

NHH



NORGES HANDELSHØYSKOLE

Bergen, Vår 2020

Batteri i offshoreskip

En investeringsanalyse av batteriinstallasjon i offshoreskip

Ingri Marie Saure

Mari Wolff Nedberge

Veileder: Gunnar Eskeland

Masterutredning i økonomi og administrasjon

Hovedprofil: Økonomsik Styring

NORGES HANDELSHØYSKOLE

Dette selvstendige arbeidet er gjennomført som ledd i masterstudiet i økonomi- og administrasjon ved Norges Handelshøyskole og godkjent som sådan. Godkjenningen innebærer ikke at Høyskolen eller sensorer inntår for de metoder som er anvendt, resultater som er fremkommet eller konklusjoner som er trukket i arbeidet.

Forord

Denne masterutredningen inngår som et selvstendig arbeid som en del av masterstudiet i økonomi og administrasjon ved Norges Handelshøyskole. Utredningen utgjør 30 studiepoeng innenfor vår hovedprofil Økonomisk styring.

Motivasjonen for utredningen er basert på samfunnsaktuelle debatter om bærekraftig utvikling og lønnsomheten av det. Etter faglig innsikt i tema gjennom masterkursene Sustainable Business Models og Economics of the Environment and Climate, samt samfunnsdebatter som pågår, fikk vi interessen for å studere lønnsomhet av bærekraftstiltak. I utredningen har vi benyttet oss av kunnskap som vi har opparbeidet oss gjennom studiet, samtidig som vi har tilegnet oss ny kunnskap i løpet av prosessen.

Vi vil først og fremst rette en stor takk til vår veileder Gunnar Eskeland for inspirasjon, konstruktive tilbakemeldinger og gode innspill til oppgaven. Vi vil også rette en stor takk til Enova, og særlig Reidun Svarva og Helle Grønli, som på vegne av Enova har stilt opp under hele prosessen, gitt oss data og tatt seg tid til å svare på spørsmål vi har hatt. Vi vil også takke rederiene som har stilt opp til intervju og delt verdifull informasjon som har bidratt til å svare på problemstillingen.

En stor takk rettes også til familie og venner for engasjement og støtte underveis i prosessen.

Avslutningsvis ønsker vi å takke hverandre for et godt samarbeid og en lærerik og utfordrende prosess.

Bergen, 19 Juni 2020

Ingri Marie Saure

Mari Wolff Nedberge

Sammendrag

Flere rederier i Norge har i de siste årene installert batteri i sine skip. Dette er en betydelig investering som fører til lavere utslipp, redusert drivstofforbruk og lavere generatorvedlikehold. Enova, et statsforetak som bidrar til Norges omstilling mot å bli et lavutslippssamfunn, støtter energieffektiviserende tiltak som batteriinvestering i skip. I utredningen har vi undersøkt batteriinvestering i offshoreskip for å studere i hvilken grad investeringen er lønnsom.

Utredningens empiriske grunnlag er basert på fire dybdeintervju med rederier som har skip med batteridrift i dag, samt en dokumentanalyse basert på primærdata vi har fått tilsendt fra Enova. Empirien omfatter seg til å gjelde syv offshoreskip. Vi har gjennomført to investeringsanalyser hvor den første baserer seg på i hvilken grad batteriinvesteringen er lønnsom for samfunnet, og den andre i hvilken grad investeringen er lønnsom for rederiene.

Studiens resultater indikerer at batteriinvestering i offshoreskip ikke er lønnsomt for samfunnet. I gjennomsnitt er nåverdien av investeringene på minus 8,17 millioner kroner og en internrente på 1,76 %.

Den bedriftsøkonomiske lønnsomheten viser til negativ lønnsomhet for rederiene. Basert på andre faktorer, som bedret kontraktvilkår for fartøyene og en god drivstoffreduksjon og utslippsreduksjon, anser vi likevel prosjektene som lønnsomme for rederiene. Analysen peker også i retning av at rederiene er avhengige av statlig støtte for å gjennomføre tiltaket, samt at kundene bør kompensere rederiene i en større grad.

Grunnet en liten utvalgsstørrelse gjelder studiens funn kun for utvalget. Vi anser det likevel som sannsynlig at funnene kan være representative for andre offshorefartøy. Studien kan gi innsikt i erfaringer omkring batteri i offshoreskip. På bakgrunn av dette kan studien ses på som et nyttig bidrag til litteratur om batteriinvestering i offshoreskip.

Abstract

Several shipping companies in Norway have installed batteries in their vessels in recent years. The battery installation is an expensive investment that results in lower emissions, reduced fuel consumption and lower maintenance costs of the generators. Enova, a state-owned enterprise that contributes to Norway's transition towards becoming a low emission society, supports energy efficient measures such as battery investments in ships. In this study, we have examined battery investments in offshore vessels to study to what extent the investment is profitable.

The empirical foundation of this study is based on four in-depth interviews with shipping companies that have installed batteries in their ships, as well as a document analysis based on primary data that we have received from Enova. The empirical data encompasses seven offshore vessels. We have conducted two investment analyses, where one examines to which extent the battery investment is profitable for the society, and another that examines the profitability for the shipping companies.

The results of this study indicate that battery investments in offshore vessels are not profitable for the society. On average, the present value of the investments is negative NOK 8.17 million and the internal rate of return is 1.76 %.

From the shipping companies' point of view, the investments are not economically profitable. By including other factors, such as improved contract terms for the vessels, and overall a satisfactory reduction in fuel consumption and emission, we still consider the projects profitable for the shipping companies. The analysis also implies that the shipping companies depend on governmental funding to be able to install batteries in their ships, and that the customers should compensate the shipping companies to a greater extent.

The findings of this study apply only to the ships we have examined, due to a small sample size. We still consider it likely that the findings can be applicable for other offshore vessels. This study provides information about experiences regarding battery in offshore vessels. Based on this, the study can be seen as a useful contribution to literature on battery investment in offshore vessels.

Forkortelser

AIS	Aktivitetsdata
BMS	Battery Management System
DP	Dynamisk posisjonering
EFTA	Europeisk frihandelsforbund (European Free Trade Association)
ESA	EFTAs overvåkningsorgan (EFTA Surveillance Authority)
EØS	Europeisk økonomisk samarbeid
GWh	Gigawattimer
HBS	Hybrid Battery System
KWh	Kilowattimer
LNG	Liquefied Natural Gas
MGO	Marine Gas Oil
MVA	Merverdiavgift
NNV	Netto nåverdi
PSV	Platform Supply Vessel

Innholdsfortegnelse

Innholdsfortegnelse

Forord	2
Sammendrag	3
Abstract	4
Forkortelser	5
Innholdsfortegnelse	6
Figurliste	9
Tabelliste	10
1. Innledning	11
1.1 <i>Bakgrunn for utredningen</i>	11
1.2 <i>Problemstilling</i>	12
1.3 <i>Avgrensing</i>	13
1.4 <i>Oppgavens struktur</i>	13
2. Enova	14
2.1 <i>Elektrifisering av sjøtransport</i>	15
3. Maritim næring	17
3.1 <i>Politiske føringer for grønn skipsfart</i>	18
4. Offshorefartøy	20
4.1 <i>Markedet for offshorefartøy</i>	20
4.2 <i>Driftsmodus</i>	21
4.3 <i>Motoroppsett i fartøyene</i>	23
4.4 <i>Batteri i skip</i>	24
4.4.1 <i>Hvorfor installere batteri i skip?</i>	24
4.4.2 <i>Motoroppsett i hybridfartøy og batterisystem</i>	26

5. Teoretisk rammeverk	28
5.1 <i>Lønnsomhetsanalyse</i>	28
5.2 <i>Investeringsanalyse</i>	28
5.2.1 Nåverdimetoden	29
5.2.2 Internrentemetoden	29
5.3 <i>Energi- og klimaresultatet</i>	30
6. Metode	31
6.1 <i>Forskingsmetode</i>	31
6.2 <i>Forskningsdesign</i>	32
6.2.1 Forskingstilnærming.....	32
6.3 <i>Datautvalg</i>	33
6.4 <i>Datainnsamling</i>	33
6.4.1 Intervju	34
6.4.2 Dokumentanalyse	35
6.5 <i>Evaluering av datamaterialet</i>	35
6.5.1 Intern validitet	35
6.5.2 Ekstern validitet.....	36
6.5.3 Reliabilitet	36
6.5.4 Klassifisering av data	37
7. Presentasjon av data.....	39
7.1 <i>Bakgrunner for batterihybridiseringen</i>	39
7.2 <i>Fartøyenes utslipp og drivstofforbruk</i>	42
7.2.1 Motoroppsett	42
7.2.2 <i>Fartøyenes drivstofforbruk før og etter batteriinstallasjon</i>	42
7.2.3 <i>Energi- og klimaresultat</i>	45
7.3 <i>Erfaringer i ettertid av investeringen</i>	45
7.4 <i>Landstrøm</i>	47
7.5 <i>Kontraktsforhold</i>	49
7.6 <i>Lønnsomhetsanalyse</i>	50
7.6.1 <i>Investeringskostnad</i>	50
7.6.2 <i>Vedlikeholdsbesparelse</i>	51
7.6.3 <i>Drivstoffbesparelse og økt rate</i>	53

7.6.4	Avgrensninger	55
7.6.5	Nåverdiprofiler og internrenter.....	56
8.	Diskusjon	59
8.1	<i>Drivstoffutslipp</i>	59
8.1.1	Batteri i skipene.....	59
8.1.2	Utslippsreduksjon.....	60
8.1.3	Drivstoffreduksjoner innenfor modusene.....	62
8.2	<i>Lønnsomhetsanalyse</i>	67
8.2.1	Samfunnsøkonomisk lønnsomhet.....	67
8.2.2	Rederienes lønnsomhet.....	72
9.	Avslutning	79
9.1	<i>Hovedfunn</i>	79
9.2	<i>Forslag til videre forskning</i>	80
9.3	<i>Begrensninger med analysen</i>	81
	Litteraturliste.....	82
10.	Appendiks	87
10.1	<i>Appendiks A – Reduksjon drivstoff i tonn</i>	87
10.2	<i>Appendiks B – Driftsprofil og drivstoffendring</i>	88
10.3	<i>Appendiks C - Utrekning av vedlikeholdskostnad for skip 3 og 4</i>	90
10.4	<i>Appendiks D - Nåverdiprofiler: samfunnsøkonomisk analyse</i>	91
10.5	<i>Appendiks E – Nåverdiprofiler: Bedriftsøkonomisk analyse</i>	95
10.6	<i>Appendiks F – Prissensitivitetsanalyse</i>	99
11.	Vedlegg.....	102
11.1	<i>Vedlegg 1– Intervjuguide</i>	102
11.2	<i>Vedlegg 2 – Bekreftelsesskjema fra NSD</i>	104

Figurliste

Figur 2.1: Prinsippskisse av teknologi- og markedsutvikling	15
Figur 3.1: Omsetning i grønn maritim næring fra 2014-2018.....	17
Figur 4.1: Et eksempel på en driftsprofil.....	22
Figur 4.2: Standard generatoroppsett i et offshoreskip	23
Figur 4.3: Motoroppsett etter batteriinstallasjonen	26
Figur 8.1: Gjennomsnittlig driftsprofil og drivstoffendring	62
Figur 8.2: Prissensitivitet basert på gjennomsnittlige verdier	72

Tabelliste

Tabell 3.1: Foreslåtte avgiftssatser i statsbudsjettet	19
Tabell 7.1: Oversikt over bakgrunner for investeringen	40
Tabell 7.2: Type fremdriftssystem og antall motorer	42
Tabell 7.3: Årlig drivstoffbesparelse	43
Tabell 7.4: Drivstoffreduksjon innenfor hver driftsmodus	44
Tabell 7.5: Reduksjon i energi- og klimaresultat	45
Tabell 7.6: Opplevde problemer med batteriet	46
Tabell 7.7: Aspekter ved landstrøm	48
Tabell 7.8: Investeringskostnader	50
Tabell 7.9: Estimert årlig vedlikeholdsbesparelse	51
Tabell 7.10: Erfart årlig vedlikeholdsbesparelse	52
Tabell 7.11: Estimert og faktisk drivstoffbesparelse	54
Tabell 7.12: Årlig økning i estimert og faktisk rate	55
Tabell 7.13: Nåverdi og internrente med drivstoffbesparelse som utgangspunkt	57
Tabell 7.14: Nåverdi og internrente med utgangspunkt i økt rate til rederiene	58
Tabell 8.1: Pris per tonn CO ₂ redusert	68
Tabell 8.2: Minimum drivstoffreduksjon i tonn for at investeringene blir lønnsomme	69
Tabell 8.3: Nødvendig reduksjon for lønnsomhet	70
Tabell 8.4: Minimum dagrate for at investeringene blir lønnsomme	74
Tabell 8.5: Kompensasjon for drivstoffbesparelsen	76

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for utredningen

Det kommer stadig strengere krav fra myndigheter, forbrukere og interessentgrupper om å ha et større miljøfokus, og bli mer bærekraftige. FNs bærekraftsmål 13 sier at vi må “Handle umiddelbart for å bekjempe klimaendringene og konsekvensene av dem” (FN-sambandet, 2020). Dersom mengden av klimagasser fortsetter å øke i samme takt som til nå, vil den globale gjennomsnittstemperaturen øke drastisk. For å hindre katastrofale konsekvenser i fremtiden har alle land gått inn for å begrense økningen i gjennomsnittstemperaturen. På bakgrunn av dette innførte FN Parisavtalen i 2016. Parisavtalen er en internasjonal avtale som innebærer at alle land skal lage en nasjonal plan for å begrense klimaendringene (FN-sambandet, 2016).

Gjennom Parisavtalen forplikter alle land seg til å kutte klimagassutslipp (FN-sambandet, 2016). Som en følge av Parisavtalen ble Klimaloven opprettet. Klimaloven er en norsk lov som trådte i kraft i 2018. Loven har som formål å fremme gjennomføringen av Norges klimamål som ledd i omstillingen til et lavutslippssamfunn i 2050 (Klimaloven, 2017, §1). Klimaloven §4 sier at “Med lavutslippssamfunn menes et samfunn hvor klimagassutslippene, [...], er redusert for å motvirke skadelige virkninger av global oppvarming, som beskrevet i Parisavtalen [...]”. Videre sier klimaloven §4 at “Målet skal være at klimagassutslippene i 2050 reduseres i størrelsesorden 80 til 95 prosent fra utslippsnivået i referanseåret 1990”.

For at Norge skal nå målene om reduksjon av klimagassutslippene, har regjeringen fastsatt et mål om en nedgang på 35-40 prosent i utslipp fra transport innen 2030, sammenliknet med 2005. Transport står i dag for omtrent 30 prosent av klimagassutslippene i Norge. Størstedelen av utslippene stammer fra veitrafikk, etterfulgt av sjøfart og fiske. Sjøfart og fiskebåter stod i 2017 samlet for 19 prosent av transportutslippene, der 90 prosent stammet fra sjøfart (SSB, 2019).

1.2 Problemstilling

Teknologi er stadig under utvikling, og et relativt nytt fenomen som har blitt introdusert i skipsnæringen er batteri. For å fremme klimavennlige tiltak og bli mer attraktive i markedet har flere rederier installert batteri på et eller flere av sine skip.

Hovedmotivasjonen for elektrifisering i skipsnæringen er reduserte utslipp, redusert drivstofforbruk, større fleksibilitet i skipsdesign og mindre slitasje på maskineri (Sintef, u.å.). Elektrifisering av sjøfarten er et viktig steg mot lavutslippssamfunnet. Enova har etablert et program som innebærer at de støtter batteriinvesteringer i skip. I dag er flere av skipene, som har fått støtte av Enova, i drift med batteri, og Enova er interessert i å undersøke lønnsomheten av investeringene basert på erfaringstall etter idriftsettelse.

På bakgrunn av dette har vi inngått et samarbeid med Enova hvor vi ønsker å belyse lønnsomheten i batteriinvesteringene. Tema er svært interessant da det retter oppmerksomheten mot lønnsomheten av bærekraftstiltak som bidrar til lavutslippssamfunnet.

Vi har dermed formulert følgende problemstilling:

I hvilken grad er batteriinvestering i skip innen offshoresektoren lønnsom?

Vi vil studere lønnsomheten ved å gjennomføre to investeringsanalyser. Den første analysen gjennomfører vi basert på samfunnet. Denne analysen ser på prosjektet som helhet og studerer den totale samfunnsøkonomiske lønnsomheten av batteriinvesteringene. Den samfunnsøkonomiske analysen er basert på utslipp- og drivstoffreduksjon.

Den andre analysen omhandler lønnsomheten ved batteriinvesteringen for rederiene. Analysen fokuserer på inntekter og kostnader som rederiene har opplevd i etterkant av investeringene.

For å få et helhetlig bilde av batteriinvesteringene, vil vi også studere aspekter som ikke direkte har betydning lønnsomheten. Dette er aspekter som bakgrunn for batteriinvesteringer og erfaringer med batteriet.

1.3 Avgrensning

Enova har gitt økonomisk støtte til batteriinstallasjoner i over 80 skip, hvorav 18 er ferdigstilt og satt i drift med batteri. Disse 18 skipene fordeler seg på 10 offshorefartøy, 2 fiskefartøy, 2 havbruksfartøy og 4 fartøy for persontransport (H. Grønli, personlig kommunikasjon, 23.01.2020). Hovedbegrunnelsen for å installere batteri i skip avhenger av type fartøy og hvilke operasjoner fartøyet utfører (Mo, 2019). Siden de forskjellige segmentene har en stor skilnad i størrelse og hva slags type oppdrag de utfører, vil det føre til varierende investeringskostnader, samt besparelser og andre kostnader som oppstår som følge av batteriinvesteringen.

På bakgrunn av dette synes vi det er fornuftig å forholde oss til ett segment skip. Vi besluttet å sette fokuset på offshoresegmentet, da dette gir det største utvalget. Undersøkelsens omfang avgrenses også til å gjelde for kun hybridskip.

1.4 Oppgavens struktur

I oppgavens første kapittel har vi presentert bakgrunnen for utredningen, problemstillingen og avgrensning av oppgaven. I kapittel to gir vi en presentasjon av Enova, samt deres mandat. Videre beskriver vi markedssituasjonen innen maritim næring i kapittel tre, før vi retter fokus mot offshorefartøy i kapittel fire. I kapittel fem gjør vi rede for relevant teori for beregning av lønnsomhet av investeringer.

I kapittel seks skildrer vi valget av metode benyttet i oppgaven, og gir en evaluering av datamaterialet. Kapittel syv presenterer funn fra intervjuene og dokumentanalysen, samt investeringsanalysen som er blitt gjort på bakgrunn av innsamlet primær- og sekundærdata. Videre følger drøftingen av funnene, som danner grunnlag for å vurdere lønnsomheten av batteriinvesteringene. Avslutningsvis vil vi oppsummere våre funn og konkludere i kapittel ni. I dette kapittelet vil vi også kort diskutere begrensninger ved oppgaven og gi anbefalinger for videre forskning.

2. Enova

Enova SF er et statsforetak som bidrar til Norges omstilling mot å bli et lavutslippssamfunn. Enova ble opprettet i 2001, og har fått tildelt oppdraget om å forvalte Energifondet gjennom styringsavtalen mellom Klima- og miljødepartementet og Enova (Enova, 2018). Gjeldende styringsavtale er blant annet basert på energimeldingen som ble vedtatt av Stortinget i 2016. Energimeldingen sier “Enova er, [...], et sentralt virkemiddel i utviklingen av fremtidens energisystem og lavutslippssamfunnet” (Olje- og energidepartementet, 2016, s. 9).

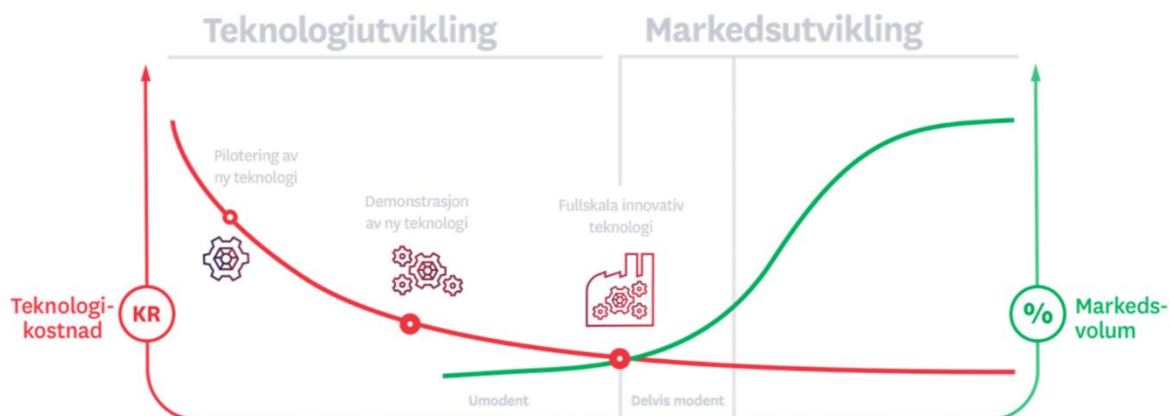
Gjennom styringsavtalen og energimeldingen har Enova et overordnet mål om å redusere klimagassutslipp og styrke forsyningssikkerheten for energi. Et annet overordnet mål er å fremme teknologiutvikling som på sikt bidrar til reduksjon i klimagassutslipp.

Styringsavtalen inneholder tre konkrete delmål for Enovas virksomhet (Enova, u.å.-a):

1. “Reduserte klimagassutslipp som bidrar til å oppfylle Norges klimaforpliktelse for 2030.”
2. “Økt innovasjon innen energi- og klimateknologi som er tilpasset omstillingen til lavutslippssamfunnet.”
3. “Styrket forsyningssikkerhet gjennom fleksibel og effektiv effekt- og energibruk.”

Enova bidrar til at selskaper kan investere i ny teknologi og nye løsninger for å nå målene om lavutslippssamfunnet. Gjennom Enova-støtten bidrar Enova økonomisk slik at selskaper får sterkere insentiver til å investere i energieffektiviserende tiltak, samt reduserer risikoen ved å investere i ny teknologi. På denne måten sørger Enova for at det kan bli økonomisk levedyktig for selskapene å investere i nye klimavennlige teknologier. Dette kan føre til at markedet beveger seg i en grønn retning. Enova jobber for å få gode løsninger ut i markedet, samt for at markedet skal velge nullutslippsløsninger (Enova, u.å.-b).

Figur 2.1: Prinsippskisse av teknologi- og markedsutvikling (<https://www.enova.no/om-enova/om-organisasjonen/strategiske-veivalg-mot-2050/markedsendringsmal/>)



Som presentert i figur 2.1 blir Enovas virkemiddel rettet mot to faser: teknologiutvikling og markedsutvikling. Deres virkemidler er hovedsakelig investeringsstøtte, rådgivning og informasjon. Hvordan virkemidlene utformes, samt hvor stor finansiell støtte som utbetales, avhenger av hvor i utviklingsløpet teknologien eller løsningen er. I begge fasene skal virkemidlene bidra til at markedet får en varig markedsendring (Enova, u.å.-c).

2.1 Elektrifisering av sjøtransport

Enova gir støtte til flere prosjekter innenfor ulike næringer. Elektrifisering av sjøtransport er et av disse. Støttetilbudet innebærer at Enova gir økonomisk støtte til investeringer i batteriprojekter i ulike fartøyer. For at et fartøy skal få tildelt støtte fra Enova, må fartøyet være norskregistrert, eller kunne dokumentere minst 1/3 av operasjonene i norske farvann eller anløp til norske havner (Enova, u.å.-d). I tillegg stilles det krav om at energibruken skal reduseres med minst 100 000 kilowattimer (kWh) per år eller at klimagassutslippene skal kuttes med 26 000 kg CO₂ per år. (Enova, u.å.-e).

Formålet med støtteprogrammet Elektrifisering av sjøtransport er å bidra til en markedsendring der nullutslippsfartøyer eller lavutslippsfartøyer blir konkurransedyktige sammenliknet med konvensjonelle fartøyer. Enova har et mål om at batteriløsninger skal bli det foretrukne valget, selv uten statlig støtte (Enova, u.å.-e).

For å hindre konkurransevridninger og å forhindre at samhandelen i EØS-områder blir negativt påvirket, forbyr EØS-avtalen statsstøtte. Det finnes likevel unntak, og programmet elektrifisering av sjøtransport er lovlig i henhold til offentlig lovgivning og støtten er

godkjent av ESA, EFTAs overvåkningsorgan (Fornyings-, administrasjons- og kirkedepartementet, 2011).

I 2014-2015 begynte enkelte aktører innen offshorenæringen med pilotprosjekt som testet bruken av batteri i skip. I 2015 fikk for eksempel Eidesvik Offshore ASA vedtak om å installere batteri i skipet Viking Energy med støtte fra Enova (Enova, u.å.-f). I ettertid har markedet sett en liten økning i batteriinstallasjoner, men det er ikke blitt markedsstandarden enda. Det er en større andel offshoreskip som har tatt i bruk teknologien. I og med at et av verdens største offshoreskip har installert batteri tyder det på at teknologien er god. På bakgrunn av dette blir offshorefartøy markedet vurdert til å være delvis modent (H. Grønli, personlig kommunikasjon, 30.03.2020).

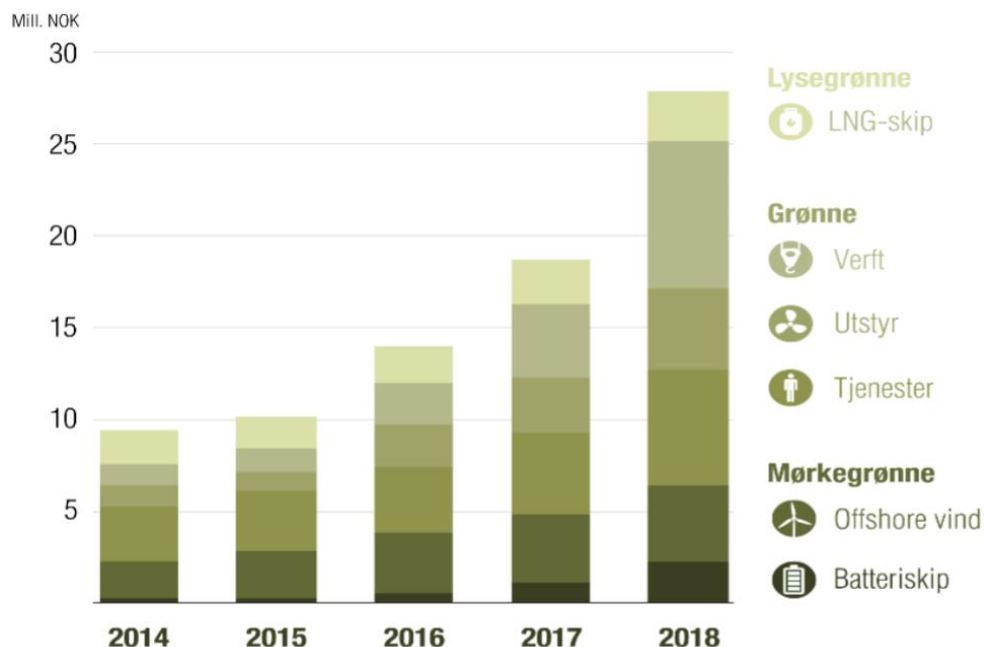
3. Maritim næring

I dette kapittelet vil vi kort presentere den norske maritime næringen. Norsk maritim næring er ledende internasjonalt og består av utstyrsleverandører, verft, rederier og maritime tjenester (Klima- og miljødepartementet, 2019). Maritim næring har en stor betydning for verdiskaping, sysselsetting og bosetting, spesielt i distriktene. I 2018 hadde maritim næring en omsetning på 416 milliarder kroner og sysselsatte 85 000 ansatte (Enova, 2019).

Maritim næring er en av de mest forurensede næringene, kun slått av olje- og gassindustrien (Winje, Scheffer, Fjose & Grimsby, 2019). Både internasjonalt og nasjonalt bidrar skipsfarten til betydelig luftforurensing og klimagassutslipp, av blant annet CO₂, SO_x, NO_x og partikler. Offshoresegmentet er det segmentet som har den høyeste andelen av totale innenriks utslipp fra skip (DNV GL, 2019).

De siste årene har det vært en økning i investering i grønn teknologi innenfor maritim næring. Figur 3.1 viser at den grønne omsetningen omtrent har tredoblet seg på få år. I 2018 var den grønne omsetning på 28 milliarder kroner (Winje et al., 2019).

Figur 3.1: Omsetning i grønn maritim næring fra 2014-2018 (Winje et al., 2019)



Selv om den grønne veksten er positiv, er det fortsatt mye som gjenstår for å få en mer bærekraftig hverdag. I 2018 var den totale verdiskapingen innen maritim næring på 125 milliarder kroner. Dette viser at den grønne omsetningen kun utgjør en liten andel av den

totale verdiskapingen (Winje et al., 2019). Norsk maritim næring er nært tilknyttet olje- og gassnæringen, og den påvirkes av, og tilpasser seg internasjonale forhold. Oljeprisfallet i 2014 er et eksempel som rammet rederier, verft og utstyrsleverandører kraftig (Klima- og miljødepartementet, 2019). Tross denne nedgangsperioden, har den grønne veksten økt. Årsaken til dette kan være at ved å fokusere på grønne løsninger, vil aktører bli mer attraktive og få styrket sin posisjon i markedet (Winje et al., 2019).

Dagens investeringsbeslutninger kan låse inn en næringsstruktur som ikke er bra for miljøet (Klima- og miljødepartementet, 2019). Utvikling av ny teknologi strekker seg ofte over flere tiår, og industrielle anlegg har lang levetid. Hvis aktører ikke investerer i nye løsninger, og velger å vente til den gamle løsningens endte levetid, vil mengden klimagassutslipp fortsette å øke i samme takt som den har gjort til nå. Det kan føre til at Norge ikke når sine klimamål innen 2050. Av den grunn er det viktig at norsk maritim næring fortsetter å investere i både teknologiutvikling og nye teknologiløsninger.

3.1 Politiske føringer for grønn skipsfart

I 2019 la regjeringen frem en handlingsplan for grønn skipsfart. Handlingsplanen viser hvordan regjeringen ønsker at Norge skal omstille seg til det grønne skiftet. Regjeringen har en ambisjon om at utslippene fra innenriks sjøfart og fiske skal bli halvert innen 2030. Dette skal bli gjort ved å stimulere til en utvikling av null- og lavutslippsløsninger i alle typer fartøy. Regjeringen tilrettelegger for at norsk maritim næring får den erfaringen og kompetansen som trengs for å bli ledende i den globale omstillingen (Klima- og miljødepartementet, 2019).

Et av tiltakene regjeringen fokuserer på, er batterihybridisering. Ved å implementere ulike varianter av batterihybridisering kan man få store utslippskutt innenfor de fleste fartøystypene. På bakgrunn av dette vurderer regjeringen å innføre krav om lav- og nullutslippsløsninger for nye driftsfartøy i forbindelse med petroleumsproduksjon (Klima- og miljødepartementet, 2019).

Et annet virkemiddel regjeringen benytter, er CO₂-avgiften. Dette er en avgift på utslipp av klimagasser, som ble innført i 1991. Formålet med avgiften er å bidra til kostnadseffektive reduksjoner av utslipp av klimagassen CO₂ (Finansdepartementet, 2020). CO₂-avgiften på mineralske produkter omfatter mineralolje, LPG, naturgass og bensin. Regjeringen foreslår i

statsbudsjettet å øke avgiften med 5 prosent årlig for alle sektorer frem til 2025 (Finansdepartementet, 2019). Her kan det ha vært en koronajustering i avgiften, men siden oppgaven vår fokuserer på situasjonen før korona ser vi vekk i fra det.

Tabell 3.1: Foreslåtte avgiftssatser i statsbudsjettet (Finansdepartementet, 2019, s. 143)

	2019		2020	
	Kr per l/ Sm ³ /kg	Kr per tonn CO ₂	Kr per l/ Sm ³ /kg	Kr per tonn CO ₂
Bensin.....	1,18	509	1,26	544
naturgass.....	1,02	513	1,08	543

Tabell 3.1 viser dagens CO₂-avgift, og hvordan den er foreslått å endres i 2020. Det er også flere norske rederier som ønsker en sterkere internasjonal skattlegging av CO₂ slik at flere aktører i næringen får insentiv til å jobbe mot lavere utslipp (Winje et al., 2019).

4. Offshorefartøy

Lindstad, Eskeland og Riialand (2017) har definert offshorefartøy som fartøy for forsyning, standby, ankerhåndtering og undervannsoperasjoner. Dette er fartøy som støtter ulike aspekter av olje- og gassinstallasjoner. Fartøyene blir brukt til å utføre ulike oppdrag ved oljeriggene, eller til å frakte varer og personell til og fra oljeriggene (Maritime Connector, u.å.). Offshorefartøyene er utformet slik at de kan utføre avanserte operasjoner under krevende forhold (DNV GL, 2019).

4.1 Markedet for offshorefartøy

I norske farvann er offshorefartøy den dominerende fartøystypen (DNV GL, 2019). Offshorefartøy blir brukt til å forsyne og utføre ulike oppdrag for oljeriggene. Dette inkluderer alt fra leting etter olje, til produksjon og nedstenging. Det finnes mange avanserte offshorefartøy, som er designet til å utføre avanserte oppgaver under krevende forhold. Forsyningsfartøy (PSV) er den vanligste typen offshorefartøy. PSVer blir brukt til å frakte mannskap og forsyninger til oljeplattformene, samt å frakte personell og last tilbake til land (Maritime Connector, u.å.).

Andre typer offshorefartøy som operer på norsk sokkel, er offshore servicefartøy. Dette er fartøy som utfører forskjellige typer servicer og inkluderer for eksempel ankerhåndterere, konstruksjonsfartøy, rørledningsfartøy, kabelleggere og dykkerfartøy (DNV GL, 2019).

Basert på aktivitetsdata (AIS) koblet sammen med fartøysdatabaser, finner Klima- og miljødepartementet at om lag 23 prosent av utslippene fra skipsfart i Norge i 2017 stammet fra offshorefartøy (Klima- og miljødepartementet, 2019)

For å redusere utslipp og legge om til en grønnere drift har offshorerederiene, i samarbeid med oljeselskapene, de siste årene begynt med batteriinstallasjoner (Klima- og miljødepartementet, 2019).

Det normale innenfor rederinæringen er kundene betaler for drivstoffet knyttet til oppdragene. Kundene er oljeselskap som har kontrakt med offshorefartøy. Dette betyr at det er hovedsakelig oljeselskapene som sparer utgiften av redusert drivstoffbruk. Historisk har oljeselskapene vist liten vilje til å betale en høyere dagrate for å få gjennomført energieffektiviseringstiltak. Markedet ser likevel en endring ved at flere oljeselskap viser

vilje til å se på modeller der de kan dele besparelsen med rederiene (Enova, 2019). Klima- og miljødepartementet (2019) viser at noen oljeselskap har innført en belønningsordning som innebærer at besparelsen i drivstoff deles med rederiene. På denne måten får rederiene et større insentiv til å investere i grønnere skipsfart.

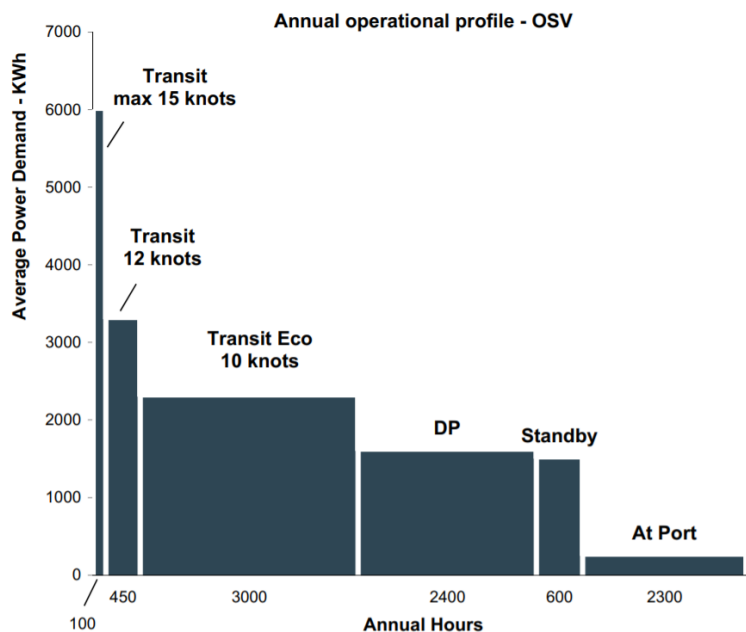
Det er også kommet krav fra kundene om installering av batteri. For noen år siden innførte Equinor krav om installering av batteri på alle nye langtidskontrakter, som er tre år eller mer. De ønsket å redusere drivstofforbruket og utslipp fra forsyningsskipene. Dette har ført til at når Equinor inngår nye kontrakter, inkluderes utslipp og energieffektivitet i vurderingen, hvor skip som har teknologiløsninger som fører til lavere forbruk, blir prioritert (Hansen, 2018).

Eksterne forhold påvirker også rederienes evne og vilje til å installere batteri. Siden det ikke er rederiene som betaler for drivstoffet selv, reduseres insentiver for batteriinstallasjon og andre energieffektiviseringstiltak. I tillegg vil markedsmessige forhold påvirke rederienes vilje til å forplikte seg til energieffektiviseringstiltak. I oppgangsperioder vil rederiene ha mer makt, og ikke ønske å ta skipene ut av drift for å installere batteri, mens i nedgangsperioder er det deres kunder som har mer makt og kan kreve eller oppfordre rederiene til å installere batteri. Sammen med de nevnte markedssyklusene vil drivstoffpriser påvirke rederienes vilje til å installere batteri, da drivstoffpriser påvirker finansielle parametere som nåverdi og internrente (DNV GL, 2016).

4.2 Driftsmodus

Selv om offshorefartøy utfører ulike operasjoner i olje- og gassektoren, har de særegne operasjonelle moduser. Dette er blant annet dynamisk posisjonering, transitt, standby og kailigge. Hvor mye tid som brukes i modusene varierer basert på fartøyets operasjoner, samt hvilket geografisk område skipet opererer i (Lindstad et al, 2017). Figur 4.1 viser et eksempel på en typisk operasjonsprofil. Fra figuren ser man forholdet mellom hvor mye tid og energi som brukes i modusene i løpet av en gitt tidsperiode.

Figur 4.1: Et eksempel på en driftsprofil (Lindstad et al., 2017)



Hvordan selskapene setter opp operasjonsprofilen, er opp til hver enkelt og noen har kanskje med flere moduskategorier enn det som er vist i figuren. Skipene vi studerer, inkluderer følgende modus i sine driftsprofiler:

Transitt – HI og LO

Transitt er modusen som omhandler transport til og fra oljeriggene. Hvor fort skipet seiler avhenger av forhold som avtalt ankomsttid, i hvor stor grad oppdraget haster og hvor stort fokus man har på drivstoffbesparelser (Lindstad et al., 2017). Transitt HI er en modus som brukes når man typisk har dårlig tid, og må seile med en høyere hastighet. Ved modusen transitt LO har skipet en fart på 10 knop eller mindre. Som følge av en mer optimal generatorbruk vil skipet bruke mindre drivstoff, og dermed ha mindre utslipp i transitt LO, enn i transitt HI (Lindstad et al., 2017).

Dynamisk posisjonering (DP)

DP-systemet er et automatisk styresystem som opprettholder skipets posisjon og retningsvinkelen i forhold til et referansepunkt ved hjelp av fremdriftspropeller og manøvringsstrustere (Linstad et al., 2017). Når skipet opererer i DP-modus, er det viktig at skipet har nok kraftforsyning slik at det kan opprettholde sin posisjon. Hvis en DP-operasjon plutselig blir avsluttet, for eksempel på grunn av havari på en generator, kan det få uønskede konsekvenser. Store bølger i vannet kan flytte skipet, og det vil ta tid å få skipet i riktig posisjon igjen, og i verste fall kan bølgene dytte skipet inn i plattformen (Maritime Battery

Forum, 2016). Gjennom å kjøre flere generatorer samtidig vil man unngå dette og alltid ha nok tilgjengelig kraft.

Standby

At et skip opererer i standby betyr at den holder posisjonen sin. Til forskjell fra DP-modusen er skipet utenfor sikkerhetssonen til installasjonen. For eksempel kan skipet være stasjonert i nærheten av en installasjon og ligge i beredskap hvor den har som målsetting å evakuere mannskapet i farlige situasjoner. Et annet eksempel er at skipet passer på at andre skip ikke kommer nærme installasjonen (Rederiforbundet, u.å.).

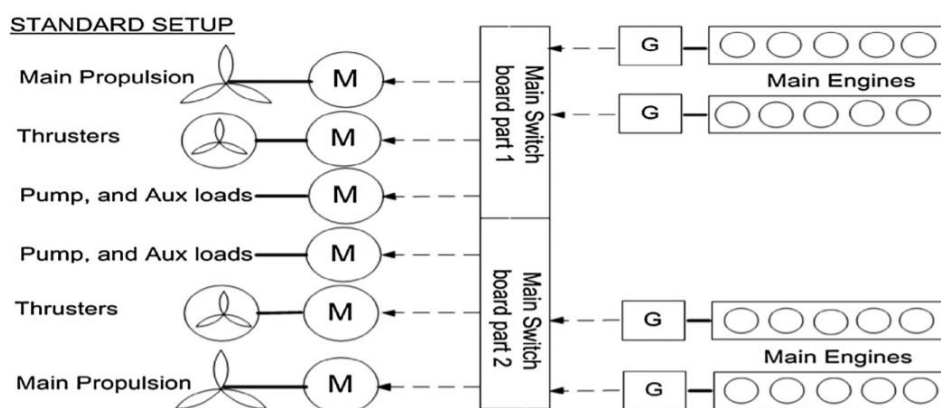
Kailigge

Kailigge er tiden fartøyet ligger til kai. Dette kan enten være for å losse på og av fartøyet, eller ved å oppholde seg til kai før neste oppdrag.

4.3 Motoroppsett i fartøyene

På grunn av strenge krav for DP-systemer, samt varierende kraftbehov i ulike operasjoner, er offshorefartøy utstyrt med flere generatorer. I tillegg er fartøyene utstyrt med avanserte kontrollsystemer og et fremdriftssystem bestående av propeller og thrustere (Lindstad et al, 2017). Figur 4.2 viser et forenklet oppsett på hvordan generatorene i et offshoreskip er satt sammen.

Figur 4.2: Standard generatoroppsett i et offshoreskip (Lindstad et al., 2017)



Et offshoreskip har som regel fire diesel-generatorsett som er sammenkoblet og linket til enten del 1 eller del 2 av hovedsentralbordet. Når skipet opererer i DP-modus, må enten to eller tre generatorer kjøre for å sikre kraftforsyning. Årsaken til at fartøyene benytter flere

generatorer, er at hvis man opplever havari på én eller flere generatorer vil skipet fortsatt ha nok kraftforsyning til å fortsette med operasjonen. En ulempe med å la mange generatorer kjøre samtidig, er at generatorene kjører på lav last, som fører til et høyere drivstofforbruk per kWh og et betydelig høyere utslipp per kWh (Linstad et al., 2017).

4.4 Batteri i skip

Delelektriske skip kalles for hybridskip. I denne sammenhengen betyr hybrid at man installerer en batteripakke i tillegg til generatorene som er i skipet. Ved å inkludere batteri i skip, vil energien som produseres av generatorene kunne bli lagret i batteriet. Dette fører til at skipet blir bedre rustet til å tilpasse seg det varierende kraftbehovet i de ulike operasjonene (Lindstad et al., 2017). Ved for eksempel DP-operasjoner vil batteriene kunne tilføre mye energi når det er mye bølger, mens når det er rolig, vil energien bli spart.

Batterihybridisering er spesielt egnet der det er store svingninger i effektuttak, slik som det er i operasjonene til offshorefartøy (DNV GL, 2016).

4.4.1 Hvorfor installere batteri i skip?

Det er flere insentiv for å installere batteri i skip. For det første vil et hybridskip være med på å oppfylle myndighetenes krav om reduksjon i utslipp. Dette kan bidra til å nå målene Norge har satt i klimaloven. I tillegg vil batteri begrense støynivået om bord på skipet, og bidrar til et bedre arbeidsmiljø for de ansatte. Dette er også til fordel for de som bor og ferdes rundt havnene hvor skipet ligger til kai (Mo, 2019).

Batteriet kan kompensere for svingninger i belastningen, som betyr at forbrenningsgeneratorene kan kjøre med en mer konstant og optimal belastning (Lindstad et al., 2017). Dette fører til at skipet får en bedre virkningsgrad. Effekten av en mer konstant og optimal belastning er at skipet bruker mindre drivstoff i modusene som det opererer i (Mo, 2019).

I driftsmodusene vil batteriet fungere som spinning reserve. I operasjoner hvor fartøyet må ha spinning reserve, fungerer batteriet som en øyeblikkelig tilgjengelig reserve for å sikre at fartøyet har nok kraftforsyning under kritiske operasjoner (Mo, 2019). Dette gjelder for modusene DP og standby. Siden batteriet kan kobles inn umiddelbart, får skipet tilført den ekstra kraften som kreves, og det vil ikke være behov for at en ekstra generator konstant står

på. Dette fører til at skipet sparer driftstimer på generatorene. Mo (2019) hevder at i DP-operasjoner kan det for noen skip redusere opptil 10 prosent i drivstofforbruk og utslipp.

En annen fordel med batteri i skip er at de kan flate ut belastningstopper på dieselgeneratorene. Dette blir kalt peak shaving og handler om at batteriet er en reserve for å dekke kortvarige behov for ekstra energi (Mo, 2019). Kraftbehovet som fartøyet trenger, vil variere på grunn av belastning fra omgivelsene. For å spare en eller flere generatorer fra variasjonene, tar batteriet belastningstoppene. Dette fører til at generatorene kan holdes på en stabil last. På denne måten unngår man å bruke generatorene ved lav last. Når skipet har batteri installert, kan generatorene kjøre på medium til høy last som fører til et lavere drivstofforbruk, samt lavere utslipp (Lindstad et al., 2017).

Det at batteriet kan kompensere for svingninger i belastningen, at det fungerer som en spinning reserve og flater ut belastningstopper på generatorene, fører til at skipene kan redusere antall forbrenningsgeneratorer (Lindstad et al., 2017).

Periodevis vil skipet ligge til kai, enten for å vente på neste oppdrag eller for å losse eller laste av skipet. Dersom kaianlegget kan tilby landstrøm, samt skipet har mulighet til å koble seg til landstrøm, vil skipet ha store drivstoffbesparelser ved kailigge. Da kan skipet benytte landstrøm i stedet for generatorene. Dette gir en stor drivstoffreduksjon, samt en støyreduksjon for de som ferdes rundt kaien og om bord på fartøyet (Mo, 2019).

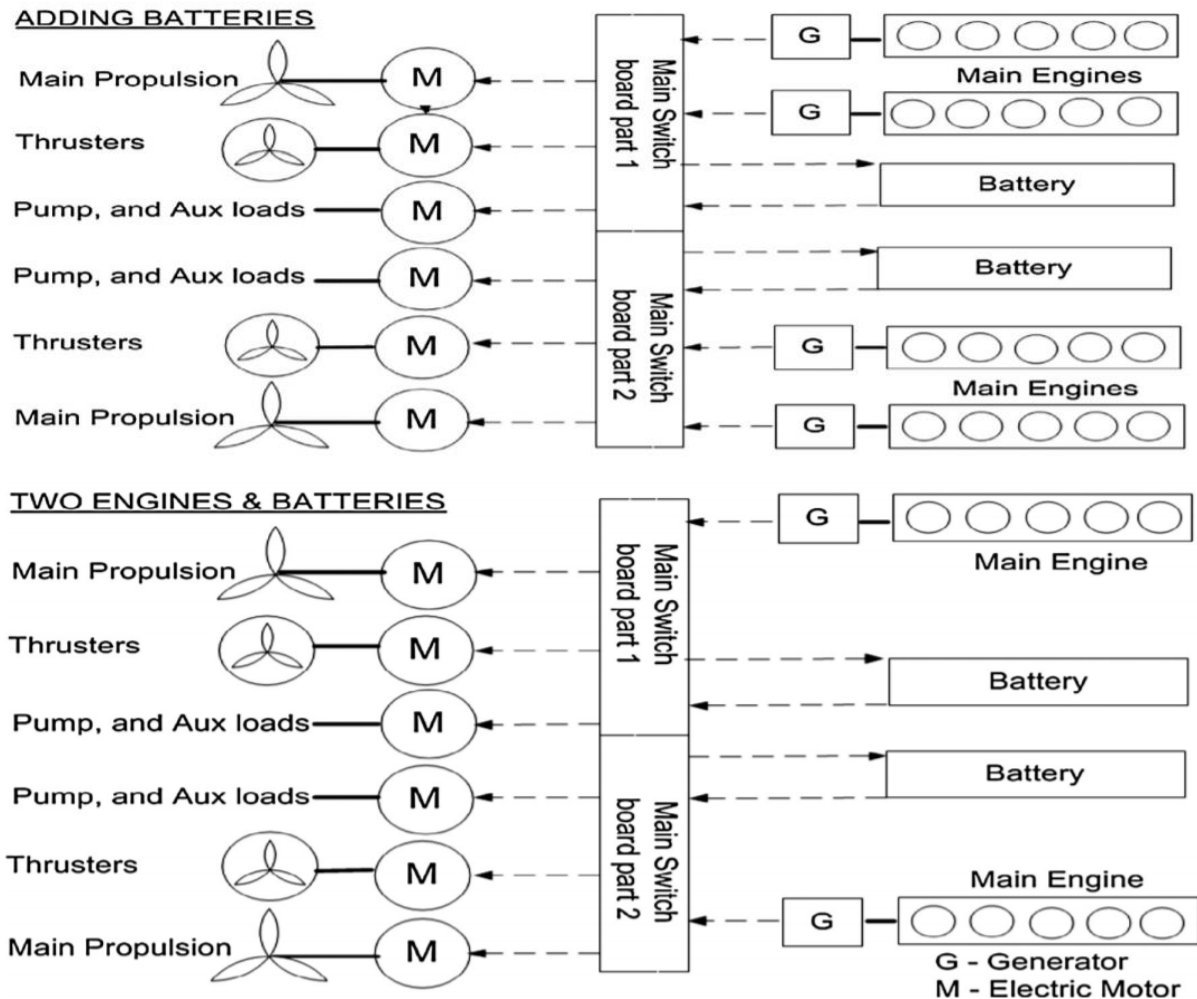
Det er også knyttet økonomiske gevinster til investeringen. En mindre belastning på generatorene vil føre til et lavere drivstofforbruk (Mo, 2019). Selv om rederiene ikke får den økonomiske gevinsten av drivstoffbesparelsen, får de et insentiv til å forhandle seg til en høyere dagrate fra kundene.

En annen økonomisk gevinst som følge av batteriinvesteringen er reduksjon i kostnadene tilknyttet vedlikehold av generatorene (Mo, 2019). Siden batteriet tar unna for noen av driftstimene til generatorene, fører det til at de blir mindre brukt. Generatorene må jevnlig vedlikeholdes, og ved en lavere belastning vil vedlikehold skje færre ganger. I tillegg vil en økt virkningsgrad føre til en renere generator som har mindre sotdannelse i sylindrene og turbolader. Resultatet av mindre vedlikehold er lavere vedlikeholdskostnader for rederiet (DNVGL, 2016).

4.4.2 Motoroppsett i hybridfartøy og batterisystem

Figur 4.3 viser to mulige hybridoppsett med batteri og generatorer (Lindstad et al., 2017).

Figur 4.3: Motoroppsett etter batteriinstallasjonen (Lindstad et al., 2017)



Det første motoroppsettet viser batteri som et supplement til de fire eksisterende generatorene. Det andre motoroppsettet viser to batteripakker som har erstattet to generatorer, der hvert batteri er koblet til hver sin del av hovedsentralbordet (Lindstad et al., 2017). Noen skip kan ha flere generatorer og batteripakker, mens andre velger å erstatte én generator med batteri.

Grunnpilaren i batterisystemet er battericeller. Flere battericeller er vanligvis plassert i en batterimodul, og når flere moduler er sammenkoblet, utgjør disse en batteripakke.

Batterisystemet består av blant annet battery management system (BMS), som kontrollerer og overvåker batterisystemet, varnehåndteringssystem, beskyttende bokser og elektriske forbindelser (Andersson, Wikman, Arvidson, Larsson & Willstrand, 2017).

Batteripakkene som brukes i hybridfartøy består som regel av litium-ionbatterier, sammen med lead-acid batteri stand-by power source (Tang, Dickie, Roman, Robu & Flynn, 2019). Det som kjennetegner disse batteriene er at de er oppladbare (Andersson et al., 2017). Batteriene har kortere levetid enn dieselgeneratorene og må byttes ut oftere på grunn av irreversible kjemiske reaksjoner som fører til celle-aldring. Dette betyr at batterikapasiteten reduseres avhengig av hvor mye batteriet brukes (Tang et al., 2019). Batteriets sykliske levetid er definert som antall ganger batteriet kan lades opp før kapasiteten er redusert til 80 %, og for litium-ionbatterier er dette 1000 ganger (Opdal, 2010).

Fordeler med litium-ionbatterier, sammenliknet med andre energilagingsløsninger, er at de har høyere energi- og effekttetthet. Høy energitetthet kommer av høy cellespenning, som gjør at man trenger færre celler i batteripakken. Effekttetthet angir den maksimale effekten batteriet kan gi, og høy effekttetthet betyr at batteriene har lang levetid, sammenliknet med andre typer batteri (Opdal, 2010). Ulemper ved litium-ionbatterier er at det kan gi en økt fare for brann. Ved å ha BMS, reduseres denne trusselen. Hvis BMS registrerer at temperaturen i batterisystemet er for høy, vil systemet enten øke kjølingen eller slå av batteriet. På denne måten sikrer BMS at batteriet ikke blir overopphetet. Ved motsatt tilfelle, dersom temperaturen blir for lav, vil BMS gripe inn og øke temperaturen. BMS systemet gir en trygghet ved bruk av batteri, selv om det kan oppstå uheldige situasjoner som for eksempel brann eller utvikling av gasser (Andersson et al., 2017).

5. Teoretisk rammeverk

5.1 Lønnsomhetsanalyse

Lønnsomhetsanalyse handler om hvordan man kan sammenstille inntekter og kostnader for et objekt, for eksempel et prosjekt. Bjørnenak (2019) viser at målet med en lønnsomhetsanalyse er å studere om man har skapt verdier, skaper verdier eller kommer til å skape verdier ved å bruke ressurser på et prosjekt. Ved å analysere kostnader og inntekter kan man identifisere valgmuligheter, studere økonomiske konsekvenser av valgene og samle bedriften rundt valgene man til slutt gjør. En lønnsomhetsanalyse kan gjennomføres med mange forskjellige teknikker og metoder. Valg av rett metode innebærer å se hva som er formålet med analysen (Bjørnenak, 2019).

I vår oppgave undersøker vi skip som har installert batteri, og studerer i hvilken grad investeringen er lønnsom. For å analysere dette må vi studere hvilke endringer av inntekter og kostnader investeringen medfører (Bjørnenak, 2019).

En investering binder kapital. Det innebærer at man ikke kan bruke kapitalen på andre formål eller investeringer som muligens er lønnsomme. Dermed må man finne hva det koster å binde kapitalen. Avkastningskravet reflekterer dette ved å vise hva den nødvendige avkastningen må være for å sitte igjen med minimum den verdien man har investert (Bredesen, 2019)

5.2 Investeringsanalyse

Hensikten med en investeringsanalyse er å vurdere lønnsomheten av et eller flere prosjekter. Når man skal beregne lønnsomheten av et investeringsprosjekt, må man lage anslag på salgspriser, salgsvolum, kostnader og andre relevante forhold i mange år framover (Bredesen, 2019). Dette er det knyttet stor risiko til.

I denne oppgaven ville vi helst undersøke alle fartøyene med to alternative oppsett: et uten batteri og et med batteri, og deretter sammenlikne disse. På grunn av begrenset informasjon om kostnader og inntekter før batteriinstallasjonen, har vi i store deler av oppgaven kun undersøkt endringene som batteriinstallasjonen medfører. Besparelsene kommer av enten

drivstoffreduksjonen eller inntjening gjennom økt dagrate og reduksjon i driftskostnader av vedlikehold. Kostnadene består av prisen på batteriinstallasjonen.

Det finnes flere metoder som kan bli brukt til å analysere lønnsomheten av et investeringsforslag. De vanligste er nåverdimetoden og internrentemetoden (Bredesen, 2019). I dette delkapittelet vil vi behandle disse metodene.

5.2.1 Nåverdimetoden

Nåverdimetoden er en metode for å beregne lønnsomheten av investeringer over tid (Bredesen, 2019). Ved bruk av diskontering kan man omregne fremtidige beløp til dagens verdi. I en prosjektanalyse ser man på hele prosjektets levetid. For å kunne sammenlikne ulike faktorer på ulike tidspunkt, bruker man en diskonteringsrente for å beregne nåverdien. Diskonteringsrenten, også kalt avkastningskrav, skal reflektere alternativkostnaden for kapitalen og hensyntar at investering av penger er mer verdt i dag enn i fremtiden. Diskonteringsrenten tar også hensyn til risikoen ved å binde kapital (Bjørnenak, 2019).

For at en investering er lønnsom, bør netto nåverdi (NNV) av fremtidige kontantstrømmer fra investeringen være større enn kostnaden ved å investere, det vil si NNV er større enn null. Dersom dette er tilfelle indikerer det at man får mer igjen av én krone investert enn man får igjen av å ikke investere. Formelen for å regne ut NNV er presentert under.

$$NNV = -I_0 + \frac{\pi_1}{(1+r)^1} + \frac{\pi_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{\pi_n}{(1+r)^n}$$

I_0 er investeringsbeløpet gjennomført i år 0, og π_n er profitten generert av investeringen i år n . Avkastningskravet, r , er den renten som brukes for å diskontere profitten til dagens verdi, altså den renten som brukes til å fastslå dagens verdi for et beløp man får i fremtiden (Bredesen, 2019).

5.2.2 Internrentemetoden

Internrentemetoden er en annen metode for å beregne lønnsomheten av en investering. Metoden viser avkastningen i prosent på den kapitalen som til enhver tid er investert i prosjektet (Bredesen, 2019). Nåverdimetoden gir et *absolutt* mål på lønnsomhet (resultat i kr), mens internrenten måler *relativ* lønnsomhet, det vil si avkastning per krone investert (Bøhren & Gjærum, 2009). Internrente er definert som den diskonteringsrenten som gir

prosjektet en nåverdi lik null. Ved å beregne internrenten kan man sammenlikne den med avkastningskravet. Dersom internrenten er høyere enn kapitalkostnaden, bør man sette i gang prosjektet. Det vil føre til at nåverdien av prosjektet blir større enn null, og indikerer at prosjektet er lønnsomt (Bjørnenak, 2019). Internrentemetoden er en metode som ofte benyttes i praksis. Dette er fordi internrentebegrepet kan være enklere å forstå enn nåverdibegrepet (Bredesen, 2019).

I investeringsanalysen vil vi benytte disse to metodene for å vurdere lønnsomheten av investeringsprosjektene. Dersom prosjektene har en nettonåverdi høyere enn null og en internrente høyere enn avkastningskravet, anser vi prosjektene som lønnsomme.

5.3 Energi- og klimaresultatet

Som teori viser til, kan en batteriinstallasjon i offshoreskip føre til et lavere drivstofforbruk, som igjen fører til en utslippsreduksjon. I belysning av dette er det hensiktsmessig å undersøke den miljømessige lønnsomheten. Vi vil undersøke dette ved å beregne energi- og klimaresultatet.

Energieresultatet viser resultatet av en mer effektiv bruk av energi, økt produksjon og økt bruk av fornybar energi. Energieresultatet blir målt i kWh per år (Enova, u.å.-g). I denne oppgaven undersøker vi kun endringen i energieresultatet som følge av batteriinstallasjonen. Dette regnes ut ved å ta utgangspunkt i drivstoffreduksjonen og multiplisere det med standard brennverdier. Brennverdiene er 11,86 kWh/kg for MGO og 13,70 kWh/kg for LNG (DNV GL, 2018).

Klimaresultatet viser summen av endringer i klimautslipp som følge av et klimavennlig tiltak (Enova, u.å.-g). Klimaresultatet regnes ut ved å multiplisere drivstoffreduksjonen med utslippsfaktorer. Faktorene er 3,206 for MGO og 2,75 for LNG (International Maritime Organization, 2015).

6. Metode

Hensikten med dette kapittelet er å beskrive den metodiske tilnærmingen vi har benyttet for å besvare problemstillingen. Metode handler om hvordan man går frem for å samle inn empiri, samt analysere og tolke data (Jacobsen, 2015). For at oppgavens resultat skal være så virkelighetsnært som mulig er det viktig at metoden er godt vurdert, slik at resultatet av studien ikke avhenger av valg av metode (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2019). Dette kapittelet starter med presentasjon av valgt metode, forskningsdesign og forskningstilnærming. Videre begrunner vi utvalget av rederier. Avslutningsvis blir datainnsamlingsmetoden utdypet, samt vi utdyper evaluering av datamaterialet.

6.1 Forskingsmetode

Litteraturen skiller mellom to forskningsmetoder: kvalitativ og kvantitativ. Brinkmann, Tanggaard og Hansen (2012) skriver at kvalitativ forskning betyr at man vanligvis interesserer seg for hvordan noe blir gjort, blir sagt, blir opplevd, fremstår eller blir utviklet. Gjennom å benytte kvalitativ metode har man mulighet til å fortolke, forstå og beskrive det man studerer.

På den annen side har vi kvantitativ metode. Kvantitativ metode kommer av å kvantifisere, som betyr å tallfeste. Kvantitative metoder blir basert på opptellinger av sosiale fenomen (Sellerberg & Fangen, 2011).

I denne utredningen vil vi hovedsakelig benytte kvalitative metode. Vi ønsker personlig kontakt med fenomenet for å fange opp meninger og opplevelser om batteriinvesteringen. Ved å benytte kvalitativ metode sikrer vi åpenhet i datainnsamlingen, og kan gå i dybden på fenomenet (Saunders et al., 2019). På bakgrunn av dette har vi valgt å gjennomføre intervjuer og en dokumentanalyse av sekundærdata som vi har fått tilsendt av Enova.

Fordelen med kvalitativ metode er at det sikrer oss å få frem detaljer og ulike nyanser av fenomenet vi studerer. Ulempen med metoden er at det er svært tidkrevende. For det første tar det lang tid å gjennomgå alle dokumentene. Videre er intervjuene omfattende og tar mye tid i form av forberedelse, gjennomføring og etterarbeid. Det er også tidkrevende å analysere den innsamlede dataen. En annen ulempe med metoden er at generaliserbarheten ofte blir svak da vi kun kan inkludere et lite utvalg (Jacobsen, 2015).

6.2 Forskingsdesign

Forskingsdesign er en generell plan for hvordan man samler inn og analyserer data for å besvare problemstillingen (Saunders, et.al., 2019). Et forskingsdesign kan enten være eksplorativt, deskriptivt eller forklarende. Forskingsdesignet skal inneholde klare mål, grunnleggende metoder for datainnsamling og studiens begrensninger.

Valg av forskningsdesign avhenger av problemstillingen. Siden hensikten med utredningen er å undersøke i hvilken grad batteriinvestering i offshoreskip er lønnsom, vil utredningen først og fremst ha et eksplorativt design. Vi benytter et eksplorativt design siden formålet er å videreutvikle problemstillingen, undersøke den, og det finnes lite forskning på området (Saunders et al., 2019). I tillegg vil vi bruke elementer fra deskriptivt forskingsdesign. På denne måten kan vi også beskrive spesifikke situasjoner eller objekter og få en bedre innsikt i erfaringer rederiene har opplevd i etterkant av investeringen.

6.2.1 Forskingstilnærming

Saunders et al. (2019) skiller i hovedsak mellom induktiv og deduktiv forskningstilnærming. Deduktiv tilnærming innebærer at man utvikler et teoretisk rammeverk gjennom å teste hypoteser. Ved denne forskningstilnærmingen legges teori til grunn før man samler inn data for å prøve å forklare kausale sammenhenger mellom variabler. Induktiv tilnærming innebærer at man utforsker data, utvikler teorier og typologier (Saunders et al., 2019). På denne måten kan man forstå hvilke meninger aktører kobler til handlinger, utfall og konsekvenser.

Utredningen ønsker å innhente data fra ulike aktører i næringer og på bakgrunn av analysert data, ønsker vi å lage hypoteser om hvordan virkeligheten ser ut. Derfor benytter utredningen en induktiv tilnærming. Vi ønsker å komme frem til en teori om fenomenet, gjennom å fremstille en ny teori basert på observerte fakta.

Ulemper med induktiv tilnærming er at det i mange tilfeller vil være vanskelig å samle inn all relevant data man trenger for å danne teorier og hypoteser. I tillegg vil man ofte starte med en forventning til resultatet, da det sjelden er tilfeller hvor vi mennesker ikke har noen forventninger på forhånd (Saunders et al., 2019).

6.3 Datautvalg

Datautvalget i kvalitative metoder er formålsstyrt (Jacobsen, 2015). Det betyr at formålet med undersøkelsen bestemmer hvem som bør bli intervjuet. Siden utredningen har som formål å undersøke i hvilken grad batteriinvestering i skip er lønnsomt, er vi avhengige av å undersøke et utvalg som har installert batteri i sine skip. Vi studerer dette i samarbeid med Enova, og vil derfor undersøke skip som har fått økonomisk støtte av dem.

Utvelgesmetoden er dermed basert på hensiktsmessighet.

Enova har støttet batteriinvestering hos ti offshorefartøy, som er i drift med batteri i dag. De ti fartøyene fordeler seg på seks forskjellige rederier. Vi valgte å kontakte alle seks rederiene, hvor vi fikk positivt svar fra fem om videre samarbeid. Dette snevret ned utvalget til ni skip. Etter hvert som vi gjennomførte datainnsamlingen, ble verden rammet av koronaviruset. Dette førte til en påvirkning på oljeprisen, som videre har rammet offshorebransjen. På bakgrunn av dette trakk et rederi seg fra samarbeidet, da de så at tiden ikke strakk til. Vi stod dermed igjen med et utvalg på syv fartøy, fordelt på fire rederier. Datautvalget vi undersøker, består hovedsakelig av PSVer. Seks av syv fartøy er PSVer og det siste er et servicefartøy.

Dette medfører at utvalget ikke er tilfeldig, men sikrer oss et stort nok utvalg som kan gi oss svar på problemstillingen. Vi gjennomførte et intervju med alle rederiene, hvor vi anså hvert fartøy som en egen case. Intervjuene ble gjennomført med nøkkelpersoner fra rederiene. Vi intervjuet tekniske ledere fra tre rederier og inspektør for skipet fra et rederi. Dette sikrer at respondentene hadde god kunnskap om prosjektet, og er kapable til å svare på det vi er ute etter. Utvalget ga oss et godt grunnlag for å undersøke i hvilken grad det er lønnsomt å investere i batteri i offshoreskip.

6.4 Datainnsamling

Datainnsamlingen består av både primær- og sekundærdata. Primærdata er data som man samler inn direkte fra mennesker for første gang (Jacobsen, 2015). Vi har samlet inn dette gjennom intervjuene foretatt med respondentene. Sekundærdata er data som er samlet inn av andre, til andre formål. Dette er data som vi har fått tilsendt fra Enova. Sekundærdataen omfatter dokumentasjon som rederiene har sendt da de søkte om å få støtte til investeringen. Dokumentene som vi har analysert i utredningen søknader, ulike komponenter som er

relevant for investeringen, beregninger basert på forventninger til prosjektet og sluttrapporter. Det at vi har benyttet både primær og sekundærdata har gitt oss muligheten til å kontrollere data. På denne måten kan vi undersøke om de forskjellige dataene kan støtte opp om hverandre, noe som styrker resultatet vårt (Jacobsen, 2015).

En ulempe med å samle inn sekundærdata er at vi som forskere ikke har kontroll over hva som er gjort og påliteligheten av dataen (Jacobsen, 2015). I tillegg er dataen skreddersydd til dens formål, altså å søke støtte til investeringen. Dette gjør at vi må være ekstra kritiske til sekundærdataen, og kontrollere at den er korrekt.

6.4.1 Intervju

Store deler av datagrunnlaget i utredningen består av intervju av fire rederier. Vi gjennomførte semi-strukturerte intervjuer. På forhånd hadde vi utarbeidet en intervjuguide som vi fulgte under intervjuet. Dette gjorde vi for å sikre å få svar på alle nødvendige spørsmål. Vi stilte åpne spørsmål, slik at respondentene kunne være med på å forme intervjuet. I løpet av samtalen sørget vi for at alle spørsmålene ble besvart, enten ved at vi spurte direkte, eller ved at de fortalte om ulike temaer og snakket om det aktuelle emnet.

Intervjuene ble gjennomført på telefon og Skype (uten video). Rederiene har lokalisasjon ulike steder i hele landet, og det var derfor ikke mulig å gjennomføre intervjuet hos rederiene. Det var et rederi som holdt til i nærheten hvor vi vurderte å gjennomføre ansikt-til-ansikt, men dette var i perioden da koronaviruset begynte å bli svært utbredt i Norge. Derfor valgte vi også å gjennomføre dette intervjuet via telefon.

Fordeler ved å gjennomføre intervjuene på telefon og Skype er at det tar mindre tid, samt reduserer reisekostnader for oss (Jacobsen, 2015). På den annen side kan det føre til at vi får mindre nærhet til respondentene. Telefonintervju og Skype uten video vil også hindre oss i å observere hvordan respondenten opptrer i løpet av samtalen. Jacobsen (2015) viser at intervju der begge parter er til stede ofte skaper mer fortrolighet, samt at noen undersøkelser viser at det er lettere å lyve på telefonen. Dette er forhold som vi var oppmerksomme på da vi analyserte dataen. En fordel med å gjennomføre intervjuene på telefon er at vi muligens hindrer intervju-effekten. Intervju-effekten innebærer at fysisk nærhet kan føre til at respondenten opptrer unormalt (Jacobsen, 2015). Dette unngår man i en større grad ved å ha intervjuene på telefon.

Intervjuene ble tatt opp på båndopptaker. Dette sikret oss å ha fullt fokus gjennom hele intervjuet, slik at vi slapp å ta detaljerte notater underveis og kunne ha en naturlig kontakt med intervjuobjektet. På denne måten fikk vi i ettertid notert ordrett hva intervjuobjektet sa. Informantene hadde ingen problemer med at vi tok opp samtalen, og oppførte seg helt naturlig.

Datamaterialet blir anonymisert. Dette opplyste vi om i starten av intervjuet slik at respondentene var fortrolige med det, og kunne opptre så ærlig som mulig. Vi har fått lov av rederiene til å presentere relevante tall i oppgaven.

6.4.2 Dokumentanalyse

I samarbeid med Enova fikk vi tilsendt dokumenter som omhandler rederienes investeringer. For at rederiene skal få støtte fra Enova er de nødt til å søke om det. Da legger de frem hvilke kostnader og besparelser de forventer å få, hvordan de forventer at investeringen skal påvirke miljøet, samt annen relevant dokumentasjon. Denne dokumentasjonen ble tidlig delt med oss. Dette ga oss mulighet til å sette oss dypt inn i tema og grundig undersøke hver enkelt case i forkant av intervjuene.

6.5 Evaluering av datamaterialet

Undersøkelsen skal prøve å minimere problemer som er knyttet til reliabilitet og validitet. Validitet handler om man har målt det man ønsker å måle. Reliabilitet handler om man kan stole på dataen som er samlet inn. Når det kommer til kvalitative metoder er validitet mindre aktuelt å drøfte, da respondentene selv ofte definerer begrepene i slike undersøkelser (Jacobsen, 2015). Vi vil likevel diskutere det kort under.

6.5.1 Intern validitet

Intern validitet handler om resultatene fra undersøkelsen oppfattes som riktige. Det er to tiltak som kan gjennomføres for å teste dette. For det første kan man kontrollere undersøkelsen mot konklusjoner som andre har gjort. For det andre kan man gjøre en kritisk gjennomgang av resultatene selv (Jacobsen 2015).

Siden det finnes lite forskning på området, og vi forsøker å danne ny teori basert på observerte fakta er det vanskelig å kontrollere det opp mot forskning som andre har gjort. På bakgrunn

av dette sikret vi intern gyldighet ved en kritisk gjennomgang av resultatene selv. Dette gjorde vi gjennom respondentvalidering. Respondentvalidering innebærer at vi konfronterte respondentene med funnene vi hadde kommet frem til (Jacobsen, 2015). Vi lagde et skriv med sentrale funn og sendte det til rederiene slik at de kunne kontrollere at funnene var forstått riktig.

6.5.2 Ekstern validitet

Ekstern validitet handler om hvorvidt resultatene fra undersøkelsen kan generaliseres til andre enn utvalget vårt. Kvalitative undersøkelser har ikke til hensikt å generalisere funnene. Dette er fordi undersøkelsen retter seg mot få enheter, og vi ønsker å få detaljert og grundig forståelse om de få enhetene (Jacobsen, 2015). Resultatene er dermed kun relevante for fartøyene som blir undersøkt og vil oppleves som riktig for dem, selv om den kanskje ikke oppleves som riktig for andre.

Studiens utvalg er i tillegg skjevt. Dette betyr at det ikke er representative for populasjonen (Jacobsen, 2015). Likevel bygges utredningen på forskjellige offshorefartøy og vi har dekket fartøy av ulike størrelser. Dette er forhold som kan argumentere for at andre offshorerederier likevel vil kunne bruke utredningen for å se erfaringer med batteri.

6.5.3 Reliabilitet

Det er flere faktorer som både kan true, men også styrke reliabiliteten til utredningen. Hvilke respondenter man velger å intervjuer, kan ha betydning for undersøkelsens reliabilitet. Det er viktig å være bevisst på om man kan stole på informasjonen man får fra respondentene. Mennesker kan være uærlige, de kan gi feil informasjon eller mangle kunnskap om det vi ønsker å undersøke (Jacobsen, 2015). Vi har sikret reliabilitet gjennom å ha intervjuene med personer som har god kunnskap angående fenomenet.

Respondentene var klar over at undersøkelsen ble gjennomført i samarbeid med Enova. Dette kan potensielt svekke reliabiliteten fra informasjonen vi får av respondentene. Ettersom de er klar over at vi deler informasjon med Enova, er det fare for at respondentene “pynter” på svarene siden Enova har bidratt med støtte. Dersom rederiene har flere fartøy der batteriinstallasjon er en mulighet, kan det hende at respondentene gir oss feilaktige opplysninger, slik at informasjonen som kommer frem ikke vil påvirke Enovas fremtidige

støtte. Dette har vi sikret ved å informere om at det som blir sagt i intervjuene ikke vil påvirke rederienes forhold med Enova.

Vi brukte en intervjuguide ved alle intervjuene. Dette sikret at vi fikk definerte rammer for innhenting av informasjonen. Denne intervjuformen gir rom for dialog, men vil og gjøre det vanskelig å få samme resultat ved et senere tidspunkt (Jacobsen, 2015). Vi har ingen garanti for at respondenten svarer det samme dersom vi hadde intervjuet respondenten på nytt om ett år. Besparelser og kostnader etter investeringen kan også endre seg med tiden, selv om respondenten anser det som fornuftige resultat over hele levetiden.

Intervjubias er også en utfordring som kan oppstå når man gjennomfører intervjuer. Intervjubias handler om at den som foretar intervjuet kan påvirke intervjuobjektets utsagn gjennom sin oppførsel eller subjektive mening (Saunders et al., 2019). Dette forsøkte vi å minimere gjennom å opptre så nøytral som mulig uten å ha noen holdninger til prosjektene.

En annen utfordring som kan true reliabiliteten er hvordan respondentene oppfatter spørsmålene. Det er viktig at de oppfatter spørsmålene slik som de er ment. Ved å sende intervjuguiden til våre kontaktpersoner i Enova i forkant av intervjuene, sikret vi at spørsmålene ble forstått.

Videre ble responsbias vurdert. Saunders et al. (2019) beskriver responsbias ved at respondenten kan bli påvirket av omgivelsene, som videre kan påvirke svarene. Vi hadde kun mulighet til å gjennomføre telefonintervju. Dette førte til at respondentene kunne sitte på en trygg plass hvor de føler seg komfortable. I tillegg gjennomførte vi intervjuene på tidspunkt som passet for dem. På den annen side ble noen intervjuer gjennomført på hjemmekontor på grunn av korona. Dette kan føre til at forstyrning fra familie kan oppstå, noe vi opplevde ved ett tilfelle. Likevel påvirket ikke dette intervjuet noe mer enn at respondenten pratet med familien.

6.5.4 Klassifisering av data

Det første vi gjorde etter at intervjuene var gjennomført, var å transkribere dataen. Dette gjorde vi slik at vi hadde informasjonen fra respondentene nedskrevet, og ikke trengte å høre gjennom lydopptak og lete etter informasjon ved senere anledninger. Videre forsøkte vi å redusere noe av kompleksiteten, gjennom å forenkle transkriberingen til et strukturert sammendrag. Jacobsen (2015) hevder at dette fører til at man forstår informasjonen bedre.

I sammendragene satt vi opp underoverskrifter med emner fra intervjuguiden. Dette gjorde at det ble lettere å se mønster, trekke frem detaljer fra de ulike emnene og se underliggende årsaker. På denne måten fikk vi frem de sentrale detaljene fra intervjuene.

For å klassifisere datamaterialet gjennomførte vi en innholdsanalyse. En innholdsanalyse handler om at det som respondenten sier i intervjuet, kan reduseres ned til et sett færre kategorier (Jacobsen, 2015). Dermed blir det sentrale å finne relevante kategorier, og å fylle dem med innhold. Da vi lagde intervjuguiden, delte vi spørsmålene inn i følgende kategorier: bakgrunn, refleksjoner i ettertid, spørsmål om fremtiden, landstrøm og bransjen. I analysen bygget vi videre på kategoriene, men lagde også flere kategorier der det var behov. Dette førte til at vi fikk redusert kompleksiteten og så sammenhenger mellom de forskjellige intervjuene.

7. Presentasjon av data

I kapittel 7 vil vi presentere relevante funn fra datainnsamlingen som vi har samlet inn gjennom intervju av fire rederier, som omhandler syv fartøy, og søknadsdokumentasjon fra Enova. Seks av fartøyene er forsyningsfartøy og det siste fartøyet er et offshore servicefartøy.

Vi har valgt å kategorisere funnene i ulike kategorier. Funnene vil bli illustrert ved bruk av tabeller, relevante sitater fra intervjuobjektene og utregninger basert på datainnsamlingen. Det kan være hensiktsmessig å gjenta utredningens problemstilling:

I hvilken grad er batteriinvestering i skip innen offshoresektoren lønnsom?

For å sikre at rederiene og fartøyene forblir anonyme har vi tildelt fartøyene et nummer. Nummereringen er kronologisk etter investeringsår, der fartøy 1 var det første fartøyet av vårt utvalg som installerte batteri, og fartøy 7 det siste. Vi vil også presisere at respondentene er innforstått med at vi kan presentere relevante tall i utredningen.

I kapittel 7 vil vi først presentere bakgrunnen for investeringen. Videre vil vi presentere drivstoffreduksjonen, før vi presenterer hvilke erfaringer rederiene har opplevd etter å ha tatt i bruk batteriet. Deretter vil vi gi en presentasjon av landstrøm og hvordan batteriet har påvirket kontraktssituasjonene til fartøyene. Avslutningsvis vil vi presentere investeringsanalysene.

7.1 Bakgrunner for batterihybridiseringen

Det første temaet vi ønsker å belyse, er respondentenes bakgrunner for batteriinstallasjonen. Tanken bak kategorien var å få respondentene til å forklare og sette ord på hvorfor de valgte å gjennomføre investeringen. Dette har betydning for oppgavens problemstilling da det bidrar til å forklare hvorfor et økende antall rederier velger å investere i batteri i sine skip.

Tabell 7.1: Oversikt over bakgrunner for investeringen

Bakgrunn	Fartøy						
	1	2	3	4	5	6	7
Miljøaspekt - redusere utslipp/bærekraftig strategi	x	x	x	x	x	x	x
Kontrakt – gi tryggere og mer langsiktige kontrakter, samt bli mer attraktive i markedet	x	x	x	x	x	x	x
Sparte vedlikeholdskostnader		x				x	
Spart drivstoff	x	x	x	x	x		x
Rimeligere utgift for kunden					x		
Mulighet til økt dagrate							x
Sikrere fartøy og optimal drift			x	x	x	x	x

Tabell 7.1 viser ulike bakgrunner respondentene hadde for å investere i batteri.

Miljøaspekt

For det første forteller respondentene at en bakgrunn for investeringen er miljøaspektet. En respondent legger frem at de for mange år siden etablerte en strategi om å være et kraftsenter innenfor klima- og miljøteknologi. Dette resulterte i flere ulike miljøteknologier, og endte i flere installasjoner på andre fartøy, eid av rederiet, i tiden som fulgte. Rederiet brukte mye tid på å teste og undersøke batteriteknologien og fikk entydige bilder på at teknologien fungerer. Respondenten forteller videre:

“Dette passet veldig godt for oss. Investeringen skjedde i en tid hvor vi trengte slike klima- og miljøteknologiprojekter, uten å kunne bygge nye fartøy.”

En annen respondent forteller at miljøperspektivet spiller en positiv rolle, men på den annen side er det en stor investering. Respondentene hevder at det skal mye til for at slike selskap skal ha råd til å gjøre investeringen kun for miljøet sin del. Andre faktorer må spille inn for at det kan være gjennomførbart.

Kontraktsforhold

En annen bakgrunn som kommer frem i alle intervjuene er kontraktsperspektivet. Rederiene forteller om et hardt marked, hvor det i flere år har det vært stor konkurranse om å sikre kontrakter for fartøyene. Dette gjør at fartøyene har et behov for å skille seg ut, slik at de blir attraktive i markedet. Samtidig har flere oljeselskap fått et større fokus på miljøteknologi. Noen oljeselskaper har satsset på dette området og krever grønn teknologi ved tildeling av

langtidskontrakter. På bakgrunn av dette forteller respondentene at de har investert i batteri for å få lengre og sikrere kontrakter. Respondentene forteller at i dag opererer de stort sett med korttidskontrakter (1-3 år) eller langtidskontrakter (3-5 år). De har en formening om at batteriet gir en større mulighet til å vinne langtidskontrakter og være mer attraktive i markedet. En respondent forteller følgende under intervjuet:

“Det ga oss gode muligheter til å vinne noen kontrakter og få noen kontraktsforhold som ga god inntjening, i alle fall sammenliknet med at båtene gikk i opplag. I tillegg holdt den våre folk i arbeid med skipene. Så investeringen passet veldig godt inn i en slik lavkonjunkturperiode.”

I et annet intervju forteller respondenten følgende:

“Det er noen oljeselskap som har sagt at skal vi ha kontrakt, så må vi være grønnere og bruke mindre drivstoff. Skulle vi ha kontrakt, måtte vi ha batteri.”

Sparte kostnader

En annen bakgrunn som flere av respondentene vektlegger, er sparte kostnader. Installasjonen kan føre til at fartøyet sparer vedlikeholdskostnader og drivstoff. Dette kan resultere i lavere kostnader for rederiene og økt dagrate fra kundene. Fra dokumentanalysen finner vi at det var stor usikkerhet omkring hvor stor besparelsen ville bli. Sparte kostnader ble nevnt som en bakgrunn for investeringen hos flere av respondentene, men på grunn av usikkerheten var ikke dette en avgjørende faktor for at de valgte å installere batteri.

Et fartøy trekker frem at de gjennomførte investeringen for å redusere drivstoff og dermed være en rimeligere utgift for sin kunde. Dette medfører at skipet blir mer attraktiv i markedet ved inngåelse av nye kontraktsforhold. Respondenten forklarer:

“Bakgrunnen for installasjon var å spare drivstoff, og håpe at vi kunne bli en rimeligere utgift for kunden vår. Da kan vi ha et lavere drivstofforbruk og båten blir billigere.”

Sikrere fartøy og optimal drift

Fem fartøy trekker frem at batteriet fører til at fartøyene får en mer optimal og sikrere drift. Respondentene beskriver at ved å inkludere batteri i driften, kjører fartøyet mer optimalt siden den ikke trenger å kjøre med like mange generatorer i drift som tidligere. Et annet forhold som kommer frem, er at batteriet er en sikkerhet ved at fartøyet alltid har tilgjengelig ekstra reserve fra batteriet. En respondent forteller:

“Vi gjorde det òg for å bli et sikrere skip.”

7.2 Fartøyenes utslipp og drivstofforbruk

I kapittel 4 ga vi en presentasjon av hvordan maskinoppsettet i et offshorefartøy kan se ut med og uten batteri. Vi vil i dette delkapittelet ta for oss fartøyenes motoroppsett, samt hvordan fartøyets drivstofforbruk og utslipp har endret seg etter installasjonen av batteri.

7.2.1 Motoroppsett

Rederiene satt fartøyene i drift med batteri i tidsperioden 2016 til 2019. Tabell 7.2 viser hvilken type fremdriftssystem og antall motorer fartøyene har.

Tabell 7.2: Type fremdriftssystem og antall motorer

Fremdriftssystem	Fartøy						
	1	2	3	4	5	6	7
Dieselelektrisk fremdriftssystem		x		x	x	x	x
Elektrisk fremdrift på dual fuel	x		x				
Antall motorer							
Fire motorer	x	x	x	x		x	x
Seks motorer					x		

Av de syv fartøyene, har fem fartøy dieselelektrisk fremdriftssystem, og to fartøy har elektrisk fremdrift på dual fuel. Dual fuel betyr at fartøyet har et drivstoffsystem som kan kjøre på både MGO og LNG.

Seks av syv fartøy har et tilnærmet likt oppsett på sine motorsystem, med fire generatorer. Det siste fartøyet er et større fartøy med seks generatorer. Da fartøyene installerte batteri, valgte seks fartøy å installere batteriet som et tillegg til generatorene. Et fartøy erstattet en generator med batteri, noe som førte til at de etter installasjonen har tre generatorer i tillegg til batteri. De andre seks fartøyene har det samme motoroppsettet som tidligere, med batteri som tillegg.

7.2.2 Fartøyenes drivstofforbruk før og etter batteriinstallasjon

Vi hadde et ønske om å samle inn detaljerte data på hvor mange tonn drivstoff fartøyene brukte i driftsmodusene uten batteri, for deretter å studere hvordan det har endret seg med

batteri. Dette ønsket vi å gjøre for å studere i hvor stor grad batteriet har ført til drivstoffreduksjoner innenfor hver modus. Etter intervjuene så vi at driftsprofilene til fartøyene kan variere mye. I tillegg har ikke alle fartøyene like god dokumentasjon omkring besparelser innenfor hver driftsmodus. Dette førte til at vi ikke fikk tilgang til like detaljert informasjon som vi ønsket. Vi har dermed ikke god nok dokumentasjon på hvor mange tonn fartøyene har redusert drivstoff med, innenfor hver modus. Vi har derimot fått informasjon om total reduksjon av drivstoff i tonn, samt hva den prosentvise reduksjonen innenfor driftsmodusene er.

Fem av syv fartøy har undersøkt reduksjonen over et år, og ser på drivstoffreduksjonen som et godt estimat for alle årene som batteriet er i drift. Fartøy 3 og 4 har derimot ikke like gode data på den totale reduksjonen av drivstoff. De har kun registrert reduksjonen basert på de tre første månedene med batteriet i drift. De sier selv at de trenger å ha batteriet i drift i et år før de kan si noe sikkert om drivstoffreduksjonen. Nå har det gått mer enn et år, men vi har likevel ikke fått tilgang til denne informasjonen. For fartøy 3 og 4 må vi derfor basere årlige reduksjoner på de tre første månedene i drift med batteri.

Totalt har fartøyene hatt en årlig drivstoffreduksjon på 3 491,5 tonn. Dette fordeler seg på 579,04 tonn LNG og 2 912,46 tonn MGO.

Basert på innsamlet data finner vi følgende estimert og faktisk prosentvis drivstoffreduksjon hos fartøyene. I appendiks A er det vedlagt ytterligere informasjon om den faktiske drivstoffreduksjonen.

Tabell 7.3: Årlig drivstoffbesparelse

Fartøy	Estimert	Faktisk
1	12,22 %	17,02 %
2	13,37 %	12,78 %
3	14,44 %	7,68 %
4	13,00 %	7,55 %
5	24,29 %	15,31 %
6	12,21 %	18,63 %
7	10,39 %	17,64 %
Gjennomsnitt	16,43 %	14,83 %

Tabell 7.3 viser at tre av fartøyene, markert i grønt, har opplevd en større reduksjon i drivstoff enn det de forventet. Videre viser tabellen at et fartøy har fått omtrent samme resultat som forventet. De tre siste fartøyene, markert i rødt, har opplevd at drivstoffreduksjonen er betydelig lavere enn forventet. Totalt har fartøyene hatt en drivstoffreduksjon på 14,83 % som er 1,6 % lavere enn forventet.

Besparelser innenfor modusene

Den totale prosentvise drivstoffreduksjonen, som er presentert overfor, er basert på reduksjonen innenfor driftsmodusene. Alle syv fartøyene har stort sett kategorisert modusene innenfor fem moduser. Disse ble presentert i kapittel 4.2 og er transitt LO og HI, DP, standby og kailigge. Utenom dette har ett fartøy også inkludert modusen transitt annet.

I appendiks B har vi vedlagt diagrammer for å illustrere hvordan drivstoffreduksjonen fordeler seg på driftsmodusene, samt driftsprofilen til skipene.

Tabell 7.4: Drivstoffreduksjon innenfor hver driftsmodus

		Transitt LO	Transitt HI	Transitt HI & LO	Transitt annet	DP	Standby	Kailigge
1	Estimert	12,00 %	10,00 %			8,00 %	25,00 %	25,00 %
	Faktisk	10,00 %	10,00 %			27,00 %	15,00 %	15,00 %
2	Estimert	3,00 %	3,00 %			32,00 %	20,00 %	20,00 %
	Faktisk	5,00 %	5,00 %			18,00 %	4,00 %	4,00 %
3	Estimert	5,00 %	5,00 %		5,00 %	27,00 %	27,00 %	25,00 %
	Faktisk	3,00 %	3,00 %		9,00 %	20,00 %	17,00 %	-6,00 %
4	Estimert	5,00 %	5,00 %			27,00 %	27,00 %	25,00 %
	Faktisk	-3,00 %	0,00 %			25,00 %	19,00 %	32,00 %
5	Estimert			15,00 %		30,00 %		100,00 %
	Faktisk			20,00 %		30,00 %	30,00 %	25,00 %
6	Estimert			5,00 %		20,00 %	5,00 %	5,00 %
	Faktisk			10,00 %	0,00 %	22,50 %		4,00 %
7	Estimert*	12,00 %	8,00 %			9,13 %	44,00 %	34,00 %
	Faktisk	12,00 %	8,00 %			9,13 %	44,00 %	34,00 %
Gjennomsnitt								
	Estimert	7,40 %	6,20 %	10,00 %	5,00 %	21,88 %	24,67 %	33,43 %
	Faktisk	5,40 %	6,50 %	15,00 %	4,50 %	21,66 %	21,50 %	15,43 %

*Hadde ikke opplysninger om estimert og derfor baserte vi estimatet på faktisk reduksjon

Tabell 7.4 viser estimert og faktisk drivstoffreduksjon innenfor driftsmodusene. Som tabellen viser, er det variasjoner mellom estimert og faktisk reduksjon.

7.2.3 Energi- og klimaresultat

Basert på drivstoffreduksjonen har vi beregnet reduksjonen i energieresultat målt i kWh, og reduksjonen i klimaresultatet målt i tonn CO₂-ekvivalenter. Som presentert i kapittel 5.3 er energieresultatet beregnet basert på drivstoffreduksjonen de har opplevd i etterkant av investeringen. Standard brennverdier som er lagt til grunn i beregningen er 13,70 kWh/kg for LNG og 11,86 kWh/kg for MGO (DNV GL, 2018).

Klimaresultatet er også beregnet ut fra drivstoffreduksjonen med følgende utslippsfaktorer: 3,206 for MGO og 2,75 for LNG (International Maritime Organization, 2015).

Tabell 7.5: Reduksjon i energi- og klimaresultat

Fartøy	Drivstoffreduksjon		Energieresultat	Klimaresultat
	Tonn MGO	Tonn LNG	kWh	Tonn CO ₂ -ekvivalenter
1	94,6	378,4	6 306 036	1 343,89
2	50,16	200,64	3 343 666	712,57
3	200,68		2 380 065	643,38
4	133,82		1 587 105	429,03
5	1071		12 702 060	3 433,63
6	969		11 492 340	3 106,61
7	393,2		4 660 980	1 260,60
Gjennomsnitt		498,79	6 067 465	1 561,39

Tabell 7.5 viser reduksjonen i energi- og klimaresultatet til fartøyene som følge av batteriinstallasjonen. Totalt har samfunnet fått en årlig reduksjon i energieresultat på 48 539 716 kWh og klimaresultat på 12 491,09 tonn CO₂-ekvivalenter.

7.3 Erfaringer i ettertid av investeringen

I dette delkapittelet vil vi presentere hvilke positive og negative erfaringer fartøyene har opplevd i ettertid av investeringen.

Positive erfaringer med batteriet

En vesentlig positiv erfaring som to av fartøyene har opplevd, er at batteriet har fungert som det skal når de har opplevd blackout på fartøyet. Blackout betyr at generatorene har stoppet og ikke tilført fartøyet noe drivkraft. I disse tilfellene har fartøyene opplevd at batteriet automatisk har gått på og gitt fartøyet den nødvendige drivkraften som trengs.

Respondentene sier at det er kjekt å vite at systemet fungerer slik det skal når tilfeller som blackout oppstår.

En annen positiv erfaring batteriet har medført, er bedret arbeidsmiljø om bord på fartøyene. Fire fartøy forteller at arbeidsmiljøet har blitt bedre ettersom fartøyene er stillere enn før i operasjonene når batteriet er i bruk. Støynivået om bord er redusert på grunn av at batteriet reduserer antall generatorer i drift. Ved bruk av landstrøm bruker man ikke generatorer som fører til at det er helt stille og bedre arbeidsforhold i maskinrommene. Dette medfører at det blir roligere på dekk og i maskinrom siden ikke like mange generatorer står på hele tiden. I tilfeller når fartøyet ligger til kai og bruker landstrøm er det helt stille i maskinrommene og på dekk. Dette er fordi man i disse tilfellene ikke bruker generatorene, men kun energi fra landstrøm og batteriene.

En tredje positiv erfaring som kommer frem i intervjuene, er at landstrøm fører til lavere utslipp ved kaien. Dette oppleves som svært positivt da det ofte er husstander og befolkning i nærheten av kaien. Respondentene forteller at det er godt å vite at man kan forbedre luftkvaliteten til de som ferdes og bor i nærheten av kaiene.

Negative erfaringer med batteriet

På den annen side har noen fartøy opplevd noen negative erfaringer med batteriet.

Tabell 7.6: Opplevde problemer med batteriet

Problemer med batteriet	Fartøy						
	1	2	3	4	5	6	7
Ingen problemer							x
Normale oppstartsproblemer	x		x	x	x	x	
Litt problemer utenom oppstartsproblemer					x		
Mye problemer utenom oppstartsproblemer		x		x			

Tabell 7.6 viser at skipene har hatt ulik grad av problemer etter batteriinstallasjonen. Noen skip har hatt få eller ingen problemer, mens andre har hatt store og mer krevende problemer.

Batteri i skip er en relativ ny teknologi. Dette fører til at man ikke har like mye kunnskap omkring installasjonen, noe som lettere kan skape utfordringer underveis. Lite kunnskap kan også føre til at man underveis oppdager utfordringer som kan være vanskelig å være forberedt på i forkant. Derfor kan oppstartsproblem forventes og anses som helt normalt.

Tabellen viser at fire fartøy har opplevd normale eller ingen problemer etter installasjonen. På den annen side viser den at tre fartøy har opplevd litt eller store utfordringer utenom oppstartsproblemer. Det ene fartøyet har hatt lekkasjer på kjøleanlegget. Dette førte til skipet over en periode hadde 25 % driftstid med batteri. Nå ser det ut til at det meste av problemet er fikset, og batteriet er i full drift.

De to andre fartøyene opplevde utfordringer som førte til at batteriet ikke var i drift i løpet av ett helt år. Årsaken til at de ikke kunne benytte batteriet i driften på ett år, er at noen av utfordringene som oppstod, måtte utbedres da fartøyet lå til land. Det betyr at dersom man er i en kontraktssituasjon og utfordringene ikke blir utbedret før kontraktsforholdet inngås, vil det være begrensede muligheter til å utbedre problemene. Det er store kostnader knyttet til å ta fartøyet ut av operasjon for å utbedre det. Derfor har rederiene valgt å holde fartøyene i drift uten å bruke batteriet, og dermed ikke fått utbedret problemene på ett år.

Selv om fartøyet ikke fikk brukt batteriet på ett år, forteller den ene respondentene at de likevel er fornøyde med batteriet, på tross av mye nedetid. Dette rederiet fikk utbedret problemet mens fartøyet var i operasjon og batteriet var på land. Etter at batteriet ble reparert, har det fungert optimalt.

Selv om noen av skipene har opplevd problemer med batteriet, har vi sett vekk fra det når vi har gjennomført lønnsomhetsanalysen. Bakgrunnen for det er at selv om de opplever problemer, har batteriet likevel en levetid på 10 år. Vi anser dermed det som mest hensiktsmessig å vurdere reduksjon, besparelser og kostnader basert på driftstid når alt fungerer optimalt.

7.4 Landstrøm

I dette avsnittet vil vi presentere hvilke praktiske og økonomiske erfaringer fartøyene har opplevd med landstrøm etter batteriinstallasjonen.

Tabell 7.7: Aspekter ved landstrøm

Aspekter ved landstrøm	Fartøy						
	1	2	3	4	5	6	7
Har mulighet til å koble opp landstrøm.	x		x	x	x	x	x
Har brukt landstrøm.	x		x	x		x	
Kunden betaler for landstrøm.	x		*	*		x	x
Prisen for landstrøm er for høy.	x		x	x		x	
Tilgangen til landstrøm er for dårlig.	x		x	x	x	x	x
<ul style="list-style-type: none"> • For få kaier har landstrøm 	x					x	
<ul style="list-style-type: none"> • For få ladestasjoner der det er landstrøm 			x	x			x
<ul style="list-style-type: none"> • Ladestasjonene har for lav energikapasitet 					x		

*Ikke opplyst hvem som betaler.

Tabell 7.7 viser at seks av syv fartøy har mulighet til å koble sine fartøy til landstrøm. Når fartøyene benytter landstrøm, trenger de ikke å kjøre generatorene i det hele tatt. Det betyr at all energien fartøyet trenger, får de gjennom landstrøm. Siden fartøyene ikke trenger å benytte generatorene, fører dette til en reduksjon i drivstofforbruk.

Flere av skipene har benyttet landstrøm, men det er stor variasjon i hvor mye hvert fartøy har brukt det. Antall timer varierer fra null til 1600 timer per år. Ingen av respondentene har enda fått benyttet landstrøm til enhver tid når de ligger til kai. Hovedårsaken til dette er at tilgangen til landstrøm er dårlig. Skipene får ikke koblet seg til landstrøm, enten fordi havnen ikke tilbyr landstrøm eller fordi ladestasjonene er opptatt når skipet ankommer havnen.

En annen opplevelse som kommer frem under intervjuene, er at et skip opplevde at ladestasjonen var tilgjengelig, men hadde for lav energikapasitet. Havnen kunne tilby under halvparten av energien som fartøyet trengte. Fartøyet opplevde dermed å teste landstrøm én gang, men siden fartøyet krever stor energitilførsel, har de ikke registrert noen timer med landstrøm. En annen respondent hevder at det er stort sett fartøyene som har fast kontrakt og fast havn som får benytte landstrøm.

Prisen på landstrøm blir også kommentert. Respondentene opplever den som veldig høy. Prisen varierer fra havn til havn, hvor noen har opplevd den på over 2 kr per kWh, mens andre har opplevd 1,50 kr per kWh. Det at prisen er høy, vil ha stor betydning for bruken av landstrøm. Noen av rederiene vi intervjuet betaler for landstrøm selv, mens for andre er det

kundene som tar kostnaden. Dersom prisen er for høy, vil det ikke lønne seg å bruke landstrøm. Respondentene har opplevd at kostnaden av å benytte landstrøm, har oversteget kostnaden av å benytte drivstoff. Dette kan føre til at rederiet velger å bruke drivstoff for å spare penger, eller blir presset av sine kunder til å bruke drivstoff for å spare kundens penger. Et rederi kommenterer at de er overrasket over at staten ikke har lagt mer press på hvilke priser havnene kan ta, spesielt etter at havnene har fått økonomisk støtte fra staten. Et annet rederi kommenterer at prisen må ned til 1 kr per kWh for at det skal lønne seg å benytte landstrøm. Dersom prisen er høyere enn dette, vil det lønne seg økonomisk å benytte drivstoff fremfor landstrøm.

Respondentene forteller at det er store forbedringspotensialer når det kommer til landstrøm. Ettersom det er relativt stor etterspørsel etter ladestasjoner er respondentene håpefulle for fremtiden, og håper at tilgangen ved havnene blir bedre.

Utenom de nevnte forholdene har bruk av landstrøm fungert uten problemer. Respondentene forteller om gode opplevelser når de har fått koblet seg til. I de tilfellene har de erfart god energikraft og lavt støynivå om bord og i nærheten av fartøyet.

7.5 Kontraktsforhold

Det er også interessant å undersøke om batteriinvesteringen har påvirket kontraktssituasjonen til fartøyene. Etter intervjuene finner vi at alle er i en god kontraktssituasjon per dags dato. Kun ett av syv fartøy har korttidskontrakt og seks av syv fartøy har langtidskontrakt med sine kunder. Det er litt ulikt omfang av hvor langt fartøyene er kommet på sin kontrakt, men samtlige med langtidskontrakt har igjen mer enn 2,5 år.

Det er også verdt å merke seg at på grunn av korona fikk ett fartøy kansellert sin kontrakt.

Fremtiden

Respondentene forteller at det er svært vanskelig å si noe om hva som vil skje når kontraktene løper ut. Det maritime markedet er et marked som er preget av konjunkturer og det er vanskelig å spå fremtiden. Det er stor konkurranse i markedet, hvor de fleste fartøyene ønsker å få langtidskontrakt, ettersom det gir økt trygghet i et presset marked.

Respondentene har en formening om at batterihibridløsninger er mer og mer etterspurt, og

hyppigere krevd fra kundene. Fem av syv fartøy har en formening om at de måtte ha batteri for å få den gjeldende kontrakten eller en tidligere kontrakt.

En respondent kommenterer også at mye av konkurransen går på pris, og det at batteriet fører til lavere kostnader for kunden, som for eksempel drivstoffutgift, spiller positivt inn for å vinne kontrakter.

Trass i et usikkert marked har alle fartøyene troen på et videre liv med fartøyene og at batteriet har hatt en positiv effekt. Respondentene mener at batteriet gjør fartøyene mer attraktive i markedet.

7.6 Lønnsomhetsanalyse

I dette delkapittelet vil vi presentere datagrunnlaget og investeringsanalysen som vi har gjennomført basert på innsamlet data fra intervjuene og dokumentanalysen. Vi har fått et variert grunnlag av informasjon fra respondentene, og har derfor måttet gjøre enkelte vurderinger for hvert fartøy. Vi har gjennomført to investeringsanalyser: en samfunnsøkonomisk analyse og en bedriftsøkonomisk analyse. Før vi presenterer disse, vil vi presentere kostnader og inntekter som har oppstått som følge av batteriinvesteringen.

7.6.1 Investeringskostnad

Tabell 7.8: Investeringskostnader

Skip	Investeringskostnad		Støtte fra Enova	Netto
	Estimert	Faktisk		
1	18 600 000	19 969 482	7 440 000	12 529 482
2	14 600 000	16 576 190	6 570 000	10 006 190
3	22 500 000	22 500 000	7 650 000	14 850 000
4	22 500 000	18 920 343	5 676 103	13 244 240
5	73 500 000	85 000 000	36 750 000	48 250 000
6	38 200 000	43 679 659	15 259 530	28 420 129
7	17 211 000	19 972 148	4 000 000	15 972 148
Gjennomsnitt	29 587 286	32 373 975	11 906 519	20 467 456

Tabell 7.8 viser at det er stor variasjon i hvor mye batteriinstallasjonen har kostet.

Investeringskostnaden har variert fra omtrent 16,5 millioner til 85 millioner kroner. Det som

inngår i investeringskostnaden, er blant annet batteripakken, elektrisk installasjon og kostnader tilknyttet prosjektoppfølgning og idriftsettelse. Det er ulike grunner til at investeringskostnaden varierer. Det kommer blant annet an på hvor mange batteripakker man investerer i, størrelsen på skipet eller hvor kompleks installasjonen er.

Fem av syv respondenter forteller at installasjonen har blitt dyrere enn forventet. Dette begrunner de med en lengre igangkjøringstid enn estimert, samt oppstartsproblemer som har kommet av at teknologien er ny og det er vanskelig å forutse kostnader som kan oppstå underveis. Det har også vært en kompleks installasjon, noe som har ført til at det har kostet mer enn forventet. Respondentene forteller også om opplevelser som at utstyret har blitt dyrere, der et skip påpeker at endring i valutakurs har økt investeringsutgiften. En annen årsak som fremkommer, er at leveransen av ulike komponenter har tatt lenger tid. Dette har ført til at utstyr har blitt forsinket, og som har skapt ekstra kostnader.

7.6.2 Vedlikeholdsbesparelse

Tabell 7.9: Estimert årlig vedlikeholdsbesparelse

Estimert vedlikeholdsbesparelse per år (i kr)				
Skip	Motor	Batteri	Smøreolje/ Urea	Total vedlikeholdsbesparelse
1	150 000	-50 000		100 000
2	150 000	-50 000		100 000
3				90 000*
4				90 000*
5	513 000	-50 000	159 030	622 030
6	150 000	-50 000		100 000
7	370 000	-172 110		197 890
Gjennomsnitt				185 703

*Fartøyene hadde kun estimert total besparelse av vedlikehold, og ikke kategorisert det.

Tabell 7.10: Erfart årlig vedlikeholdsbesparelse

Faktisk vedlikeholdsbesparelse per år (i kr)				
Skip	Motor	Batteri	Smøreolje/ Urea	Total vedlikeholdsbesparelse
1	500 000	-50 000		450 000
2	350 000	-50 000		300 000
3	381 230 ^b	-50 000 ^a		331 230 ^b
4	381 230 ^b	-50 000 ^a		331 230 ^b
5	606 802	-50 000	400 000	956 802
6	570 000	-50 000		520 000
7	450 000	-50 000 ^a		400 000
Gjennomsnitt				469 895

a: Dette er tall som vi har estimert basert på andre fartøy, samt informasjon fra intervju.

b: Da rederiet ikke selv hadde beregnet besparelsen i vedlikehold, regnet vi det ut basert på den gjennomsnittlige prosentvise besparelsen som har vært i de andre skipene. Utregningen er vist i appendiks C.

Tabellene 7.9 og 7.10 viser hva rederiene estimerte på forhånd og opplevde i reduksjon av vedlikehold. I dokumentanalysen kommer det frem at det var vanskelig å vite på forhånd hvor stor reduksjonen ville bli. På grunn av at batteriinstallasjoner har vært lite utbredt, har de heller ikke hatt mulighet til å studere andre fartøy med batteri for å få et bedre estimat.

Når det gjelder faktisk vedlikeholdsbesparelse, forteller respondentene at de opplever en god reduksjon. Alle fartøyene har hatt en høyere vedlikeholdsbesparelse enn det som på forhånd ble estimert. Reduksjonen kommer av at batteriet tar unna for generatorbruk, og reduserer antall driftstimer med generatorer. Respondentene forteller at de gjennomfører vedlikehold på generatorene etter et visst antall driftstimer med generatorforbruk. Dette fører til at batteriet påvirker vedlikeholdsintervallet. Siden generatorene blir mindre brukt, trenger generatorene sjeldnere vedlikehold.

Respondentene forteller at de har erfart reduksjon i olje og urea, men det er kun ett fartøy som har beregnet det på detaljnivå. Resterende fartøy har kategorisert alt under ett, og ikke sett spesifikt på reduksjonen av timer på generator og reduksjonen av olje/urea.

Det er også verdt å merke seg at fartøy 3 og 4 ikke har regnet ut hva den faktiske vedlikeholdsreduksjonen er. De forteller at de har redusert driftstimer på generatorene. Når fartøyene ligger på felt og kjører med batteri og to generatorer, sparer de omtrent 40/50 liter i

timen. Samtidig ser de at de har et høyere drivstofforbruk når de lader batteriet i steam. Vi anser dermed estimert reduksjon på 90 000 som veldig lite, og regnet ut et gjennomsnitt av reduksjonen til resterende fartøy. Utregningen er vist i appendiks C. Gjennomsnittøkningen fra estimert vedlikeholdskostnad til faktisk er på 268,03 % som gir en total reduksjon i vedlikeholdskostnaden på 331 230 kr for fartøy 3 og 4.

I intervjuene kommer det frem at det er vanskelig å si noe konkret om kostnaden for å vedlikeholde batteriet. Noen rederier har enda ikke opplevd kostnader tilknyttet vedlikehold av batteriet, selv om de har hatt det i drift noen år. Andre har opplevd veldig små kostnader. I flere intervjuer kommer det frem at skipene årlig utfører en “state of health” test for å teste batterikapasiteten. Dersom denne kostnaden legges til grunn, samt noen andre små kostnader, anses 50 000 kr som årlig kostnad å være realistisk. Av den grunn har vi benyttet 50 000 kr som årlig vedlikeholdskostnad hos alle skipene, selv om ikke alle oppga dette i intervjuene.

7.6.3 Drivstoffbesparelse og økt rate

Som kapittel 7.2.2 viser, har batteriinvesteringen ført til en drivstoffbesparelse. Siden det er rederienes kunder som betaler for drivstoff, tilfaller besparelsen kundene. Ved gjennomførelse av den samfunnsøkonomiske analysen, legges drivstoffreduksjonen til grunn som inntekt. Drivstoffbesparelsen er basert på følgende priser for drivstoff:

- MGO: 5302
- LNG: 6412

Vi har tatt utgangspunkt i drivstoffpriser uten avgifter og merverdiavgifter (mva.) som er utledet av Miljødirektoratet (2019, s.26). Bakgrunnen for at vi har brukt en drivstoffpris uten avgifter og mva. er for å presentere besparelsen samfunnet har opplevd på bakgrunn av investeringen. Siden skatter og avgifter er en utgift som betales inn til staten, vil den samfunnsøkonomiske gevinsten nulles ut.

Tabell 7.11: Estimert og faktisk drivstoffbesparelse

Årlig samfunnsøkonomisk drivstoffbesparelse		
Skip	Estimert	Faktisk uten avgifter og mva.
1	1 339 390	2 927 870
2	1 477 994	1 552 452
3	2 000 226	1 064 005
4	1 653 000	709 514
5	4 536 000	5 678 442
6	3 363 014	5 137 638
7	1 771 062	2 084 746
Gjennomsnitt	2 305 812	2 736 381

Tabell 7.11 viser estimert og faktisk årlig samfunnsmessig drivstoffbesparelse. Den estimerte besparelsen har rederiene selv beregnet i forkant av investeringen. Som vi kan se av tabell 7.3, er den estimerte drivstoffreduksjonen 16,43 %, mens den faktiske er 14,83 %. Basert på dette burde estimert drivstoffbesparelse vært høyere enn faktisk. Tabell 7.11 viser at det ikke er samsvar mellom reduksjonen og besparelsen. Vi anser derfor estimatet som svakt, og sammenlikningsgrunnlaget i tabell 7.11 som dårlig. Ettersom estimatene har blitt beregnet i ulike år, har rederiene benyttet ulike drivstoffpriser. Dette er med på å forklare hvorfor den faktiske drivstoffbesparelsen er høyere enn den estimerte, når den faktiske drivstoffreduksjonen er lavere enn den estimerte.

Som tidligere nevnt, er det ikke fartøyene som får gevinsten av drivstoffbesparelsen, men i flere tilfeller har fartøyene blitt kompensert for besparelsen gjennom økt rate. Økt rate er dermed lagt til grunn i den bedriftsøkonomiske analysen siden dette er en direkte endring i inntekten for rederiene, som har oppstått som følge av batteriinstallasjonen.

Tabell 7.12: Årlig økning i estimert og faktisk rate

Økt årlig rate		
Skip	Estimert	Faktisk
1	1 339 390	3 650 000
2	1 477 994	0
3	2 000 226	1 825 000
4	1 653 000	1 825 000
5	4 536 000	0
6	3 363 014	0
7	1 771 062	1 825 000
Gjennomsnitt	2 305 812	1 303 571

Tabell 7.12 viser hvordan den årlige raten til fartøyene var estimert å øke og hva den har økt med etter batteriinstallasjonen. Den faktiske økte raten er basert på informasjon oppgitt i intervjuene om hva fartøyene har fått i økt rate. Den estimerte raten er basert på en prosentandel av den estimerte drivstoffbesparelsen, og viser hva respondentene forventet å få i kompensasjon som følge av investeringen. Noen fartøy har forventet å få 100 % kompensasjon av drivstoffbesparelsen, mens andre har forventet å få en lavere kompensasjon.

Selv om respondentene har oppgitt økt rate, er det knyttet noe usikkerhet omkring tallene. Hos noen fartøy er det flere faktorer som har spilt inn når raten ble forhandlet mellom kunde og rederi. Respondentene har likevel en formening om at ratene som står oppgitt i tabell 7.12 kan anses som representativt. Tabellen viser at fire av syv fartøy har fått økt rate, mens resterende tre ikke har fått det. I gjennomsnitt har skipene fått en lavere økt rate enn hva som var estimert på forhånd. Forskjellen er på omtrent én million, som viser en betydelig lavere økning i raten enn hva som var forventet.

7.6.4 Avgrensninger

I lønnsomhetsanalysen har vi brukt et nominelt avkastningskrav etter skatt på 7,7 %. Vi har valgt å bruke dette avkastningskravet basert på informasjon som vi har fått fra Enova. Vi fikk tilgang til en rapport som omhandlet normalavkastningskrav. Rapporten ble gjennomført i april 2019 av EY. Vi anser dette som et godt grunnlag å bruke i oppgaven. Bakgrunnen for at vi bruker nominelt avkastningskrav, er for å ta hensyn til inflasjon.

Vi har ekskludert alle driftskostnader tilknyttet landstrøm. For de fleste rederiene er det deres kunder som betaler for strømkostnader, men dette er likevel kostnader som burde reflekteres i den samfunnsøkonomiske investeringsanalysen. Grunnen til at vi ekskluderte strømkostnader, er at vi ikke har fått nok informasjon angående den. I tillegg viser funnene at landstrøm har vært lite brukt. Denne ekskluderingen fører til at resultatet ser noe bedre ut enn det egentlig er for de fartøyene som har timer med landstrøm.

Av fartøyene vi undersøker, installerte fartøy 1 batteri i 2016, og fartøy 7 i 2019. Fartøyet som var tidlig ut med installasjonen har hatt flere år på å optimalisere bruken av batteriet. Dette kan ha betydning for analysen ved at de kan ha klart å redusere drivstofforbruket i en større grad enn de som nylig har installert batteriet. Det kan tenkes at dersom vi gjennomfører undersøkelsen om et par år, ville drivstoffreduksjonen vært høyere for fartøyene som installerte batteri i 2018 og 2019.

Opdal (2010) viser at batterikapasiteten blir dårligere jo lenger batteriet er i bruk. Når batterikapasiteten er på 80 % må fartøyene erstatte det eksisterende batteriet med et nytt. Vi har benyttet en levetid på 10 år i investeringsanalysen. Bakgrunnen for dette er at leverandørene av batteripakkene mener at det vil gå minst 10 år før batterikapasiteten faller til 80 %.

Som presentert tidligere har noen fartøy opplevd problemer med batteriet. Besparelsene og kostnadene som vi har brukt i investeringsanalysen, er basert på perioden da batteriet fungerte optimalt. Vi har dermed ekskludert perioder hvor batteriet ikke har vært i bruk. Bakgrunnen for at vi gjør analysen slik, er at batteriet forventes å ha en levetid på totalt 10 år. Dersom batteriet ikke er i drift i løpet av ett år, vil fartøyene ha et opphold i inntekter og kostnader tilknyttet batteriet, som vil bli lagt til når batteriet er i drift igjen. Batteriet vil teoretisk sett få en levetid som er lenger enn 10 år, men vil fortsatt kun være i bruk i 10 år. Nåverdien vi finner er derfor noe høyere enn dersom vi hadde inkludert problemer med batteriet i analysen. Dette er fordi pengenes verdi i senere tid er verdt mindre enn i dag.

7.6.5 Nåverdiprofiler og internrenter

Basert på inntekter og kostnader presentert i delkapitlene over, har vi gjennomført to investeringsanalyser. Investeringsanalysene er gjennomført ved å beregne nåverdier og internrenter. Den første er gjennomført for å undersøke den samfunnsøkonomiske lønnsomheten. Nåverdiprofilene er presentert i appendiks D og tar utgangspunkt i

drivstoffreduksjonen. Den andre investeringsanalysen undersøker lønnsomheten av batteriinvesteringen fra rederienes perspektiv. Denne analysen tar utgangspunkt i den økte raten som rederiene har fått. Analysen er presentert i appendiks E.

Samfunnsøkonomisk lønnsomhet

Tabell 7.13: Nåverdi og internrente med drivstoffbesparelse som utgangspunkt

Fartøy	Nåverdi	Internrente
1	5 069 972	13,01 %
2	-2 881 855	3,70 %
3	-12 021 833	-6,35 %
4	-11 182 542	-8,32 %
5	-34 595 321	-2,42 %
6	-426 670	7,48 %
7	-1 135 475	6,43 %
Gjennomsnittlig nåverdiprofil	-8 167 675	1,76 %

Tabell 7.13 viser nåverdiene og internrentene til alle fartøyene. I den samfunnsøkonomiske investeringsanalysen har vi inkludert kostnader som investeringskostnader og vedlikehold av batteriet, samt inntekter som drivstoffbesparelse og vedlikeholdsbesparelse. For å få et korrekt bilde av den samfunnsøkonomiske lønnsomheten har vi i også inkludert en prissetting på utslippsreduksjonen. CO₂-besparelsen er inkludert i analysen ved at vi har tildelt besparelsen en kroneverdi. Vi har prissatt CO₂-besparelsen ved å bruke kvoteprisen på utslipp av CO₂. Vi har valgt å bruke kvoteprisen fra 17.januar. Energi og klima (2020) viser at prisen var 25,36 euro. Med valutakurs fra samme dato på 8,9026, gir dette en pris på CO₂ lik 225,77 kr. Grunnen til at vi valgte en pris fra januar, er at vi ønsket å ekskludere virkningen av koronaviruset i markedet. Datoen vi valgte er fra før WHO erklærte en global helsekrise, og før andre land enn Kina hadde opplevd dødsfall.

Tabell 7.13 viser at fra et samfunnsøkonomisk perspektiv, er ikke investeringen lønnsom. Totalt sett viser prosjektene til en gjennomsnittlig nåverdi på minus 8,17 millioner og en internrente på 1,76 %.

Bedriftsøkonomisk lønnsomhet

I den bedriftsøkonomiske investeringsanalysen, har vi inkludert følgende inntekter og kostnader: investeringskostnaden, støtte fra Enova, kostnader for å vedlikeholde batteriet,

vedlikeholdsbesparelsen på generatorene og den økte raten som rederiene har erfart.

Nåverdiene og internrentene er vist i tabell 7.14.

Tabell 7.14: Nåverdi og internrente med utgangspunkt i økt rate til rederiene

Skip	Nettonåverdi		Internrente	
	Uten støtte	Med støtte	Uten støtte	Med støtte
1*	7 918 039	15 358 039	15,79 %	30,43 %
2	-14 535 640	-7 965 640	-23,05 %	-17,48 %
3*	-7 833 681	-1 083 681	-0,77 %	6,16 %
4*	-4 254 024	1 422 079	2,45 %	10,01 %
5	-78 491 991	-41 741 991	-27,69 %	-22,09 %
6	-40 142 705	-24 883 175	-27,17 %	-22,94 %
7*	-4 838 066	-838 066	2,01 %	6,53 %
Gjennomsnittlig nåverdiprofil	-20 311 156	-8 404 637	-9,67 %	-2,52 %

*Fartøy som har fått en økt rate.

Vi har inkludert nåverdiene og internrentene både med og uten støtte. Dette er for å illustrere viktigheten av bidraget fra Enova, som vi vil diskutere i kapittel 8. Videre vil vi hovedsakelig fokusere på investeringsanalysen der støtten er inkludert.

Av de fire som har fått økt rate, har to fartøy en positiv nåverdi og en internrente høyere enn avkastningskravet. De to andre har en svakt negativ nåverdi og en positiv internrente som er lavere enn avkastningskravet. For de tre fartøyene som ikke har fått økt rate er nåverdien og internrenten negativ.

Tabell 7.14 viser at investeringen er kun lønnsom for to fartøy. Gjennomsnittlig nåverdiprofil viser til en nåverdi på minus 8,4 millioner og internrente på minus 2,52 %. Dette indikerer at prosjektene totalt sett ikke er lønnsomme for rederiene.

8. Diskusjon

I dette kapitlet diskuteres funn fra studien opp mot teori for å forsøke å svare på utredningens problemstilling: i hvilken grad er batteriinvestering i offshoreskip lønnsom. For å svare på dette vil vi starte med å diskutere drivstoffreduksjonen som følger av batteriinstallasjonen. Videre i kapitlet vil vi diskutere lønnsomhetsanalysen.

8.1 Drivstoffutslipp

Batteriinvestering er ett av tiltakene det maritime markedet har iverksatt for å begrense klimaendringene, og tilpasse seg et mer bærekraftig samfunn. Batteri i offshoreskip kan bidra til å nå nasjonale mål som Norge har satt for å bli et lavutslippssamfunn. Litteratur viser at man er nødt til å kutte klimagassutslippene for å hindre katastrofale konsekvenser i fremtiden. Etter at Paris-avtalen ble signert, har alle land forpliktet seg til å kutte utslipp (FN-sambandet, 2016). Gjennom Enova bidrar Norge med å kutte utslipp ved å støtte miljøvennlige tiltak, slik som batteriinstallasjoner i skip.

Statlig støtte fører til at fartøy får insentiv til å investere i batteri. Utredningen vår har studert syv fartøy som har mottatt statlig støtte og tatt i bruk batteri i driften. I denne delen av oppgaven vil vi diskutere hvordan batteri i skip har fungert og om fartøyene har klart å nå utslippsmålene de hadde i forkant av investeringen. Vi vil også diskutere hvor god utslippsreduksjonen er.

8.1.1 Batteri i skipene

Mo (2019) viser at batteri i offshorefartøy skal fungere som effektreserve og flate ut belastningstopper. Vi vil i dette delkapitlet diskutere hvordan batteriet har fungert i de syv skipene.

Batteriet har bidratt til peak shaving. Det betyr at når det er korte variasjoner i generatorlasten, har energikraften blitt utjevnet med kraft fra batteriet. Batteriet gir korte lade/utlade sykluser som gir en mer stabil last på generatorene. Dette fører til at fartøyet får en bedre ytelse og gir redusert drivstofforbruk, som reduserer klimagassutslipp.

Alle fartøyene har installert en modus kalt power mode. Power mode sørger for at generatorene holder konstant last, slik at de unngår fluktuerende last-topper på generatorene.

Fordelen med power mode er at modusen fører til at generatorene blir stabilisert på en høyere last. Dette hindrer at man får overlast på fartøyet forårsaket av bølger eller høy sjø. Alternativet uten power mode er å starte en ekstra generator, noe som er lite gunstig for generatorytelsen. Batteripakken håndterer energilasttoppene, samtidig som de sørger for at fartøyet holder en konstant fart, uten at de må starte en ekstra generator. På denne måten sparer fartøyene drivstoff fordi man hele tiden opererer med optimal last, og slipper å starte flere generatorer for å ta last-toppene.

Ved å utnytte fordelen av å la generatorene gå på optimal last, vil det bli mindre behov for start og stopp av generatorene. Dette er fordi man har tilgjengelig reserve i form av lagret energi fra batteriet. Batteriet fungerer som spinning reserve, og man har nok kraft selv om skipet opplever en blackout. Det at batteriet fungerer som en tilgjengelig reserve fører til at man får et sikrere fartøy, og mannskapet er tryggere på systemet om bord på skipet.

En annen fordel med batteriet er at de kan seile inntil 30 min på batteriet før det blir utladet og må lades opp igjen. Dette er noe fartøyene typisk har gjort når de seiler inn mot kai.

Alle faktorene nevnt overfor er positive effekter fartøyene har opplevd av batteriet, og vil være med på å redusere utslippet. Likevel viser kapittel 7.2 at ikke alle fartøyene har oppnådd en like god drivstoffsreduksjon som forventet. I noen moduser har noen fartøy klart å utnytte batteriet bedre enn andre. Dette indikerer at samtlige fartøy har hatt en flittigere bruk av spinning reserve, peak shaving og power mode.

8.1.2 Utslippsreduksjon

Som presentert i kapittel 7.2 og appendiks A og B ser vi at alle fartøyene har hatt en drivstoffreduksjon etter installasjonen av batteri i sine fartøy. I gjennomsnitt har fartøyene redusert sine årlige utslipp med 498,79 tonn, som tilsvarer en reduksjon på 14,83 % av det totale drivstoffbruket. Dette gir en gjennomsnittlig reduksjon i energireultat på 6 067 465 kWh/år, og en gjennomsnittlig reduksjon i CO₂-ekvivalenter på 1 561,39 tonn per år. Enova har et krav om at investeringene som de støtter skal redusere energibruken med minimum 100 000 kWh/år eller redusere utslipp med 26 tonn CO₂-ekvivalenter/år (Enova, u.å.-e). Fra tabell 7.2.3 ser vi at alle fartøyene har innfridd Enovas utslippskrav med god margin.

Drivstoffreduksjonen på 14,83 % viser at bruken av batteri i fartøyene fungerer og fører til mindre utslipp. På den annen side viser beregningene i kapittel 7.2 at reduksjonen er lavere enn det fartøyene estimerte på forhånd.

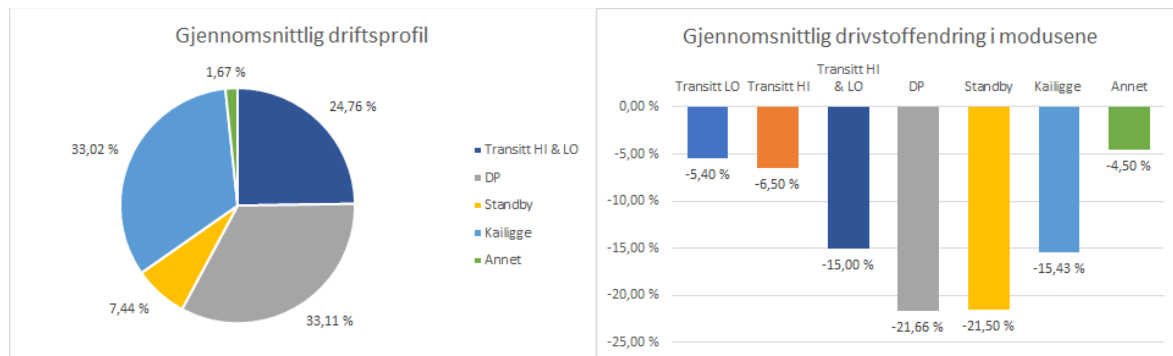
Fire av syv fartøy har en reduksjon som er omtrent lik som estimert eller høyere, mens tre av syv fartøy har en vesentlig lavere reduksjon i utslipp enn estimert. I gjennomsnitt var den estimerte reduksjonen på 16,43 %. Gjennomsnittlig drivstoffreduksjon er dermed 1,6 % lavere enn estimert.

En årsak til at drivstoffreduksjonen er lavere enn antatt, har med forventninger om reduksjonen i kailigge å gjøre. For eksempel hadde fartøy 5 en formening om at bruken av landstrøm ville føre til en 100% drivstoffreduksjon i modusen kailigge. Når fartøyene er tilkoblet landstrøm, trenger de ikke benytte drivstoff. I ettertid har de sett at de ikke hatt muligheten til å være tilkoblet landstrøm til enhver tid når de ligger til kai. De har sett en drivstoffreduksjon på 25 %, noe som er 75 % lavere enn forventet. Dette indikerer at forventningene på forhånd var for høye, og dermed blir ikke sammenlikningsgrunnlaget korrekt, noe som forklarer forskjellen fra faktisk og estimert reduksjon hos fartøy 5. Får de derimot effekten av landstrøm ved senere anledninger, vil drivstoffreduksjonen kunne forbedres ytterligere.

Fartøy 3 og 4, som også ligger godt under estimert resultat, har basert sine målinger på tre måneder i drift, og ikke et helt år. Målingene ble gjort de første tre månedene med batteridrift. I perioden like etter installasjonen kreves det en omstilling og det kan ta tid før man klarer å utnytte systemene fullt ut. Dette kan føre til at man ikke kjører med optimal og effektiv batteribruk den første tiden etter installasjonen. Siden vi ikke har fått tilgang til mer detaljerte resultater, er det vanskelig å si noe annet, men forholdene kan tyde på at resultatet vil være bedre ved målinger basert på et års drift. Etter et år kjenner mannskapene systemene bedre og kan kjøre optimalt. Vi må likevel basere oss på den informasjonen vi har fått, med et forbehold om at resultatet muligens kan være bedre.

8.1.3 Drivstoffreduksjoner innenfor modusene.

Figur 8.1: Gjennomsnittlig driftsprofil og drivstoffendring



Figur 8.1 viser gjennomsnittlig driftsprofil og drivstoffendring. I appendiks B er det vedlagt ytterligere informasjon om hvert fartøy. Fra disse kan vi se at driftsprofilene og drivstoffreduksjonen til skipene varierer. Vi vil videre diskutere drivstoffreduksjonen skipene har erfart, samt hvorvidt det er potensiale for ytterligere drivstoffreduksjon i modusene.

Transitt

I modusen transitt viser Lindstad et al. (2017) at batteriet kan ta unna for svingninger i belastningen, slik at generatorene kan kjøre med mer konstant og optimal belastning. Dette er fordeler som kommer av peak shaving og power mode. Respondentene viser til forhold hvor de kjører med batteriet i maksimalt 30 minutter og sparer generatorene fullstendig. I transitt viser analysen at det er jevnt over er en lavere drivstoffreduksjon sammenlignet med reduksjonen i de andre modusene.

Alle skipene, utenom to, har separert transitt HI og LO i sine driftsprofiler. De to fartøyene viser til en høyere drivstoffreduksjon enn estimert i transitt HI & LO. Dette indikerer at fartøyet har fått til en god reduksjon, og klarer å utnytte batteriet fullt ut. Siden resterende skip har separert modusen transitt til HI og LO, vil vi videre se på de hver for seg.

LO

Driftsprofilene i appendiks B viser at fartøyene i gjennomsnitt bruker omtrent $\frac{1}{4}$ av driftstiden i modusen transitt LO. Siden mye av tiden brukes i modusen, vil en høy drivstoffreduksjon føre til en god utslippsreduksjon. Diagrammene i appendiks B viser at drivstoffreduksjonen varierer en del mellom fartøyene. Et skip opplevde en økning i drivstofforbruket på 3 %, mens et annet ser en reduksjon på 12 % etter batteriinstallasjonen.

Det at drivstoffreduksjonen varierer mye, kan indikere at noen klarer å utnytte batteriet bedre enn andre, og dermed får en høyere reduksjon i drivstofforbruk. Det er særlig fartøy 3 og 4 som viser til dårlig reduksjon, og de har, som beskrevet tidligere, noe usikker rapportert drivstoffreduksjon. Gjennomsnittlig viser fartøyene til en reduksjon på 5,40 % i modusen.

Fartøyene har i gjennomsnitt redusert drivstoffet med 2 % mindre enn estimert. Dette indikerer at de har klart å utnytte batteriet i en mindre grad enn estimert på forhånd. To fartøy ser en god reduksjon på over 10 %, mens resterende har en reduksjon på 3 % og 5 %, og en har opplevd en økning på 3 %. Dette indikerer at de tre fartøyene har hatt en dårligere utnyttelse av batteriet. Dersom disse tre fartøyene klarer å redusere drivstofforbruket ytterligere gjennom å optimalisere batteribruken i transitt LO, vil drivstoffreduksjonen føre til et bedre resultat.

HI

Transitt HI er en driftsmodus som er i mindre bruk enn transitt LO. En årsak til dette er at man ønsker å seile så effektivt som mulig, og kun bruker modusen dersom man har dårlig tid. I modusen reduserer batteriet drivstofforbruket ved å ta belastningstoppene slik at man kan ta i bruk færre generatorer. Diagrammene i appendiks B viser at fem fartøy har inkludert transitt HI i sin driftsprofil. Fire av dem benytter modusen omtrent 1 % av total tid, mens et fartøy har driftstid på 7,48 %.

Transitt HI viser også til en variert drivstoffsreduksjon. Fem fartøy har hatt en reduksjon som varierer mellom 0 % og 10 %, og viser til en gjennomsnittlig reduksjon på 6,5 %. Drivstoffreduksjonen er dermed høyere enn estimert reduksjon som var på 6,2 %.

Siden driftstiden er betydelig lavere i modusen HI sammenliknet med modusen LO, vil drivstoffreduksjonen være av mindre betydning. På den annen side er transitt HI en modus som fører til høyere utslipp. Som figur 4.1 indikerer, er dette fordi drivstofforbruket øker eksponentielt med hastigheten til skipet. Bakgrunnen for det er at fartøyene trenger en høyere tilførsel av kraft når de seiler med en høyere hastighet.

Vi har også sett reduksjon i modusen transitt annet. Det er kun to fartøy som har brukt modusen og gjennomsnittlig reduksjon er på 4,5 %. Dette er litt lavere enn de 5 % som var estimert.

Dynamisk posisjonering

Dynamisk posisjonering er en av de modusene hvor respondentene sier at man skal kunne oppleve en stor reduksjon i drivstofforbruket. Innenfor DP trenger fartøyet ekstra reserve for å sikre at man hele tiden har nok tilgjengelig kraftforsyning i kritiske operasjoner (Maritime battery forum, 2016). I denne modusen brukes batteriet som en tilgjengelig reserve i tilfeller der de trenger ekstra kraftforsyning. Dette har ført til at fartøyene har redusert antall generatorer i drift.

Appendiks B viser at de syv fartøyene har noe variasjon i hvor mye driftstid de bruker i DP. Den laveste driftstiden er 14,32 % og den høyeste er 64,80 %. Tre fartøy har mellom 35 % - 65 % driftstid i DP, mens resterende fire fartøy har under 30 % driftstid. DP er den driftsmodusen som gjennomsnittlig har mest driftstid. I snitt bruker fartøyene 33,11 % av sin driftstid i modusen. Siden driftstiden er høy og respondentene viser til potensiale for god reduksjon, indikerer dette at fartøyene har mulighet til å redusere mye drivstoff i modusen.

I gjennomsnitt er det estimert en reduksjon på 21,88 %, mens faktisk reduksjon i snitt er på 21,66 %. Drivstoffreduksjonen er over 18 % på seks av syv fartøy, hvor tre av disse har høyere enn 25 % reduksjon. Kun ett fartøy har en reduksjon som er under 10 %, på 9,13 %.

Total utslippsreduksjonen er noe lavere enn hva den var estimert til å være. Imidlertid er reduksjonen mye høyere enn hva Mo (2019) hevder den kan være. Mo (2019) viser at det er mulig å få en reduksjon på 10 %, mens vår undersøkelse viser til en reduksjon på 21,66 %. Dette betyr at fartøyene totalt sett har oppnådd noe lavere reduksjon enn forventet, men en mye høyere reduksjon enn teorien viser til.

En total reduksjon på 21,66 % indikerer at fartøyene har klart å utnytte batteriet i driften. Det at seks av syv fartøy rapporterer om reduksjoner over 18 %, viser også at dette er en modus som gir en stor utslipps- og miljøgevinst. Siden et fartøy har opplevd mye lavere reduksjon, på 9,13 %, kan dette indikere at har brukt batteriet mindre i en mindre grad enn resterende fartøy. Dersom de også benytter batteriet mer i driften, har de potensiale til en ytterligere reduksjon i DP.

Standby

I modusen standby er det også variasjoner i driftstid og drivstoffreduksjon. Et fartøy har driftstid på 34,62 %, mens et annet fartøy har ingen driftstid i standby. For resterende fem fartøy varierer driftstiden mellom 1 % og 7,12 %. I gjennomsnitt er driftstiden på 7,44 %.

Når det gjelder drivstoffreduksjonen viser appendiks B at det varierer fra 4 % til 44 %, med et gjennomsnitt på 21,5 %. Estimert reduksjon var på 24,67 %. Dette viser at skipene har en lavere utslippsreduksjon i standby enn estimert i forkant.

Selv om drivstoffreduksjonen totalt sett er god, ser vi at fartøy 2 kun har hatt 4 % reduksjon. Dette er det fartøyet som har høyest andel driftstid i standby. Vi syns dermed det er lite med 4 % reduksjon, og undrer om de har benyttet batteriet i en mindre grad enn hva resterende fartøy har gjort. Dersom det er tilfellet, kan resultatet bli mye bedre, på grunn av fartøyets høye driftstid i modusen.

Et fartøy har rapportert om reduksjon på 44 % og et annet fartøy har rapportert om reduksjon på 30 %. Begge fartøyene har lav driftstid, på henholdsvis 5,39 % og 1 %. Dette kan indikere at resterende fartøy har mulighet til å få til ytterligere reduksjon. På den annen side kan det og vise til at man får en bedre utnyttelse av batteriet dersom man har mindre driftstid i standby. Dette er et forhold som vi ikke har fokusert på i oppgaven, og kan dermed ikke gi noe ytterligere svar på det. Likevel viser fartøyene totalt sett til en god reduksjon i standby, selv om den er lavere enn det som var estimert. Standby har i gjennomsnitt den nest høyeste drivstoffreduksjonen sammenlignet med de andre modusene.

Kailigge

Mo (2019) viser at fartøyene kan, ved å benytte batteri og landstrøm, ha store besparelser når de ligger til kai. Ved å benytte batteriet vil det kunne gi ekstra energitilførsel, slik at man kan redusere antall generatorer i bruk. Dersom landstrøm er tilgjengelig, kan man få all kraftforsyning fra elektrisitet i stedet for drivstoff. Landstrøm vil dermed kunne føre til en stor reduksjon i drivstoff. Basert på innsamlet data ser vi at det er ulikt omfang over hvor stor besparelse fartøyene har hatt i driftsmodusen kailigge.

Driftsprofilene til fartøyene i appendiks B viser at de fleste skipene ligger mye til kai. I gjennomsnitt ligger alle syv fartøyene 33,02 % av sin driftstid til kai, noe som tilsvarer en tredjedel av driftstiden. I dag sparer de i gjennomsnitt 15,43 % drivstoff i kailigge, men dersom alle fartøyene benyttet landstrøm hele tiden når de ligger til kai, har de mulighet til å spare opptil 100 % i modusen. Siden kailigge utgjør i snitt 33,02 % av den totale driftstiden til fartøyene, tyder dette på at de har en mulighet til å få en stor drivstoffreduksjon, og dermed en stor utslippsreduksjon ved kailigge.

Som beskrevet i kapittel 7.4 så vi at tilgangen på landstrøm er svært dårlig. På bakgrunn av lite utbygging av ladestasjoner har få fartøy fått benyttet landstrøm i en like stor grad som de ønsket.

Selv om tilgangen, samt bruken, av landstrøm har vært lav, ser vi likevel at seks av syv fartøy har hatt en reduksjon når de har ligget til kai. Diagrammene i appendiks B viser at drivstoffreduksjonen til skipene varierer en del. Enkelte skip har erfart en liten reduksjon i drivstofforbruket, mens andre hatt en reduksjon på over 30 %. Et skip har til og med sett en økning i drivstofforbruket på 6 %. I gjennomsnitt har fartøyene en reduksjon på 15,43 % i modusen. Dette indikerer det er en god drivstoffreduksjon, men den er vesentlig lavere enn estimert på 33,43 %.

Fartøy 3 er det fartøyet som rapporterer om en økning i drivstofforbruket på 6 % etter installeringen av batteri. Dette kan indikere at de ikke har brukt batteriet i særlig stor grad når de har ligget til kai. Vi antar at årsaken til dette er at fartøyet gjorde disse beregningene basert på tre måneder i drift. Fra intervjuet fikk vi informasjon om at de har vært tilkoblet landstrøm, og de burde derfor ha sett en drivstoffreduksjon. Økningen vil dermed ikke være representativt for dagens drivstofforbruk. Vi velger likevel å beholde den informasjonen som dokumentene fra Enova har gitt oss, da vi ikke har tilgang til andre konkrete opplysninger. Siden vi har beregnet drivstoffreduksjonen til fartøy 4 på samme måte som fartøy 3, er det også knyttet usikkerhet til reduksjonen i drivstofforbruket til dette skipet.

Et annet viktig poeng som kommer frem i intervjuene, er prisen på landstrøm. Flere rederier rapporterer at å bruke landstrøm er dyrt, der noen har opplevd at det kostet opptil 2 kr per kWh. Respondentene hevder at for at det skal lønne seg å bruke landstrøm må prisen ned, hvis ikke er det rimeligere å bruke drivstoff. De rapporterer at prisen må ned til 1 kr per kWh for at de skal ha insentiver til å velge å benytte landstrøm istedenfor drivstoff. Dette kan dermed føre til at selv om man får en miljøgevinst av å ligge på landstrøm, velger fartøyene å bruke drivstoff. Her ønsker vi å understreke at dette er respondentenes synspunkt og at vi ikke har undersøkt hva prisen må være for at det skal lønne seg å bruke landstrøm.

For at fartøyene alltid skal benytte landstrøm, foreslår vi at enten må prisen på landstrøm ned eller så må myndighetene forby å bruke drivstoff til kai. For at myndighetene skal kunne forby drivstofforbruk ved kai, er man avhengig av at landstrømstilgangen blir godt nok utbygget slik at alle fartøy har tilgang til det. Som utredningen viser, er ikke

landstrømstilgangen god nok til å kreve det ved kaiene i dag, men det kan være et alternativ i fremtiden.

Totalt sett viser skipene til en lav drivstoffreduksjon i kailigge, som er halvparten av det som var estimert. Med tanke på at fartøyene har brukt landstrøm i en mindre grad enn estimert, har de likevel fått til en god reduksjon. Dersom de derimot får utbytte av landstrøm kan det være mulig å få til en ytterligere reduksjon i modusen.

Delkonklusjon

Alt i alt peker utslippsreduksjonen i en god retning, hvor fartøyene i gjennomsnitt har redusert drivstoffet med 14,83 %. Selv om ikke alle har hatt en like god drivstoffreduksjon som estimert, ser vi at samtlige fartøy har redusert mengden drivstoff. Fire av syv fartøy har hatt en høyere drivstoffreduksjon enn estimert. På den annen side viser utredningen at fartøyene har mulighet til å redusere drivstofforbruket ytterligere i flere moduser. Analysen viser at flere har mulighet til å utnytte batteriet i en større grad enn det fartøyene har gjort til nå. Dersom de gjør det, samt landstrøm blir mer utbredt, vil samtlige av de syv fartøyene få en høyere drivstoff- og utslippsreduksjon i tiden fremover.

8.2 Lønnsomhetsanalyse

I kapittel 7.6 presenterte vi datagrunnlaget som vi har samlet inn gjennom intervjuene og dokumentanalysen. Videre presenterte vi investeringsanalysen foretatt på bakgrunn av den innsamlede dataen. Vi vil nå diskutere funnene for å forsøke å svare på problemstillingen og studere lønnsomheten av batteriinvestering i offshoreskip.

Vi har analysert lønnsomheten på to måter: for samfunnet og for rederiene. I det følgende vil vi diskutere dette ytterligere. Først vil vi undersøke og diskutere på hvilken måte investeringene er lønnsomme for samfunnet, før vi videre spisser det inn og lønnsomheten for rederiene.

8.2.1 Samfunnsøkonomisk lønnsomhet

Som delkonklusjonen poengterer, har batteriinstallasjonen ført til en reduksjon i drivstoffutslipp. Basert på utredningens utvalg har batteriinstallasjonen ført til en gjennomsnittlig drivstoffreduksjon på 14,83 %. Dette er positiv utvikling mot Norges mål om 35-40 % reduksjon av utslipp innen transportsektoren.

Utredningen viser at batteriinvesteringen er dyr, og tabell 8.1 illustrerer prisen samfunnet har betalt per tonn CO₂-utslipp som har blitt redusert.

Tabell 8.1: Pris per tonn CO₂ redusert

Fartøy	Investeringskostnad	Tonn CO ₂ (hele levetiden)	Kr/tonn CO ₂ redusert
1	19 969 482	13 439	1 486
2	16 576 190	7 126	2 326
3	22 500 000	6 434	3 497
4	18 920 343	4 290	4 410
5	85 000 000	34 336	2 476
6	43 679 659	31 066	1 406
7	19 972 148	12 600	1 585
Gjennomsnitt			2 455

Siden investeringskostnaden varierer for fartøyene, har samfunnet betalt en ulik pris for hvert tonn CO₂-ekvivalenter som er redusert. For å redusere et tonn CO₂-ekvivalenter, har de betalt fra omtrent 1 400 kr til 4 500 kr. Dette viser at noen av investeringene er dyrere enn andre i forhold til hvor mange tonn CO₂-ekvivalenter som er redusert per krone investert. Beregningene viser at det ikke er noen korrelasjon mellom prisen på investeringen og hvor mange tonn CO₂-ekvivalenter som reduseres som følge av investeringen. Fra tabellen ser vi at prisen på investeringen ligger på rundt 20 millioner for fem fartøy. Hvor mye disse fartøyene har betalt for å redusere et tonn CO₂-ekvivalenter varierer i stor grad, da fartøy 1 betaler omtrent 1500 kr, mens fartøy 4 betaler omtrent 4400 kr. Dersom det hadde vært sammenheng mellom prisen på investeringen og mengden utslipp som har blitt redusert, ville disse fem skipene betalt omtrent like mye for å redusere et tonn CO₂-ekvivalenter.

Basert på utredningens utvalg finner vi en gjennomsnittlig samfunnsøkonomisk pris for å redusere ett tonn CO₂-ekvivalenter på 2 455 kr. På den annen side, viser kapittel 7.2 at det er potensiale for at skipene kan redusere ytterligere drivstoff. Dersom det er tilfellet, vil også reduksjonen i CO₂-ekvivalenter øke. Det vil videre føre til at prisen per tonn CO₂-ekvivalenter redusert vil gå noe ned.

I kapittel 7.6.5 og appendiks D er investeringsanalysene for samfunnet presentert. Investeringsanalysene viser at kun et fartøy har en nåverdi som er større enn null, og en internrente som er høyere enn avkastningskravet på 7,7 %. Resterende skip har negativ nåverdi, og en internrente som er lavere enn avkastningskravet, og er dermed ikke

lønnsomme. Analysene viser derimot at to prosjekter har en internrente som er nær avkastningskravet. Dette indikerer at disse to prosjektene ikke er langt unna å være lønnsomme.

Totalt sett er kun ett prosjekt samfunnsøkonomisk lønnsomt. Det totale gjennomsnittet av prosjektene viser til en nåverdi på minus 8,17 millioner kroner og en internrente på 1,76 %. Dette indikerer at totalt sett er ikke prosjektene lønnsomme for samfunnet basert på de antagelsene vi har foretatt i oppgaven.

For at alle prosjektene skal bli lønnsomme trenger skipene å redusere utslippet ytterligere. Teori, samt kapittel 8.1, viser at fartøyene har mulighet til å redusere drivstofforbruket mer. Dersom skipene utnytter batteriet i en større grad og får et større utbytte av landstrøm, vil resultatet trolig bli bedre med tiden. Dette vil, med bruk av samme drivstoffpris, føre til en høyere nåverdi i nåverdianalysen. På den annen side må man også inkludere strømkostnader fra landstrøm dersom fartøyene benytter landstrøm i en større grad. Som tidligere påpekt er dette noe vi har ekskludert i vår analyse, men det hadde vært interessant å se hvordan resultatet påvirkes ved økt bruk av landstrøm.

Siden prosjektene totalt sett viser til negativ lønnsomhet for samfunnet, så vi på det som interessant å undersøke hvor stor reduksjon i drivstoff skipene må ha for å bli lønnsomme. Beregningene er gjort ved bruk av Solver i Excel.

Tabell 8.2: Minimum drivstoffreduksjon i tonn for at investeringene blir lønnsomme

	Fartøy						
	1	2	3	4	5	6	7
Faktisk drivstoffreduksjon (tonn)	473,00	250,80	200,68	133,82	1071,00	969,00	393,20
Minsteverdi for lønnsomhet (tonn)	363,89	312,82	493,99	406,65	1915,06	979,41	420,90
Differanse	+109,11	-62,02	-293,31	-272,83	-844,06	-10,41	-27,70

Tabell 8.2 viser at fartøy 1 har hatt en drivstoffreduksjon som er høyere enn drivstoffreduksjonen minimum må være for at prosjektet anses som lønnsomt. Skip 2 til 7 har erfart en lavere drivstoffreduksjon enn hva den må være for at nåverdien skal være positiv. Tabellen viser at dersom de skipene reduserer drivstofforbruket ytterligere med alt fra 10 til 844 tonn, vil alle prosjektene vise til en lønnsom investering, med en positiv

nåverdi og internrente over 7,7 %. Dette vil fra et samfunnsøkonomisk perspektiv gi lønnsomme investeringer.

Utredningen viser dermed at prosjektene ikke er samfunnsøkonomiske lønnsomme. I dag reduserer prosjektene i gjennomsnitt 498,79 tonn per år. For at de skal bli lønnsomme, må drivstoffreduksjonen økes med omtrent 200 tonn hvert år.

Tabell 8.3: Nødvendig reduksjon for lønnsomhet

Fartøy	Uten batteri (tonn)	Minsteverdi for lønnsomhet (tonn)	Nødvendig reduksjon for lønnsomhet (tonn)	Faktisk reduksjon (tonn)
1	2779,68	363,89	13,09 %	17,02 %
2	1961,71	312,82	15,95 %	12,78 %
3	2612,00	493,99	18,91 %	7,68 %
4	1772,28	406,65	22,95 %	7,55 %
5	6995,00	1915,06	27,38 %	15,31 %
6	5201,55	979,41	18,83 %	18,63 %
7	2229,00	420,9	18,88 %	17,64 %
Gjennomsnitt	3364,46	698,96	20,77 %	14,83 %

Tabell 8.3 viser at for at investeringene skal bli samfunnsøkonomiske lønnsomme må de redusere drivstoffbruket med 20,77 %. I dag reduserer batteriet forbruket med 14,83 %. Dette indikerer at for at prosjektene skal bli lønnsomme må fartøyene redusere drivstoff med ytterligere 5,94 %.

Kapittel 8.1.3 viser at noen skip har potensial til å få en ytterligere drivstoffreduksjon. Dette kan indikere at batteriet kan føre til at skipene får en høyere reduksjon i fremtiden. Likevel viser tabellen at ingen av skipene har hatt en drivstoffreduksjon som er høyere enn 20 %. For at skipene skal ha en drivstoffreduksjon som gir samfunnsøkonomisk lønnsomhet må blant annet to skip redusere drivstoffet med 22,95 % og 27,38 %. En så høy reduksjon anser vi som lite realistisk, da det er en mye høyere reduksjon enn dagens tilfelle.

En annen faktor som også kan gjøre prosjektene lønnsomme, er dersom prissettingen av CO₂-ekvivalenter øker. I utredningen har vi satt prissettingen av reduksjon av CO₂-ekvivalenter til 225,77 kr. Dersom denne øker til 995 kr, vil det føre til en nåverdi på 0 og en internrente lik avkastningskravet på 7,7 %. Dette viser at dersom prissettingen av CO₂-

ekvivalenter øker til over 995 kr per tonn vil det også føre til at investeringene blir samfunnsøkonomiske lønnsomme.

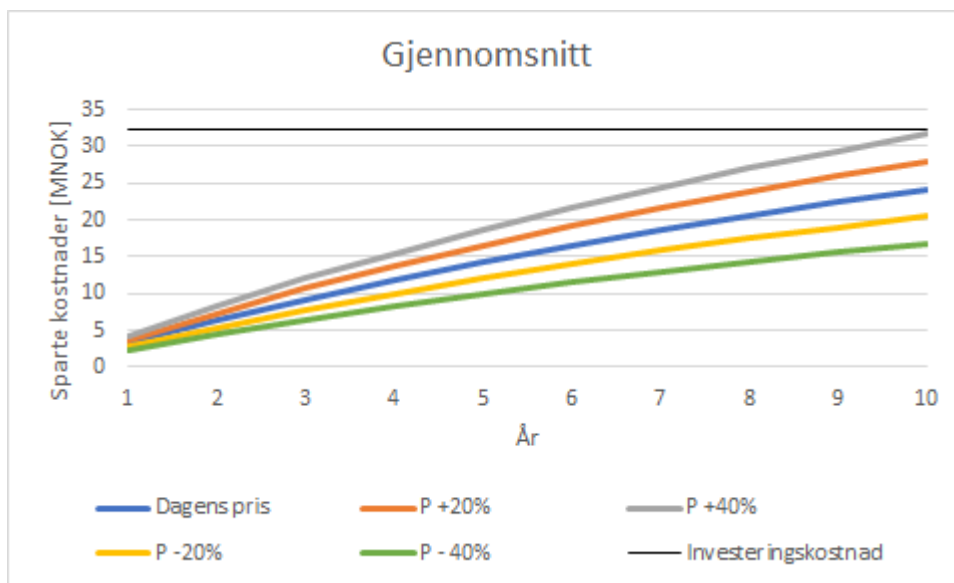
Prissensitivitet

Det maritime markedet er preget av konjunkturer. Dette kan videre påvirke prisen på drivstoff. Et eksempel på dette er koronakrisen som i stor grad har påvirket drivstoffprisene. På bakgrunn av dette har vi gjennomført en sensitivitetsanalyse. Dette har vi gjort for å vise hvordan lønnsomheten varierer dersom drivstoffprisen økes og reduseres med 20 % og 40 %. Sensitivitetsanalysen er presentert i appendiks F. Fra diagrammene kan vi se at en økning i pris gir et bedre resultat, da de sparte kostnadene for samfunnet vil øke i løpet av batteriets levetid. En reduksjon i pris vil føre til at kostnadene som spares blir lavere. Dette kan indikere at i perioder hvor drivstoffprisen er høy, vil det være større insentiver for at rederier velger å investere i energieffektiviseringsprosjekter. Dette samsvarer med teori som sier at drivstoffpriser og markedssykluser påvirker rederienes vilje til å investere i batteri (DNV GL, 2016).

Sensitivitetsanalysene i appendiks F viser at dersom drivstoffprisen øker med 20 % vil investeringene bli lønnsomme for fartøy 1, 6 og 7. For fartøy 2, 3, 4 og 5 vil ikke en økning på 20 % av drivstoffprisen føre til at prosjektene er lønnsomme. For at disse fartøyene skal bli lønnsomme med en prisøkning på 20 %, må de dermed redusere utslippet ytterligere. Dersom drivstoffprisen derimot øker med 40 %, vil investeringen til fartøy 2 også bli lønnsom.

På den annen side viser sensitivitetsanalysen at dersom drivstoffprisen reduseres med 40 %, vil ikke investeringen være lønnsom for noen av fartøyene. Men med en nedgang på 20 % vil investeringen likevel være lønnsom for fartøy 1.

Figur 8.2: Prissensitivitet basert på gjennomsnittlige verdier



Figur 8.1 viser sensitivitetsanalysen basert på den gjennomsnittlige nåverdiprofilen. Analysen viser at selv med en drivstoffpris økning på 40 %, er ikke prosjektene gjennomsnittlig lønnsomme for samfunnet. Ved en prisnedgang på 40% vil prosjektene gi en svært negativ nåverdi for samfunnet. Dette viser at prosjektene er veldig følsomme ovenfor drivstoffendringer.

8.2.2 Rederienes lønnsomhet

Til nå har vi diskutert samfunnets lønnsomhet av batteriinvesteringen. Videre ønsker vi å diskutere lønnsomheten til rederiene. Rederiene har investert mye penger for å få batteri i sine skip, og trenger en viss lønnsomhet for å kunne forsvare investeringen. På bakgrunn av dette har vi gjennomført en investeringsanalyse for å undersøke lønnsomheten av batteriinvesteringen, med utgangspunkt i den økte raten som fartøyene erfarer. Siden rederiene har fått statlig støtte til investeringen, fokuserer vi på nåverdier inkludert støtte i dette delkapittelet.

Vedlikeholdskostnader

Mo (2019) argumenterer for at vedlikeholdskostnaden blir redusert når man installerer batteri på skip. Bakgrunnen for reduksjonen er at batteriet tar unna for driftstimer på generatorene. I kapittel 7.2 så vi at fartøyene har hatt en drivstoffreduksjon hvor de har benyttet generatorene i en mindre grad etter at de installerte batteri i fartøyene. Dette har videre ført til en vedlikeholdsbesparelse som er presentert i tabell 7.10. Tabellen viser at alle

fartøyene har en netto vedlikeholdsbesparelse som er høyere enn 300 000 kroner per år. I gjennomsnitt sparer fartøyene omtrent 470 000 kr årlig på vedlikehold etter å ha installert batteri. Selv om vi kun har konkrete data fra fem av syv fartøy ser vi en god indikasjon på at fartøyene har en god vedlikeholdesbesparelse. Det er dog ikke en så stor besparelse at rederiene kan leve av den, men besparelsen er et godt bidrag til å kunne forsvare investeringen.

Alle fartøyene har hatt en høyere besparelse i vedlikeholdskostnad enn det som var estimert på forhånd. Vedlikeholdsbesparelsen er i gjennomsnitt 285 000 høyere enn estimert. Dette forteller oss at batteriinvesteringen fører til flere positive forhold enn drivstoffbesparelser og miljøbesparelser. Det at vedlikeholdsbesparelsen er høy indikerer at estimatene var for lave og fartøyene har fått en mye høyere gevinst enn hva de forventet i forkant av investeringen.

Det oppstår også en kostnad til å vedlikeholde batteriet. Selv om det per dags dato fortsatt er knyttet stor usikkerhet omkring kostnaden, ser den ut til å være lav. En årlig kostnad på 50 000 kr for å vedlikeholde batteriet er vesentlig lavere sammenliknet med besparelsen de får av reduksjonen i vedlikehold.

Totalt sett viser analysene at vedlikeholdsbesparelsen på generatorene er høy og bidrar økonomisk for rederiene. Vedlikeholdet på batteriet er lavt og utgjør en liten del av kostnadene. Selv om vedlikeholdsbesparelsen i seg selv ikke er en avgjørende faktor for å installere batteri, har det en positiv effekt.

Lønnsomhetsanalyse

For å undersøke lønnsomheten til rederiene har vi i kapittel 7.6.4 og appendiks E regnet ut nåverdiene og internrentene til prosjektene. Nåverdiprofilene viser at dersom vi legger økt dagrate til grunn, er investeringene kun lønnsom for to av syv skip. Fartøy 5 og 6 viser til en svært negativ lønnsomhet på henholdsvis minus 41,7 og minus 24,8 millioner kroner. Internrentene til de to prosjektene er på minus 22 %. Dette viser at for disse skipene har rederiene hatt en svært høy investering uten å få økonomiske gevinster i ettertid.

I gjennomsnitt har investeringene en nåverdi på -8,4 millioner, og en internrente på -2,52 %. Dette indikerer at batteriinvesteringen for de syv skipene totalt sett ikke er lønnsomme for rederiene.

Siden skip 5 og 6 trekker ned gjennomsnittet mye med lave nåverdier og negative internrenter, kan det være interessant å undersøke gjennomsnittlig lønnsomhet uten disse. Gjennomsnittlig finner vi en nåverdi på 1 694 590 og en internrente på 10,42 % uten skip 5 og 6. Siden de har høyest investeringskostnad og har ikke fått økt dagrate, viser dette at dersom de får en økt dagrate i fremtiden, vil den gjennomsnittlige lønnsomheten til rederiene bedre seg betraktelig.

Siden ikke alle skipene har fått økt dagrate som følge av investeringen ønsker vi å belyse hvor mye dagraten må øke med for å gjøre investeringen lønnsom.

Tabell 8.4: Minimum dagrate for at investeringene blir lønnsomme

	Fartøy						
	1	2	3	4	5	6	7
Erfart økning i dagrate	10 000	0	5 000	5 000	0	0	5 000
Minimum økning i dagrate	3 814	3 208	5 436	3 930	16 813	10 023	5 338
Differanse	+6 186	-3 208	-436	+1 070	-16 813	-10 023	-338

Tabell 8.3 viser minimum dagrate for at alle prosjektene blir lønnsomme. Dersom fartøyene har en økning tilsvarende ratene over, vil det føre til at prosjektene får en nåverdi høyere enn null og en internrente som er høyere enn 7,7 %.

Tabellen viser at skip 1 har fått en god økning i dagrate i forhold til hva den minimum må være for at det blir en lønnsominvestering. Skip 4 har også fått en dagrate som fører til at investeringen er lønnsom. Resterende skip har ikke fått en dagrate som gjør investeringene lønnsomme.

Hvor stor dagraten minimum må være for å gjøre investeringen lønnsom, varierer mye mellom skipene. For at prosjektene skal bli lønnsomme, må fem av syv skip ha en økt dagrate på mellom 3 208 kr og 5 436 kr, mens to skip må ha en økt dagrate på 16 813 kr og 10 023 kr. Årsaken til at det er stor variasjon mellom minimum dagrate på skipene, er at investeringskostnaden og vedlikeholdsbesparelsen varierer.

Ved å undersøke minimum dagrate for det gjennomsnittlige prosjektet finner vi at den må være 7 056 for å gi en nåverdi større enn null og en internrente over 7,7 %. Er det tilfellet, vil det føre til at prosjektene totalt sett er lønnsomme for rederiene.

Analysene viser gjennomsnittlig til en negativ nåverdi for rederiene. På den annen side har investeringene påvirket skipenes fremtid. Vi ser at alle skipene utenom ett, har langtidskontrakter med sine kunder. Respondentene hevder at investeringen har ført til at skipene har gode fremtidsutsikter og er attraktive i markedet. Det kommer også frem at batteriet er en av grunnene til at skipene har langtidskontrakter i dag. I det maritime markedet har noen oljeselskap satt krav om energieffektiviserende tiltak, som batteridrift, for å gi langtidskontrakter. Dette indikerer at dersom skipene ikke hadde investert i batteri, hadde de hatt en svakere posisjon i markedet. Siden det maritime markedet er et presset marked med stor konkurranse, kunne alternativet til investeringen vært opplag.

Ved å trekke inn alternativkostnaden med å være i opplag, kan man likevel argumentere for at skipene har hatt en lønnsom investering. Det koster mer for rederiene å ha skip i opplag i lengre perioder enn å investere i batteri. I tillegg er det mulighet for at de kan forhandle seg til en bedre dagrate ved neste kontrakt. På bakgrunn av dette har batteriinvesteringen bedret markedssituasjonen til skipene selv om man ikke økonomisk sett kan anse investeringene som lønnsomme. Alt i alt kan man dermed argumentere for at batteriinvesteringen fører med seg flere positive forhold for rederiene, og kan likevel bli sett på som lønnsomme.

Kompensasjon fra kundene

Teori viser at kundene er blitt mer villige til å kompensere for energieffektiviserende tiltak. Equinor har blant annet satt krav om batteri i drift for å gi langtidskontrakt. Klima og miljødepartementet (2019) viser også at noen oljeselskaper har innført en belønningsordning som innebærer at kundene skal kompensere for drivstoffbesparelsen.

I oppgaven kommer det frem at fire av syv skip får kompensasjon fra sine kunder på drivstoffbesparelsen i form av økt rate. Dette viser at ikke alle kundene har innført en belønningsordning for batteriinvesteringen.

Hvor stor den økte dagraten blir som følge av investeringen, er noe hvert enkelt rederi forhandler seg frem til med sine kunder. Tabell 8.4 summerer opp drivstoffbesparelsen som kundene har erfart og den økte dagraten som rederiene har erfart. Drivstoffbesparelsen til kundene er basert på drivstoffpriser hentet fra Miljødirektoratet (2019, s.26) på 8852 kr for MGO og 7912 kr for LNG. Drivstoffprisene er uten mva., men inkludert avgifter. Ved å sammenligne besparelsen til kundene, med økt rate til rederiene, har vi kommet frem til i hvor stor grad rederiene har blitt kompensert av kundene.

Tabell 8.5: Kompensasjon for drivstoffbesparelsen

Skip	Drivstoffbesparelse	Økt rate	Kompensasjon
1	3 831 300	3 650 000	95,27 %
2	2 031 480	-	0,00 %
3	1 776 419	1 825 000	102,73 %
4	1 184 757	1 825 000	154,06 %
5	9 480 492	-	0,00 %
6	8 557 588	-	0,00 %
7	3 480 606	1 825 000	52,43 %
Gjennomsnitt	4 337 494	1 303 571	30,00 %

Fra tabell 8.4 ser vi vi at fartøy 1 og 3 har fått en rate som samsvarer med drivstoffbesparelsen, da de blir kompensert for omtrent 100 % av drivstoffbesparelsen. Fartøy 4 har fått en dagrate som er betydelig høyere enn drivstoffbesparelsen. På den annen side har fartøy 7 fått en dagrate som er 50 % av dagraten.

Per dags dato har ikke skip 2, 5 og 6 fått kompensasjon for drivstoffbesparelsen. Lønnsomhetsanalysen viser at fra et økonomisk perspektiv ser det ikke ut som at prosjektene er lønnsomme for rederiene. Det at ikke alle har fått økt dagrate, er også med på å trekke ned gjennomsnittet totalt sett for prosjektene. Likevel kommer det frem i intervjuene at respondentene anser prosjektene som vellykket.

Analysen i utredningen viser at fartøyene som har fått kompensasjon fra kundene, får et bedre økonomisk resultat av prosjektene enn de som ikke får kompensasjon. I gjennomsnitt har fartøyene blitt kompensert for 30 % av drivstoffbesparelsen som kundene har fått av investeringen. Dette indikerer at rederiene investerer i tiltak som gir store besparelser som oljeselskapene tjener på, uten tilstrekkelig å bli kompensert for det. Tabell 8.4 viser at noen av kundene ikke er like villige til å kompensere for drivstoffbesparelsen. På bakgrunn av at kundene tjener på batterihybridiseringen, anser vi det som rimelig at rederiene bør kompenseres ytterligere for slike energieffektiviserende tiltak.

Det er også interessant å undersøke hvorfor det varierer mellom den økte dagraten til fartøyene. Vi har dessverre ikke hatt denne tilnærmingen i vår oppgave og har dermed ikke funnet noen forhold som kan forklare hvorfor det varierer.

Markedet

Ettersom rederiene er fornøyde med batteriinstallasjonen, samt at de færreste har hatt store problemer med batteriet, tyder dette på at batteriteknologien er god. Vi ser en reduksjon i drivstofforbruk, som fører til en utslippsreduksjon. Enovas overordnede mål er blant annet at klimagassutslipp reduseres, og det bidrar batteriteknologi til.

Enova har vurdert det maritime markedet til å være delvis modent. Vår analyse støtter opp om dette. For at batteri skal bli markedsstandard, må alle ledd i forsyningsnettverket bidra. Per dags dato ser vi at det ikke er tilfelle. Flere av rederienes kunder er ikke villige til å betale kompensasjon for drivstoffbesparelsen som batteriinstallasjonen medfører. Dersom kundene omstiller seg og velger å gi kompensasjon, eller det kommer krav fra myndighetene, vil markedet kunne anses som modent. I et slikt tilfelle kan det også oppstå et mindre behov om statlig støtte.

Støtte fra Enova

I kapittel 7.6.5 presenterte vi nåverdiprofilene til fartøyene både med og uten statlig støtte fra Enova. Selv om rederienes lønnsomhet er beregnet der støtten fra Enova er inkludert, ønsker vi å belyse viktigheten av støtten for rederiene. Støttebeløpene som skipene har fått varierer, hvor de har fått støtte på mellom 20 % til 45 % av investeringskostnaden.

Tabell 7.14 viser at seks av syv skip ikke er lønnsomme dersom de ikke får støtte fra Enova. Skipet som viser til lønnsomhet uten støtte var det første skipet av de skipene vi undersøker som installerte batteri. Som pioner innen bransjen har man ofte en førstetrekksfordel, noe som kan være med på å forklare hvorfor dette skipet har fått bedre vilkår med tanke på dagrate enn de andre skipene. Resterende skip har en negativ nåverdi uten støtte. I gjennomsnitt er nåverdien til skipene på minus 20 311 156 og internrenten på minus 9,67 % uten støtte fra Enova. Med støtte blir nåverdien i gjennomsnitt minus 8 404 637 og internrenten minus 2,52 %. Dette indikerer at rederiene er avhengige av statlig støtte for å kunne gjennomføre en slik investering. Ettersom det maritime markedet er et presset marked hvor mange rederier sliter økonomisk, vil det være svært vanskelig for rederiene å finne penger til en så stor investering, uten statlig støtte. Dersom staten og Enova ikke hadde bidratt til batteriinstallasjonen, ville trolig andelen skip som installerer batteri vært lavere enn den er i dag.

I tillegg ser vi et økt fokus om batteriinstallasjon fra kunder. Equinor krever at skipene har eller skal installere batteri i nær fremtid, for å gi langtidskontrakt. Dette gjør at investeringen er en utgift rederiene må prioritere. På den annen side, er ikke dette en utgift som kan prioriteres dersom det fører til rederienes konkurs. Bidraget fra Enova, øker sannsynligheten for at flere rederier velger å gjennomføre en batteriinstallasjon i fremtiden.

Alle syv fartøyene forteller at de ikke hadde hatt muligheten til å gjennomføre investeringen uten statlig støtte. Enn så lenge viser respondentene at batteriinvesteringen er dyr, og det ser ikke ut til at investeringskostnaden reduseres med det første. For at rederiene skal kunne investere i batteri uten statlig støtte, er de avhengig av at investeringskostnaden reduseres betraktelig, samt at rederiene får høyere besparelser i etterkant av batteriinstallasjonen. Siden dette ikke er tilfelle per dags dato, er markedet fortsatt avhengig av Enova og statlig støtte for å ha muligheten til å gjennomføre lignende tiltak.

9. Avslutning

9.1 Hovedfunn

Denne masterutredningen studerer i hvilken grad batteriinvestering i offshoreskip er lønnsom. Med utgangspunkt i syv fartøy, som har installert batteri med økonomisk støtte fra Enova, har vi gjort en vurdering av deres erfaringer, kostnader og besparelser av batteriinvesteringen. For å undersøke lønnsomheten har vi gjennomført to investeringsanalyser, i tillegg har vi diskutert batteribruken og utslippsreduksjonen som følge av batteri i driften.

For det første finner vi at batteriinstallasjonen i en stor grad har fungert bra. Fire av syv fartøy har ikke hatt noen problem på sine fartøy. På den annen side har tre av syv fartøy opplevd problemer. Selv om problemene ikke har vært store, har det tatt tid å utbedre ettersom skipene er i drift, og noen av problemene ikke lar seg repareres uten at skipene er til land. Likevel viser analysene at batteri har fungert bra og respondentene er fornøyde med installasjonen.

Analysene i utredningen peker på at batteriinstallasjon i offshoreskip fører til en god drivstoffreduksjon. Reduksjon er noe under det som var estimert på forhånd. Vi ser særlig at fartøyene kan få en mye høyere reduksjon i modusen kailigge, dersom tilgangen til landstrøm blir bedre med årene. Analysen peker på at DP og standby er de modusene som har redusert mest drivstoff. Videre ser vi en god reduksjon i transitt. Analysene viser at noen fartøy har potensial til å utnytte batteriet i en større grad, og redusere drivstofforbruket ytterligere.

Den samfunnsøkonomiske lønnsomhetsanalysen viser en negativ lønnsomhet på minus 8,17 millioner og 1,76 % i internrente. Kun ett fartøy viser til lønnsomhet med positiv nåverdi og internrente over avkastningskravet. Resterende seks fartøy viser til negativ nåverdi og lav internrente. Utredningen viser at dersom fartøyene reduserer utslippet med ytterligere 200 tonn drivstoff, vil investeringene være lønnsomme for samfunnet.

Den bedriftsøkonomiske analysen viser at to fartøy har positive nåverdier og internrenter over avkastningskravet. Totalt sett viser analysene at i gjennomsnitt har investeringene en nåverdi på minus 8,4 millioner og en negativ internrente på minus 2,2 %. Dette indikerer at

prosjektene totalt sett ikke er lønnsomme for rederiene. For at prosjektene er lønnsomme for rederiene, må alle i gjennomsnitt få minimum en økning i dagrate på 7 056.

Selv om vi kommer frem til at prosjektene totalt sett ikke er lønnsomme for rederiene, har vi vist til forhold som likevel taler for lønnsomhet. Investeringene kan forsvares av rederiene da et alternativ til batteri kan være opplag og ingen kontrakt. I dag er alle fartøyene utenom ett på langtidskontrakt, hvor respondentene forklarer at batteri har vært et krav for å bli tildelt kontrakter. Dette kan indikere at batteriene har spilt en positiv rolle for fartøyene, hvor det at seks av syv fartøy har langtidskontrakt i et presset marked, viser til positive forhold for skipene.

Alt i alt har alle rederiene gjennomført et godt prosjekt, som de selv er fornøyde med. Men utredningen viser at fartøyene har fått liten kompensasjon fra kundene. Fartøyene har i gjennomsnitt fått 30 % kompensasjon av drivstoffbesparelsen. Dette anser vi som en lav kompensasjon sammenliknet med besparelsene til kundene.

Resultatet i utredninger viser at batteriinstallasjoner er et godt virkemiddel for å stimulere til null- og lavutslippsløsninger i offshorefartøy. Utredningen peker på at prosjektene har gode økonomiske resultater så fremt rederiene får statlig støtte til investeringen, og blir kompensert for besparelsen av kundene.

9.2 Forslag til videre forskning

Til tross for våre funn er det fortsatt elementer vi ikke har vurdert som kan påvirke lønnsomheten av investeringen. For det første vil det kunne gi utslag på analysen dersom man gjennomfører en tilsvarende analyse om noen år. Da vil fartøyene ha benyttet batteriene i driften i flere år, og skipene vil trolig ha optimalisert batteribruken. Å gjennomføre analysen ved et senere tidspunkt, kan forbedre resultatene ytterligere. Da kan man også få et bilde på om reduksjon i vedlikehold og drivstoff holder seg konstant over flere år.

Et annet aspekt som kan vært interessant å studere, er hvor lang levetid batteriene har. Respondentene anslår en levetid på 10 år, men forteller at det er mye usikkerhet omkring den. Batteriets sykliske levetid er definert som antall ganger batteriet kan lades opp før kapasiteten er redusert til 80 %. Dette indikerer at jo mer batteriet blir brukt, jo kortere levetid vil det ha. På bakgrunn av dette gjennomfører rederiene en "state of health" test for å

undersøke hvilket kapasitetsnivå batteriene har hvert år. Etter hvert som tiden går, vil man se hvor mye kapasiteten til batteriene reduseres med, og om levetiden vil være 10 år, eller mer, eller mindre.

Utredningen viser at i gjennomsnitt har rederiene betalt 2 481 kr for å redusere et tonn CO₂. I en videre undersøkelse hadde det vært interessant å sammenlikne prisen for reduksjon av CO₂ med hvor mye det koster å redusere et tonn CO₂ for andre teknologier. For eksempel kan det være interessant å sammenlikne med helelektriske skip.

9.3 Begrensninger med analysen

En ulempe i induktiv forskning er at det ofte er vanskelig å samle inn all relevant data som man trenger til å svare på problemstillingen. I utredningen har vi fått samlet inn en god del data, men likevel mangler vi noe. Dette fører til at utredningen har noe mangelfull informasjon og vi har tatt noen avgrensninger. Det er særlig informasjon om hvor stor utslippsreduksjonen faktisk har vært innenfor de ulike modusene som er mangelfulle.

En annen begrensning med utredningen er at den har et bransjespesifikt fokus og vil kun være beskrivende for batterihybridisering i offshorebransjen. Dette betyr at utredningen ikke kan benyttes til å si noe om for eksempel batteri i fergebåter. Utredningen kan likevel være et godt bidrag til andre offshorefartøy som ønsker å undersøke om de skal investere i batteri i sine skip.

Litteraturliste

- Andersson, P., Wikman, J., Arvidson, M., Larsson, F., & Willstrand, O. (2017). *Safe introduction of battery propulsion at sea*.
- Bjørnenak, T. (2019). *Strategiske lønnsomhetsanalyser* (1. utgave. ed.). Bergen: Fagbokforlaget.
- Bredesen, I. (2019). *Investering og finansiering* (6. utgave. ed.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Brinkmann, S., Tanggaard, L., & Hansen, W. (2012). *Kvalitative metoder: Empiri og teoriutvikling*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Bøhren, &., & Gjørnum, P. (2009). *Prosjektanalyse: Investering og finansiering*. Bergen: Fagbokforlaget.
- DNV GL. (2016). *Kartlegging av teknologistatus: teknologier og tiltak for energieffektivisering av skip*. (2016-0511, Rev. A). Hentet fra https://www.enova.no/upload_images/5CA0E9A81AD54C4C94C3B313AB238A27.pdf.
- DNV GL. (2018). *Analyse av konsekvenser ved opphevelse av fritak for CO₂-avgift på LNG* (2018-0253. Rev. 1) Hentet fra <https://www.maritimebergen.no/cms/wp-content/uploads/2018/05/DNV-GL-Rapport-CO2avgift-p%C3%A5-LNG.pdf>
- DNV GL. (2019). *Barometer for grønn omstilling av skipsfarten* (2019-0080, Rev.0). Hentet fra https://www.regjeringen.no/contentassets/00f527e95d0c4dfd88db637f96ffe8b8/dnv-gl-underlagsrapport_endelig-versjon.pdf
- Energi og klima. (2020). *Kvotemarked: EU og verden*. Sist oppdatert 30. Mai 2020. Hentet fra <https://energiogklima.no/klimavakten/kvotemarked-eu-og-verden/>
- Enova. (2018). *Generelle regler for tilskudd fra Energifondet*. Hentet 29.01.2020 fra <file:///Users/Stdbruker/Downloads/Generelle%20regler%20for%20tilskudd%20fra%20Energifondet%20bokm%C3%A5l.pdf>

-
- Enova. (2019). *Markedsbeskrivelser*. Hentet fra <https://www.enova.no/om-enova/kampanjer/arsrapport-2018/last-ned-arsrapporten1/>
- Enova. (u.å.-a). *Oppdraget*. Hentet 14. Mai 2020 fra <https://www.enova.no/om-enova/om-organisasjonen/strategiske-veivalg-mot-2050/oppdraget/>
- Enova. (u.å.-b). *Omstillingen til lavutslippssamfunnet*. Hentet 25. Mars 2020 fra <https://www.enova.no/om-enova/om-organisasjonen/strategiske-veivalg-mot-2050/omstilling-til-lavutslippssamfunnet/>
- Enova. (u.å.-c). *Omstilling til lavutslippssamfunnet gjennom tydelige markedsendringsmål og i samspill med markedet*. Hentet 19. Mars 2020 fra <https://www.enova.no/om-enova/om-organisasjonen/strategiske-veivalg-mot-2050/markedsendringsmal/>
- Enova. (u.å.-d). *Informasjon og generelle krav*. Hentet 01. Juni 2020 fra <https://www.enova.no/bedrift/maritim-transport/elektrifisering-av-sjotransport/>
- Enova. (u.å.-e). *Elektrifisering av sjøtransport*. Hentet 11. Februar 2020 fra <https://www.enova.no/bedrift/maritim-transport/elektrifisering-av-sjotransport/>
- Enova. (u.å.-f). *Batterihibrid installasjon i forsyningsfartøyet Viking Energy*. Hentet 14. Mai 2020 fra <https://www.enova.no/om-enova/om-organisasjonen/teknologiportefoljen/batterihibrid-installasjon-i-forsyningsfartoyet-viking-energy/>
- Enova. (u.å.-g). *Definisjoner av resultater*. Hentet 09. Mai 2020 fra <https://www.enova.no/om-enova/drift/definisjoner-av-resultater/>
- Finansdepartementet. (2020). *CO₂-avgiften*. Hentet 01. Juni 2020 fra <https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/skatter-og-avgifter/veibruksavgift-pa-drivstoff/co2-avgiften/id2603484/>
- Finansdepartementet. (2019). *Skatter, avgifter og toll 2020*. ((Prop 1. LS (2019-2020)). Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-1-ls-20192020/id2672425/?ch=1>
- FN-sambandet. (2016). *Parisavtalen*. Hentet fra <https://www.fn.no/Om-FN/Avtaler/Miljoe-og-klima/Parisavtalen>

- FN-sambandet. (2020). *FNs bærekraftsmål*. Hentet fra <https://www.fn.no/Om-FN/FNs-baerekraftsmaal>
- Fornyings-, administrasjons- og kirkedepartementet (2011). *EØS-avtalens regler om offentlig støtte*. Hentet 26. Februar 2020 fra: https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fad/vedlegg/konkurransopolitikk/offentlig-stotte/offentlig_stotte_veildere_2011.pdf
- Hansen, H. (2018). *Supply-skipet ble utstyrt med batterier for å redusere utslipp. Det gikk over alle forventninger*. Hentet 30. Mars fra <https://www.equinor.com/no/magazine/battery-hybrid-supply-ship.html>
- International Maritime Organization (2015). *Third IMO Greenhouse Gas Study 2014*. Hentet fra <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/Third%20Greenhouse%20Gas%20Study/GHG3%20Executive%20Summary%20and%20Report.pdf>
- Jacobsen, D. (2015). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? Innføring i samfunnsvitenskapelig metode* (3. utg. ed.). Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Klimaloven. (2017). Lov om klimamål (LOV-2017-06-16-60). Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2017-06-16-60>
- Klima- og miljødepartementet (2019). *Regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/handlingsplan-for-gronn-skipsfart/id2660877/>
- Lindstad, H., Eskeland, G. & Rialland, A. (2017). Batteries in offshore support vessels – Pollution, climate impact and economics. *Transportation Research Part D*, 50(C), 409-417. Hentet fra <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920916302723>
- Maritime Battery Forum. (2016). *Life cycle analysis of batteries in maritime sector* (0.1). Hentet fra https://www.nho.no/siteassets/nox-fondet/rapporter/2018/life-cycle-analysis-for-batteries-in-maritime-sector_final_v_0.1.pdf

-
- Maritime Connector. (u.å.) Hentet 30. Mars 2020 fra <http://maritime-connector.com/wiki/offshore-vessels/>
- Miljødirektoratet. (2019). *Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk*. (Rapport 2019-0939). Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1626/m1626.pdf>
- Mo, O. (12. Mars 2019). Hvorfor installere batterier på skip? [blogginlegg]. Hentet 28. Januar 2020 fra <https://blogg.sintef.no/sintefenergy-nb/hvorfor-installere-batterier-pa-skip/>
- Olje- og energidepartementet. (2016). *Kraft til endring*. (Meld. St. Nr 25 (2015-2016)). Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-25-20152016/id2482952/>
- Opdal, O., A. (2010). *Batteridrift av ferger*. Hentet 30. Mars 2020 fra: <https://zero.no/wp-content/uploads/2016/05/batteridrift-av-ferger.pdf>
- Rederiforbundet. (u.å.). *Ord og uttrykk*. Hentet 09. Mai 2020 fra <https://rederi.no/kontakt/presse/ord-og-uttrykk/>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *Research methods for business students* (Eighth ed.). New York: Pearson.
- Sellerberg, A., & Fangen, K. (2011). *Mange ulike metoder*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Sintef. (u.å) *Elektriske og hybride kraftsystemer for skip*. Hentet 28. Januar 2020 fra <https://www.sintef.no/elektriske-og-hybride-kraftsystemer-for-skip/>
- SSB. (2019). Transport står for 30 prosent av klimautslippene i Norge. Hentet 11.02.2019 fra <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/transport-star-for-30-prosent-av-klimautslippene-i-norge>
- Tang, W., Dickie, R., Roman, D., Robu, V., & Flynn, D. (2019). Optimisation of hybrid energy systems for maritime vessels. *The Journal of Engineering*, 2019(17), 4516-4521.

Winje, E., Scheffer, M., Fjose, S. & Grimsby, G. (2019). *Klimaomstilling i norsk næringsliv* (Menon-rapport nr. 95/2019). Hentet fra https://zero.no/wp-content/uploads/2019/11/Menon-publikasjon-95-2019_final.pdf

10. Appendiks

10.1 Appendiks A – Reduksjon drivstoff i tonn

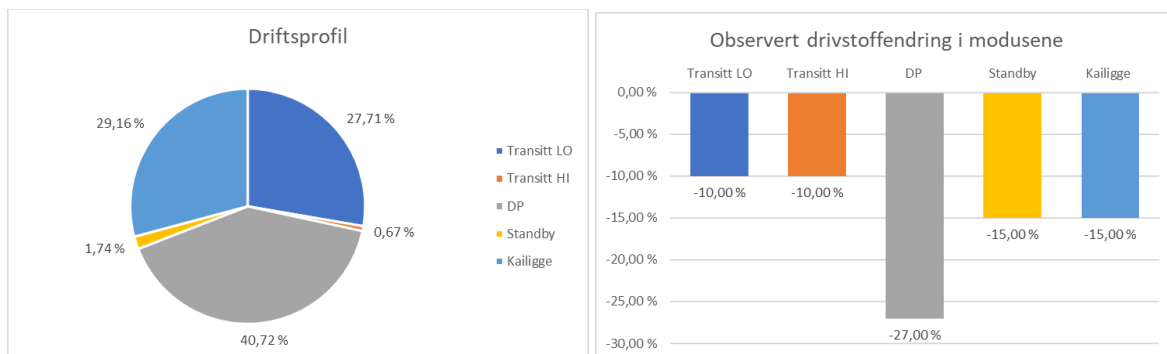
Fartøy	Mengde drivstoff (tonn)		Reduksjon drivstoff	Prosentvis reduksjon
	Uten batteri	Med batteri		
1	2 779,68	2 306,68	473,00	17,02 %
2	1 961,71	1 710,91	250,80	12,78 %
3	2 612,00	2 411,32	200,68 ^a	7,68 %
4	1 772,28	1 638,46	133,82 ^a	7,55 %
5	6 995,00	5 924,00	1 071,00	15,31 %
6	5 201,55	4 232,55	969,00	18,63 %
7	2 229,00	1 835,80	393,20	17,64 %
Gjennomsnitt	3 364,46	2 865,67	498,79	14,83 %^b

a: Ikke oppgitt i intervju, men regnet ut basert på informasjon fra intervju og dokumentanalyse.

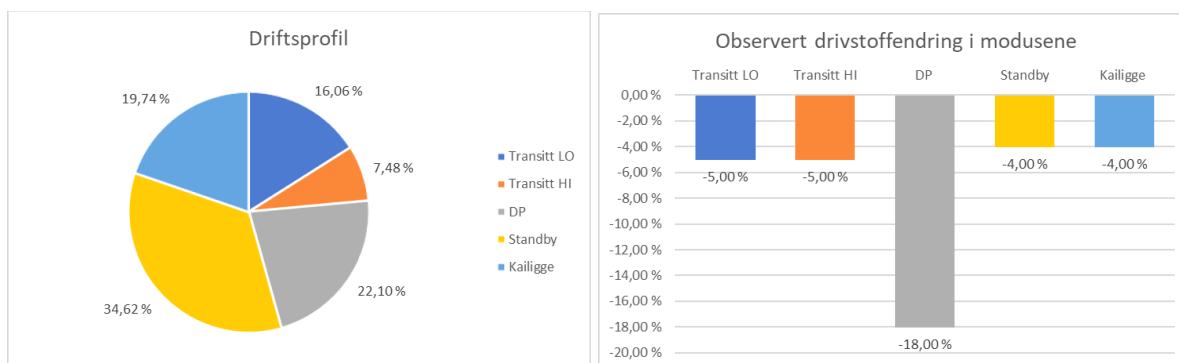
b: Utregning: reduksjon drivstoff delt på mengde drivstoff uten batteri.

10.2 Appendiks B – Driftsprofil og drivstoffendring

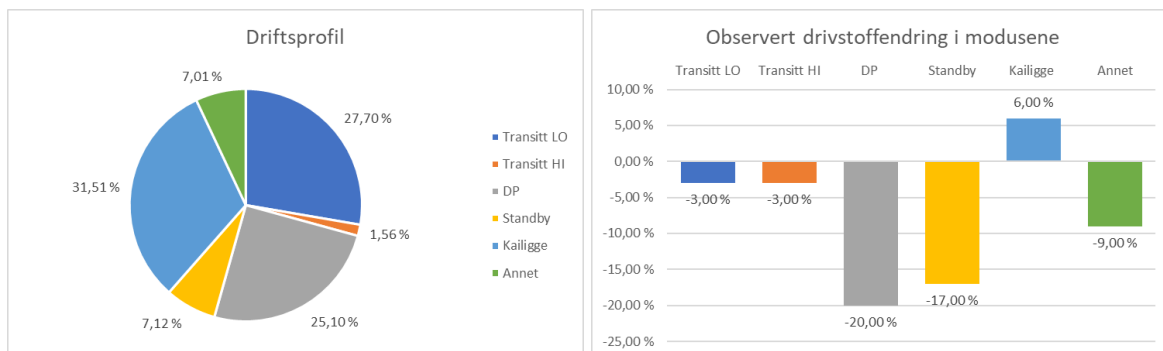
Skip 1



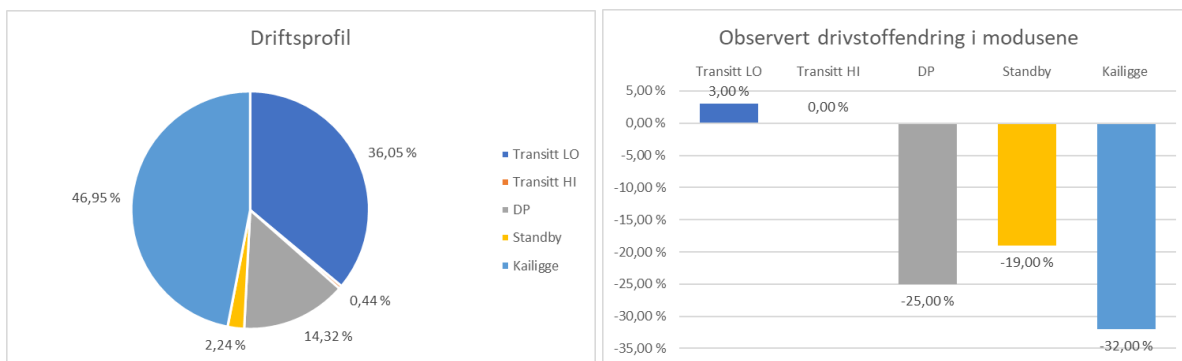
Skip 2



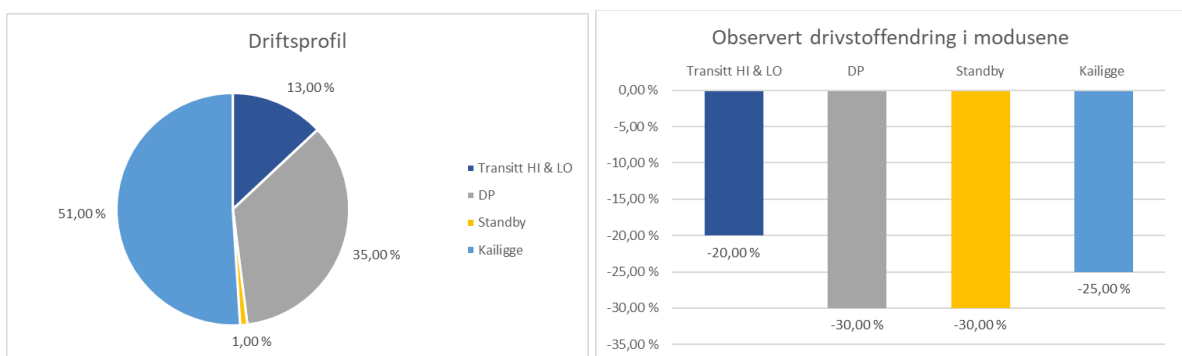
Skip 3



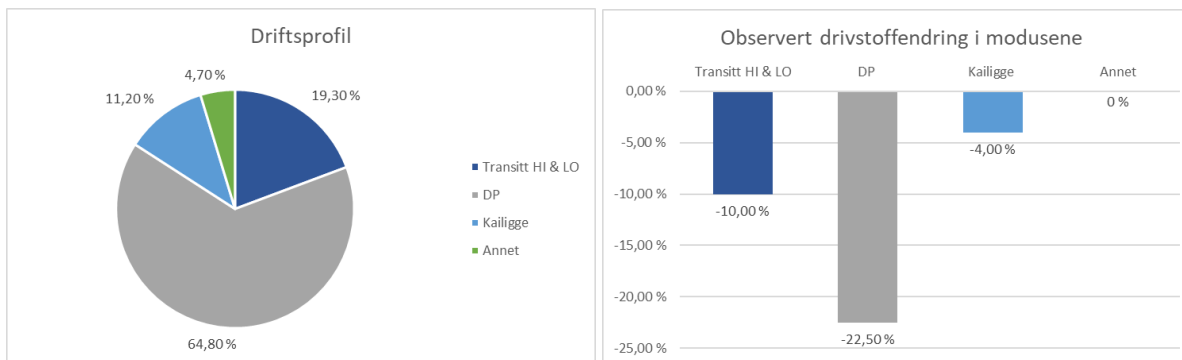
Skip 4



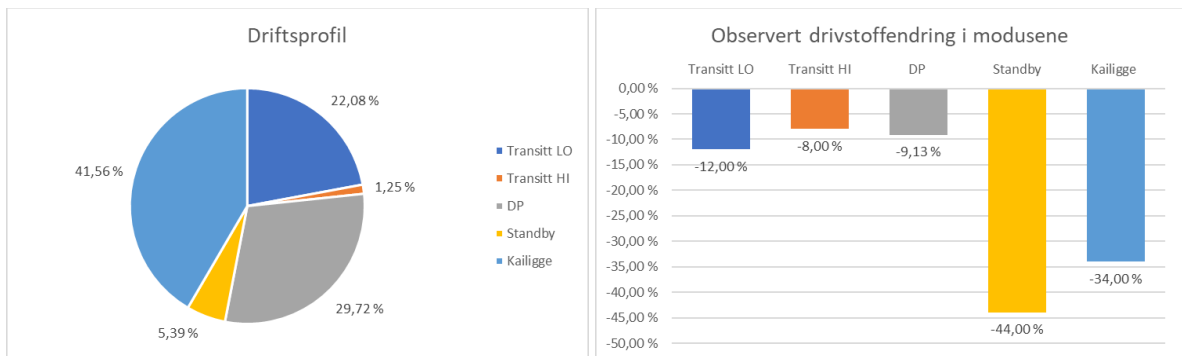
Skip 5



Skip 6



Skip 7



10.3 Appendiks C - Utrekning av vedlikeholdskostnad for skip 3 og 4.

Skip	Estimert vedlikeholdskostnad	Faktisk vedlikeholdskostnad	ndring
1	-100 000	-450 000	350,00 %
2	-100 000	-300 000	200,00 %
5	Ser bort i fra fartøy 5		
6	-100 000	-520 000	420,00 %
7	-197 890	-400 000	102,13 %
Gjennomsnitt			268,03 %
3*	-90 000	-331 230	268,03 %
4*	-90 000	-331 230	268,03 %

**Forklaring: Ved utregningen av den prosentvise endringen fra estimert til faktisk vedlikeholdskostnad til skip 3 og 4 har vi sett vekk fra skip 5. Dette er et skip som skiller seg fra de andre, og vi ser dermed at resultatet blir mer riktig ved å korrigere for skip 5.*

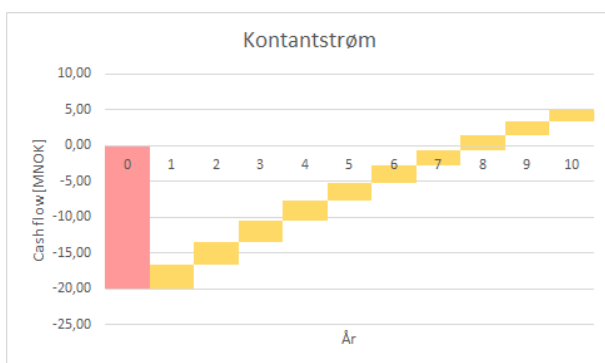
10.4 Appendiks D - Nåverdiprofiler: samfunnsøkonomisk analyse

Skip 1

	Tonn	Pris
MGO	94,6	5 302
LNG	378,4	6 412
CO2-ekvivalenter	1 343,89	225,77

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investeringskostnad	-19 969 482										
Besparelser/reduerte kostnader											
Drivstoffbesparelse		2 927 870	2 927 870	2 927 870	2 927 870	2 927 870	2 927 870	2 927 870	2 927 870	2 927 870	2 927 870
Prissetting av CO2-reduksjon		303 410	303 410	303 410	303 410	303 410	303 410	303 410	303 410	303 410	303 410
Vedlikeholdsbesparelse		500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000
Driftskostnader											
Vedlikehold batteri		-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000
Cash flow	-19 969 482	3 681 280	3 681 280	3 681 280	3 681 280	3 681 280	3 681 280	3 681 280	3 681 280	3 681 280	3 681 280

NNV	5 069 972
Interrente	13,01 %

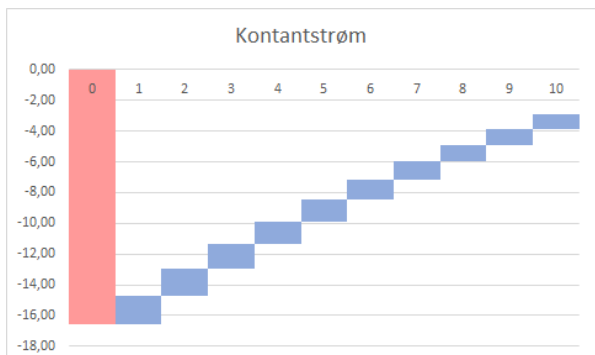


Skip 2

	Tonn	Pris
MGO	50,16	5 302
LNG	200,64	6 412
CO2	712,57	225,77

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investeringskostnad	-16 576 190										
Besparelser/reduerte kostnader											
Drivstoffbesparelse		1 552 452	1 552 452	1 552 452	1 552 452	1 552 452	1 552 452	1 552 452	1 552 452	1 552 452	1 552 452
Prissetting av CO2-reduksjon		160 878	160 878	160 878	160 878	160 878	160 878	160 878	160 878	160 878	160 878
Vedlikeholdsbesparelse		350 000	350 000	350 000	350 000	350 000	350 000	350 000	350 000	350 000	350 000
Driftskostnader											
Vedlikehold batteri		-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000
Cash flow	-16 576 190	2 013 330	2 013 330	2 013 330	2 013 330	2 013 330	2 013 330	2 013 330	2 013 330	2 013 330	2 013 330

NNV	-2 881 855
Interrente	3,70 %

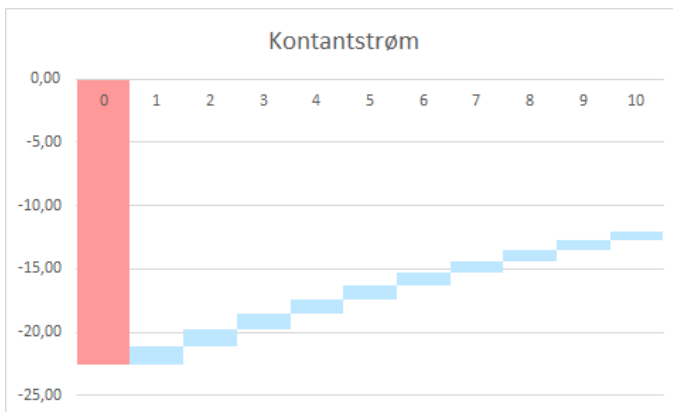


Skip 3

	Tonn	Pris
MGO	200,68	5 302
CO2	643,38	225,77

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investeringskostnad	-22 500 000										
Besparelser/reduerte kostnader											
Drivstoffbesparelse		1 064 005	1 064 005	1 064 005	1 064 005	1 064 005	1 064 005	1 064 005	1 064 005	1 064 005	1 064 005
Prissetting av CO2-reduksjon		145 256	145 256	145 256	145 256	145 256	145 256	145 256	145 256	145 256	145 256
Vedlikeholdsbesparelse		381 230	381 230	381 230	381 230	381 230	381 230	381 230	381 230	381 230	381 230
Driftskostnader											
Vedlikehold batteri		-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000
Cash flow	-22 500 000	1 540 491	1 540 491	1 540 491	1 540 491	1 540 491	1 540 491	1 540 491	1 540 491	1 540 491	1 540 491

NNV	-12 021 833
Interrente	-6,35 %

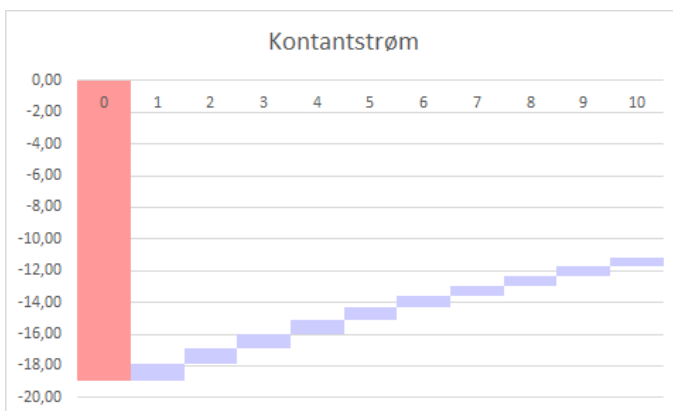


Skip 4

	Tonn	Pris
MGO	133,82	5 302
CO2	429,03	225,77

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investeringskostnad	-18 920 343										
Besparelser/reduerte kostnader											
Drivstoffbesparelse		709 514	709 514	709 514	709 514	709 514	709 514	709 514	709 514	709 514	709 514
Prissetting av CO2-reduksjon		96 861	96 861	96 861	96 861	96 861	96 861	96 861	96 861	96 861	96 861
Vedlikeholdsbesparelse		381 230	381 230	381 230	381 230	381 230	381 230	381 230	381 230	381 230	381 230
Driftskostnader											
Vedlikehold batteri		-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000
Cash flow	-18 920 343	1 137 605	1 137 605	1 137 605	1 137 605	1 137 605	1 137 605	1 137 605	1 137 605	1 137 605	1 137 605

NNV	-11 182 542
Interrente	-8,32 %

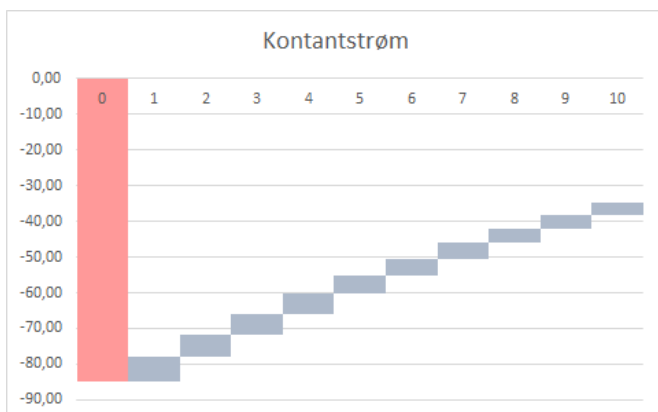


Skip 5

	Tonn	Pris
MGO	1 071	5 302
CO2	3 433,63	225,77

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investeringskostnad	-85 000 000										
Besparelser/reduuerte kostnader											
Drivstoffbesparelse		5 678 442	5 678 442	5 678 442	5 678 442	5 678 442	5 678 442	5 678 442	5 678 442	5 678 442	5 678 442
Prissetting av CO2-reduksjon		775 210	775 210	775 210	775 210	775 210	775 210	775 210	775 210	775 210	775 210
Vedlikeholdsbesparelse		606 802	606 802	606 802	606 802	606 802	606 802	606 802	606 802	606 802	606 802
Redusert bruk av smøreolje/urea		400 000	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000
Driftskostnader											
Vedlikehold batteri		-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000
Cash flow	-85 000 000	7 410 454	7 410 454	7 410 454	7 410 454	7 410 454	7 410 454	7 410 454	7 410 454	7 410 454	7 410 454

NNV	-34 595 321
Internrente uten støtte	-2,42 %

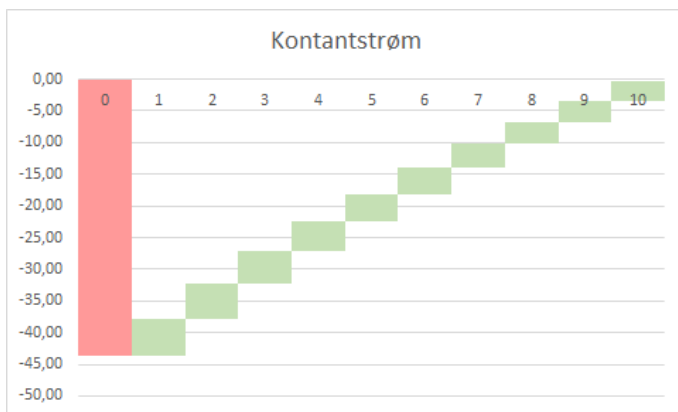


Skip 6

	Tonn	Pris
MGO	969	5 302
CO2	3 106,61	225,77

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investeringskostnad	-43 679 659										
Besparelser/reduuerte kostnader											
Drivstoffbesparelse		5 137 638	5 137 638	5 137 638	5 137 638	5 137 638	5 137 638	5 137 638	5 137 638	5 137 638	5 137 638
Prissetting av CO2-reduksjon		701 380	701 380	701 380	701 380	701 380	701 380	701 380	701 380	701 380	701 380
Vedlikeholdsbesparelse		570 000	570 000	570 000	570 000	570 000	570 000	570 000	570 000	570 000	570 000
Driftskostnader											
Vedlikehold batteri		-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000
Cash flow	-43 679 659	6 359 018	6 359 018	6 359 018	6 359 018	6 359 018	6 359 018	6 359 018	6 359 018	6 359 018	6 359 018

NNV	-426 670
Internrente	7,48 %

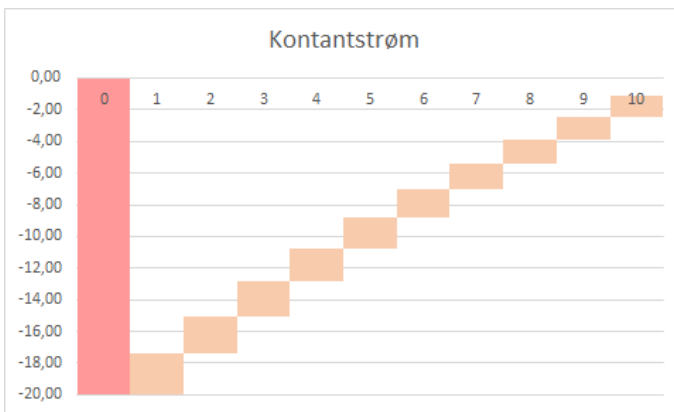


Skip 7

	Tonn	Pris
MGO	393,2	5 302
CO2	1 260,60	225,77

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investeringskostnad	-19 972 148										
Besparelser/reduerte kostnader											
Drivstoffbesparelse		2 084 746	2 084 746	2 084 746	2 084 746	2 084 746	2 084 746	2 084 746	2 084 746	2 084 746	2 084 746
Prissetting av CO2-reduksjon		284 605	284 605	284 605	284 605	284 605	284 605	284 605	284 605	284 605	284 605
Vedlikeholdsbesparelse		450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000
Driftskostnader											
Vedlikehold batteri		-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000
Cash flow	-19 972 148	2 769 352	2 769 352	2 769 352	2 769 352	2 769 352	2 769 352	2 769 352	2 769 352	2 769 352	2 769 352

NNV	-1 135 475
Interrente	6,43 %

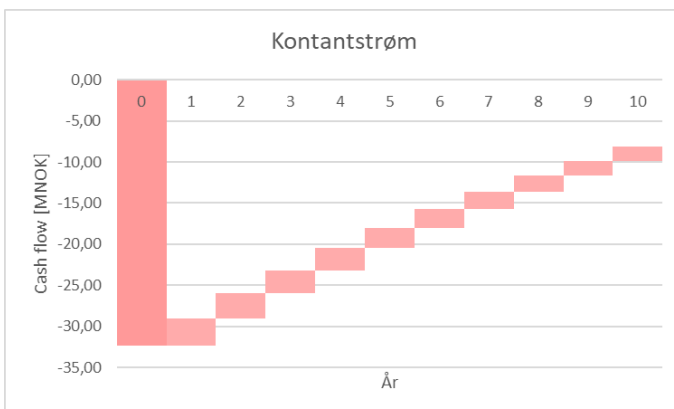


Gjennomsnittlig nåverdiprofil

	Tonn	Pris
MGO	416,07	5 302
LNG	82,72	6 412
CO2	1 561,39	225,77

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investeringskostnad	-32 373 975										
Besparelser/reduerte kostnader											
Drivstoffbesparelse		2 736 381	2 736 381	2 736 381	2 736 381	2 736 381	2 736 381	2 736 381	2 736 381	2 736 381	2 736 381
Prissetting av CO2-reduksjon		352 514	352 514	352 514	352 514	352 514	352 514	352 514	352 514	352 514	352 514
Vedlikeholdsbesparelse		519 895	519 895	519 895	519 895	519 895	519 895	519 895	519 895	519 895	519 895
Driftskostnader											
Vedlikehold batteri		-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000
Cash flow	-32 373 975	3 558 790	3 558 790	3 558 790	3 558 790	3 558 790	3 558 790	3 558 790	3 558 790	3 558 790	3 558 790

NNV	-8 167 675
Interrente	1,76 %



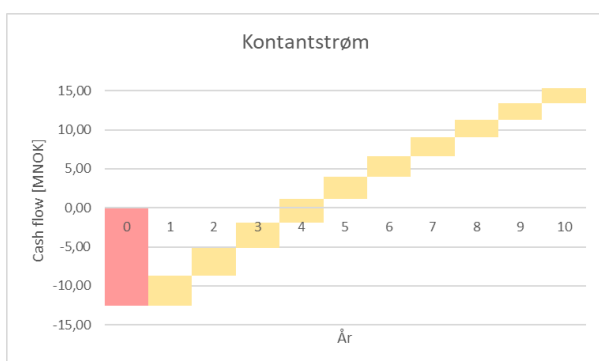
10.5 Appendiks E – Nåverdiprofiler: Bedriftsøkonomisk analyse

Skip 1

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investeringskostnad	-19 969 482										
Inntekter/besparelser											
Økt rate		3 650 000	3 650 000	3 650 000	3 650 000	3 650 000	3 650 000	3 650 000	3 650 000	3 650 000	3 650 000
Vedlikeholdsbesparelse		500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000
Driftskostnader											
Vedlikehold batteri		50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000
Cash flow uten støtte	-19 969 482	4 100 000	4 100 000	4 100 000	4 100 000	4 100 000	4 100 000	4 100 000	4 100 000	4 100 000	4 100 000

Enova støtte	7 440 000										
Cash flow med støtte	-12 529 482	4 100 000	4 100 000	4 100 000	4 100 000	4 100 000	4 100 000	4 100 000	4 100 000	4 100 000	4 100 000

NNV uten støtte	7 918 039
NNV inkl støtte	15 358 039
Internrente uten støtte	15,79 %
Internrente med støtte	30,43 %

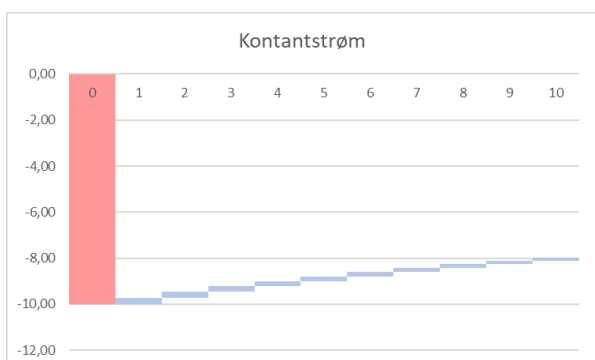


Skip 2

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investeringskostnad	-16 576 190										
Inntekter/besparelser											
Økt rate		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vedlikeholdsbesparelse		350 000	350 000	350 000	350 000	350 000	350 000	350 000	350 000	350 000	350 000
Driftskostnader											
Vedlikehold batteri		50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000
Cash flow uten støtte	-16 576 190	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000

Enova støtte	6 570 000										
Cash flow med støtte	-10 006 190	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000

NNV uten støtte	-14 535 640
NNV inkl støtte	-7 965 640
Internrente uten støtte	-23,05 %
Internrente med støtte	-17,48 %

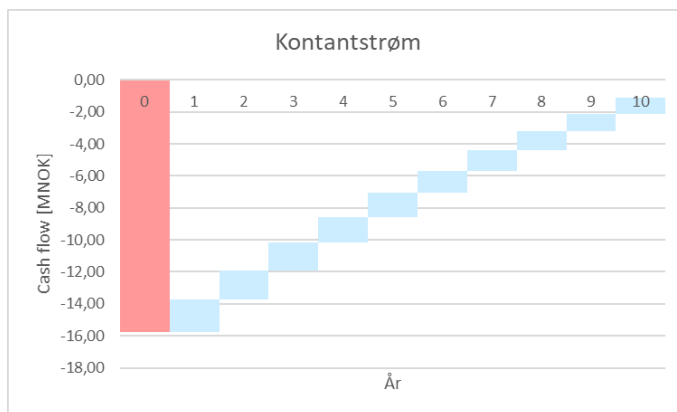


Skip 3

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investeringskostnad	-22 500 000										
Inntekter/besparelser											
Økt rate		1 825 000	1 825 000	1 825 000	1 825 000	1 825 000	1 825 000	1 825 000	1 825 000	1 825 000	1 825 000
Vedlikeholdsbesparelse		381 230	381 230	381 230	381 230	381 230	381 230	381 230	381 230	381 230	381 230
Driftskostnader											
Vedlikeholdsbesparelse		-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000
Cash flow uten støtte	-22 500 000	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230

Enova støtte	6 750 000										
Cash flow med støtte	-15 750 000	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230

NNV uten støtte	-7 833 681
NNV inkl støtte	-1 083 681
Internrente uten støtte	-0,77 %
Internrente med støtte	6,16 %

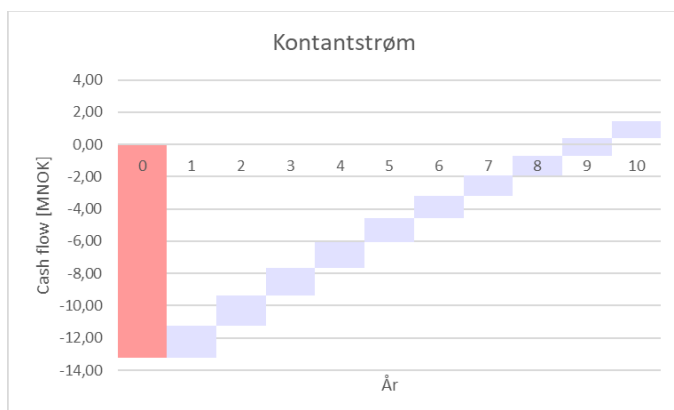


Skip 4

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investeringskostnad	-18 920 343										
Inntekter/besparelser											
Økt dagrate		1 825 000	1 825 000	1 825 000	1 825 000	1 825 000	1 825 000	1 825 000	1 825 000	1 825 000	1 825 000
Vedlikeholdsbesparelse		381 230	381 230	381 230	381 230	381 230	381 230	381 230	381 230	381 230	381 230
Driftskostnader											
Vedlikeholdsbesparelse		-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000
Cash flow uten støtte	-18 920 343	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230

Enova støtte	5 676 103										
Cash flow med støtte	-13 244 240	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230	2 156 230

NNV uten støtte	-4 254 024
NNV inkl støtte	1 422 079
Internrente uten støtte	2,45 %
Internrente med støtte	10,01 %

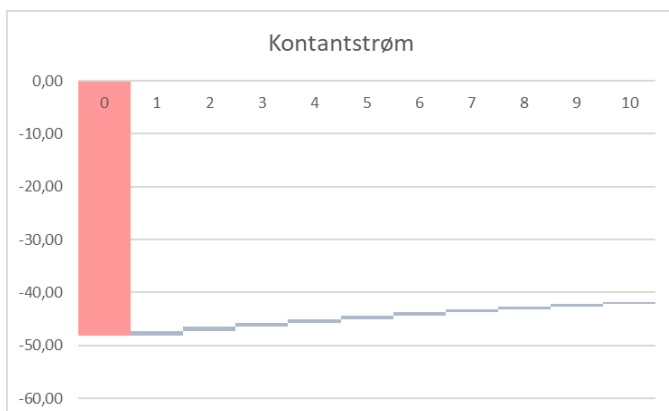


Skip 5

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investeringskostnad	-85 000 000										
Inntekter/besparelser											
Økt rate		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vedlikeholdsbesparelse		606 802	606 802	606 802	606 802	606 802	606 802	606 802	606 802	606 802	606 802
Redusert bruk av smøreolje/urea		400 000	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000
Driftskostnader											
Vedlikehold batteri		50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000
Cash flow uten støtte	-85 000 000	956 802	956 802	956 802	956 802	956 802	956 802	956 802	956 802	956 802	956 802

Enova støtte	36 750 000										
Cash flow med støtte	-48 250 000	956 802	956 802	956 802	956 802	956 802	956 802	956 802	956 802	956 802	956 802

NNV uten støtte	-78 491 991
NNV inkl støtte	-41 741 991
Internrente uten støtte	-27,69 %
Internrente med støtte	-22,09 %

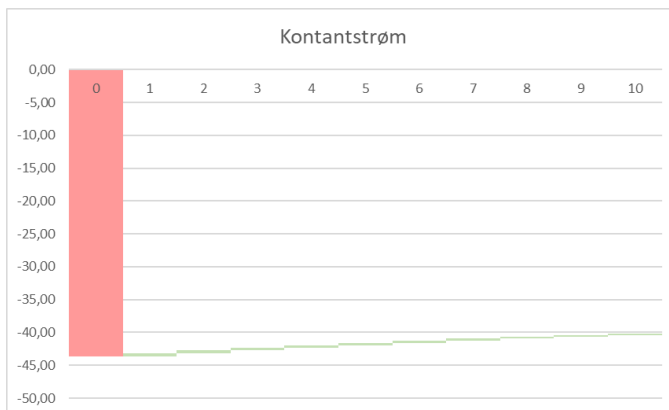


Skip 6

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investeringskostnad	-43 679 659										
Inntekter/besparelser											
Økt rate		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vedlikeholdsbesparelse		570 000	570 000	570 000	570 000	570 000	570 000	570 000	570 000	570 000	570 000
Driftskostnader											
Vedlikehold batteri		-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000
Cash flow uten støtte	-43 679 659	520 000	520 000	520 000	520 000	520 000	520 000	520 000	520 000	520 000	520 000

Enova støtte	15 259 530										
Cash flow med støtte	-28 420 129	520 000	520 000	520 000	520 000	520 000	520 000	520 000	520 000	520 000	520 000

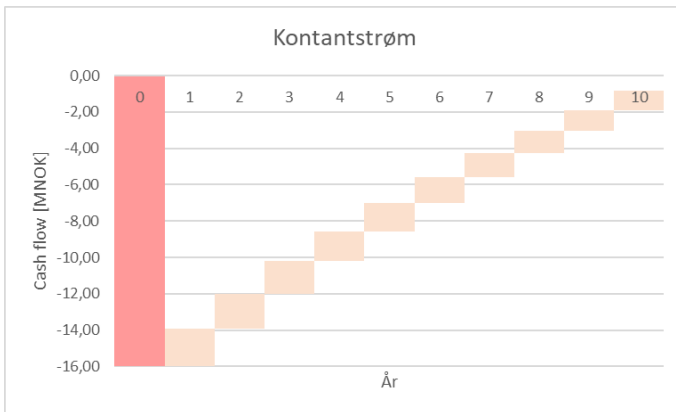
NNV uten støtte	-40 142 705
NNV inkl støtte	-24 883 175
Internrente uten støtte	-27,17 %
Internrente med støtte	-22,94 %



Skip 7

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investeringskostnad	-19 972 148										
Inntekter/besparelser											
Økt rate		1 825 000	1 825 000	1 825 000	1 825 000	1 825 000	1 825 000	1 825 000	1 825 000	1 825 000	1 825 000
Vedlikeholdsbesparelse		450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000
Driftskostnader											
Vedlikehold batteri		-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000
Cash flow uten støtte	-19 972 148	2 225 000	2 225 000	2 225 000	2 225 000	2 225 000	2 225 000	2 225 000	2 225 000	2 225 000	2 225 000
Enova støtte	4 000 000										
Cash flow med støtte	-15 972 148	2 225 000	2 225 000	2 225 000	2 225 000	2 225 000	2 225 000	2 225 000	2 225 000	2 225 000	2 225 000

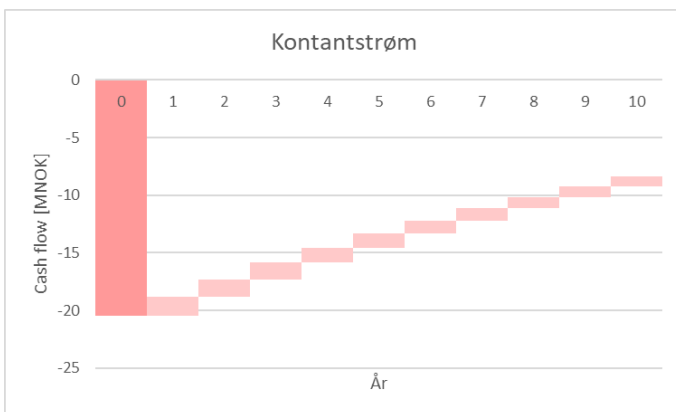
NNV uten støtte	-4 838 066
NNV inkl støtte	-838 066
Interrente uten støtte	2,01 %
Interrente med støtte	6,53 %



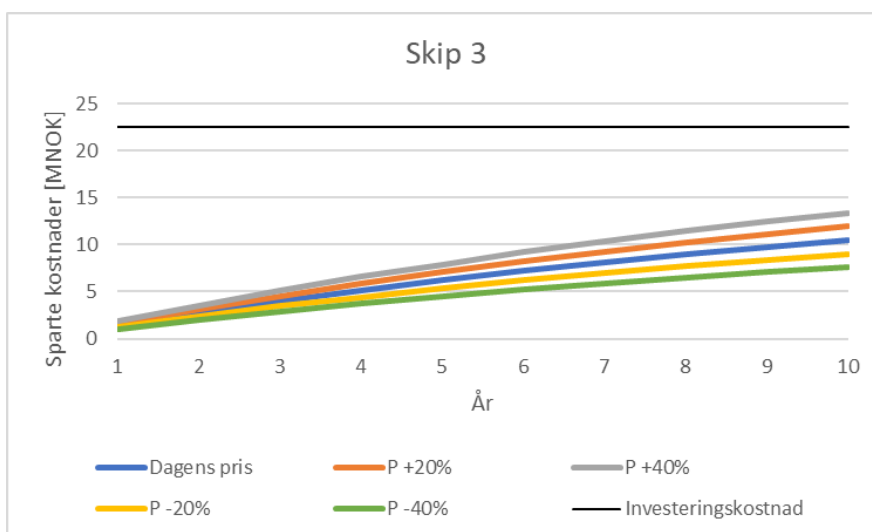
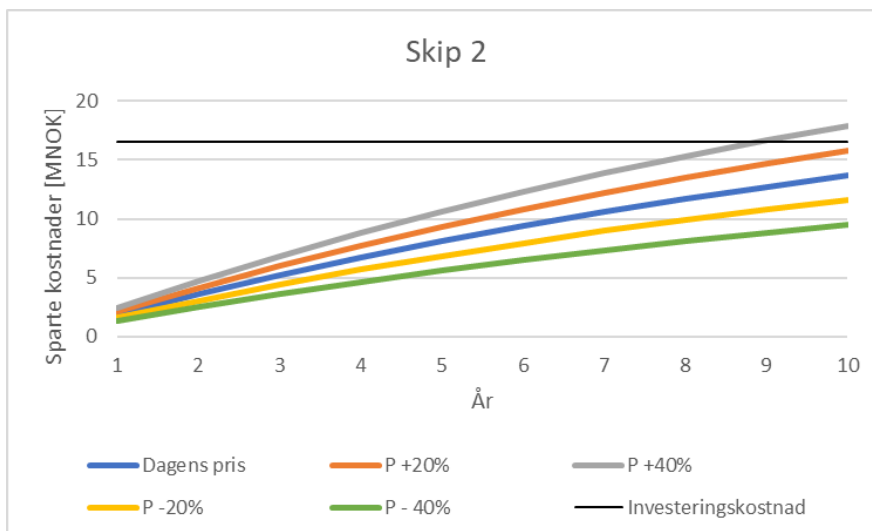
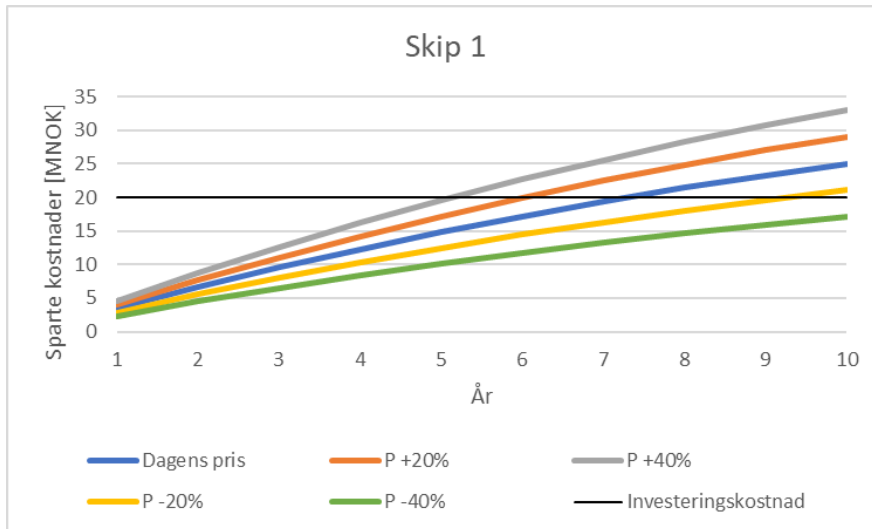
Gjennomsnittlig nåverdiprofil

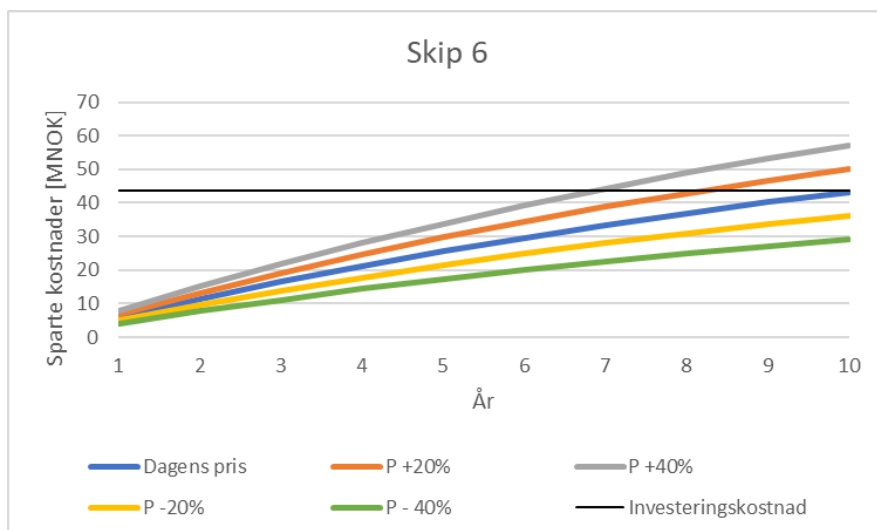
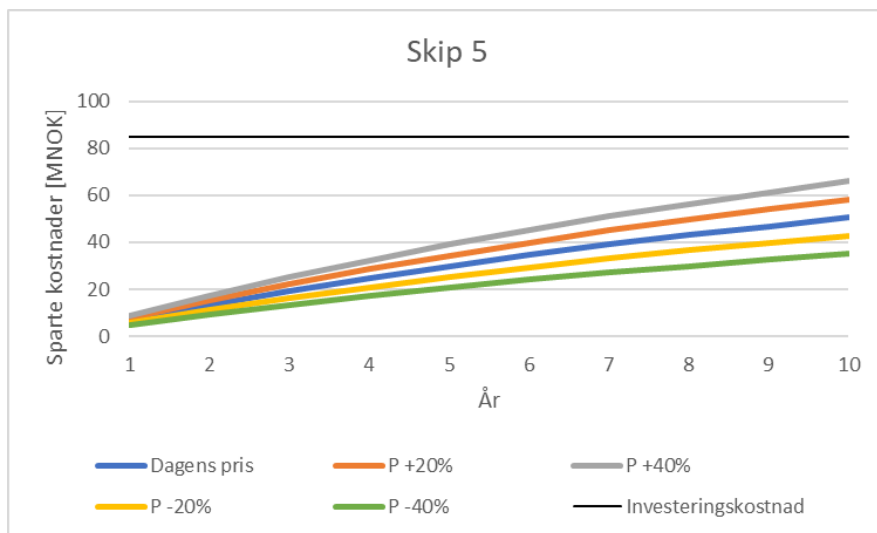
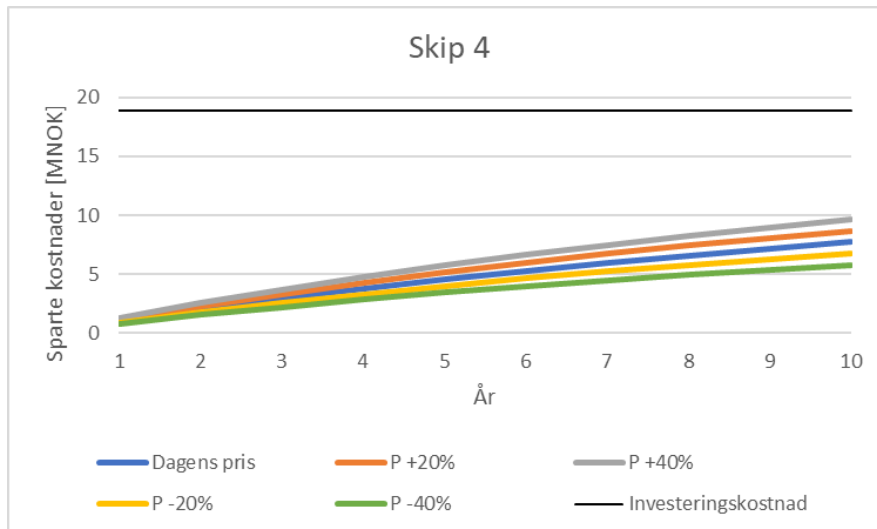
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investeringskostnad	-32 373 975										
Inntekter/besparelser											
Økt rate		1 303 571	1 303 571	1 303 571	1 303 571	1 303 571	1 303 571	1 303 571	1 303 571	1 303 571	1 303 571
Vedlikeholdsbesparelse		519 895	519 895	519 895	519 895	519 895	519 895	519 895	519 895	519 895	519 895
Driftskostnader											
Vedlikehold batteri		-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000	-50 000
Cash flow uten støtte	-32 373 975	1 773 466	1 773 466	1 773 466	1 773 466	1 773 466	1 773 466	1 773 466	1 773 466	1 773 466	1 773 466
Enova støtte	11 906 519										
Cash flow med støtte	-20 467 456	1 773 466	1 773 466	1 773 466	1 773 466	1 773 466	1 773 466	1 773 466	1 773 466	1 773 466	1 773 466

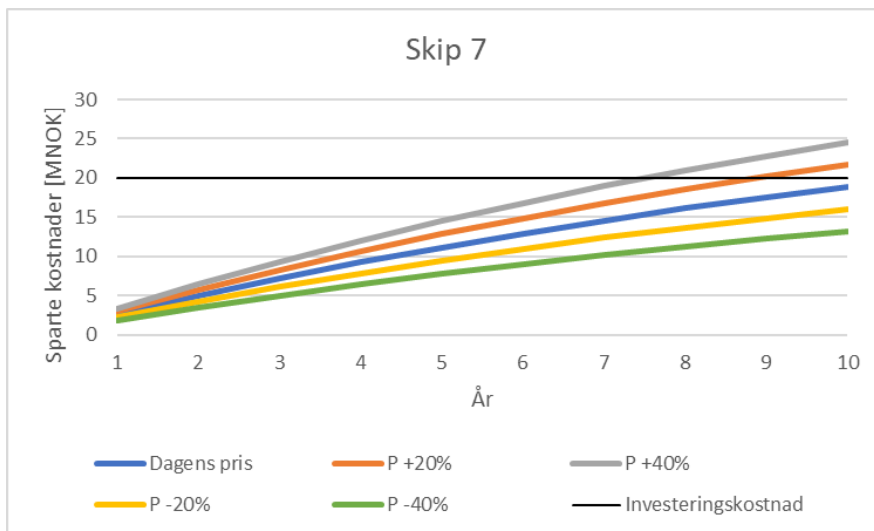
NNV uten støtte	-20 311 156
NNV inkl støtte	-8 404 637
Interrente uten støtte	-9,67 %
Interrente med støtte	-2,52 %



10.6 Appendiks F – Prissensitivitetsanalyse







11. Vedlegg

11.1 Vedlegg 1– Intervjuguide

Bakgrunn

- Hvorfor valgte dere å investere i batteri på fartøyet deres?

Refleksjoner i ettertid

- Vi har tilgang til de estimerte kostnadene og inntektene, men hva ble de faktiske kostnadene og inntektene?
 - Faktisk besparelse drivstoff
 - Hvor mye økte dagraten med?
 - Hvor stor reduksjon i vedlikeholdskostnadene har dere opplevd?
 - Hva var kilden til at vedlikeholdskostnaden har gått ned?
 - Kostnad for vedlikehold batteri
 - Er det andre kostnader og inntekter som har oppstått i etterkant?
 - Har det for eksempel kostet noe med tanke på at man må ha ny kunnskap om batteriene?
- Er det forventet at kostnadene og inntektene vil være noe lunde det samme over hele levetiden til batteriet?
- Har batteriet påvirket arbeidsmiljøet?
 - Hvordan har batteriet påvirket støy om bord på skipet?
- Har dere hatt noen oppstartsproblemer, eller andre problem etter at batteriet kom i drift?
 - Har dere ett inntrykk av at dere har mer eller mindre problemer enn andre i etterkant av investeringen?
- Hvordan optimaliserer dere bruken av batterisystemene?
- Hva gjør dere når levetiden til batteriet er over (10 år)?
- Hva er typisk driftsprofil for skipet?
 - Hvor mye drivstoff spares i de ulike modusene?
- Har reduksjonen i klimagasser blitt som forventet?
- Andre praktiske erfaringer etter at båten er satt i drift?
- Sett i ettertid, har dere oppnådd det dere var ute etter?

Spørsmål om fremtiden

- Hvordan er kontraktssituasjonen for de ulike skipene i dag?
- Hvordan tror dere at batteriinvesteringen har påvirket selskapets fremtid?
 - Ville dere hatt de samme kontraktene dersom dere ikke gjennomførte investeringen?
- Har dere gjort dere noen tanker rundt reinvestering av hovedmotorer? Vil det ta lengre tid før dere må investere i en ny motor som følge av reduserte driftstimer?
- Hvis dere skulle bygget et nytt skip i dag, ville det inkludert batteri?

Ang landstrøm

- Hvordan er det med landstrøm ved deres hovedkai?
- Er det mulighet for å lade ved mange kaier? Lett tilgang?
 - Er det like gode gevinster dersom det er få lademuligheter?
- Opplevd problemet rundt landstrøm?
- Pris landstrøm?

Bransjespørsmål

- Vil ett rederis omstilling føre til at andre følger etter?
 - Er dere opptatt av at andre gjør lignende investeringer?
- Hvor stor er konkurransen for å få kontrakter?
- Etterspør kundene deres mer bærekraftige båter?

11.2 Vedlegg 2 – Bekreftelseskjema fra NSD

18.6.2020

Meldeskjema for behandling av personopplysninger

**NSD sin vurdering****Prosjekttittel**

Masteroppgave

Referansenummer

666184

Registrert

14.02.2020 av Mari Wolff Nedberge - Mari.Nedberge@student.nhh.no

Behandlingsansvarlig institusjon

Norges Handelshøyskole / Institutt for foretaksøkonomi

Prosjektansvarlig (vitenskapelig ansatt/veileder eller stipendiat)

Gunnar Eskeland , Gunnar.Eskeland@nhh.no, tlf: 55959699

Type prosjekt

Studentprosjekt, masterstudium

Kontaktinformasjon, student

Mari , mariwn95@hotmail.com, tlf: 90517905

Prosjektperiode

20.01.2020 - 01.06.2020

Status

09.03.2020 - Vurdert

Vurdering (1)**09.03.2020 - Vurdert**

Det er vår vurdering at behandlingen av personopplysninger i prosjektet vil være i samsvar med personvernlovgivningen så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet med vedlegg den 09.03.2020, samt i meldingsdialogen mellom innmelder og NSD. Behandlingen kan starte.

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til NSD ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke type endringer det er nødvendig å melde:

https://nsd.no/personvernombud/meld_prosjekt/meld_endringer.html

Du må vente på svar fra NSD før endringen gjennomføres.

TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 01.06.2020.

LOVLIG GRUNNLAG

Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake. Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være den registrertes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a.

PERSONVERNPRINSIPPER

NSD vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen om:

- lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at de registrerte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen
- formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke behandles til nye, uforenlige formål
- dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet
- lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet

DE REGISTRERTES RETTIGHETER

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: åpenhet (art. 12), informasjon (art. 13), innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18), underretning (art. 19), dataportabilitet (art. 20).

NSD vurderer at informasjonen om behandlingen som de registrerte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. art. 12.1 og art. 13.

Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1. f) og sikkerhet (art. 32).

Teams og OneDrive er databehandler i prosjektet. NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene til bruk av databehandler, jf. art 28 og 29.

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og/eller rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

NSD vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Lykke til med prosjektet!

Kontaktperson hos NSD: Karin Lillevold
Tlf. Personverntjenester: 55 58 21 17 (tast 1)