekt for både SINTEF og NTNU, og vil være en forutsetning for å fortsatt ha en sterk havbasert industri i Norge.

## HVOR GÅR VI NÅ?

I tider preget av disruptive endringer er det krevende å se hvordan en bransje eller industri utvikler seg. Da blir det desto viktigere å forstå driverne og trendene

som fører til endringene. Det å dele informasjon, kunnskap og kompetanse blir viktig. Nettopp derfor er det stor sjanse for at norsk maritim industri vil komme styrket ut av dette, fordi vi har et relativt sett tett forhold mellom alle ledd i verdikjeden, og har myndighetsaktører som spiller på lag. Den norske modellen er vårt viktigste konkurransefortrinn i fremtiden, som ser lys ut for norsk maritim industri.