

Kristine Kjellsen

## Autonome skip

Hvilke faktorer må være til stede eller utvikles før autonome skip kan nå et kommersielt nivå?

Bacheloroppgave i Shipping Management

Veileder: Jan Emblemsvåg

Desember 2021



Kristine Kjellsen

## **Autonome skip**

Hvilke faktorer må være til stede eller utvikles før autonome skip kan nå et kommersielt nivå?

Bacheloroppgave i Shipping Management  
Veileder: Jan Emblemsvåg  
Desember 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet



Kunnskap for en bedre verden



<b>FIGURLISTE .....</b>	<b>2</b>
<b>SAMMENDRAG .....</b>	<b>3</b>
<b>FORORD .....</b>	<b>4</b>
<b>1.0 INNLEDNING.....</b>	<b>5</b>
1.1 BAKGRUNN.....	6
1.2 PROSJEKTER:.....	7
1.2.1 Yara Birkeland.....	7
1.2.2 Massterly .....	8
1.2.3Asko .....	8
1.2.4Mayflower.....	8
1.3 PROBLEMSTILLING:.....	9
1.3.1 Forsknings spørsmål: .....	9
<b>2.0 TEORI .....</b>	<b>10</b>
2.1 ANTAGELSE 1.....	10
2.1.1 Havneoperatørens mening.....	11
2.1.2 Fremtidige scenarier ved autonome skip .....	14
2.1.3 Fremtidige senarioer ved automatisert laste og losseprosess .....	16
2.2 ANTAGELSE 2.....	19
2.2.1 MUNINs økonomiske analyse .....	19
2.2.2 Byttekostnader.....	21
2.3 ANTAGELSE 3.....	23
2.3.1 Dumping og utslipp.....	23
2.3.2 Tanke på bærekraft.....	23
2.4 ANTAGELSE 4.....	25
2.4.1 Havmiljøet risiko .....	26
2.4.2 Cybersikkerhet .....	27
2.4.3 Periodisk vedlikehold.....	27
2.4.4 Menneskelige feil .....	28
2.4.5 Pirat og terror .....	30
2.4.6 Sjøfolk yrket .....	31
2.5 ANTAGELSE 5.....	32
2.5.1 Convention of International Regulations for Preventing Collisions at Sea.....	32
2.5.2 Ansvarshold.....	33
2.5.3 Internasjonal maritim organisasjon.....	34
2.5.4 Maritim sikkerhetskomite .....	35
2.5.5 Endring av yrket .....	35
2.5.6 Los .....	37
<b>3.0 METODE.....</b>	<b>37</b>
3.1 VALG AV METODE .....	37
3.2 KVALITATIV UNDERSØKELSE.....	38
3.2.1 Datainnsamling.....	38
3.2.2 Utvalg.....	39
3.2.3 Intervjugjennomføring .....	39
3.2.4 Transkribering av intervju .....	41
3.2.5 Funn .....	41
3.2.6 Styrker og svakheter ved kvalitativ undersøkelse .....	45
<b>4.0 RESULTATER.....</b>	<b>46</b>
4.1 ANTAGELSE 1 .....	46

4.2 ANTAGELSE 2 .....	47
4.3 ANTAGELSE 3.....	48
4.4 ANTAGELSE 4.....	49
4.5 ANTAGELSE 5.....	50
SWOT- ANALYSE .....	52
<b>5.0 KONKLUSJON .....</b>	<b>53</b>
<b>6.0 UTFORDRINGER OG KRITIKK.....</b>	<b>55</b>
6.1 UTFORDRINGER .....	55
6.2 KRITIKK .....	55
6.2.1 Problemstilling .....	55
6.2.2 Valg av metode .....	55
6.2.3 Intervjuguide og intervjugjennomføring .....	56
6.2.4 Videre forskning .....	56
<b>7.0 LITTERATURLISTE.....</b>	<b>56</b>
<b>8.0 VEDLEGG .....</b>	<b>60</b>

## **Figurliste**

Figur 1: Yara Birkeland (Kongsberg, 2020) s6 .....	7
Figur 2: Asko droner (Asko, 2020) s7.....	8
Figur 3 Mayflower Atlantics, (MAS400, 2021) s8 .....	9
Figur 4 Logistikknutepunkt i en kjede (Eirill Bø, 2010) s10.....	11
Figur 5 Sammenligning av autonome skip og konvensjonelle skip (Sakhi, Allal, Mansouri, & Qbadou, 2021) s12 .....	13
Figur 6 Smarte havner (SINTEF & TCOMS, 2020) s13.....	14
Figur 7 Kostnader ved autonomt skip (Ziajka-Poznanska & Montewka, 2021) s20 .....	20
Figur 8 Positiv sider fra Yara Birkeland (Mannoy, Scchroder-Hinrichs, Fonseca, & Song, 2019) s22 .....	22
Figur 9 Business modell Yara Birkeland (Mannoy, Scchroder-Hinrichs, Fonseca, & Song, 2019) s24 .....	24
Figur 10 Etske avgjørelser (Yoon, 2018) s26.....	26
Figur 11 Potensielle nye risikoer ved maritim sikkerhet(Yoon, 2018) s30.....	30
Figur 12 Angripers belønning basert på skipets autonomi (Tam, 2018) s31 .....	31
Figur 13 Skipets sikkerhet og sjøfarers sikkerhet hos konvensjonelle og autonome skio (Yoon, 2018) s34 .....	34
Figur 14 Positive sider fra Yara Birkeland (Mannoy, Scchroder-Hinrichs, Fonseca, & Song, 2019) s37 .....	36
Figur 15 Swot analyse .....	52

## **Sammendrag**

I denne oppgaven vil det gjøres rede for autonome skip, og hvilke faktorer som står i veien for at skipene skal nå et kommersielt nivå. Det er utarbeidet fem antagelser som virker sentrale gjennom oppsamling av relevant teori. Disse antagelsene tar utgangspunkt i havn, økonomi, bærekraft, sikkerhet og det legale aspektet. Teorien som er tatt i bruk er litteraturanalyser, rapporter, undersøkelser og forskningsartikler relatert til autonome skip og de fem antagelsene. Det er også tatt opp noen prosjekter som er sentrale og under utvikling. Flere av de holder til her i Norge.

I løpet av oppgaven blir det gjennomført kvalitativ analyse, med seks dybdeintervjuer med mennesker fra forskjellige yrker i shipping industrien. De jobber enten i havn, logistikkfirma eller på sjøen som kaptein. Ved å intervjuer mennesker fra forskjellige steder i bransjen får oppgaven flere forskjellige synspunkter i henhold til spørsmålene stilt i dybdeintervjuene. Det har blitt valgt ut 10 spørsmål som har fått frem de mest sentrale svarene i henhold til problemstillingen. Videre blir svarene til intervjuobjektene sammenlignet under hvert spørsmål.

Videre blir resultatet fra teori og kvalitativ analyse drøftet og diskutert, hvor alt til slutt settes inn i en SWOT-analyse for å oppsummere alle styrker, svakheter, muligheter og trusler i henhold til autonome skip. Avslutningsvis blir det gitt en konklusjon ut ifra teori og kvalitativ analyse.

## **Forord**

Detter er en bacheloroppgave skrevet i praksistiden hos Collicare Logistics. Praksistiden har vært svært spennende og lærerik, og jeg vil gjerne takke alle på teamet overseas, som har tatt meg godt imot. Shippingindustrien er noe som har interessert meg lenge, og jeg angrer absolutt ikke på at jeg startet på bachelorgraden «Shipping Management» ved NTNU i Ålesund. Jeg har hatt mange utfordringer i løpet av halvåret, ikke bare akademisk, men også privat i henhold til dødsfall i familien. Noe som har gjort skriveprosessen litt vanskeligere enn forventet.

Jeg vil gjerne takke alle informanter som tok seg tid til å delta i intervjuer, og dele sine synspunkter rundt mine spørsmål.

God lesning!

Fredrikstad 15.12.2021



## Definisjonsark

MASS	Maritime Autonomous Surface Ships
AI	kunstig intelligens
HFO	Heavy fueloil
MGO	Marine gasoil
LNG	Liquefied natural gas
LPG	Liquefied petroleum gas
SCC	shore control center
OPEX	Operasjonelle kostnader
CAPEX	Kapital kostnader
SBO	Shore based operator
MARPOL	The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships
Solas	Safety of lives at sea
STCW	Standards of Training, Certification, and Watchkeeping

## **1.0 Innledning**

### **1.1 Bakgrunn**

IMO definerer autonome skip som «Maritime Autonomous Surface Ships» eller MASS. Dette er skip som kan på et varierende nivå operere selvstendig fra menneskelig interaksjon. På veien mot å skape forskrifter for autonome skip har de kommet opp med fire nivåer for å organisere gradene av autonome skip.

- **Nivå 1: Skip med automatiske prosesser og beslutningsstøtte:**  
Mannskap er om bord for å operere og kontrollere systemer og funksjoner. Noen operasjoner kan være automatisert og til tider være uten tilsyn, men med mannskap ombord klar til å ta kontrollen.
- **Nivå 2: Eksternt kontrollert skip med sjøfarer om bord:**  
Skipet er kontrollert og opereres fra en annen lokasjon. Mannskapet er tilgjengelig ombord for å kunne ta kontrollen eller operere skipets systemer og funksjoner.
- **Nivå 3: Eksternt kontrollert skip uten sjøfarere om bord:**  
Skipet er kontrollert og opereres fra en annen lokasjon. Det er ingen mannskap ombord.
- **Nivå 4: Helt autonome skip:**  
Skipets operasjonssystem kan ta egne beslutninger og fastslå handlinger selv.

Dette er ikke en hierarkisk orden, og det er svært viktig å være klar over at autonome skip kan operere på en eller flere av nivåene i løpet av en tur. Et skip kan for eksempel være fullt autonomt frem til havn, for så å måtte seiles manuelt inn til henvist kai (IMO, 2021).

Autonome skip kan derfor defineres som skip med en høy grad av automasjon og som kan bli kontrollert og operert, enten fra broen eller et landkontrollsentral (SCC) gjennom satellitt kommunikasjon. Skipet vil kunne manøvrere og ta avgjørelser uten menneskelig innblanding, men med tilsyn fra landkontrollsentral. Lloyds Register har også definert nivåer for autonome skip, her av sju nivåer. De er lignende IMOs definisjoner av autonome skip, og jeg velger derfor å gå ut ifra IMOs definisjon, da de har ansvaret for å sette opp nytt internasjonalt regelverk for autonome skip.

Vi står i dag ovenfor inngangen til den fjerde industrielle revolusjon, også kalt shipping 4.0 innenfor bransjen. Autonome skip og kunstig intelligens (AI) vil være en stor del av dette skiftet. Det er ennå ikke en realitet, dette av flere grunner som blir tatt opp og drøftet i denne oppgaven. Autonome skip er fortsatt i testfasen, i tillegg til at det legale ikke enda

er på plass, som gjør at autonome skip ikke har lov til å operere på sjøen uten spesiell tillatelse fra IMO, og det tilhørende landet det skal testes i. Det er likevel flere pågående prosjekter rundt om i verden, disse prosjektene har da fått en spesiell tillatelse fra IMO og internt nasjonalt.

Det finnes i tillegg flere interessentgrupper som for eksempel NFAS (*Norsk forum for autonome skip*) og INFAS (*International Network for Autonomous Ships*). De viser at det er en stor interesse for autonome skip blant flere aktører og de jobber for å styrke samarbeid, utvikle strategier og styrke internasjonal kommunikasjon. Her har de også oversikt over pågående prosjekter med autonome skip. Prosjektene er knyttet til utviklingen av autonom teknologi, satellitt og bygging av skipene (NFAS, 2021) (INFAS, 2021).

## 1.2 Prosjekter:

### 1.2.1 Yara Birkeland

Yara Birkeland skal transportere kunstgjødsel fra fabrikkene på Herøya til havner i Brevik og Larvik. Skipet testes for øyeblikket, men skal til slutt være helt ubemannet, i tillegg til at laste og losseprosessen blir autonom. Dette vil være mer kostnadseffektivt og bærekraftig enn deres nåværende metode via landtransport. Skipet vil erstatte 40,000 reiser med lastebil per år (Kongsberg, 2020).



Figur 1: Yara Birkeland (Kongsberg, 2020) s6

### 1.2.2 Massterly

Massterly er en joint venture mellom Kongsberg Maritime og Wilhelmsen. Deres mål er å ta autonome skip fra forskning til virkelighet, og flytte transport fra vei til sjø gjennom kostnadseffektive, trygge og miljøvennlig logistikk. De vil tilby en komplett verdikjede for autonome skip fra design og styringssystem til operasjonell drift av fartøyene. En av prosjektene de er samarbeidspartnere med er Asko (Vadset, 2018).

### 1.2.3 Asko

Asko er en ledende grossistdistributør og har fått 119 millioner norske kroner fra ENOVA for å utvikle en nullutslipps logistikk-kjede med to autonome skip som skal krysse Oslofjorden fra Moss havn. Disse kan daglig erstatte 150 kjøreturer med lastebil, og skal være leveringsklare innen 2022 (Asko, 2020).



*Figur 2: Asko droner (Asko, 2020) s7*

### 1.2.4 Mayflower

Mayflower er et autonomt forskningsskip. Første autonome skipet som tar en overatlantisk reise, dette for å markere 400 år siden den første Mayflower som krysset Atlanteren. Målingene som skipet tar på reisen skal brukes til å forske på havets helse, maritime dyr og bølgeaktivitet (MAS400, 2021).



Shippingindustrien står for nesten 80% av den globale handelen i volum, og nådde i 2016 omtrent 10,6 milliarder tonn last (Brouer, Karsten, & Pisinger, 2016). Shipping er en global industri, og er koblet til nesten alle internasjonale forsyningskjeder. Etterspørselen etter sjøbårenlastekapasitet øker med global befolkning og etter hvert som standard levekår øker. Under koronapandemien har man spesielt opplevd et økt trykk på etterspørselen og ratene har steget kraftig.

Shippingindustrien har vært i stadig utvikling og gjennomgått flere innovative løsninger for å forbedre effektiviteten siden den første lasten ble sendt til sjøs for mer enn 5000 år siden. Formen for drivstoff har utviklet seg fra egen rokraft → vind → damp og kull → råolje → HFO → MGO → LNG & LPG, til mer miljøvennlige drivstoff som: biogass, biodiesel og elektrisitet. Det er ikke bare drivstoffet som har utviklet seg gjennom tidene, men også størrelse på skipene, byggematerialer, form og typer skip.

### 1.3 Problemstilling:

I denne oppgaven er det valgt å fokusere på autonome skip, herav problemstilling:

- *Hvilke faktorer må være til stede eller utvikles før autonome skip kan nå et kommersielt nivå?*

Formålet med problemstillingen er å finne ut hvilke faktorer som burde utbedres slik at autonome skip kan innta markedet på et kommersielt nivå. Noe som er svært viktig da man ser at verden nå står ovenfor den fjerde industrielle revolusjon og spørsmålet er om autonome skip blir en del av denne endringen i verden. Det er likevel en del faktorer som må utbredes før dette kan skje. Gjennom litteraturanalyse er det kommet frem til fem temaer som er sentrale for autonome skip: havn, risiko og sikkerhet, legale faktorer, bærekraft og økonomi. Oppgaven kan forhåpentligvis hjelpe til å belyse problemet og dagens situasjon.

#### 1.3.1 Forskningsspørsmål:

Ut ifra problemstillingen og samlet litteratur er det kommet frem fem antagelser som skal besvares i oppgaven.

- Antagelse 1: Utvikling av havn og dens infrastruktur er uunngåelig for at autonome skip skal nå et kommersielt nivå.
- Antagelse 2: De høye investeringskostnadene vil være en barriere for aktørene i bransjen.
- Antagelse 3: Bærekraft er en faktor som gjør at autonome skip er mer attraktive enn konvensjonelle skip.
- Antagelse 4: Sikkerhet og risikominimering må være på plass for at autonome skip skal nå et kommersielt nivå.
- Antagelse 5: Det er nødvendig at den legale faktoren er på plass for at autonome skip skal nå et kommersielt nivå.

## **2.0 Teori**

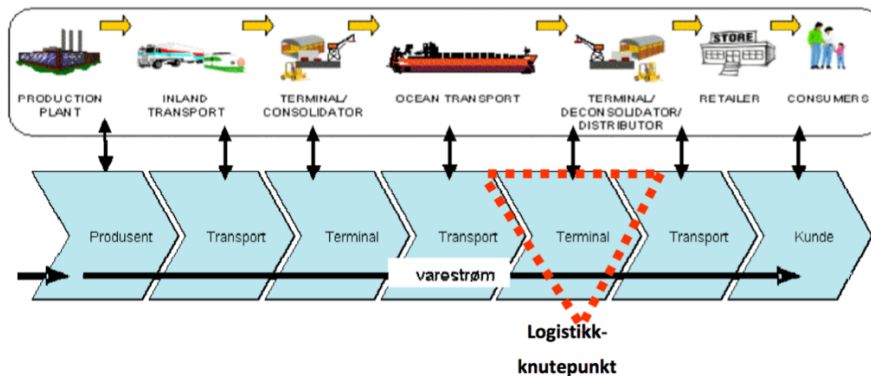
Det har gjennom denne oppgaven blitt gjennomgått flere kilder for litteratur, herav rapporter, undersøkelser, litteraturanalyser og forskningsartikler, ikke alle har blitt tatt i bruk da ikke alt var like relevant for oppgaven. Herav er de blitt plassert innenfor de fem antagelsene som skal fokuseres på i de forskjellige delene av oppgaven for å besvare problemstillingen.

### **2.1 Antagelse 1**

*«Utvikling av havn og dens infrastruktur er uunngåelig for at autonome skip skal nå et kommersielt nivå.»*

I løpet av utviklingen av skip har havnene rundt om i verden utviklet seg på lik linje for å kunne ta imot de nyere skipene på en effektiv og sikker måte og videresende lasten enten ved hjelp av feedere, fly, lastebiler eller tog. Havnene har en komplisert infrastruktur som gjør at de har tilgang til lagring, vei, togskiner og i noen tilfeller flystripe. I tillegg til losen og havnekontrollen som bringer skipet den siste biten inn til kai. Havner er uunnværlige komponenter i den maritime forsyningskjeden, og de fungerer som knutepunkter mellom hav og land. I skyggen av fremskrittene til digital teknologi har mange havner distribuert smarte løsninger for å optimalisere operasjoner og styrke aktiviteten for dagens skip. Fremgangen til dags dato inkluderer en betydelig utvikling av landbaserte systemer og et voksende antall initiativer for å realisere autonome skip. Det

er flere av de største havnene som har begynt å automatisere laste og losseprosessen som viser at shippingindustrien er på vei mot et skifte. Ved automatisering eller automasjon mener man prosessen ved å gjøre et fenomen automatisk, altså at de i større grad styrer seg selv. Eksempelvis kan man i tillegg ta en titt på forskjellige lager som automatiserer lagerdriften sin, for å optimalisere driften av lageret.



Figur 4 Logistikkknutepunkt i en kjede (Bø,E. ( 2010)) s10

### 2.1.1 Havneoperatørenes mening

I en analyse fra IOTPE (*international organization on technical and physical problems of engineering*) vises et utvalg av havneoperatører og deres meninger når det kommer til automasjon av havneoperasjoner. I analysen kommer det frem i spørreundersøkelsen at 75% av containerterminal-operatører ser på autonomisering som essensielt for at havner skal fortsette å være konkurransedyktige. I tillegg ser 65% på det som et steg for å få tryggere havneoperasjoner. Over 60% av havneoperatører tror at automasjon vil forbedre kontroll og stabilitet for havneoperasjoner, og 58% tror at det vil redusere terminaloperasjons kostnader. Havneoperatørene var generelt overbevist om muligheten for lønnsomhet ved en slik investering. Omtrent 1/3 av respondentene mente at automasjon ville øke produktiviteten med 50% og omtrent 1/5 mente at det ville redusere operasjonskostnader med 50%. I dag iverksettes digitalisering og automasjon initiativer rutinemessig i flere havner (Sakhi, Allal, Mansouri, & Qbadou, 2021).

Det er omtrent 1% av containerhavner som er fullt automatiserte og omtrent 2% som er semi-automatiserte. Dette viser at automatisering av havner trolig vil effektivisere, øke sikkerhet og spare kostnader. Det er derimot en stor jobb å automatisere havner og det vil trolig ta flere år før vi ser en fullt automatisert havn i Norge. Det finnes likevel flere løsninger enn å bygge en helt ny infrastruktur i havnene, for eksempel å forbedre havneterminalens opptreden med ny teknologi ved å følge den fjerde industrielle

revolusjonen. Revolusjonen har startet kappløpet mellom verdens største havner mot automasjon, for å skape en fordel som gjør at de kan tjene kundene bedre enn konkurrentene (Sakhi, Allal, Mansouri, & Qbadou, 2021).

I analysen kommer IOTPE med et skjema som indikerer viktigheten av faktorer for autonome skip i forhold til konvensjonelle skip. Dette indikerer at flere faktorer må forandres eller forbedres før havner rundt om i verden kan ta imot autonome skip på et kommersielt nivå. Dette når det kommer til størrelse, kommunikasjons teknologi, kapital, trening og sikkerhet som vi kan se i skjemaet under. CS står for konvensjonelle skip og AS står for autonome skip. Minustegnet betyr ikke så viktig og pluss tegnet betyr viktig. Forskjellen er markert med røde ovaler.

Table 2. A comparison of each indicator importance for AS and CS ((+) Important, (-) not important)

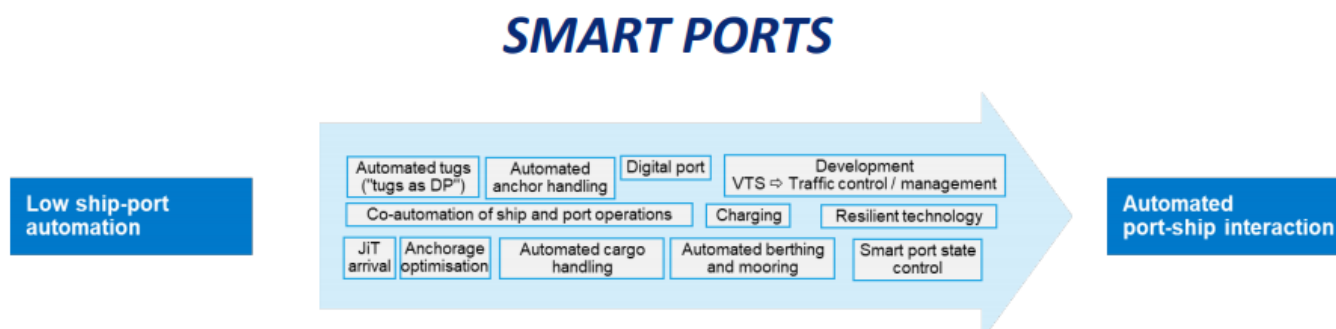
Indicators	Definition	CS	AS
<b>Port services and infrastructure</b>			
Geographic positioning	The situation of the port in relation to major traffic flows. The best-placed ports are those located on the very edge of major maritime traffic axes, at the ends of the main oceanic traffic currents, on the shores of busy seas, at peninsular points and on the shores of straits and inlets.	-	+
Port size	The overall area of the port	+	+
Number of cargo handling equipment	The number of loading / unloading and freight transport equipment at berth	+	+
Cargo storage facility	The number of storage equipment	+	+
Total throughput	Port throughput present the number of ships that port handles per annum	+	+
Throughput growth	Throughput growth rate per annum	+	+
Vessel call size growth	Vessel call size rate per annum	-	+
Intermodal connectivity	The number of modes of transport available in the port to move merchandise without loading or unloading cargo	+	+
Down time in port	The total stopping time of the vessel at berth	-	+
<b>Communication System and new technologies</b>			
Availability of communication carried	Is the ratio of the (t) values to the total time A= Up time / (up time+ Total time) (1)	+	+
Reliability of communication carrier	The probability that a communication carrier will perform the data exchange function, under stated conditions, for a stated period.	+	+
Variety of offered communication carriers	The number of communication systems available	-	+
Communication rate	Expressed Kbyte per second (Kbps)	-	+
Communication capacity	Is the Kbyte capable to transfer and is expressed in KB	-	+
Communication security	Its capacity resilience against no authorized intrusion and cyber-attack.	-	+
Communication cost	The price in \$ of a Kbyte transferred	-	+
Budget allotted for new technology in %	The budget devoted, adopting new technologies in%	-	+
Response to innovativeness	The existence of a research and development service in the port or the existence of collaboration with innovative companies or schools	-	+



Government support	The port has government support or not	-	+
Automatization equipment in port	The level of equipment automation in port facilities "automatic, semi-automatic, manual"	-	+
<b>Safety and security</b>			
Adequate monitoring/threat awareness	The number of actions carried out in the port to predict and stop threats	+	+
Investment in protection	The budget devoted to port protection in%	-	+
Safety/security officers and facilities	The number of means / facilities used to ensure safety and security in the port	+	+
Accidents	The number of health accidents in the port per annum	-	+
Port safety policy	The existence of a port security policy	+	+
Port security incidents	The number of security accidents in the port per annum	+	+
<b>Human qualifications</b>			
Knowledge and skills	The number of employees with technical and IT training in%	-	+
Training and education	The number and type of training sessions carried out per annum	-	+
Employee satisfaction index	The number of satisfied employees in their job.	-	+
Employee turnover in port	The number of employees who leave an organization during a specified period, typically one year.	-	+

Figur 5 Sammenligning av autonome skip og konvensjonelle skip (Sakhi, Allal, Mansouri, & Qbadou, 2021) s12

Når vi prater om hva som er nødvendig i havnen for at autonome skip skal kunne håndteres effektivt kan man ta en titt på bildet under, hvor man kan se komponenter som er nødvendige for en fullt automatisert havn, for eksempel: autonom los, digitalisering og automatisert laste og losse håndtering. Dette er nødvendig for at havner fullt ut skal kunne utnytte fordelene ved autonom skipsutvikling. Dette krever kontinuerlig forbedring av automatisering og autonomi i skipsrelaterte operasjoner i havner, for eksempel ved bunkring og forsyningstjenester. Det vil på samme måte være behov for smarte løsninger for å muliggjøre fjernstyrte eller autonome operasjoner av slepebåter, inkludert fortøyning, lasting og lossing av skip. Integrering mellom havner og skip, samt ytterligere forbedring av transporteffektiviteten vil kreve operasjonalisering av «Just-in-Time» - prinsippet ved fartøyankomster i tillegg til mer intelligent koordinering og styring av skipenes trafikk (SINTEF & TCOMS, 2020). Ved å utnytte den økte tilkoblingen og datatilgjengeligheten, kan det være for eksempel være mulig at smartere løsninger kan verifisere at utenlandsflaggede skip overholder internasjonale konvensjoner.



Ankomst og avgang, eller forflytning av skipet trygt inn og ut av havnen, er en prosess som hovedsakelig koordineres på skipet via samspill med havnemyndigheter. I denne sammenhengen er det viktig å skille mellom dyphavs- og nærsjø- og lekterfart, ettersom skipets størrelse er sentral informasjon spesielt under ankomst og avgang. Dette er noe som samspiller med IOTPEs sammenligning av konvensjonelle og autonome skip. Desto større skipet er, desto mer nautisk tjenestestøtte, som los, fortøyning, sleping og koordinering er nødvendig for sikker ankomst og avgang. Teknologiske fremskritt har potensialet til å påvirke både skipets operasjoner og nautiske tjenester, og av den grunn kunne revolusjonere bransjen. Da kommer man frem til spørsmålet, hvordan kan en autonom fremtid i shippingindustrien se ut fra havnens perspektiv?

### 2.1.2 Fremtidige scenarioer ved autonome skip

Smartport har kommet med en rekke fremtidige senarioer som lager et bilde av hvordan en fremtidig havneoperasjon kan se ut ved hjelp av forskjellige nivåer av autonome skip, herav økte sensorer, menneskelig assistert autonomi og helt autonomt.

#### 1. Økte sensorer

Ved hjelp av flere sensorer kan skipet kontinuerlig kommunisere sin eksakte status til havnemyndigheter, inkludert forventet ankomsttid, seileplan og detaljer om skipet og lasten om bord. Basert på denne informasjonen kan optimale tidsluker i havnen og nautiske tjenester reserveres og sendes tilbake til skipet slik at alt er klart og går mest mulig effektivt når skipet ankommer havnen (Dijk, Dorsser, Berg, Moonen, & Negenborn, 2019).

#### 2. Menneskelig assistert autonomi

Stadig flere automatiserte og autonome fortøyningsoperasjoner med fjernstøtte i spesielle situasjoner. I dette scenarioet er gode situasjonsinnspill viktige for optimal nautisk navigasjon. Sleding kan fortsatt være nødvendig i spesifikke situasjoner, men med mer digital støtte, for eksempel da ved hjelp av slepende droner, kan behovet for tradisjonell fysisk los endres eller elimineres (Dijk, Dorsser, Berg, Moonen, & Negenborn, 2019).

#### 3. Helt autonom

Skip vil kunne benytte ny teknologi som digitale koordinasjonssystemer og magnetisk fortøyning, for å gjøre fortøyning til en helt autonom prosess. I dette

scenarioet vil passiv overvåking fortsatt eksistere, mens automatisert lossehjelp kan være nødvendig for å håndtere de fysiske naturkreftene, for eksempel sterk vind, som fortsatt kan påvirke store skip (Dijk, Dorsser, Berg, Moonen, & Negenborn, 2019).

Desto raskere teknologien utvikler seg, desto flere muligheter vil oppstå for å lage nye digitale produkter og automatisere, digitalisere og autonomisere visse nautiske tjenester som los, fortøyning og koordinering. Sanntidsinnsikt om fartøyets status vil kunne forbedre forutsigbarhet, minske usikkerhet og skape muligheter for optimal planlegging og koordinering av tjenester i havn. Det vil bli et mindre behov for langtidsmessig planlegging og ansatte, selv om fysisk støtte kan være nødvendig ved spesielle situasjoner. Optimal skipskontroll under fortøyning kan redusere drivstofforbruket betydelig både for skipet og nautiske tjenester. For eksempel kan full kontroll av tauing og trekking spare overflødig taueenergi. I tillegg kan automatisert fortøyning føre til forbedret sikkerhet i fortøyningsoperasjonen (Negenborn, et al., 2018).

Likevel er det svært viktig at autonome skip er like sikre som konvensjonelle skip, om ikke mer. Da det er mye tillit som skal til for at mennesker skal stole på denne teknologien, en alvorlig ulykke har muligheten til å sette autonom teknologi tilbake flere år. Desto mer komplekst et miljø blir, desto flere krav vil det stilles til autonome skip og infrastruktur for å holde skipsfarten sikker og effektiv. En havn er generelt et komplekst miljø med komplisert infrastruktur. Ifølge Smartport er noen av de viktigste faktorene for vellykkede og sikre autonome og automatiserte operasjoner i en havn følgende:

- Det må settes opp et landkontrollsentral for å overvåke, navigere og kontrollere autonome skip. De forklarer videre at utformingen av landkontrollsentral kan ha en potensielt stor innvirkning på investerings- og driftskostnadene, og kan utgjøre en stor utfordring for interessenter da disse landkontrollsentralene vil være en dyr investering. Dette vil forklares nærmere i økonomidelen av oppgaven (Dijk, Dorsser, Berg, Moonen, & Negenborn, 2019).
- Havnemyndigheten og havnesjefens roller må være klart definert. For eksempel, koordinerer de alle aktivitetene i havnen fra kontrollsentralen, inkludert navigasjon i havnen, eller overlater havnens infrastruktur, ansvar og risiko til skipene. Dette er antagelig noen som burde avgjøres internasjonalt, slik at skipene har like regler

å forholde seg til når de kommer til havnen, og hvem det er som sitter med ansvaret om en ulykke skulle forekomme. Noe som forklares nærmere i den legale delen av oppgaven (Dijk, Dorsser, Berg, Moonen, & Negenborn, 2019).

- Investeringer i infrastruktur for autonome skip vil være nødvendig. Dette er helt klart avhengig av tempoet som autonome skip tas i bruk. Opptaket av denne nye teknologien kan gå tregt da fordelene ved autonome skip ikke har fått kommet sterkt nok frem i markedet ennå (Dijk, Dorsser, Berg, Moonen, & Negenborn, 2019).
- Til slutt må havnen ha kontroll over risikoen forbundet med autonome skip. Dette vil nødvendiggjøre en kontinuerlig prosess med risikovurdering og sikre at nødvendige tiltak er på plass. Dette setter også spørsmål ved hva slags informasjon og sertifisering som burde kreves for å tillate et autonomt skip i havnen (Dijk, Dorsser, Berg, Moonen, & Negenborn, 2019).

### 2.1.3 Fremtidige scenarier ved automatisert laste og losseprosess

Smartport har også skapt fremtidige scenarier ved automatisert laste og losseprosess, gjennom disse kan vi skape oss et bilde over hvordan prosessen kan se ut. Lasting og lossing innebærer å få gods av og på skipet. Nå for tiden utføres dette av menneskekontrollerte eller -støttede terminaler som overvåkes av skipets mannskap. Økt automasjon skaper nye muligheter for optimal planlegging og drift uten menneskelig interaksjon og nye laste- og lossemetoder.

#### 1. Økte sensorer

Sensorer kan gi sanntidsinnblikk i et skips plassering og forventet ankomsttid. Disse inngangene, kombinert med intensiv kommunikasjon mellom skipet og terminalen før ankomst, vil effektivisere den daglige driften. Basert på informasjon som seilplaner og oppbevaring kan optimal terminalplanlegging beregnes, kranoperasjoner utarbeides og planer kommuniseres i god tid (Dijk, Dorsser, Berg, Moonen, & Negenborn, 2019).

#### 2. Menneskelig assistert automasjon

På dette nivået av autonomi fullføres lasting/lossing automatisk, styrt av oppbevaringsplaner og terminalplanleggingssystemer. Her foregår

kommunikasjon mellom terminalen og skipet via kontrollsentret eller ved automatiserte systemer. Fortøyning og andre oppgaver ombord på fartøyet, for eksempel tilkobling av slanger og stabling av beholdere, kan fortsatt utføres manuelt (Dijk, Dorsser, Berg, Moonen, & Negenborn, 2019).

### 3. Helt automatisert

I dette scenariet er det ikke personell til stede, og alle systemer er fullt automatiserte. All kommunikasjon fra skipet, inkludert informasjon knyttet til lasting og lossing, er datastyrt. Terminalen tar seg av den dynamiske stabiliteten til et autonomt skip, basert på innsikt i oppbevaringen og lasten som lastes eller losses (Dijk, Dorsser, Berg, Moonen, & Negenborn, 2019).

Smartport forklarer videre at økt automatisering gir mulighet for optimalisert daglig drift, opprettelse av nye forretningsmodeller, økt effektivitet og reduksjon av personell på land. I tillegg er kortere transittider en viktig konkurransefaktor i skipsfarten (Negenborn, et al., 2018). Leveringskapasitet kan fylles i siste liten av smarte algoritmer, drevet av tett integrasjon med kunder for å øke eller bremse lasteoperasjoner. Innsikt i fartøyets sanntidsstatus vil føre til økt forutsigbarhet av skipet, noe som muliggjør optimalisert planlegging. Tilgjengelig last og skipets ledige kapasitet kan matches dynamisk, noe som resulterer i effektiv koordinering. I tillegg vil tilpasningen av et skips seileplan til havneplanen i stor grad bli automatisert for å redusere ventetiden og øke påliteligheten. Selv om det vil være behov for mindre personell på land, vil det bli opprettet nye jobber for å overvåke og utvikle IT -systemer. Det forventes likevel at mengden jobber vil være mindre enn i dag (Negenborn, et al., 2018). Dynamisk justerte seilingshastigheter og optimal lasting vil bidra til å spare drivstoff og bidra til å redusere miljøpåvirkningen av slike operasjoner. I tillegg vil mindre menneskelig involvering og økt forutsigbarhet forbedre den generelle sikkerheten ved havner.

Man kan derfor se at utvikling av teknologi i havnene vil være nødvendig for at en automatisert havn skal kunne fungere i samsvar med autonome skip. Autonom teknologi må derfor integreres med smartere infrastruktur og andre digitale utviklinger, her kommer Smartport med noen eksempler:

#### 1. Helautomatisk bro og sluser

Flere land jobber for tiden med låser og broer som ikke bare kan fjernstyres, men også være fullautomatiserte. Teknologier som lasere, radardeteksjon, analyse av videoinnhold og elektroniske sensorer vil skape full miljøbevissthet, herav miljøet rundt skipet og muliggjøre sikre automatiserte operasjoner (Dijk, Dorsser, Berg, Moonen, & Negenborn, 2019).

## 2. Selvforankringssystemer

Dette er et nytt system som nå testes, automatiserte fortøynings roboter som bruker vakuumputer for å holde skipet på plass under laste- og losseprosessen. Data fra trafikksystem vil bli automatisk sendt til fortøyningsystemet når fartøyet nærmer seg kai. Disse dataene indikerer hvor mange vakuumputer som kreves for å oppnå minimum systemkapasitet for å behandle det spesifikke skipet på en sikker måte (Dejockheere, 2017).

## 3. Helautomatiske terminaler

Roboter som kan se et objekt, samt koordinere en oppgave, flytte og hente objekter, vil bli brukt mer og mer i fremtiden for å få mest mulig effektive logistikkoperasjoner. Faktisk har to terminaler i Rotterdam allerede en svært automatisert terminaloperasjon.

## 4. Internet-of-Things (IoT) nettverk

Tilkoblingen og utvekslingen av data mellom maritime systemer, hovedsakelig basert på sensorinformasjon, vil bli tatt mer i bruk. For øyeblikket spenner IoT - applikasjoner innen sjøfrakt seg fra ruteoptimalisering til vedlikehold og lastelagring (Dijk, Dorsser, Berg, Moonen, & Negenborn, 2019).

## 5. Kunstig realitet innovasjoner

Løsninger basert på kunstig realitet kan gjøre det mulig å utføre nødreparasjoner av mannskap ombord, som blir assistert eksternt av personell på land.

Disse fremtidige scenarioene av Smartport viser teknologien som burde være til stede i havn før den effektivt og med sikkerhet kan ta imot et autonomt skip. Teknologien eksisterer, men det er klart at den må videreutvikles slik at sikkerheten er på høyest mulig nivå.

## 2.2 Antagelse 2

*«De høye investeringskostnadene vil være en barriere for aktørene i bransjen.»*

Det økonomiske aspektet er viktig og ta for seg da det er kroner og ører som styrer vår verden. Uten pengesterke aktører som er villige til å investere og videreutvikle denne teknologien er det lite sannsynlig at autonome skip når et kommersielt nivå. Det er derfor viktig å skape et visst bilde om hvor store kostnader autonome skip kan medføre. Verdens økonomiske miljøer, inkludert generell økonomisk vekst, sjøbårenhandel, skipsfartsmarkeder og fraktrater kan påvirke utviklingen til autonome skip (Karakaya & Sthal, 1991). Som aktør i bransjen må det investeres stort i forskning og utvikling for å bygge og forbedre teknologien. Disse konstante kostnadene innen forskning og utvikling er nødvendige for å være i forkant av den teknologiske utviklingen for autonome skip, et kappløp hvor Norge ligger godt an (Blees, Kemp, Maas, Mosselman, & May, 2003). Hvis autonome skip skulle bli en kommersiell realitet ville stordriftsfordeler oppstå. Eksempelvis nedgang i produksjons- og distribusjonskostnader per produksjonseenhet (Porter, 1980). Det vil føre til en prisreduksjon i produksjonen av autonome skip og dermed vil fortjenesten til eiere øke.

### 2.2.1 MUNINs økonomiske analyse

MUNIN-prosjektet har laget en økonomisk analyse hvor de forventede kostnadene blir evaluert og diskutert. Prosjektet har tre kategorier av kostnader knyttet til drift av autonome skip, det vil si i en sjøpassasje på 216 dager. Driftskostnadene besto av faste kostnader inkludert vedlikeholds-, forsikrings- og administrasjonskostnader (OPEX). Reisekostnader ble definert som variable kostnader knyttet til en bestemt reise. Disse inkluderer drivstoff, lastehåndtering og anløpskostnader for havner. Kapitalkostnader (CAPEX) ble på sin side definert som alle utgifter til kjøp av skip (bygge kostnader, finansieringskostnader, osv.). Kostnaden for drift av det autonome lasteskipet ble sammenlignet med et konvensjonelt lasteskip (Ziajka-Poznanska & Montewka, 2021).

**Table 5.** Costs of running an autonomous bulker based on [21].

Cost Type	Includes	Savings/Additional Costs per Year per Vessel
Operating costs		
Crew cost	Wages and related costs	–USD 945,000
Cost for general stores	e.g., medical, cabin, safety equipment, maintenance of e.g., life rafts and spares for the hotel system	–USD 67,000
Shore control centre	Overall personal costs	+USD 116,000
	Investment costs (mUSD 2.1) Operating costs per year per 90 ships (USD 875,000)	+USD 33,055
Maintenance crews in ports	Maintaining the propulsion plant, auxiliary plants, supply systems, electrical and autonomous systems, etc.	+USD 135,000
Voyage costs		
Fuel costs	Fuel consumption	–6% (12–15% according to (Hogg and Ghosh, 2016))
Fuel consumption	Air resistance	–1%
Fuel consumption	Light ship weight	–2.6%
Fuel consumption	Removed hotel system	–33%
Boarding crew for port calls	Port call costs	+20% (approximately USD 20,000 per call)
Boarding crew	Unscheduled assistance	Not estimated
Capital costs		
Deckhouse and hotel system	Removal of hotel, accommodation system, and deckhouse	–5% (hotel and accommodation) –approx. 1–10% (deckhouse)
Autonomous ship technology and redundant technical systems	Specific autonomous ship technology (e.g., Autonomous Navigation System), Redundancies (e.g., communication, electrical systems, propulsion)	+10%

**Table 6.** Costs of running autonomous bulker—based on [21].

Operating Costs	Voyage Costs	Capital Costs
Crew wages (–) <sup>1</sup>	Air resistance (–)	Deckhouse (–)
Crew related costs (–)	Light ship weight (–)	Hotel system (–)
Shore Control Centre (+)	Hotel system (–)	Redundant technical systems (+)
Maintenance crews (+)	Boarding crew for port calls (+)	Autonomous ship technology (+)

<sup>1</sup> Minus sign (–) represents a reduction of costs, plus (+) denotes an increase.

Figur 7 Kostnader ved autonomt skip (Ziajka-Poznanska & Montewka, 2021) s20

Reduksjonen av mannskapet, og dermed boligkvarteret, forventes å senke kapitalkostnadene for en liten containerskips-feeder med 5%, noe som også vil gjøre det mulig for skipet å frakte flere containere om bord, slik skipet forventes for å få opptil 20% flere containerplasser, noe som igjen vil føre til høyere inntekt per tur. Derimot kan man se i analysen at et landkontrollsenters vil bli en nokså dyr investering på 33055 USD. Likevel er det lite i forhold til reduksjonen i mannskapskostnader på 954000 USD.

Resultatene fra analysen viser at autonome containerskip har lavere kostnader enn konvensjonelle containerskip i en rekke ulike sammenhenger. Kostnadene til det autonome containerskipet i case scenarioet er 1.39 millioner dollar lavere enn det



konvensjonelle containerskipet. Derimot er resultatene av denne analysen forbundet med stor grad av usikkerhet. Usikkerheten skyldes primært tilstanden innen autonomi i shipping industrien, og begrenset tilgang til nøyaktige kostnadsdata for autonome skip (Ziajka-Poznanska & Montewka, 2021). Det er derfor svært usikkert om autonome skip vil være billigere enn konvensjonelle skip, og er antagelig noe man ikke får svar på før de faktisk er en kommersiell realitet og vi kan sammenligne de faktiske kostnadene. Frem til det kan man lure og synse så mye man vil på om det blir dyrere og billigere, derimot kan man se for seg at kostandene til slutt går opp i opp. Siden man kan lure på om fordelene ved et autonomt skip til slutt tar igjen fordelene ved konvensjonelle skip.

### 2.2.2 Byttekostnader

Når aktører i bransjen investerer i autonome skip, vil det oppstå byttekostnader. Det er kostnader som kundene må bære når de bytter fra konvensjonelt bemannet skip til autonome skip. Dette kan omfatte opplæringskostnader for ansatte, kostnader for nytt utstyr, kostnader og tid i læringen som kreves for å bruke nye produkter, behovet for teknisk hjelp og transaksjonskostnadene ved å bytte leverandør (Porter, 1980). Hvis disse byttekostnadene er høye, må autonome skip tilby en stor forbedring i kostnader eller ytelse for at industriene skal skifte ut konvensjonelle skip (Porter, 1980).

Det å investere store økonomiske ressurser for å konkurrere, skaper en inngangsbarriere, barrieren er spesielt høy i kapitalkrevende næringer som shippingindustrien (Porter, 1980). Flere faktorer som kan bidra til de høye kostnadene for autonome skip er for eksempel:

- Ekstra utstyr for automatisering, for eksempel: sensorer, kommunikasjon, datamaskiner og programvare.
- Utstyr av høy kvalitet for redusert vedlikeholdsarbeid eller høyere pålitelighet.
- Ekstra sikkerhetssystemer for eksempel mot terrorisme, cyber-jacking eller piratkopiering (RINA, 2016).

Derimot på bildet under kan man se at en av fordelene ved autonome skip fra YARA Birkelands utgangspunkt. Her kommer det frem at skipet til YARA vil erstatte 40,000 lastebilturer, noe som vil kutte både lønnskostnader, lastebilkostnader og drivstoffkostnader (Kongsberg, 2020).



Figur 8 Positiv sider fra Yara Birkeland (Mannoy, Scchroder-Hinrichs, Fonseca, & Song, 2019) s22

Fordelene ved autonome skip kan være mange, for eksempel en reduksjon av menneskelige feil eller optimalisering av prosessen. I tillegg vil fremskritt innen maskinlæring, skipssensorer og annen relatert teknologi gjøre at ideen om autonome skip stadig blir mer gjennomførbar og potensielt økonomisk levedyktig. De anslår for eksempel en reduksjon på 90% av de årlige driftskostnadene med fjerning av mannskap. Disse estimatene er ikke gjeldende skipskostnader med mannskapet borte, men er beregnet spesielt for futuristiske autonome skip som, hvis de er ubemannede, kan fratas alle menneskelige støtteanlegg, systemer og lagring som kreves for lange bemannede reiser under potensielt ekstreme forhold (Sirwijaya, 2016).

Det finnes derfor flere faktorer som gjør at autonome skip kan være en potensielt god investering for aktørene i bransjen, da ved flere containerplasser, kutt i mannskapskostnader, null behov for å bygge skipet med tanke på et mannskap. Derimot har den nye teknologien autonome skip trenger nokså store kostnader, men ut ifra MUNINs analyse kan man se for seg at autonome skip kan være billigere enn konvensjonelle skip. Likevel kan man se for seg at aktører utenfra shippingindustrien vil velge å investere i autonome skip når vi ser på en aktør som Asko. De har valgt å investere i autonome skip slik at de kan oppnå nullutslipp i sin forsyningskjede. De kan på den måten være en av de første grossistene som kan gå ut til markedet og tilby produkter som har blitt fraktet miljøvennlig. Man kan derfor lure på om motivasjonen for investering i

autonome skip vil mer bli drevet av «det grønne skiftet», en økonomiske fordeler, og at tradisjonelle aktører som rederier ikke vil være de første rekken for investering i autonome skip, men heller andre pengesterke aktører som vil forbedre «imaget» sitt. Skipene må da klart være skapt med tanke på bærekraft (Ziajka-Poznanska & Montewka, 2021).

### **2.3 Antagelse 3**

*Bærekraft er en faktor som gjør at autonome skip er mer attraktive enn konvensjonelle skip.*

Maritim transport utgjør omtrent 940 millioner tonn med Co2 årlig og er ansvarlige for omtrent 2,5% av verdens Co2 utslipp. I tillegg er omtrent 10% av maritim forurensning på grunn dumping av avfall eller annet. I tillegg kommer omtrent 20% av maritim plastikk fra fartøy, mens resterende 80% kommer fra land (European commission, 2020).

IMO har satt et mål om å redusere shipping industriens Co2 utslipp med 40% innen 2030 og 70% innen 2050 (IMO, 2020).

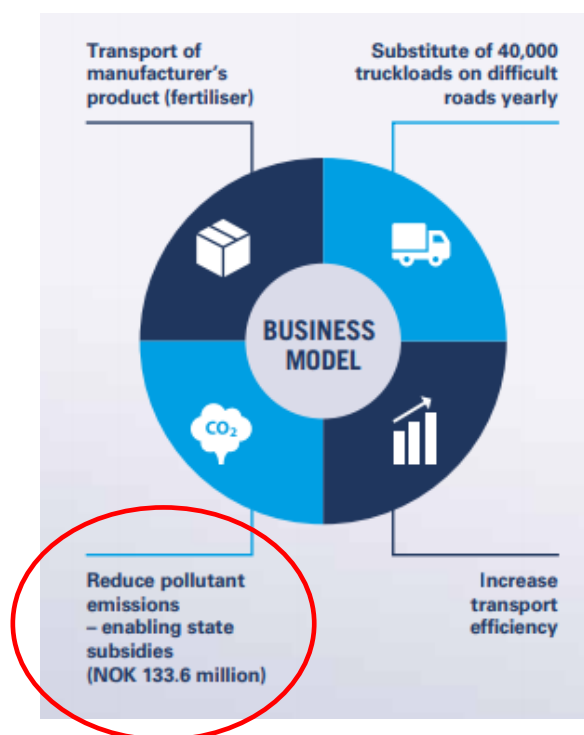
#### 2.3.1 Dumping og utslipp

Dette er vanskelige mål for en så stor industri å møte, men spørsmålet er om den nye teknologi kan hjelpe IMO og industrien å nå målene de har satt. Det finnes mange fordeler ved autonome skip både innenfor økonomi, effektivitet og pålitelighet. I tillegg finnes det fordeler ved autonome skip i henhold til bærekraft. Den første fordelene er at autonome skip vil redusere utslipp fra skip. En av hovedgrunnene til dette er at det er ubemannet, dette betyr at søppel og kloakk ikke vil bli produsert ombord i skipet. Derfor vil det ikke være nødvendig å dumpe disse komponentene til sjøs lenger. Som nevnt tidligere står dumping for 10% av utslippene til sjøs, hvis autonome skip blir en kommersiell realitet vil denne prosenten bli relativt mindre. I tillegg vil plastikk hvor fartøy står for 20% av den totale plastikken introdusert til havet bli minimert ved bruk av autonome skip. Dette på grunn av den ubemannede delen av det hele.

#### 2.3.2 Tanke på bærekraft

Nye skip skapt med autonom teknologi vil antagelig være skapt med tanke på bærekraft. Derfor vil disse moderne skipene mest sannsynlig bruke mindre energi og ha et overordnet mindre utslipp enn konvensjonelle skip. Hvis man for eksempel ser på Yara

Birkeland som er verdens første elektriskdrevne autonome containerfeeder. Så har skipet en lastekapasitet på 120 TEU, og er i stand til å erstatte rundt 40 000 lastebilleveranser årlig mellom Larvik, Brevik og Herøya i Norge. Sannsynligheten for at andre autonome skip blir skapt med bærekraft i tankene er høy, noe som vil gjøre autonome skip mer attraktive enn konvensjonelle skip. Under kan vi se noen av fordelene som Yara har kommet med i henhold til Yara Birkeland. Den mest interessante fordelene i henhold til denne delen er reduksjon i utslipp som gir Yara statsstøtte, noe som igjen gjør det mer attraktivt med et bærekraftig autonomt skip (Kongsberg, 2020).



Figur 9 Business modell Yara Birkeland (Mannoy, Scchroder-Hinrichs, Fonseca, & Song, 2019) s24

I tillegg vil skipene kunne oppnå optimal seiling når skipet seiler selv og ikke blir påvirket av menneskelige faktorer, eksempelvis tretthet, feilberegninger og føling. Noe som vil føre til en mer effektivt og bærekraftig drivstoffbruk.

«Et autonomt skip er styrt av datamaskiner som settes opp til å styre skipet mest mulig drivstoffoptimalt under alle forhold. Autonome skip kan også være selvlærende og finne ytterligere tiltak for å drive mer energieffektivt ved å bruke målinger og analyser det utfører selv til å oppdatere og optimalisere styringssystemet. Dette er et godt eksempel på moderne «big data» databehandling og maskinlæring.» (Hognes, 2017). Denne uttalelsen fra Hognes viser at et autonomt skip vil være mer bærekraftig enn et konvensjonelt skip. «Big data» er et begrep som brukes om datasett som er for store eller

komplekse til å håndtere ved hjelp av tradisjonelle teknologier og metoder for databehandling (Hognes, 2017).

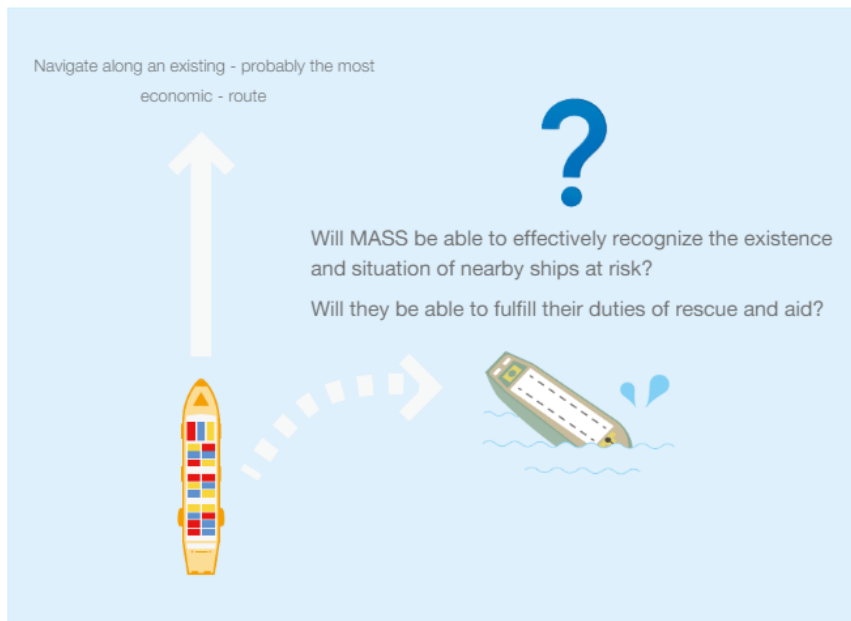
Skipsfarten vil i stor grad preges av autonome skip, noe som kan ha flere positive sider for miljøet. En hovedgevinst er bedre energieffektivitet og optimalisering av driften og seiling. Autonome skip kan også bygges med tanke på mer aero- og hydrodynamisk design som gir redusert vind- og vannmotstand. Disse faktorene vil kombinert bidra til at autonome skip kan få høy energieffektivitet og redusert forbruk av drivstoff. Dermed kan flere skip for eksempel elektrifiseres, og skipene vil kunne operere lengre distanser på elektrisk framdrift. Dette kan vi for eksempel se på elektriske biler, som etter hvert har fått lengre og lengre rekkevidde. Alle disse faktorene fører til at autonome skip antageligvis blir mer attraktive enn konvensjonelle skip. Det er derimot vanskelig å finne mange kilder på dette, da det meste blir spekulasjoner, siden industrien ikke har hatt mulighet til å samle inn data på disse skipene da de ikke opererer på sjøen ennå (Lervold, 2019).

## **2.4 Antagelse 4**

*Sikkerhet og risikominimering må være på plass for at autonome skip skal nå et kommersielt nivå.*

Risiko og sikkerhet er en essensiell faktor i utviklingen av autonome skip, og vil mest sannsynlig være viktigere hos autonome skip enn konvensjonelle skip da usikkerheten rundt teknologien er stor. Hvis man prater med folk flest vil man oppdage at tilliten til et ubemannet skip er mindre enn hos et bemannet skip, men hva om du får vite at fly egentlig er autonome og pilotene er der mer for å overvåke og kunne ta over om noe skulle skje. Det er mulig at tilliten kunne øke hvis man visste at autonome skip kan gjøre etisk riktige avgjørelser, men tillit er noe som tar tid uansett hvilken situasjon om det er til menneske eller maskin. Uansett er det viktig at risikoen ved autonome skip er minimert og sikkerheten så høy som mulig. Herav er det flere faktorer man må tenke på da havet er stort og været ikke kan kontrolleres, for eksempel: vær, vind, cybersikkerhet, terror, pirater og den menneskelige faktor.

### < Can Autonomous Ships Make Ethical Decisions at All Times? >



Figur 10 Ethiske avgjørelser (Yoon, 2018) s26

#### 2.4.1 Havmiljøet risiko

Til sjøs kan det oppstå situasjoner som det er nesten umulig å forutsi. Vær og vind kan endre seg raskt og skipet må ha nok kunnskap og mulighet til å håndtere disse situasjonene. En sjelden hendelse som kan skje i åpent hav, er for eksempel en ekstrembølge. Ekstrembølger, selv om de er ekstremt sjeldne, kan nå opp til førti meters høyde eller enda mer under visse forhold og kan føre til at skipet går under. De er uforutsigbare, de oppstår tilfeldig, og det vil være ganske umulig å utvikle et autonomt skip som kan unngå eller dempe konsekvensene av dette fenomenet. Det positive er at sannsynligheten for å møte en av disse bølgene er ekstremt liten.

Hvis vi ser på mer normale fenomener som dårlig vær eller storm må skipet kunne gjøre avgjørelser som er riktige i henhold til situasjonen. Det er derfor viktig at autonome skip testes betraktelig og ikke blir sendt ut uten mannskap før man er sikker på at skipet kan håndtere en slik situasjon. I tillegg må skipet ha teknologi som gjør det mulig å oppdage flytende gjenstander i havet og andre skip. Her er det snakk om å bruke en form for videoovervåkning som får med seg alle miljøaspekter rundt skipet. I tillegg til det automatiske identifikasjonssystemet (AIS) som er designet for å forhindre kollisjoner ved å kringkaste via marin radio eller satellitt, herav: skipsidentitet, navigasjonsstatus, kurs, posisjon og kurs. Vanligvis bruker skip radio klasse-B-transpondere, en kombinasjon av

GPS og VHF-radiokommunikasjon (veldig høy frekvens). Disse teknologiene har derimot kjente cybersikkerhet-sårbarheter både i signalene som brukes og i protokollene deres for å sende data. Gitt disse sårbarhetene, er risikoen for terror, pirater og annen kriminalitet stor.

#### 2.4.2 Cybersikkerhet

Basert på hvilke typer sårbarheter som kan produseres av AIS, bør kriminelle og terroristiske grupper ha størst interesse for disse systemene. Imidlertid kan ubemannede skip tiltrekke seg flere kriminelle og aktivister ettersom sannsynligheten for å bli fanget er betydelig lavere. Dette viser at fokuset på cybersikkerhet for autonome skip er essensielt for sikkerheten ikke bare hos skipet, men for omverdenen. Bruk av sammenkoblede nettverk og stadig mer kompleks programvare innebygd i autonome skip må være elektronisk signert og derfor kryptert (National Research Council, 2014).

Global Navigation Satellite System (GNSS), satellitter fra USAs Global Positional System eller GPS, Europas Galileo, Russlands Global Navigation Satellite System, og Kinas BeiDou -klynge brukes i maritim industri for globale posisjonsdata. I dagens moderne broer er GNSS allerede et av de mest sammenkoblede systemene. Derfor kan et autonomt skip som er avhengig av økt satellittbasert kommunikasjon for å sende operasjonskommandoer og sensoriske data, være enda mer sårbart. Videre er satellittens lavenergisignaler en betydelig teknologisk svakhet, ettersom enkel overbelastning og solaktivitet kan ha en betydelig effekt. Videre kan tap av GNSS resultere i svikt i andre skipssystemer for eksempel AIS, da mange er sterkt avhengige av satellittposisjon (Sirwijaya, 2016).

Siden systemer på autonome skip også må kunne motta telekommunikasjon med operasjonelle kommandoer fra mannskap på land, øker dette angrepsoverflaten og angriperens insentiver ettersom et cyberangrep kan gi fullstendig kontroll over viktige skipsoperasjoner. Derfor er det viktig at cybersikkerheten fyller alle hull slik at det er nærmest umulig å kapre et autonomt skip, siden alternativet kan være katastrofalt. Skipssystemene bør også være utstyrt med sikringer som gjør det umulig å kontrolleres av personer som ulovlig tar seg inn på skipet (Rødseth & Burmeister, 2015).

#### 2.4.3 Periodisk vedlikehold

På grunn av mangel på personell om bord, vil autonome skip trenge systemer for å oppdage tekniske problemer før utstyret svikter (Rødseth & Burmeister, 2015). I tillegg

må systemene som er viktige for driften, bygges og utformes for å være motstandsdyktige mot forlengede vedlikeholds intervaller (Rolls royce, 2016). I tillegg kan det være lurt med doblede komponenter om bord, i tilfelle en skulle svikte så har man en til om bord som kan ta over for den som har sviktet.

Det samme gjelder brannvern. Brannbeskyttelse er for øyeblikket sikret med begrensninger i bruken av ikke-brennbare materialer samt automatiske brannslukningsapparater som automatiske sprinkleranlegg. Det samme vil gjelde for autonome skip. Ved bruk av brannsløkkingskip ville det ikke være noen forskjell om skipet som skal slukkes er konvensjonelt eller autonomt (Yoon, 2018).

#### 2.4.4 Menneskelige feil

Hovedårsaken til sjøulykker er menneskelige feil, som faktisk er rundt 79% av sjøulykkene. Imidlertid er innføringen av autonome skip spådd å endre årsakene til sjøulykker. Autonome skip som når autonomnivå 3 og 4, forventes å redusere menneskelige feil siden de opereres uten mannskap om bord. Den eksplisitte antagelsen er at uten mennesker ombord vil "menneskelig feil" forsvinne (Porathe, Hoem, Rødseth, & Johnsen, 2018). Grunnen til at autonomisering er sikrere, er at de adresserer menneskelige mangler som tretthet, begrenset oppmerksomhet, informasjonsoverbelastning, osv. Disse problemene antas å reduseres ved økt skips autonomi, og ved å redusere menneskelig involvering i direkte kontroll av skipet, og ved å redusere størrelsen på mannskapet ombord som er utsatt for farer på sjøen. Imidlertid er det viktig å huske at vår økende avhengighet av informasjonssystemer og stadig mer deling av kontroll over systemer med automatisering, skaper et betydelig potensial for tap av informasjon og kontroll som fører til nye typer for "menneskelige feil" (Leveson, 2012).

I diskusjonen om "menneskelig feil" er det viktig å huske at "menneskelig feil" ikke er en årsak, men et resultat av andre faktorer som dårlig design, dårlig planlegging og dårlige prosedyrer (Reason, 2000). All menneskelig oppførsel påvirkes av konteksten den oppstår i, og operatører i høyteknologiske systemer er ofte fastslått i utformingen av automatiseringen de bruker. Derfor kan det være mer nøyaktig å merke en operatørfeil som en feilaktig system- eller grensesnittdesign i stedet. Et eksempel på dette er en studie av 27 kollisjoner mellom tilhørende skip og offshoreanlegg i Nordsjøen (Sandhåland, Oltedal, & Eid, 2015). Studien identifiserte at feil på grunn av redusert våkenhet og



feiloppfatninger av de tekniske automatiseringssystemene dukket opp som det viktigste grunnlaget for kollisjon.

Helge Ingstad er et godt eksempel på menneskelig feil ulykke. Den 8. november 2018 kolliderte KNM Helge Ingstad med tankskipet Sola TS utenfor Stureterminalen i Hjeltefjorden. Helge Ingstad hadde AIS i passiv modus, det vil si at de ikke sender ut AIS signal til andre fartøy. I denne ulykken skjedde det menneskelige feil ved flere steder. Kystsentralen sendte ikke ut informasjon til Sola TS om at Helge Ingstad var i området, selv om HI hadde sagt ifra til kystsentralen. I forkant av ulykken kontaktet Sola TS, HI og sa at de måtte mot styrbord ellers ville de kollidere. HI misforstå og trodde det var en av de tre andre fartøyene i nærheten, da de trodde Sola TS ikke var et fartøy, men heller en landkonstruksjon. I tillegg drev HI med opplæring av to av mannskapet på broen og oppmerksomheten var ikke god nok. HI innså ikke før det var for sent at lysene de seilet mot var et skip. Ulykken førte likevel til at flere sikkerhetstiltak ble forslått, slik at en slik situasjon ikke skulle oppstå igjen (SHT & SHF, 2019).

Automatisering og autonomisering av menneskelige prosesser forventes å redusere antall ulykker innen skipsfarten i dag. Likevel vil det menneskelige elementet ikke forsvinne. Det vil skifte fra skip til land, der den eksterne operatøren eksisterer og hvor programvareutformingen og oppdateringer finner sted. Man må også anta at nye type ulykker eller hendelser vil oppstå på grunn av introduksjon av ny teknologi og mer automatisering (Tam, 2018). Noen eksempler på disse kan man se i bildet under:

< Examples of Potential New Risk Factors against Maritime Safety >

No.	Risk Factor	Example
1	Rise of cyber security threats	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Hacker attacks to abduct ship or hijack cargo</li> <li>· Leakage of sensitive information on cargo and customer</li> </ul>
2	Failure of equipment or device	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Failure of ship due to failure of key operation systems including propulsion system</li> <li>· Failure of information and communication system required for autonomous operation such as failure of communication</li> </ul>
3	Error or distortion of information	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Distortion of information communicated with on-shore control center including information on ship operation</li> </ul>
4	Difficulty of recognizing accident	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Failure or delay of on-shore ship operator to recognize the occurrence of accident</li> </ul>
5	Challenge of cargo management	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Safety-related problems such as cargo being set on fire without seafarer on board</li> </ul>
6	Threat against port security	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Weaponization of autonomous ships</li> </ul>

#### 2.4.5 Pirat og terror

I fremtiden kan årsaker til ulykker som har vært minimale eller som ikke er anerkjent som viktige risikofaktorer, også skille seg ut. Spesielt er cybersikkerhet anerkjent som en av forutsetningene for å muliggjøre praktisk drift av autonome skip. Det skal forstås at autonome skip utstyrt med samme eller lignende system kan utsettes for trusler mot cybersikkerhet samtidig. Autonome skip kan skape endringer i mønstrene for pirat-, terror- og kriminelle virksomheter. Tilfeller av menneskelig tap, inkludert gisselsituasjoner og kidnapping av pirater og væpnede ran, kan reduseres. Men forsøk på å bortføre selve skipet mot verdifull last kan øke på grunn av fravær av mannskap. Det er også den iboende risikoen for at autonome skip kan misbrukes for kriminalitet som transport av ulovlig last inkludert våpen og narkotika. Dermed kan den eksisterende prosedyren for toll, immigrasjon og karantene sentrert mot mennesker vise seg å være ineffektiv for autonome skip. Tekniske og institusjonelle tiltak bør oppstå for å styrke havnesikkerheten ved å utvikle nye inspeksjonsmekanismer eller endre inspeksjonsstedet om nødvendig (Tam, 2018).

Det mest alvorlige problemet med autonome skip kan være sikkerhet mot piratangrep. Det kan være et fysisk angrep slik de skjer nå i noen deler av verden, men enda viktigere elektroniske angrep, der pirat-hakere kan overta kontrollen over skipet som er ubemannet eller bemannet bare med lite mannskap. Det ser ut til at fysisk angrep på ubemannet skip ikke er veldig realistisk, fordi ubemannet skip kan konstrueres uten lett tilgjengelige åpninger og i slike skip har pirater svært begrensede måter å komme inn på. Formålet med fysisk angrep er vanligvis å få løsepenger. Et annet tilfelle ville være når pirater overtar kontrollen over skipet elektronisk. I slike tilfeller kan skipet dirigeres til visse havner, åpnes, losses og dyrt gods fjernes. Løsepenger i slike tilfeller er kanskje ikke hovedformålet med angrepet, men heller verdien av lasten. I tabellen under fra Tam, K vurdering av cyber risiko, kan man se angriperes belønning sammenlignet med skipets grad av autonomi og hvor lett det er å utnytte (Tam, 2018).

TABLE I  
TIERS OF SHIP AUTONOMY, ATTACKER REWARD, AND *EoE* BASED ON SAE AND MACRA DEFINITIONS.

	SAE-Based Ship Autonomy	Attacker Reward	Ease-of-Exploit
Tier 1	Minimal crew required and for most, if not all, ship operations.	Little to no value for the attacker. Minimal impact.	Nation State: Advanced Persistent threats, requires nation-level resources.
Tier 2	Partial automation with local crew for simple tasks, e.g. advanced auto pilot.	Small value to attacker.	Corporate: Advanced level attacks requiring considerable resources.
Tier 3	Conditional autonomy, potential interventions by crew.	Average to moderate value for the attacker.	Professional: Moderate level of attack with significant resource investments.
Tier 4	High autonomy, mostly self-running. Local/off-shore crew rarely required.	Valuable to attacker and third parties.	Basic Attack: Minimal skills or resources used.
Tier 5	Complete autonomous ship operations in all potential settings.	Extremely valuable to most players, large-scale or significant impacts.	Little to no skill needed, often uses pre-made exploits (i.e., script kiddies).

Figur 12 Angriperers belønning basert på skipets autonomi (Tam, 2018) s31

Autonomi reduserer antall innebygde navigasjonssystemer, tradisjonelt brukt til menneskelige operasjoner. Hvis antall systemer reduseres, reduseres angrepsområdet, mens fjernstyrte operasjoner i autonome skip øker alvorlighetsgraden og sannsynligheten for vellykkede utnyttelser (Tam, 2018).

#### 2.4.6 Sjøfolk yrket

Utviklingen av sjøfolkets yrke er sentralt i aspektet rundt sikkerhet og risiko, da opplæring, utdanning og erfaring vil ha mye å si for sikkerheten rundt autonome skip. Fremveksten av autonome skip har skapt bekymringer for nedgangen i antall sjøfolk og jobber. Imidlertid er det også forventet at autonome skip vil forbedre livskvaliteten til sjøfolk. Hvis skip blir kontrollert fra kysten, vil vanskeligheten ved å bo om bord i lang tid og risikoen for ulykker med tap eller skade på menneskeliv bli hindret. Samtidig kan arbeidere av høy kaliber utstyrt med ferdigheter for å operere autonome skip fra land kanskje ha høyere inntekt og bedre velferd. Det er klart at fremveksten av autonome skip vil vesentlig endre landskapet på jobber knyttet til sjøfolk. Det minimalt sikre bemanningsnivået vil sikkert bli redusert, og jobbene kan bli erstattet av AI og autonome systemer til å begynne med. Derfor vil operatører som er i stand til å manøvrere skipene fra land og støttet med relevant sertifisering bli etterspurt (Kobylinski, 2016).

I lys av det synkende antallet sjøfolk, vil det være viktig å utvikle kvalifikasjonsstandarder for operatører av autonome skip på land og tilby relevant opplæring og utdanning. Operatører må ha grunnleggende kunnskap om navigasjonssikkerhet, terrestrisk og kystnavigasjon, planlegging og gjennomføring av passasje og bestemmelse av posisjon,

navigasjonsutstyr, meteorologi og nød prosedyrer. I nødtilfeller ombord må operatører klart kunne gjenkjenne situasjonen og mobilisere grunnleggende ferdigheter og kunnskap for å kunne reagere på fare. Derfor bør de bli sertifisert under den internasjonale konvensjonen STCW om standarder for opplæring, sertifisering og vakthold for sjøfolk (*STCW- Standards of Training, Certification, and Watchkeeping*). Om nødvendig kan det være nødvendig å legge til nye kvalifikasjonsstandarder i STCW -konvensjonen eller ny kunnskap, forståelser og ferdigheter (Kobylnski, 2016).

Høy sikkerhet og minimert risiko vil være nødvendig for at autonome skip skal kunne bli en kommersiell realitet. Da spesielt innenfor aspekter som cybersikkerhet, opplæring, utdanning, teknologiske komponenter som kan fange opp miljøet rundt skipet og velfungerende systemer.

## **2.5 Antagelse 5**

*Det er nødvendig at den legale faktoren er på plass for at autonome skip skal bli en kommersiell realitet.*

Autonome skip kan ikke komme i drift kommersielt, før betydelige juridiske hindringer utvikles. Dette for eksempel at mangelen på mannskap om bord setter spørsmål om skipet kan være sjøsikkert. Dette er noe som må avklares, ellers risikerer rederne at de har et betydelig ansvar for eventuelle skader på eller tap av last. Det nautiske unntak-forsvaret i Haag-Visby-reglene kan bli ineffektivt, med mindre SBO (shore based operator/ landoperatør) blir sett på som "skipsføreren" på fartøyet, og mangel på mannskap kan til og med forlate rederen uten forsikringsdekning (Carey, 2017). «*Haag-Visby-reglene har blitt ansett for å være et praktisk og rimelig kompromiss mellom vareeier- og rederinteressene. Transportøren fritas alltid for ansvar hvis det føres bevis for at tapet eller beskadigelsen av godset ikke skyldes feil eller forsømmelse av ham selv eller hans folk*» (Brækhus, 2021).

### 2.5.1 Convention of International Regulations for Preventing Collisions at Sea

Autonome skip kan ikke overholde regel 5 i COLREG, med mindre kravet om syn og hørsel blir oppfylt ved bruk av audiovisuelle metoder, altså videokameraer. Dette er i så fall noe som må bli godkjent av IMO. Videre må landoperatør være i stand til å reagere i

komplekse og skiftende situasjoner. Med mindre det autonome skipet kan opprettholde ordentlig utkikk og reagere på potensielle kollisjonssituasjoner med minst samme ferdighetsnivå og intuisjon som en erfaren sjøfarer, må COLREG endres for å tillate autonome skip å operere lovlig (Carey, 2017). Sjøretten gir skipsføreren et betydelig ansvar. Hvem eller hvor ansvaret blir tildelt, og i hvilken sammenheng eller omstendighet, må derfor gjøres klart. Landoperatør kan finne seg utsatt ikke bare for krav om sivilt ansvar, men straffeforfølgelse hvis loven anser at de er ``skipsføreren`` ved det autonome fartøyet (IMO, 2021).

### 2.5.2 Ansvarshold

På samme måte som andre ubemannede kjøretøy, forventes det at autonome skip vil føre til et skifte i ansvarsstrukturen for ulykker. Sjøretten gir skipsføreren et stort ansvar. Det er sannsynlig at produsenters og leverandørers ansvar for autonome skip vil øke relativitet med konvensjonelt bemannede skip. Imidlertid kan det være en utfordring å finne ut hvem som skal klandres på grunn av årsaker, inkludert endring av skip og unnlatelse av å oppdatere autonome driftssystemer i tide. Spesielt å sette rimelige kriterier og omfang for ansvar mellom reder og produsent, og en passende sikkerhetsstruktur for forsikringsdekning, for eksempel hvem som skal erstatte og utøve retten til erstatning, vil være spesielt vanskelige spørsmål å besvare. I den forbindelse bør synspunkter fra flere interessenter drøftes for å vurdere den offentlige fordelene av å imøtekomme autonome skip (Carey, 2017).

Andre spørsmål som burde drøftes inkluderer om det er hensiktsmessig å opprettholde redernes ansvarsbegrensningssystem for autonome skip i lys av høyere skipspris, forskjellig ansvarsstruktur og påfølgende utfordringer. Det kan være verdt å vurdere å vedta det obligatoriske forsikringssystemet etter visse internasjonale maritime konvensjoner, inkludert den internasjonale konvensjonen om sivilt ansvar for skader på bunkeroljeforurensning, internasjonale konvensjoner om fjerning av vrak og saken om autonome skip i flere land. Under kan man se forskjellen på skipets sikkerhet og sjøfarer sikkerhet i henhold til forskjellen på konvensjonelle skip og autonome skip. Ved konvensjonelle skip er skipets sikkerhet direkte knyttet til sjøfarers sikkerhet, er skipet i fare er også sjøfarer i fare. Ved autonome skip er skipets sikkerhet separat fra sjøfarersikkerhet, da landoperatør sitter på land og skipet er ubemannet. Det som derimot er i fare er omgivelsene rundt, selve skipet og kargo.

### < Separation of Ship Safety and Seafarer Safety >

Conventional (Manned) Ships	Autonomous (Unmanned) Ships
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ship safety is directly related with seafarer safety.</li> <li>• Upon maritime accidents, not only ship safety but also seafarer safety on board are threatened.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ship safety is separated from seafarer safety.</li> <li>• Even when maritime accidents result in property loss including ships and cargo, safety of humans including operators on shore is secured.               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Desirable in terms of saving lives, but concerns of moral hazards in the case of collision with other (manned) ships exist.</li> </ul> </li> </ul>

*Figur 13 Skipets sikkerhet og sjøfarers sikkerhet hos konvensjonelle og autonome skip (Yoon, 2018) s34*

#### 2.5.3 Internasjonal maritim organisasjon

IMO tar sikte på å integrere nye og fremskrittsteknologier i sine reguleringsrammer, som skal balansere fordelene fra nye fremskrittsteknologier mot sikkerhet og sikkerhetshensyn, innvirkningen på miljøet og på tilrettelegging for internasjonal handel, potensielle kostnader for industrien og deres innvirkning på personell, både om bord og i land. IMO ønsker å sikre at regelverket for autonome skip holder tritt med den teknologiske utviklingen som er i rask utvikling. De har nylig fullført en regulatorisk omfangsøvelse på autonome skip som var designet for å vurdere eksisterende IMO - instrumenter for å se hvordan de kan gjelde for skip med ulik grad av automatisering. Resultatet fremhever en rekke høyt prioriterte spørsmål, som går over flere instrumenter, som må behandles på politisk nivå for å bestemme fremtidig arbeid.

Disse involverer utvikling av autonome skips, terminologi og definisjoner, inkludert en internasjonalt avtalt definisjon av autonome skip og klargjøring av betydningen av begrepet "skipsfører", "mannskap" eller "ansvarlig person", spesielt i grader tre (fjernstyrt skip) og fire (fullt autonomt skip). Andre sentrale spørsmål inkluderte å ta opp funksjonelle og operasjonelle krav til fjernkontrollstasjonen og mulig utpekning av en landoperatør som sjøfarende. Derimot er det få som vil være landoperatør om de blir pålagt fullt ansvar for det autonome skipet de opererer (IMO, 2021).

#### 2.5.4 Maritim sikkerhetskomite

Maritim sikkerhetskomité (MSC) behandler alle spørsmål knyttet til maritim sikkerhet som faller innenfor IMO's virkeområde, og dekker både passasjerskip og alle typer lasteskip. Dette inkluderer oppdatering av SOLAS-konvensjonen (*Safety of lives at sea*) og relaterte koder, for eksempel de som dekker farlig gods, livreddende apparater og brannsikkerhetssystemer. MSC behandler også spørsmål om menneskelige elementer, inkludert endringer i STCW -konvensjonen om opplæring og sertifisering av sjøfolk. MSC har et bredt spekter av spørsmål på sin nåværende agenda, inkludert målbaserte standarder, autonome fartøyer, piratkopiering og væpnet ran mot skip, cybersikkerhet, e-navigasjon og modernisering av Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS) (Sirwijaya, 2016).

#### 2.5.5 Endring av yrket

I alle juridiske rammeverk er "skip" definert som et bemannet objekt. Bemannede skip med noen autonome systemer faller inn under denne definisjonen. Imidlertid er det klart at fullt autonome skip ikke gjør det. Det gamle prinsippet om skipsfart var basert på antagelsen om at det fulle ansvaret for skipet til sjøs ligger hos skipsføreren som er ombord og er "den første etter Gud". Dette synet er allerede utfordret delvis med utviklingen av onlinekommunikasjon med rederikontoret på land som kan anbefale skipsføreren å foreta visse handlinger, selv om disse handlingene for tiden hovedsakelig gjelder kommersielle forhold som ikke påvirker teknisk drift av skipet som fortsatt er enslig skipsførers ansvar. Drift av autonome skip kontrollert fra landstasjonen la hele ansvaret for skipet til sjøs til denne stasjonen. Det er imidlertid tvilsomt om mannen ved kontrollen ved landkontoret kan vurderes som "kapteinen". Dette ville være det viktigste spørsmålet, aksept av denne endringen fra den konservative skipsverdenen ville måtte overvinne juridiske og følelsesmessige barrierer. Følelsesmessige barrierer mot innføring av autonome skip bør ikke avfeies lett. Som sagt før, skipsfartsverdenen er ganske konservativ og sjømannsyrket har høy selvtillit. Å forlate stillingen som skipsfører og erstatte den av en anonym kontrollør i landkontrollstasjonen kan betraktes som nedsettelse av yrket.

Dette kan forårsake negative følelser mot introduksjon av ubemannede skip. Å bytte ut aktivt mannskap på skip med minimalt mannskap for inspeksjoner og nødarbeid på kjedelige skift vil også nedsette yrkes attraktivitet. Et viktig spørsmål er også at gjeldende

regulering med hensyn til bemanning i den internasjonale STCW -konvensjonen (*Standards of Training, Certification and Watchkeeping*) må endres helt, noe som kan skape store protester fra fagforeningers side. Et annet problem som ikke er lett å løse er hvordan man implementerer de nåværende forskriftene om søk- og redningsaksjoner til sjøs for autonome skip. I henhold til gjeldende forskrifter er alle skip forpliktet til å delta i leteaksjoner til sjøs og redde mennesker i nød. Dette kan umulig ikke gjelde for autonome skip, da skipet ikke kan ta avgjørelser som involverer redning av menneskeliv. Når det heller ikke er mannskap ombord, er det heller ingen der for å hjelpe de som kommer ombord etter redning (Kobylnski, 2016).

Uansett viser det seg at det legale aspektet som inkluderer IMO, MSC og alle legale konvensjoner jobber mot en fremtid som inkluderer autonome skip. Noe som betyr at de legale faktorene til slutt vil komme frem til en løsning som fungerer for ubemannede autonome skip. Spørsmålet er hvor lang tid vil dette ta, man kan i dag se autonome skip som kommer på markedet, eksempelvis Yara Birkeland og Askos sjødroner. Dette viser at det legale aspektet må få forrang, slik at disse skipene til slutt kan tas i bruk autonomt og ubemannet. I bildet under kan man se at Yaras prosjekt med Yara Birkeland er positive til regelassjoner, da de ser på norske myndigheter som positive ovenfor utviklingen mot autonome skip, da det kan føre til reduksjon i CO2 utslipp.



Figur 14 Positive sider fra Yara Birkeland (Mannoy, Scchroder-Hinrichs, Fonseca, & Song, 2019) s37



### 2.5.6 Los

Obligatorisk losing gjør det autonome skipet ubetydelig i lastetransport hvis det ikke kan overholde eller unntas fra loslov i havnestatene der det forventes å operere. I de tidlige stadiene av autonome skipoperasjoner er det sannsynlig at internasjonale reiser bare vil bli utført mellom land som har avtalt bilateralt at skipene skal operere. Bilateralt er noe som omfatter to sider, eller i dette tilfellet to land. Men hvis autonom skipsfart skal utvikle seg utover slike spesifikke bilaterale ordninger, må det juridiske spørsmålet om hvordan ubemannede skip skal loses, eller unntas fra los, løses på et internasjonalt nivå.

Utvilsomt vil det oppstå mange flere problemer etter hvert som prosjekter utvikler seg, men hvis shippingindustrien ser kommersielle fordeler for autonome skip, vil det sannsynligvis bli funnet juridiske løsninger. Internasjonal havrett har vist seg å være fleksibel nok til å tilpasse seg teknologiske fremskritt tidligere, men om det er nok drivkraft for denne spesielle utviklingen gjenstår å se (Hoem, 2019).

## **3.0 Metode**

For å kunne svare på problemstillingen er man avhengige av å samle inn relevant data, dette er data eller empiri som på en eller annen måte observeres eller registreres. Det er viktig å merke seg at data ikke gjenspeiler virkeligheten da den er kompleks og det er umulig å registrere alt (Johannessen, Kristoffersen og Tufte 2009, 32).

### **3.1 Valg av metode**

Når det gjelder innsamlingsmetode av data står oppgaven ovenfor to valg: kvalitativ eller kvantitativ metode. Kvantitativ er forskning for å kartlegge at noe skjer, denne metoden brukes gjerne på et større utvalg via spørreskjema, og dataen oppnådd er tallbasert. Kvalitativ metode brukes derimot i forskning for å undersøke hvorfor noe skjer (Johannessen, Kristoffersen og Tufte 2009, 34).

I denne oppgaven er det valgt å ta utgangspunkt i kvalitativt undersøkelsesdesign. I problemstillingen skal det undersøkes hvilke faktorer som må være til stede eller utvikles før autonome skip kan nå et kommersielt nivå. I oppgaven er det valgt å dele teorien inn i fem antagelser for å hjelpe til å besvare problemstillingen:

- *Antagelse 1: Utvikling av havn og dens infrastruktur er uunngåelig for at autonome skip skal nå et kommersielt nivå.*
- *Antagelse 2: De høye investeringskostnadene vil være en barriere for aktørene i bransjen.*
- *Antagelse 3: Bærekraft er en faktor som gjør at autonome skip er mer attraktive enn konvensjonelle skip.*
- *Antagelse 4: Sikkerhet og risikominimering må være på plass for at autonome skip skal nå et kommersielt nivå.*
- *Antagelse 5: Det er nødvendig at den legale faktoren er på plass for at autonome skip skal nå et kommersielt nivå.*

For å belyse bransjens egne holdninger og meninger om autonome skip ville en kvantitativ undersøkelse bli for overfladisk. Det ble derfor mer hensiktsmessig å gjennomføre en kvalitativ undersøkelse med flere intervjuobjekt fra forskjellige steder i forsyningskjeden.

I den kvalitative delen av datainnsamlingen ble det gjennomført et dybdeintervju. Det ble utarbeidet 35 spørsmål hvor intervjuobjektene skulle drøfte autonome skips fremtid, samt hvilke utfordringer og muligheter knyttet til utviklingen innenfor de fem antagelsene i oppgaven. Alle intervjuobjektene hadde en sentral rolle i bransjens verdikjede, og svarene deres ville derfor ha en høy relevans for å besvare problemstillingen i oppgaven.

## **3.2 Kvalitativ undersøkelse**

### 3.2.1 Datainnsamling

I den kvalitative undersøkelsen er det tatt utgangspunkt i et utvalg hvor intervjuobjektene har en stilling hos en aktør i verdikjeden til shippingindustrien. Det ble valgt å foreta dybdeintervju, da intervjuobjektene har relevante erfaringer og meninger som er svært sentrale for å kunne besvare problemstillingen i oppgaven. Formålet med intervjuene var at intervjuobjektene skulle drøfte autonome skips fremtid, samt eventuelle muligheter og utfordringer ved implementering av denne teknologien.

Spørsmålene ble nøye utarbeidet og hadde utgangspunkt i det teoretiske stoffet som ble presentert tidligere i oppgaven. Fem av seks intervjuer ble gjennomført i person, mens ett

intervju ble gjennomført over teams da intervjuobjektet ikke var i Norge før i desember. To av intervjuene ble også sammensatt da intervjuobjektene kommer fra samme arbeidsplass og ikke hadde tid eller mulighet til å gjennomføre to forskjellige intervjuer. Dette var derimot ikke et problem da det førte til diskusjon og drøfting hos intervjuobjektene. Det ble estimert at intervjuene skulle ta omtrent 40 minutter og besvare, men opplevde at intervjuene for det meste varte rundt 1 time. Intervjuene ga samtykke til å bruke stillingstittel i oppgaven, resten av personlig informasjon har blitt anonymisert.

*Se vedlegg for intervjuguide.*

### 3.2.2 Utvalg

*«Når kvalitative metoder benyttes er formålet som regel å komme nært inn på personene som tilhører den målgruppen vi er interessert i å vite noe om» (Johannessen, Kristoffersen og Tufte 2009, 105).*

I oppgaven er det ønskelig å finne ut hvilke faktorer som må være til stede eller utvikles før autonome skip kan nå et kommersielt nivå. Det er derfor nødvendig å intervjuer mennesker som har relevant erfaring eller kunnskap innenfor shippingindustrien, ikke bare fra et felt, men flere forskjellige innad i bransjen. Det har derfor blitt en strategisk utvelging av intervjuobjekter, herav:

<i>Kaptein</i>
<i>Havnesjef</i>
<i>Teknisk sjef</i>
<i>Sustainability Manager</i>
<i>Sustainability Advisor</i>
<i>Country Manager Overseas</i>

### 3.2.3 Intervjugjennomføring

Før man skal gjennomføre et intervju må man bestemme hva slags intervju man skal gjennomføre, slik at man igjen kan tilrettelegge spørsmål, spørsmålenes rekkefølge og oppbygning. Det finnes fem forskjellige typer intervjuformer å velge mellom: Ustrukturert intervju, semi-strukturer, strukturert intervju, strukturert intervju med

fastsatte svaralternativer og gruppeintervju. I denne oppgaven er det valgt å gjennomføre et semi-strukturert intervju, hvor intervjuguide er fastsatt på forhånd, men man kan stille spørsmålene i forskjellig rekkefølge om det er ønskelig. Dette fordi det virker mest fornuftig å stille intervjuobjektene like spørsmål for å få svar på det som ønskes og avdekkes. I tillegg til å kunne skape en rolig og fin dialog med intervjuobjektene slik at de kan åpne seg og få tillit til intervjuer (Johannessen, Kristoffersen og Tufte 2009, 37). Intervjuene varte omtrent 30 minutter – 1 time og ble gjennomført ved arbeidsplassene til intervjuobjektene, bortsett fra ett intervju som ble gjennomført gjennom teams. Intervjuobjektene ble forsikret om at intervjuet var anonymt og at deres navn ikke ble oppgitt i oppgaven. Alle godtok at intervjuet ble tatt opp.

Det ble utarbeidet et sett med spørsmål basert på bakgrunn i kapitlene og teorien vist tidligere i oppgaven. Det ble derfor tatt kontakt med en tidligere kaptein, en country manager overseas, en sustainability manager, en sustainability advisor, en teknisk sjef ved havn og en havnesjef. Det ble spurt om samtykke til å besvare intervju spørsmålene. Noen ble kontaktet over telefon og noen person til person, forsker presenterte seg selv, hvilken problemstilling som var valgt og hva formålet med spørsmålene var. Det ble valgt ut 10 av 35 spørsmål, da svarene ved disse spørsmålene var mest nyttige og interessante for å drøfte forskningsspørsmål og besvare problemstillingen:

- *Hvor mange år tror du det tar før autonome skip er en kommersiell realitet?*
- *Hvilke faktorer tror du må være på plass eller er i veien før autonome skip kan bli en kommersiell realitet?*
- *Hvordan tror du logistikk aspektet vil bli påvirket av autonome skip for eksempel pålitelighet, effektivitet osv?*
- *Tror du det vil være kostnadseffektivt å investere i en autonom fremtid?*
- *Hvordan kan autonome skip være mer eller mindre bærekraftig etter din mening?*
- *Kan autonome feedere transport erstatte landtransport? Hvorfor?*
- *Tror du det vil skje flere eller mindre ulykker i henhold til autonome skip i forhold til konvensjonelle skip?*
- *Hvem tror du blir sittende med ansvaret om en ulykke skulle skje når både skipet og havnen er autonom?*
- *Hvis det legale aspektet får forgang, hvordan tror du det vil påvirke utviklingen av autonome skip?*

- *Tror du at autonome skip kan bli et mål for terrorgrupper eller annen kriminalitet og hvorfor?*

### 3.2.4 Transkribering av intervju

Transkribering vil si å overføre tekst fra muntlig til skriftlig form. I denne oppgaven var det å skrive tekst ut fra lydopptakene som ble tatt under intervjuene, dette ble gjort kort tid etter intervjuene var gjennomført. Alt som ble nevnt ble transkribert for å få med eventuelle oppfølgingsspørsmål som ble stilt under intervjuet, i tilfelle disse kunne påvirke informantens svar.

### 3.2.5 Funn

#### *Spørsmål 1: Hvor mange år tror du det tar før autonome skip er en kommersiell realitet?*

Intervjuobjektene virker å være enige i at autonome skip er til stede og vil til slutt nå et kommersielt nivå. Det var derimot noe uenighet i hvor lang tid dette vil ta, alt fra 5-50 år om ikke mer. Dette av flere grunner, en av disse er at to av intervjuobjektene (*kaptein og sustainability manager*) var noe pessimistiske og ikke helt kunne se for seg en helt autonom fremtid i shipping industrien, i hvert fall ikke i en nær fremtid og at tillitten ikke vil være til stede før om lang tid. Havnesjef og teknisk sjef var noe mer optimistiske, dette kan være av den grunn at de allerede arbeide med et autonomt prosjekt ved arbeidsplassen, som viser at denne teknologien er en nær tilgjengelig fremtid.

#### *Spørsmål 2: Hvilke faktorer tror du må være på plass eller er i veien før autonome skip kan bli en kommersiell realitet?*

Intervjuobjektene hadde mange meninger innenfor dette spørsmålet, men de alle var enige om at det juridiske var en sterk faktor som må være på plass før autonome skip kan nå et kommersielt nivå. Sustainability manager og Sustainability advisor nevnte også infrastruktur, da i havner. Havnesjef og teknisk sjef nevnte derimot ikke infrastruktur, men deteksjonsteknologi hos autonome skip, altså evnen til å oppdage flytende objekter i sjøen. I tillegg mente det at andre aktører må komme på banen og skape konkurranse i en etablert industri, som for eksempel Asko har gjort med sine sjødroner. Dette vil da

skape konkurranse hos kapitalsterke rederier som kanskje er litt tilbakeholdne i fremgangen av autonom teknologi. Kapteinen mente at systemet må være stabilt nok for at skipet skal kunne fjernstyres fra land, i tillegg til sikkerhet som han ser på som noe av det viktigste i utviklingen av autonome skip. Country manager overseas nevnte regelverk, men også den menneskelige faktoren, altså hva blir menneskets rolle i en slik prosess.

Spørsmål 3: Hvordan tror du logistikk aspektet vil bli påvirket av autonome skip for eksempel pålitelighet, effektivitet osv?

Her var de fleste av intervjuobjektene enige om at logistikkaspektet ville bli mer effektivt og pålitelig, den eneste var kapteinen som mente at det hele var mer risikabelt enn noe annet. Dette av den grunn at han ikke kunne se for seg en verden hvor autonome skip var ubemannende og at i et slik tilfelle ville være mer risikabelt. Sustainability advisor nevnte derimot at en slik autonom operasjon ville være enklere, hvor han nevnte eksempel fra lager som har implementert automasjons teknologi. Disse beviste at slike operasjoner var enklere enn tradisjonelle systemer. Havnesjef og teknisk sjef var enige om at operasjonen ville bli mer effektiv og pålitelig, men at de ville oppleve en høyere frekvens av skip, selv om de så for seg at skipene ville bli mindre enn konvensjonelle skip. De nevnte i tillegg at autonome skip ville hjelpe til å flytte frakt fra landeveien til sjøveien og hjelpe verden mot det grønne skiftet som vi står ovenfor i dag. De nevnte også et godt poeng om at hele operasjonen vil bli mer fleksibel, da man ikke lenger vil trenge å tenke like mye på arbeidstider, helger og helligdager. Country manager nevnte også dette med fleksibilitet, men hun understreket at vi fortsatt ikke kan kontrollere vær og vind, og dette vil fortsette å sette forsinkelser i en maritim operasjon.

Spørsmål 4: Tror du det vil være kostnadseffektivt å investere i en autonom fremtid?

Intervjuobjektene hadde mange forskjellige meninger ved dette spørsmålet. Sustainability manager mente at det var noe usikkert, selv om man mister mye av personalkostnadene, vil fremtidig arbeidskraft ha høyere utdanning og derfor være dyrere enn tradisjonelle ansatte. I tillegg så hun for seg at investeringer i slik teknologi vil være en stor kostnad for aktørene. Hun sa derimot at det kunne bli mer kostnadseffektivt etter hvert som autonome skip tas i bruk. Havnesjef og teknisk sjef så på det hele som en mer

effektivisering for aktørene enn at autonome skip ville være noe kostnadseffektivt, i hvert fall ikke i starten. Derimot mye mulig etter hvert som bensinpriser stiger og de så for seg at autonome skip vil gå på en mer grønnere energikilde som elektrisitet. Kapteinen nevnte likevel noen interessante poenger: «ja uten personell ville det være mer kostnadseffektivt, men hva med elementer som forsikring.» Som nevnt tidligere var han noe pessimistisk til autonome skip, da på grunn av sikkerhet og risiko, et autonomt skip er noe utestet og vil derfor være risikabelt, noe som antagelig vil speiles i forsikringen av autonome skip. Country manager overseas så absolutt for seg at autonome skip kan være kostnadseffektive.

Spørsmål 5: Hvordan kan autonome skip være mer eller mindre bærekraftig etter din mening?

Her var de fleste intervjuobjektene enige om at autonome skip ville være mer bærekraftig enn konvensjonelle skip, ikke bare fordi de så for seg at de fleste autonome skip ville bli skapt med forbehold om et annet drivstoff enn diesel og bensin, og heller elektrisitet. Meiningerne var også på grunn av det intervjuobjektene kaller optimal seiling. Teknisk sjef sa: mennesker har en tendens til å enten trykke for mye eller for lite på gassen. Dette viser at en maskin vil gjøre korrekte avgjørelser innenfor seiling, og oppnå det de kaller optimal seiling, hvor de vil skape en form for mer bærekraftig drivstoffbruk. Sustainability manager mente derimot at autonome skip ikke ville være noe hovedelement i det grønne skiftet, selv om hun var enig i at skipet kunne være mer bærekraftig enn konvensjonelle skip. I tillegg ville det være mer bærekraftig om frakt ble flyttet fra vei til sjø.

Spørsmål 6: Kan autonome feedere transport erstatte landtransport? Hvorfor?

Intervjuobjektene var enige om at autonome feedere eller sjødroner kunne erstatte landtransport i hvert fall så langt det går. Havnesjef nevnte også at disse autonome feederne ville fjerne ulempene ved en konvensjonell feeder og føre til en høyere frekvens. Country manager overseas sa også at man da ville slippe å tenke på dette med kjøretider hos lastebil sjåfører og at det ville være mer miljøvennlig enn landtransport.

Spørsmål 7: Tror du det vil skje flere eller mindre ulykker i henhold til autonome skip i forhold til konvensjonelle skip?

Intervjuobjektene var enige om at det ville bli færre ulykker og at menneskelige feil ville bli desidert mindre. Man vil fortsatt ha operatører som overvåker det hele og her kan det ennå oppstå menneskelige feil. Kapteinen nevnte derimot at ja det ville bli færre ulykker, men at når det oppstår en ulykke til sjøs kan konsekvensene antagelig bli mye større enn de er nå, da med tanke på miljøet. En oljetanker ville for eksempel ha store miljøeffekter om det havner i en ulykke som gjør at oljetankeren lekker olje på havet.

Spørsmål 8: Hvem tror du blir sittende med ansvaret om en ulykke skulle skje når både skipet og havnen er autonom?

Her er det en enighet om at eier eller reder vil sitte med ansvaret og flere tok opp eksempel som omhandlet Tesla og deres autonome teknologi hos bilene sine. Hvis du krasjer en Tesla er det ikke Tesla som sitter med ansvaret med eieren av bilen, uansett om man har brukt autopilot eller ikke. Sustainability manager og kapteinen kunne også se for seg en type forsamling som går gjennom sakene og plasserer ansvar hos de riktige aktørene.

Spørsmål 9: Hvis det legale aspektet får forrang, hvordan tror du det vil påvirke utviklingen av autonome skip?

Her var det noen uenigheter blant intervjuobjektene. Sustainability manager mente at det legale ville bevege seg i henhold til teknologien, altså når autonome skip var klare til å gå på sjøen vil det legale komme på plass. Havnesjef og teknisk sjef var helt enige om at det legale ville påvirke utviklingen, da dette var noe de selv ventet på. Kapteinen var også enig i dette. Country Manager Overseas gjorde et godt poeng og sa at det kommer an på utfallet av regelverket, men hun regnet med at dette var noe som både Norge og IMO vil skal skje. Derfor regner hun med at regelverket ikke vil gjøre det vanskeligere for utviklingen av autonome skip.



Spørsmål 10: Tror du at autonome skip kan bli et mål for terrorgrupper eller annen kriminalitet og hvorfor?

Intervjuobjektene var alle enige om at autonome skip kan bli et mål for pirater, spesielt ved verdifull last. Sustainability manager stiller derimot spørsmål ved om de vil klare å ta seg inn på et slikt skip og om de i så fall må tilegne seg mye kunnskap innen hacking. Terror var noe de ikke kunne se for seg, og at det ville være alt for vanskelig for terrorgrupper å gjennomføre. Derimot kunne kapteinen se for seg at autonome skip ble et mål for terrorgrupper, han nevnte ISPS og at vi fikk dette regelverket etter 9/11. Han kunne se for seg store konsekvenser om dette skulle skje, for eksempel ved å seile rett inn i infrastruktur. I tillegg kunne de senke eller eksplodere skipet på havet, noe som ville få store miljøkonsekvenser.

3.2.6 Styrker og svakheter ved kvalitativ undersøkelse

En kvalitativ undersøkelse er åpen og fleksibel, altså forsker velger ut intervjuobjekt, spørsmål og gjennomføringsmetode, og kan forandre spørsmålene og gjennomføringsmetode underveis om forsker har oppdaget feil som kan rettes på etter første gjennomførte intervju (Jacobsen, 2005). Selv opplevde jeg at noen av spørsmålene gikk mye inn på hverandre, slik at intervjuobjektene svarte på flere spørsmål. Da kuttet jeg ut spørsmålene siden de alt hadde svart på dem. Dataen som blir innsamlet struktureres i hovedsak etter at de er innsamlet under transkribering av intervjuene. Da har forsker mulighet til å se sammenkoblinger og uenigheter i svarene til intervjuobjektene. Kvalitativ undersøkelse er i forhold til kvantitativ undersøkelse lite teknisk og regelbunden bortsett fra når det kommer til beskyttelse av intervjuobjektens private informasjon (Jacobsen, 2005).

Det er relativt lett å hente ut informasjonen gjennom intervju, men metoden er ressurskrevende da det tar mye tid både å intervju, men også transkriberingen som kommer i etterkant. Informasjonen man oppnår gjennom dybdeintervjuene er relativt kompleks informasjon, og inneholder ofte mye meninger og synsing. Svarene kan bli svært generaliserende eller allmenne, og intervjuobjektene kan i stor grad påvirkes av spørsmålene og informasjonen forsker har samlet inn. Noen intervjuobjekt kan også oppføre seg på andre måter enn de ville gjort under andre omstendigheter. Det er derfor

svært viktig at forsker er saklig og ikke blander inn egne meninger under intervjudelen (Jacobsen, 2005)

## **4.0 Resultater**

### **4.1 Antagelse 1**

*Utvikling av havn og dens infrastruktur er uunngåelig for at autonome skip skal nå et kommersielt nivå.*

Havner tar i dag imot, flere skip om dagen i alle størrelser, dette spør så klart på hva slags havn, og havner kan i dag ta imot autonome skip uten for store utfordringer. Da ved hjelp av los og de vanlige systemene for lasting og lossing. Derimot om skipet er helt ubemannet hadde ikke havnen hatt mulighet til å ta imot skipet. Det kan derimot diskuteres om havnene effektivt kan ta imot autonome skip, da med tanke på sikkerhet, kostnadseffektivitet og optimal seiling. For at disse nye skipene skal kunne utnyttes optimalt, må havnenes infrastruktur forbedres. Det er ikke sannsynlig at disse skipene blir noe større enn hva dagens havner mottar, men at de blir mindre og ankommer med en høyere frekvens. Dette nevnte havnesjef og teknisk sjef i dybdeintervjuet. Det vil derfor være nødvendig å utvikle havnen slik at den effektivt kan ta imot en høyere frekvens av skip, i tillegg til at flere og flere av de vil være autonome.

Når det gjelder effektivitet og autonome skip blir det klart at dagens teknologi når det gjelder lasting, lossing, ankomst og avgang er utdatert. Hvis de da skal klare å utnytte alle fordeler autonome skip kan føre med seg. Noen av disse fordelene er som nevnt tidligere i oppgaven: sikkerhet, mindre risiko, effektivisering og kostnadseffektivt. Noen faktorer som må være til stede i en autonom havn er et landkontrollcenter, utbedring av roller, klare tiltak for risiko og sikkerhet, og til slutt utvikling av infrastruktur. Selv om automatiseringsprosessen antagelig vil føre til at antall ansatte minsker betraktelig, blir det klart gjennom IOTPEs analyse at store deler av havnearbeiderne ikke er negative til en automasjon av havnen. De tror ikke bare at denne teknologien vil øke sikkerheten, men også kontrollen og stabiliteten i havnen. I tillegg til havnens konkurransedyktighet og produksjon.

Dette støtter antagelsen om at utvikling av havn og infrastruktur er nødvendig for at autonome skip skal nå et kommersielt nivå. Man kan likevel se for seg at havner ville utviklet seg mot en automatisert fremtid uansett om autonome skip var på markedet eller ikke. Dette av den grunn at vi ser flere lager som for eksempel automatiserer noen av sine prosesser for å oppnå et mer effektivt lager. Derfor er kanskje ikke autonome skip nødvendig for at havner skal bli automatiserte, men heller andre veien.

Gjennom teori og dybdeintervju har det blitt klart at dette er en lang prosess, og at vi ikke vil se autonome skip på et kommersielt nivå før om 20-50 år. Dette er samtidig en fordel spesielt da for havner rundt om i verden. Derimot ser vi autonome skip på sjøen allerede i dag eller en form for autonom teknologi som betyr at vi muligens beveger oss fortere den veien enn vi tror. Når årene går og den industrielle revolusjonen vi nå står ovenfor utvikler seg mer og mer, kan havner sakte, men sikkert oppdatere og utvikle teknologien og infrastrukturen i havnen. Det vil si på en måte forberede havnen på en autonom fremtid. Når autonome skip da blir en kommersiell realitet vil havnene være klare for å ta imot skipene. Dette er noe man ser allerede da havner sakte, men sikkert implementerer noe automatiserings teknologi rundt om i verden.

Akkurat nå kan man se på det som en barriere at havner ikke er klare for autonome skip, men hvis vi ser på prosjekter som Asko og Yara har satt i gang kan man se en fremtid hvor autonome skip blir bygget og utviklet for forskjellige aktører. Disse aktørene vil mest sannsynlig gjøre som Asko og Yara, og utvikle skip og havn samtidig, slik at deres planlagte operasjon blir mest mulig effektivt og bærekraftig. Desto flere aktører som begynner å tenke på denne måten, desto flere havner vil bli utviklet til autonomt bruk og desto flere autonome skip vil oppstå som en effekt av dette.

## **4.2 Antagelse 2**

*De høye investeringskostnadene vil være en barriere for aktørene i bransjen.*

Denne antagelsen er fylt med mye usikkerhet, ikke bare gjennom teorien som er tatt i bruk, men også via dybdeintervjuene som er gjennomført. MUNIN skapte en økonomisk analyse av en sammenligning av et autonomt containerskip og et konvensjonelt containerskip, hvor man får et litt klarere bilde av kostnadene knyttet til det autonome skipet. I analysen ser man at alle kostnader knyttet til mannskap minker, ikke bare lønnskostnader, men da også penger spart når man ikke lenger trenger å bygge skip med

tanke på mannskap og deres sikkerhet. Noe som igjen gjør en innvirkning på drivstoffkostnadene. I tillegg vil skipet antagelig ha 20% mer plass til containere og på den måten øke inntekten per tur. Derimot vil kostnader knyttet vedlikehold av skipet øke, da det må gjennomføres på en høyere intervall med tanke på sikkerhet enn ved konvensjonelle skip.

Autonom teknologi er også en dyr investering, noe man helt klart vil merke i starten av denne industrielle revolusjonen, det er mye mulig at denne teknologien blir billigere desto mer av den som tas i bruk. Kostnadene til det autonome containerskipet i casescenarioet er 1.39 millioner dollar lavere enn det konvensjonelle containerskipet. Hvis dette var en sikker utregning, ville nok autonome skip absolutt være et populært valg for rederier og andre aktører. Derimot avslutter MUNIN analysen sin med å bemerke at dette absolutt ikke er en sikker sak, og at det er nesten umulig å vite om autonome skip blir billigere eller dyrere enn konvensjonelle skip før flere aktører investerer i autonome skip.

Kan man uansett regne med at prisen på skipet er like viktig for alle aktører? Vi beveger oss mot en grønnere fremtid, og dette med bærekraft blir desto viktigere. Et autonomt skip vil antagelig ses på som mer bærekraftig enn et konvensjonelt skip, det spørs så klart på hva slags drivstoff det autonome skipet bruker. Vi kan likevel se for oss at nye skip som blir skapt blir skapt med tanke på en grønnere fremtid. Hvis vi ser på en aktør som Asko, så har de valgt å autonomisere logistikk-kjeden sin. I dybdeintervjuet med havnesjef og teknisk sjef kom det frem at dette ikke er på grunn av kostnadseffektivitet, men av den grunn at de vil kunne si til kundene sine at de har en bærekraftig operasjon fra start til slutt. Noe som vil være et konkurransefortrinn for dem.

Derfor er kanskje ikke det økonomiske perspektivet en like sentral faktor for at autonome skip skal bli en kommersiell realitet. Heller er det mulig at ryktet autonome skip pådrar seg kan være en større faktor enn noe økonomisk. Likevel er vi et pengestyrte samfunn og det billigere valget har lenge vært det beste, noe som kan henge igjen selv om vi beveger oss mot en fremtid hvor bærekraft er en viktigere faktor enn kroner og øre.

### **4.3 Antagelse 3**

*Bærekraft er en faktor som gjør at autonome skip er mer attraktive enn konvensjonelle skip.*

Vi lever nå på en tid hvor bærekraft blir mer og mer viktig, samfunnet går over i det vi kaller det grønne skiftet. Her hvor alt skal bli mer bærekraftig, land og internasjonale organisasjoner setter krav til bransjer og land om å forandre seg. IMO er en av disse som har satt mål til shippingindustrien om 70% reduksjon i Co2 utslipp innen 2050. Dette betyr at alt som ses på som mer bærekraftig og som kan hjelpe å kutte CO2 utslippene til aktører vil være mer attraktivt enn noe annet.

Alle kan være enige om at sjøtransport er mer bærekraftig enn landtransport, da man kan transportere langt mer med et stort skip enn en trailer. Da er spørsmålet om autonome skip faktisk er mer bærekraftige enn konvensjonelle skip. I henhold til informasjon samlet fra kilder viser det seg at autonome skip bringer med seg flere fordeler, som for eksempel reduksjon av dumping fra skip, både når det gjelder plastikk, avfall og kloakk, siden skipet til slutt vil være ubemannet og uten folk ombord blir det ikke nødvendig med dumping av avfall når avfallet ikke blir produsert. I tillegg vil de nye skipene som blir skapt autonome antagelig ha bærekraft i tankene, så skipene vil mest sannsynlig ha drivstoffkilder som er elektriske eller at teknologien vil gjøre drivstoffbruket mer effektivt og bærekraftig.

Skipene vil i tillegg kunne oppnå det man kaller optimal seiling da det er en maskin som gjør avgjørelsene og seilingen vil ikke bli påvirket av menneskelige faktorer. I dybdeintervjuene svarte de fleste av intervjuobjektene at autonome skip blir mer bærekraftige enn konvensjonelle skip. Ikke bare fordi de kunne se for seg at disse skipene blir skapt med tanke på bærekraft, men også fordi disse skipene vil oppnå optimal seiling. Noe som betyr at autonome skip vil ha et bedre bruk av drivstoff enn konvensjonelle skip.

#### **4.4 Antagelse 4**

*Sikkerhet og risikominimering må være på plass for at autonome skip skal nå et kommersielt nivå.*

Sikkerhet og risiko er noe som er essensielt i alle bransjer, ofte på grunn av at mennesker er involvert på en eller annen måte, eller på grunn av risiko knyttet til miljø rundt bransjen. Sikkerhet er noe som er tatt svært alvorlig i shippingindustrien, og bransjen har utallige regelverk knyttet til sikkerhet ved mange forskjellige aspekter. Da for eksempel ved:

kargo, kjemikalier, miljø, mannskap og sikkerhet. Det er derfor bransjen har regelverk som SOLAS, MARPOL, ISPS og STCW.

Sikkerhet og risiko ved autonome skip vil antagelig være enda viktigere enn hos konvensjonelle skip. Dette av flere grunner, men teknologien er ny og knyttet til mye usikkerhet. Dessuten vil autonome skip ha noen elementer innenfor sikkerhet som er viktigere enn ved konvensjonelle skip, da spesielt cybersikkerhet. Konsekvensene ved en eventuell hacking kan være såpass store at systemet må være nærmest umulig å hacke. Man kan for eksempel se for seg at en terrorgruppe som får kontroll over et autonomt skip kan påføre store ødeleggelser.

Som skrevet tidligere er hovedårsaken til sjøulykker menneskelige feil, som faktisk er rundt 79% av sjøulykkene. Imidlertid er innføringen av autonome skip spådd å endre årsakene til sjøulykker. Autonome skip som når autonomnivå 3 og 4, forventes å redusere menneskelige feil siden de opereres uten sjøfolk om bord. Derimot vil grunnlaget for sjøulykker endre seg fra sjø til land, og det betyr ikke at man kan unngå menneskelige feil. Det vil fortsatt være mennesker som overvåker skipene, og av den grunn er det fortsatt muligheter for menneskelige feil.

I dybdeintervjuene kom det spesielt frem fra kapteinen at dette med sikkerhet var en av hans største bekymringer rundt autonome skip. Da spesielt på grunn av at hvis noe går galt er konsekvensene ekstremt store, og muligheten for å gripe inn er muligens mindre enn ved et konvensjonelt skip. Derimot er så klart risikoen for tap av menneskeliv mye mindre og en ulykke vil være mer skadelig for miljøet enn for mennesker når skipet ubemannet. Likevel når vi går inn i det grønne skiftet vil det å ta vare på miljøet rundt oss være svært viktig, så det vil antagelig være enda viktigere å vite at et autonomt skip kan operere sikkert på havet. Kapteinen var veldig usikker på om disse skipene ville klare å gjøre riktige avgjørelser ved for eksempel svært dårlig vær og høye bølger. Country Manager Overseas nevnte også at hvis pirater kan få tak i informasjonen om lasten skipet frakter, kan det hende at de velger å kapre et skip for verdifull last. Noe som igjen støtter teorien tidligere i oppgaven.

#### **4.5 Antagelse 5**

*Det er nødvendig at den legale faktoren er på plass for at autonome skip skal nå et kommersielt nivå.*

Når det gjelder det legale aspektet er det svært mange rammeverk som må forandres for bruk av autonome skip. Et av de store spørsmålene er hvor ansvaret skal ligge, akkurat nå ligger ansvaret hos skipsfører, men hvor skal det ligge ved autonome skip når det sitter en operatør ved land og overvåker skipet. Dette var et spørsmål som ble stilt under dybdeintervju, og de fleste var enige om at ansvaret måtte ligge hos eier av skipet. Derimot under dybdeintervju kunne både kaptein og sustainability manager se for seg en type forsamling som avgjorde hvor ansvaret lå ved en ulykke. I tillegg er det IMO som nå jobber med et rammeverk for autonome skip. Dette har vært et tema lenge, men i løpet av de neste årene vil vi antagelig se flere autonome skip skapt. IMO ønsker likevel å sikre at regelverket for autonome skip holder tritt med den teknologiske utviklingen som er i rask utvikling. Dette betyr at IMO må få fortgang i utvikling av nytt regelverk om de skal holde tritt med den teknologiske utviklingen.

Det er flere rammeverk som må utvikles ved autonome skip. Eksempelvis kan autonome skip ikke overholde regel 5 i COLREG, med mindre kravet om syn og hørsel blir oppfylt ved bruk av audiovisuelle metoder, altså videokameraer. Igjen er dette noe som må bli godkjent av IMO. SOLAS er en annen av disse rammeverkene, brannsikkerhet må forbli det samme, da de fleste brannsystemer allerede er automatiserte, men sikkerhetsbiten for mannskap kan utelates ved ubemannede skip.

I tillegg gir Sjøretten skipsføreren et stort ansvar. Det er sannsynlig at produsenters ansvar for autonome skip vil øke relativitet med konvensjonelle skip. Imidlertid kan det være en utfordring å finne ut hvem som skal klandres på grunn av årsaker, inkludert endring av skip og unnlatelse av å oppdatere autonome driftssystemer i tide. Dette er noe som er spesielt diskutert i teorien, hvem skal sitte på ansvaret om en ulykke skulle skje. Derimot i løpet av dybdeintervjuene kom flere av intervjuobjektene med eksempler rundt Tesla og deres autopilot. Hvis man krasjer en Tesla med autopilot er det fører eller Tesla som sitter med ansvaret. Åpenbart er det fører. Hvis man da snur det mot shippingindustrien er det da eier som vil sitte på ansvaret. Dette er noe som er umulig å svare på før rammeverket er fastsatt, men man kan lure på om det blir en fremtidig forsamling som går gjennom disse sakene og bestemmer ansvarsholder underveis frem til man kan sette et fast regelverk ut fra disse sakene. Det er for såvidt lovlig å teste autonome skip om man får tillatelse fra IMO og landet skipet skal testes i, men i bunn og grunn er den legale faktoren nå en barriere for autonome skip.

## 4.6 SWOT- analyse

Gjennom teori og kvalitativ analyse har det kommet frem mange forskjellige synspunkt om autonome skip. Disse har blitt plassert i en SWOT analyse for å vise styrker, svakheter, muligheter og trusler hos autonome skip. Det er helt klart at skipene fører med seg svært mange styrker og muligheter, og at dette viser en positiv fremtid når det kommer til om autonome skip kan nå et kommersielt nivå. Når det kommer til svakheter og trusler handler det mye om høye kostnader, frykt for hacking og pirater, og spesielt fraværende legalt rammeverk. I bunn og grunn har autonome skip muligheten til å revolusjonere shippingindustrien når det gjelder effektivitet, frekvens, informasjons-delning og tilgang, og planlegging.

<b>Styrker</b>	<b>Svakheter</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Pålitelig</li><li>• Effektivt</li><li>• Øker containerplass</li><li>• Senker driftskostnader</li><li>• Optimaliserer operasjonen til havs og havn</li><li>• Trenger ikke bygge alt som mannskap trenger på skipet.</li><li>• Direkte kommunikasjon med andre skip og havn</li><li>• Fjerner menneskelige feil</li><li>• Øker sikkerheten både til havn og sjøs.</li><li>• Bærekraftig</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Store opplæringskostnader</li><li>• Tar tid å oppgradere havns infrastruktur til å ta i mot autonome skip på en effektiv måte.</li><li>• Høye investeringskostnader</li><li>• Eksistere ikke et legalt rammeverk for dette ennå.</li><li>• Mange mister jobben</li></ul>
<b>Muligheter</b>	<b>Trusler</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Konkurransefortrinn</li><li>• Effektivisere skipsfarten</li><li>• Fornye infrastruktur</li><li>• Planleggingsfortrinn</li><li>• Mer kontroll over hele operasjonen.</li><li>• Big data og 5g.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pirater og terror</li><li>• Hacking</li><li>• En ulykke kan lage utfordringer for videre utvikling av autonome skip.</li><li>• Ikke alle typer skip kan bli autonome.</li><li>• Kan bli utkonkurrert av mer miljøvennlige skip.</li></ul>

Figur 15 Swot analyse



## **5.0 Konklusjon**

I denne oppgaven har jeg benyttet meg av 5 antagelser for å besvare problemstillingen i oppgaven, herav:

- *Hvilke faktorer må være til stede eller utvikles før autonome skip kan nå et kommersielt nivå?*

Antagelsene som er tatt i bruk er:

- Antagelse 1: Utvikling av havn og dens infrastruktur er uunngåelig for at autonome skip skal nå et kommersielt nivå.
- Antagelse 2: De høye investeringskostnadene vil være en barriere for aktørene i bransjen.
- Antagelse 3: Bærekraft er en faktor som gjør at autonome skip er mer attraktive enn konvensjonelle skip.
- Antagelse 4: Sikkerhet og risikominimering må være på plass for at autonome skip skal nå et kommersielt nivå.
- Antagelse 5: Det er nødvendig at den legale faktoren er på plass for at autonome skip skal nå et kommersielt nivå.

På bakgrunn av litteraturen i oppgaven samt funnene i den kvalitative delen har jeg kommet frem til at antagelse 1, 3, 4 og 5 er sentrale faktorer som må være til stede eller utvikles før autonome skip kan nå et kommersielt nivå. Da spesielt antagelse 4 og 5 er svært sentrale for autonome skip. Ut ifra litteraturen i oppgaven er kontinuerlig utvikling av havner rundt om i verden i samsvar med utviklingen av denne nye teknologien nødvendig for å kunne ta imot autonome skip på en sikker og effektiv måte. Automasjon og autonomi går hånd i hånd når det kommer til havn og autonome skip. Ikke bare med tanke på sikkerhet, men også for at shippingindustrien skal kunne høste fordelene fra bruk av autonome skip som effektivitet, enklere planlegging og pålitelighet.

En av disse fordelene er at autonome skip antageligvis er mer bærekraftige enn konvensjonelle skip. Noe som er tatt opp i antagelse 3 av oppgaven. Ut ifra litteraturen og den kvalitative delen er det flere bærekraftige fordeler som optimal seiling, mindre utslipp og dumping og elektrisk drivkraft. Dette gjør at autonome skip blir mer attraktive enn konvensjonelle skip.

Sikkerhet er en faktor som står sterkt i shippingindustrien og gjennom både litteraturen og den kvalitative delen kommer det sterkt frem at sikkerhet antagelig vil være viktigere hos autonome skip enn konvensjonelle skip. Dette av den grunn at teknologien er ny og konsekvensene kan være svært store om noe skulle gå galt. I tillegg kunne en stor ulykke sette utviklingen mot autonome skip tilbake flere år. Når skipene til slutt når det ubemannede nivået vil det føre med seg flere fordeler i henhold til økonomi, men også den menneskelige faktoren. Menneskelige feil man ser i dag vil utgå, men nye vil mest sannsynlig oppstå. Tap eller skade på menneskeliv på sjøen vil utgå, noe som kan skape et perspektiv om høyere sikkerhet og mindre risiko, men samtidig kan det oppstå nye ulykker som kan føre til større konsekvenser, da spesielt for miljøet.

Cybersikkerhet er noe det er et spesielt fokus på når det kommer til autonome skip, dette av den grunn at konsekvensene kan være svært store om noen skulle klare å hacke systemene knyttet til skipene. Dette spørs så klart hvilke grupper som hacker systemene, pirater, terrorister, aktivister eller annen kriminalitet. Hvis autonome skip skal nå et kommersielt nivå må systemene være «up to date» når det kommer til cybersikkerhet. I tillegg må skipet ha teknologi som gjør det mulig å oppdage flytende objekter i sjøen, regelmessige vedlikeholdstiltak og doble komponenter på skipet i tilfelle noe skulle bli ødelagt.

Den legale faktoren og sikkerhetsfaktoren går egentlig hånd i hånd, da mye av det legale handler om sikkerhet og lover og regler rundt dette aspektet. Dette fordi sikkerhet er såpass sentralt i shippingindustrien på grunn av mye risiko ved operasjoner både til sjøs og i havn. Antagelse 5 er den antagelsen som står mest sentralt i henhold til problemstillingen. Dette av den grunn at hvis det legale ikke utvikler seg i samsvar med teknologien blir det vanskelig å ta i bruk autonome skip. I den kvalitative delen når jeg intervjuet Havnesjef og Teknisk sjef kom det frem at de jobbet med et autonomt prosjekt i havnen deres, og at det legale var noe de spesielt ventet på, og så på som en barriere for øyeblikket. De forskjellige regelverkene som eksisterer for skip, må derfor utvikles mot autonome skip slik at dette ikke lenger er en barriere for aktører i bransjen.

Jeg kan derfor konkludere med at det legale er en av de viktigste faktorene som må utvikles for at autonome skip skal kunne nå et kommersielt nivå. Sikkerhet og havn er allikevel faktorer som er sentrale. Den bærekraftige faktoren er også viktig, men dette mer som en «gulrot» for aktører når de skal bygge nye skip. Grunnen til at jeg ikke ser på

økonomi som en sentral faktor i henhold til problemstillingen er at ut ifra litteraturen og den kvalitative delen viser det seg at bærekraft muligens har blitt viktigere enn hva prisen er i utviklingen mot det grønne skiftet.

## **6.0 utfordringer og kritikk**

### **6.1 utfordringer**

I prosessen av å skrive oppgaven har det vært spesielt utfordrende å skrive alene. Diskusjon og drøfting underveis i tidligere oppgaver har vært svært hjelpsomt for meg, og det å skrive alene har derfor vært veldig utfordrende. God planlegging, tidskjemaer og gode notater har vært svært hjelpsomt, men jeg har savnet diskusjonsdelen. I tillegg har det vært utfordrende å balansere oppgaveskriving og praksis i bedrift. Dette fordi jeg så klart vil lære og gjøre mest mulig ved bedriften, men samtidig skal jeg bruke 50% av tiden på oppgaven. Underveis har det nok mest blitt fokus på praksis enn selve oppgaven.

### **6.2 Kritikk**

I en bacheloroppgave er det mye som skal gjennomføres. Selv om studiet har gitt meg mye erfaringer med å skrive oppgaver, har jeg aldri skrevet en oppgave med et slikt omfang i løpet av studiet. Det er dermed flere ting jeg kunne tenke meg og gjort annerledes under prosessen.

#### **6.2.1 Problemstilling**

Når det kommer til problemstillingen startet jeg med en problemstilling som var for vid, noe jeg oppdaget når jeg kom til intervjudelen av oppgaven. Jeg fikk snevret den inn, men i etterkant ville jeg snevret den inn enda mer for å gå dypere inn på noen av faktorene i oppgaven.

#### **6.2.2 Valg av metode**

Jeg valgte å gjennomføre kvalitativ metode, men hvis jeg hadde hatt mer tid og kjennskap til mennesker i bransjen ville jeg gjennomført en kvantitativ undersøkelse i tillegg. Da

hadde jeg fått et bredere spekter av meninger og faktisk data som kunne brukes til å representere meningene i bransjen.

### 6.2.3 Intervjuguide og intervjugjennomføring

Underveis i intervjuene oppdaget jeg at flere av intervjuobjektene svarte på flere spørsmål når jeg stilte ett. Dette er noe jeg burde sett under utforming av intervjuguide, siden jeg nå ser at flere av spørsmålene går inn på hverandre. Jeg unnlot å stille de spørsmålene når jeg oppdaget at intervjuobjektene alt hadde svart på dem.

### 6.2.4 Videre forskning

Hvis jeg hadde hatt mer tid ville jeg gått dypere inn på spesielt havn og dens komponenter, i tillegg til det legale og sikkerhet. Da jeg synes disse temaene har vært svært interessante og de er såpass komplekse at det jeg har skrevet blir mer et overfladisk syn på det hele. Det kunne også vært interessant å forske på hvilke komponenter som gjør autonome skip annerledes fra konvensjonelle skip. I tillegg kunne jeg tenke meg å forske på folks tillit til autonom teknologi.

## 7.0 Litteraturliste

1. Johannessen, Kristoffersen og Tufte (2009) Samfunnsvitenskapelig metode. Abstrakt forlag. 6 utgave.
2. Asko. (2020). Asko og Norgesgruppen etablerer rederi. Tilgjengelig fra: <https://asko.no/nyhetsarkiv/asko-og-norgesgruppen-etablerer-rederi/>
3. Blees, J., Kemp, R., Maas, J., Mosselman, M., & May, Z. (2003). Barriers to entry .
4. Brouer, B. D., Karsten, C. V., & Pisinger. (2016). *Big Data optimization in maritime logistics*. Tilgjengelig fra: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-30265-2\\_14](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-30265-2_14)
5. Brækhus, S. (2021). Haag-Visby reglene. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/Haag-Visby-reglene>
6. Bø, E., & Grønland, S.E. (2014). *Moderne Transportlogistikk*. Bergen:
  - a. Fagbokforlaget.
7. Carey, L. (2017). All hands off deck? The legal barriers to autonomous ships. Tilgjengelig fra: <file:///H:/Downloads/SSRN-id3025882.pdf>

8. Dejongheere, L. (2017). Developments in the automation and remote operation of locks and bridges.
9. Dijk, T., Dorsser, H., Berg, R., Moonen, H., & Negenborn, R. (2019). Smart Ships and the changing maritime ecosystems. Tilgjengelig fra: <https://smartport.nl/wp-content/uploads/2019/04/SmartPort-whitepaper-SmartShipping.pdf>
10. European commission. (2020). Reducing emissions from the shipping sector. Tilgjengelig fra: [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/transport-emissions/reducing-emissions-shipping-sector\\_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/transport-emissions/reducing-emissions-shipping-sector_en)
11. Hoem, S. Å. (2019). The present and future risk assessment of MASS: A literature review. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/globalassets/project/hfc/sarepta/2019-hoem-the-present-and-future-of-risk-assessment-of-mass-a-literature-review-updated.pdf>
12. Hognes, S. E. (2017). Energi og klimaeffekter GCE Blue Maritime. Tilgjengelig fra: <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/2448361/Rapport%2bkartlegging%2bGCE%2bBlue%2bmaritime%2b-%2bEndelig%2b07%2b07%2b2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
13. IMO. (2020). Initial IMO GHG Strategy. Tilgjengelig fra: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Reducing-greenhouse-gas-emissions-from-ships.aspx>
14. IMO. (2021). Autonomous shipping. Tilgjengelig fra: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Autonomous-shipping.aspx>
15. IMO. (2021). *Outcome of the regulatory scoping exercise for the use of maritime autonomous surface ships (MASS)*. Tilgjengelig fra: [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/MediaCentre/PressBriefings/Documents/MSC.1-Circ.1638%20-%20Outcome%20Of%20The%20Regulatory%20Scoping%20ExerciseFor%20The%20Use%20Of%20Maritime%20Autonomous%20Surface%20Ships...%20\(Secretariat\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/MediaCentre/PressBriefings/Documents/MSC.1-Circ.1638%20-%20Outcome%20Of%20The%20Regulatory%20Scoping%20ExerciseFor%20The%20Use%20Of%20Maritime%20Autonomous%20Surface%20Ships...%20(Secretariat).pdf)
16. INFAS. (2021). International network of autonomous ships . Tilgjengelig fra: <http://www.autonomous-ship.org/>
17. Jacobsen, I. D. (2005). Induktivt og deduktivt design, metodevalg. (Jus) Tilgjengelig fra: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiP7r6P9Oj0AhWKjosKHY0vBFUQFnoECAoQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.uio.no%2Fstudier%2Femner%2Fjus%2Fafin%2FFINF4002%2Fv09%2Fundervisningsmateriale%2Fforelesn\\_280109\\_tranvik.ppt&usq=AOvVaw28FjknT4JYIAYq3l8aiku0](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiP7r6P9Oj0AhWKjosKHY0vBFUQFnoECAoQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.uio.no%2Fstudier%2Femner%2Fjus%2Fafin%2FFINF4002%2Fv09%2Fundervisningsmateriale%2Fforelesn_280109_tranvik.ppt&usq=AOvVaw28FjknT4JYIAYq3l8aiku0)
18. Karakaya, F., & Sthal, M. J. (1991). Entry barriers and market entry decisions .

19. Kobylinski, L. (2016). Marine Transport and the fourth industrial revolution. Tilgjengelig fra: <file:///H:/Downloads/Lech%20Kobyli%C5%84ski.pdf>
20. Kongsberg. (2020). Autonomous ship project, key facts about Yara Birkeland. Tilgjengelig fra: <https://www.kongsberg.com/no/maritime/support/themes/autonomous-ship-project-key-facts-about-yara-birkeland/>
21. Lervold, K. B. (2019). Fremtidsmuligheter i maritime næringer. Tilgjengelig fra: [https://www.nho.no/siteassets/analyse/fremtidsmuligheter-i-maritime-naringer\\_sintef-ocean-2019.pdf](https://www.nho.no/siteassets/analyse/fremtidsmuligheter-i-maritime-naringer_sintef-ocean-2019.pdf)
22. Leveson, N. G. (2012). Engineering a safer world.
23. Mannoy, A., Sc Schroder-Hinrichs, J., Fonseca, T., & Song, W. D. (2019). Transport 2040: Autonomous ships: a new paradigm for norwegian shipping-technology and transformation. Tilgjengelig fra: [https://www.researchgate.net/profile/Tiago-Fonseca-8/publication/338749987\\_Transport\\_2040\\_Autonomous\\_Ships\\_a\\_New\\_Paradigm\\_for\\_Norwegian\\_Shipping\\_-\\_Technology\\_and\\_Transformation/links/5e285ca0299bf15216744c1c/Transport-2040-Autonomous-Ships-a-New-Paradigm-for-Norwegian-Shipping-Technology-and-Transformation.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Tiago-Fonseca-8/publication/338749987_Transport_2040_Autonomous_Ships_a_New_Paradigm_for_Norwegian_Shipping_-_Technology_and_Transformation/links/5e285ca0299bf15216744c1c/Transport-2040-Autonomous-Ships-a-New-Paradigm-for-Norwegian-Shipping-Technology-and-Transformation.pdf)
24. MAS400. (2021). Mayflower autonomous ship. Tilgjengelig fra: <https://mas400.com/>
25. National Resaearch Council . (2014). Autonomy research for Civil Aviation: Towards a new era of flight. Tilgjengelig fra: [https://www.nap.edu/resource/18815/deps\\_144680.pdf](https://www.nap.edu/resource/18815/deps_144680.pdf)
26. Negenborn, R., Duinkerken, N., Chen, D. A., Kuipers, Kuipers , M. S., & Harmsen, A. J. (2018). Autonomous ships in the port of Rotterdam. Rapport av smartport.
27. NFAS. (2021). Autonomous ships. NFAS. Tilgjengelig fra: <https://nfas.autonomous-ship.org/?lang=no>
28. Porathe, T., Hoem, Å., Rødseth, Ø., & Johnsen, S. (2018). At least as safe as manned shipping? Autonomous shipping, safety and human error. Tilgjengelig fra: [https://www.researchgate.net/publication/328042940\\_At\\_least\\_as\\_safe\\_as\\_manned\\_shipping\\_Autonomous\\_shipping\\_safety\\_and\\_human\\_error](https://www.researchgate.net/publication/328042940_At_least_as_safe_as_manned_shipping_Autonomous_shipping_safety_and_human_error)
29. Porter, E. M. (1980). Competitive strategy: techniques for analyzing industries and competitors.
30. Reason, J. (2000). Human error: model and management. Tilgjengelig fra: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1117770/>
31. RINA. (2016). Future ships- smart for sure, unmanned maybe. Tilgjengelig fra: <https://www.rina.org.uk/res/SMART%20brochure%20PRINT%20v1.pdf>

32. Rolls royce. (2016). Autonomous ships: The next step. Tilgjengelig fra: <https://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/%20customers/marine/ship-intel/rr-ship-intel-aawa-8pg.pdf>
33. Rødseth, J. Ø., & Burmeister, C. H. (2015). New ship designs for autonomous vessels. Tilgjengelig fra: <http://www.unmanned-ship.org/munin/wp-content/uploads/2015/10/MUNIN-D10-2- New-Ship-Designs-for-Autonomous-Vessels-MRTK-final.pdf>
34. Sakhi, E. F., Allal, A. A., Mansouri, K., & Qbadou. (2021). A model of analyzing capacity of ports to accomodate autonomous ships using K-means cluster analysis: a case study . Tilgjengelig fra: <http://www.iotpe.com/IJTPE/IJTPE-2021/IJTPE-Issue47-Vol13-No2-Jun2021/11-IJTPE-Issue47-Vol13-No2-Jun2021-pp68-75.pdf>
35. Sandhåland, H., Oltedal, H., & Eid, J. (2015). Situation awarness in bridge operations- A study of collisions between attendant vessels and offshore facilities in the North sea. Tilgjengelig fra: [https://www.researchgate.net/publication/281437894\\_Situation\\_awareness\\_in\\_bridge\\_operations\\_-\\_A\\_study\\_of\\_collisions\\_between\\_attendant\\_vessels\\_and\\_offshore\\_facilities\\_in\\_the\\_North\\_Sea](https://www.researchgate.net/publication/281437894_Situation_awareness_in_bridge_operations_-_A_study_of_collisions_between_attendant_vessels_and_offshore_facilities_in_the_North_Sea)
36. SHT & SHF. (2019). Delrapport 1 om kollisjonen mellom fregatten KNM Helge ingstad og tankbåten Sola TS utenfor Stureterminalen i Hjeltefjorden. Tilgjengelig fra: <https://havarikommisjonen.no/Sjofart/Avgitte-rapporter/2019-08>
37. SINTEF & TCOMS. (2020). R&D Roadmap for smart & autonomous sea transport systems. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/contentassets/1005d8bd6f854f0aabb2ead2a207a1fc/rd-road-map-smart-autonomous-shipping.pdf>
38. Sirwijaya, R. (2016). Autonomous ships and entry barriers in the merchant shipping market. Tilgjengelig fra: [https://www.researchgate.net/profile/Rino-Sriwijaya/publication/325089301\\_Autonomous\\_Ships\\_and\\_Entry\\_Barriers\\_in\\_the\\_Merchant\\_Shipping\\_Market/links/5af58ee94585157136caf7ab/Autonomous-Ships-and-Entry-Barriers-in-the-Merchant-Shipping-Market.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rino-Sriwijaya/publication/325089301_Autonomous_Ships_and_Entry_Barriers_in_the_Merchant_Shipping_Market/links/5af58ee94585157136caf7ab/Autonomous-Ships-and-Entry-Barriers-in-the-Merchant-Shipping-Market.pdf)
39. Tam, K. (2018). Cyber risk assessment for autonomous ships . Tilgjengelig fra: <https://pearl.plymouth.ac.uk/bitstream/handle/10026.1/11245/PID5305125.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
40. Vadset, W. (2018). Wilhelmsen og Kongsberg samarbeider om autonom skipsfart. Tilgjengelig fra: <https://maritimt.com/nb/maritimt-magasin/wilhelmsen-og-kongsberg-samarbeider-om-autonom-skipsfart>
41. Yoon, I. (2018). Technology Assessment- Autonomous ships . Tilgjengelig fra: [https://www.researchgate.net/publication/328090361\\_Technology\\_Assessment\\_-\\_Autonomous\\_Ships](https://www.researchgate.net/publication/328090361_Technology_Assessment_-_Autonomous_Ships)

42. Ziajka-Poznanska, E., & Montewka, J. (2021). Cost benefits of autonomous shipping- a literature review. Tilgjengelig fra: <file:///H:/Downloads/applsci-11-04553.pdf>

## **8.0 Vedlegg**

### **- Intervjuguide**

- Har du noe kunnskap om autonome skip fra før av? Hvis ja, i så fall hva?
- Hvordan tror du fremtiden for shipping industrien ser ut når du tenker på tenker på autonom teknologi?
- Hvor mange år tror du det tar før autonome skip er en kommersiell realitet?
- Hvilke faktorer tror du må være på plass eller er i veien før autonome skip kan bli en kommersiell realitet?
- Hva tror du skjer med arbeidsmarkedet til sjøfolk når autonome skip blir en realitet?
- Hvordan tror du yrkene vil forandre seg og se ut når dette skjer?
- Vi er på vei inn i den fjerde industrielle revolusjon, tror du aktørene står ovenfor et valg om å forandre seg i henhold til revolusjonen eller forsvinne?
- Tror du rommet for å feile er mye mindre enn ved konvensjonelle skip?

### Operasjon, havne og logistikk prosessen

- I henhold til havnen, hva tror du må forbedres eller endres før autonome skip kan tas i bruk?
- Hvordan tror du logistikk aspektet vil bli påvirket av autonome skip for eksempel pålitelighet, effektivitet osv?
- I en mer autonom fremtid vil antagelig samarbeid mellom aktørene i den maritime forsyningskjede bli mer nødvendig for effektivt bruk av autonome teknologi, hvordan tror du de løser samarbeid og kommunikasjonsproblem?
- Hvordan kan havner forberede seg på en autonom fremtid?
- En full autonom operasjon kan føre med seg mange positive sider, hva kan noen av disse være?
- Tror du faste ruter og tider for autonome skip vil være en tilgjengelig fremtid?
- Tror du autonom teknologi i havnen vil føre til høyere effektivitet og sikkerhet?
- Det er en lang prosess å automatisere både havner og skip, hvor lang tid tror du det tar før vi sitter med fullt autonome havner?
- Ser du på det som et konkurransefortrinn å starte automatiseringsprosessen av havnene tidlig?
- Hvordan ser fremtidens yrke ut i havnen?

### Økonomiske endringer



- Tror du det vil være kostnadseffektivt å investere i en autonom fremtid?
- Autonome skip og teknologi vil antagelig være en dyr investering for aktørene i bransjen, tror du aktørene vil vente til autonom teknologi er mer velutviklet før de velger å investere?
- Hva tror du er forskjellen på kostnader når det gjelder autonome skip mot konvensjonelle skip? (bygge, opex og capex)

### Bærekraft

- Hvordan kan autonome skip være mer eller mindre bærekraftig etter din mening?
- IMO setter strenge krav til miljø i bransjen, hvordan tror du autonome skip kan hjelpe bransjen å nå disse målene?
- Kan autonome feedere transport erstatte landtransport? Hvorfor?
- Når autonome skip bygges er det mange komponenter som kan utelates fra skipet siden det skal være uten mannskap, hvordan tror du dette kan være mer bærekraftig?

### Risiko og sikkerhet

- Tror du det vil skje flere eller mindre ulykker i henhold til autonome skip i forhold til konvensjonelle skip?
- Tror du at autonome skip kan bli et mål for terrorgrupper eller annen kriminalitet og hvorfor?
- Hva tror du autonom teknologi og skip vil gjøre i henhold til sikkerhet, både om bord og i havn?
- Tror du menneskelige feil vil utgå? Og hva slags ulykker vil vi se isteden?
- Cybersikkerhet er et stort fokus rundt autonome skip, hva tror du er grunnen til dette?
- Hvem tror du blir sittende med ansvaret om en ulykke skulle skje når både skipet og havnen er autonom?
- 

### Legale aspektet

- Hvis det legale aspektet får forrang, hvordan tror du det vil påvirke utviklingen av autonome skip?
- Det nåværende regelverket er utdatert i henhold til fremtidig teknologi, hvilke aspekter burde IMO fokusere på når de setter opp det nye regelverket?
- Tror du at regelverk som SOLAS vil utgå for autonome skip da de ikke vil ha noe mannskap om bord?
- Hvor mange år før de har kommet frem til et regelverk som fungerer for autonome skip?

## Samtykkeskjema

### Vil du delta i forskningsprosjektet

*Hvilke faktorer må være til stede eller utvikles før autonome skip kan nå et kommersielt nivå?*

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å analysere hvilke faktorer må være til stede eller utvikles før autonome skip kan nå et kommersielt nivå. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

#### Formål

Formålet med studiet er å analysere hvordan autonome skip kan påvirke short sea shipping. Problemstillingen er: *Hvilke faktorer må være til stede eller utvikles før autonome skip kan nå et kommersielt nivå?* Dette er en bacheloroppgave ved NTNU Ålesund.

#### Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

NTNU er ansvarlig for prosjektet.

#### Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Utvalget er valgt ut ifra de forskjellige perspektivene det hadde vært interessant å få synspunktene til, da et utvalg fra folk som jobber i havn, med logistikk og transport eller på sjøen.

#### Hva innebærer det for deg å delta?

Det vil bli gjennomført et dybdeintervju, hvor jeg tar lydopptak av samtalen. Her vil du svare på noen spørsmål angående: navn, alder og yrke/arbeidsplass. Resten av spørsmålene vil være relatert til autonome skip og dine meninger. Lydopptaket vil bli slettet ved prosjektets slutt og informasjonen anonymisert.

**Det er frivillig å delta**  
Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke

Samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

### **Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger**

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

*De som vil ha tilgang til informasjonen jeg samler i dette prosjektet er meg: Kristine Kjellsen og veileder Jan Emblemsvåg ved NTNU Ålesund. Personlig informasjon som navn, telefonnummer, yrke, arbeidsplass og alder vil bli lagret på et dokument på min private datamaskin, som kun jeg har tilgang til.*

### **Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?**

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er 18.12.2021. Dataen anonymiseres og personlig informasjon slettes.

### **Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?**

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra *NTNU* har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

### **Dine rettigheter**

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å vite mer om eller benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- *NTNU* ved Jan Emblemsvåg, tlf: 48264515.
- Vårt personvernombud: Thomas Helgesen tlf: 93079038.

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost ([personverntjenester@nsd.no](mailto:personverntjenester@nsd.no)) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

*Prosjektansvarlig*  
Jan Emblemsvåg

*Eventuelt student*  
Kristine Kjellsen

---

-----

## **Samtykkeerklæring**

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet [*sett inn tittel*], og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i dybdeintervju

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

---

-----

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

