



Bacheloroppgave

PET600 Petroleumslogistikk og økonomi

Tittel:

Effektivisering og miljøvennlig bruk av sjøtransport:
sikkerhet og kvalitet på varer opprettholdt

Forfatter: Mathias Armand Moltu-Sperre

Totalt antall sider inkludert forsiden: 41

Molde, Innleveringsdato 31.05.23



Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.

Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:		
1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none">• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§16 og 36.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert, jf. høgskolens regler og konsekvenser for fusk og plagiat	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter høgskolens retningslinjer for behandling av saker om fusk	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	<input checked="" type="checkbox"/>

Personvern

Personopplysningsloven

Forskningsprosjekt som innebærer behandling av personopplysninger iht.
Personopplysningsloven skal meldes til Sikt for vurdering.

Har oppgaven vært vurdert av Sikt?

ja nei

- Hvis ja:

Referansenummer:

- Hvis nei:

Jeg/vi erklærer at oppgaven ikke omfattes av Personopplysningsloven:

Helseforskningsloven

Dersom prosjektet faller inn under Helseforskningsloven, skal det også søkes om
forhåndsgodkjenning fra Regionale komiteer for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk,
REK, i din region.

Har oppgaven vært til behandling hos REK?

ja nei

- Hvis ja:

Referansenummer:

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 15

Veileder:

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten (Åndsverkloven. §2).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage HiM med forfatter(ne)s godkjennelse.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved Høgskolen i Molde en vederlagsfri rett til å

gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

ja

nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja

nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja

nei

Dato:

Antall ord: 7854

Forord

Denne oppgaven er skrevet som en siste del av bachelorgraden under fagretning Petroleumsløstikk. Oppgaven underligger faget PET600 og teller 15 studiepoeng. Denne oppgaven er utarbeidet ved høgskolesenteret i Kristiansund, en underavdeling av høgskolen i Molde.

Temaet for denne oppgaven er sjølogistikk hvor en analyserer alternative metoder og framtidrettede metoder. Oppgaven er inspirert av faget PET500 (petroleumsløstikk) og har sterke tilknytninger til sentrale temaer i faget.

Gjennom en grundig og omfattende tilnærming til temaet vil oppgaven utforske og presentere viktige funn og konklusjoner. Ved å identifisere mulige fordeler, ulemper og utfordringer ved ulike metoder og teknologier, vil oppgaven bidra til å gi en helhetlig forståelse av sjøtransportens nåværende status og fremtidige retning.

Involverte parter i oppgaven:

- Høgskolen i Molde
- Student: Mathias Armand Moltu-Sperre
-

Sammendrag:

Bacheloroppgaven tar for seg en dypere analyse av logistikk som foregår til sjøs. Oppgaven tar for seg logistikkrelaterte metoder rundt hvordan dette foregår. Videre har oppgaven et særlig fokus på to sentrale aspekter vedrørende sjøtransport; informasjonsstyring og utviklingen av ny teknologi. Oppgaven tar også for seg bærekraft relatert til de to aspektene nevnt ovenfor.

Oppgaven består av tre deler hvor hver del har en sentral tilknytning rundt hva oppgaven prøver å finne svar på. Den første delen tar for seg grunnleggende litteraturgjennomgang. Den andre delen tar for seg metode som er benyttet og analyse av litteraturen som er samlet inn i den første delen av oppgaven. Den tredje delen vil vise til en konklusjon og resultatet som er produsert på bakgrunn av oppgaven som er gjennomført.

Del en: Litteraturgjennomgang av elementer relevant i forhold til miljø og effektivitet som foregår til sjøs, denne biten tar for seg utviklingen en har sett innenfor temaet og også hvilke muligheter som finnes for framtiden, og hvordan dette vil påvirke logistikk til sjøs. Delen presenterer teorier som vil bli analysert ved resultatbiten.

Del to: Tar for seg metode som er benyttet for å finne relevante svar/ informasjon rundt hva oppgaven spør etter. Metodebiten representerer forskningsspørsmålet oppgaven er bygd opp rundt: *Hvordan kan sjøtransport brukes mer effektivt og miljøvennlig, samtidig som sikkerheten og kvaliteten på varer opprettholdes?*

Del tre: Er et analytisk perspektiv på informasjonen som er tatt for seg i del en og del to, del tre er den avsluttende og den konklusive biten av oppgaven og vil presentere en rekke svar rundt hva oppgaven har forsøkt å svare på. Del tre tar for seg anbefalinger om hvordan sjøtransport kan foregå på en mer effektiv måte i motsetning til hvordan den har foregått og foregår i dag.

Abstract:

This bachelor's thesis focuses on a deeper analysis of maritime logistics. It explores logistics-related methods and emphasizes two key aspects of maritime transportation: information management and the development of new technologies. The thesis also addresses sustainability in relation to these two aspects.

The thesis consists of three parts, each aiming to provide answers to specific research questions. Part, one conducts a comprehensive literature review, examining the fundamental elements relevant to environmental considerations and efficiency in maritime operations. It explores the advancements observed in this field and identifies future possibilities that will impact maritime logistics. The section introduces theories that will be analyzed in the results section.

Part two describes the methodology employed to gather relevant information and answer the research question: How can maritime transportation be made more efficient and environmentally friendly while maintaining the safety and quality of goods?

Part three offers an analytical perspective on the information covered in parts one and two. It serves as the concluding section, presenting the findings and conclusions drawn from the research. Part three includes recommendations on how maritime transportation can be conducted more effectively compared to current practices.

Innhold

Innledning:	4
2 Litteraturgjennomgang.....	5
2.1 Sjøtransportens betydning for verdenshandelen.	5
2.1.1 Teknologi i dagens sjøtransport	6
2.1.2 Utdfordringer ved dagens sjøtransport.....	7
2.2 Industry 4.0	8
2.2.1 IoT- Internet of things.	9
2.2.2 Maersk IoT	9
2.2.4 Autonome skip	10
2.2.5 Blockchain-teknologi	11
2.3 En bærekraftig sjøtransport.....	12
2.3.1 Alternativt drivstoff.....	13
2.3.2 Hydrogen.....	15
2.3.3 Biodrivstoff.....	16
2.3.4 Elektrisitet.....	17
2.3.5 Atomkraft	18
3 Metode	19
3.1 Kvalitativ analyse.....	20
4 Resultater og analyse	20
4.1 IoT.....	20
4.2 AI (Kunstig intelligens).....	21
4.3 Blockchain-teknologi.....	21
4.4 Bærekraft (alternative drivstoffkilder)	22
4.4.1 Elektrisitet.....	22
4.4.2 Biodrivstoff.....	23
4.4.3 Hydrogen.....	26
4.4.4 Atomkraft	28
5 Diskusjon	30
6 Konklusjon.....	31
Kildehenvisning	33
Figurliste.....	35

Innledning:

Denne bacheloroppgaven omhandler sjøtransport og status for dette pr dags dato. Oppgaven tar for seg teknologiske fremskritt som er og blir forsket på, og hvordan disse vil spille en rolle for industrien i framtiden.

I en verden som stadig beveger seg raskere og mer intensivt, har sjøtransport vist seg å være en uunnværlig kjerne i den globale logistikkjeden. Denne industrien, som har et stort ansvar for å frakte varer og råmaterialer over alle verdenshav, har imidlertid stått overfor enorme utfordringer. Dette er i stor grad knyttet til bærekraft, sikkerhet og effektivitet. Det er her teknologiske fremskritt kommer inn, og gir oss muligheter for å se på sjøtransport i et nytt lys.

I denne oppgaven vil jeg ta for meg hvordan teknologien, med alle sine fremskritt, har begynt å endre sjøtransportindustrien. Jeg vil undersøke hvordan nye oppdagelser, innovasjoner og teknologier har begynt å adressere de viktigste utfordringene industrien står overfor, og hva det betyr for fremtiden. Jeg vil også se på hvordan disse fremskrittene ikke bare er i stand til å løse problemene, men også hvordan de har potensiale til å omdefinere industrien.

Spørsmålene som skal diskuteres er: Hvordan kan teknologiske fremskritt gjøre sjøtransport mer bærekraftig? Hvordan kan de forbedre sikkerheten til sjøtransport? Og, hvordan kan de forbedre effektiviteten i en industri som er under et konstant press for å levere stadig større kvantum, raskere, og mer kostnadseffektivt?

For å svare på disse spørsmålene vil jeg først gjennomgå den nåværende situasjonen i sjøtransportindustrien, før jeg dykker dypere ned i de teknologiske løsningene som er tilgjengelige, og hvordan de kan bidra til å forme fremtiden for sjøtransport.

Det er ingen tvil om at teknologien har mye å tilby sjøtransportindustrien. Men det er først når vi forstår hvordan disse fremskrittene kan påvirke alle aspektene av industrien - fra bærekraft, til sikkerhet, til effektivitet - at vi virkelig kan begynne å se konturene av fremtidens sjøtransport.

2 Litteraturgjennomgang

Litteraturgjennomgangen kan beskrives som del to av denne oppgaven og vil ta for seg relevant teori for å besvare problemstillingen. Her vil det fremstilles sentral informasjon som avansert teknologi, alternative drivstoff muligheter og hvordan disse vil ha/ har enn innvirkning for industrien i framtiden. Jeg vil også presentere målbare resultater som har hatt en positiv innvirkning på sektoren.

2.1 Sjøtransportens betydning for verdenshandelen.

Sjøtransport har lenge vært en hjørnestein i verdenshandelen og spiller en kritisk rolle i den globale økonomien. Ifølge United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD, 2022) håndterer sjøtransport omtrent 80% av det globale volumet av handelsvarer, noe som understreker hvor viktig det er. Med over 90% av verdens handelsvaretransport som skjer via sjøen, er havnene og skipsfarten sentrale elementer i den globale handelsinfrastrukturen

Denne transportformen er den mest kostnadseffektive måten å transportere store mengder varer over lange avstander. Dette er viktig for handel med bulkvarer som korn, mineraler og fossile brennstoff. I tillegg er sjøtransport avgjørende for den internasjonale handelen med produserte varer.

Sjøtransport er også av stor betydning for land med rikelig tilgang til hav og havner. For disse landene gir sjøtransport en effektiv vei til internasjonale markeder og mulighet til å utnytte deres komparative fortrinn (UNCTAD, 2022)

Den globale avhengigheten av sjøtransport har imidlertid også skapt betydelige utfordringer, spesielt i forhold til miljø og sikkerhet. For eksempel står sjøfart for rundt 2,9% av de globale klimagassutslippene, ifølge European Commission (Comission, 2018). Dette, kombinert med risiko forbundet med skipsulykker og marin forurensning, understreker behovet for å forbedre effektiviteten og miljøprestasjonen til sjøtransportsektoren.

I lys av dette, er det klart at sjøtransport er en unngåelig del av den globale økonomien. Samtidig fremhever dette behovet for å finne en balanse mellom det økonomiske behovet for sjøtransport og behovet for å minimere dens miljømessige og sikkerhetsmessige konsekvenser.

2.1.1 Teknologi i dagens sjøtransport

Sjølogistikk har historisk sett vært preget av manuelle og tidkrevende prosesser, men med inntoget av moderne teknologi er det skjedd betydelige endringer i bransjen. Flere nyvinninger har blitt tatt i bruk for å forbedre effektivitet, nøyaktighet og pålitelighet i sjøtransporten.

Digitalisering har også endret landskapet for sjøtransporten. Dette inkluderer bruk av datasystemer for lagerstyring og sporing av forsendelser, elektronisk dokumenthåndtering, samt bruk av nettbaserte plattformer for booking og administrasjon av transport (UNCTAD, 2022)

Bruken av automatisering har også økt i sjølogistikk, blant annet i form av automatiserte havner og lagerhåndteringssystemer. Eksempler på dette er bruken av automatiserte kraner for lasting og lossing av skip, samt automatiserte systemer for sortering og stuing av last.

Satellittnavigasjon og kommunikasjonssystemer, som det Globale Navigasjonssatellittsystemet (GNSS), har også blitt uunnværlige i moderne sjøfart, da det gir presis posisjonering og koordinering av skip i sanntid. (GSA, 2022)

Til tross for disse fremskrittene, er det imidlertid fortsatt mange utfordringer i sjøtransporten, inkludert behovet for ytterligere effektivisering og miljøforbedringer.

Verdt å nevne er at utviklingen og implementeringen av teknologi i sjølogistikken har betydelige implikasjoner både for sikkerhet og miljø. Fremtidig forskning vil følgelig være nødvendig for å vurdere effektene av teknologi på disse aspektene av sjøtransporten.

2.1.2 utfordringer ved dagens sjøtransport

Selv om sjølogistikk er et viktig element i den globale økonomien, står det overfor flere betydelige utfordringer.

En av de største utfordringene er den miljømessige påvirkningen fra sjøtransport. Ifølge Europe Commission står sjøfart for rundt 2,5% av de globale klimagassutslippene, noe som bidrar til global oppvarming og klimaendringer (Comission, 2018). Utslipp av svoveloksider og nitrogenoksider fra skipsmotorer bidrar også til luftforurensning og kan ha betydelig helsepåvirkning ved kystsamfunn.

Et annet problem er energieffektiviteten i sjøtransport. Tradisjonelle skip bruker fossilt drivstoff, hovedsakelig tungolje, som er preget av ett høyt energiutslipp og forurensner (Hasanspahić, 2020). Samtidig er det en utfordring å utvikle og iverksette alternative drivstoff og teknologier som kan redusere energiforbruket og utslippene fra sjøtransport.

Sikkerheten er også en pågående bekymring. Skipsulykker, lasttap og piratvirksomhet er alle risikoer i sjøtransporten. Dessuten kan dårlig vær og klimaendringer øke risikoen for ulykker. (Hasanspahić, 2020)

I tillegg til disse utfordringene, er det også logistiske utfordringer. Disse inkluderer behovet for bedre koordinering og planlegging av skipsruter, lastehåndtering og havneoperasjoner. Som et resultat er det et press for å implementere mer avanserte teknologier og systemer, inkludert kunstig intelligens og automatisering, for å forbedre effektiviteten i sjøtransport sektoren.

Til slutt, det er økende press for å imøtekomme økende etterspørsel fra global handel samtidig som en må opprettholde høy kvalitet og sikkerhet. Dette skaper et behov for kontinuerlig innovasjon og forbedring innen sjøtransport og logistikk. (UNCTAD, 2022)

Når vi skal ta for oss utfordringene knyttet til sjøtransport i henhold til teknologi vil det være viktig å ha et realistisk syn på hva som er relevant og mulig, derfor har jeg valgt å fokusere på metoder/ teknologiske fremstillinger som er relevante i dag og for nærmere framtid. Her har jeg valgt å presentere alternativer som allerede er tatt i bruk i praksis, og alternativer som anses som realistiske i nær framtid.

Ett av de viktigste spørsmålene for denne oppgaven i forhold til problemstillingen vil være «Hvordan kan sjøtransport effektiviseres?» Her er det flere mulige svar hvor det vil være av relevans å utforske flere grener innenfor hvordan denne sektoren kan effektiviseres. Jeg vil i hovedsak ta for meg teori rundt teknologi som kan være av relevans når en skal se på hvordan denne sektoren kan effektiviseres.

2.2 Industry 4.0

Når en skal ta for seg framtidig vekst i sjøtransport-industrien er industri 4.0 verdt å nevne, ettersom dette beskriver grunnlaget for den innoverende teknologien som vil forandre sektoren for alltid.

Den fjerde industrielle revolusjonen, ofte kalt Industri 4.0 er den nye industrielle revolusjonen som nå tar over løpet fra den tredje industrielle revolusjonen. I løpet av den tredje industrielle revolusjonen var vi vitne til framveksten av datamaskiner og en begynnende trend med maskinautomatisering. Industri 4.0 er en helt ny bølge av digital forvandling. Grunnet den eksplosive utviklingen av internett, smartenheter, evnen til å håndtere enorme mengder informasjon automatisk, framveksten av maskinlæring og kunstig intelligens, ser vi nå en digital revolusjon. (Donepudi, 2014)

Jeg vil nå ta for meg teknologiske fremskritt som er direkte knyttet til den fjerde industrielle revolusjonen og hvordan disse er av relevans for shipping-industrien i framtidige år.

2.2.1 IoT- Internet of things.

Internet of Things (IoT) i forbindelse med sjøtransport refererer til bruk av internett-tilkoblede enheter for å overvåke, administrere og effektivisere ulike aspekter ved shipping-industrien. IoT-teknologi kan være til stor hjelp for shipping-industrien. (Ahn Y-G, 2022) Her er ett eksempel på hvordan denne teknologien kan brukes i forbindelse med transport til sjøs:

2.2.2 Maersk IoT

Den danske sjøtransportbedriften Maersk har investert stort i Internet of Things (IoT)-teknologi for å optimalisere sine operasjoner. En av deres hovedfunksjoner er systemet for fjernstyring av containere (Reliability centered maintenance), som overvåker og sender data som temperatur og plassering for selskapets 300 000 kjølecontainere til skyen. Dette gir Maersk muligheten til å gripe inn raskt hvis ugunstige forhold oppdages, som for høye temperaturer, noe som kan være skadelig for blant annet en del næringsmidler, herunder kjølevarer/frysevarer som animalske produkter, frukt, grønnsaker med mer. (Le, 2017)

I tillegg har full synlighet i containerforholdene ledet til reduserte kostnader og tid brukt på inspeksjon ved ankomst, da RCM-data gir forsikring om at varene har blitt oppbevart under gode forhold under transporten. Disse innovasjonene er sentrale for Maersk, ettersom de forbedrer effektiviteten, reduserer kostnadene og øker kvaliteten på tjenestene de leverer. (Le, 2017)

2.2.3 Kunstig intelligens (AI)

Kunstig intelligens (AI) er i ferd med å gjøre dyptgående endringer i shipping-industrien, AI åpner for mer digitaliserte arbeidsoppgaver for sjøfolk, som systemstyring og overvåking av operasjoner, og bidrar til å skape samarbeidsmiljøer mellom mannskap, offiserer på land, og elektroniske systemer om bord på skip og ved landbaserte støtteanlegg.

Alt i alt, fra økt automatisering til utviklingen av autonome skip, står AI sentralt i den digitale transformasjonen av sjøtransport-industrien. Det vil være av interesse å følge utviklingen fremover, for å se hvordan AI og andre teknologier kommer til å forme den fremtidige sjøtransporten. (Yuki Ichimura, 2022)

AI er ett bredt emne som dekker flere bruksområder, nedenfor vil jeg ta for meg ulike bruksområder innenfor sjøtransport-industrien hvor AI kan spille en sentral rolle.

2.2.4 Autonome skip

Autonome skip representerer en ny æra innen maritim transport, og driver betydelig endring i bransjen. I stedet for å stole på menneskelig dømmekraft for navigasjon og drift, bruker autonome skip avansert teknologi, inkludert kunstig intelligens (AI), for å utføre disse oppgavene autonomt. (Yuki Ichimura, 2022)

Disse skipene er utstyrt med systemer som kan ta beslutninger og utføre handlinger selvstendig. For eksempel kan de manipulere skipet, justere kursen, og reagere på endrede forhold på sjøen, alt uten menneskelig inngrep. Både bemannede og ubemannede skip kan være autonome, avhengig av graden av autonomi og hvor sofistikert teknologien er.

Et eksempel på bruk av AI i autonome skip er det norskbygde Yara Birkeland, verdens første autonome og fullt elektriske containerskip. Skipet benytter avansert AI og Internet of Things (IoT)-teknologier for å navigere, overvåke systemene om bord og for å håndtere ulike driftsoppgaver. (Yuki Ichimura, 2022)

AI i autonome skip kan håndtere en rekke komplekse oppgaver. Fra navigasjon og ruteplanlegging, til overvåking av skipets tilstand og tilpasning til endringer i værforhold. Dette reduserer risikoen for menneskelige feil, forbedrer effektiviteten og sikkerheten, og kan potensielt redusere kostnadene ved sjøtransport. (Yuki Ichimura, 2022)

Jeg vil også vise til en artikkel i Sunnmørsposten den 27. mai 2023. Artikkelen omhandler føringsfartøyet «Eidsvaag Pioner» som nylig gjennomførte en autonom sjøreise. Mannskapet oppholdt seg i et kontrollsenter på land i Ålesund, mens skipet har seilt i farvannet utenfor Kristiansund og Aukra. Skipper og styrmann er fornøyd med testingen, og prosjektet har demonstrert en reell operasjon for et fartøy av denne typen. Skipet har lagt til og fra kai, beveget seg over en lengre strekning, samt unngått små og store hindringer i travelt farvann. Mannskapet om bord mener at det er fremtiden vi ser her. (Andersen, 2023)

2.2.5 Blockchain-teknologi

Blockchain-teknologi er en distribuert og desentralisert digital database som registrerer og verifiserer transaksjoner på en sikker og permanent måte. Dette er spesielt relevant for sjøtransportindustrien, som ofte er preget av komplekse transaksjoner, mange involverte parter, og behovet for høy grad av sporbarhet og transparens. (Gerakoudi-Ventouri, 2022)

Ved å benytte blockchain, kan alle transaksjoner og bevegelser av varer spores i sanntid og verifiseres av alle parter involvert i prosessen. Dette bidrar til å redusere sannsynligheten for feil og svindel, og gjør det lettere å løse eventuelle konflikter. Det gir også et mer transparent system der alle parter kan ha tillit til at informasjonen er korrekt og ikke tuklet med. (Gerakoudi-Ventouri, 2022)

Videre kan bruk av blockchain-teknologi føre til kostnadsreduksjoner og økt effektivitet i sjøtransport. Ved å eliminere behovet for mellommenn, kan dokumentverifisering fremskyndes og de administrative kostnadene reduseres. Bruk av smarte kontrakter - selveksekverende avtaler basert på forhåndsbestemte regler - kan ytterligere øke effektiviteten.

Blockchain kan også forbedre samarbeidet mellom de ulike aktørene i sjøtransport. Ved å gi alle parter lik tilgang til verifisert informasjon, kan blockchain bidra til å bygge tillit og fremme mer effektive samarbeid.

Når vi ser på det bredere teknologiske landskapet, er det tydelig at integrasjonen av kunstig intelligens (AI) og Internett av ting (IoT) med blockchain kan skape enda mer effektive og sikre sjøtransportsystemer. AI kan brukes til å analysere data fra blockchain for å predikere trender, optimalisere ruteplanlegging, eller oppdage uregelmessigheter som kan indikere feil. IoT-enheter, på den annen side, kan samle sanntidsdata om varer og skip under transport. Disse dataene kan deretter legges til i blockchain for å gi bedre sporbarhet og effektivitet. (Gerakoudi-Ventouri, 2022)

Kombinasjonen av blockchain, AI og IoT har potensial til å skape en mer effektiv, transparent og sikker sjøtransport-industri. Ved å bruke disse teknologiene sammen, kan vi forvente en fremtidig sjøtransportindustri som er langt mer digitalisert og automatisert enn det vi ser i dag. (Gerakoudi-Ventouri, 2022)

2.3 En bærekraftig sjøtransport

Moderne sjøtransport står overfor flere utfordringer enn noensinne tidligere. Som alle andre industrier må også den maritime sektoren tilpasse seg det moderne samfunnets behov og gjennomføre sine aktiviteter på en miljøvennlig måte. Kontinuerlig teknologisk utvikling og økt miljøbevissthet er de avgjørende faktorene for endringer i moderne skipsfart. En av hovedutfordringene for sjøtransporten er å implementere innovative løsninger for å beskytte det marine miljøet. (Hasanspahić, 2020)

Dette er imidlertid en betydelig utfordring ettersom det ofte er vanskelig å oppnå både miljømessige og økonomiske fordeler samtidig. Det er derfor avgjørende å anvende prinsippet om "vinn-vinn", som refererer til bærekraftig utvikling av sjøtransport.

Maritim handel har over det siste århundret stadig økt sin andel av verdenshandelen. Sjøtransport er fortsatt ryggraden i internasjonal handel og globalisering, og står for omtrent 90% av verdens

varehandel. Med skipsbygging som har nådd rekordhøye nivåer i de siste årene, kontinuerlige forbedringer i teknologi og flåteeffektivitet, og med sjøtransport som en relativt kostnadseffektiv transportform forblir den svært konkurransedyktig sammenlignet med andre transportformer. (Hasanspahić, 2020)

Likevel har det blitt tydelig at den maritime sektoren har betydelige miljømessige utfordringer, og er nå en av de største kildene til luftforurensning. Dette krever en mer bærekraftig tilnærming, og myndighetene har begynt å innføre forskjellige reguleringer for å forberede det marine miljøet for fremtidige generasjoner. Det er nå et mål å introdusere endringer på skip og i sjøhavner for å gjøre maritim transport og logistikk miljømessig bærekraftig. (Hasanspahić, 2020)

Det er tydelig at det er store utfordringer i å gjøre sjøtransport mer effektivt og miljøvennlig, samtidig som sikkerheten og kvaliteten på varer opprettholdes.

Videre vil jeg ta for meg teori relatert til hvordan denne sektoren kan bli mer miljøvennlig ettersom dette er en del av problemstillingen jeg utreder. Jeg vil ta for meg teknologiske nyvinninger, samt knytte dette opp mot hvordan sektoren kan effektiviseres uten at dette påvirker bærekraftig drift på en negativ måte.

2.3.1 Alternativt drivstoff

Sjøtransport står overfor en enorm utfordring: Hvordan kan det gjøres mer effektivt og miljøvennlig, mens sikkerheten og kvaliteten på varer opprettholdes? Svaret kan ligge i et skifte mot alternative drivstoff.

Til tross for sjøtransportens relative energieffektivitet, står sektoren for omtrent 2,8% av de globale CO₂-utslippene. Størsteparten av drivstoffet som brukes i dag, som marine diesellojler (MDO), tung fyringsolje (HFO) og marine gassoljer (MGO), er basert på fossil energi og bidrar vesentlig til klimagassutslipp og luftforurensning. Hvis vi fortsetter med dagens praksis, risikerer

en å se disse tallene stige, noe som kan ha skadelige konsekvenser for både klima, miljø og følgelig også livet på kloden vår.

I 2018 fastsatte International Maritime Organization (IMO) et langsiktig mål om å redusere klimagassutslippene fra sjøfart med 50% innen 2050, sammenlignet med 2008-nivåene. Dette markerer et viktig skritt fremover, men for å nå dette målet er det absolutt nødvendig at bransjen vurderer bruk av alternative drivstoff. (Law LC, 2020)

Disse alternativene, som inkluderer flytende naturgass (LNG), hydrogen, ammoniakk, metanol, biodrivstoff og elektrisitet, presenterer nye muligheter for å redusere sjøtransportens miljøavtrykk. Noen av disse teknologiene er allerede under utvikling og testing.

I tillegg til å vurdere drivstoffets direkte utslipp fra skipet, må en også se på hele drivstoffets syklus - fra produksjon til bruk og avhending. Dette perspektivet vil gi en mer nøyaktig vurdering av det totale miljøavtrykket til ulike drivstoffalternativer.

Selv om alternative drivstoff bringer med seg egne utfordringer, inkludert teknologiske barrierer, infrastrukturkrav og endrede operative prosedyrer, gir de også store muligheter. Ved å investere i og utvikle disse teknologiene, kan sjøtransportsektoren bidra til å redusere global oppvarming, forbedre luftkvaliteten, og skape en mer bærekraftig fremtid (Law LC, 2020)

Videre vil jeg ta for meg alternative drivstofftyper knyttet til å gjøre industrien mer bærekraftig. jeg vil ta for meg de mest realistiske formene for drivstoff, som en kan forvente å se i bruk i nærmeste framtid. Jeg vil også inkludere eksempler fra næringen for å illustrere potensialet de alternative drivstoffene kan ha innen sjøfarts sektoren.

2.3.2 Hydrogen

Hydrogen har potensiale til å revolusjonere sjøtransportindustrien. Gitt flere kilder til hydrogen, som vann, hydrokarboner og avfall, er det mange metoder for å produsere denne energikilden. Dagens to mest utbredte metoder er dampreforming, hvor varme og vanndamp brukes for å separere metanmolekyler i hydrogen og karbon, og elektrolyse, der elektrisitet benyttes for å splitte vannmolekyler i hydrogen og oksygen,

Hydrogen er også et bærekraftig alternativ til fossile drivstoff i sjøtransport, og kan potensielt bidra til betydelige reduksjoner i klimagassutslipp. Dette er spesielt relevant i lys av IMO's mål om å halvere klimagassutslippene fra sjøfart innen 2050. Ved å ta i bruk hydrogen som drivstoff i skipsfarten, kan vi ta et stort skritt i retning av dette målet. (Ustolin F, 2022)

Men det er ikke nok å bare se på utslippene som skjer ved bruk av drivstoffet om bord i skipene. For å få et fullstendig bilde av det totale miljøavtrykket til hydrogen, må vi også vurdere utslippene som oppstår gjennom hele drivstoffets syklus, fra produksjon til bruk og avhending. Hvis vi ser på hele denne prosessen, er det tydelig at hydrogen, spesielt «grønt» hydrogen produsert gjennom fornybar elektrolyse, har et betydelig lavere miljøavtrykk enn dagens fossile drivstoff. (Ustolin F, 2022)

Bruk av hydrogen i sjøtransport kan også bidra til forbedret luftkvalitet. Ved forbrenning produserer hydrogen kun vann, noe som betyr null utslipp av skadelige luftforurensninger som svoveloksid, nitrogenoksid og partikler. Dette kan ha betydelige fordeler for folkehelsen, spesielt i tettbebygde havnebyer hvor skip ofte ligger ved kai. Et annet eksempel er cruisebåttrafikken i norske fjorder, for eksempel i Geiranger, der utslipp fra båtene noen ganger har vært så ille at hele fjorden og dalen har vært «tåkelagt». I Geiranger har de tatt grep for å begrense dette problemet.

I tillegg til miljøfordelene, kan hydrogen også bidra til forbedret energieffektivitet i sjøtransport. Brenselceller, som konverterer hydrogen direkte til elektrisitet, har potensielt høyere energieffektivitet enn konvensjonelle forbrenningsmotorer. Dette kan resultere i lavere drivstofforbruk og dermed lavere driftskostnader.

Til tross for disse fordelene, finnes det også utfordringer knyttet til bruk av hydrogen i sjøtransport. For det første er infrastrukturen for produksjon, distribusjon og lagring av hydrogen fortsatt under utvikling. For det andre har hydrogen lavere energitetthet per volumenhet enn konvensjonelle drivstoff, noe som kan kreve større lagringsplass om bord i skip. Det er også teknologiske og sikkerhetsmessige utfordringer som må overvinnes. (Ustolin F, 2022)

2.3.3 Biodrivstoff

Biobrensel kan klassifiseres i fire hoved-generasjoner basert på råstoffet som brukes til produksjonen. Første generasjons biobrensel kommer fra matavlinger, men dette er kontroversielt grunnet mulig konkurranse med matproduksjon og uklarhet rundt deres miljøprestasjon. Andre generasjonens biobrensel, kjent som 2G biobrensel, lages fra ikke-mat biomasse, inkludert lingo-cellulose, avfall og rester. Disse biobrenslene har betydelig potensiale for sjøtransport, da de unngår konflikten mellom mat og drivstoff. Tredje generasjonens biobrensel kommer fra alger, men kommersiell bruk er fortsatt en utfordring på grunn av tekniske utfordringer. Den fjerde generasjonen biobrensel, som bruker genetisk modifiserte organismer og avlinger, er fortsatt i tidlig i utviklingsfasen.

Spesielt 2G biobrensel fremstår som det mest attraktive og tilgjengelige biobrenselalternativet for sjøtransportsektoren. Bulkfartøyene, som representerer en betydelig del av de totale CO₂-utslippene fra sjøtransport, kan dra spesiell nytte av 2G biobrensel for å nå utslippsreduksjonsmål. (Stathatou, 2022)

En spennende casestudie ble nylig utført ombord på et oseansk bulkfartøy, «Kira Oldendorff». I denne studien ble en 50/50-blanding av kommersielt tilgjengelig 2G biobrensel og marine gassolje (MGO) testet. Blandingen ble lagret i Singapore, og fartøyet seilte deretter til Las Palmas, Spania, mens utslippene ble nøye overvåket. Resultatene ble sammenlignet med utslipp fra brenning av lav-svovel marine gassolje på det samme fartøyet. (Stathatou, 2022)

Selv om det er tekniske og økonomiske utfordringer knyttet til bruk av biobrensel i sjøtransport, viser dette eksemplet at det er mulig å gjennomføre slike løsninger i praksis. Biobrensel, og spesielt 2G biobrensel, gir sjøtransportindustrien en lovende vei mot en mer bærekraftig fremtid. Dette vil bidra til å redusere sektorens klimagassutslipp og oppfylle internasjonale miljø- og klimareguleringer. (Stathatou, 2022)

2.3.4 Elektrisitet

Elektrisitet representerer et viktig skritt i retning av en mer bærekraftig og effektiv fremtid for sjøtransportsektoren. I en tid der global oppvarming og klimaendringer blir stadig mer presserende, kan elektrifisering av sjøtransport bidra til å redusere klimagassutslippene betydelig.

Elektriske skip produserer ingen direkte utslipp, noe som gjør dem til en nullutslippsløsning for sjøtransport. I tillegg, når de er koblet til en strømkilde som er skapt fra fornybare energikilder, bidrar de til en betydelig reduksjon i karbonavtrykket fra sjøtransportsektoren. For eksempel kan Yara Birkeland, et fullt elektrisk containerfartøy, potensielt erstatte rundt 40.000 diesebilreiser hvert år, noe som reduserer både NOX og CO2 utslipp. (Nur Najihah Abu Bakar, 2023)

Imidlertid er det økonomiske aspekter knyttet til implementeringen av denne teknologien som kan være mulige hindringer for utbredt adopsjon.

For det første krever utvikling og bygging av nødvendig infrastruktur, slik som for eksempel Cold Ironing (CI) anlegg, betydelige investeringer i havnene. Avhengig av omfanget kan disse kostnadene variere fra 300 000 USD til så mye som 4 millioner USD per kai. Disse utgiftene er knyttet til konstruksjonen av CI-fasiliteter samt oppgradering av eksisterende nettverksforbindelser, som kan inkludere bygging av nye transformatorstasjoner. (Bernaschi E., 2022)

2.3.5 Atomkraft

Atomkraft er en mulig løsning for å møte sjøtransportindustriens behov for å redusere karbonavtrykket og oppnå bærekraftige operasjoner. Ved å utnytte atomenergi kan en produsere ikke fossile drivstoff som hydrogen og hydrogenbaserte drivstoff som metanol og ammoniakk, som kan brukes til å drive skip. Disse drivstoffene har potensialet til å redusere utslippene betydelig sammenlignet med tradisjonelle fossile drivstoff. Atomenergi kan også støtte produksjon av bio-drivstoff ved å gi varme, elektrisitet og hydrogen.

Videre kan atomenergi brukes til å elektrifisere skip, enten gjennom bruk av mindre, modulære atomreaktorer om bord på skipene, eller ved å generere elektrisitet på land, og lagre denne elektrisiteten om bord i skipene i batterier. Dette kan være en løsning for kortere reiser hvor batterilagring kan være praktisk. Atomkraftverk kan også støtte produksjon av grønne kjemikalier i stor skala, som kan brukes som drivstoff for sjøtransportsektoren. Dette inkluderer grønt hydrogen, grønn ammoniakk og grønn metanol. (Rupsha Bhattacharyya, 2023)

Selv om atomkraft har potensiale til å bidra til avkarbonisering av sjøtransport, er det viktig å merke seg at atomkraft har sine egne miljømessige og sikkerhetsmessige utfordringer. Disse inkluderer håndtering av radioaktivt avfall, risikoen for atomulykker og behovet for sikker lagring og transport av atommaterialer. En ulykke på et atomdrevet skip kan ha katastrofale konsekvenser.

Atomkraft har også tekniske og økonomiske utfordringer som må overvinnes. Dette inkluderer høye oppstartskostnader, tekniske utfordringer med å designe skip for å bruke atomenergi eller alternative drivstoff produsert med atomkraft, og reguleringsutfordringer. Til tross for disse utfordringene, kan atomkraft spille en nøkkelrolle i å bidra til å av-karbonisere sjøtransportsektoren, forutsatt at passende tekniske, økonomiske og regulatoriske løsninger er på sin plass. (Rupsha Bhattacharyya, 2023)

3 Metode

Metode kan beskrives som et verktøy som benyttes for å samle inn og behandle data under en studie/oppgave. Det finnes ulike typer metoder for hvilken type oppgave en har bestemt for å ta for seg. Type data man skal samle inn har betydning for hvilken metode man velger. Det er viktig å merke seg at metoden en benytter seg av må tilpasses problemstillingen en skal utrede.

I denne oppgaven er enhetene som blir studert tekstbaserte og baserer seg på hvordan sjøtransportsektoren kan bli en sektor preget av forbedret effektivitet, samtidig som bærekraft ivaretas.

Denne oppgaven har basert seg på ett kvalitativt oppsett og vil prøve å besvare problemstillingen gjennom en dypere analyse av litteraturen som er gjennomgått. Oppgaven prøver å drøfte fordeler og ulemper ved de ulike temaene tatt for seg i litteraturgjennomgangen, og vil komme med anbefalinger om hva som bør gjøres ut ifra nevnte gjennomgang.

3.1 Kvalitativ analyse

Kvalitativ analyse: forskningsspørsmålet ble utarbeidet på bakgrunn av at jeg ville ta for meg en kvalitativ analyse av litteraturen som er gjennomgått. Hensikten er at litteraturgjennomgangen skal gi et klarere bilde av hva som kan gjøres for å besvare problemstillingen: *Hvordan kan*

sjøtransport brukes mer effektivt og miljøvennlig, samtidig som sikkerheten og kvaliteten på varer opprettholdes?

4 Resultater og analyse

Resultat og analysebiten er basert på kildene jeg har benyttet for å skrive oppgaven, som er en kvalitativ studie, og vil presenteres på bakgrunn av dette. Ved denne tilnærmingen håper jeg å kunne levere innsikt i hvordan sjøtransport kan bli en mer effektiv og miljøvennlig sektor, samtidig som sikkerhet og kvalitet på varer opprettholdes.

Resultatoppnåelse med hensyn på effektivitet og sikkerhet er ikke spesielt godt målbart. Jeg har derfor valgt å gjøre dette ved å sammenligne fordeler og ulemper blant temaene gjennomgått i litteraturen. Resultater i forhold til miljømessige aspekter vil gjøres ved å se på målinger gjort for å vurdere om tiltaket er hensiktsmessig ut ifra et miljøperspektiv eller ei.

4.1 IoT

For en mer effektivisert sjøtransport har jeg utredet 4 teknologiske aspekter som jeg mener kan ha en uttelling for hvorvidt om sjøtransportsektoren kan bli en sektor preget av høyere effektivitet. Disse er tatt med i litteraturgjennomgangen, og er IoT (internet of things), kunstig intelligens (AI), autonome skip og blockchain-teknologi

For IoT ble Maersk nevnt som et eksempel i forhold til hvordan denne teknologien kan benyttes. Maersk benytter seg av et IoT for å overvåke temperatur på containere. Dette gjøres på en slik måte at dersom uregelmessigheter oppdages, kan de gripe inn raskest mulig. Dette bidrar til å redusere tidsbruk i forbindelse med inspeksjon av containere, og vil også bidra til å redusere tap, samt øke sikkerheten og kvaliteten på varer som transporteres. Dette viser hvordan IoT basert

teknologi kan være en medvirkende faktor når en skal svare på: hvordan kan effektiviteten ved sjøtransport øke, samt sikkerhet og kvalitet på varer opprettholdes.

4.2 AI (Kunstig intelligens)

I litteraturgjennomgangen nevnes også AI som en mulig teknologi for å øke effektiviteten i sektoren. AI kan ha flere bruksområder i sektoren og er ikke en begrenset form for teknologi. For eksempel kan AI benyttes i kombinasjon med andre teknologier nevnt under litteraturgjennomgangen. Autonome skip kan for eksempel lære fra teknologi basert på AI for å bli autonome, og dette viser at ulike teknologier kan bygge på hverandre. Med andre de ord; de er ikke eksklusive.

Som nevnt kan AI ha flere bruksområder. Ett bruksområde som direkte kan knyttes til min problemstilling, er bruk av AI i skadereduksjon. AI kan benyttes for å la skip automatisk reise gjennom farvann og oppdage mulige hindringer nær skipet, og unngå disse hindringene. AI har også muligheten til å foreta egne valg, og lærer kontinuerlig basert på hvor mye det benyttes. For eksempel, gunstige ruter, beste tidspunkt for minst mulig havmotstand med mer. (Arash Sepehri, 2022)

4.3 Blockchain-teknologi

I litteraturgjennomgangen nevnes også blockchain som en mulig katalysator for å øke effektivitet og sikkerhet for sjøtransportsektoren. Igjen kan Maersk nevnes som et eksempel på et selskap som har tatt i bruk blockchain-teknologi. Jeg vil nå se på hvordan dette påvirket selskapet, og analysere om dette kan være av interesse for sektoren i forhold til det problemstillingen spør etter. I 2018 lanserte Maersk sin egen blockchain-baserte plattform i et partnerskap med IBM kalt «Tradelens». Formålet med blockchainen var å redusere kostander og skape en kjede som er mer bærekraftig rettet, samt ivareta transparens blant sine brukere. (Park A, 2021)

Som et resultat av implementert blockchain-teknologi kan jeg vise til en reduksjon på 15% i kostnader for importører og eksportører i Mumbai. Det blir også nevnt i en analyse gjort av

Westergaard-Kabelmann 2019, at gjennomsnittlig tid for dokumenthåndtering ble betydelig redusert som et resultat av implementert blockchain-teknologi. (Park A, 2021)

Det er også viktig å merke seg at bruk av blockchain-teknologi vil resultere i økt bærekraft, noe som er av relevans. (Park A, 2021) En kan derfor si at blockchain-teknologi vil også ha verdi, ikke bare for effektivitet, men også det miljømessige aspektet problemstillingen har presentert.

4.4 Bærekraft (alternative drivstoffkilder)

I litteraturgjennomgangen ble det på den bærekraftige fronten gjennomgått alternative drivstoffkilder. Blant disse ble følgende gjennomgått: elektrisitet, hydrogen, atomkraft og biodrivstoff.

4.4.1 Elektrisitet

Jeg begynner med å utrede elektrisitet som energikilde. Gjennom litteraturen presentert i oppgaven kan en starte med å ta for seg skipet «Yara Birkeland» Dette er verdens første full elektriske og autonome skip med nullutslipp. (Yuki Ichimura, 2022)

Dette skipet kan direkte knyttes til det problemstillingen prøver å svare på, ettersom det er et nullutslipp skip, samtidig som det også er drevet av autonom teknologi. En illustrasjon av hvordan dette skipet besvarer problemstillingen kan bli gitt gjennom denne figuren:



Figur 1: (Rødseth, 2023)

Figuren tar for seg hvordan skipet reduserer kostnader, bidrar til ett mindre miljøavtrykk, samt hvordan effektivitet øker ved å benytte seg av autonom teknologi. Verdt å nevne er også at når et skip drives på denne måten elimineres sjansene for menneskelig feil. Dette vil være en viktig faktor når en skal svare på hvordan sikkerheten og kvaliteten på varer skal opprettholdes, som er en bit av det problemstillingen spør etter. (Rødseth, 2023)

Risikoen knyttet til bruk av autonome skip bør også fremheves. Med avansert teknologi og mindre bruk av menneskelige ressurser vil det være essensielt at systemet som benyttes sikres, så godt som mulig, mot cyberangrep. Et cyberangrep kan medføre betydelige økonomisk tap, både kortsiktig og langsiktig, og vil være hemmende for både effektivitet og sikkerhet innenfor sjøtransportsektoren. (Tam, 2018)

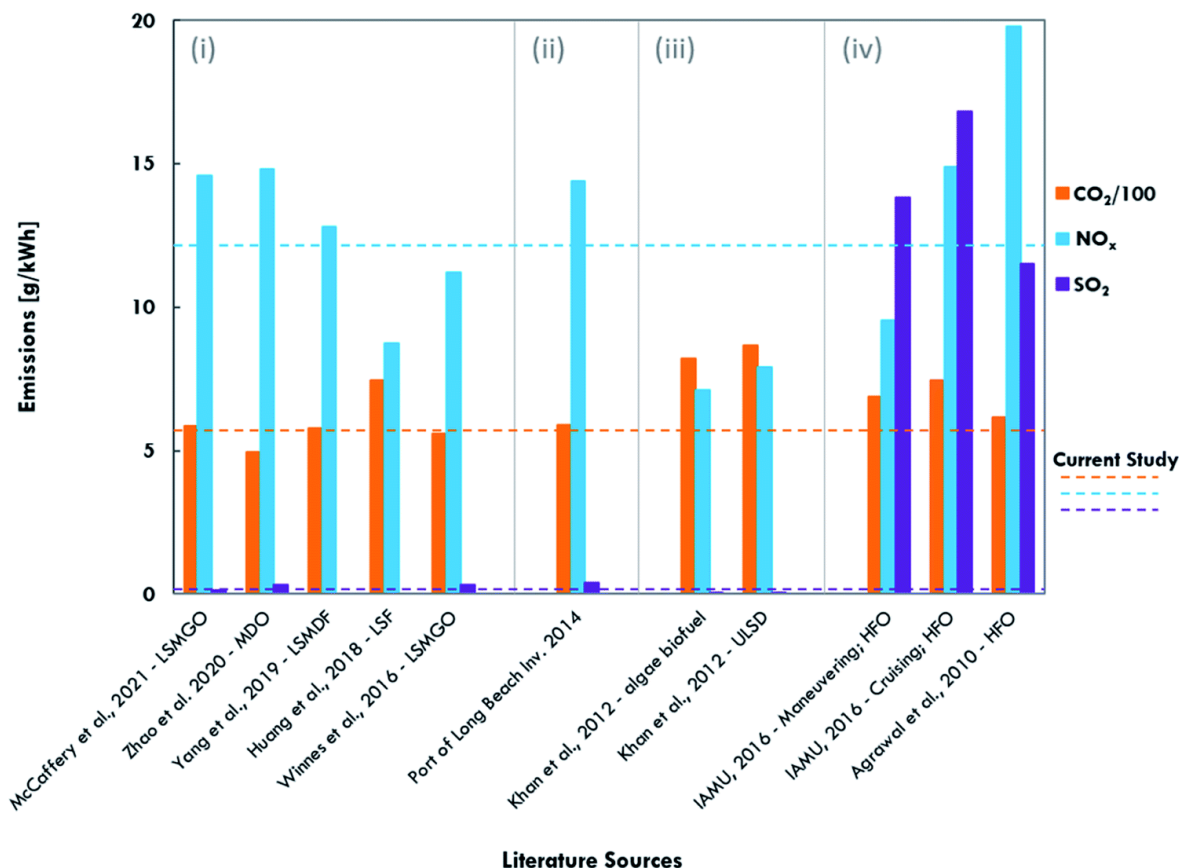
4.4.2 Biodrivstoff

Når en skal ta for seg alternative drivstoffmetoder og hvordan disse påvirker miljøet og effektiviteten ved sjøtransportsektoren er det hensiktsmessig å ta for seg resultater en har tilgang til å tolke dette i forhold til det problemstillingen spør etter. I litteraturgjennomgangen tok jeg for meg biodrivstoff som ett mulig alternativ for å redusere utslipp i sjøtransportsektoren. Her ble

skipet «Kira Oldendorff» nevnt, herunder hvordan dette skipet benytter seg av biodrivstoff i den hensikt å redusere klimaavtrykket i sjøtransportsektoren. Resultatene produsert fra skipets bruk av biodrivstoff vil presenteres her. Er biodrivstoff ett godt alternativ for å gjøre sektoren mer bærekraftig?

Casestudien jeg skal ta for meg benyttet seg av 2G biodrivstoff (andre generasjons biodrivstoff) og marin gass olje (MGO) en 50/50 blanding ved sitt forsøk i bruk av biodrivstoff.

Her vil jeg vise til en figur som illustrerer en sammenligning av ulike typer utslipp i forhold til andre drivstoff kilder, lavsvovel marin gassolje (LSMGO), og tung fyringsolje (HFO). Figuren viser utslippet fra 50/50 blandingen i forhold til utslippstypene CO₂, NO_X og SO₂. (Stathatou, 2022)



Figur 2: (Stathatou, 2022)

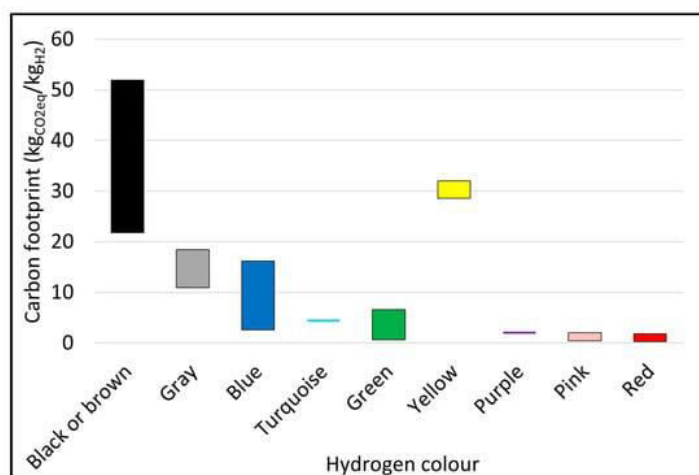
Ut ifra figuren kan en tolke at bioblandingen har reduksjoner ved de tre ulike formene for utslipp som er målt i forsøket (CO₂, NO_x, SO₂). En ser en reduksjon i CO₂ utslipp på opptil 34%, en reduksjon i NO_x på opptil 17%, og en betydelig reduksjon i SO₂ utslipp ved bruk av biodrivstoffet i motsetning til tradisjonelt drivstoff. (Stathatou, 2022)

Resultatene presentert i analysen viser hvordan biodrivstoff kan benyttes for å redusere miljøutslippet fra sjøtransportsektoren. Det er viktig å merke seg at dette er en analyse som baserer seg på 2. generasjons biodrivstoff. For framtidige bruksområder vil en kanskje se at nyere generasjoner biodrivstoff vil ha en større innvirkning på typer utslipp som er omfattet av denne analysen.

En kan også reflektere over resultatet presentert i denne analysen, og sammenligne dette med resultatet en så fra det elektriske skipet «Yara Birkeland». Kanskje kan en hevde at elektrisitet er et bedre alternativ enn biodrivstoff når det kommer til å redusere klimaavtrykket fra sektoren?

4.4.3 Hydrogen

Et annet alternativt drivstoff tatt for seg i litteraturgjennomgangen er hydrogen. Som nevnt i litteraturgjennomgangen har hydrogen et nullutslipp når det benyttes som drivstoff, men dette betyr ikke at hydrogen ikke kan ha en negativ innvirkning på miljøet. Det vil være av interesse å vite hvordan hydrogenet syntetiseres. Jeg vil derfor presentere karbonavtrykket for ulike former produserte hydrogenstoff, og hvilke som vil være av mest interesse for bærekraft og miljø i sektoren for framtiden. (Ustolin F, 2022)



Figur 3: (Ustolin F, 2022)

Ustolin F, 2022 beskriver ulike former for produksjon av hydrogen ved hjelp av fargekoder sett i figuren ovenfor. Her beskriver han en utslippsmåling som baserer seg på ulike fremstillingsmetoder av hydrogenet.

Figuren over viser karbonavtrykket for ulike produksjonsmetoder av hydrogen presentert gjennom farger. Den første fargen, svart, tar for seg produksjon av hydrogen ved bruk av kull, og representerer det høyeste nivået av CO₂ utslipp ved produksjonen av hydrogen. Ikke et spesielt godt alternativ med hensyn på å gjøre sektoren mer bærekraftig.

Den andre fargen, grå, viser til hydrogen produsert gjennom dampreforming av metan (naturgass) og er i dag den vanligste metoden for framstilling av hydrogen. Som en kan se fra figuren er denne metoden et mer bærekraftig alternativ enn «svart». (Ustolin F, 2022)

Blå fargekode representerer hydrogen produsert fra hydrogenet vist ved fargen «grå». Forskjellen ved disse to produksjonsmetodene er at denne tar for seg CCS (karbonfangst) og kan drastisk redusere karbonavtrykket ved denne fremstillingsmetoden. (Ustolin F, 2022)

Turkis representerer hydrogen produsert ved pyrolyse av metan, en prosess som produserer hydrogen og fast karbon, og gir ikke utslipp i form av CO₂. (Ustolin F, 2022)

Grønn representerer det som kan beskrives som grønt hydrogen og er en prosess for hydrogen fremstilles ved elektrolyse av vann ved bruk av elektrisitet fra fornybare kilder. (Ustolin F, 2022)

Denne metoden kan i forhold til min oppgave representere det mest bærekraftige alternativet når det er snakk om å gjøre sektoren mer miljøvennlig. Det som er viktig å merke seg ved denne produksjonsmetoden er hvordan elektrisiteten brukt til å produsere hydrogen er fremstilt. Som nevnt tidligere er det essensielt å ikke bare se på om hvorvidt drivstoffet som benyttes er miljøvennlig, men også hvordan drivstoffet produseres fra start til slutt.

Gul fargekode tar for seg hydrogen produsert på samme måte som en ser ved «grønt» hydrogen. Forskjellen ved fargen gul er at hydrogenets bærekraftige evne vil basere seg på hvordan

elektrisiteten som benyttes til fremstillingen av hydrogenet er produsert. Her kan en nevne at hvis et land med betydelig karbonintensitet under produksjon av elektrisitet tar for seg denne produksjonsmetoden, vil utslippene være av signifikans og det bærekraftige inntrykket vil som et resultat bli påvirket av dette. (Ustolin F, 2022)

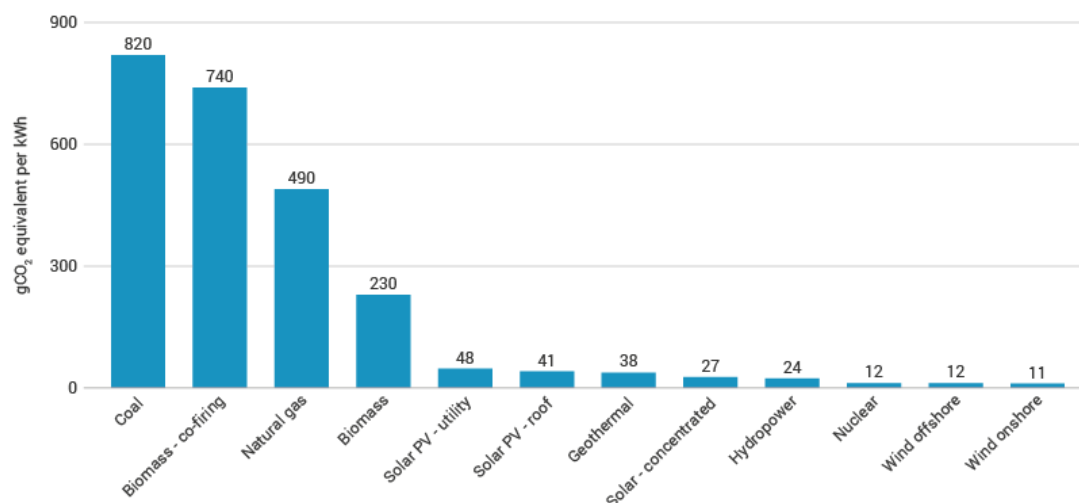
Lilla, rosa og rød fargekode presenterer en produksjonsmetode som tar for seg bruk av atomkraft for å produsere hydrogenet. Basert på figuren presentert i oppgaven ser dette ut som lovende metoder å produsere hydrogen på i forhold til utslipp. Men ut ifra en livssyklusanalyse utført av Antonio Valente et al, 2019, presterte metoden dårlig med tanke på fotavtrykket fra ikke-fornybar energi sammenlignet med dampreforming av metan. (Ustolin F, 2022)

Igjen kan en se hvor viktig det er å ta for seg hele kjeden til drivstoffkilden, og ikke utelukkende se på utslippet i siste ledd. Først da kan en danne seg et helhetsbilde på om prosessen er bærekraftig eller ei.

4.4.4 Atomkraft

Atomkraft er den siste alternative drivstoffkilden gjennomgått ved litteraturgjennomgangen. Tidligere i oppgaven, når en så på bruk av hydrogen som en alternativ mulighet til drivstoff, ble også atomkraft nevnt. Når en skal ta for seg atomkraft er det viktig å tenke på at atomkraft ikke nødvendigvis bare representerer energi i seg selv, men også en metode for produksjon av andre drivstoffer som kan være bærekraftige alternativer.

For å få ett inntrykk av hvor bærekraftig atomkraft er i motsetning til tradisjonelle drivstofftyper, kan jeg vise til denne figuren, som tar for seg karbonutslippet ved ulike typer energihøstekilder.



Figur 4: (World Nuclear Association , u.d.)

Kjernerkraftverk produserer ingen utslipp av drivhusgasser under drift, og i løpet av hele sin livssyklus produserer kjernerkraft omtrent like mye klimagassutslipp per enhet elektrisitet som vindkraft, og en tredjedel av utslippene per enhet elektrisitet sammenlignet med solenergi. (World Nuclear Association , u.d.)

Figuren ovenfor viser hvordan atomkraft kan være en bidragsfaktor når en skal drøfte hvordan sjøtransportsektoren kan bli en mer bærekraftig sektor. Verdt å merke seg er at atomkraft-teknologi er en kostbar ressurs, og vil kreve store økonomiske midler.

5 Diskusjon

Problemstillingen stilte ett bredt spørsmål om hvordan sjøtransportsektoren kan bli mer effektiv og miljøvennlig, samtidig som sikkerheten og kvaliteten på varer opprettholdes. I løpet av arbeidet med denne oppgaven har jeg kommet fram til at problemstillingen kunne vært mer spisset og konkretisert. For eksempel kunne jeg heller fokusert direkte på hvordan sektoren kan bli mer miljøvennlig. Problemstillingen har dekket et såpass stort område, hvor det har vært vanskelig å gå i dybden ettersom veldig mye stoff har vært nødvendig å gå gjennom.

Ut ifra min litteraturgjennomgang bestemte jeg meg for å belyse problemstillingen med generelle svar. Jeg har blant annet vist til eksempler fra andre analyser for å svare på det problemstillingen min har spurt etter.

Svakheter med metoden jeg har benyttet meg av er at jeg har basert på meg på tidligere studier og analyser skrevet rundt det problemstillingen min har etterspurt. Dette medfører at oppgaven ikke presenterer ny forskning, men heller funn basert på tidligere forskning.

Styrker med metoden er at jeg har kritisk samlet sammen tidligere forskningsartikler for å belyse min problemstilling. Min oppgave tar for seg en kombinasjon av flere funn. Dette er gjort på bakgrunn av at jeg har prøvd å belyse at en bør sette søkelys på flere elementer om gangen når en skal vurdere hvordan sjøtransporten kan bli mer effektiv og miljøvennlig. Jeg har forsøkt å male et helhetlig bilde av elementer jeg mener er sentrale for å belyse problemstillingen.

6 Konklusjon

I denne oppgaven har jeg tatt for meg ulike aspekter relevant til sjøtransportsektoren, og gjennom dette prøvd å besvare problemstillingen: *Hvordan kan sjøtransport brukes mer effektivt og miljøvennlig, samtidig som sikkerheten og kvaliteten på varer opprettholdes?*

I oppgaven har jeg tatt for meg teknologi, dette inkluderer IoT (internet of things), AI-teknologi, autonome skip og blockchain teknologi. Disse ble presentert som sentrale brikker for å besvare problemstillingen.

Ut ifra det gjennomgåtte stoffet i oppgaven føler jeg at en anbefaling er på sin plass, jeg tror at det beste for industrien ut ifra det jeg har gått gjennom i oppgaven vil være en kombinasjon av flere aspekter tatt for seg ved gjennomgangen. Ikke bare et fokus på en eksklusiv ting, men kombinatorisk mellom ulike teknologier og alternative drivstofftyper. Eksempelvis kan dette være ett skip basert på fornybar elektrisitet, samtidig som teknologien brukt til å styre skipet baserer seg på autonom teknologi og verdikjeden styres ved hjelp av blockchain-teknologi.

I min oppgave her jeg kun tatt for meg miljøaspektet ved valg av drivstoff. Forhold som pris og tilgjengelig har jeg ikke utredet. Dette er faktorer som selvfølgelig er av interesse og vil være en del av helhetsbilde når en skal utrede hvilket/ hvilke drivstofftyper som er mest aktuelle.

Fra det jeg har tatt til meg ut ifra litteraturen gjennomgått i oppgaven vil jeg konkludere med at elektrisitet stiller som det beste alternativet for miljøvennlig energi, jeg mener at elektrisitet i samspill med andre former for teknologier, eksempelvis autonome skip, kan gjøre sektoren mer miljøvennlig, mer effektiv og mer sikker.

Oppgaven har presentert en dypere analyse av tiltak som kan gjøres for å benytte sjøtransport på en mer effektiv og miljømessig måte. Svar funnet i oppgaven er at aspektene jeg har tatt for meg har hatt en innvirkning på det problemstillingen spør etter. Eksempelvis vil autonome skip brukt i sjøtransport bidra til en økning for både sikkerhet og effektivitet. Alternative drivstoffkilder har potensiale til å betydelig redusere utslipp av karbon med mer.

Kildehenvisning

- Administration, U. E. (2022). *eia.gov*. Retrieved from Nuclear explained: Nuclear power and the environment: <https://www.eia.gov/energyexplained/nuclear/nuclear-power-and-the-environment.php>
- Ahn Y-G, K. T.-R.-K. (2022). *A Study on the Development Priority of Smart Shipping Items—Focusing on the Expert Survey*. Retrieved from mpdi: <https://doi.org/10.3390/su14116892>
- Andersen, A. P. (2023). Har kjørt "førreløst" skip på Aukra fra NMK. *Sunnmørsposten*, 11-11.
- Antonio Valente, D. I. (2019). *sciencedirect*. Retrieved from Harmonising methodological choices in life cycle assessment of hydrogen: A focus on acidification and renewable hydrogen: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.03.101>
- Arash Sepehri, H. R. (2022). *sciencedirect*. Retrieved from The impact of shipping 4.0 on controlling shipping accidents: A systematic literature review: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2021.110162>
- Berna-Escriche C, V.-S. C.-S.-C. (2022). *mpdi*. Retrieved from A. Hydrogen Production from Surplus Electricity Generated by an Autonomous Renewable System: <https://doi.org/10.3390/su141911884>
- Comission, E. (2018). *Climate.ec.europa.eu*. Retrieved from Reducing emissions from the shipping sector: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport-emissions/reducing-emissions-shipping-sector_en
- Donepudi, P. K. (2014). *Technology Growth in Shipping Industry: An Overview*. *American Journal of Trade and Policy*. Retrieved from abc.us: <https://doi.org/10.18034/ajtp.v1i3.503>
- Eliza Gagatsi, T. E. (2016). Exploring the Potentials of Electrical Waterborne Transport in Europe: The E-ferry Concept. 1571-1580.
- Freitas ESdC, G. L. (2022). *Emission and Performance Evaluation of a Diesel Engine Using Addition of Ethanol to Diesel/Biodiesel Fuel Blend*. Retrieved from mpdi: <https://doi.org/10.3390/en15092988>
- Gerakoudi-Ventouri, K. (2022). *Review of studies of blockchain technology effects on the shipping industry*. Retrieved from <https://doi.org/10.1186/s41072-021-00105-2>
- GSA. (2022). *euspa.europa.eu*. Retrieved from Expanding Opportunities for Maritime use of GNSS: <https://www.euspa.europa.eu/expanding-opportunities-maritime-use-gnss>
- Hasanspahić, N. V. (2020, 12 19). *Sustainability and environmental challenges of modern shipping industry*. Retrieved from <https://doi.org/10.5937/jaes0-28681>
- Law LC, F. B. (2020). *A Comparison of Alternative Fuels for Shipping in Terms of Lifecycle Energy and Cost*. *Energies*. Retrieved from mpdi: <https://doi.org/10.3390/en14248502>

- Le, C. (2017, November 15). *Maersk – Reinventing the Shipping Industry Using IoT and Blockchain*. Retrieved from d3.harvard.edu: <https://d3.harvard.edu/insights/maersk-reinventing-shipping-industry-using-iot-blockchain/>
- Mallouppas G, Y. E. (2021). *Decarbonization in Shipping Industry: A Review of Research, Technology Development, and Innovation Proposals*. *Journal of Marine Science and Engineering*. Retrieved from mpdi: <https://doi.org/10.3390/jmse9040415>
- Nur Najihah Abu Bakar, N. B. (2023). *sciencedirect*. Retrieved from Electrification of onshore power systems in maritime transportation towards decarbonization of ports: A review of the cold ironing technology, Electrification of onshore power systems in maritime transportation towards decarbonization of ports: A review of: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113243>
- Park A, L. H. (2021). *mpdi*. Retrieved from The Effect of Blockchain Technology on Supply Chain Sustainability Performances: <https://doi.org/10.3390/su13041726>
- Rupsha Bhattacharyya, R. S.-E. (2023). *Climate action for the shipping industry: Some perspectives on the role of nuclear power in maritime decarbonization*. Retrieved from sciencedirect: <https://doi.org/10.1016/j.prime.2023.100132>
- Rødseth, Ø. J. (2023). *The societal impacts of autonomous ships: the Norwegian perspective*. Retrieved from link.springer: https://doi.org/10.1007/978-3-031-24740-8_18
- Stathatou, P. M. (2022). *Towards decarbonization of shipping: direct emissions & life cycle impacts from a biofuel trial aboard an ocean-going dry bulk vessel*. *Sustainable Energy & Fuels*. Retrieved from <https://doi.org/10.1039/D1SE01495A>
- Tam, K. &. (2018). *Cyber-Risk Assessment for Autonomous Ships*. Retrieved from ieeec: doi: 10.1109/CyberSecPODS.2018.8560690.
- UNCTAD. (2022). *UNCTAD*. Retrieved from Review of Maritime Transport 2022: https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2022_en.pdf
- Ustolin F, C. A. (2022). *An Extensive Review of Liquid Hydrogen in Transportation with Focus on the Maritime Sector*. Retrieved from mpdi: <https://doi.org/10.3390/jmse10091222>
- World Nuclear Association . (n.d.). *world-nuclear*. Retrieved from How can nuclear combat climate change?: <https://world-nuclear.org/nuclear-essentials/how-can-nuclear-combat-climate-change.aspx>
- Yuki Ichimura, D. D. (2022). *sciencedirect*. Retrieved from Shipping in the era of digitalization: Mapping the future strategic plans of major maritime commercial actors: <https://doi.org/10.1016/j.digbus.2022.100022>

Figurliste

Figur 1: (Rødseth, 2023)	23
Figur 2: (Stathatou, 2022)	25
Figur 3: (Ustolin F, 2022)	26
Figur 4: (World Nuclear Association , u.d.).....	29