

Smarta fartyg

- En självkörande sjöfartsmarknad utan hinder?



© Transportstyrelsen

Sjö- och luftfart
Enheten för hållbar utveckling

Rapporten finns tillgänglig på Transportstyrelsens webbplats www.transportstyrelsen.se

Dnr/Beteckning TSS 2019-3964
Författare Malin Lokrantz och Lina Jönsson
Månad År Oktober 2019

Eftertryck tillåts med angivande av källa.

Förord

Transportstyrelsen bedriver marknadsövervakning inom alla trafikslag. Marknadsövervakningens syfte är bland annat att följa och analysera transportmarknaderna, öka kunskaperna om dessa, ta fram förslag till åtgärder vid behov och utgöra ett stöd i myndighetens kärnverksamheter.

Den här rapporten är framtagen inom ramen för myndighetens marknadsövervakning och är en kartläggning om smarta fartyg ur Transportstyrelsens perspektiv.

Författarna vill tacka alla de personer, såväl utom som inom myndigheten, som varit behjälpliga i arbetet.

Norrköping, oktober 2019

Karin Fransson,
t.f. chef för sektionen för
strategisk utveckling och
marknad

Henrik Tunfors,
Fokalkpunkt smarta fartyg
och automation, sektionen
för strategisk utveckling
och marknad

Sammanfattning

Digitalisering och automatisering kommer att påverka hela transportsektorn i allt större grad framöver, men det finns operationella och juridiska utmaningar inom alla trafikslag som försvårar utvecklingen mot autonoma fordon, fartyg och luftfartyg.

Den här utredningen syftar till att öka kunskapen om utvecklingen mot användningen av smarta fartyg och identifiera områden som Transportstyrelsen fortsatt bör arbeta med. I rapporten beskrivs bland annat drivkrafter, potential och hinder för framtidens fartyg utifrån litteraturstudier och intervjuer med aktörer i branschen.

Smarta fartyg är ett samlingsbegrepp för flera olika typer av fartyg som anses vara en del av framtiden, till exempel fjärrstyrda, obemannade eller bemannade fartyg med ett ökat beslutsstöd. Det går att konstatera att det finns en begreppsförvirring inom såväl litteratur som bransch om begrepp, exempelvis automation och autonomi.

Drivkrafter och möjligheter går att dela upp i ekonomiska, säkerhetsmässiga och miljömässiga aspekter. Framtidens sjöfart kommer kräva en annan kompetens än i dag och att olika delar i infrastrukturen och fartygen kan kommunicera med varandra. Ett av de största hindren för allt mer automatiserade och autonoma fartyg är reglerna. För att möjliggöra framtidens fartyg behöver regelverken ses över och anpassas för att inkludera allt mer tekniskt avancerade fartyg.

Obemannade farkoster är ett segment inom sjöfarten som har kommit långt inom automation och autonomi. Användningsområdena är många, såsom olika sök- och insamlingsuppdrag, och farkosterna anses vara ett bra komplement och i vissa fall substitut till fartyg. Dagens regelverk är dock inte anpassade för farkosterna.

För svensk del behövs en riktning och ambition för att dels omhänderta utveckling som sker inom Sverige, dels hålla någorlunda jämna steg med vår omvärld. Det behövs en genomgång av den nationella lagstiftningen för att, bland annat, se över möjligheterna för obemannade farkoster ur ett regelsperspektiv. Sverige behöver också fortsätta agera i de internationella regelprocesserna där vi har möjlighet att påverka framtidens regelverk men också bli ännu bättre på att inhämta kunskaper och föra dialog med branschen.

Summary

Digitalisation and automation will have an impact on the entire transport sector, but for autonomous vehicles, ships and aircraft to become a reality, operational and legal challenges have to be met within all transport modes.

The purpose of this study is to increase knowledge about the development towards the use of smart ships, and to identify areas where the Swedish Transport Agency should continue working. On the basis of literature studies and interviews with relevant economic operators, this report describes future shipping in terms of driving forces, potentials and obstacles.

Smart ships is a general concept covering several ship types considered to form part of our future. These may be remotely operated ships, unmanned or manned ships with increased decision-making assistance etc. In the literature as well as within the industry, however, the confusion about concepts such as *automation* and *autonomy*, is obvious.

Driving forces and potentials may be divided into economic, safety-related and environmental aspects. In the future, navigation will require other competencies than today, and various parts of the infrastructure and the ships will have to be able to communicate with each other. One of the main obstacles to increasingly automatized and autonomous ships is found in the regulations. To open the door to the ships of the future, we must revise and adapt rules and regulations to include more and more technologically advanced ships.

In navigation, unmanned surface vehicles are at an advanced stage regarding automation and autonomy. There is a wide range of uses, such as different search and collection tasks, and unmanned surface vehicles are considered to be a good complement to ships, sometimes even a substitute for them. But today's rules and regulations are not suited for these craft.

As for Sweden, direction and ambition is needed to address the development taking place in Sweden, and to keep reasonable pace with the rest of the world. We will have to scrutinise relevant national legislation in order to revise the potential of unmanned surface vehicles from a legal point of view. Furthermore, Sweden has to continue participating actively in the international regulatory processes where we have the possibility to influence future rules and regulations, but we also have to become even better at absorbing new knowledge and communicating with the industry.

Innehåll

1	INLEDNING	8
1.1	Bakgrund.....	8
1.2	Syfte och frågeställningar	9
1.3	Metod.....	9
2	DEN RÅDANDE BEGREPPSFÖRVIRRINGEN.....	11
2.1	Automation.....	11
2.2	Autonomi.....	11
2.3	Automation och autonomi – en glidande skala.....	11
2.4	Smarta fartyg	12
2.5	Obemannade farkoster	13
3	DRIVKRAFTER OCH MÖJLIGHETER	14
3.1	Ekonomiska aspekter	14
3.1.1	Framtiden	14
3.1.2	För svensk och nordisk del.....	15
3.1.3	Kostnader	16
3.1.4	Kommunikation och teknik	16
3.2	Säkerhetsmässiga aspekter	17
3.2.1	Människans roll.....	18
3.2.2	Människans och teknikens samspel.....	18
3.3	Miljömässiga aspekter	20
4	BEHOV OCH HINDER.....	22
4.1	Kompetens och utbildning	22
4.2	Infrastruktur.....	23
4.3	Regelmässiga	24
4.3.1	Bemannning	25
4.3.2	Befälhavaren	26
4.3.3	Ansvar	27
4.4	Testområden.....	28
4.5	Det krävs en tydlig riktning och ambition	29
5	OBEMANNANDE FARKOSTER	31
5.1	Användningsområden.....	31
5.2	Behov och hinder	32
6	ANALYS	34
7	REKOMMENDATIONER	37
	REFERENSER.....	38

1 Inledning

Digitaliseringen kommer att medföra en ökad uppkoppling, samverkan och automatisering inom hela transportsektorn och såväl automation som ny teknik introduceras stegvis inom alla transportsektorer (Trafikanalys, 2019a). WMU (2019) menar att det gemensamt för alla trafikslagen finns operationella och juridiska utmaningar när automation och nya tekniker introduceras. Givet att de tekniska och juridiska förutsättningarna går att lösa skulle fullt autonoma operationer kunna vara möjliga inom 10–15 år. Inom vissa områden kan utvecklingen gå snabbare, exempelvis för säkerhetskontroll av passagerare, taxi och lokalbussar samt hantering av bagage och gods.

Enligt Kobylński (2016) förväntas en enorm ökning i datakapacitet framöver, och en effekt av det är troligtvis en introduktion av smarta fartyg. Smarta fartyg skulle kunna innefatta fartyg som är fjärrstyrda, obemannade och autonoma eller autonoma med en mindre besättning, där det senare anses mest realistiskt av författaren.

1.1 Bakgrund

Att automatisera och öka graden av autonomi är dock inte ett nytt fenomen. Redan på 1930-talet kom elektroniska navigationssystem (Rødseth och Burmeister, u.å.), på 1960-talet utvecklades en första autonom undervattensfarkost (Deutsch, 2018), 1964 diskuterade sjösäkerhetskommittén inom FN-organet för sjöfart¹ automation på fartyg (MSC VIII/11 1964) och 1981 (Resolution MSC.1 XLV) kom kravet på automatisk radarplottningsutrustning, ARPA. Ett tillägg till radar som gör det möjligt att förutse när två objekt eller fartyg kommer att korsa varandras rutt.

Autonoma system inom den marina sektorn kan finnas i bland annat konventionella fartyg, bojar, obemannade yt- och undervattensfarkoster, satelliter och kust- eller landbaserade kommunikationssystem (Zolich et al., 2018). Men det finns ett antal hinder som måste överbryggas för att allt mer automatiserade och autonoma system ska kunna användas i större skala, till exempel tekniken, ekonomisk bärkraft, säkrat miljöskydd, säkerhet och legala aspekter (Kobylński, 2016).

DNV GL (2014) menar att teknisk utveckling inte är den begränsande faktorn för utvecklingen. Industrin kommer att behöva väga fördelarna, såsom minskade bemanningskostnader och ökad säkerhet mot den upplevda risken. Vidare menar DNV GL (2018) att vad som kan anses tillräckligt säkert eller vara en tolererbar risknivå kommer behöva definieras av exempelvis IMO och flaggstaten för en given rutt. Inte heller Trafikanalys (2019a) tror att tekniken för automatiserade fartyg kommer vara

¹ Sjösäkerhetskommittén, Maritime Safety Committee, på FN-organet för sjöfart, International Maritime Organization, IMO.

bromsklossen, istället är det trögheten i regelutvecklingen som bromsar. I vilken takt ny teknik kommer att börja användas kommer att bero bland annat på IMO och andra regeldrivande organisationer.

Transportstyrelsen är den myndighet i Sverige som ansvarar för regelgivning, tillståndsprövning, tillsyn och registerhållning för sjöfarten. Det innebär bland annat att myndigheten utformar regler och representerar Sverige vid internationella förhandlingar. I myndighetens instruktion framgår att myndigheten ska verka för att de transportpolitiska målen uppnås. Därtill är Transportstyrelsens vision att möjliggöra morgondagens resor och transporter. För att kunna göra detta krävs att myndigheten följer utvecklingen och har tillräcklig kunskap för att kunna anpassa regler för ny teknik.

Transportstyrelsen leder den regelinventering som sker i sjösäkerhetskommittén inom IMO avseende sjösäkerhet och sjöfartsskydd i förhållande till Maritime Autonomous Surface Ships (MASS). Myndigheten har även satt samman ett råd, rådet för autonom sjöfart, för att diskutera frågor kopplat till autonom sjöfart och knutit en extern intressegrupp till rådet. Rekommendationerna i den här utredningen kan komma att bli en del av rådets fortsatta arbete.

1.2 Syfte och frågeställningar

Utredningen syftar till att öka kunskapen om utvecklingen inom sjöfarten mot smarta fartyg och identifiera vilka områden som Transportstyrelsen bör iaktta i sitt fortsatta arbete. Syftet ska uppnås genom att besvara följande frågeställningar:

- Vad driver utvecklingen framåt ur ett svenskt perspektiv?
- Var finns det störst potential med ökad grad av automatisering och autonomi i framtidens sjöfart ur ett svenskt perspektiv?
- Skiljer sig drivkrafter och utveckling åt mellan olika segment på marknaden?
- Vilka hinder och risker finns det för en utveckling mot en ökad grad av automatisering och autonomi inom sjöfarten?
- Vilken påverkan kan utvecklingen ha på arbetsmarknaden och sjöfartsutbildningarna?

1.3 Metod

För att uppnå syftet och besvara frågeställningarna har befintlig litteratur analyserats och kompletterats med intervjuer med representanter inom olika delar av sjöfartsbranschen. I tillägg till detta har dialog förts med sakkunniga på myndigheten.

Intervjuerna hölls under april och maj 2019 med representanter från Saab Kockums AB, Svensk Sjöfart, Wallenius Marine AB, Tärntank Ship

Management AB, Skärgårdsredarna, Rise Viktoria, Sjöfartsverket, DeepVision AB och Färjerederiet.

I kapitlen två till fem presenteras och analyseras vad som kommit fram under intervjuerna och i litteraturgenomgången. Det som framkommit i intervjuerna är återberättat utan referens.

2 Den rådande begreppsförvirringen

När framtidens fartyg och deras olika system beskrivs nämns ofta ett antal olika begrepp, exempelvis autonoma, automatiserade eller smarta. Fartygen beskrivs dessutom ibland utifrån om fartygen är bemannade eller inte och om det är möjligt att övervaka och ta över styrningen från en annan plats.

Utifrån intervjuerna går det att konstatera att olika begrepp används för att beskriva framtidens fartyg och dessutom till viss del synonymt, såväl av de som intervjuats som av andra. Flertalet poängterar att det finns ett stort behov av att definiera begreppen eftersom det kan finnas skillnader mellan olika begrepp. En av de intervjuade uttryckte att det råder *total begreppsförvirring*, något som också till viss del återspeglas i litteraturen.

2.1 Automation

Automation beskriver ett systems funktioner som kan utföra en programmerad uppgift med ingen eller liten inblandning från en människa (Lighthouse, 2016). Att automatisera en process görs genom att införa steg som gör att processen mer eller mindre går av sig själv.

I den offentliga utredningen om självkörande fordon på väg definieras ett automatiserat fordon som ett fordon som kan *framföras av ett automatiskt körsystem*. Begreppet innefattar allt från system som kan köra fordonet självständigt i vissa situationer till system som kan ta över mer avancerade uppgifter och köra utan förare (Utredningen om självkörande fordon, 2018).

2.2 Autonomi

Autonomi karaktäriseras utifrån systemets förmåga att utföra uppgifter självständigt, under osäkerhet, för längre perioder, med lite eller ingen kommunikation. Systemet kan kompensera vid systemfel utan hjälp. Det kräver att systemet kan hantera och reagera i situationer som det inte är programmerat för (Lighthouse, 2016).

Autonomi beskriver självständighet och oberoende, något som är autonomt är självstyrande och självständigt. I vilken utsträckning ett system är autonomt kopplas oftast till människans roll till systemet och vem som tar beslut och utför uppgifter. Ju mer autonomt, desto mindre påverkar människan utfallet.

Ett autonomt fartyg kan köra utan mänsklig inblandning, följa uppdragsplaner och anpassa agerandet utifrån förändrade förutsättningar. Fartyget är utrustat med bland annat sensorer och automatiserade system för navigation och framdrivning (Jorgensen, 2016).

2.3 Automation och autonomi – en glidande skala

Automation och autonomi delas ofta upp i flera nivåer. En del menar att automation och autonomi är en glidande skala där autonomi är en mer avancerad nivå än automation. Den stora skillnaden mellan automation och autonomi är om systemet bara kan utföra vad det är programmerat för eller

om det också kan ta in information, bearbeta denna och sedan välja olika alternativ utifrån insamlad information. Andra menar att det går att använda begreppen synonymt.

Det finns ett antal uppdelningar och klassificeringar för att beskriva skillnader och olika nivåer, inte bara för system för fartyg utan också för andra system. Lighthouse (2016) beskriver en av dessa uppdelningar, Level of Automation Taxonomy, som utgår från mänsklig prestation och beskriver olika grader av automation utifrån kognitiva funktioner som kan automatiseras. Olika grader av automation kan förklaras utifrån ett systems förmåga att samla information, bearbeta information, ta beslut och utföra en uppgift. Ett automatiserat system beskrivs utifrån varje funktion i ett system, eftersom funktioner kan ha olika grad av automation.

För fordon delas utvecklingen ibland upp beroende på människans roll i förhållande till systemet, människan kan antingen vara innanför eller utanför beslutsloopen. Innanför loopen behöver människan och systemet varandra, till skillnad från när människan är utanför beslutsloopen (Utredningen om självkörande fordon på väg, 2018). Ibland inkluderas ytterligare en nivå där människan är ovanför beslutsloopen och främst har en övervakande roll men kan ta över kontrollen.

Det anses finnas ett behov inom branschen av någon typ av uppdelning för att beskriva olika grader, något som bland annat skulle kunna möjliggöra att fartyg med olika avancerade system kan kopplas till olika regelverk i framtiden. Det kan också vara ett sätt att avgöra hur ett mötande fartyg agerar i olika situationer och vilken bemanning och teknik som finns ombord.

Det finns dock svårigheter att klassificera automatiserade system enbart utifrån grad av automation eftersom samma system kan ha olika automatiseringsgrad vid exempelvis olika hastigheter (Lighthouse, 2016). Att göra en uppdelning som passar olika användningsområden är svårt och kan troligtvis göras på olika sätt. En uppdelning som kan bli allmänt vedertagen behöver tas fram i samförstånd mellan olika parter för att den ska bli så användarvänlig och passa syftet så bra som möjligt. En uppdelning i grader eller nivåer skulle behöva vara universell och beslutas inom IMO.

2.4 Smarta fartyg

Utifrån litteraturen verkar smarta fartyg kunna inkludera hela spannet från ökat beslutsstöd till fullt autonoma fartyg (se exempelvis Lighthouse, 2019; Kobyliński, 2018). Smarta fartyg verkar alltså kunna användas som ett övergripande begrepp för framtidens fartyg.

Precis som inom litteraturen går det också att konstatera utifrån intervjuerna att smarta fartyg verkar kunna inbegripa utveckling inom många olika områden. Smarta fartyg anses vara ett bredare begrepp, än exempelvis autonoma fartyg, och kan innefatta en hög grad av automatisering och

digitalisering, obemannade och bemannade fartyg (som kan vara både autonoma och automatiserade), övervakning över såväl trafik som enskilda fartyg, bättre beslutsstöd, obemannade farkoster och ökad kommunikation. Samtidigt poängteras att det som anses ”smart” i dag troligtvis inte kommer anses vara det om fem år.

2.5 Obemannade farkoster

Än så länge finns det inga större obemannade fartyg, däremot finns det obemannade mindre farkoster. De kan vara både fjärrstyrda och självgående med en varierande grad av automatiska och/eller autonoma system. De kan också refereras till som Autonomous Surface Vehicle (ASV), Unmanned Surface Vehicles (USV) och Remote Survey Vehicle (RSV).

Huruvida dessa farkoster ska kategoriseras som fartyg eller inte kan diskuteras, i den här rapporten kommer dessa att särskiljas och beskrivas som obemannade farkoster.

3 Drivkrafter och möjligheter

Utvecklingen mot automatisering drivs enligt WMU (2019) av ekonomiska fördelar, demografiska trender och säkerhetsaspekter, medan sjömän² tror att bland annat lägre kostnader och högre effektivitet utgör stora drivkrafter i utvecklingen (Nautilus Federation, 2018). Utvecklingen av såväl automatisering som teknologi beror på den lokala kontexten och kan därför variera i olika delar av världen och sker troligtvis gradvis i många delar av den globala transportsektorn (WMU, 2019). Att utvecklingen av fartyg går mot allt mer avancerade fartyg anses naturligt eftersom teknikutveckling och digitalisering sker löpande inom sjöfarten.

Drivkrafter och möjligheter i utvecklingen mot framtidens fartyg kan kategoriseras i ekonomiska, säkerhetsmässiga och miljömässiga aspekter.

3.1 Ekonomiska aspekter

Utvecklarna av ny teknik inom sjöfarten letar efter nästa stora grej efter offshore-industrin, vilket skulle kunna vara smarta fartyg, och vissa menar att den stora drivkraften just nu är att det finns ett tekniskt intresse och en möjlighet att utveckla smarta fartyg. Tillverkarna anses sätta agendan för hur obemannade fartyg beskrivs och diskuteras och Nautilus Federation (2018) menar att tillverkarna ökar trycket att introducera ny teknik.

Samtidigt måste nordiska utvecklare konkurrera med sin kunskap och kompetens istället för priser, vilket kräver att de ligger i framkant och driver utvecklingen. Få svenska rederier har möjlighet att investera i större utvecklingsprojekt men det finns exempel på svenska, och nordiska, rederier som ligger i framkant inom teknikutveckling. Bland dessa finns exempelvis Forsea (u.å.) som har batteridrift på färjorna mellan Helsingborg och Helsingör och en automatisk laddning i hamn och Viking Line (u.å.) som har installerat rotorsegel på Viking Grace som går mellan Stockholm och Åbo.

3.1.1 Framtiden

Framtidsspaningarna är många, till exempel tror Rolls-Royce (2016) att det redan 2020 kommer att finnas fartyg med en minskad besättning med fjärrsupport som tar hand om vissa funktioner. Fem år senare skulle fjärrstyrda obemannade kustfartyg kunna gå i trafik och ytterligare fem år senare skulle de kunna gå i oceantrafik. År 2035 tror Rolls-Royce att vi kommer se autonoma, obemannade oceangående fartyg i trafik. Kobylínski (2018) anser att mindre passagerarfärjor i nationell fart som kör kortare avstånd kan passa att konvertera i närtid men att även containerfartyg, tankfartyg och bulkfartyg kan vara lämpade att konstrueras som smarta fartyg.

² Baserat på en enkätundersökning om hur anställda inom sjöfartsbranschen ser på autonom sjöfart. Enkäten besvarades av nära 900 personer från 12 olika länder, bland annat från Sverige.

Sjömän menar att det finns många hinder som gör att introduktionen av autonoma fartyg kommer att gå långsamt. Potentialen anses dessutom skilja mellan olika segment, men om autonoma fartyg introduceras är det mest troligt att de kommer gå i internationell, transocean trafik. Kusttrafik och IVV³ ansågs betydligt mindre troligt och minst troligt ansågs inom hamnar och lotsområden (Nautilus Federation, 2018). En bild som till viss del skiljer sig från övrig litteratur.

Det är möjligt att det går att dela in utvecklingen utifrån tre större övergripande segment med likartade förutsättningar och möjligheter: obemannade farkoster (som beskrivs i kapitel 5), trafik på kortare avstånd och trafik på längre avstånd. Ur ett tekniskt perspektiv skulle såväl obemannade farkoster som fartyg i trafik på inre vattenvägar kunna utvecklas med en hög grad av automatiska och autonoma system och börja användas relativt fort. Storsjöfarten skulle troligtvis kunna använda liknande system men främst som besluts- och navigationsstöd.

3.1.2 För svensk och nordisk del

Att fartyg i framtiden skulle bli helt autonoma, det vill säga kunna ta egna beslut och köra helt själva, anses också vara mer troligt och eftersträvänsvärt för vissa segment än för andra. Minskade kostnader kan leda till att sjöfartens transportarbete, såväl för gods som för passagerare, kan öka nationellt. De lägre kostnaderna anses bestå dels av lägre personalkostnader med en minskad besättning, dels lägre driftskostnader på grund av effektivare körning och en ökad eldrift. Lägre kostnader skulle kunna göra att autonoma fartyg efterfrågas inom segment som konkurrerar med till exempel lastbilar.

Inom vissa segment kan möjligheterna och drivkrafterna för att använda de mest automatiserade eller autonoma fartygen vara begränsade, bland annat för skärgårdstrafik och tankfartyg. Under intervjuerna framkom en relativt stor samstämmighet om att det är mer troligt att autonoma fartyg kommer användas för fasta rutter, framförallt i närtid, till exempel vägfärjetrafik. Större obemannade fartyg anses ligga långt fram i tiden, om än någonsin, och troligtvis går utvecklingen snarare mot ett succesivt införande av olika autonoma nivåer än mot helt obemannade fartyg i internationell trafik i någon större skala.

Dessutom kan det finnas skillnader mellan segment om hela resan eller delar av resan passar att automatisera eller bara vissa moment. Saxon och Stone (2017) menar till exempel att automatisering skulle göra det möjligt att med hjälp av nya fartygsdesigner kunna lasta fler containers och minska personalkostnaderna. På längre sikt är det möjligt att teknikutvecklingen gjort att det finns autonoma containerfartyg som kan ta upp till 50 000 TEU⁴ och som går i en helt autonom kedja med lastning, stuvning, segling och

³ IVV är förkortningen för inre vattenvägar, ett EU-regelverk för fartyg som företrädesvis trafikerar Europas floder och kanaler. De Europeiska IVV-reglerna design, konstruktion och utrustning är genomförda i svensk rätt genom TSFS 2018:60.

⁴ Twenty-foot Equivalent Unit. En tjugofotscontainer.

lossning. Nutida exempel på helt autonoma logistikkedjor är Yara Birkeland och Askoprojektet, där både fartygsdrift, lastning och lossning kommer att vara autonom och eldriven, vilket beräknas ge både ekonomiska och miljömässiga fördelar (se även under kapitel 3.3).

3.1.3 Kostnader

Utvecklingen kommer drivas inom de segment och områden där det går att se en tydlig affärsnytta (Trafikanalys, 2019a) och den nya tekniken kan tillgodogöras och ge olika nytta för olika segment på marknaden (Saxon och Stone, 2017). En bild som också speglas under intervjuerna. Skillnader i drivkrafter och möjligheter kan finnas till exempel mellan såväl nationell som internationell trafik, mellan gods- och passagerartrafik samt mellan transporter av olika typer av gods.

En viktig faktor som kan avgöra vilka system som digitaliseras och automatiseras inom olika segment är kostnadsfördelningen. Utveckling av teknik och automation drivs ofta av säkerhets- och effektivitetsvinster och inte alltid av möjligheten att minska personalkostnaderna. Men inom vissa områden är personalkostnadens storlek avgörande om det finns ett business case (WMU, 2019). För segment där personalkostnaderna är en stor andel av de totala kostnaderna är drivkraften att minska besättningens storlek större än för andra segment. För andra segment kan det till exempel handla om att minska driftskostnader eller bränslekostnader exempelvis genom effektivare körning.

3.1.4 Kommunikation och teknik

Det kommer troligtvis dröja tills system och fartyg med en hög grad av automatisering eller autonomi är i kommersiell drift i någon större utsträckning men redan i dag finns teknik, exempelvis övervakningssystem för fartyg, med en utpräglad grad av automatisering och digitalisering.

Framtida teknik kan möjliggöra en ökad kommunikation mellan fartyg och land, vilket kan göra det lättare att övervaka fartyget, oavsett om fartyget är bemannat eller inte. Det skulle också kunna leda till att fartyget exempelvis kan meddela, redan innan det kommer till hamn, att en viss reservdel behövs. Det skulle kunna effektivisera tiden i hamn om allt fartyget behöver redan finns på plats när fartygen anlöper hamnen.

På samma sätt kan teknikutvecklingen också bidra till en ökad kommunikation mellan olika funktioner på fartyget. Elektroniska sjökort skulle kunna kommunicera med maskinrummet och land för att fartyget ska optimera farten utifrån olika situationer, till exempel när kajen är ledig. En ökad grad av automatisering kan dessutom underlätta tillståndsbaserat underhåll, vilket innebär att underhållet görs först när ett system indikerar att det finns ett behov istället för att systematiskt underhålla med fasta intervaller.

Mycket av underhållet i dag hanteras löpande av besättningen. Om inte en minskad besättning kan kombineras med system som minskar

underhållsbehovet eller kan omhändertata delar av underhållet skulle kostnaderna för underhållet kunna öka och fartyg skulle kunna behöva ligga längre i hamnen, något som är kostsamt för redaren. När systemen blir fler och allt mer avancerade kan också behovet av att övervaka dessa öka. Det är möjligt att besättningen inte kan minskas på grund av detta, eller till och med behöva öka, något som också kan leda till kostnader som då behöver vägas mot eventuella kostnadsbesparingar med en ökad digitalisering och automatisering.

Fartyg kan redan i dag vara mer eller mindre självkörande i vissa situationer med hjälp av autopilot. För att fartyg ska kunna bli helt självkörande i alla, eller åtminstone de flesta, situationer i framtiden krävs sensorer såväl på land som på fartyget, bland annat för att möjliggöra att fartygen kan lägga till vid kaj. Just sensorer är troligtvis avgörande för att smarta fartyg ska kunna bli verklighet. Kobylinski (2018) menar att det troligtvis krävs mellan 15 000 och 20 000 sensorer för att övervaka navigationssystem, säkerhetssystem, maskineri, automation, frakt och omvärlden. Allt billigare sensorer har gjort att möjligheterna nu är nästan obegränsade.

Huruvida det finns ett business case i dag eller inte kan diskuteras och troligtvis varierar möjligheterna beroende på segment och grad av automation eller autonomi. Det är också kostnadsdrivande att arbeta med utvecklingsarbete, vilket gör att det är svårt att bedriva sådant arbete inom mindre resursstarka segment. Ofta är det inom de större bolagen som utvecklingen sker för att sedan kunna spridas till mindre företag. Det pågår dock många utvecklingsprojekt inom sjöfartsbranschen, såväl inom Sverige som i andra delar av världen. Många projekt handlar om att ta fram koncept för system som ska möjliggöra olika grader av automatiserad och autonom framdrift av fartyg men de flesta är fortfarande ganska långt från att realiseras, vilket till stor del beror på att det saknas finansiell förmåga att driva utvecklingen.

Inom vissa delar av branschen finns redan initiativ, ett exempel är Massterly, det företag som Wilhelmsen och Kongsberg har startat för att operera Yara Birkeland (Wilhelmsen, 2018).

3.2 Säkerhetsmässiga aspekter

Utöver ekonomiska aspekter finns det också säkerhetsmässiga aspekter som gör att utvecklingen går mot ökad automatisering, men det är inte givet att ökad automatisering och autonomi leder till ökad säkerhet.

Ringbom (2019) menar att vilken nivå av autonomi som är acceptabel, ur ett riskperspektiv, kan variera beroende på funktionen. Till exempel skulle fullt autonoma förtöjnings- samt av- och pålastningsprocesser kunna vara mer acceptabla än en fullt autonom brygga, eftersom det senare kan innebära stora risker för tredje part och sjösäkerheten. Samtidigt skulle en delvis autonom brygga kunna vara acceptabel.

3.2.1 Människans roll

En av drivkrafterna för ökad automatisering är att underlätta för personalen ombord genom ett bättre beslutsstöd och ökad säkerhet generellt. För många är människan en viktig del av sjöfarten och kommer att vara det även i framtiden medan andra menar att människan kanske faktiskt inte alltid, eller ens i närtid inom vissa segment, kommer att vara en del av sjöfarten som i dag utan främst i en annan roll. Några menar att människan behöver få förutsättningar för att bidra till att sjöfarten är säker medan andra menar att sjöfarten skulle kunna bli säkrare med en minskad mänsklig inblandning.

Allt mer automatiserade eller autonoma fartyg skulle kunna innebära minskad besättning eller att besättningen bara arbetar delar av dygnet och har jour resterande tid. Ding et al. (2012) menar att det visserligen kan minska personalkostnaderna, men att det också kan leda till högre stressnivåer för framförallt befälhavare. Vidare menar Ding et al. att det finns en punkt när bemanningen blir så liten att personalen inte kan vara tillräckligt effektiva och alerta för att kunna framföra fartyget på ett säkert sätt. HSBA (2018) uppger också att en mindre bemanning kan leda till en ökad upplevd ensamhet ombord på grund av mindre social interaktion med andra, vilket skulle kunna leda till en ökad andel depressioner för sjömän.

Sjöfartsarbetande har en försiktig och till stor del skeptisk syn på utvecklingen, en bild som skiljer sig från tillverkarna. Samtidigt ser de också möjligheter att använda tekniken för att förbättra situationen till sjöss och minska rutinuppgifter, öka säkerheten och skapa mer kvalificerade och tillfredsställande arbeten till sjöss (Nautilus Federation, 2018).

Flera av de som intervjuats menar att utvecklingen inom deras verksamhet främst handlar om att underlätta för människan och öka säkerheten, inte om att ta bort befälhavaren. Människan kommer fortsatt behöva interagera med systemen för navigering, maskin- och lastoperation och är en viktig del i att minska risker och förhindra olyckor. Samtidigt gäller det motsatta för andra segment, och människan anses ibland vara en av de stora orsakerna till olyckor. Olika typer av säkerhetssystem skulle därför kunna ge stor vinning genom att minska risken för att människor fattar dåliga beslut.

3.2.2 Människans och teknikens samspel

Samtidigt menar till exempel Skitka et al. (1999) att automatiska beslutsstöd inte nödvändigtvis ensidigt leder till att mänskliga fel minskar utan snarare till en annan typ av fel. Även Porathe et al. (2014) menar att autonoma system kanske inte kommer att ta bort mänskliga fel. Troligtvis kommer människan fortsatt vara en del av systemet men ha en annan roll. Det gör att människan skulle kunna involveras, och behöva ta beslut, i ett senare skede i akuta situationer när ett problem redan uppstått vilket skulle kunna få säkerhetskonsekvenser.

I säkerhetsarbete är fokus generellt att så få saker som möjligt ska gå fel. Samtidigt utelämnas oftast allt som går bra och individens förmåga att

anpassa och justera kan ofta leda till att saker går rätt. När system utvecklas och komplexiteten ökar kommer individens förmåga att anpassa och justera vara allt viktigare för resultatet (Hollnagel, u.å.).

En del av teknikutvecklingen skulle kunna innebära bättre beslutsstöd och en bättre omvärldsuppfattning med hjälp av teknisk utrustning. Även om systemen inte styr fartyget kan systemen rekommendera åtgärder eller agerande till den som styr. Men för att tekniken faktiskt ska leda till en ökad säkerhet krävs bland annat att olika parter i transportkedjan, till exempel redare, förstår och accepterar eventuella följder av användandet av beslutsstödsystem, till exempel förseningar, och att tekniken utvecklas i takt med människan.

Dessutom menar till exempel Lützhöft (2004) att utvecklare inte alltid tar fram de system som sjömannen själv skulle valt. När tekniken ska ersätta människan är det inte alltid en självklar eller framgångsrik process och det är inte givet att tekniken kan lösa alla problem som den skapar. Tekniska system som är utvecklade för att motverka sjöolyckor kan ibland vara ineffektiva eller kontraproduktiva, bland annat för att användaren anpassar sig.

För att tekniken faktiskt ska kunna hjälpa människan och vara något som människan kan förstå och använda krävs att utvecklingen sker i samförstånd med användarna. Ett sätt att få systemen att dels fungera ihop, dels vara förståeliga är en ökad standardisering. Lighthouse (2019) menar att intressenter inom industrin anser att en av de större utmaningarna är att operatörer ska kunna använda och tolka data som systemen ger för att öka miljöprestandan, effektiviteten och säkerheten.

Situationsmedvetenhet, att förstå vad som händer runt oss, är centralt för att kunna ta effektiva beslut och ha kontroll i dynamiska system men en ökad automatisering och autonomi kan göra det svårare för operatören att förstå vad som händer. Samtidigt kan det också leda till en minskad arbetsbörda som istället ger avlastning och möjliggör en större situationsmedvetenhet (Ding et al. 2012). Skitka et al. (1999) har visat att upplevd arbetsbörda inte förändras med automatiskt beslutsstöd och att de som använt stödet anser sig ha ansträngt sig lika mycket som de utan stöd.

Beslutsstöd, automatiskt eller inte, kan också innebära andra risker. Till exempel att en person litar mer på det automatiska systemet än på sin egen förmåga eller omdöme, automation bias, trots tecken på att något är fel (Utredningen om självkörande fordon på väg, 2018). Ett annat exempel är en studie där Skitka et al. (1999) visar att ett automatiskt stöd bidrog till ett bättre utförande av en uppgift när systemet gav korrekt information än utan systemet. Men när systemet gav felaktig information presterade deltagarna utan systemet mycket bättre än de med systemet på samma situationer.

3.3 Miljömässiga aspekter

Miljömässiga aspekter av en ökad användning av automatiserade och autonoma system handlar dels om en minskad påverkan på miljön och människors hälsa, dels om en minskad risk för exempelvis utsläpp av bränsle eller farlig last.

Det finns dock även risker kopplat till automatiserade eller autonoma fartyg och alla ruttor kanske inte är lämpliga utifrån ett miljöperspektiv. Till exempel menar Kobylński (2016) att kryssningsfartyg och fartyg som trafikerar Arktis är mindre lämpliga att göras högt automatiserade eller autonoma på grund av Arktis känsliga miljö och svårnavigerade farvatten.

Automatisering kan generera energibesparingar, oavsett framdrivningsmedel, och därmed miljöbesparing genom effektivare framdrift. Besparingarna kan bero på en jämnare körning och effektivare ruttplanering som båda leder till minskad drivmedelsanvändning som i sin tur leder till minskade utsläpp.

Under intervjuerna framhövdes framförallt vinster ur ett miljöperspektiv för fartyg som går en fast sträcka ofta till exempel passagerartrafik i nationell fart, till exempel vägfärjetrafik. Detta eftersom automatisering kan leda till en jämnare körning som i sin tur kan leda till en minskad bränsleförbrukning. En ökad automatisering skulle kunna göra att autopiloten utvecklas från att i dag endast kunna gå på kompassriktning (utan att kunna gira) till att kunna utföra mer avancerade operationer. Exempelvis lyftes beräknade energibesparingar på mellan 15 och 20 procent genom att programmera och låta systemen köra fartyget på det mest effektiva sättet.

Miljöaspekten av framtidens fartyg diskuteras inte bara i Sverige, den framhålls som en viktig del i flera utvecklingsprojekt och dessutom som en möjlighet att avlasta vägnätet. Ett exempel är ReVolt, ett koncept för ett autonomt fartyg drivet av batterier. Fartyget ska kunna ta 100 TEU och gå i 6 knop i upp till 100 nautiska mil (DNV GL, u.å.).

Ett annat projekt är ASKO som ska visa hur utsläppsfria fartyg kan konkurrera med lastbilar, även på korta sträckor. Två självkörande batteridrivna roro-fartyg som kan ta 16 semitrailers är tänkt att gå mellan Moss och Holmestrand i Norge. Förtöjning är tänkt att ske automatiskt. Lastning och lossning av gods förväntas kunna ske automatiskt och på sikt utan personal med hjälp av autonoma och elektriska terminaltraktorer. Även lastbilarna som transporterar godset mellan hamn och varulager ska vara elektriska, vilket ger en helt utsläppsfri transportkedja (Enova, 2019).

Ett annat exempel på liknande projekt är Yara Birkeland, ett batteridrivet containerfartyg som byggs för att köra mellan tre hamnar i Norge. Fartyget är tänkt att kunna frakta 120 TEU och kunna ersätta cirka 40 000 resor med lastbil per år och därmed reducera utsläppen av kväveoxid och koldioxid. På sikt ska fartyget kunna framföras autonomt men till en början kommer det

finnas en brygga för att manövrera och navigera på fartyget. Elektriska kranar ska automatiskt lasta och lossa fartygets last och fartyget ska också kunna förtöjas utan mänsklig inblandning. Tre kontrollcenter med olika operationell inriktning ska ta hand om exempelvis nödsituationer, beslutsstöd och övervakning för att säkerställa säkerheten (Kongsberg, u.å.).

I regeringens Godstransportstrategi (2018) nämns en ambition att flytta gods från väg till järnväg och sjöfart som en del i att minska transportsektorns miljöpåverkan. Ökad automatisering såväl på fartyg som i hamnar skulle kunna leda till exempelvis minskade omlastningskostnader som i sin tur möjliggör fler intermodala transporter med bland annat sjöfart. Detta eftersom just omlastningskostnader ofta framhålls som ett av de stora hindren för att intermodala transporter ska kunna öka. Utvecklingen skulle också kunna göra att sjöfarten får större konkurrensytta gentemot de andra trafikslagen, delvis på grund av minskade kostnader, och därmed bidra till att gods kan flytta från väg till sjöfart.

4 Behov och hinder

4.1 Kompetens och utbildning

Att framtidens sjöfart kommer att påverka arbetsmarknaden och kompetensbehovet är nog de flesta överens om. En stor del av forskningen (se till exempel Kobylínski, 2018) tyder på att framtidens fartyg kan komma att påverka människans roll i förhållande till tekniken och därmed göra att arbetsuppgifter försvinner, förändras eller tillkommer. Men de flesta är också överens om att människan kommer att ha en betydande roll inom sjöfarten även i framtiden.

Samtidigt uttrycker flera aktörer i branschen en oro för att det målas upp en bild av att framtiden innebär autonoma fartyg eftersom dessa kan associeras med obemannade fartyg, vilket skulle kunna signalera att det inte finns en framtida arbetsmarknad inom sjöfarten. Det finns utmaningar redan i dag att hitta behöriga befälhavare inom vissa segment och det är möjligt att utbudet av rätt kompetens inte kommer att täcka framtidens efterfråga.

Smarta fartyg kommer kräva smart besättning som tränas i att hantera förändrad teknik samtidigt som säkerhet och utförandet fortsatt är på en hög nivå (Lighthouse, 2019). Och trots en hög grad av automation och minskade besättningar kommer det krävas olika kompetenser ombord såsom ingenjörer, eltekniker och navigatörer (Nautilus Federation, 2018). Obemannade och autonoma fartyg anses också kunna locka till sig andra kompetenser till sjöfartsbranschen än de traditionella, vilket skulle kunna vara positivt för branschen (Munin, u.å.).

I och med att hela samhället går mot en ökad digitalisering och automatisering finns en stor efterfråga i hela samhället på rätt kompetens. En intervjuad menar att vi är beroende av den yngre generationen som har ett stort datorintresse och framtidens sjöman skulle kanske kunna vara en ”gamer”. Detta eftersom de är vana vid omvärldsuppfattning genom en skärm, den kunskapen skulle behöva kompletteras med befintlig sjökunskap. Även WMU (2019) tror att framtida sjömän kommer behöva kombinera befintliga kunskaper med förmåga att tolka och analysera stora mängder data, digital drift av fartyg och mjukvaruutveckling av program och system.

Om antalet autonoma fartyg blir stort kan den globala efterfrågan inom vissa yrkeskategorier minska i framtiden. HSBA (2018) uppskattar exempelvis att om det finns 1 000 autonoma och 2 000 semiautonoma fartyg på den globala marknaden vid 2025 skulle efterfrågan på sjömän kunna minska med cirka 30 000–50 000 personer. Samtidigt poängterar HSBA att det är en optimistisk uppskattning av antalet fartyg. Dessutom kan yrkeskategorier påverkas olika. WMU (2019) uppskattar att efterfrågan på högkvalificerade yrkeskategorier inte kommer ändras, men övriga yrkeskategorier kan komma att påverkas.

För att möta teknisk utveckling till sjöss och för att rusta personalen till att arbeta med automatiserade system behövs stora förändringar i utbildning och certifiering (Nautilus Federation, 2018). Precis som i dag är lämplig utbildning, träning och erfarenhet viktigt för att det ska gå att använda tekniken, framförallt eftersom att mänskliga färdigheter utvecklas långsammare än tekniken. Utan lämplig kompetens ökar risken för tillbud och olyckor (Lighthouse, 2019). Även HSBA (2018) menar att sjömansutbildningen behöver ses över för att sjömän ska kunna arbeta med nya områden. Det är också viktigt att existerande kunskaper behålls, men hur det ska gå till behöver utredas.

Även de intervjuade menar att utbildningarna kommer behöva förändras i spåren av teknisk utveckling. För att utbildningarna och regelverken ska hänga med i utvecklingen finns ett behov av att utbildningsaktörer och myndigheter arbetar ihop.

4.2 Infrastruktur

För att fartyg med allt mer automatiserade och autonoma funktioner ska kunna framföras på ett säkert sätt krävs också att sjöfartens infrastruktur och stödfunktioner anpassas. Trafikanalys (2019a) menar att framtidens automatiserade fartyg troligtvis kommer att behöva annan infrastruktur än dagens. För att det ska vara möjligt krävs en digital infrastruktur för sjöfarten där olika parter, inklusive maskiner, kan kommunicera med varandra.

Transportsektorn kommer framöver att i allt högre grad använda trådlös kommunikation, såväl internt som externt. Efterfrågan på trådlösa bredbandslösningar med hög och jämn prestanda och satellitkommunikation med allt högre bandbredder kommer att öka, vilket kommer underlätta övervakning och rapportering av händelser i trafikflödena (Utredningen om radiospektrumanvändning i framtiden, 2018).

Sjöfarten är dessutom en del av transportsystemet, ett system som består av olika trafikslag och många olika aktörer. Ett sätt att effektivisera transportsystemet är hjälpmedel, såväl förbättrade som nya, för att planera rutter. Det skulle kunna leda till bättre punktlighet av leveranser och jämnare trafikflöden. Det i sin tur skulle kunna bidra till minskad miljöbelastning, resursanvändning och kostnader samt ökad framkomlighet och säkerhet (Godstransportstrategin, 2018).

Det pågår flera projekt såväl inom Sverige som i andra delar av världen som handlar om att utveckla olika typer av stöd och infrastruktur som möjliggör framtidens fartyg. Ett av dessa projekt, det EU-finansierade projektet STM – Sea Traffic Management, är inte direkt kopplat till autonoma eller automatiserade fartyg men kan bli ett bra hjälpmedel även för dessa. Genom att koppla ihop och dela information mellan parter i realtid är målet att minska olyckor, öka effektiviteten genom lägre driftkostnader och minskad väntetid till hamn samt minska bränsleförbrukningen och växthusgasutsläppen. Realtidsinformationen kan hjälpa personal såväl

ombord som i land att fatta bättre beslut och göra det lättare att anpassa farten och ruten samt minska den administrativa bördan (STM, u.å.).

Utöver nya lösningar kommer troligtvis också nuvarande lösningar att automatiseras i någon grad. Saxon och Stone (2017) tror att inom de kommande årtiondena kommer normen vara helt automatiserade terminaler med självkörande truckar som fraktar containers från fartygen till terminaler. Även WMU (2019) tror att teknikutvecklingen kommer att underlätta i hamnarna och att digitaliseringen kommer att öka säkerheten och effektiviteten i traditionella hamnar. Och i framtiden kan det finnas fullt autonoma hamnar. Samtidigt menar Trafikanalys (2019b) att automatisering av hamnar är avancerat. Det krävs en viss storlek på godshanteringen och ett homogent gods för att det ska vara lönsamt. Det gör att specialiserade hamnar, exempelvis containerhamnar, lämpar sig bäst för att automatisera.

Samtidigt är det inte givet att en ökad digitalisering leder till effektivisering. Ett exempel som lyfts i en av intervjuerna är Single Window⁵, vilket inte anses ha lett till den tänkta effektiviseringen. Samtidigt lyfts också goda exempel på när digitalisering lett till effektivisering, såsom blockkedjetekniken⁶.

Det är möjligt att en del av framtidens infrastruktur och hjälpmedel kommer innebära att lotsningen kommer att se annorlunda ut. Det är möjligt att framtidens fartyg har antingen ett mindre eller ett annat behov av lotsning än i dag. Det skulle kunna handla om att bordingplatsen för lotsar kan flyttas längre in eller att navigationsstödet skulle kunna ske från en annan plats. Vissa menar att lotsarnas arbetsmiljö skulle kunna förbättras avsevärt med hjälp av ny teknik.

4.3 Regelmässiga

Regler nämns ofta som ett av de stora hindren för framtidens fartyg och Kobyliński (2018) konstaterar att i stort sett all lagstiftning skulle behöva anpassas för att möjliggöra smarta fartyg. Ringbom (2019) menar däremot att legala frågor, utmaningar och lösningar kommer variera beroende på vilken riktning utvecklingen tar. Om utvecklingen ger en minskad bemanning kommer det exempelvis innebära andra frågor och problem än om bemanningen inte fysiskt är på fartyget.

Ju mer avancerat ett fartyg blir, desto större blir rimligtvis regelhindren. Framförallt i kombination med en minskad besättning och i synnerhet utan en befälhavare.

En stor del av sjöfartens regler härstammar från internationella bestämmelser som är uppdelade inom olika områden. Den danska

⁵ Single Window är ett fartygsrapporteringssystem för inrapportering av myndighetsinformation.

⁶ Blockkedjeteknik, på engelska Block Chain, är ett digitalt sätt att hantera information och transaktioner på. Ur ett transportperspektiv anses det bland annat kunna minska den administrativa bördan för olika parter i en fraktkedja eftersom parterna kan med hjälp av blockkedjetekniken dela information med varandra. En annan positiv aspekt är att det blir svårare att förfälska dokument eftersom tekniken inte tillåter att information tas bort utan det bara är möjligt att lägga till information.

sjöfartsmyndigheten (DMA, 2017) ser hinder i många av de internationella regelverken, bland annat Förenta nationernas havsrättskonvention från 1982 (UNCLOS), 1974 års internationella konvention om säkerheten för människoliv till sjöss (SOLAS), 1973 års internationella konvention till förhindrande av förorening från fartyg (MARPOL), Internationella sjövägsreglerna från 1972 (COLREG) och 1978 års internationella konvention om normer för sjöfolks utbildning, certifiering och vakthållning (STCW).

För att fartygen ska kunna röra sig inom större områden och undvika jurisdiktionsfrågor är det viktigt att regelverken för autonom sjöfart är internationella och målbaserade. Samtidigt menar den danska sjöfartsmyndigheten att vissa segment såsom färjor i nationell fart kan, och bör, regleras nationellt (DMA, 2017).

Det är också möjligt att lotsreglerna, som de är utformade i dag, kan utgöra ett hinder eftersom de varierar mellan både länder och hamnar. För att stater inte ska kunna förbjuda framtidens fartyg i hamnar och inre vatten, och därmed hindra transporter mellan länder, är det viktigt att skapa internationella överenskommelser (DMA, 2017).

4.3.1 Bemanning

Det finns ett antal regelverk som är principiellt viktiga för att kunna möjliggöra obemannade fartyg, exempelvis navigations- och bemanningsreglerna, reglerna om konstruktion, design och utrustning (Munin, u.å.) och kravet på att alla fartyg måste delta i sök- och räddningsaktioner till sjöss (Kobyliński, 2018).

Att minska besättningen och/eller säkerhetsorganisationen skulle troligtvis vara möjligt givet att det går att visa att besättningsnivån fortfarande lever upp till kraven. Olika system skulle troligtvis kunna ta över delar av säkerhetsorganisationens uppgifter givet att systemen är tillräckligt tillförlitliga, vilket exempelvis innebär att de behöver en alternativ strömförsörjning.

UNCLOS och SOLAS kräver att fartyg har en bemanning som är lämplig i antal och kvalifikationer samt en tillräcklig och effektiv bemanning. Flaggstater har dock ett visst tolkningsutrymme och vissa länder, exempelvis Australien, Kanada och Bermuda, har inte skrivit ut en faktisk siffra för bemanning vilket skulle kunna vara en öppning för obemannade fartyg (Carey, 2017).

DMA (2017) menar att ett av huvudfundamenten i COLREG är en simultan mänsklig beslutskompetens och *vem* som styr fartyget är avgörande och inte *var* den befinner sig. Dessutom tolkar DMA regelverket som att beslut ska tas i realtid och inte som ett uttryck för ett förprogrammerat val. Men givet att säkerhetsnivån är minst lika hög som vid mänsklig syn och hörsel anser den danska myndigheten att elektronisk utkik i form av exempelvis kameror, sensorer och radar borde kunna användas istället.

Utan besättning ombord menar Carey (2017) att det finns hinder i många olika regelverk, till exempel de som styr fartygens sjöduglighet, bemanningsnivåer, befälhavarens uppgifter och lotsning. Regler som är viktiga för exempelvis försäkringsärenden, tillräcklig bemanning och ett tillräckligt förvaltningssystem.

4.3.2 Befälhavaren

I många av dagens regelverk har befälhavaren en nyckelroll och en stor del av regelverken har byggts upp runt befälhavaren. Rollen och ansvaret som befälhavare nämns i de flesta regler, även de som inte direkt handlar om fartygets framdrift. Ett exempel är att:

Befälhavaren ska ombord på fartyget medföra ett bevis om att redarens skyldighet enligt 2 § är fullgjord (se 7 kap. 3 § sjölagen (1994:1009)).

Om befälhavare inte finns ombord, skulle den fortfarande kunna vara ansvarig för att medföra bevis ombord? I många fall är det säkert möjligt att anpassa reglerna efter en ökad grad av automation och autonomi utan att reglernas syfte skulle förändras i någon större utsträckning. Att ändra befälhavarens ansvar och roll i dagens regelverk är dock ett stort arbete, dels eftersom det skulle vara ett omfattande arbete bara att ändra i alla regelverk (bara i sjölagen nämns befälhavaren mer än 100 gånger), dels för att befälhavarens roll är kopplat till ett ansvar som innefattar många juridiska, moraliska och ibland rent filosofiska frågor.

Autonoma fartyg, eller fartyg utan befälhavare, jämförs ibland med vad som i dagligt tal kallas självkörande bilar. Men precis som befälhavarens roll inom sjöfarten är föraren en avgörande del i regelverken för vägtrafik. I Utredningen om självkörande fordon på väg (2018) identifieras Wienkonventionen och artikel åtta som det främsta legala hindret för att bilar ska kunna köra utan förare. Artikeln säger bland annat att varje fordon som är i rörelse på vägen ska ha en förare och att föraren alltid ska kunna kontrollera fordonet.⁷

På internationell nivå pågår ett arbete med att anpassa definitionen av förarens roll och ansvar i Wienkonventionen. En resolution ska förhoppningsvis möjliggöra en tillämpning eller tolkning i det befintliga regelverket för att förarens roll och ansvar ska kunna anpassas, vilket skulle kunna innebära att systemet kan betraktas som förare.

För att avgöra om det är rimligt att befälhavaren skulle kunna befinna sig på en annan plats än på fartyget skulle alla regelverken behöva ses över. Om personen anses kunna befinna sig på annan plats behövs nya tolkningar av regelverken. Det stora problemet är troligtvis inte om fartyget styrs eller kontrolleras från en annan plats, redan i dag används autopilot och många

⁷ I reglemente 79 för styrning (ACSF, automatisk styrfunktion) beskrivs det undantag som gör det möjligt att fjärrstyra eller att använda helt automatisk styrning. Undantaget är begränsat till hastigheter under 10 km/h och att en förare ska kunna kontrollera fordonets framförande (Utredningen om självkörande fordon på väg, 2018), något som i dag bland annat används för sopbilar som körs av en förare utanför bilen kortare sträckor.

system är automatiserade, utan att det måste finnas någon ombord som är ansvarig.

4.3.3 Ansvar

Befälhavarrollen är idag förknippad med ansvaret för fartyget och dess framfart. Men vem har ansvaret för ett fartyg utan befälhavare? I Utredningen om självkörande fordon på väg (2018) konstateras att framtidens körsystem och var människan befinner sig i beslutsloopen är en viktig faktor för det straffrättsliga ansvaret för självkörande bilar. Hur framtidens automatiserade fordon kommer att se ut och vad eller vem som har kontroll och beslutanderätt är fortfarande oklart. Hur det internationella regelverket kommer att se ut och vilken filosofi om säkerhetsdesign som fordonstillverkarna kommer att välja kommer att spela roll.

Flygplanstillverkare har olika uppfattning om vem som ska ha kontrollen och beslutanderätten vid automatiserad körning. Boeing har sett till att piloten bestämmer över autopiloten och kan tvinga autopiloten att göra något. Boeing litar alltså mer på piloterna än autopiloterna. Airbus å andra sidan litar mer på autopiloten än piloterna. Det innebär att piloterna inte kan, om allt fungerar normalt, bestämma över autopiloten. Piloterna har dock beslutanderätt och kontroll över allt som inte är standardmanövers (Utredningen om självkörande fordon på väg, 2018).

Vem som ska ansvara för automatiserade och autonoma operationer till sjöss har ännu inte diskuterats i någon större omfattning. Det verkar dock finnas en samstämmighet inom branschen om svårigheterna med ansvarsfrågan men också om vikten av att peka ut en ansvarig. Samtidigt, att ta bort befälhavaren ligger så långt fram i tiden att det finns andra faktorer som bör hanteras först. Dessutom måste det finnas en vilja från redarna att köra utan befälhavare, oavsett om det är tekniskt och legalt möjligt, vilket inte är givet i alla segment. Även om fartyget är autonomt och/eller obemannat så kommer det troligtvis fortsatt vara kopplat till någon form av övervakning och kontroll av fartyget, och möjlighet att ta över kontrollen från land. Det gör att det i de flesta fall troligtvis också finns någon som kan ha en liknande roll som befälhavaren har i dag. I Nautilus Federation (2018) framgår att sjömän tror att redare bara kommer välja obemannat om det är billigare än att ha bemanning.

I Utredningen om självkörande fordon på väg (2018) föreslås att begreppet förare ska breddas och innebära att en förare kan köra ett fordon i eller utanför fordonet eller med fjärrkontroll på avstånd. Ett fordon ska kunna ha flera förare och en förare ska kunna köra flera fordon. När fordonet framförs automatiserat är fordonsägaren ansvarig för att fordonet körs enligt gällande bestämmelser. Vidare föreslås också att en förare inte är straffrättsligt ansvarig eller har ett övervakningsansvar under automatiserad körning. Föraren kan dock fortfarande vara ansvarig för det som systemet inte klarar och även skyldig att ta över styrningen om systemet kräver det.

Det är möjligt att något liknande skulle fungera även inom sjöfarten.

4.4 Testområden

För att kunna utveckla och använda ny teknik behövs ibland möjlighet att testa tekniken i en miljö som liknar den som tekniken är tänkt att användas i. I Sverige finns det inte något testområde för smarta fartyg i dag men det finns testområden på andra ställen i världen.

Redan 2016 öppnade världens första testområde för autonoma fartyg i Trondheimsfjorden i Norge (Sjöfartsdirektoratet, 2016). Nu finns testområden för autonoma fartyg i flera länder, bland annat i Finland, USA, Belgien och Storbritannien (INAS, 2019).

Branschens behov av ett testområde för automatiserade eller autonoma fartyg är differentierat. En del menar att behovet av testområden är stort, och gärna med möjligheten att testa tillsammans med andra system såsom drönare, medan andra menar att det är för sent och att tester behöver ske i miljöer som fartygen är tänkta att gå i.

Det är *möjligt* att Transportstyrelsens bemyndigande innebär att myndigheten har rätt att föreskriva om testområden för smarta fartyg utifrån en skrivelse i sjötrafikförordningen:

Transportstyrelsen får, efter samråd med Sjöfartsverket, meddela de föreskrifter som behövs med hänsyn till sjösäkerheten när fartyg förs i Sveriges sjöterritorium och ekonomiska zon (2 kap. 1 § sjötrafikförordningen (1986:300)).

Myndigheten har dock inget bemyndigande att göra undantag från gällande lagstiftning. Det innebär att det borde gå att avlysa ett testområde men det går inte att föreskriva att befintliga regelverk, exempelvis om bemanning och sjövägsreglerna, inte gäller inom området. För att myndigheten ska kunna godkänna undantag från gällande regler behövs ett särskilt bemyndigande från regeringen. Om testområden skulle bli verklighet behöver en avlysning av ett testområde rimligtvis föregås av en riskbedömning av de samhälleliga konsekvenserna.

Testområden för ny teknik har också efterfrågats inom andra trafikslag. Transportstyrelsen får numera, efter ändrade befogenheter, godkänna tester med fordon på väg. Det sker dock inte inom särskilt utpekade testområden utan i vanlig trafik. Också för drönare har testområden diskuterats, men än så länge finns inget officiellt utpekade område. De områden som i dag marknadsförs som testområden har inga särskilda beslut eller undantag godkända av Transportstyrelsen, eller annan myndighet, och trafik inom sådana områden måste leva upp till gällande regelverk.

Det är möjligt att de nya reglerna för drönare som träder ikraft 2020 kan möjliggöra testområden eftersom det då finns möjlighet att skapa ”geozoner”. Det innebär att det går att skapa ett område med begränsningar för vem som får köra inom området och har tillträde till området. Det är möjligt att geofencing kan vara ett angreppssätt för att skapa testområden även för sjöfarten.

4.5 Det krävs en tydlig riktning och ambition

Att introducera ny teknik är inte helt okomplicerat. Kobyliński (2018) menar att sjöfartsbranschen är relativt konservativ och att ersätta befälhavaren med en autonom funktion skulle kunna ses som en nedvärdering av professionen, vilket i sin tur skulle kunna skapa ett motstånd i branschen för framtidens fartyg och minska attraktiviteten för att arbeta på fartyg. Något som talar för detta är undersökningen från Nautilus Federation (2018) om hur sjöpersonal från 12 olika länder ser på utvecklingen med autonom utveckling och dess potentiella effekt. Där drygt 84 procent svarade att automation, framför allt obemannade och fjärrstyrda fartyg, är ett hot mot sjöfartsjobben.

WMU (2019) menar också att Sverige har en hög generell villighet att ta till sig ny teknologi i jämförelse med exempelvis Norge, Danmark och Tyskland men sett till sjöfartsbranschen är Sverige inte lika villig att ta till sig ny teknologi som våra grannländer. Ett antal faktorer som kan påverka om ny teknik tillämpas kan vara:

- om tekniken är redo för storskalig användning
- pris och utbud av arbetskraft
- teknikens användarvänlighet
- om det finns en bra affärsmodell
- tillämpliga regelverk och stöttande myndigheter
- om tekniken är accepterad i samhället

Såväl Norge som Danmark har en uttalad ambition att bli en ledande nation inom sjöfart och framtidens teknik inklusive autonoma sjöfartslösningar (Se till exempel DMA, 2018). Den danska sjöfartsmyndigheten menar att det inkluderar att förutsättningarna finns och att varken tekniken eller reglerna utgör hinder.

Till exempel föreslår den danska sjöfartsmyndigheten ett antal åtgärder för att bädda för framtidens fartyg redan nu, det handlar bland annat om att:

- det nationella regelverket anpassas för att godkänna fullt autonoma färjor för kortare nationella resor
- det nationella regelverket anpassas för att möjliggöra periodvist obemannade bryggor och elektroniska utkikar för att kunna locka teknikproducenter och system och också bidra till värdefull input i IMOs regelarbete
- förbereda nationell lagstiftning och undanröja hinder för autonoma fartyg för att vara redo att snabbt kunna implementera internationella regelverk (DMA, 2018).

En del i att förbereda regelverken kan vara att hitta nya definitioner för befälhavare, autonoma fartyg och fjärroperatör. Dessutom bör en fjärroperatörs rättigheter och skyldigheter utredas och regelverken som kräver att det alltid finns bemanning eller att bemanningen måste vara ombord bör ses över (DMA, 2018).

Enligt branschen verkar det som att Transportstyrelsen inväntar den regelinventering som pågår inom IMO, en process som upplevs långsam. De behov som finns inom vissa segment, såsom vägfärjetrafik, anses behöva omhändertas snabbare. Transportstyrelsen behöver föra dialog med branschen i större utsträckning än i dag, men det är viktigt att då fånga ett brett perspektiv.

Transportstyrelsen skulle behöva jobba aktivt med regelförändringar som möter utvecklingen inom branschen och medverka i de utvecklingsprojekt som pågår. Regelutvecklingen behöver ligga i takt med teknikutvecklingen, en förutsättning men också en stor utmaning. Branschen efterfrågar en större närhet mellan myndigheter och näring. Det är inte bara Transportstyrelsen som skulle behöva arbeta närmare branschen, Sverige skulle troligtvis tjäna på att tänka mer ”AB Sverige”. Samtidigt skulle det kräva strukturförändringar och ett förändrat synsätt.

En möjlig väg för att såväl närma sig branschen som att ta fram lösningar som kan fungera innan ett internationellt regelverk finns på plats kan vara att använda polycylabb. Något som enligt Vinnova (2019) syftar till att ta fram arbetssätt som utvecklar regelverk som stimulerar snarare än hindrar innovation.

Det kan, enligt vissa i branschen, också vara svårt att finansiera utvecklingsarbete och det behövs mer forskningsmedel. Det marina området är till viss del undanskymt och måste synliggöras mer. Myndigheter och politiker verkar inte tro att det finns någon marin tillverkning i Sverige längre, något som sett till varv kan vara sant men inte avseende underleverantörer. Marin industri kan dessutom få svårt att söka, och få, forskningsmedel eftersom de ibland kan hamna i fel klassificeringskod i den officiella statistiken.

5 Obemannade farkoster

Automatiserade fartyg finns redan i dag menar Nautilus Federation (2018) och syftar på obemannade farkoster som används inom försvaret, i olje- och gasindustrin och till att utföra marina undersökningar. Men, dessa fartyg är annorlunda än andra fartyg och skiljer sig i stor utsträckning från exempelvis fartyg som går i internationell trafik, eftersom de används under en begränsad tid, under kontrollerade former och i närområdet.

Redan på 1960-talet konstruerades den första obemannade undervattensfarkosten och Sverige har historiskt haft en stark position i utvecklandet av obemannade undervattensfarkoster (Deutsch, 2018). Obemannade ytfarkoster har också utvecklats under en längre tid, till exempel utvecklades en obemannad farkost för sjömätning på ett universitet i USA i början av 1990-talet (Manley, 2008).

I det här avsnittet innefattar obemannade yt- och undervattensfarkoster det mindre tonnaget som inte har några personer ombord, varken bemanning eller passagerare.

5.1 Användningsområden

Användningsområdena och nyttorna med obemannade farkoster är många. Autonoma fartyg, och i synnerhet obemannade farkoster, anses lämpliga för uppgifter som är farliga, smutsiga eller tråkiga.⁸ Obemannade farkoster skulle kunna utföra uppgifter som är farliga eller svåra att göra med ett större, bemannat fartyg, men relativt enkla för en obemannad farkost. Farkosterna skulle kunna såväl komplettera som utgöra ett substitut för annan sjöfart, beroende på uppgift.

Obemannade yt- och undervattensfarkoster utvecklas för att kunna utföra uppgifter och för att kunna agera tillsammans i en svärm, ensamma eller tillsammans med drönare. Utvecklingen sker inom industrin, exempelvis av DeepVision och Saab kockums, och inom forskningsvärlden, exempelvis av KTH. I flera av utvecklingsprojekten arbetar olika aktörer tillsammans.

Användningsområden för obemannade farkoster spänner över ett brett spektra och innefattar bland annat sjömätning, studier om vattenmiljöer och djur men också olika uppgifter inom militären. Det kan också handla om insamling av data i forskningssyfte eller sökinsatser efter försvunna människor.

För svensk del skulle sjömätning kunna vara ett av användningsområdena. Svensk skärgård består till viss del av många öar och grunda vatten. De grundare vattnen i Sverige har inte mätts på länge och dagens mätfartyg är inte effektiva på djup mellan 0 och 10 meter, eller kostnadseffektiva. För fritidstrafiken, som ofta går på de grundare vattnen, är små djupskillnader mellan 0 och 10 meter ofta mer relevanta än skillnader i djup över 10 meter.

⁸ Ofta benämns detta som anledningar till att robotisera uppgifter. På engelska benämns de som dirty, dull and dangerous.

Obemannade farkoster skulle i dessa fall kunna utgöra ett komplement till dagens mätfartyg och utgöra en effektiv lösning för att mäta de grundare vattnen.

Utvecklingen av obemannade farkoster sker över hela världen, till exempel av det brittiska företaget AutoNaut som utvecklar och säljer mindre⁹, obemannade autonoma farkoster som drivs av sol- och vågkraft (AutoNaut, u.å.). En av deras farkoster har använts för att undersöka havsmiljön väster om Gotland. Farkosten kan antingen programmeras att köras autonomt eller styras via satellit eller VHF-radio, vilket också gör det möjligt att tanka ner data (SLU, 2017).

Det går att konstatera att det redan pågår såväl utvecklingsarbete som faktisk användning av obemannade farkoster inom såväl bransch som forskning. I framtiden kommer vi troligtvis se en ökad användning av obemannade farkoster för många olika uppgifter och av många olika aktörer. Till exempel uppger Trafikverket (2018) att SGU¹⁰, Sjöfartsverket och Göteborgs universitet planerar för eller kan tänka sig att använda autonoma eller fjärrstyrda farkoster för mätning och insamling av data.

Att ta fram och börja använda automatiserade eller autonoma obemannade farkoster anses vara förenat med större ekonomiska vinningar jämfört med andra sjöfartssegment och en drivkraft för att utveckla obemannade farkoster är just att minska kostnaderna för att utföra vissa uppgifter. Exempelvis kan flera små farkoster i grupp söka av eller mäta ett större område fortare än ett enskilt fartyg, vilket skulle kunna möjliggöra att större områden kan sökas av till en lägre kostnad. Förutom kostnadsminskningar menar Zolich et al. (2018) att obemannade farkoster också lett till större precision och noggrannhet vid forskningsexpeditioner och en förbättrad datainsamlingsprocess.

Troligtvis kan obemannade farkoster påverka arbetstillfällena inom de områden som konkurrerar med bemannad sjöfart. Samtidigt behöver troligtvis en människa fortsatt sköta vissa uppgifter, såsom att köra ut farkosterna till uppdrag och övervaka operationerna. Det är också möjligt att nya arbetstillfällena uppstår om nya användningsområden tillkommer.

5.2 Behov och hinder

Dagens regelverk för ytfartyg kräver att det alltid ska finnas en befälhavare ombord och det finns ingen undre gräns för när reglerna är tillämpliga. Det innebär att obemannade ytfarkoster kanske inte kan anses vara förenliga med dagens regelverk.

Det finns inga regler i dag som är tillämpliga för civila undervattensfarkoster. Detta har troligtvis inte varit ett större problem

⁹ Den längsta är sju meter lång.

¹⁰ Sveriges geologiska undersökning.

tidigare eftersom användningen varit begränsad. Men om förekomsten av undervattensfarkoster fortsätter öka kommer behovet av regelverk att öka.

Tillverkare och användare av obemannade farkoster anser att det finns ett behov av regler för obemannade farkoster dels för att upprätthålla säkerheten, dels för att dagens regler inte är anpassade eller tillämpningsbara för obemannade farkoster. Det krävs proaktivitet från myndigheter och politiker för att möjliggöra obemannade farkoster och en av de intervjuade konkretiserar genom att mena att *man måste kanske inte vara tvåa på bollen varje gång*.

För att möjliggöra användningen av obemannade ytfarkoster måste reglerna ändras eller anpassas. Det finns flera möjliga vägar för att obemannade farkoster ska kunna möjliggöras ur ett regelperspektiv, till exempel att undanta obemannade ytfarkoster från regelverkets definition av fartyg och skapa ett eget regelverk eller att, likt fartyg under sex meter i dag, ha andra regler för obemannade farkoster. En av de som intervjuats menar att farkosterna bör behöva leva upp till vissa grundläggande krav, till exempel att kunna göra undan, följa sjövägsreglerna och detektera hinder.

Inom luftfarten har en liknande resa redan gjorts. Sveriges regelverk för drönare var ett av världens första och trädde i kraft redan 2009. Regelverket var resultatet av ett växande behov från industri och försvar. Det är möjligt att ett eget regelverk för obemannade farkoster skulle kunna utformas med inspiration från drönarregelverket. Till exempel genom att kraven baseras på farkostens storlek, hur nära människor den kör och vilket område den kör i.

En risk med att skapa ett helt eget regelverk för obemannade farkoster är att det kan försvåra att sammanfoga dessa regler med framtida regler för obemannad sjöfart. Obemannad luftfart, eller drönare, ligger under samma paraply av lagar som annan luftfart men har ett parallellt spår och är skild från annan luftfart i regelverket. Ett alternativ till att göra ett helt eget regelverk för obemannade farkoster är att redan nu lägga grunden för ett motsvarande spår för obemannade fartyg som obemannad luftfart har.

Samtidigt finns det svårigheter med ett eget spår också. En stor del av svenska regler härstammar från internationella regler. Om svenska regler förändras i en större omfattning finns det risk att reglerna behöver förändras igen när de internationella regelverken anpassas till framtidens sjöfart. Samtidigt är det inte rimligt utifrån de behov som finns idag, framförallt för obemannade farkoster, att vänta in ett internationellt regelverk eftersom den internationella processen tar lång tid.

Ett regelverk behövs men det finns också en oro för ett framtida regelverk och dess utformning. En stor del av business caset är att farkosterna kan utföra uppgifter själva, om kraven skulle innefatta att de körs inom synhåll försvinner troligtvis stora delar av den ekonomiska vinningen med en obemannad farkost.

6 Analys

Att utvecklingen går mot allt mer avancerade fartyg anses naturligt eftersom teknikutveckling och digitalisering redan nu sker löpande inom sjöfarten. Men drivkraften för att utveckla de mest avancerade fartygen anses framförallt vara att det är tekniskt möjligt och att det finns ett intresse. Utvecklare inom sjöfartsbranschen anses sätta agendan för hur fartygen beskrivs, något som troligtvis beror på deras behov av att konkurrera med kunskap och kompetens vilket kräver att de är med tidigt i utvecklingsstadiet. Inom vissa segment har dock utveckling och ambitionen att använda allt mer avancerade fartyg kommit långt, vägfärjetrafiken i Sverige är ett sådant område. Inom segment där utvecklingen kommit längre är drivkrafter till stor del minskade kostnader, såväl personal- som driftskostnader, och mer miljövänliga fartyg. För ett större, internationellt tonnage ligger fokus istället på ett ökat beslutsstöd.

Ett segment inom sjöfarten som kan anses ha kommit längst i utvecklingen är obemannade farkoster, vilket inkluderar ett mindre tonnage som redan i dag används i viss utsträckning samtidigt som utvecklingen går fort. De kommer troligtvis bli en viktig del av sjöfarten framöver och fungera både som komplement och som substitut till annan sjöfart, bland annat för sjömätning.

Utifrån såväl litteraturen som intervjuerna går det att konstatera att sjöfarten består av ett antal differentierade segment med olika drivkrafter, nyttor och hinder för en ökad användning av automation och autonomi. Samtidigt går det också att konstatera att sjöfarten kommer att präglas av allt mer automatiserade, och helt eller delvis autonoma, funktioner framöver.

Skillnader i drivkrafter, nyttor, hinder och möjligheter kan finnas mellan gods- och passagerartrafik, mellan olika gods- och passagerartyper och mellan olika trafikmönster. Det gör det svårt att se en tydlig riktning för hur sjöfarten som helhet kommer att utvecklas framöver. Men en hög grad av autonomi och automation kommer troligtvis främst implementeras inom vissa segment. På kort sikt handlar det, ur ett svenskt perspektiv, framförallt om nationell färjetrafik och mindre obemannade farkoster men också nationella godstransporter. Medan andra segment, exempelvis tankfartyg i såväl internationell som nationell trafik, anses som mindre lämpade att i närtid utrustas med liknande system och för dessa handlar det istället om ett ökat beslutsstöd för en ökad säkerhet och effektivitet men också för en hållbarare sjöfart. På längre sikt är det svårare att sja om utvecklingen och vad som kommer att ske, både för svensk del och globalt. Detta eftersom utvecklingen till stor del är beroende av vad som sker på den internationella arenan.

Att det råder delade meningar om vad olika begrepp innefattar försvårar att dels göra en kartläggning som denna, dels se en tydlig riktning för utvecklingen framöver. Som några av de intervjuade påpekar så skulle det behövas en samsyn om vad olika begrepp innefattar. Samtidigt är det svårt

att dra gränser mellan olika begrepp när det handlar om en framtida utveckling som till viss del ligger relativt långt fram i tiden.

Teknikutvecklingen kommer troligtvis leda till att sjöfartens förutsättningar förändras. Troligtvis kommer, åtminstone delar av, utvecklingen medföra att arbetsmarknaden kommer att påverkas. Sjöfartskompetensen kommer troligtvis också behöva utvecklas och förändras, men kanske framförallt kompletteras med kunskaper om bland annat IT. Om utvecklingen medför att olika segment har större variation i system och grad av automation och autonomi kan det krävas en mer differentierad kompetens inom sjöfarten, vilket i sin tur kan ställa nya krav på utbildningarna. Vissa yrkesgrupper kommer möjligtvis att minska, eller helt försvinna, medan nya uppstår. Dessutom kommer troligtvis personalens arbetsmiljö att påverkas av introduktionen av nya system. Hur människans hälsa kan komma att påverkas i framtidens sjöfart är ett område som det krävs mer forskning om.

Utöver arbetsmarknaden och utbildningsbehov kan smarta fartyg dessutom kräva en annan typ av infrastruktur som i större utsträckning kan kommunicera med övriga parter. Ofta nämns testområden som en faktor som kan underlätta vid utvecklandet av ny teknik men behovet av ett testområde för smarta fartyg i Sverige är differentierat. Det verkar också finnas ett behov av en tydlig riktning och ambition för att möjliggöra utvecklingen. Våra grannländer har kommit långt i utvecklingen av framtidens fartyg och det finns en uttalad ambition i flera länder att verka för utvecklingen. Branschen önskar ett närmre samarbete med myndigheterna i Sverige.

Vad som kan komma i framtiden är troligtvis för tidigt att säga på en övergripande nivå men inom vissa segment har utvecklingen redan kommit långt och det finns långtgående behov av att bland annat Transportstyrelsen genomför insatser för att inte hindra utvecklingen. Det handlar bland annat om behovet av ett fungerande regelverk för obemannade farkoster. Det handlar också om att ha en fortsatt dialog med branschen om vilka utvecklingsprojekt som pågår och vilka behov som finns utifrån myndighetens uppdrag, framförallt utifrån myndighetens vision. Dessutom bör Transportstyrelsen fortsatt engagera sig i de internationella organ där det finns möjlighet att påverka framtidens regelverk för smarta fartyg, något som också kräver förståelse för vilka behov som finns och vad framtiden kan erbjuda.

Att sjöfartsbranschen består av flera differentierade marknader med olika behov kommer kräva att Transportstyrelsen, och andra berörda myndigheter, är lyhörda för och tar del av de olika behoven som finns. Det skulle kunna innebära att det krävs en innovativ ansats och förändrade arbetssätt.

Obemannade fartyg ligger troligtvis långt fram i tiden, åtminstone för fartyg som omfattas av internationella konventioner. Det är troligare att dessa

fartyg kommer att ha en mindre bemanning än i dag och kan fjärrstyras, helt eller för delar av en resa.

Om framtiden innebär en stor andel av smarta fartyg som är utrustade med system som har en hög grad av automation och/eller autonomi kommer troligtvis många myndigheter att påverkas. Samtidigt är det i dagsläget svårt att avgöra inom vilka områden och i vilken omfattning. Myndigheterna, inklusive Transportstyrelsen, ska inte utgöra bromsklossar men kan inte heller anses vara en drivande faktor i utvecklingen och dess riktning.

Till sist, många anser att reglerna är det stora hindret för teknikutvecklingen. För att möjliggöra för framtidens fartyg krävs ett omfattande regelarbete, såväl internationellt som nationellt. För att driva nödvändiga nationella regelutvecklingsarbeten framåt krävs en tydlig politisk styrning och ambition dels för att staka ut riktningen, dels för att se till att det finns resurser för det omfattande regelarbetet som behöver göras.

7 Rekommendationer

För att möjliggöra morgondagens resor och transporter bör Transportstyrelsen fokusera på de områden som är mest angelägna att omhänderta. Utifrån denna utredning bör fokus därför ligga på att:

- Fortsätta att aktivt agera och driva svenska ståndpunkter i de internationella organ där myndigheten har möjlighet att påverka framtidens regelverk för sjöfarten.
- Upprätthålla och fördjupa dialogen med svenska och internationella intressenter för att utbyta erfarenheter, kunskaper och utveckling samt lyfta vilka behov som behöver omhändertas för att bidra till sjöfartens utveckling, framförallt ur ett svenskt perspektiv.
- Se över sammansättningen av den externa intressentgrupp som är kopplad till myndighetens råd för autonom sjöfart för att få ett så brett perspektiv som möjligt.
- Utredda om dagens regelverk kan anpassas till att inkludera obemannade ytfarkoster och, om inte, ta fram förslag på regler.
- Utredda behovet av att reglera civila undervattensfarkoster.
- Planera för en regelgenomgång av svensk nationell lagstiftning för att undersöka hur framtida reglering av smarta fartyg kan se ut, på både kort och lång sikt.
- Se över möjligheten att genomföra ett policylabb för att, i avvaktan på särskilda regler för smarta fartyg, undersöka lösningar för att möjliggöra användning (inklusive tester) av dessa fartyg.

Referenser

AutoNaut (u.å.). *Wave propelled unmanned surface vessels*. Tillgänglig: <http://www.autonautusv.com/> (2019-01-23)

DMA (2017). *Analysis of regulatory barriers to the use of autonomous ships*. Tillgänglig: <https://www.dma.dk/Documents/Publikationer/Analysis%20of%20Regulatory%20Barriers%20to%20the%20Use%20of%20Autonomous%20Ships.pdf> (2019-02-12)

Deutsch, C., Moratelli Jr, L., Thuné, S., Kutteneuler, J., Söderling, F. (2018). *Design of an AUV Research Platform for Demonstration of Novel Technologies*. Tillgänglig: https://www.researchgate.net/profile/Filip_Soederling/publication/329522397_DESIGN_OF_AN_AUV_RESEARCH_PLATFORM_FOR_DEMONSTRATION_OF_NOVEL_TECHNOLOGIES/links/5c6a626992851c1c9de7178a/DESIGN-OF-AN-AUV-RESEARCH-PLATFORM-FOR-DEMONSTRATION-OF-NOVEL-TECHNOLOGIES.pdf?origin=publication_detail (2019-02-21)

Ding, S., Han, D., Zhang, B. (2012). *Impact of Automation to Maritime Technology*. Tillgänglig: <https://download.atlantispress.com/article/4040/pdf> (2019-01-22)

DNV GL (2014). *The future of shipping*. Tillgänglig: https://issuu.com/dnvgl/docs/dnv_gl_-_the_future_of_shipping (2019-03-04)

DNV GL (2018). *Remote-controlled and autonomous ships. In the maritime industry*.

DNV GL (u.å.). *The ReVolt. A new inspirational ship concept*. Tillgänglig: <https://www.dnvgl.com/technology-innovation/revolt/index.html> (2019-04-17)

Enova (2019). *119 Enova-millioner til ASKOs autonome fart119 Enova-millioner til ASKOs autonome fartøy*. Tillgänglig: <http://presse.enova.no/news/119-enova-millioner-til-askos-autonome-fartoy-362196> (2019-04-17)

Forsea (u.å.). *Hållbarhet*. Tillgänglig: <https://www.forsea.se/om-forsea/hallbarhet/> (2019-09-02)

Godstransportstrategin (2018). *Effektiva, kapacitetsstarka och hållbara godstransporter – en nationell godstransportstrategi*. Näringsdepartementet. Tillgänglig: <https://www.regeringen.se/49f291/contentassets/5e79349b796548f7977cbfd1c246a694/effektiva-kapacitetsstarka-och-hallbara-godstransporter--en-nationell-godstransportstrategi> (2019-02-19)

- Hollnagel, E., Wears, R.L., Braithwaite, J. (u.å.). *Från Säkerhet-I till Säkerhet-II: en vitbok*. <https://lof.se/wp-content/uploads/Fr%C3%A5n-S%C3%A4kerhet-I-till-S%C3%A4kerhet-II-en-vitbok.pdf> (2019-04-10)
- HSBA (2018). *Seafarers and digital disruption. The effect of autonomous ships on the work at sea, the role of seafarers and the shipping industry*. Tillgänglig: <http://www.ics-shipping.org/docs/default-source/resources/ics-study-on-seafarers-and-digital-disruption.pdf?sfvrsn=3> (2019-02-28)
- INAS (2019). *Autonomous ships test areas*. Tillgänglig: <http://www.autonomous-ship.org/testarea.html> (2019-06-26)
- Jorgensen, J. (2016) *Autonomous Vessels: ABS' Classification Perspective*, American Bureau of Shipping. <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/mb/2016spring/presentations/jorgensen.pdf>
- Kobylnski, L. (2018). *Smart ships – autonomous or remote controlled?* *Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin* 53 (125): 28-34. Doi: 10.17402/262.
- Kobylnski, L. (2016). *Marine Transport and the Fourth Industrial Revolution*. Tillgänglig: <https://www.wt.pw.edu.pl/content/.../Lech%20Kobyliński.pdf> K (2019-04-10)
- Kongsberg (u.å.). *The world's first zero emission, autonomous container feeder*. Tillgänglig: <https://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0240.nsf/AllWeb/4B8113B707A50A4FC125811D00407045?OpenDocument> (2019-02-22)
- Lighthouse (2016). *Autonomous safety on vessels. An international overview and trend within the transport sector*. Tillgänglig: https://www.lighthouse.nu/sites/www.lighthouse.nu/files/attachments/autonomous_safety_on_vessels_-_webb.pdf (2019-02-14)
- Lighthouse (2019). *Gaps in Regulations, Pedagogic Needs and Human/Automation Interactions in the Shipping Industry*. Tillgänglig: https://www.lighthouse.nu/sites/www.lighthouse.nu/files/autonomy_webb_slutversion.pdf (2019-04-10)
- Lützhöft, M. (2004). *The technology is great when it works*. Tillgänglig: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:20945/FULLTEXT01.pdf> (2019-04-10)
- Manley, J. E. (2008). *Unmanned Surface Vehicles, 15 years of Development*. Tillgänglig: <http://oceanicengineering.org/history/080515-175.pdf> (2019-07-19)
- MSC VIII/11 (1964). *Automation in ships*. Inter-Governmental Maritime Consultative Organization

Resolution MSC.1 XLV (1981). *Adoption of amendments to the international convention for the safety of life at sea 1974*. Tillgänglig: <http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-%28MSC%29/Documents/MSC.1%28XLV%29.pdf> (2019-10-18)

MUNIN (u.å). Research in maritime autonomous systems project results and technology potentials. Tillgänglig: <http://www.unmanned-ship.org/munin/wp-content/uploads/2016/02/MUNIN-final-brochure.pdf> (2019-01-16)

Nautilus Federation (2018). *Future proofed? What maritime professionals think about autonomous shipping*. Tillgänglig: https://www.nautilusint.org/globalassets/public-resources/pdfs/autonomous_shipping.pdf (2019-02-27)

Porathe, T., Prison, J., Man, Y. (2014). *Situation awareness in remote control centres for unmanned ships*. Tillgänglig: http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/194797/local_194797.pdf (2019-03-04)

Ringbom, H. (2019). Regulating Autonomous Ships – Concepts, Challenges and Precedents. *Ocean Development & International Law*. doi.org/10.1080/00908320.2019.1582593.

Rolls-Royce (2016). Autonomous ships. The next step. Tillgänglig: <https://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/customers/marine/ship-intel/rr-ship-intel-aawa-8pg.pdf> (2019-02-21)

SAE (2018). *SAE International Releases Updated Visual Chart for Its "Levels of Driving Automation" Standard for Self-Driving Vehicles*. Tillgänglig: <https://www.sae.org/news/press-room/2018/12/sae-international-releases-updated-visual-chart-for-its-%E2%80%9Clevels-of-driving-automation%E2%80%9D-standard-for-self-driving-vehicles> (2019-03-07)

Saxon, S., Stone, M. (2017). *Container shipping: The next 50 years*. Tillgänglig: https://www.safety4sea.com/wp-content/uploads/2017/10/McKinsey-Container-shipping-The-next-50-years-2017_10.pdf (2019-01-22)

Skitka, L. J., Mosier, K. L., & Burdick, M. (1999). Does automation bias decision-making?. *International Journal of Human-Computer Studies*, 51(5), 991–1006.

Sjöfartsdirektoratet, (2016). *World's first test area for autonomous ships opened*. Tillgänglig: <https://www.sdir.no/en/news/news-from-the-nma/worlds-first-test-area-for-autonomous-ships-opened/> (2019-02-28)

- SLU (2017). *Obemannad ytfarkost ska leta fisk utanför Gotland*. Tillgänglig: <https://www.slu.se/ew-nyheter/2017/6/obemannad-ytfarkost-ska-undersoka-ekosystemen-utanfor-gotland/> (2019-01-23)
- STM (u.å.). *About Sea Traffic Management*. Tillgänglig: <https://www.stmvalidation.eu/about-stm/> (2019-04-17)
- Trafikanalys (2019a). *Uppkopplade, samverkande och automatiserade fordon, farkoster och system – ett kunskapsunderlag*. Rapport 2019:8. Tillgänglig: https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2019/rapport-2019_8-uppkopplade-samverkande-och-automatiserade-fordon-farkoster-och-system---ett-kunskapsunderlag.pdf (2019-06-19)
- Trafikanalys (2019b). *En breddad ekobonus*. Rapport 2019:1. Tillgänglig: https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2019/rapport-2019_1-en-breddad-ekobonus.pdf (2019-04-10)
- Trafikverket (2018a). *Omställning till fossilfrihet för statligt ägda fartyg – ett regeringsuppdrag*. https://www.trafikverket.se/contentassets/3a91aeae21fe4d16a93daad62d6443bf/2018_236_omstallning_till_fossilfrihet_for_statligt_agda_fartyg_ett_regeringsuppdrag.pdf (2019-04-25)
- Zolich, A., Palma, D., Kansanen, K., Sousa, J., Johansson, K.H., Jiang, Y., Dong, H. och Johansen, T.A. (2018). Survey on Communication and Networks for Autonomous Marine Systems. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10846-018-0833-5>
- Utredningen om radiospektrumanvändning i framtiden (2018). *Frekvenser i samhällets tjänst*. (SOU 2018:92). Stockholm: Elanders Sverige AB.
- Utredningen om självkörande fordon (2018). *Vägen till självkörande fordon – introduktion*. (SOU 2018:16). Stockholm: Elanders Sverige AB.
- Viking Line (u.å.). *Friska vindar med nytt rotorsegel*. Tillgänglig: <https://www.vikingline.se/hitta-resa/fartygen/ms-viking-grace/fartygsfakta/rotorsegel/> (2019-09-02)
- Vinnova (2019). *Vad är ett policylabb?* Tillgänglig: <https://www.vinnova.se/m/smart-policyutveckling/policyutveckling-och-innovation/> (2019-09-02)
- Wilhelmsen (2018). *Wilhelmsen and Kongsberg establish world's first autonomous shipping company*. Tillgänglig: <https://www.wilhelmsen.com/media-news-and-events/press-releases/2018/wilhelmsen-and-kongsberg-establish-worlds-first-autonomous-shipping-company/> (2019-01-30)
- WMU, (2019). *Transport 2040: Automation, Technology, Employment – The Future of Work*. Tillgänglig:

https://commons.wmu.se/cgi/viewcontent.cgi?article=1071&context=lib_reports (2019-01-22)