



# Landstrøm i Bergen Havn

Bør lavspent landstrømforsyning fase ut tradisjonell generatordrift ved  
offshoreskips havneanløp?

**Philip Paust**

**Espen Teigland**

**Veileder: Stein Ivar Steinshamn**

Masterutredning innenfor hovedprofilene Økonomisk Styring og  
Energy, Natural Resources and the Environment

**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.

## Sammendrag

Denne masterutredningen studerer om landstrømteknologi bør fase ut tradisjonell generatordrift av offshoreskip ved kailigge. Studien undersøker også om landstrømløsningen er lønnsom for aktørene som er tilknyttet Bergen Havn. Teknologien vi tar for oss i utredningen er i stadig utvikling og vi har derfor valgt å foreta en kvalitativ casestudie.

Utredningens empiriske grunnlag er basert på seks dybdeintervjuer av beslutningstakere, ansatt hos relevante aktører i den maritime næringen tilknyttet Bergen Havn. Aktørene representerer ulike perspektiver på implementering av landstrøm, noe som bidrar til en helhetlig forståelse av hvordan næringen tilnærmer seg utviklingen. I tillegg til dybdeintervjuene, tar utredningen utgangspunkt i informasjon hentet fra aktuelle konferanser samt relevant sekundærdata. Ved gjennomgang av markedsdata som innsatsfaktorer, havneanløp, fartøyenes effektbehov, energiforbruk og bransjeaktivitet reflekterer studien rundt potensiell lønnsomhet ved å ta i bruk landstrøm. På bakgrunn av våre innhentede primær- og sekundærdata, har vi foretatt en sensitivitetsanalyse av den aktuelle situasjonen. Vi har benyttet en bred tilnærming for å danne et solid informasjonsgrunnlag for en helhetlig analyse av det bedriftsøkonomiske aspektet ved caset.

Studiens resultater indikerer at landstrømløsningen bør fase ut tradisjonell generatordrift ved deler av anløpene i havn, da landstrøm er et bærekraftig alternativ som medfører mer effektivt kraftkonsum. I tillegg angir studien at det også finnes bedriftsøkonomisk lønnsomme scenarier for drift for både land- og sjøsiden. Aktørene tilknyttet Bergen Havn bør dermed forsøke å implementere en mer utbredt bruk av landstrømløsningen.

## Forord

Denne masterutredningen er skrevet som en del av masterstudiet i økonomi og administrasjon ved Norges Handelshøyskole. Utredningen er skrevet innenfor hovedprofilene Økonomisk styring og Energy, Natural Resources and the Environment.

Utredningen tar for seg landstrøm, et tema vi begge finner interessant og mener at har stort potensiale innenfor den maritime næringen. Landstrømteknologi er et tema i utvikling og er aktuelt ettersom et pilotprosjekt ble installert i Bergen Havn, juni 2015.

Vi ønsker å takke vår veileder Stein Ivar Steinshamn, for hans konstruktive tilbakemeldinger og innspill til arbeidet med denne utredningen.

Vi vil videre takke Even Husby hos Bergen og Omland Havnevesen, Gisle Kvamme hos Apply TB og Tom Erik Jensen hos DOF Management for deres bidrag og interesse for vår utredning. Vi vil også takke bransjen generelt, og rederiene som har stilt opp til intervju spesielt. I forbindelse med vår utredning har vi vært på en rekke nyttige konferanser og vi ønsker å takke Bergen og Omland Havnevesen, Norsk Industri og Offshore Media Group for at vi har fått delta. Vi vil også takke Norges Rederiforbunds fond ved NHH for deres økonomiske bidrag til vår masterutredning.

Til slutt vil vi rette en takk til familie og venner som har engasjert seg og vært nyttige sparrepартnere i en spennende prosess.

Bergen, 21. desember 2015

---

Philip Paust

---

Espen Teigland

# Innholdsfortegnelse

<b>Sammendrag .....</b>	<b>2</b>
<b>Forord .....</b>	<b>3</b>
<b>Innholdsfortegnelse .....</b>	<b>4</b>
<b>Oversikt over tabeller .....</b>	<b>8</b>
<b>Oversikt over figurer .....</b>	<b>9</b>
<b>1 Introduksjon .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Bakgrunn .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Bidrag .....</b>	<b>10</b>
<b>1.3 Landstrøm .....</b>	<b>10</b>
<b>1.4 Kontekst .....</b>	<b>11</b>
<b>1.5 Forsknings spørsmål .....</b>	<b>11</b>
1.5.1 Forsknings spørsmål I .....	12
1.5.2 Forsknings spørsmål II .....	12
<b>1.6 Avgrensning .....</b>	<b>12</b>
<b>1.7 Utredningens struktur .....</b>	<b>13</b>
<b>2 Litteratur og teori .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Teknologi .....</b>	<b>14</b>
2.1.1 Landstrøm som teknologi .....	15
2.1.1.1 Landstrømanlegget .....	16
2.1.1.2 Standard landstrømanlegg .....	18
2.1.1.3 Effektbehov knyttet til skipstyper .....	19
2.1.1.4 Landstrøm som retrofit - investeringer på fartøysiden .....	20
2.1.1.5 Utstørsleverandører .....	21
2.1.2 EUs krav til landstrømutredning .....	22
2.1.3 Utslipp, helse og miljø .....	23
2.1.3.1 Nitrogenoksider (NO <sub>x</sub> ) .....	23
2.1.3.2 Svovel (SO <sub>x</sub> ) .....	23
2.1.3.3 Karbon dioksid (CO <sub>2</sub> ) og vanndamp .....	24
2.1.3.4 Karbonmonoksid (CO) .....	24
2.1.3.5 Hydrokarboner (HC) .....	24
2.1.3.6 Partikkelutslipp .....	24

2.1.4	Situasjonsrapport - Bergen .....	25
2.1.4.1	Anløp.....	25
2.1.4.2	Nåværende forretningsmodell.....	26
2.1.4.3	Anlegget levert til Bergen Havn.....	26
2.1.5	Situasjonsrapport Norge .....	27
<b>2.2</b>	<b>Transitional Management.....</b>	<b>28</b>
2.2.1	Strategiske.....	29
2.2.2	Taktiske .....	29
2.2.3	Operasjonelle .....	30
2.2.4	Refleksive.....	30
<b>2.3</b>	<b>Beslutningsteori .....</b>	<b>32</b>
2.3.1	Investeringsbeslutningen .....	32
2.3.2	Netto nåverdi.....	32
2.3.3	Sensitivitetsanalyse .....	33
2.3.4	Tidligere studier av landstrøm i Bergen Havn. ....	33
<b>3</b>	<b>Forskningsdesign og metode .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1</b>	<b>Valg av forskningsdesign.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2</b>	<b>Tilnærming.....</b>	<b>34</b>
<b>3.3</b>	<b>Valg av metode.....</b>	<b>35</b>
3.3.1	Casestudium .....	35
<b>3.4</b>	<b>Datainnsamling.....</b>	<b>36</b>
3.4.1	Forarbeid .....	36
3.4.2	Dybdeintervjuer og personlig kommunikasjon.....	36
3.4.3	Sekundærdata.....	37
3.4.4	Vurdering av de ulike aktørene .....	38
<b>3.5</b>	<b>Analysemetode.....</b>	<b>39</b>
<b>3.6</b>	<b>Styrker og svakheter ved forskningsdesignet.....</b>	<b>39</b>
3.6.1	Validitet .....	40
3.6.1.1	Begrepsvaliditet.....	40
3.6.1.2	Intern validitet.....	40
3.6.1.3	Ekstern validitet .....	41
3.6.2	Reliabilitet .....	41
3.6.3	Etske utfordringer .....	42
<b>4</b>	<b>Beskrivelse av kontekst.....</b>	<b>44</b>
<b>4.1</b>	<b>Bergen og omland Havnevesen.....</b>	<b>44</b>
4.1.1	Prising .....	44

4.1.2 Environmental Ship Index .....	45
4.1.3 Landstrøm og ESI .....	46
4.1.3 Landstrøm og kraftkostnader på landsiden .....	47
<b>4.2 Rederiperspektivet .....</b>	<b>48</b>
4.2.1 Drivstoff.....	48
4.2.2 Anløp og andre vederlag.....	49
<b>4.3 Maritimt virkemiddelapparat .....</b>	<b>50</b>
4.3.1 Enova .....	50
4.3.2 NOx-fondet .....	51
4.3.3 Andre støtteordninger.....	52
<b>4.4 Innsatsfaktorer .....</b>	<b>53</b>
4.4.1 Forventninger til oljepris .....	53
4.4.2 Forventninger til kraftpris.....	53
<b>5 Presentasjon av funn .....</b>	<b>54</b>
<b>5.1 En kvalitativ vurdering av landsiden.....</b>	<b>54</b>
5.1.1 Funn fra intervju med Bergen og Omland Havnevesen (BOH) .....	55
5.1.1.1 Havnens miljøstrategi .....	55
5.1.1.2 Havnens tanker vedrørende landstrøm .....	55
5.1.1.3 Havnens vurdering av insentiver og støtte for miljøtiltak.....	56
5.1.1.4 Miljøfokus i et utfordrende marked.....	56
5.2.1 Funn fra intervjuet med Apply TB.....	56
5.2.1.1 Pilotanlegget.....	57
5.2.1.2 Anlegg ombord i fartøy .....	57
5.2.1.3 Forretningscase på anlegget .....	57
5.3.1 Funn fra intervju med DOF Management.....	58
5.3.1.1 Pilotanlegget.....	58
5.3.1.2 Anlegget ombord på fartøy .....	58
5.3.1.3 Forretningscase .....	58
<b>5.2 En kvalitativ vurdering av sjøsiden.....</b>	<b>59</b>
5.2.1 Funn fra intervju med Rederi A.....	59
5.2.1.1 Bedriftens miljøstrategi.....	59
5.2.1.2 Rederiets tanker vedrørende landstrøm .....	60
5.2.1.3 Rederiets vurdering av insentiver og støtte for miljøtiltak.....	61
5.2.1.4 Miljøfokus i et utfordrende marked.....	62
5.2.2 Funn fra intervju med Rederi B.....	63
5.2.2.1 Bedriftens miljøstrategi.....	63
5.2.2.2 Rederiets tanker vedrørende landstrøm .....	63

5.2.2.3 Rederiets vurdering av insentiver og støtte for miljøtiltak.....	64
5.2.2.4 Miljøfokus i et utfordrende marked.....	65
5.2.3 Funn fra intervju med Rederi C .....	65
5.2.3.1 Bedriftens miljøstrategi.....	65
5.2.3.2 Rederiets tanker vedrørende landstrøm.....	66
5.2.3.3 Rederiets vurdering av insentiver og støtte for miljøtiltak.....	67
5.2.3.4 Miljøfokus i et utfordrende marked.....	68
<b>5.3 Investeringsbeslutningen – BOH .....</b>	<b>68</b>
5.3.1 Energiforbruk i havn.....	68
5.3.2 Standardskip .....	69
5.3.3 Utslippsreduksjon ved overgang til landstrøm.....	71
5.3.4 Miljøkostnader og miljøregnskap .....	73
5.3.5 Fullstendig kalkyle .....	75
5.3.5.1 Vurdering av investeringens netto nåverdi.....	76
<b>5.4 Investeringsbeslutningen – Rederiet.....</b>	<b>77</b>
5.4.1 Kalkyler for lønnsomhet.....	78
5.4.2 Innsatsfaktorer og rabatter .....	78
5.4.2.1 Isolert margin for et døgn basert på innsatsfaktorer .....	82
5.4.3 Kalkyle miljørabatter .....	82
5.4.3.1 Kaivederlag .....	83
5.4.3.2 Anløpsavgift.....	83
5.4.3.3 Losberedskapsavgift.....	84
5.4.3.4 Oppsummering av beregninger .....	84
5.4.4 Investeringens netto nåverdi og tilhørende sensitivitetsanalyse .....	85
5.4.4.1 Endring i drivstoffpris.....	87
5.4.4.2 Endring i valutakurs.....	87
5.4.4.3 Endring i SFOC.....	88
5.4.4.4 Endring i antatt forbruk mellom landstrøm og generator .....	89
5.4.4.5 Dagens situasjon .....	90
5.4.5 Støtte fra virkemiddelapparatet og netto nåverdi.....	91
5.4.5.1 Netto nåverdi i lys av støtte fra NOx-fondet.....	92
<b>6 Diskusjon .....</b>	<b>94</b>
<b>6.1 Teknologi og miljø .....</b>	<b>94</b>
<b>6.2 Landsiden.....</b>	<b>94</b>
6.2.1 BOH i lys av teori .....	94
6.2.2 Utviklingen av BOH.....	95
<b>6.3 Sjøsidene.....</b>	<b>98</b>

6.3.1 Miljøperspektivet og ESI.....	98
6.3.2 Landstrømanlegg som investering.....	99
6.3.3 Utfordringer i forhold til opptjening av besparelser .....	101
<b>7 Konklusjon .....</b>	<b>102</b>
7.1 Hovedfunn .....	102
Forskningsspørsmål 1:.....	102
7.2 Videre forskning.....	103
7.3 Begrensninger ved studien.....	104
<b>8 Kildeliste .....</b>	<b>105</b>
<b>9 Vedlegg.....</b>	<b>115</b>
9.1 Intervjuguide .....	115
9.2 Netto nåverdiberegninger - sensitivitetsanalyse .....	118
9.3 Anløpsoversikt.....	119
9.4 Driftskostnader ved Anlegget.....	120
9.5 Forenklet kalkyle for rederi .....	121
9.6 Kalkyle landstrømanlegg ombord – Netto nåverdi.....	122

## Oversikt over tabeller

Tabell 1- Energibehov .....	19
Tabell 2- Lanstrømtilbud Bergen Havn.....	27
Tabell 3 – Avgifter og rabatter ved anløp og kaivederlag .....	45
Tabell 4- Effektmålte anlegg - BKK Prisoversikt .....	47
Tabell 5 - Estimert utslipp - fartøy satt opp mot kraftmiks .....	72
Tabell 6 - Estimerte miljøkostnader i havn 2014 .....	74
Tabell 7- Miljøgevinst Bergen.....	74
Tabell 8 - Globalmiljøvinst .....	75
Tabell 9- Oppsett virkelig skip - USD/NOK 1:8 og MGO 500 \$/tonn - LS 1,6 NOK kWh ...	79
Tabell 10 - Sammenheng mellom størrelse BT og energiforbruk .....	80
Tabell 11- Forskjell i kosnad per kWh - Landstrøm kWh pris fra BOH 01.09.15 .....	80
Tabell 12- Kostnadsforskjell pr. døgn .....	81
Tabell 13 - Vedlikeholdskostnader.....	82
Tabell 14 - Kostnadsforskjell pr døgn - Standardskip.....	82
Tabell 15- Rabattene tar utgangspunkt i BOH sine satser for 2016 – NOK 0,5/BT/påbegynte døgn ...	83



Tabell 16 - ESI rabatt .....	83
Tabell 17- Rabattene tar utgangspunkt i BOH sine satser for 2016 – NOK 0,13/BT/anløp .....	84
Tabell 18 - Losberedskapsavgift Standardskip- Tabellen tar utgangspunkt i satsene fra Kystverket for 2015.....	84
Tabell 19 - Forskjell i kostnader i kraftproduksjon. Full rabatt gis på ESI over 50.LS teknologien gjør her at standardskipet får 58,9 .....	85
Tabell 20 - Netto nåverdi Standardskip.....	86
Tabell 21 - Netto nåverdi for standardskipet etter dagens situasjon i markedet - 16 desember, 2015 ..	90
Tabell 22- Netto nåverdi på standardskipet ved 18 anløp og 24 døgn i havn med støttesats fra NOx-fondet, satt opp mot .....	92

## Oversikt over figurer

Figur 1 - Oversikt over nyttige forkortelser og begreper.....	14
Figur 2 - Illustrasjon av landstrømanlegg (Berthet, 2014) .....	16
Figur 3- kart over BOH (Tangerås, 2014).....	25
Figur 4- Kart over Bergen Havn (Tangerås, 2014) .....	25
Figur 5- Plassering av landstrlmanlegg .....	26
Figur 6- Transition management - Fire faser.....	29
Figur 7 - Syklisk prosessmodell .....	31
Figur 8 – Endringsprosessen.....	31
Figur 9 - Utbetalinger fra NOx-fondet (Vista Analyse, 2014, ss. 19-20).....	52
Figur 10 - Estimert energiforbruk kWh per døgn etter BT.....	69
Figur 11 - Antall skip og anløp fordelt på BT .....	69
Figur 12- Oversikt over utslipp fra forskjellige kraftmiks .....	71
Figur 13- Grafisk framstilling av estimert utslipp - fartøy satt opp mot kraftmiks .....	72
Figur 14 - Break-even pris ved 292,5 kWh og 600 kWh (vedlegg 9.4, driftskostnader ved anlegget) .	76
Figur 15 - Endring i netto nåverdi ved endring i drivstoffpris satt opp mot antall døgn i havn for LS og LS+ESI rabatt.....	87
Figur 16- Endring i netto nåverdi ved endring i valutakurs satt opp mot antall døgn i havn for LS og LS+ESI rabatt.....	88
Figur 17 Endring i netto nåverdi ved endring i av forbruk MGO/kWh (SFOC).....	89
Figur 18- Endring i netto nåverdi på bakgrunn av endring i antatt forbruk mellom generator og LS, satt opp mot antall døgn i havn for LS og LS+ESI rabatt.....	90
Figur 19 - Syklusmodellen .....	95

# 1 Introduksjon

## 1.1 Bakgrunn

Bergen har siden byen ble grunnlagt i år 1070 og helt frem til våre dager, vært et naturlig knutepunkt for handel med både innland og utland. Bergens naturlige tilgang til havet har gjort byen til en ledende internasjonal handels- og sjøfartsby, og havnen har alltid vært en vesentlig tilrettelegger for byens vekst og virke (Bergen kommune, 2015a).

I 2015 fungerer Bergen Havn som både inngangsport til norske fjorder for cruiseturister samt som en hyppig brukt hvilehavn for skip tilknyttet offshorenæringen (Bergen Kommune, 2015b). Grunnet byens unike topografiske karakter er den avhengig av et målrettet fokus på miljø og utslipp, et konkret eksempel på byens utfordringer er det såkalte ”giftlokket”, som regelmessig legger seg over byen i vinterhalvåret. Dette gjør at Bergen ikke bare er globalt motivert for å bidra til å redusere utslippene, men også lokalt. For den maritime næringen er et potensielt bidrag til reduksjon av utslipp, å implementere landstrømteknologi for kraftgener til skip som ligger i havn. Landstrøm har potensiale til å redusere næringens eksternaliteter på Bergen by, ved å være en framtidrettet og bærekraftig infrastruktur for den maritime næringen (World Port Climate Initiative, 2010).

Dette temaet danner utgangspunktet for denne masterutredningen, som tar for seg landstrøm som potensielt alternativ til dagens bruk av dieseldrevne generatorer ombord i skip i havn. Formålet med denne utredningen er å belyse dagens situasjon i Bergen Havn og gi et svar på om landstrømløsningen bør fase ut dagens løsning med tradisjonell generatordrift. I tillegg vil vi undersøke om landstrøm kan være en lønnsom teknologi for brukerne.

## 1.2 Bidrag

Vi ønsker å belyse en aktuell problemstilling gjennom å vurdere de involverte partenes insentiv til å ta i bruk teknologien. Vi synes at landstrøm er et interessant tema det er potensiale for både bedriftsøkonomiske og miljømessige besparelser.

## 1.3 Landstrøm

Landstrøm (LS) er en av strategiene som World Port Climate Initiative (WPCI) anbefaler sjøgående fartøy å benytte for å redusere miljøkostnaden i havn. Bruk av LS vil erstatte fartøyenes bruk av hjelpemotorer ved havneanløp og målet er at dette vil minimere utslippet

av miljøgasser som NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> og partikkelutslipp (World Port Climate Initiative, 2010). Landstrøm defineres som en nullutslippsteknologi da den er koblet opp mot elektrisitetsnettet, og utslipp avhenger da igjen av kilden til elektrisitetsgenerering. LS-konseptet går dermed ut på at kraft leveres fra land, fremfor kraft generert ombord ved hjelp av dieseldrevne generatorer, og blir brukt i vid forstand da konseptet er det samme for en jolle og et cruiseskip. Det er de praktiske utfordringene knyttet til effektbehov som er førende for hvordan kraft fra land blir levert til skipene. Disse utfordringene gjør det naturlig å skille kraftleveranse fra land til sjø i flere kategorier, og det skilles mellom høy- og lavspennet kraftleveranse. Høyspenning tar for seg spenningsanlegg over 1000 Volt, mens lavspenning viser til spenning opp til 1000 Volt. Lavspenning kan igjen deles opp i flere kategorier, avhengig av effektbehov. Avveiningen mellom nullutslippsteknologi og lavutslippsteknologi er viktig når det nå sees på investeringer i lys av et grønt skifte. Landstrøm går sammen med hydrogen under kategorien nullutslipp, mens kobbelet av lavutslippsteknologi er mer omfattende.

#### **1.4 Kontekst**

I 2015 lanserte regjeringen en plan for den maritime, også kalt ”blå”, næringen kalt ”Blå vekst for grønn framtid”. Dette har lagt grunnlaget for økt fokus på renere teknologi i bransjen som helhet det siste året. Samtidig har aktiviteten i den maritime bransjen stupt, som følge av oljeprisens. Dette har fått direkte konsekvenser for kontantstrøm og kontantbeholdning blant rederiene og disse opplever nå et kostnadspress som ikke er sett siden den svake oljeprisen i 1990). Når bransjen nå er inne i slik negativ del av syklusen, vil det være naturlig at de lavt hengende fruktene blir prioritert, mens tunge investeringer knyttet til utvikling av usikker teknologi med langsiktig gevinster, for øyeblikket blir nedprioritert (Verftskonferansen 2015). Dette reiser spørsmål om det finnes noen bedriftsøkonomiske scenarier som kan forsvare en satsing på landstrømanlegg i havn, selv i et utfordrende marked med lav kontantstrøm og betydelig kostnadsfokus.

#### **1.5 Forskningsspørsmål**

I denne utredningen vil vi studere vårt valgte tema ved hjelp av et øyeblikksbilde av Bergen Havn fra både eiers, og brukere av landstrømløsningens, perspektiv. Utredningen har som formål å belyse dagens situasjon i Bergen Havn og gi et svar på om landstrømløsningen bør fase ut dagens løsning med tradisjonell generatordrift. I tillegg vil vi undersøke om landstrøm

kan være en lønnsom teknologi for brukerne. På bakgrunn av dette har vi utformet følgende forskningsspørsmål:

### **1.5.1 Forskningsspørsmål I**

*Bør lavspent landstrømforsyning fase ut tradisjonell generator drift ved offshoreskips havneanløp?*

### **1.5.2 Forskningsspørsmål II**

*Vil det være lønnsomt for aktørene å ta i bruk landstrømteknologi.*

Det første forskningsspørsmålet tar for seg om landstrømløsningen er et akseptabelt alternativ til tradisjonell generator drift, som bør implementeres. Det andre forskningsspørsmålet stiller spørsmål ved løsningens lønnsomhet for brukerne. Forskningsspørsmålene er utarbeidet med hensikt om å studere prosessen for å utvikle en elektrifisert havn samt fordeler og ulemper ved denne. Utredningen ønsker å få en innsikt i synspunktene til relevante aktører og utgreier for relevante kostnader ved hjelp av en sensitivitetsanalyse.

## **1.6 Avgrensning**

Grunnet et pilotprosjekt for landstrøm på Skoltekaaien i Bergen, har det vært interessant for oss å foreta vår studie med Bergen Havn som case. Bergen Havn er valgt da den ved å være en foregangsaktør for installasjon av landstrøm, vil kunne gi oss nærmere forståelse for utfordringer knyttet til landstrømteknologien i Norge. Da pilotprosjektet foreløpig bare er tilgjengelig for offshoreskip, velger vi å begrense oss til denne type skip i vår studie.

I utredningen vil aktuelle aktører være Bergen og Omland Havnevesen og offshorerederier som har tilknytning til Bergen Havn og målobjektet landstrøm.

Vår vurdering vil bygge på hva som konkret kan knyttes til de praktiske utfordringene ved teknologien i Bergen Havn og offshorerederiene som har virksomhet i havnen. Problemet må belyses fra flere sider da dette er en situasjon der de forskjellige aktørene avventer hverandres handlinger. Dette er fordi det har vært ansett som lite gunstig å være den som tar første steg. Med bakgrunn i satt tidsramme for utredningen har vi valgt å foreta en studie hvor fokuset ligger på beslutningstakerne hos de ulike aktørene og kontakt med disse.

## **1.7 Utredningens struktur**

I utredningens første kapittel har vi presentert studiens bakgrunn, planlagte bidrag, tema og kontekst samt forskningsspørsmål og avgrensning. Videre gjør vi i kapittel 2 rede for landstrømteknologien samt relevant litteratur og teori. I kapittel 3 beskriver vi valgt metode for innsamling og analyse av datamateriale. Kapitlet inneholder også en gjennomgang av studiens validitet og reliabilitet. Videre presenterer vi av en detaljert beskrivelse av utredningens kontekst i kapittel 4. I kapittel 5 presenteres funn fra våre dybdeintervjuer og investeringsanalysen som foretas på bakgrunn av innsamlede primær- og sekundærdata. Videre følger drøfting av funn i kapittel 6. I kapittel 7 nevnes konkluderende merknader. Deretter følger utredningens litteraturliste i kapittel 8 samt utredningens appendiks i kapittel 9. Utredningens appendiks består av studiens intervjuguide og relevante beregninger.

## 2 Litteratur og teori

### 2.1 Teknologi

Vi vil her ta for oss de forskjellige aspektene knyttet til landstrømteknologien. Innledningsvis presenterer vi en oversikt over relevante forkortelser og begrep.

A	Ampere
AHTS	Ankerhåndteringsfartøy
AMP	Alternative Maritime Power
BOH	Bergen og Omland Havnevesen
CI	Cold Ironing
CO <sub>2</sub>	Karbondioksid
CNSS	Clean North Sea Shipping
DWI	Direct Water Injection
EC	The European Commission
ECA	Emission Control Area
ESI	Environmental Ship Index
FWI	Fuel Water Emulsion Injection
HVSC	High Voltage Shore Connection
HAM	Humid Air Motor
HC	Hydrokarbon
HVSC	High Voltage Shore Power
Hz	Hertz
IAPH	The International Association of Ports and Harbours
IEC	The international Electro Technical Commission
IEEE	The Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMO	The International Maritime Organization
ISO	International Organization for Standardization
IRR	Interente
IEEC	Industrial Energy Efficiency Coalition
kWh	Kilo Watt Hour
LS	Landstrøm
LNG	Liquefied Natural Gas
LVSC	Low Voltage Shore Connection
MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships Maritime Operations
MGO	Marine Gas Oil
mWh	Mega Watt Hour (1000kWh)
MV	Megavolt (1000 Volt)
NO <sub>x</sub>	Samlebetegnelse for nitrogenoksider
NEK	Norsk Elektronisk Komité
NECA	Nox Emission Control Area
NNV	Netto Nåverdi
OPS	Onshore Power Supply
PAS	Publicly Available Specification
PM	Particle Matter
SFOC	Specific Fuel Oil Consumption
SCR	Selective Catalytic Reduction
SNCR	Selective Non Catalytic Reduction
SO <sub>x</sub>	Svovelutslipp
SCP	Shore Connected Power
SSE	Shore Side Electricity
SECA	Sulphur Emission Control Area
TM	Transition Management
V	Volt
VA	Voltampere
W	Watt
WPCI	World Ports Climate Initiative

Figur 1 - Oversikt over nyttige forkortelser og begreper

### 2.1.1 Landstrøm som teknologi

Først og fremst er landstrøm et effektivt verktøy for å få ned utslipp og støy i havn, men teknologien har også potensiale til å være en lønnsom investering.

Når et skip går til havn, vil det fortsatt ha behov for elektrisitet for å kunne drive interne systemer, kommunikasjon og det som kalles ”hotelldrift”. Mannskapet ombord skal ha både lys, mat, ventilasjon og varme, samt at kritiske systemer som for eksempel kommunikasjon og overvåkning må fungere selv om skipet ligger til kai. Alt dette krever elektrisitet. Spesielt med tanke på at et landligge kan vare fra noen timer til flere dager. For å generere strøm er standard prosedyre at skipet lar generatorene gå mens de ligger i havn. Som regel er disse generatorene overdimensjonert, med mindre fartøyet har egen havnegenerator, for å kunne drive diverse utstyr som det ikke er behov for i havn, som for eksempel pumper og vinsjer. Dette gjør at store deler av strømmen som genereres aldri blir brukt og denne driften er dermed bortkastede penger.

En løsning på dette problemet kan være at fartøyet henter strøm fra det landbaserte strømmettet, istedenfor å generere egen strøm. Teknologien for å hente strøm fra et landbasert strømmett omtales på norsk som landstrøm, mens det på engelsk og i litteraturen omtales som Cold Ironing (CI), On Shore Power System (OPS), Shore Connected Power (SCP), Shore-Side Electricity (SSE) eller Alternative Marine Power (AMP). I denne utredningen vil vi benytte den norske betegnelsen landstrøm (LS). LS er i Norge relativt ny teknologi i utviklingsfase, mens det andre steder i Europa og verden er kommet hakkert lenger. Reduksjon av hovedsakelig luftforurensning og støy er hovedgrunnen til at landstrøm har blitt vurdert som et alternativ til intern generering på fartøy. LS i seg selv er ikke noe nytt fenomen og har i flere tiår blitt brukt av den amerikanske marinen. Men det er først de siste 20/30 årene at det har blitt overført til den kommersielle sektoren. Sverige var først ut med en lavspent tilkobling i Gøteborg havn i 2000, men først i 2012 ble det vedtatt en offisiell standard for landstrømtilkobling. Standarder vil gjøre det lettere å foreta en investering i den nødvendige infrastrukturen.

Selv om det ble utviklet en standard landstrømtilkobling, er det fortsatt et problem at skip opererer med forskjellig frekvens på elektrisiteten ombord. Hvis skipet, som skal koble seg til landstrøm opererer med et 60 Hz system, vil det være nødvendig med en konvertering av strøm fra 50 til 60 Hz. Dette skjer via en frekvensomformer som er plassert enten ombord i båten eller på land.

Det eksisterer to forskjellige frekvenser i elektrisitetsdistribusjonen, 50 hertz og 60 hertz. I Europa og store deler av verden, er 50 hertz den dominerende standarden, mens 60 hertz benyttes som standard i Nord-Amerika og deler av Sør-Amerika.

Da fartøyene selv genererer egen strøm via generatorer, har det ikke vært nødvendig å tilpasse seg hvilken frekvens som brukes på land. Derfor er det mange fartøy også i Europa som har valgt å ta i bruk 60 Hz da man med 60 Hz kan frakte mer strøm gjennom kabler av samme dimensjon som ved 50 Hz.

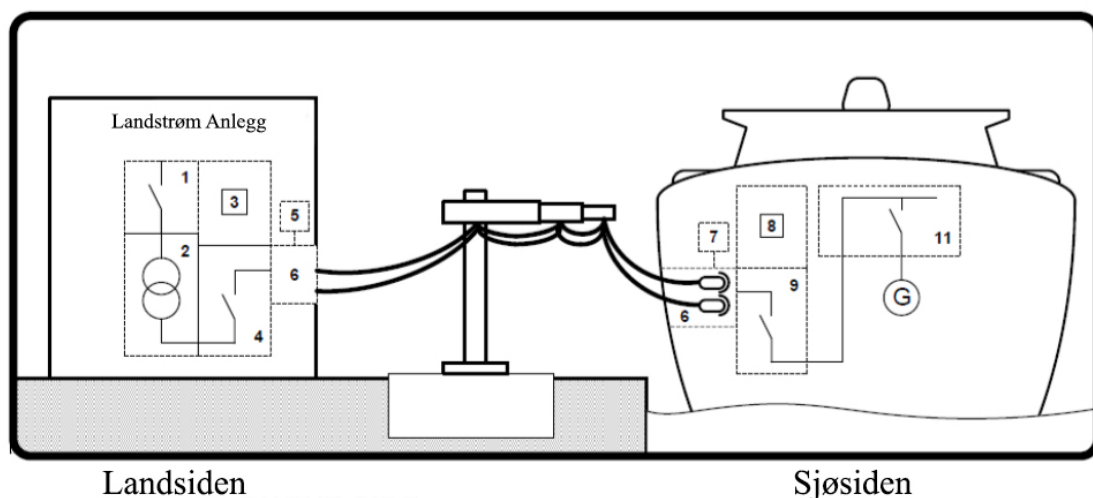
For at et fartøy skal kunne ta imot elektrisitet fra land, vil det være nødvendig at frekvensen ombord er den samme som den som blir levert fra land. Dette kan skje enten ombord eller på land, ved at elektrisiteten omformes via en frekvensomformer.

En undersøkelse av 300 tilfeldige fartøy har vist at i overkant av 50 % benytter seg av 60 Hz, men blant offshorefartøy er andelen lavere (MariTerm AB, 2004). Grunnet denne frekvensforskjellen vil det være fordelaktig for BOH å kunne tilby begge frekvensområdene for å kunne øke den potensielle brukermassen.

#### 2.1.1.1 Landstrømmanlegget

Et landstrøm-system består av tre komponenter:

1. Land-side komponenter
2. Kabelhåndteringssystem
3. Fartøy-side komponenter



Figur 2 Illustrasjon av landstrømmanlegg (Berthet, 2014)



1. På land vil strøm fra det lokale strømmettet levere høyspenning (50 Hz) til den lokale transformatorstasjonen til BKK. Strømmen vil så fraktes videre til selve landstrømanlegget før den transporteres videre til en frekvensomformer, som hvis nødvendig, konverterer strømmen om til 60 Hz om fartøyet skulle ha behov for dette. I anlegget endres strømspenningen til passende strømspenning. Landsiden vil så forsyne fartøyet med elektrisitet via en kabel, slik det illustreres i figuren over.

Den største forskjellen mellom et lavspent og et høyspent-anlegg, er at det er mulig å levere mye mer strøm per tidsenhet og per kabel med et høyspentanlegg. En høyspent-kabel vil kunne levere så mye som 25 ganger mer elektrisitet enn en 400v kabel med samme dimensjon (Rogalska, 2008). Høyspenning er aktuelt for større skip med et stort elektrisitetsbehov, som for eksempel cruiseskip, mens lavspenning er aktuelt for mindre fartøy, slik som fartøy i offshorenæringen.

Ulempen er at samme anlegg ikke kan levere både høyspent og lavspent. Men det er mulig at samme anlegg kan levere både 50 og 60 hertz. Den nødvendige infrastrukturen på landsiden vil stå for den største delen av investeringen. Den største kostnaden er forbundet med omforming av elektrisitet fra det lokale 50 Hz til 60 Hz gjennom en frekvensomformer. Det er ikke alle havner som tilbyr frekvensomforming. Derfor finnes det også løsninger hvor fartøyet selv har en frekvensomformer ombord. Dette vil fordyre utrustningen betraktelig for reder.

2. For å frakte elektrisiteten over fra land til fartøy vil det være nødvendig med en kabel av en dimensjon som er hakket mer uhåndterlig enn en vanlig skjøteledning. Kabelen kommer på rull og består, varierende med effekten på anlegget, av enten én eller flere kabler. Disse kablene fraktes ombord på fartøyet enten ved at kabelhåndteringssystemet har en innebygget kran, eller ved hjelp av en separat kran på kai eller ombord på fartøy.

Kabelhåndteringssystemet kan enten være plassert på havnen og opptre som en del av landstrømtilbudet, eller det kan være ombord på fartøyet. Hvis fartøyet selv stiller med kabel, vil dette naturligvis være en ekstra investeringskostnad for reder. Fordelen med å ha et eget kabelsystem er at det ikke vil være noen risiko for at det ikke finnes ledige kabler.

3. På fartøysiden vil kabelen kobles enten til strømtavlen i skipet eller til en frekvensomformer ombord, dersom det ikke allerede har blitt foretatt en omforming på land. Forbruket internt på fartøyet synkroniseres enten manuelt eller automatisk, og det foregår en glidende overgang fra generatordrift til landstrømdrift. Synkroniseringen gjør at det ikke er

nødvendig å legge ”dødt skip”, som betyr at fartøyet ikke behøver å slå av systemene. Dette er en fordel med tanke på det elektriske utstyret ombord (Jensen, 2015). Når elektrisiteten er synkronisert, vil fartøyet kunne skru av interne generatorer.

#### 2.1.1.2 Standard landstrømanlegg

Man skiller mellom to forskjellige typer landstrøm. Lavspent landstrøm, eller *Low Voltage Shore Connection* (LVSC), og høyspent landstrøm, eller *High Voltage Shore Connection* (HVSC).

- Lavspent er definert som anlegg som leverer strøm opp til 1MV (1000 volt).
- Høyspent er definert som anlegg som leverer strøm med spenning høyere enn 1MV.

Tidligere har det ikke eksistert noen standard for landstrøm, noe som har medført en del usikkerhet i forbindelse med investering.

FNs maritime organisasjon (IMO) innså at dette var et klart hinder for mange investorer, og fremmet derfor et forslag til International Electrotechnical Committee (IEC) om å få etablert en standard i 2006. Først i 2012 kom det endelig en ISO standard på markedet for høyspent landstrøm anlegg, NEK IEC/ISO/IEEE 80005-1 (IMO, 2006).

Standarden tar ikke bare for seg hvilket støpsel som skal brukes, men også hvilke krav som skal stilles til design og installasjon av hele systemet, herunder;

- Landstrøm distribusjonsanlegg
- Kontakter
- Transformatorer
- Frekvensomformere
- Kontroll, overvåking og strømstyringssystemer

(ISO, 2012).

Det skulle ta enda noen år før det kom en standard for lavspent (LVSC), og først i 2014 var IEC/PAS 80005-3 en realitet. Denne standarden gjelder for systemer over 250A med en spenning over 300V. Lavspent leveres normalt sett med 400/440V eller 690V (50 eller 60 Hz) og 250-500A per kabel (ISO, 2015).

Det finnes også en tredje form for lavspent landstrøm som ikke omfattes av standarden. I utredningen omtaler vi denne som "lav-lavspent". Dette er tilkoblinger med 10-250A kabel og spenning 230V eller 400V 50 Hz. Dette er landstrøm for mindre fartøy, slik som små passasjerskip, fritidsbåter og fiskebåter (Husby, 2014).

Lav-lavspent er også en form for landstrøm som de aller fleste større fartøy er utrustet med originalt fra verft. Men denne tilkoblingen er da kun dimensjonert for bruk i opplag til drift av lys, men ikke stor nok til hotelldrift eller systemdrift. Denne formen for lav-lavspent er utenfor vårt fokusområde og vi kommer ikke til å ta for oss dette videre i denne utredningen.

### 2.1.1.3 Effektbehov knyttet til skipstyper

Hvor mye strøm et fartøy har behov for (effekt), er en funksjon av spenning  $V$  og strømstyrke  $A$ : ( $\text{Volt} \times \text{Ampere} = \text{Watt}$ ). Det er mulig å dekke et stort effektbehov ved hjelp av lav spenning (typisk 400 – 440V), men da vil det være behov for en høy strømstyrke. For å oppnå høy strømstyrke med lav spenning vil det være nødvendig med mange kabler, noe som vil ta tid å koble opp og vil bli kostbart. Alternativet er å bruke et anlegg som leverer mer strøm gjennom en kabel ved hjelp av et høyspentsystem (typisk 6000V – 11000V).

Ulike skipstyper vil ha behov for ulik mengde med elektrisitet. Hvor mye elektrisitet et skip vil ha behov for, er korrelert med dens størrelse og bruksområde. For eksempel vil et cruise skip, som skal drive hotell for flere tusen mennesker, ha behov for mer elektrisitet enn et offshorefartøy som skal huse 50 mann. Under er denne behovsforskjellen illustrert som et forenklet eksempel på bakgrunn av beregninger foretatt av IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers (Rambøll, 2012).

Energibehov fra forskjellige skipstyper

	Energibehov (MW)
Cruise Skip	7
Container Skip	0,6 -5
Reefers	3,5
Tankers	0,3-4
Dry Bulk	0,6
Auto Carrier	1,5
Break Bulk	0,6

Tabell 1 - Energibehov

#### *2.1.1.4 Landstrøm som retrofit - investeringer på fartøysiden*

Dersom fartøy ikke allerede er utstyrt med landstrømtilkobling (ISO/PAS 80005-3) fra verftet, vil det være nødvendig med en “retrofit” av det nødvendige utstyret for å gjøre fartøyet kompatibelt med landstrømteknologien. Ikke alle skip er like, og det vil dermed være nødvendig med forskjellige tilpasninger på hvert skip. Dette gjør det vanskelig å sette en entydig pris på hvor mye retrofit av fartøy vil koste.

På generell basis kan man si at en retrofit i det minste må bestå av følgende (Electro Automation Austevoll, 2014):

- Standardisert plugg og tilkoblingsskap på dekk
- Kraftkabler og signalkabler fra tilkoblingspunktet på dekk til hovedtavle
- Betjening og kontrollpanel, montert i hovedtavlen eller i eget kabinett dersom det er et plassproblem.
- Manuell eller automatisk synkroniseringsløsning

De overnevnte faktorene er et minimum og hvor omstendig en slik prosess vil være, vurderes fra fartøy til fartøy. Det vil også være tilfeller hvor prosessen vil bli både svært omfattende og dyr. Blant eldre fartøy hender det ofte at det ikke er tilstrekkelig fysisk plass i nærheten av el-tavlen. Mangelen på plass gjør at en installasjon kan bli en enten umulig eller meget dyr affære. Hvis frekvensomformer eller transformator skal være ombord på fartøyet, vil det i tillegg være behov for enda mer plass.

I samtale med Apply TB fikk vi opplyst at en retrofit-installasjon på et standard offshoreskip av nyere type, vil koste omlag 450 000 NOK for et manuelt last-synkroniserende system. Et system som derimot automatisk synkroniserer strøm fra land med den som genereres ombord og deretter skrur av generatorene når lasten er balansert vil koste omlag 800 000 NOK.

For et eldre skip med trangt tavlerom, hvor det vil være behov for utvidelse og eventuelt flytting av skott vil det påløpe et tillegg på ca. 200 000 NOK.

Hvis installasjon av landstrøm blir gjort på verft som en del av nybyggingsfasen, vil totalprisen halveres (Apply 2015).

Det vil ta om lag en uke å foreta en retrofit på fartøy, og dette kan gjøres, mens fartøyet ligger til hvile i havn. Det vil også være mulig å dele opp monteringsprosessen, slik at det ikke vil gå ut over fartøyets normale drift.

#### *2.1.1.5 Utstysleverandører*

For bare noen år siden var den største barrieren ved landstrøm å få tak i en leverandør av tilstrekkelig store frekvensomformere, mens nå er det flere store og velkjente leverandører som kan levere selv de største frekvensomformere (Zanetti, 2013).

### **ABB**

ABB er en av de største leverandørene både på fartøy og på landsiden. Selskapet er allerede verdens største leverandør av strømtavler til skip, noe som medførte at landstrøm var en naturlig ekspansjon (Papoutsoglou, 2012). ABB ansees som en pioner innenfor landstrøm, da de i 2000 var leverandøren av verdens første høyspentanlegg i Gøteborg. ABB var også hovedleverandør av alt elektrisk når Color Line bygget sin landstrømtilkobling i Oslo.

### **SIEMENS**

Siemens er en gigant innen levering av elektriske systemer. Siemens sin versjon av landstrøm går under navnet SIHARBOR. Dette er et modulært system som også inneholder frekvensomformer, disse går under navnet SIEMENS SIPLINK. Siemens tilbyr i tillegg til selve systemet, support til planlegging og implementering (Siemens, 2015)

### **Wärtsilä SAM Electronics**

Wärtsilä SAM Electronics har siden 2004 utviklet et modulært høyspentsystem ved navn SAMCon. Dette er en 40 fot containerløsning som inneholder alt som er nødvendig for å koble et fartøy på landstrøm, eller for å kunne tilby landstrøm. Den kan altså enten plasseres ombord på et fartøy eller på landsiden. SAM Electronics har blant annet levert sine løsninger til Port of Los Angeles.

### **Schneider Electric**

Det franske selskapet Schneider Electric var en av fire selskaper som deltok i anbudskonkurransen om landstrømløsningen til Bergen havn. Schneider Electric tilbyr en «alt i ett løsning» som de har valgt å kalle Shorebox. Denne løsningen inneholder

frekvensomformer, transformator og diverse kontroll- og automatiseringssystemer som registrerer bruksdata i real-time. Selskapet tilbyr også landstrømstilpasninger på fartøy.

### **Cavotec**

En gammel travet innenfor maritim ingeniørvirksomhet er Cavotec, som har vært involvert i flere landstrømprosjekter. Cavotec leverte blant annet sin høyspentløsning til Ystad Havn i Sverige i 2012. Selskapets kabelløsning har utviklet seg til å bli bransjestandarden, noe som medfører at Cavotec er involvert i de fleste landstrømprosjekter.

### **Mindre aktører**

Landstrøm er egentlig ikke et komplekst system og det har blitt utviklet en standard som man skal følge (8005-1/3). Dette har medført at det er flere mindre leverandører som nå er på banen og ønsker å tilby landstrømtilkobling. For eksempel var de norske bedriftene Caverion og Apply TB også med i anbudskonkurransen om Bergen Havn.

#### **2.1.2 EUs krav til landstrømretredning**

I 2006 var det foreslått fra EU at alle medlemsland, inkludert EØS, skulle utrede muligheten for landstrøm i havn. Det skulle spesielt utredes for havner hvor luftkvaliteten overskrider grenseverdier for luftkvalitet, og som ligger tett opptil boligstrøk (The Commission Of The European Communities, 2006). Videre ble det foreslått at medlemsstatene bør tilby økonomiske insentiver til fartøy som velger å benytte seg av landstrøm.

I 2007 ble det besluttet å fjerne den skattemessige ulempen tilknyttet landstrøm, med tanke på at den var grunnlag for elavgift. Dette ble gjort i et forsøk på å gjøre landstrøm til et mer fristende alternativ, samt for og skattemessig/avgiftsmessig likestille elektrisitet og marint drivstoff som ikke er avgiftspliktig. Dette ble innført i Norge i 2015.

I 2014 ble forslaget utvidet og alle havner innen det transeuropeiske transportnettverket er nå pliktig å tilby landstrøm innen 2025, med mindre det ikke er noen etterspørsel eller at kostnadene ikke står i stil til de miljømessige fordelene.<sup>1</sup> Dette viser tydelig hvilken kurs EU-kommisjonen ønsker å sette for framtiden. Dette underbygges også ved at det innen 2050 skal være en 60 % reduksjon i drivhusgassutslipp i forhold til 1990 tall (The European Parliament and the council of the European Union, 2014).

---

<sup>1</sup> Det transeuropeiske transportnettverket inkluderer for øyeblikket ikke Bergen.

### 2.1.3 Utslipp, helse og miljø

Skip som ligger til havn genererer forurensning, noe som er et problem i bynære havner da det bidrar til dårlig luftkvalitet. I tillegg til dårlig luftkvalitet, er det også støy forbundet med motorisert drift av fartøy i havn, noe som fører til støyforurensning for de som bor i umiddelbar nærhet. Ved kailigge brukes interne generatorer for å produsere elektrisitet til hoteldrift for mannskapet ombord. Disse generatorene slipper ut karbonmonoksid (CO), karbondioksid (CO<sub>2</sub>), hydrokarboner (HC), volatile organiske stoffer, svoveldioksid (SO<sub>2</sub>) og nitrogen dioksid (NO<sub>x</sub>).

#### 2.1.3.1 Nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>)

NO<sub>x</sub> er en samlebetegnelse for nitrogenoksid (NO) og nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>). NO<sub>x</sub> forekommer som et resultat av oksidering av molekylært nitrogen i forbrenningskammeret og er en av de mer skadelige luftforurensningskomponentene. Nitrogendioksid er svært helseskadelig og danner ozon i atmosfæren, og er dermed med på å forsterke drivhuseffekten. NO oksiderer raskt til NO<sub>2</sub> når det kommer opp i atmosfæren (Store Norske Leksikon, 2015). NO<sub>x</sub> er også vannløselig, slik at det vaskes ut ved regn og forsuret grunnen. NO<sub>x</sub> er involvert i en serie fotokjemiske reaksjoner, som fører til økt ozon i troposfæren, som i sin tur påvirker menneskeheten og klimaet. Det finnes heldigvis teknologiske løsninger som kan hjelpe til med å redusere utslippene av NO<sub>x</sub>. Det er bevist flere negative helseeffekter ved langtidseksposering for resultatet av forbrenningsmotorer. Høy konsentrasjon av dieselpartikler (svevestøv) og nitrogendioksider kan ifølge WHO få alvorlige konsekvenser for lunger, hjerte og karsystem. Dette kan føre til en tidlig død (WHO, 2005). Det er også bevist at barn som utsettes for store mengder svevestøv har økt sannsynlighet for å utvikle sykdommer senere i livet (EEA, 2014).

#### 2.1.3.2 Svovel (SO<sub>x</sub>)

Svovelutslipp skyldes oksidering av svovelinnholdet i drivstoff. Denne kan reduseres, men kostnaden for produksjon vil da øke. En reduksjon i svovelinnhold fra 0,2 % til 0,1 % fører til en økning i pris på mellom 10 % og 20 %. Norge inngår i ECA, noe som medfører at maksimalt innhold av svovel i drivstoff ikke kan overstige 0,1 % (Palmer, 2015). En ulempe med lavt svovelinnhold i drivstoff er at det har en dårligere smøringseffekt og kan derfor føre til økt slitasje på drivstoffpumper og injektorer. En skadeeffekt ved svovelutslipp er at det binder seg til vannmolekyl i luften og danner H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – svovelsyre. Dette faller så ned i form av sur nedbør (Fiadomor, 2009).

#### 2.1.3.3 Karbon dioksid ( $CO_2$ ) og vanndamp

$CO_2$  og vanndamp slippes ut i alle forbrenningsprosesser hvor det forekommer fullstendig eller nesten fullstendig forbrenning av fuel som inneholder hydrokarboner. Den eneste måten å redusere  $CO_2$ -utslipp er enten ved å forbrenne mindre fuel, eller å øke termodynamisk totalvirkningsgrad.  $CO_2$  er ikke giftig i seg selv og er det samme som vi mennesker slipper ut når vi puster. Men store mengder utslipp er forbundet med global oppvarming (Fiadomor, 2009).

#### 2.1.3.4 Karbonmonoksid (CO)

CO er på folkemunne kjent som kullos og er et resultat av en ufullstendig forbrenning av organisk materiale. I dieselmotorer er mengden CO avhengig av luft/drivstoff-ratio i forbrenningskammeret. Dieselmotorer har høy luft/drivstoff-ratio, og derfor er det lavt utslipp av CO. I lukkede rom er CO meget giftig, og kan føre til kullosforgiftning. CO binder seg til hemoglobinet i blodet og erstatter oksygen, noe som fører til kvelning. Som utslippsgass i det fri utgjør den ingen trussel for mennesker (Fiadomor, 2009).

#### 2.1.3.5 Hydrokarboner (HC)

Utslipp av hydrokarboner kommer i form av drivstoff og oljerester, som et resultat av ufullstendig forbrenning av drivstoff. Dette skjer fordi det ikke er høy nok temperatur i forbrenningskammeret og skjer enten fordi det ikke er et optimalt forhold mellom luft og drivstoff, eller fordi det er noe feil med fuelinjeksjonssystemet. Direkte helseskadelige effekter er ikke godt dokumentert, da hydrokarboner er en meget sammensatt struktur (Palmer, 2015). Hydrokarboner er kjent for å kunne ha en negativ effekt på miljø, gjennom fotokjemiske reaksjoner som påvirker ozonlaget. (Fiadomor, 2009).

#### 2.1.3.6 Partikkelutslipp

Sammensetningen av røyk og dieselpartikler er vanskelig å definere, da det ofte er varierende. Det er ingen sammenheng mellom fargen på røyken og mengden dieselpartikler (Fiadomor, 2009). Røyk og partikkelutslipp fra dieselmotorer kan komme fra blant annet delvis brente oljerester, askerester, sulfater og vann. Den mest effektive måten å redusere mengden røyk og dieselpartikler på, er å bruke renere former for drivstoff (destillater), som dog er dyrere. Det er også mulig med ytterligere reduksjon av partikler ved å sørge for en optimal forbrenning ved riktig blandingsforhold mellom luft og brennstoff. Det finnes også visse teknologiske løsninger, som syklonseparatorer og elektrostatiske utfellingsapparater som også kan benyttes for å redusere partikler.



## 2.1.4 Situasjonsrapport - Bergen

Bergen og Omland Havnevesen (BOH) er en interkommunal bedrift bestående av Askøy, Austrheim, Bergen, Fedje, Fjell, Lindås, Meland, Os, Radøy, Sund og Øygarden (BOH, 2015a). I 2009-utgaven av strategiplanen til BOH frem mot 2024, kommer det frem at ”Bergen kommune har som uttalt mål om å bli Europas beste miljøhavn” (BOH, 2009).

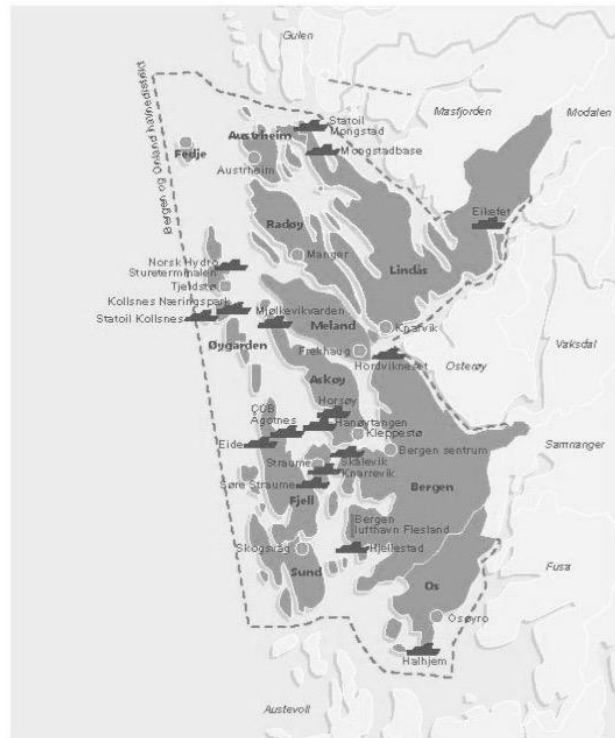
Av nasjonal transportplan 2010 – 2019 kommer det videre frem at BOH også er forpliktet til å bidra til en reduksjon av klimagassutslipp slik som NOx og CO2 ekvivalenter. BOHs mål er beskrevet som følger:

”BOH har som mål å bidra til at transportsektoren reduserer klimagassutslippene med 2,5 – 4,0 millioner tonn CO2-ekvivalenter i forhold til forventet utslipp i 2020”.

Utslippene i Bergen har blitt lavere de siste årene, men utslippene overstiger fortsatt tidvis de fastsatte grenseverdiene (Miljødirektoratet, 2015). Dette er utfordrende da dårlig luftkvalitet, som tidligere nevnt, kan føre til økt risiko for helseskader.

### 2.1.4.1 Anløp

Bergen og Omland Havnevesen består av 11 medlemskommuner, men vi tar i denne utredningen kun for oss Bergen. Innenfor BOHs ansvarsområde er det flere kaiområder, i denne utredningen begrenser vi oss til å se på de kaiene som kan klassifiseres som



Figur 3- kart over BOH (Tangerås, 2014)



Figur 4- Kart over Bergen Havn (Tangerås, 2014)

tilhørende Bergen sentrum, som markert på kartet i Figur 3.

Bergen Havn fungerer som et knutepunkt for transport tilknyttet olje og offshorenæringen, men er også en populær destinasjon for turister som kommer enten med hurtigruten eller cruiseskip i turistsesongen. Som illustrert av bildet over, er det kort avstand mellom kai og bebyggelse. Dette gjør at fartøyenes generatordrift tidvis fører til klager fra naboer.

Luftforurensning fra skip i havn utgjør en stor andel av Bergens samlede luftutslipp. Spesielt med tanke på NO<sub>x</sub>-utslipp. Vi vil videre ta for oss utslippene fra offshorefartøy som står for om lag en tredjedel av de totale utslippene i Bergen Havn (Clean North Sea Shipping, 2014).

#### 2.1.4.2 Nåværende forretningsmodell

Vi tar i denne utredningen for oss mulighetene for at denne bransjen kan ta i bruk LS ved anløp til Bergen og vi vil se på dette fra både Bergen Havn og rederienes bedriftsøkonomiske ståsted. Den nåværende forretningsmodellen inneholder mange komponenter. Dette kommer av at det foretas en avveining mellom kraftproduksjon ved bruk av generator og kraftlevering fra land gjennom er landstrømanlegg. Tradisjonell generatordrift og landstrøm har ulike forutsetninger for kraftproduksjon og vi vil foreta en vurdering av det BOH anser som de viktigste kostnadsdriverne og vurdere disse opp mot rederienes kostnadsdriverne.

#### 2.1.4.3 Anlegget levert til Bergen Havn

I Bergen finner vi Norges første lavspent landstrømanlegg til offshorefartøy. Anlegget befinner seg innerst på Skoltekaien, og tar form som en liten containerbrakke og en kabeltrommel.

Denne utbyggingen hadde et budsjett på 7,5 millioner og ble finansiert som et spleiselag mellom havnevesenet, Bergen kommune, Hordaland fylkeskommune og Enova.

Anlegget i Bergen var et resultat av en anbudskonkurranse, hvor Schneider Electric, ABB, Caverion og Apply TB var aktuelle leverandører. Schneider Electric fikk anbudet og kunne tilby sin



Figur 5- Plassering av landstrlmanlegg

landstrømløsning ”Shorebox 1000KVA”, som inkluderer en frekvensomformer<sup>2</sup> og en kabeltrommeløsning<sup>3</sup>.

Trommelen har to kabler og vil kunne levere enten i 400v eller 660v i 50 eller 60 Hz. Ifølge BOH vil dette gi anlegget en maksimal konstant leveringskapasitet på 433 kW, gitt at fartøy kobler seg til med begge kabler. Det vil teoretisk sett være mulig å utvide anlegget med en tredje kabel, noe som gjør at maksimal kapasiteten økes.

Landstrømtilbud Bergen Havn

Spenning	kVa	Ant. Kabler	Strøm pr kabel	Strøm (total)	kW
440V	250kVA	1	328A	328A	144
440V	500kVA	2	328A	656A	288
690V	390kVA	1	328A	328A	226
690V	750kVA	2	314A	628A	433

Tabell 2- Lanstrømtilbud Bergen Havn

Før anlegget kan tas i bruk ønsker BOH en verifikasjon på at anlegget på fartøy oppfyller ISO kravene og at mannskapet som skal håndtere anlegget har tilstrekkelig med opplæring.

Det er per desember 2015 bare ett skip som benytter anlegget sporadisk, men i følge BOH vil dette antallet økes til tre skip i 2016.

### 2.1.5 Situasjonsrapport Norge

Bergen Havn er ikke bare den første havnen i Norge som tilbyr landstrøm til offshoreskip i henhold til den nye standarden, men også den første havnen i verden. Da Bergen ikke er den eneste havnen i Norge med stor andel av offshoreskip som anløper havnen, har også Kristiansund, Oslo, Flora, Sandnessjøen, Stavanger, Karmsund og Hammerfest vurdert mulighetene for å tilby landstrøm, men det er så langt kun Bergen Havn som har gjennomført utbyggingen. På Vestlandet har havnene signert en intensjonsavtale for å sikre en mest mulig lik felles teknisk løsning, slik at det skal være mulig å koble seg til ved alle havnene (aPoint, 2014).

Den 10. desember 2015 signerte i tillegg norske NorSea Group en kontrakt med Siemens for å se på mulighetene for å etablere landstrømtilkoblinger ved seks av sine offshorebaser i Norge (NorSeaGroup, 2015). Selskapet satser på at beslutningen rundt endelig utrulling av anlegget vil bli tatt våren 2016, noe som gjør at anlegget kan stå klart høsten 2017 (Sysla, 2015).

<sup>2</sup> 2 x Galaxy 7000 GFC 500kVA

<sup>3</sup> Cavotec 300.4 R4 DM1023-80GP K4480/4/FC/R

Landstrøm til skip finnes andre steder i Europa og i resten av verden. Ved utgangen av 2010 var det flere enn 20 havner som kunne tilby landstrøm og over 100 skip som hadde det installert ombord. I både Oslo og Kristiansand ligger allerede Color Line sine ferger på landstrøm. Det er også foreslått og utredet muligheter for at Hurtigruten skal kunne ligge på landstrøm i havn (Opdal & Steen, 2012).

## 2.2 Transitional Management

I følge Kemp og Rotmans (2004) er *Transition Management Theory* et teoretisk rammeverk som brukes for å styre endringsprosesser mot en bærekraftig utvikling. Rammeverket tar hensyn til flere aktører og koordineringsproblemene som kommer som følge av større strukturelle endringer.

I Nederland har myndighetene aktivt gått inn for å følge *transition management* ved statlige utviklingsprogrammer (Loorbach & Rotmans, 2006). Som følge av dette, har Storbritannia nå gått inn for å utforske de samme teoriene og metodene ved gjennomføring av utviklingsprogrammer relatert til bærekraftig teknologi.

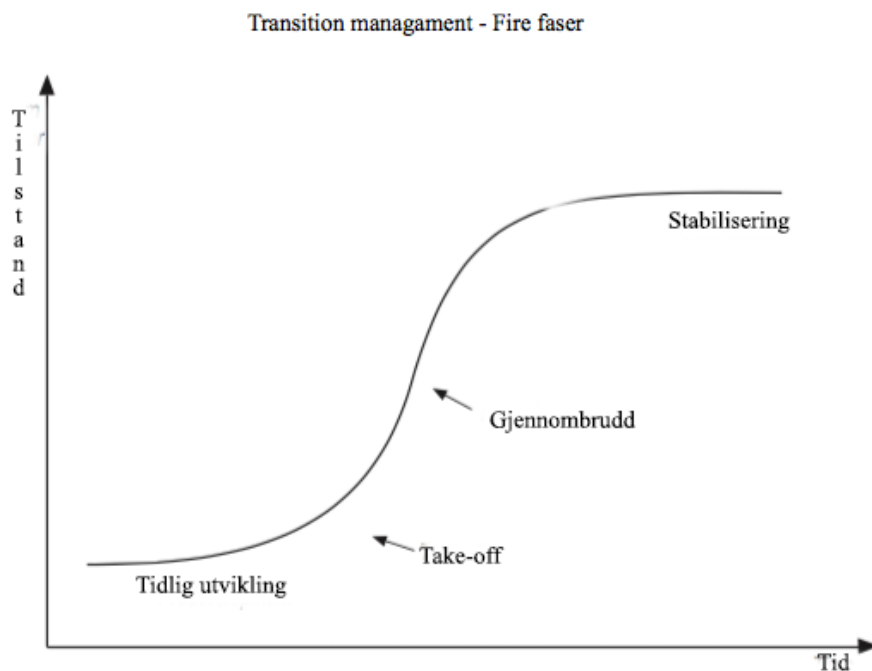
En *transition* kan beskrives som en gradvis og selvforsterkende endringsprosess hvor samfunnsstrukturen er i endring. Dette kan være et resultat av endringer i underliggende arenaer som for eksempel teknologi, økonomi, institusjoner, kultur, religion, hvor endringshastigheten i stor grad påvirkes gjennom politiske beslutninger.

Hovedantakelsen i *Transition Management Theory* er at samfunnsstrukturen befinner seg i lengre perioder med strukturell stabilitet og optimalisering, med påfølgende kortere perioder hvor det foregår strukturelle endringer. I endringsprosessen forandres strukturen, for eksempel i form av endring av teknologier, reguleringer, markeder, institusjoner, og nye strukturer kommer frem.

Ifølge Rotmans, Kemp, og van Asselt (2001) vil det være mulig å skille mellom de fire følgende fasene i endringsprosessen:

1. **Tidlig utviklingsfase**, hvor nåværende tilstand ikke utgjør en synlig endring.
2. **Take off**, hvor endringsprosessen er i ferd med å utvikle seg på grunn av mindre skift i omgivelsene.

3. **Gjennombruddfasen**, hvor det forekommer tydelige strukturelle endringer gjennom en akkumulasjon av mindre endringer i de underliggende fasene som gir synlig utslag. I gjennombrudds fasen vil det forekomme en multiplikatoreffekt på grunn av kollektiv erfaringsutveksling og kollektiv læring. Dette fører til økt veksthastighet.
4. **Stabiliseringsfasen** innebærer at veksten flater ut og en ny likevekt etableres.



Figur 6- Transition management - Fire faser

Ifølge teorien er det fire aktiviteter det offentlige kan foreta seg for å få påvirke den strukturelle endringen: Strategiske, taktiske, operasjonelle og refleksive aktiviteter (Loorbach D. , 2002).

### 2.2.1 Strategiske

Strategiske aktiviteter innebærer prosesser som arbeider med å forme framtiden gjennom langsiktige mål, miljø, kulturendring normer og verdier. Disse aktivitetene trekker ofte til seg mye oppmerksomhet i pre-utviklingsfasen og take off fasen.

### 2.2.2 Taktiske

Taktiske aktiviteter innebærer samfunnsmessige styringsaktiviteter, både fra statlig og privat sektor. Dette inkluderer altså lover, regler, reguleringer, men også institusjoner, organisasjoner og nettverk.

### 2.2.3 Operasjonelle

Operasjonelle aktiviteter har som regel en kort tidshorisont og innebærer som oftest prosjekter, programmer eller innovasjon.

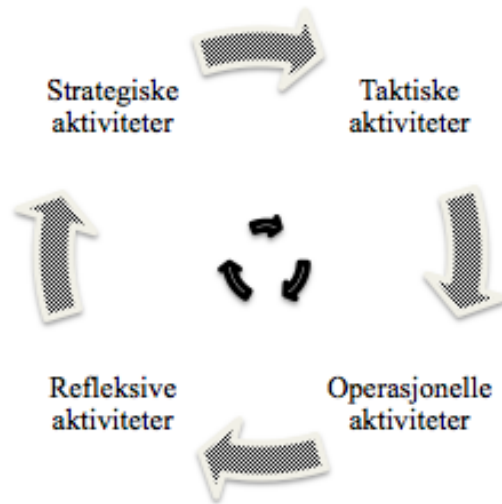
### 2.2.4 Refleksive

Refleksive aktiviteter kan relateres til vurdering og evaluering av pågående aktiviteter og endringer (Loorbach D., 2010).

*Transition Management Theory* kan sees på som en syklisk prosessmodell som gir et godt bilde av implementeringsprosessen som helhet (Loorbach D., 2007). Den sykliske modellen visualiserer de nødvendige aktivitetene og presenterer mulige logiske sammenkoblinger. Rammeverket sier ikke noe om hvilken rekkefølge aktivitetene burde gjøres i, ei heller hvor mange “runder” det vil ta før *transition* er oppnådd. Modellen tar utgangspunkt i de overnevnte aktivitetene det offentlige kan foreta seg for å få igjennom strukturelle endringer og identifiserer fire steg som må gjennomføres for å komme nærmere målet:

1. Strukturer problemet og utarbeid en langsiktig bærekraftig framtidvisjon (strategiske aktiviteter).
2. Utpek forbilder, utvikle agenda og handlingsplan for endringsprosessen (taktiske aktiviteter).
3. Utarbeid og utfør eksperimenter. Mobiliser nettverk av støttespillere med samme visjon (operasjonelle aktiviteter).
4. Overvåk, evaluer og ta lærdom fra eksperimenter utført. Utfør nødvendige tilpasninger i visjonen, handlingsplanen eller agenda (refleksive aktiviteter).
5. Start på nytt.

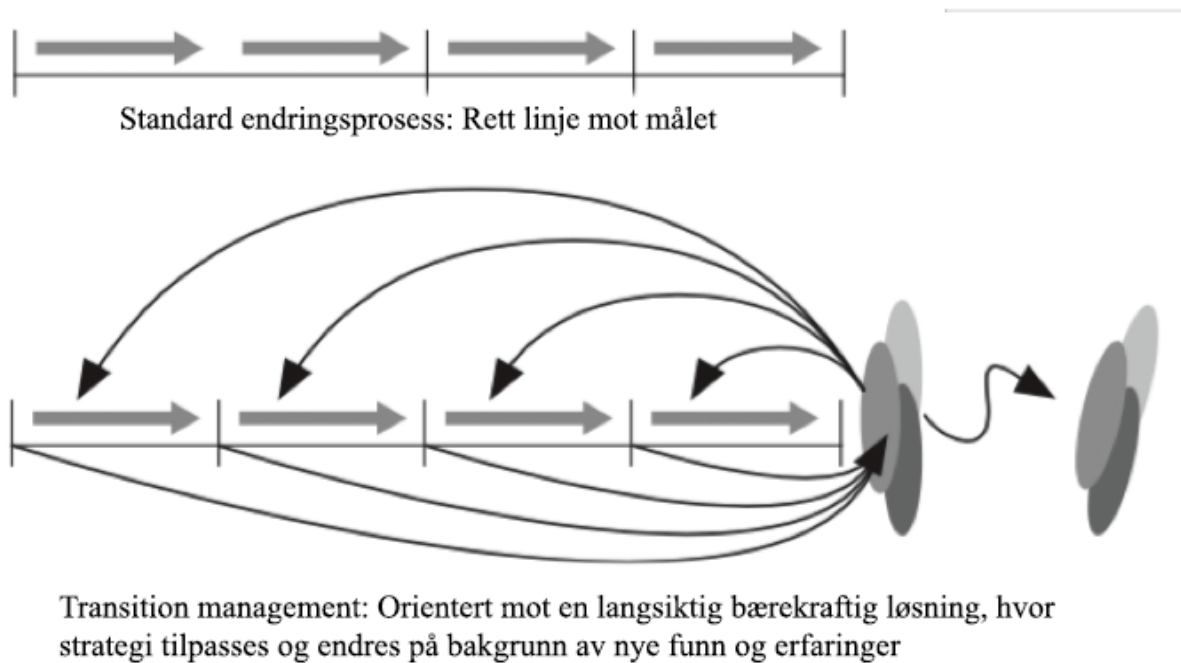
### Transition Management Cycle - Syklisk prosessmodell



Figur 7 - Syklisk prosessmodell

Noe av det som skiller *transition management*-teoriens langsiktige strukturelle endringer fra kortsiktige endringsprosjekter, er at man går tilbake og tar lærdom fra hva man har gjort tidligere, for å kunne forbedre og komme fram til et optimalt langsiktig mål (Loorbach D., 2007).

### Standard endringsprosess vs. Transition management



Figur 8 – Endringsprosessen

## 2.3 Beslutningsteori

En beslutning er en respons på en situasjon med flere alternativ. Rasjonelle beslutningsprosesser foretas gjennom vurderingen av usikkerhet knyttet til forventet utfall og de positive eller negative konsekvensene som er betinget av utfallet (Hastie & Dawes, 2010). Teorien er et redskap for å fatte en beslutning. Den legger til rette for at beslutningstaker kan analysere en kompleks situasjon med mange alternativ og forskjellige konsekvenser som følge av disse. Den kan også identifisere veien videre gjennom å peke på de foretrukne preferansene til beslutningstaker. Preferansene kan bestå av rent bedriftsøkonomiske hensyn som krav til lønnsomhet og risiko, men kan også bygge på verdier, samfunnsnytt og miljøhensyn. Vektleggingen av disse varierer fra aktør til aktør, også innenfor samme system.

### 2.3.1 Investeringsbeslutningen

Investeringer i energitiltak ombord et fartøy eller på land er å regne for irreversible da det ikke vil være mulig å gjenopprette kapitalen som er blitt benyttet. Tanken bak en investering er at denne vil låse midler til et prosjekt som i fremtiden vil generere en positiv kontantstrøm. Kontantstrømmen består av inntekter satt opp mot utgifter i periode  $t$ . Netto nåverdi av den framtidige kontantstrømmen bør derfor overgå den initiale investeringens nåverdi på et angitt tidspunkt i fremtiden. Da fremtidig kontantstrøm er usikker kreves det fra investorens side en risikopremie, her angitt ved renten  $r$  (Narbel, Lien, & Hansen, 2014, p. 29).

### 2.3.2 Netto nåverdi

Netto nåverdi (NNV) er her gitt ved den initiale investeringen  $I$  satt opp mot den framtidige kontantstrømmen  $K_t$  som er diskontert med rente  $r$  over investeringens tidshorisont  $t$ .

$$V_{NNV} = -I + \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+r)^t}$$

*Formel 1 - Netto nåverdi*

I NNV beregning er det essensielt å ta en grundig vurdering av variablene som legger grunnlaget for kontantstrømmen. Dette kan potensielt endre hvordan investeringen blir vurdert.



### **2.3.3 Sensitivitetsanalyse**

Målet med en slik analyse er å øke beslutningstakers forståelse av et problem, gjennom å vise effekten av forskjellige variabler. En slik analyse bryter ned situasjonen til å se på endringen av en enkelt variabel (Pannel, 2014).

### **2.3.4 Tidligere studier av landstrøm i Bergen Havn.**

Det er gjennomført flere studier knyttet til landstrøm ved havneanløp. Clean North Sea Shipping-prosjektet har foretatt en omfattende studie for å kartlegge utslippene i nordsjøområdet. Prosjektet er en del av «The North Sea Commission Strategy og ble ferdigstilt i 2014. En del av dette var å se på anløpsstatistikk, drivstofforbruk og utslipp i havn. Vi vil benytte oss av datagrunnlaget fra CNSS for å danne oss et bilde av potensielle bedriftsøkonomisk lønnsomme scenarier med kraft fra landstrøm (Clean North Sea Shipping, 2014).

## 3 Forskningsdesign og metode

Dette kapittelet redegjør for valg av forskningsdesign og metode i den empiriske delen av denne utredningen. Hva vi ønsker å forske på er førende for valg av design, og utviklingen av landstrøm i Bergen havn vil legge føringer for vår case. Vi vil innledningsvis presentere og utdype vårt valg av forskningsdesign og metode. Deretter vil vi redegjøre for hvordan vi innhenter og bearbeider informasjon. Avslutningsvis tar vi for oss styrker, svakheter og etiske utfordringer ved utredningens valgte metode.

### 3.1 Valg av forskningsdesign

Forskningsdesignet er en overordnet plan for hvordan en vil gå frem for å besvare forskningsspørsmålet. Designet inneholder en oversikt over målene en har og metodene en vil benytte for å innhente, tolke og analysere data (Grønhaug & Ghauri, 2010, p. 54). Denne utredningens forskningsspørsmål er klart definert som følger: «*Bør landstrømforsyning fase ut tradisjonell generator drift ved havneanløp?*». Det er ikke mulig å angi en konkret hypotese som helhetlig dekker utredningens fokus, da slik teknologiutvikling er avhengig av svært mange variabler. På bakgrunn av dette har vi benyttet et utforskende design i denne utredningen, for å danne en oversikt over den aktuelle situasjonen. Et slikt design er fordelaktig for vår studie, da det gjør oss i stand til å betrakte det valgte caset fra både brukssiden og finansieringssiden, så vel som miljøsidene (Grønhaug & Ghauri, 2010, p. 56).

### 3.2 Tilnærming

Vi ønsker å belyse utfordringene knyttet til utviklingen av landstrøm i Bergen Havn og således skape en forståelse for ”høna eller egget – problematikken” som er beskrivende for utviklingen av landstrøm i Bergen. Utredningens data er innhentet fra forskjellige aktører i næringslivet tilknyttet Bergen Havn, noe som peker i retning av induktive studier. Induktiv tilnærming innebærer at man fremstiller ny teori basert på observerte fakta (Grønhaug & Ghauri, 2010, pp. 15-16). Vi benytter oss også av en investeringsanalyse i utredningens drøftelseskapittel, da vi ønsker å oppnå en objektiv vurdering av innsamlede data ved hjelp av konkrete observerbare data. Ettersom dette er et kompleks problem anser vi det som nyttig å ta utgangspunkt i et systemperspektiv der vi vurderer aktørene samlet og interaksjonen dem imellom (Morgan & Smircich, 1980).

### **3.3 Valg av metode**

Forskningsmetode refererer til systematisk, fokusert og velordnet innsamling av data med formål om å innhente informasjon for å besvare et bestemt forskningsspørsmål (Grønhaug & Ghauri, 2010, p.104). Forskningsmetoden angir dermed hvordan innsamling av data vil foregå. Hvilken metode som er best egnet er avhengig av hva vi ønsker å studere. Det finnes to ulike metoder; kvalitativ og kvantitativ metode. Kvantitativ datainnsamling genererer målbare tall og foretar gjerne en lang rekke av observasjoner, mens kvalitativ datainnsamling genererer informasjon som ikke lar seg måle i tall, for eksempel gjennom økt forståelse av et problem (Grønhaug & Ghauri, 2010, p. 104). Kvalitativ metode kan gi dypere forståelse av et problem gjennom detaljerte beskrivelser. Vi ser det som hensiktsmessig å benytte en kvalitativ datainnsamlingsmetode for å generere dypere innsikt om landstrøm i Bergen. Vi har benyttet et casestudium hvor vi innhenter kvalitative data om hvordan havnevesenet og offshorerederiene forholder seg til teknologien. Disse kvalitative dataene innhentes ved bruk av personintervju, telefonintervju, gruppesamtaler og observasjoner fra næringslivskonferanser. Da målet med utredningen er å danne et helhetlig bilde av vårt valgte case, har vi også benyttet kvantitative sekundærdata for å vurdere selve investeringsbeslutningen.

For å sikre at våre data er mest mulig objektive, har vi forhørt oss med et variert utvalg av aktører, som har gitt oss gode argumenter for og imot løsningen. Vi har innhentet data fra havneutviklere, rederier, installatører og statlig virkemiddelapparat. Vi mener at disse gir et godt grunnlag for beskrivelse av situasjonen da aktørene belyser saken fra sitt ståsted.

#### **3.3.1 Casestudium**

Et casestudium foretar en observasjon og analyse av et enkelt case eller situasjon. Hensikten med et casestudium er å fange kompleksiteten ved objektet i fokus. Vi har benyttet et singelt casestudium, da vi i denne utredningen har valgt å ta for oss Bergen Havn. Casestudier gjør det mulig å kombinere flere former for data og datainnsamlingsteknikker, noe som styrker utredningens validitet. Dette kalles triangulering (Grønhaug & Ghauri, 2010, p. 212) og legger ifølge Stake (1995) til rette for vurdering av interaksjonen mellom aktuelle aktører tilknyttet caset. Interaksjonen underbygger bruken av systemperspektivet som beskrevet av Morgan & Smircich (1980).

Vi har valgt å studere caset fra både tilbyder, representert ved Bergen og Omland Havnevesen, og en spesifikk kundegruppe, representert ved offshorerederiene, sitt perspektiv. For å innhente førstehåndskunnskap om landstrømteknologien har vi også kontaktet installatøren av pilotprosjektet i Bergen Havn, Apply TB. Vi anser disse aktørene som viktige for investeringsbeslutningen knyttet til landstrømteknologien. Da dette er en studie av en konkret situasjon er ikke målet å kunne generalisere på bakgrunn av eventuelle funn, men at disse skal kunne benyttes som indikasjon ved liknende problemstillinger langs norskekysten.

### **3.4 Datainnsamling**

Utredningens primærdata er innhentet gjennom kvalitative intervjuer av aktuelle aktører. I tillegg har vi samlet relevant sekundærdata ved gjennomgang av fagrapporter, næringslivskonferanser, presentasjoner og nyhetsartikler. Vi har gjennomført semistrukturerte intervjuer, da vi anser denne intervjuformen som hensiktsmessig når vi ønsker å samle intervjuobjektens egne beskrivelser om temaet. Semistrukturerte intervjuer tar utgangspunkt i utvalgte tema og nøkkelspørsmål, men gir rom for at forsker kan følge opp interessante og relevante utsagn med utdypende eller oppklarende spørsmål (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2012).

#### **3.4.1 Forarbeid**

For å gjøre en helhetlig vurdering av Bergen Havn som case, har vi gjennomgått offentlige og private rapporter for å danne en oversikt over involverte aktører. Dette har generert informasjon som har blitt benyttet som sammenlikningsgrunnlag for mulige funn. Videre kontaktet vi Bergen Næringsråd, næringslivets fellesorganisasjon i Bergen, som anbefalte mulige kontaktpersoner. Dette dannet grunnlaget for vårt valg av intervjuobjekter. Vi har videre deltatt på tre konferanser med fokus på status og videreutvikling av den maritime bransjen. Under konferansen «Incentiver for grønnere skip i havn», arrangert av Norsk Havneforening 15. oktober 2015, fikk vi kontakt med tre offshorerederier, dette har dannet grunnlaget for telefonintervjuene. Vi har også deltatt på konferansen "Maritimen", arrangert av Offshore Media Group 13. oktober 2015 og "Verftskonferansen 2015", som ble arrangert i Ålesund av Norsk Industri 3.-4. november.

#### **3.4.2 Dybdeintervjuer og personlig kommunikasjon**

Vi har prioritert å innhente oppdatert og relevant informasjon om landstrøm og vi har derfor benyttet informasjon hentet fra dybdeintervju og konferanser som primærdata. For å få et godt bilde av situasjonen i Bergen Havn har vi foretatt tre personintervjuer med aktører som er

direkte knyttet til pilotanlegget i Bergen. For å skaffe god innsikt om situasjonen i Bergen Havn, gjorde vi innledningsvis tre personintervjuer med henholdsvis Bergen og Omland Havnevesen, Apply TB og DOF Management. Under disse intervjuene benyttet vi en ustrukturert intervjuteknikk, som er fordelaktig for å gi respondenten full frihet til å diskutere reaksjoner og meninger og reflektere rundt temaet i fokus (Grønhaug & Ghauri, 2010, p. 126).

I tillegg har vi foretatt tre telefonintervjuer med rederier som har uttrykt interesse for teknologien. Vi har her benyttet en uformell intervjuteknikk med et semistrukturert format (Yin, 2009). Dette formatet er hensiktsmessig for å unngå å legge føringer på intervjuobjektene. Formatet åpnet for bred diskusjon rundt temaet og vi har dermed oppnådd en dypere forståelse rundt landstrømsdebatten og avdekket nye sider ved emnet som ikke tidligere var angitt i litteraturen.

Gjennom de tre konferansene vi har deltatt på, har vi fått direkte innsyn i hvordan aktørene deler erfaringer og samarbeider om de felles utfordringene de står overfor. Silverman (2001, s. 53) angir at observasjon er viktig for å kunne forstå den underliggende kulturen i miljøet som står i fokus. Vi påtok oss derfor rollen som observatører, da dette var arenaer for erfaringsdeling mellom partene i den maritime bransjen.

Hovedfordelen med å innhente slik primærdata er at det er samlet inn med tanke på det spesifikke caset (Grønhaug & Ghauri, 2010, p. 99). Vi samler dermed oppdatert informasjon som ikke enda er å finne i litteraturen og det bidrar til å styrke eventuelle funn og deres aktualitet. Da temaet er sterkt knyttet til aktørenes velvilje for teknologien, avdekker også dataene meninger og intensjoner som ellers ikke er observerbare gjennom vår sekundærdata.

### **3.4.3 Sekundærdata**

Ghauri & Grønhaug (2010, p. 90) beskriver sekundærdata som tidligere innsamlet informasjon fra andre. Forfatterne viser til at tilgjengelig informasjon kan ha blitt samlet inn til et annet formål og at første steg bør være å vurdere informasjonens relevans opp mot utredningens fokusområde. Vi har benyttet tilgjengelig litteratur for å få innsikt i temaet landstrøm (LS) og de teknologiske aspektene som knytter seg til dette. Utredningens sekundærdata ble samlet inn gjennom evaluering av eksisterende fagrapporter, teknologisk rettede tidsskrift og nyhetsartikler. Vi opplevde at det var et bredt utvalg av data tilgjengelig og har på bakgrunn av dette brutt temaet opp i flere kategorier for å opparbeide oss

dybdekunnskaper på relaterte områder. På følgende områder er foretatt en utvidet vurdering for å bedre forståelse av landstrømsdebatten:

- Installert teknologi og faktorer knyttet til utvikling av denne.
- Barrierer som må brytes ned for implementering av LS.
- Blå næring – Grønt skifte. Incentivordninger og rammeverk for støtte av maritim sektor.
- Forretningsmodellen – Hvilke aktører sitter igjen med fordelene.
- Investeringsbeslutningen og finansiering.

Vi har studert relevante rapporter fra de siste årene for å danne et bilde av interessen lokalt og teknologiutviklingen globalt.

Data fra forundersøkelsen foreligger fra skriftlige kilder, rapporter og tidsskrift. Disse har vært spesielt viktig for vurdering av investeringsbeslutningen da de angir rammene for marginene som skal beregnes. I forundersøkelsen fikk vi tilgang til et kvantitativt datasett fra Clean North Sea Shipping som angir antall registrerte anløp for 2013 og 2014 samt forbruksdata vedrørende anløpte fartøy. Ved hjelp av denne informasjonen vurderer vi effekten av teknologien fra et energibesparende perspektiv, gjennom historisk antall anløp og konkrete fartøys energiforbruk i havn. Dette gjør oss i stand til å reflektere rundt de kvalitative primærdatabene fra våre intervjuobjekter og deres vurdering av lønnsomhet. Dette bidrar til en robust vurdering av investeringsbeslutningen.

#### **3.4.4 Vurdering av de ulike aktørene**

Utvalgskriteriene er at intervjuobjektene har ledet, vært involvert i, eller påvirket av utviklingen av landstrømteknologien hos aktøren. Vi har foretatt seks dybdeintervjuer og deltatt på tre næringslivskonferanser. På konferansene har vi deltatt i gruppesamtaler der vi har fått diskutert tematikken med ulike parter fra rederinæringen direkte. Utvalget av intervjuobjekter er gjort på bakgrunn av aktørenes tilknytning til anlegget lokalt og rederiers deltakelse på konferansen ”Incentiver for grønnere skip i Havn” som ble arrangert i Bergen 15. oktober 2015. På konferansen kom vi i kontakt med rederier som var interesserte i utviklingen av incentivordningene i havn. Dette la grunnlaget for intervjuene.

Tre av dybdeintervjuene ble foretatt som personintervju, mens tre ble foretatt via telefon. Det første personintervjuet ble gjennomført hos Apply TB, installatør av pilotanlegget for Bergen Havn, etter anbefaling fra Bergen Næringsråd. Formålet med dette intervjuet var å oppnå en

teknisk innsikt i teknologien og forståelse av de praktiske utfordringene knyttet til installasjon på land og sjø. Apply TB anbefalte oss å kontakte DOF Management, det ansvarlige rederiet for fartøyet Skandi Vega. Skipet er per desember 2015 det eneste fartøyet som benytter landstrømanlegget i Bergen Havn og vi vurderte det som hensiktsmessig å forhøre oss om erfaringer som rederiet har gjort seg gjennom bruk av dette. Det siste dybdeintervjuet ble foretatt med selskapet som drifter anlegget i havnen, Bergen og Omland Havnevesen.

Det ble også foretatt tre telefonintervjuer med offshorerederier, felles for disse tre er at de har skip som foretar jevnlige anløp til Bergen Havn. Vi anså disse intervjuene som hensiktsmessig da de ville generere konkrete vurderinger av anlegget og teknologien fra redernes ståsted.

Gjennom deltakelse på konferansene ”Maritimen”, ”Incentiver for grønnere skip i havn” og ”Verftskonferansen 2015” fikk vi innsikt i det statlige virkemiddelapparatets innstilling til å støtte installasjon av landstrømanlegg. Vi vil på bakgrunn av dette også vurdere Enova og NOx-fondet sin rolle i den mulige utviklingen av landstrøm.

### **3.5 Analysemetode**

Innsamling av data har blitt gjort gjennom flere kanaler og består av både primær- og sekundærdata. Vi har foretatt dybdeintervjuer med utvalgte aktører og observert foredrag fra rederier, havnevesen og det statlige virkemiddelapparatet gjennom konferanser. Gjennom dette arbeidet har vi opparbeidet oss en database bestående av taler, debatter og intervjuer som vi har transkribert. Da vi ser behovet for å strukturere innsamlede data har vi valgt å tilnærme oss materialet ved å benytte en templateanalyse. I analysen har vi benyttet en kodifisert plan for å identifisere drivere for beslutningen knyttet til landstrøm. Med dette ønsker vi å finne fellestrekk i bransjen og vurdere disse på bakgrunn av tilgjengelig data om teknologien og kostnader. Vi gjør dette for å oppnå en systematisk og objektiv tilnærming til problemet.

### **3.6 Styrker og svakheter ved forskningsdesignet**

For å vurdere kvaliteten på dataene i denne studien vil vi ta for oss validiteten og reliabiliteten av metodene som benyttes for datainnsamling og analyse (Saunders et al., 2012). Ved å ha fokus på at studien skal ha høy grad av validitet og reliabilitet reduserer vi sjansen for gjøre feiltolkninger. Dette øker, i følge Johannesen, Kristoffersen og Tufte (2011), studiens kredibilitet.

### 3.6.1 Validitet

Validitet omhandler gyldighet og relevans og i hvilken grad studien faktisk har undersøkt det den har til hensikt å undersøke. Vi vil benytte oss av Yin (2009) sin beskrivelse av tester av validitet og reliabilitet knyttet til casestudium. For å kvalitetssikre vårt case har vi foretatt dybdeintervjuer i kombinasjon med observerbare markedsdata.

#### 3.6.1.1 Begrepsvaliditet

Begrepsvaliditet sier noe om i hvilken grad en undersøkelse faktisk måler det den har til hensikt å måle (Johannessen et al., 2011). Begrepsvaliditet er nødvendig for at vi skal kunne generere meningsfulle og tolkbare forskningsresultater (Grønhaug & Ghauri, 2010, p. 81). I vår studie benytter vi et utforskende design for å studere et enkelt case. Casestudium har generelt vært kritisert for lav begrepsvaliditet grunnet uklare måleenheter (Yin, 2009).

For å ivareta begrepsvaliditeten benyttet vi en intervjuguide under tre av våre intervjuer, for å sikre at vi stilte de samme spørsmålene til de likestilte aktørene. Intervjuguiden ble benyttet under intervjuene med de tre rederiene som i denne utredningen anses som potensielle brukere av teknologien. Under intervjuene med Apply TB, DOF Management og Bergen og Omland Havnevesen, henholdsvis installatør, etablert bruker og tilbyder av landstrøm i Bergen Havn, valgte vi en ustrukturert intervjuform og tilrettela dermed for fri informasjonsflyt for å sørge for at vi innhentet mest mulig relevant informasjon fra disse aktørene. Det at intervjuguiden ikke er benyttet ved samtlige intervjuer kan peke i retning av lavere grad av begrepsvaliditet, men grunnet standardisert fagterminologi og et entydig tema, mener vi likevel at vi har sikret begrepsvaliditeten i stor grad. Vi valgte å tilnærme oss materialet gjennom å bruke multiple kilder til bevis, slik Yin (2003, p. 36) reflekterer over i sitt arbeid med begrepsvaliditet. På bakgrunn av dette ble innsamlet informasjon forsøkt bekreftet av liknende data funnet i gjennomgangen av vår sekundærdata. Datasettet for vurdering av fartøyenes energiforbruk bygger på et stort antall data om aktuelle fartøy i Nordsjøbassenget, noe som styrker begrepsvaliditeten.

#### 3.6.1.2 Intern validitet

Den interne validiteten avgjøres av hvorvidt den kausale slutningen er holdbar (Grønhaug & Ghauri, 2010, p. 63). Da vi gjennom et singelt casestudium har tatt et øyeblikksbilde av den aktuelle situasjonen i Bergen vil ikke det være mulig å trekke en kausal slutning på bakgrunn av denne utredningen.



### *3.6.1.3 Ekstern validitet*

Ekstern validitet har som hensikt å angi om forskningsresultatene er generaliserbare for andre populasjoner og kontekster enn den studien er foretatt i (Grønhaug & Ghauri, 2010, p. 63).

Vår studie har et utforskende design rettet mot et spesifikt case, gjennom landstrøm i Bergen Havn. Dette vil i utgangspunktet tilsi at det ikke er rom for å generalisere ut fra eventuelle funn. Vårt utvalg av rederier er begrenset av at de er hentet blant deltakere på konferansen ”Insentiver for grønnere skip i Havn”. Felles for disse er at de allerede har valgt å være til stede på konferansen, og er dermed både bevisst og interessert i konseptet landstrøm. Dette medfører at deres meninger ikke kan ansees som representative for alle rederier, noe som medfører at det ikke vil være rimelig å generalisere for andre rederi utfra våre funn. Da rederier likevel står overfor de samme utfordringer tilknyttet drift, kostnader og markedsendringer, vil erfaringene til rederiene vi har intervjuet være relevant for andre.

Vi tar for oss driverne som påvirker utviklingen av teknologien og caset tar dermed for seg utfordringer som ikke bare er relatert til lokasjon og setting. Fartøyene er mobile og vil gjøre samme avveining opp mot andre havner. De vil også kunne nyttegjøre seg av teknologien andre steder enn i Bergen Havn, som denne utredningen benytter som case. Variabler som trafikkmønster, politisk press og miljøfokus vil være individuelt fra havn til havn, men erfaringer som er gjort i forhold til bygging av forretningscase rundt landstrøm som energikilde og teknisk tilrettelegging, vil være relevante for andre havner uavhengig av størrelse. Samlet sett vil også funn knyttet til barrierer være gjeldende uavhengig av lokasjon. For eksempel vil utfordringer knyttet til kunde- og tilbyderforhold være gjeldende. For å ytterlig styrke validiteten har vi knyttet caset til relevant teori, gjennom bruk av Transitional Management og beslutningsteori (Yin, 2003, p. 33). På bakgrunn av dette vil vi påstå at den eksterne validiteten er akseptabel, til tross for at vi benytter et utforskende design.

### **3.6.2 Reliabilitet**

Reliabilitet innebærer stabilitet i målinger, altså om målingen vil gi samme resultat om den utføres flere ganger (Grønhaug & Ghauri, 2010, p. 79). Målet med å sikre studiens reliabilitet er å minimere sjansen for feil og forstyrrelser i målingene. Da et casestudie ofte forklarer et øyeblikksbilde vil informasjonen som hentes inn basere seg på den akkumulerte informasjonen på angitt tidspunkt. Dette gjør det viktig å vise til hvordan dataene ble samlet inn. Ved innhenting av sekundærdata delte vi opp temaet i hensiktsmessige grupper for at det skulle være klart hva som ble fokusert på for å kunne besvare forskningsspørsmålet. Dette

medførte at vi kunne strukturere innsamlet informasjonen og vil fungere som en ramme for senere bruk.

En intervjuguide har nyttiggjort som mal for den kvalitative informasjonsinnhenting ved majoriteten av våre dybdeintervju. Intervjuguiden definerte rammene for innhenting av informasjon fra de semistrukturerte intervjuene. Denne intervjuformen gir rom for fleksibel dialog, men kan også gjøre det vanskelig å få samme resultat ved et senere tidspunkt. Intervjubias er også en utfordring ved gjennomføring av intervjuer. Den som foretar intervjuet kan påvirke intervjuobjektets utsagn gjennom sin oppførsel eller subjektive meninger. Dette kan forhindres i dialogen gjennom oppklaringer, ettersom det semistrukturerte formatet tillater fri samtaleflyt (Saunders et al., 2012). For unngå denne formen for bias forsøkte vi å stille oppklarende spørsmål der vi anså det som nødvendig med en nærmere forklaring. Vi la ekstra vekt på dette ved telefonintervjuene, da vi hadde begrenset muligheten til å vurdere dialogen. Videre ble reponsbias vurdert. Saunders et al. (2012) beskriver at respondenten kan påvirkes av omgivelsene, som igjen kan påvirke svarene. Alle intervjuene er blitt gjennomført hos respondentene og til avtalt tidspunkt, dette for å ivareta kvaliteten på svarene. Et tredje relevant bias er deltakerbias som innebærer at vi ikke kan kontrollere hensikten til deltakerne i studien. Deltakerne har alle en interesse i utviklingen av teknologien, noe som gjør at vi har et skjevt utvalg i forhold til en ren objektiv vurdering. Vi har uavhengig av dette valgt å benytte respondentene ettersom de representerer forskjellige sider av saken.

Vi har foretatt seks dybdeintervjuer hvor halvparten ble foretatt ansikt til ansikt og de resterende per telefon. Personintervjuene ble gjennomført uten opptak for å sikre en fri og uforstyrret samtale. Vi tok begge notater og renskrev disse umiddelbart etter intervjuet, da vi ville vurdere dem med intervjuet frisk i minne. Telefonintervjuene ble tatt opp på bånd med dersom intervjuobjektene gav tillatelse, da vi anså dette som nødvendig for å kunne gjennomgå dataene grundig i ettertid da telefonintervjuene bare ble utført av en av oss.

### **3.6.3 Ethiske utfordringer**

De etiske betraktningene vi har gjort er knyttet til innsamlingen av de kvalitative dataene. Vi har gjennomført tre dybdeintervjuer og tre telefonintervjuer og har hatt nøye fokus på å ivareta tillit og respekt for intervjuobjektene. Gjennom grundige forberedelser i forkant av intervjuene forsøkte vi å ivareta respekten til respondentene ved å stille forberedte spørsmål og på grunnlag av disse også reflekterte oppfølgingsspørsmål. Videre forsøkte vi å forholde

oss objektive til temaet i fokus, slik at vi ikke ville farge respondentens meninger. Vi forsøkte å være åpne om hva informasjonen skulle benyttes til og understrekte at respondenten stod fritt til å avstå fra å svare på uønskede spørsmål. Vi forklarte også at en eventuell lydfil ville bli slettet etter at transkriberingen var gjennomført. Innsamlet informasjon har blitt forsøkt bekreftet av sekundærdata for å sikre at informasjon som kom frem i intervjuene kunne brukes på en hensiktsmessig måte i analysen. Vi anser også dette som en måte å ivareta informantens integritet da informasjonen framstår som velbegrunnet.

## 4 Beskrivelse av kontekst

Denne utredningen tar for seg utviklingen av landstrøm i Bergen Havn. Utviklingen har i media blitt beskrevet som et «høna eller egget-problem» og henviser til hvorvidt det er landstrøm på skip eller landstrøm i havn som bør implementeres først (Bringslid, 2015). I utredningens analysekapittel vil vi presentere beregninger vi har gjort på bakgrunn av det innsamlede datamaterialet, samt presentere funn fra våre gjennomførte intervjuer. Vi har hatt en praktisk tilnærming til caset og vårt fokus har vært å innhente aktuell og oppdatert informasjon. Dette kapitlet har som hensikt å redegjøre for utredningens forståelse av det valgte case. Vi vil innledningsvis forklare utredningens kontekst i nærmere detalj, vi foretar først en vurdering av Bergen Havn og utgreier for hvordan denne aktøren i dag legger til rette for bruk av landstrøm. Deretter vil vi presentere rederiperspektivet og angi hvordan vi tilnærmer oss beregninger for skip i havn. Til slutt redegjør vi for virkemiddelapparatet og mulige støtteordninger samt relevante innsatsfaktorer som oljepris og kraftpris.

### 4.1 Bergen og omland Havnevesen

Som tilbyder og tilrettelegger har havnen en viktig rolle for adaptasjon av nye teknologier. Havnens virkemidler kan i følge Lam og Notteboom (2014) deles inn i tre kategorier:

- Prising
- Styring av markedstilgang og regulering av miljøstandarder
- Overvåking og måling

Vi vil i det følgende delkapitlet ta for oss status for de tre kategoriene i Bergen Havn i dag.

#### 4.1.1 Prising

Havnevesenet drifter de offentlige havnene i kommunene og prisen på deres tjenester gjelder for disse uavhengig av lokasjon. Prisoversikten for 2016 angir alle avgifter som er tilknyttet et anløp ved offentlig kai (BOH, 2015b). I denne utredningen velger vi å begrense oss til avgiftene som direkte kan knyttes til et anløp. Vi anser disse som anløpsavgift og kaivederlag, og begrunner valget med at disse direkte kan knyttes til miljøkostnaden som skipene påfører havnen. Andre avgifter som kunne vært inkludert i vurderingen, er leie av kran for tilkobling hvis fartøy mot formodning ikke kan foreta tilkobling ved egen maskin.

Bergen Havn har nylig innført miljørabatter på anløp og kaivederlag. Tabell 3 angir prisliste og miljørabatt.

**Avgifter og rabatter – NOK per bruttotonn (BT)**

Avgift	Nok/BT	Miljørabatter	
		ESI 30-50	ESI 50<
Anløp	0,13	20%	50%
Kaivederlag	0,5	LNG	LS
		20%	20%

Tabell 3 – Avgifter og rabatter ved anløp og kaivederlag

Prisingen er lineær og enkel å forholde seg til og viser kostnad per påbegynte døgn og per anløp. Det er også innført en rabatt for skip med Liquified Natural Gas (LNG), da dette er ansett som et godt tiltak for utslippsreduksjon på linje med landstrømanlegg. Vi vil ikke videre kommentere LNG, da dette er grunnlag for en omfattende analyse på linje med LS.

Prising kan igjen deles inn i straffeprising eller insentivprising. Fra Bergen Havns prisoversikt opplever vi at fokuset ligger på insentiver til grønnere skip og vi har derfor forholdt oss til en internasjonal miljøindeks som fremmer slike insentiverende tiltak og som BOH har satt som utgangspunkt for sine miljørabatter (BOH, 2015a).

#### 4.1.2 Environmental Ship Index

Et av initiativene til World Ports Climate Initiative (WPCI) er utrulling av deres miljøindeks for skip. Denne går under navnet Environmental Ship Index (ESI) og har siden oppstarten i 2010 hatt rollen som en gulrot for rederier verden rundt. Rederier har mulighet til å registrere deres fartøy opp mot indeksen og vil på bakgrunn av fartøyets drivstofforbruk og utslipp bli tildelt poeng på en skala fra 0-100. Skalaen er slik at 0 er nivået som er satt av nåværende reglement Tier 1, IMO og ESI sin arbeidsgruppe<sup>4</sup>, mens 100 i utgangspunktet skal reflektere et nullutslippsskip (Environmental Ship Index, 2013). Havnene bestemmer selv størrelsen på gulroten og for hvilke intervaller insentivene er gjeldene.

<sup>4</sup> Kravene ser en kontinuerlig utvikling og finnes oppdatert på hjemmesidene til Environmental Ship Index, ([www.environmentalshipindex.org](http://www.environmentalshipindex.org))

Bergen Havn har også gått inn for å gi en egen rabatt til rederier som har LS-anlegg ombord. LS gir poeng på ESI slik som angitt i formel 2 (Environmental Ship Index, 2013):

$$\text{ESI score} = \frac{2 \times \text{ESI NO}_x + \text{ESI SO}_x + \text{ESI CO}_2 + \text{OPS}}{3.1}$$

*Formel 2 - ESI indeksscore*

ESI NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> og CO<sub>2</sub> står for delpoengene som blir gitt for utslippsreducerende teknologi (0-100). I tillegg kommer poeng for landstrømanlegg (LS) ombord, denne er angitt i ESI-formelen som OPS og gir 35 delpoeng<sup>5</sup>. Slik formelen fremkommer, vil installasjon av LS kun ha moderat effekt på total poengscore. Under diskusjonen på konferansen «Incentiver for grønnere skip i havn» kom det fram at det tiltenkte kraftbehovet som LS-anlegget ombord på offshorefartøyene kan ta, ikke tilfredsstilte kravene til ESI. I etterkant av den aktuelle konferansen tok The International Association of Ports and Harbors (IAPH), som er ansvarlig for rammeverket til ESI indeksen og endret denne praksisen på bakgrunn av hva som ble diskutert på konferansen. Ifølge Fer van de Laar, Managing Director hos (IAPH), ble dette tatt opp som et eget punkt på førstkommende ESI-møte, da han først ble klar over utfordringene knyttet til dette på den aktuelle konferansen (Laar, 2015). Det kan nevnes at Skandi Vega allerede benytter 35 poeng, innvilget på bakgrunn av LS, men at dette nå vil være innenfor rammene (Environmental Ship Index, 2013) .

#### **4.1.3 Landstrøm og ESI**

I forrige avsnitt beskrev vi landstrømanleggets effekt på ESI-score som moderat.

Poenggivingen legger vekt på generatorenes utslipp ved vanlig drift, og har vektet effekten på bakgrunn av vanlig bruk. LS vil kun oppnå 35 poeng og siden formelen justeres med en faktor 3.1, vil installasjon av LS på et fartøy bidra med 11,3 poeng uansett fartøy. Slik insentivsystemet nå er lagt opp i Bergen Havn, vil dette være aktuelt for skip som ikke har oppnådd 30 eller 50 poeng på ESI skalaen. Det kan også være aktuelt for skip som vil benytte seg av rabatten på kaivederlag gjennom LNG eller LS-installasjon. Dette er viktige beregninger som må vurderes i kontantstrømmen. Ikke alle vil ha insentiv til å ta i bruk LS/LNG for å oppnå rabattene. Det vil også være nødvendig å ta hensyn til losavgift som nytt av året innførte en 50 % avgiftsrabatt ved ESI score > 50.

<sup>5</sup> Detaljer om vektningen og nevner vil ikke bli diskutert i detalj. Det henvises til hjemmesidene til Environmental Ship Index for utdypende forklaringer på utregninger ([www.environmentalshipindex.org](http://www.environmentalshipindex.org)).

### 4.1.3 Landstrøm og kraftkostnader på landsiden

Energikostnad ved et anløp forholder seg til tre viktige faktorer, estimert makseffektuttak, brukstid og estimert energiuttak (Husby, 2015). Disse vurderes som drivere av kostnaden og vil være hovedfokuset for vurderingen av nåværende forretningsmodell. Tallene som legges til grunn er hentet fra kraftleverandøren BKK (2015) sin oversikt. Tallene viser kostnad for bruk av nettet, kjøpsprisen av kraft kommer i tillegg og følger markedets svingninger. Dette settes opp mot prisen på tradisjonelt drivstoff og vil danne grunnlaget for lønnsomhetskalkylen som vurderes i forbindelse med teknologien i denne utredningen.

Fastleddet, som presenteres i Tabell 4, er knyttet til hovedsikringen på anlegget og størrelsen av denne. Dette er et abonnement for å få tilgang til strøm over strømmettet. Dagens anlegg i Bergen tar ut strøm fra nettnivå 4/5 (400 V-230 V) med hovedsikringer som har 330 ampere. Vi vurderer lavspenitanlegg og vil forholde oss til en tariff knyttet til dette. Tabell 4 viser tilbyder BKK, sin pris. Vi legger til grunn tall fra en normalsituasjon der kostnader forløper slik BKK har angitt for effektmålte anlegg (BKK, 2015).

Hovedsikringer større enn 330 A			Effektledd NOK/kW/mnd			
Sesong	Fastledd NOK/år	Øre/kWh	0-50	51-200	201-1000	1000 <
Sommer	18600	3.6	49.00	47.00	43.00	37.00
Vinter		4.2	57.00	54.00	48.00	41.00

Tabell 4- Effektmålte anlegg - BKK Prisoversikt

Det variable leddet som er oppgitt i øre/kWh følger kraftforbruket, mens effektleddet viser pris per kW-uttak. Effektleddet er basert på et trinnsystem som betyr at kunde betaler en sats for hvert trinn. Så kostnader ved et skip med maksuttak på 350 kW beregnes for første 50 kW, neste 150 kW og til slutt siste 150 kW. I tillegg til dette kommer også avgifter for staten, som avgift til Enova, forbruksavgift og merverdiavgift. Dette er kostnadene som legger til grunn prisen som Bergen Havn kan tilby skipene. Sommeren 2015 var denne satt til 1,6 NOK eksklusiv merverdiavgift, men ble grunnet lavere oljepris satt ned til 1 NOK eks mva. Vi vil benytte 1 NOK eks. mva. i utredningens beregninger.

## 4.2 Rederiperspektivet

Denne casestudien tar også for seg offshoreindustrien og potensiell bruk av landstrøm for å minimere påvirkningen industrien har på miljøet i havn. Et viktig spørsmål som må besvares er hvorfor denne løsningen kan være attraktiv for bransjen. Bransjen er meget konkurranseutsatt og enhver investering må vurderes opp mot framtidige gevinster. LS er et av flere tiltak som vurderes for å kunne møte markedets forventning om stadig forbedret miljøvennlig ytelse. Omgivelsene prøver også å legge til rette for miljøvennlig utvikling og det er tilrettelagt for finansielle støtteordninger fra både statlig hold og næringslivet (NOx-fondet, 2015). Nye teknologier vurderes kontinuerlig og fra flere perspektiv, både av rederier og leverandører av støtteordninger. LS er en av flere teknologier som vurderes. I vår utredning anser vi LS på skip som ”egget”, mens LS i havn er ”høna” i ”høna og egget”-problematikken. Vi vil i diskusjonskapitlet diskutere om det er bedriftsøkonomisk forsvarlig å implementere LS på skip før LS i havn.

Ved gjennomgang av tidligere fagrapporter observerer vi at det blir angitt en betalingsvillighet fra rederienes side. I CNSS-rapporten benyttes det en forenklet pris på 2.3 NOK per kWh generert (Rambøll, 2012). I vår analyse vil vi ta for oss scenarier hvor betalingsvilligheten svinger med pris på innsatsfaktorer og insentiv. Dette er gjort ved å se på forbruk i havn, hvor et skips forbruk vil variere med størrelse og aktivitet i havn. Denne utredningen tar utgangspunkt i et øyeblikksbilde av situasjonen i Bergen Havn og vårt fokus er dermed offshoreskipene som ligger på Skoltekaaien. Et typisk skip vil i Bergen Havn benytte seg av «hotelldrift». Slik drift beskrives som drift av systemer der det ikke er behov for operasjonell drift som bruk av kran, anker, osv. (Tetra Tech, 2007). Dette vil være utgangspunktet for vår analyse da landstrømanlegget ikke kan levere mer enn 690V. Vi ser bort fra parallellkjøring av generator og landstrøm, ved behov for mer kraft antar vi drift med generator og besparelsene knyttet til landstrøm vil da opphøre. For å danne et helhetlig bilde av kontantstrømmen vil vi ta for oss reduserte energikostnader, anløpskostnader, kaivederlag, losberedskapsavgift og andre mulige kostnadsbesparelser knyttet til et landstrømanlegg.

### 4.2.1 Drivstoff

For generering av energi vil det enten benyttes Marine Gas Oil (MGO) eller elektrisitet fra strømmettet (LS). Vi vil ta for oss potensielle marginer som oppstår ved bruk av landstrømanlegget i Bergen og om det finnes scenarier med bruk av LS som kan forsvares rent bedriftsøkonomisk. Dette gjøres ved å sammenlikne kostnaden ved generatordrift og



landstrøm. Deretter vil vi diskutere den framtidige kontantstrømmen og usikkerheten knyttet til denne. Fra datasettet til CNSS, har vi hentet ut estimert energiforbruk for et gjennomsnittlig offshore-skip i havn og kan dermed beregne hva forbruket av MGO vil være ved kailigge. Da vi ikke har tilgang til hvert enkelt fartøys behov for kraftproduksjon, velger vi å simplifisere beregningen av kraftbehov ved å se på tonn forbrukt i havn per døgn, basert på estimert energiforbruk fra CNSS sitt datasett. Dette gjøres ved å regne omdannet energi fra diesel mot kWh-output og beskrives som virkningsgraden til generatoren gjennom mengde drivstoff per kWh. I denne utredningen benyttes 11.9 kWh/liter som MGO sin brennverdi og vi vil benytte 200 g/kWh som havnegenators forbruk per kWh. Dette benevnes som drivstofforbruk per tidsenhet, Specific Fuel Oil Consumption (SFOC). Ved SFOC 200 g/kWh får vi 5 kWh per kg MGO, som igjen tilsvarer 4,3 kWh per liter MGO.

$$\text{SFOC} = \frac{C_o \times D \times 10^6}{h \times P_e}$$

*Formel 3- Specific Fuel Oil Consumption*

Ettersom vi har antatt SFOC og har tatt ut estimert energiforbruk ( $h \times P_e$ ) fra CNSS sitt datasett, kan vi finne  $C_o$  i tonn.  $C_o$  står for forbruk av drivstoff i havn,  $D$  står for korreksjon fra volum til masse som for MGO tilsvarer  $0,86 \text{ tonn/m}^3$  og  $h$  angir måleperioden i timer. Dette gir grunnlag for å se på besparelser knyttet til energiproduksjon ombord mot direkte kraftleveranse på land. Dette vil vurderes opp mot CNSS sine gjennomsnittvurderinger basert på kWh og bruttotonn.

Ved gjennomgang av aktuelle forretningscase som setter landstrøm og generatordrift opp mot hverandre, har vi observert varierende tilnærming knyttet til bruk av mineraloljeavgift på dieselolje. Prisberegningene har variert fra å ta med full avgift til ingen avgift på mineralolje. Da vi ønsker å ta for oss kostnadsdriverne MGO og pris på elektrisitet isolert sett, velger vi å se bort fra denne avgiften i kalkylene og oppnår med dette et økt fokus på råvaren MGO som kostnadsdriver.

#### **4.2.2 Anløp og andre vederlag**

Anløpsavgiften beregnes på bakgrunn av fartøyets bruttotonnasje (BT) (Bergen og Omland Havnevesen, 2015). Med utgangspunkt i prislisen som er satt for 2016 har vi valgt å forholde oss til et standardskip som vil kunne nyttiggjøre seg av anlegget som er installert på Skoltekaien 1. Skipets karakteristika er basert på gjennomsnittsverdier fra offshoreskipene

som er beskrevet i CNSS-datasettet. For å danne et realistisk bilde av situasjonen vil vi først vurdere et skip som allerede benytter løsningen i havnen i dag. Dette fartøyet eies av DOF Management og heter Skandi Vega. Skipet er klassifisert som Supply Vessel/Tug og opererer som et ankerhåndteringsfartøy (AHTS) på norsk sokkel (DNV GL, 2013). Per november 2015 er Skandi Vega det eneste skipet som har benyttet anlegget og er et naturlig utgangspunkt for å danne et bilde av situasjonen (Husby, 2015).

Våre beregninger er ment som en indikasjon på hensyn som må tas i prosessen. For en nøyaktig kalkulasjon av det enkelte skip kreves det spesifikk informasjon om fartøyet og det er viktig å gjennomgå hvert enkelt skips detaljer for å kunne gjøre en nøyaktig vurdering av kostnadene. Våre kalkyleberegninger foretar en kartlegging av de aktuelle kostnadsdriverne, med en tilhørende sensitivitetsvurdering, da dette gir en mer robust vurdering av mulighetene for å ta i bruk landstrømløsningen. Dette åpner for bred diskusjon av beslutningen rederiene står overfor og vi har valgt å se det opp mot Bergen Havns foreløpige progresjon for tilrettelegging av LS.

### **4.3 Maritimt virkemiddelapparat**

Rammene for norsk maritim næring ble høsten 2014 gjennomgått av Regjeringen i samråd med representanter for den maritime næringen og Strategisk Råd for maritim utvikling (MARUT). Samarbeidet resulterte i et strategidokument; ”Maritime muligheter – blå vekst for grønn fremtid”. Dokumentet beskriver konkrete tiltak og viktige virkemidler som er sentrale i videreutviklingen av den maritime næringen (Nærings- og Fiskeridepartementet, 2015, s. 3). Rapporten viser videre til Regjeringens hovedmål for den maritime næringen, bærekraftig vekst og verdiskapning. Et av tiltakene som tar for seg *bærekraftig vekst* er tiltaket «*å stimulere til grønn vekst for norsk maritim næring og økt bruk av miljøteknologiske løsninger og mer miljøvennlig drivstoff for skip*». Vi har tatt for oss virkemiddelapparatet som direkte kan påvirke investeringene den maritime næringen foretar og hvordan disse kan stimulere til utviklingen av landstrømanlegg på land- og sjøside.

#### **4.3.1 Enova**

Enova er et statlig foretak som eies av Olje og Energidepartementet. Enova er et virkemiddel for finansiering og ønsker å være en utløsende faktor for investering. Utdelte midler fra 2014 forløp til over tre milliarder NOK (Enova, 2014). Enova har nylig overtatt transportmandatet fra Transnova og har nå mulighet til å gå med direkte finansiering av energieffektiviserende

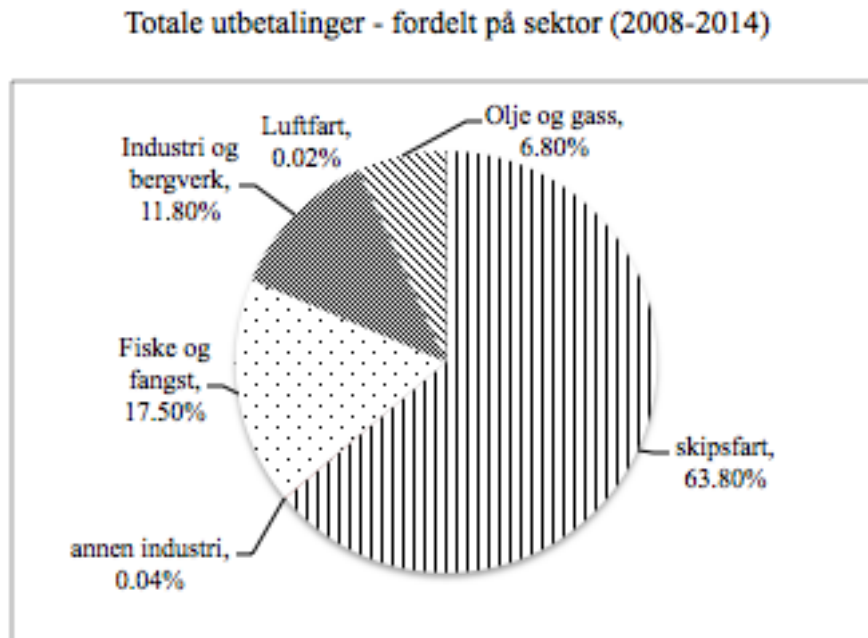
prosjekt også på transportsiden. Enova begrenser seg til kun å støtte finansiering av prosjekter som gir direkte resultat og skal ikke legge til rette for forskning eller forstudier, kun den fysiske installasjonen. Formålet er å kunne drive risikoavlastning opp mot energieffektiviserende tiltak som ellers ikke ville blitt vurdert grunnet den økonomiske risikoen tilknyttet. På denne måten vil Enova utløse potensialet som løsningen innehar. Enova anser kapitalbehovet som størst når teknologien fremdeles er i utviklingsfasen, men er kommet langt i arbeidet mot en introduksjon i markedet. Enovastøttens formål er å besørge en forankring av teknologien som igjen vil føre til en voksende markedsandel og lavere enhetskostnad, ettersom teknologien blir standardisert. Målet er at løsningen skal føre til lavere enhetskostnad enn det som var tilfelle før installasjon slik at prosjektet kan bære seg selv framover og bli den konvensjonelle løsningen i markedet (Enova, 2015).

Støtteprogrammene tar for seg en helt enkel netto nåverdiberegning opp mot aktuelle prosjekt og forholder seg til en bedrifts vurdering av internrente som kan møte avkastningskravet til bedriften (Knain, 2015). Enova vil kunne støtte land- og sjøside, der landsiden kan søke om opptil 100 % støtte for anlegg, mens sjøsiden kan få opptil 40 % av investeringen. Forskjellen i støtte baserer seg på begrensninger i statsstøttereguleringen, som må ivareta de europeiske rammene for statsstøtte (ESA, 2015). Vurderingen av støtte blir for landsiden gjort gjennom halvårlige utlysninger der søkere konkurrerer om støtte. Grunnlaget for konkurransemodellen vil være at minst en av søkerne ikke vil få støtte. For sjøsiden vil støtte vurderes fortløpende. Etter lanseringen av programmene nå i høst har Enova lagt til rette for veiledning i søknadsprosessen og det er blitt mulig for havner å regne på scenarier med støtte. Støttebehovet bygger på laveste kostnad per kWh spart. Et viktig krav som Enova stiller, er at deres støtte skal være utløsende for investeringen. Det vil si at det ikke skal fungere som en ren subsidie, men dekke merkostnaden ved installasjon av ny teknologi. For eksempel vil støtten ved bygg av nye skip med landstrømanlegg være 40 % av merkostnaden knyttet til installasjonene av tilkoblingen, mot hva det hadde kostet uten implementering av teknologien.

#### **4.3.2 NOx-fondet**

Næringslivets NOx-fond ble etablert i 2008 av 15 næringsorganisasjoner som en respons på avgift på utslipp av NOx fra større framdriftsmaskineri (Toll og Avgiftsdirektoratet, 2015). Medlemmer får fritak for vanlig avgift ved å betale inn en sats til fondet. Den foreslåtte NOx-avgiften på Statsbudsjettet for 2016 er satt til å være NOK 19.67,- (Det Kongelige Finansdepartement, 2016, s. 334). Innbetalt sats til fondet er 4 kroner per kg for alle medlemsbedrifter med unntak av petroleumsbedrifter som betaler 11 kr/kg. Fondet kan

innvilge støtte opp til 80 % av det NOx-reduserende tiltaket. Støtten blir utbetalt etterskuddsvis, når bedriftene kan vise til faktiske besparelser gjennom tredjepartskontrolløren Det Norske Veritas (DNV GL) (Vista Analyse, 2014, s. 15).



Figur 9- Utbetalinger fra NOx-fondet (Vista Analyse, 2014, ss. 19-20)

Dersom man tar for seg faktiske utbetalinger i perioden 2008 til 2014 har NOx-fondet sin støtte til el-tiltak stått for en ubetydelig del av utdelte midler, her har annen utslippsreducerende teknologi som avgassrensende tiltak og LNG vært mer framtrepende søknadsgrunner. Dette gjenspeiles også i totalt utbetalte midler i Figur 8, der vi kan se at skipsfarten har mottatt 63,8 % av utbetalingene.

Under ”Verftskonferansen 2015” fikk vi informasjon om at NOx-fondet ikke kan gi støtte hvis Enova støtter. Det vil dermed være naturlig med en avveining mellom de to ordningene når en beslutning om investering skal fattes (Enova-Forum, 2015). Avveining vil være mellom Enovas energiprogram «energiltak i skip» som kan gi 40 % støtte og NOx-fondets støtte på opp mot 80 %, avhengig av NOx-faktoren på skipets framdriftsmiddel.

#### 4.3.3 Andre støtteordninger

Det er utfordringer knyttet til det å bevege seg i virkemiddelapparatet. Det finnes flere støtteordninger som overlapper hverandre og gråsoner som oppstår som følge av dette. I tillegg til NOx-fondet og Enova er det relevant å nevne Innovasjon Norge, som er et tredje tilgjengelig virkemiddel for næringen. Innovasjon Norge eies av Nærings- og

Fiskeridepartementet og Fylkeskommunene. Innovasjon Norges visjon er, i likhet med Enova, å være en utløsende faktor for lønnsom næringsutvikling. Innovasjon Norge har som mål å være i forkant av Enova og være supplerende til deres tjenester. Enova støtter de som tar ny miljøteknologi i bruk, mens Innovasjon Norge støtter de som utvikler teknologien. Gråsonene må avklares med Innovasjon Norge og Enova, da det finnes tilfeller der det er naturlig at Innovasjon Norge følger prosjektet utover i driftsfasen, for eksempel hvis et støttet prosjekt blir værende fastmontert på et skip (Innovasjon Norge, 2015).

#### **4.4 Innsatsfaktorer**

Forventninger til innsatsfaktorer er sterkt knyttet til beslutningen om å foreta en investering.

##### **4.4.1 Forventninger til oljepris**

En vurdering av oljepris er nødvendig når den korrelerer sterkt med innsatsfaktoren MGO. Fra Rotterdam Bunker Prices sin oversikt av nordsjøolje opp mot MGO, ser vi en tilnærmet perfekt korrelasjon (Ship and Bunker, 2015). De siste års utvikling har vært dramatisk og prisen på MGO har halvert seg siden august 2014. Dette har direkte konsekvenser på eventuelle besparelser som vil følge et LS anlegg. Per desember 2015, oppgir Bergen Bunkers AS (2015) at MGO handles for 340 \$/tonn. Kilowattprisen for kraftgenerering ved hjelp av diselgeneratorer har dermed gått ned mot pris på kraftleveranse fra land, noe som har lagt press på de mulige besparelsene. Oljeprisen er volatil, men ser vi på IMF sine tall om forventet oljepris neste fem vil den stige med omlag 40 %. (IMF, 2015). Vi antar at MGO følger oljepris og at den vil stige tilsvarende som vil gi en MGO på 477 \$/tonn om fem år.

##### **4.4.2 Forventninger til kraftpris**

Kraftprisen er for øyeblikket også på et meget lavt nivå og det handles i desember med strømpriser på 17 øre/kWh. Kraftprisen forventes å holde seg på lave nivåer og er priset lavt for de neste fem årene, med 22 øre/kWh i år 2021 (Nasdaq OMX, 2015). Slikt sett vil den lave kraftprisen kunne tåle en lav olje- og MGO pris. Vi vil i våre beregninger anta en kraftpris på 24 øre/kWh. Dette er siste års gjennomsnitt på kraftpris for industri unntatt kraftintensiv industri (SSB, 2015).

## 5 Presentasjon av funn

I dette kapitlet vil vi presentere de empiriske funnene fra vår studie. Dybdeintervjuene med Bergen og Omland Havnevesen, Apply TB og DOF Management ble foretatt som ustrukturerte intervju, og innsamlede funn er dermed strukturert etter temaene som ble gjennomgått, da disse var felles for alle de tre intervjuobjektene. Innsamlede data fra dybdeintervjuene med de tre rederiene er her strukturert etter intervjuguiden.

Vi vil også illustrere våre funn ved hjelp av relevante sitater fra våre intervjuobjekter. Det kan her være hensiktsmessig å gjenta utredningens forskningsspørsmål.

*Forskningsspørsmål 1: Bør lavspent landstrømforsyning fase ut tradisjonell generatordrift ved offshoreskips havneanløp?*

*Forskningsspørsmål 2: Vil det være lønnsomt for aktørene å ta i bruk landstrømteknologi.*

I dette kapitlet vil vi også presentere investeringsanalysen som er foretatt på bakgrunn av den kvalitative innsamlingen av primær- og sekundærdata. Investeringene vil bli vurdert fra de forskjellige aktørenes side og vil danne grunnlaget for diskusjonen som følger i kapittel 6. Da vi legger vekt på en praktisk tilnærming og anser markedsforholdene som skiftende, vil vi foreta en vurdering av varierende grad av lønnsomhet gjennom sensitivitetsberegninger. Vi har benyttet CNSS sitt datasett for å definere et standardskip som benyttes som eksempel i analysen, og vi vil gjennom dette eksempelet belyse verdien av investeringene fra havnesiden og rederisiden.

### 5.1 En kvalitativ vurdering av landsiden

Vi anser det som hensiktsmessig å innhente informasjon om hvordan bransjen forholder seg til landstrømteknologien. Vi har forhørt oss med seks forskjellig parter vedrørende deres tanker om landstrømtilkobling. Partene er fordelt på fire rederi, en installatør og havnevesenet i Bergen. Kombinert med våre observasjoner foretatt på bransjekonferanser danner intervjuene grunnlaget for våre empiriske funn knyttet til potensielle brukere av landstrømanlegg.

### 5.1.1 Funn fra intervju med Bergen og Omland Havnevesen (BOH)

Kalkulasjoner alene kan ha liten verdi uten supplerende informasjon om hvordan bransjen forholder seg til teknologien. Etter konferansen «Incentiver for grønnere skip i havn», som ble arrangert av BOH, kontaktet vi dem for et intervju. Intervjuet ble foretatt med Even Husby, leder for miljøprosjektet og Carl Fredrik Aarø, rådgiver i Bergen Havn. Under intervjuet fikk vi en klarere oversikt over planene for havnen og nyttig informasjon om erfaringene fra installasjonen av pilotprosjektet på Skoltekaien. Vi fikk dermed belyst vårt første forskningsspørsmål fra havnevesenets synspunkt.

*Forskningsspørsmål 1: Bør lavspent landstrømforsyning fase ut tradisjonell generatordrift ved offshoreskips havneanløp?*

#### 5.1.1.1 Havnens miljøstrategi

Under intervjuet kom det frem at Bergen Havns visjon er å være en fremtidsrettet havn som skal legge til rette for både nasjonale og internasjonale aktører. Innenfor det påbegynte miljøprosjektet jobbes det med flere tiltak, blant annet bygging av landstrøm og forretningscase rundt denne teknologien. Her arbeides det tett opp mot forskjellige interessenter som Bergen Kommune, Hordaland Fylkeskommune, BKK og Enova.

#### 5.1.1.2 Havnens tanker vedrørende landstrøm.

Angående forretningsmodellen til BOH, er kravet til inntjening for Bergen Havn satt til å være lik vedlikeholdskostnader, da det ikke er noe ønske om å tjene mer enn dette. I forhold til landstrøm og tilbud av det til større skip, er kravet til inntjening det samme og skal kunne drifte anlegget. Et nærliggende problem knyttet til leveranse av strøm er den høye nettleien. Dette kommer av at landstrømanlegget ikke blir benyttet mye og at nettleien dermed ikke har mange kWh å fordeles over. Tilnærming til prissetting illustreres av leder for miljøprosjektet i følgende sitat:

*«BOH har som mål å være konkurransedyktig på pris og fastsetter pris på kWh etter de konkurrerende innsatsfaktorene som olje og dieselpriis».*

I følge BOH var kraftprisen sommeren 2015 satt til NOK 1.6 /kWh eksklusive merverdiavgift. September 2015 ble prisen satt ned til NOK 1.0/kWh eksklusive merverdiavgift. Under intervjuet kom det frem at BOH fremdeles vil ha fortjeneste ved denne prisen. Landstrømanlegget er konstruert slik at mannskapet ombord kan benyttet det uten hjelp fra personell på kai, strømforbruket leses av elektronisk og er effektivt i drift. Landstrøm

fikk en krevende start da lav oljepris førte til høyere alternativkostnad og produksjon av egen energi ved bruk av MGO ble dermed billigere. I intervjuet kom det frem at BOH forventer at en lav andel av offshoreskip har landstrømanlegg. På bakgrunn av dette er BOH foreløpig tilbakeholden med å investere i enda mer landstrømtilpasning i havn. Når det gjelder offshoreindustrien mener BOH at bruken av OPS tar seg opp, før det er aktuelt å bruke mer ressurser på utvidelser av landstrøm i Bergen Havn.

BOH jobber aktivt med å etablere bærekraftige forretningscase opp mot brukere av havnen og har etter at pilotanlegget ble realisert skiftet fokuset over på et anlegg for Hurtigruten og annen linjetrafikk. Ellers jobbes det aktivt for å få flere rederi til å benytte pilotanlegget og det forventes at flere vil gjøre dette nå som standarden for lavspent har blitt verifisert. Under intervjuet ble det videre henvist til en rapport laget i 2014 av leder av miljøprosjektet, Even Husby, som tar for seg de spesifikke mulighetene i Bergen Havn.

#### *5.1.1.3 Havnens vurdering av insentiver og støtte for miljøtiltak.*

En del av miljøplanleggingen går også ut på å legge til rette for differensierte havneavgifter. Nytt av 2015 er at det er lagt opp til å benytte Environmental Ship Index (ESI) for å gi miljørabatter ved anløp til Bergen Havn. Husby forteller at indeksen er valgt fordi den er et system som det ikke er nødvendig å etterprøve da det er en internasjonal indeks, som heller ikke er dyr for rederiene. Bruken av ESI er utbredt og voksende, og indeksen anses som et godt verktøy for å ivareta luftkvalitet. Denne miljørabatten trer, i følge BOH, i kraft 01. januar 2016.

#### *5.1.1.4 Miljøfokus i et utfordrende marked.*

For å sikre at anlegget blir tatt i bruk jobbes det aktivt opp mot rederiene og det er opprettet en dialog med aktuelle kandidater. Under intervjuet gav BOH uttrykk for at de forventer et nytt skip som vil være kompatibelt med pilotanlegget i 2016.

### **5.2.1 Funn fra intervjuet med Apply TB**

Det var relevant for oss å foreta et intervju med Apply TB ettersom dette var bedriften som foretok installasjonen av pilotanlegget. Intervjuet ble gjort med Gisle Kvamme, prosjektleder for installasjonen. Gjennom dette intervjuet fikk vi en grundig gjennomgang av de tekniske aspektene rundt anlegget.



#### *5.2.1.1 Pilotanlegget*

Prosjektlederen kunne fortelle at Apply TB foretok installasjonen av anlegget og service på dette. Det var derimot Schneider Electric som leverte selve utstyret og var hovedentreprenør for Bergen Havn. Apply TB var med i anbudet for dette og hadde en aktiv rolle i utviklingen av forretningscasen.

Under intervjuet fikk vi en gjennomgang av anlegget og de tekniske detaljene rundt teknologien. Anlegget er definert som lavspent og vil kunne levere opp til 690Volt. Vi fikk også klarhet i at anlegget bare kan benyttes av et skip om gangen, men at transformatoren som BKK og Bergen Kommune har installert kan dekke to skips behov samtidig. Anlegget har en frekvensomformer, noe som innebærer at det kan levere kraft til både skip med 50 Hz og 60 Hz-tilkobling. I følge Kvamme er anlegget foreløpig bare beregnet til skip med egen kran, slik at skipet kan trekke kablet ombord.

#### *5.2.1.2 Anlegg ombord i fartøy*

Under intervjuet fokuserte vi på ettermontering av LS-anlegg på skip, men Kvamme kunne fortelle at det ville være vesentlig billigere å foreta installasjonen på et nybygg. Kvamme redegjorde for forskjellige kostnadsdrivere knyttet til anlegget og kunne fortelle at det er vesentlig forskjell i kostnad innenfor den samme standarden ISO/PAS 80005-3, avhengig av om en velger manuelt eller automatisk system for synkronisering. En annen viktig kostnadsdriver er om skipet har fysisk plass til å installere et anlegg eller ikke. I følge Kvamme tar ikke selve installasjonen mer en 7 virkedager forutsatt plass.

#### *5.2.1.3 Forretningscase på anlegget*

Prosjektlederen kunne videre fortelle at han anså at det var mangel på forretningscase i bransjen, noe som bidro til en generell oppfatning blant rederiene om at løsningen ikke kunne generere noe bærekraftige gevinst. Under intervjuet fikk vi en gjennomgang av drivstofforbruket som i havn ligger på mellom 190 – 240 gram/kWh og at dette ville være grunnlaget for eventuelle beregninger av forretningscase. Kvamme mener at et slikt anlegg muligens kan være ”tungen på vektskålen” for å inngå nye kontrakter for fartøy og at det er mye å spare på investeringen ved å søke støtteordninger, slik som for eksempel NOx-fondet.

### **5.3.1 Funn fra intervju med DOF Management**

Offshorerederiet DOF Management er eier av fartøyet Skandi Vega som per desember 2015 er det eneste skipet som har benyttet pilotanlegget i Bergen Havn. Skandi Vega er et ankerhåndteringsfartøy som går i trafikk på norsk sokkel og operer ut fra Mongstad havn, nord for Bergen. Vårt intervju med DOF Management ble foretatt med Tom Erik Jensen, som er fartøysansvarlig.

#### *5.3.1.1 Pilotanlegget*

DOF Management installerte LS-anlegg på Skandi Vega etter den nye standarden i 2015 og kunne i midten av juni 2015 koble seg på pilotanlegget som første skip. Fartøysansvarlig Tom Erik Jensen fortalte at DOF Management har gode erfaringer fra bruk av anlegget og at det er en enkel prosedyre for tilkobling da det benyttes en kran fra fartøy for å heise opp landanleggets kabel for tilkobling.

#### *5.3.1.2 Anlegget ombord på fartøy.*

Fartøysansvarlig fortalte videre at mannskapet er positive til løsningen og at det er vesentlig mindre støy ombord når generatoren er slått av under tilkobling. Rent maskinteknisk viste han til at det kan spares en del timer med service på generatorene over fartøyets livsløp på mellom 20 og 30 år.

#### *5.3.1.3 Forretningscase*

DOF Management har lagt til grunn skipets operasjonelle aktiviteter for å se på eventuelle gevinster med en installasjon av LS-anlegg. Selskapet la da til grunn antall anløp og døgn i havn og vurderte det som en gunstig forretningscase på bakgrunn av statistikken. Under intervjuet fikk vi en gjennomgang av forretningscasen og hvordan rederiet har satt opp de mulige besparelsene. Det ble påpekt at en viktig faktor var dimensjoneringen av havnegeratorene da dette gir grunnlag for energibesparelser så vel som drivstoffbesparelser. På spørsmål om disse besparelsene er blitt realisert for rederiet fikk vi forklart at slik kontrakten er bygget opp med kunde, vil det være kunde som ser besparelsene under kontraktstiden og at rederiet vil se besparelser når det ligger i spotmarkedet. En løsning på dette kan være å prise det inn i anbudet, men at dette vil være vanskelig å beregne riktig da det er avhengig av antall anløp, døgn i havn og potensielt variable avgifter. På spørsmål om rederiet kunne se for seg et scenario der kunde kunne dele investeringen, var et forslag at de da kunne dele besparelsene som skipet realiserte ved å benytte anlegget, men at dette lett kunne bli komplisert da bruken er usikker. Avslutningsvis påpekte fartøysansvarlig at en

mulighet er å stille krav fra kunde til reder om at skipet må inneha et anlegg etter den nye standarden, da dette ville gjort det lettere å prise anlegget inn i anbud.

## **5.2 En kvalitativ vurdering av sjøsiden**

Vi har valgt å presentere rederienes svar hver for seg for å kunne vise til forskjeller direkte, men også for å kunne knytte funnene opp mot forskningsspørsmål II:

*Vil det være lønnsomt for aktørene å ta i bruk landstrømteknologi?*

De tre rederiene vi har foretatt telefonintervjuer med har alle operasjonelle aktiviteter på norsk sokkel og anløper Bergen Havn med jevne mellomrom. Alle intervjuobjektene innehar en beslutningsposisjon som kan påvirke et skips valg av teknologi. Blant intervjuobjektene i de tre rederiene finner vi en miljøingeniør og to ledere for rederienes miljøprogram. I tillegg har vi intervjuet fartøysansvarlig for Skandi Vega i DOF Management, Tom Erik Jensen for å høre hvilke erfaringer de har hatt med bruk av anlegget.

### **5.2.1 Funn fra intervju med Rederi A**

#### *5.2.1.1 Bedriftens miljøstrategi*

Hos Rederi A ble intervjuet foretatt med en miljøingeniør. Rederiets uttalte miljøstrategi fokuserer på karbonavtrykket fra deres flåte. Rederiet har et eget system for klimanøytrale operasjoner der de gir kundene retningslinjer for hvordan fartøyet kan drives effektivt. Dersom retningslinjene overholdes kvalifiserer det til en grønn operasjon og selskapet betaler da støtte til Regnskogsfondet. Bedriften har et årlig mål for grønne operasjoner og angir at dette initiativet reduserer flåtens drivstofforbruk med 20 %. Miljøingeniøren begrunner rederiets miljøfokus som følger:

*«Effektiv bruk av drivstoff vil også fremme driften av selskapet.»*

Rederiet gjennomfører jevnlig møter med de som drifter båtene og teknisk personell for å vurdere om det er aktuelt å endre fartøyet for at det skal driftes bedre. Intervjuobjektet forklarer dette som følger:

*«Vurdering av det siste nye er viktig for og ikke komme bakpå og for å bli valgt framfor en annen. Denne jobben er intensifisert siste halvår.»*

Under intervjuet kom det frem at Rederi A nylig har tatt i bruk miljøindeksen Environmental Ship Index i driften av sine skip og at de allerede har sett reduserte avgifter som følge av dette. Miljøingeniøren påpekte viktigheten av at ESI-systemets enkelhet slik at kompleksitet ikke hindrer at det blir tatt i bruk. I forhold til miljøstrategi som en måte å differensiere seg på, registrerer rederiet at noen aktører har fått kontrakter på bakgrunn av grønne teknologier på skip, men miljøingeniøren poengterte at:

*«Tendensen er mer over på at det stilles krav til båtene».*

#### *5.2.1.2 Rederiets tanker vedrørende landstrøm*

Under intervjuet kom det frem at Rederi A gjorde en nærmere vurdering av landstrøm og benyttelse av dette på flåten for litt over et år siden. Rederiets oppfatning er at definisjonen av landstrøm framstår som vag og at dette bekreftes ved at det har manglet en bransjestandard. Rederi A berømmer derfor BOH for jobben de har gjort med å legge til rette for et anlegg i Bergen Havn. Rederiet angir at deres tilnærming til landstrømutviklingen har vært å vurdere eget behov og ikke ventet på myndighetene for tilrettelegging. Miljøingeniøren redegjør for rederiets situasjon som følger:

*«Har klargjort et eget anlegg i egen hjemmehavn, og har mellom 10 og 12 fartøy på egne eller innleide system, men disse følger ikke satt bransjestandard.»*

I følge miljøingeniøren, så Rederi A tidlig verdien av å ha mulighet til å benytte kraft fra land. Skipene som har tatt dette i bruk er som regel i trafikk rundt hjemmehavn. I forhold til utvikling mot bransjestandard, har rederiet et nybygg som vil kunne benytte tilbudet på Skoltekaien. På spørsmål om ettermontering av bransjestandard for skipene, svarte miljøingeniøren at det kunne vært aktuelt å sende omformerer som benyttes i hjemmehavn til andre havner hvis det skulle være aktuelt med mye aktivitet i en annen nærliggende havn. Rederiet har foreløpig ikke beregnet kostnad for ettermontering på skip med eksisterende anlegg.

Rederiet påpeker at det er en viss usikkerhet knyttet til å få brukt anlegget i havn, deres vurdering er at det gagnar dem når de ligger lokalt. I forhold til en eventuell investering angir miljøingeniøren at rederiets holdning er at det noen ganger må tas noen sjanser og at det handler om å forstå framtiden og handle deretter for å unngå å havne bakpå. Rederiet opplever at det finnes økonomiske gevinster når de ligger lokalt, men rederiet er usikre på hva som er tilfellet ved vanlig drift av fartøy. Miljøingeniøren angir at dette vil være aktuelt å se på for

det enkelte skip og avhengig av hvor det skal operere. Rederiet anser det også som høyaktuelt å samarbeide med charterer hvis charterer skulle ønske dette. Et slikt samarbeid ville gjort det mulig å dele risikoen knyttet til investering.

I følge Rederi A bør kalkylene som danner grunnlaget for installasjonen baseres på drivstoff satt opp mot strømforbruk, men det vil også være aktuelt å se på besparelser ved nedstenging av generatoren uavhengig av dette. Rederiet angir at vedlikeholdskostnader vil kunne reduseres med opp mot 100 kroner per time maskinen er slått av, dette vil øke marginen utover differansen mellom drivstoff og strøm. Dette begrunnes med at det går lengre tid mellom hver service på generatoren, men tidsintervallet vil variere fra fartøy til fartøy. Rederiets vurdering av forbruk i havn er at skipene forbruker mellom 3000 og 8000 kWh avhengig av operasjonene som gjøres. Under intervjuet fikk vi innsikt i forbrukt strøm fra deres hjemnehavn, noe som var nyttig for å kunne danne oss et bilde av besparelsene opp mot drivstoff. Rederi A henviste videre til å se på NO<sub>x</sub>-avgiften og besparelser tilknyttet denne ved kailigge på landstrøm.

#### *5.2.1.3 Rederiets vurdering av insentiver og støtte for miljøtiltak*

Støtte fra virkemiddelapparatet er viktig for Rederi A ved vurdering av investeringer. Rederiet benytter NO<sub>x</sub>-fondet aktivt og forteller om god dialog med fondet. Miljøingeniøren sier følgende om NO<sub>x</sub>-fondet:

*” Dette er jo regimet som gir insentiver til å søke midler for «grønnere skip» ”.*

Rederiet har brukt NO<sub>x</sub>-fondet på flere prosjekter og har fått tilsagn på rundt 100 millioner kroner siden oppstart. Miljøingeniøren viser til NO<sub>x</sub>-fondets støtte på opptil 80 % og henviser til at fondet må ivareta sine forpliktelser opp mot nasjonale reduksjonsmål. Rederiets vurdering av Enova som virkemiddel er at det er usikkerhet knyttet til hvordan de to ordningene komme til å utfylle hverandre. Rederiet ønsker å opprettholde en dialog med Enova, men fokuserer foreløpig på NO<sub>x</sub>-fondet. Miljøingeniøren viste til at markedet ofte er i forkant av virkemiddelapparatet og at apparatet kommer etter hvert. Virkemiddelapparatet legger til grunn visse krav til verifikasjon og rederiet er i følge miljøingeniøren fornøyd med nåværende verifikasjonsmetode;

*«Vi sender inn dokumentasjon og treffer blink noen ganger, mens andre ganger er det litt over eller under. Stort sett er det veldig enkelt når du har en NO<sub>x</sub>-faktor til maskineriet.»*

Rederiet angir at støtte er en viktig del av regnestykket deres og at det er knyttet spenning til hvordan Enova sin konkurransemodell vil kunne fungere. Foreløpig benytter rederiet NOx-fondet, hvor de kan forholde seg til meget enkle utslippskalkuleringer. Rederiet er opptatt av at det må være enkelt å søke for at støtteordningen skal bli tatt i bruk og at apparatet må være tilgjengelig. NOx-fondet får gode skussmål også når det kommer til bruk av tredjepart for verifikasjon. Rederiet blir også fulgt opp av DNV GL, som er verifiserende tredjepart. I følge Rederi A er tilgjengelighet en nøkkelfaktor for suksess da det fører til dialog mellom rederiet og støtteforetak. Et ønske fra rederiet er at Enova benytter seg av en kontinuerlig søknadsprosess, slik som NOx-fondet. Rederiet oppfatter også at Enova muligens legger seg på et mer langsiktig perspektiv i forhold til vurdering av prosjekter og ser for seg at støtte fra Enova er mer rettet mot A til B-trafikk og ikke en uforutsigbar bransje som offshore-bransjen, da rederiene plutselig kan oppleve at fartøyene ikke lenger går i norske farvann.

Under intervjuet stilte vi spørsmål om hvilke virkemidler myndighetene kan benytte for å skape en utløsende effekt for å ta i bruk teknologien. Rederi A foreslo å ta en titt på nettleien og makstariff knyttet til denne og miljøingeniøren kom med følgende utsagn:

*«Får store konsekvenser for lønnsomheten da et fartøy gjerne bare ligger i fire dager og da blir makstariffen en stor del av regnestykket».*

#### *5.2.1.4 Miljøfokus i et utfordrende marked*

Under intervjuet fortalte miljøingeniøren at rederiet opplever at de er nødt til å opprettholde et miljøfokus da kundene er opptatt av dette. Skip med lave utslipp kan være avgjørende for om man vinner en kontrakt i et tøft marked. Videre fortalte rederiet at det ansees som en absolutt nødvendighet å benytte den lave aktiviteten til service og opprustning av skip.

Miljøingeniøren kom med følgende utsagn:

*«Det er nå grunnlaget må legges for når det en gang går oppover. Vi planlegger for når båtene skal på jobb igjen om to eller tre år.»*

Miljøingeniøren påpekte også at det er viktig å følge med på kravene som settes fra myndighetene, da det ikke er sikkert at disse forblir uforandret tre år fram i tid. Rederi A følger også utviklingen på landstrøm nøye og vurderer fortløpende om det er lønnsomt å gå inn med kjøp av egne anlegg.

## 5.2.2 Funn fra intervju med Rederi B

### 5.2.2.1 Bedriftens miljøstrategi

Hos Rederi B ble intervjuet foretatt med leder for miljøprogrammet. Rederi B har en helhetlig målsetning om minst mulig innvirkning på miljøet totalt. Dette vil de i følge lederen for miljøprogrammet oppnå gjennom fokus på drivstoffeffektive fartøy og sikkerhet ombord. I følge Rederi B er fokus på effektive operasjoner viktig for at dette målet skal kunne nås. Selskapet anser sin miljøstrategi som en viktig faktor for å ivareta miljøhensyn, men også for å ivareta omdømmehensyn og konkurransehensyn. Beslutninger knyttet til miljøinvesteringer skjer fra ledelsens side, og lederen for miljøprogrammet påpeker at:

*«Det er veldig vanskelig å dokumentere at rederiet får dekket sine ekstrainvesteringer for at det skal drive mer miljøvennlig»*

Under intervjuet kom det frem at det er svært varierende betalingsvilje hos kunden, men at det er kostnad per dag per båt som gjelder og at dette er knyttet til lavt drivstofforbruk. Eventuelle ekstra besparelser kan komme gjennom å benytte katalysatorer som fører til mindre NOx-utslipp og igjen mindre avgifter.

### 5.2.2.2 Rederiets tanker vedrørende landstrøm

Bedriften har tre fartøy som kan ta strøm fra land, men disse ble levert før standarden ISO/PAS 80005-3 ble fastsatt. Disse fartøyene har en fleksibel tilkobling og kan ta strøm fra anlegget i Bergen hvis de settes opp med den rette pluggen. Dette vil medføre en ekstra investeringskostnad, men dette er foreløpig ikke regnet på da skipene ikke går i trafikk i området. Slik rederiet ser an markedet nå med flere fartøy i opplag, ansees landstrøm etter satt standard som en spekulativ investering og er i følge Rederi B ikke på agendaen før markedssituasjonen igjen er på et bærekraftig nivå, rent drift teknisk. En slik investering må sees opp mot hvor fartøyet er i trafikk og leder for miljøprogrammet kommer med følgende utsagn:

*«Ved en normalsituasjon ville vi vurdert en installasjon på fartøy som er i regelmessig trafikk».*

På spørsmål om det kan tas ut økonomiske gevinster ved installasjon av et anlegg fortalte lederen for miljøprogrammet at rederiet ikke kan se noen mulig profitt. Rederi B henviser til at om de i en normalsituasjon skulle vurdert landstrømtilkobling på x antall skip så ville det

blitt begrenset av tilgjengelige tilkoblingspunkt. Med et foreløpig antall uttak på et anlegg, ville det blitt så lite benyttet at eventuelle besparelser per driftstime og kWh generert, ikke ville kunne tilbakebetalt investeringskostnaden. Om rederiet da skulle tatt i bruk løsningen, ville det vært et rent miljømessig tiltak for å redusere utslippene i Bergen Havn. I forhold til innsatsfaktorer på båtene kan rederiet fortelle at dersom fartøyene er på langtidskontrakt så bunkrer rederiet der kunden ber dem om å bunkre, dette avhenger av hvor de går i trafikk. Rederi B forholder seg altså til lokal drivstoffpris på MGO og også til NO<sub>x</sub>-fondets avgift på utslipp per kg utslipp. Vårt intervjuobjekt fortalte at det ikke var utarbeidete kalkyler på liter/kWh. Rederi B regner med en fartstid på 20 til 30 år per fartøy, avhengig av fartøyets aktivitet.

### *5.2.2.3 Rederiets vurdering av insentiver og støtte for miljøtiltak*

Rederi B vurderer insentiver og støtte for miljøtiltak fortløpende. Bedriften er medlem av NO<sub>x</sub>-fondet og søker om støtte til tiltak som faller innenfor rammene av fondet. Dette kan være katalysatorer og landstrømanlegg. Leder for miljøprogrammet i Rederi B henviste til muligheten for å få dekket opptil 80 % av merinvesteringer, men understreket at dette er betinget av operasjoner i norske farvann:

«Ofte bygges det fartøy som opererer utenfor norsk sokkel og at det ikke blir innvilget støtte til slike fartøy».

I følge leder for miljøprogrammet er Enova sin ordning fremdeles ny informasjon som må sjekkes, men dette oppleves som mer rettet mot kystfrakt og ferger enn offshorebransjen. Han kommenterte videre at rammene er mindre for støtte grunnet statsstøttereguleringen regulert av ESA.

Under intervjuet kom det frem at et eventuelt samarbeid med charterer kan være mulig for fartøy med langtidskontrakt. Men Rederi B anser ikke dette som aktuelt på fartøy som opererer i spotmarkedet med sporadiske kontrakter på mindre enn 30 dager. Et slikt samarbeid måtte blitt initiert av charterer da det er de som betaler brennolje. Lederen for miljøprogrammet kom med følgende sitat vedrørende dette:

«Hvis det er de som skal ligge på landstrøm er det også naturlig at det er de som plukker opp besparelsene tilknyttet landligge i Bergen Havn».



I følge Rederi B kunne dette fungert i praksis ved at charterer kommer med forespørsel til rederiet om kostnad for å installere anlegg ombord, hvorpå rederiet vil se på x antall kroner ekstrakostnad som charterer vil måtte betale for den resterende kontraktstiden. Dette vil medføre at rederiet vil få tilbake investeringen og charterer vil forhåpentligvis se besparelser knyttet til drivstoff og kaivederlag.

Når det gjelder leverandører av slike anlegg har Rederi B vært ute hos installatører for å danne en oversikt over kostnader knyttet til forskjellige skipsdesign. Leder for miljøprogrammet nevnte under intervjuet at det er naturlig å gå til installatøren som hadde det opprinnelige ansvaret for elektroinstallasjon.

#### *5.2.2.4 Miljøfokus i et utfordrende marked*

Rederi B nevner markedsforholdene og at det ikke er rom for usikker pengebruk og at det for øyeblikket er snakk om å overleve og etter hvert drive bærekraftig. En eventuell investering i landstrømanlegg vil i følge Rederi B skje gjennom forespørsel fra charterer med et fartøy under kontrakt. Leder for miljøprogrammet påpeker at bransjen er nede i en bølgedal og at det ville være mer aktuelt å vurdere landstrøm i en normalsituasjon for fartøy som er i fast trafikk. En løsning som i følge Rederi B kunne vært interessant, er om Enova hadde forpliktet seg til et kontantinnskudd for investeringen, noe som ville minsket usikkerheten knyttet til investeringen. Da ville skipene måtte forpliktet seg til å ta i bruk anlegget ved anløp til havn.

### **5.2.3 Funn fra intervju med Rederi C**

#### *5.2.3.1 Bedriftens miljøstrategi*

Intervjuet hos Rederi C ble gjort med leder for miljøprogrammet. Han fortalte at rederiet har tatt tak i det de anser som det mest signifikante miljøaspektet; hvordan redusere drivstofforbruk. Rederiet jobber konkret med design og spesifiserte linjer knyttet til den driften det enkelte fartøyet skal foreta seg. Dette er rederiets satsningsområde for miljøavtrykk og total reduksjon de siste fem år ble oppgitt til hele 30 % sammenliknet med tidligere tall på flåtens forbruk. Reduksjonen tilskrives fokus over hele linjen, fra skipsdesign til bevisstgjørelse av personell. Leder for miljøinnsatsingen fortalte videre at hele rederiet er involvert i prosessen rundt miljøinvesteringer, men at selve beslutningen blir fattet av ledelsen. Intervjuobjektet redegjorde kort for forholdet mellom rederiet som eier og kundens krav til fartøyet. I følge Rederi C setter kunden krav til fartøyene, mens rederiene tar de operative beslutningene i forhold til investering på skip. I forhold til skipenes bruk av

miljøindeks blir ESI benyttet aktivt i selskapet. Leder for miljøprogrammet kom med følgende utdypning:

*«Rederiets kapteiner har fått melding om at ESI-registreringen til fartøyet skal benyttes uavhengig av havn, slik at ESI kan bli noe alle havnene tar i bruk».*

Under intervjuet kom det frem at ESI-rabattene er noe som settes pris på da disse ansees som en anerkjennelse av rederiets tidlige satsing på miljøvennlige fartøy. Ettersom selskapet var tidlig ute med drivstoffeffektive skip har ikke ESI vært insentiverende for Rederi C. Selskapet har heller vært motivert av målet om å kunne levere effektive skip. Leder for miljøprogrammet fortalte at de har skip som ligger og vipper mot grensen på 50 poeng på ESI og at rederiet vil vurdere tiltak som gjør at grensen blir brutt. Et av tiltakene er landstrømanlegg etter den nye standarden, men rederiet opplever det som et paradoks at en vil få rabattene tilknyttet losberedskapsavgiften og havneavgiften uavhengig om valgt tiltak er landstrøm eller ikke. Rederi C er opptatt av at ESI for øyeblikket gir rom for å rapportere inn mye forskjellig og stiller spørsmål til om alt er innrapportert korrekt. I tillegg ble det under intervjuet nevnt at slik ESI og landstrøm er lagt opp, får en poeng hvis LS er lagt opp til å støttet normale losoperasjoner, noe som ikke er selvsagt for alle fartøyene. Leder for miljøprogrammet fortalte videre at det er blandete følelser rundt det å bruke miljøprofil som en måte å differensiere seg på i markedet. Rederiet mener at det ikke vil være mulig å få igjen investeringene knyttet til miljøvennlige skip og opplever ikke en ekstra betalingsvillighet knyttet til miljøprofil, da det er såpass mange kvalifiserte fartøy. Leder for miljøprogrammet kom med følgende sitat:

*«Det ikke er selvsagt at de som strekker seg lenger vil få det igjen i form av bedre kontrakter»*

#### *5.2.3.2 Rederiets tanker vedrørende landstrøm*

Rederiet viste til at skipene er bygget for å jobbe på havet og ikke for å ligge til kai samt at markedet er inne i en spesiell situasjon for dagen, da det er mange fartøy til kai. Dette medfører at det for øyeblikket er et behov for landstrøm og at dette kunne spart havnen for mye utslipp. Videre kom det frem at hvis båtene opererer slik de laget for, så skal det ikke være nødvendig med landstrøm for fartøyene i Bergen. Leder for miljøprogrammet fortalte videre at det ville vært mer nærliggende å installere slike anlegg der fartøyene har sin operasjonelle drift, som for eksempel på CCB-basen eller på Mongstad. Per nå har ikke rederiet landstrøm etter den standarden som ville gitt poeng i ESI-systemet, kun for tilkobling

i forbindelse med opplag og en vil ikke kunne kjøre normal drift på denne. I forhold til å ta i bruk standarden har rederiet vedtatt at skal installeres på nybygg. Ettermontering har også vært oppe til diskusjon, men det er vedtatt av ledelsen i Rederi C at dette ikke følges opp på nåværende tidspunkt. Rederiet anser en usikkerhet tilknyttet å få tatt i bruk anleggene og sier at dette ikke er målet, at skipene skal være operative og besparelsene skal komme i form av denne typen aktivitet. Lederen for miljøprogrammet hos Rederi C minnet videre om at nybygg vil inneha løsningen og at installasjon også er billigere på nybygg. I forhold til økonomiske besparelser anser ikke Rederi C at det er noen gevinst å hente ut. Intervjuobjektet viser til at skipene som nå står i opplag kan gjøre dette uten tilpasninger og at de tre fartøyene som har lagt i opplag de siste to månedene kun har brukt 108 000 kWh og at det tilsvarer et forbruk på 10,8 kubikkmeter brennolje. Et normalt forbruk av diesel vil være en til tre m<sup>3</sup> og dette vil variere med bruk av kran og pumper. Hos Rederi C forgår bunkring der kunden har operasjonell aktivitet og prisen variere etter lokasjon. Når båtene ligger uten oppdrag vil Rederi C stå for bunkringskostnad selv. Selskapet har foretatt egne beregninger på kostnad per kWh og vedlikeholdskostnader. Lederen for miljøprogrammet vil ikke gå ut med detaljer, men vurderer på direkte spørsmål besparelsen til 100 NOK på vedlikehold per time og beskriver dette som mye. Når det kommer til levetid på skipene budsjetterer Rederi C med 20 års drift av skipene, men vedlikeholder disse slik at det vil være en restverdi etter 20 år.

#### *5.2.3.3 Rederiets vurdering av insentiver og støtte for miljøtiltak*

Rederi C er medlem av NOx-fondet og legger deres støtte til grunn for hvert utslippsreducerende tiltak. Rederiet opplever dialogen med fondet oppleves som fruktbar og mener at fondet har hatt en utløsende effekt på at bransjen har tatt i bruk «grønnere teknologier». Fondet har blant annet kommet til Rederi C og presentert nye løsninger. Lederen for miljøprogrammet mener at samarbeidet opp mot verifiserende selskap som har foretatt målinger, har fungert bra. I forhold til Enova sin løsning har selskapet foreløpig ikke gjennomgått denne og beskriver dette fremdeles som ny informasjon. Teknologifokuset ble under intervjuet beskrevet som mer rettet mot katalysatorer enn mot landstrøm. Intervjuobjektet ga en utdypet vurdering av miljøbesparelsene på landstrømanlegg og henviste til at reduserte utslipp kan estimeres til å være på 60 %, da 40 % av energien som er levert med landstrøm er produsert av hydrokarboner. Lederen for miljøprogrammet fortalte videre at deres fartøy renser 90 % av NOx gjennom katalysatorer.

Rederi C har hatt gode erfaringer når det kommer til samarbeid med kunde i forbindelse med to LNG-fartøy. I denne forbindelse hadde rederiet en merkostnad på 40 millioner kroner i

2012 og har vurdert å sette batteripakker på disse og gjennomfører nå tester på det ene fartøyet. Rederi C samarbeider også tett med leverandører i forhold til stadig forbedring av fartøyene.

#### *5.2.3.4 Miljøfokus i et utfordrende marked*

Rederi C sin strategi har forblitt den samme ettersom den går på å være drivstoffeffektive. Fokuset har blitt opprettholdt på både tekniske og operative tiltak. Rederiet er også opptatt av å holde seg oppdatert på den kontinuerlige utviklingen av teknologien og implementere den fortløpende i nybygg. Lederen for miljøprogrammet kom med følgende utsagn:

*«Den lave aktiviteten går med på å drive vedlikehold på båtene og holder seg unna investeringskostnader i lavkonjunktur».*

Under intervjuet kom der frem at rederiet er opptatt av å bruke penger riktig grunnet lav kontantstrøm og kapitalbeholdning. Miljøtiltak som kan generere en positiv kontantstrøm i form av ekstra besparelser vil alltid bli vurdert.

### **5.3 Investeringsbeslutningen – BOH**

En vurdering av forretningsmodellen til Bergen Havn er omfattende da en må se på faktisk realiserte gevinster opp mot et landstrømanlegg. Fra intervju med pilotanleggets prosjektleder vet vi at målet ikke er å skape profitt gjennom å tilby landstrøm. Anleggets formål er derimot å drive bærekraftig, noe som innebærer at anlegget skal kunne bære sine egne driftskostnader og at gevinstene vil komme i form av en mer miljøvennlig og attraktiv havn. Bergen Havn sitt fokus vil ligge i energibesparelse (Husby, 2015).

#### **5.3.1 Energiforbruk i havn**

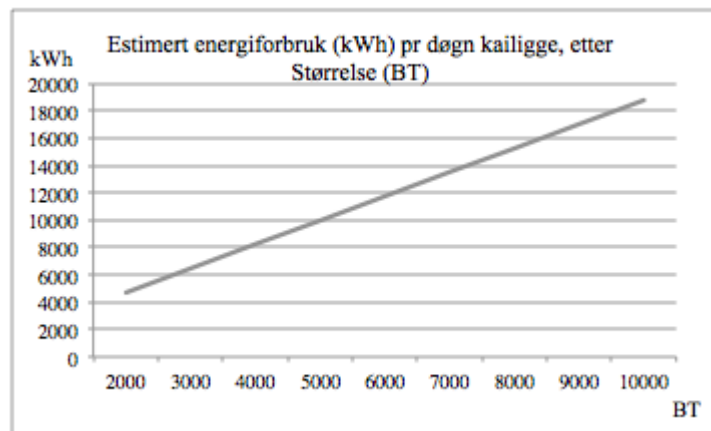
I 2014 hadde Bergen Havn 1377 anløp fra offshorefartøy. Disse er definert av CNSS som klasse 9, og hadde i 2014 en gjennomsnittlig liggetid på 2,44 døgn, noe som gir en total liggetid på 3371,1 døgn. CNSS<sup>6</sup> har utført en undersøkelse som sammenligner skipets størrelse opp mot forbrukt drivstoff ved havneligge (Clean North Sea Shipping, 2014). De kom fram til at det kan estimeres en lineær sammenheng mellom skipets størrelse og energiforbruk, som vist i Figur 9. Disse tallene er implementert i vårt datasett, hvor vi kom fram til at samlet energiforbruk i havnen for 2014 kom på over 40 millioner kWh<sup>7</sup>. Da denne

---

<sup>6</sup> CNSS – International survey of fuel consumption of seagoing ships at birth

<sup>7</sup> 40 237 387 kWh

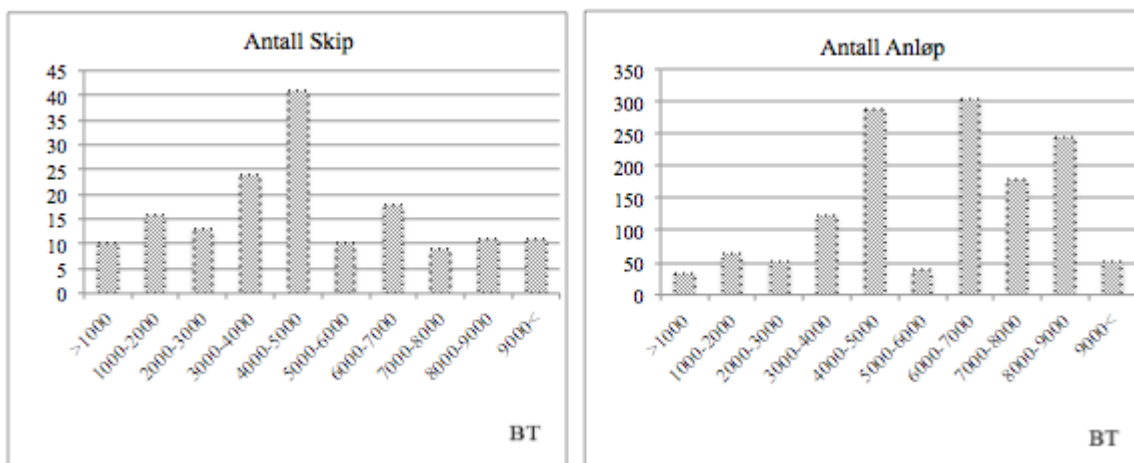
energien har blitt generert nesten utelukkende fra generatorer som går på MGO, fører dette med seg store utslipp.



Figur 10 - Estimert energiforbruk kWh per døgn etter BT

### 5.3.2 Standardskip

På bakgrunn av anløpshistorikken har vi valgt å definere et ”standardskip”. Som illustrert i Figur 10 er det variasjoner i størrelsen på offshoreskipene som anløper havnen. Det minste klassifiserte offshoreskipet er her under 300 BT og det største er over 20 000BT.



Figur 11 - Antall skip og anløp fordelt på BT

For vårt standardskip har vi valgt å se bort fra fartøy som er mindre enn 1500BT og større enn 9000BT. Dette gir oss et gjennomsnittskip på 6000BT<sup>8,9</sup>.

Vi antar at det vil være mulig for et fartøy mindre enn 1500BT å ligge på lavere spenning, gitt

<sup>8</sup> Standardavvik 1800BT

<sup>9</sup> Hadde vi valgt å ta med hele utvalget ville gjennomsnittet blitt tilnærmet det samme, bare med et større standardavvik.

at fartøyet opererer på 50 Hz. Dette innebærer dermed at fartøyet ikke vil ha behov for å benytte anlegget på Skoltekaaien. I tillegg vil en investering på 500 000 NOK, ikke gi særlig store økonomiske besparelser for reder, da forbruket på et slikt skip er mindre. For et skip større enn 9000BT vil, ifølge våre beregninger, anlegget på Skoltekaaien ha problemer med å levere tilstrekkelig strøm.

Investering i landstrømanlegg er kostbart, både for landsiden og for fartøysiden. Da det per desember 2015 kun er et aktivt landstrømanlegg for lavspent etter den verifiserte standarden ISO/PAS 80005-3, vil det være naturlig å anta at det kun vil være aktuelt å foreta en investering for fartøy som frekventerer Bergen regelmessig. For at det skal være en god investering for fartøyene, vil det være naturlig å anta et behov for minimum fem anløp til Bergen Havn i året. I 2014 var det 162 fartøy i klasse 9 som anløp havnen. Av disse var det 66 fartøy som hadde flere anløp enn fem anløp. Disse fartøyene stod for 86 % av alle anløpene, og hadde en liggetid på over 97 % av total liggetid. Dette tilsvarer over 24 dager i havn<sup>10</sup> og et gjennomsnittlig antall anløp lik 18, per fartøy.

Skipene vil ha behov for elektrisitet for å opprettholde hoteldrift for mannskap ombord, dette innebærer elektrisitet, matlaging, lys, ventilasjon og varme, samt drift av interne systemer. Da generatorene ombord på fartøyene er overdimensjonert for å kunne takle kortere spenningshopp, vil fartøyene produsere om lag 40 %<sup>11</sup> mer elektrisitet enn de vil ha bruk for. Ved bruk av landstrøm vil fartøyene kun konsumere den elektrisiteten som det er behov for. Dette gjør, teoretisk sett, at forbruket i havn vil kunne reduseres med 40 %. Dette kommer i tillegg til at fartøyet sine interne generator kun klarer å hente ut 30-40 % av den potensielle energien i en liter drivstoff.

Ut i fra CNSS sine tall vil vi da kunne regne med at vårt standardskip på 6000 BT vil forbruke 11 712 kWh pr døgn. Dette tilsvarer en konstant snitteffekt på 488kW. Ved landligge vil skipet forbruke omlag 60 % av dette, noe som tilsvarer 7020 kWh, og en snitteffekt på 292,5 kW. Som nevnt i avsnitt 4.2.1 *Drivstoff*, velger vi å benytte en SFOC på 200 g/kWh, ved beregninger av drivstoffeffektivitet. For å kunne vise til effekten av økt ESI-score ved

---

<sup>10</sup> Dette er sett bort fra anløp til private havner og til Mongstad

<sup>11</sup> Vi har observert at bransjen opererer med svært forskjellige tall (25 % - 50 %). Vi anser vårt anslag som konservativt i forhold til observerte data på pilotanlegget, som viste 47 % forskjell.

landstrøm<sup>12,13</sup>, har vi valgt å gi vårt eksempelskip en ESI-score på 47,6. Dette er det samme som for flere av skipene i vårt utvalg.

### 5.3.3 Utslippsreduksjon ved overgang til landstrøm

Ved bruk av interne generatorer til produksjon av elektrisitet, forbrennes det fossilt brennstoff som vil resultere i klimagassutslipp<sup>14</sup>. Ved overgang fra interne generatorer til landstrøm vil det være mulig å redusere de totale utslippene betraktelig. Hvor mye utslippene kan reduseres på globalt nivå, vil avhenge av hvor elektrisiteten stammer fra. Norge har store mengder med potensiell vannkraft, som har et utslipp tilnærmet lik 0 (World Port Climate Initiative, 2010). Da Norge er tilknyttet utlandets distribusjonsnett og både er importør og eksportør av elektrisitet, tilsier dette likevel at Norge ikke utelukkende er konsument av utslippsfri elektrisitet.

Ifølge Civitas<sup>15</sup> er det derfor en viss uenighet i fagmiljøene om hva som er riktig å regne som korrekt utslippsmengde ved forbruk av strøm i Norge. Vi har derfor på bakgrunn av tall fra Civitas kommet fram til tre forskjellige utslippsmål, på bakgrunn av hvor elektrisiteten produseres. Norsk mix er her den reneste elektrisiteten, grunnet store mengder vannkraft. Nordisk miks er hakket mer ”skitten”, mens OECD Europa-miksen er den mest urene. Figur 11 viser tallene i detalj.

#### Utslipp - kg/mWH

Strømløseleverandør	Co2 ekv	Nox	SO2	HC	PM10
Fartøy	634,6	11	0,4	0,91	0,42
OECD - Europa miks	402,88	0,40	0,52	0,02	0,03
Nordisk miks	238,16	0,23	0,31	0,01	0,02
Norsk miks	5,21	0,00	0,00	0,00	0,00

Utslippsbesparelser - %

Strømløseleverandør	Co2 ekv	Nox	SO2	HC	PM10
OECD - Europa miks	36,51%	96,37%	-30,12%	97,56%	91,82%
Nordisk mix	62,47%	97,89%	22,48%	98,54%	95,25%
Norsk mix	99,18%	99,97%	100,00%	100,00%	100,00%

Figur 12- Oversikt over utslipp fra forskjellige kraftmikser

<sup>12</sup> Så fremt landstrømkravet til ESI endres, eller at BOH velger å gi økt ESI score selv om ikke fartøyene og anlegget oppfyller de offisielle kravene.

<sup>13</sup> Redusert havn og losavgift.

<sup>14</sup> Utslippsmengde baserer seg på beregninger gjort av CNSS

<sup>15</sup> Utslippsberegninger og oppsett baserer seg på CIVITAS' (Eivind, Lea, & Gillebo, 2008) rapport ”Miljøregnskap for landstrømanlegg i Oslo havn”.

Forskjellene i utslippseffektivitet er vist i tabellen over, både som kilo utslipp pr. MWh og som en prosentsats i forhold til fartøy. Det er verdt å merke seg at det er mer svovelutslipp ved OECD Europa-miksen, enn det vil være ved å produsere internt på fartøyet. Dette kommer av at svovelinholdet i drivstoff i Norge allerede er veldig lavt, mens OECD-miksen inneholder en del kullkraft, som har et relativt høyt svovelutslipp.

Det er altså lett å se at uansett hvilket utslippsnivå man anser som korrekt ved bruk av strøm fra land, vil det være store miljømessige gevinster.

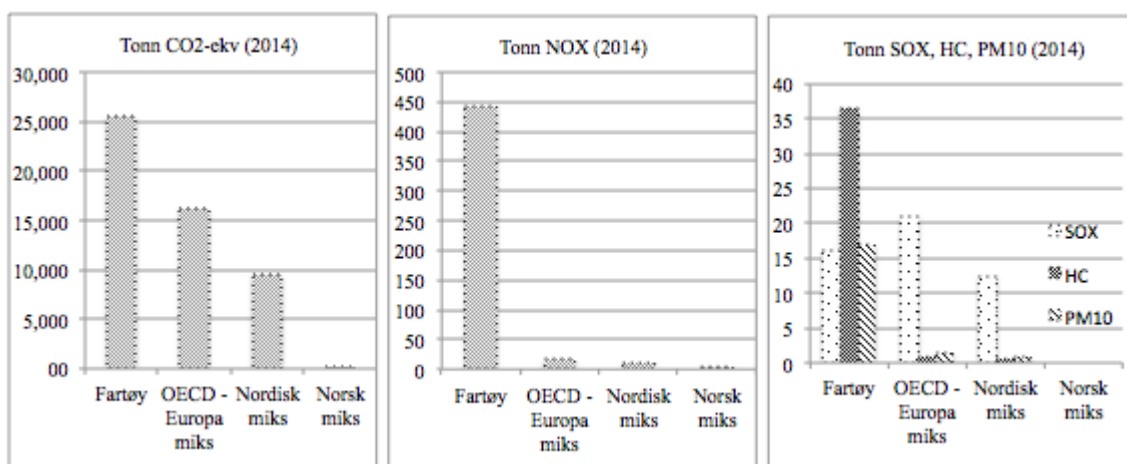
Ved å bruke disse anslagene på det estimerte totale energiforbruket i havn for 2014, vil forskjellen bli enda mer slående. Dette er vist grafisk i Figur 12.

### Estimert utslipp 2014 (Tonn)

( v. 40237,4 mWh)

Strømlleverandør	Co2 ekv	Nox	SO2	HC	PM10
Fartøy	25534,6	442,6	16,1	36,6	16,9
OECD - Europa miks	16210,92	16,05	20,95	0,89	1,38
Nordisk miks	9583,03	9,36	12,48	0,53	0,8
Norsk miks	209,49	0,13	0	0	0

Tabell 5 - Estimert utslipp - fartøy satt opp mot kraftmiks



Figur 13- Grafisk framstilling av estimert utslipp - fartøy satt opp mot kraftmiks

Gjennom offshoreskipenes hotelldrift forekommer det et betydelig utslipp i den bynære havnen. På bakgrunn av det totale estimerte energiforbruket ved kai for 2014, hadde skipene et totalutslipp på 442 tonn NOx og tilnærmet 17 tonn PM10, som begge kan være helseskadelige. Vi ser at det slippes ut relativt lite SOx, grunnet det reduserte innholdet av



svovel i drivstoff på bakgrunn av krav stilt i den internasjonale konvensjonen for utslippsreduksjon fra skip (Szepes, 2013).

Det finnes flere tiltak som kan gjøres for å redusere utslipp i havn, men landstrøm er den teknologien som har størst potensiale for å kunne sørge for mest reduksjon. Produksjon av elektrisitet fra vannkraftanlegg er fri for utslipp og teknologien er i tillegg til å være miljøvennlig, også energibesparende, noe som ikke er tilfelle for renseteknologi<sup>16</sup>

Det er altså snakk om store mengder potensielt redusert utslipp for miljøet. Men det er ikke bare utslippsmengder i tonn og kilo som er viktig å ta med i beregningen, men også hvor utslippene forekommer. Selv om utslippene fra et kullkraftverk samlet sett kan være like ille som ved produksjon med interne generatorer, vil ikke den helsemessige konsekvensen være den samme da utslippenes lokasjon har stor innvirkning på kostnadene. Av den grunn kan man si at det viktigste er ikke om utslippet reduseres, men at utslippet i sentrum minimeres. Om dette igjen fører til en reduksjon av utslipp samlet sett, vil dette være en bonus.

### 5.3.4 Miljøkostnader og miljøregnskap

Vi har så langt kun sett på utslipp som målbare mengder. Men forskning viser at utslippene vil kunne påføre samfunnet vesentlige kostnader, spesielt hvis utslippet foregår i tett befolkede områder.

Forskning utført av Statens Forurensningstilsyn i 2005 kom frem til et øvre og et nedre estimat for hvordan verdsette gevinst av redusert utslipp (SFT, 2005). Øvre estimat verdsettes delvis ved hjelp av skadekostnaden, og delvis ved å se på et langsiktig prisnivå på utslippskvoter og tiltakskostnader. Tiltakskostnaden skal anvendes som et nedre estimat, og skadekostnaden som et øvre estimat hvis denne er høyere enn tiltakskostnaden (Lea, Gillebo, & Selvig, 2008). ”Rundt både nedre og øvre estimat vil det være usikkerhet” (SFT, 2005).

Kostnadene har blitt justert i forhold til konsumprisindeks (2005 – 2014).

#### Miljøkostnader Havn 2014 - Kr/Tonn

Estimat	CO2 - ekv	Nox	SO2	HC	PM10
Øvre estimat	NOK 476	NOK 53 505	NOK 154 570	-	NOK 3 329 200
Nedre estimat	NOK 238	NOK 29 725	NOK 19 024	-	NOK 713 400

<sup>16</sup> Scrubber teknologi, Selective Catalytic Reduction (SCR), Liquefied Natural Gas, (LNG), Direct Water Injection (DWI), Fuel Water emulsion Injection (FWI), Humid Air Motor (HAM).

Tabell 6 - Estimerte miljøkostnader i havn 2014

NOx og partikler er kjent for å være helseskadelig for mennesker. Kostnaden kan her beregnes som verdien av et statistisk liv, uavhengig av hvor mange leveår som går tapt og helsetilstand før dødsfall (SFT, 2005). SO2 gjør skade på grunn av sur nedbør som fører til materialkorrosjon, eiendomsforringelse, tapt fortjeneste på fiske og jakt samt avlingstap. CO2 er som nevnt, ikke skadelig for mennesker og prisen settes på bakgrunn av omsettbare kvoter<sup>17</sup>.

Ved å ta for oss miljøgevinstene gjennom redusert forurensningen som forekommer i Bergen, tar vi nok en gang for oss det tidligere anvendte standardskipet og utslippsbesparelsene ved å bruke landstrøm, som vist i Tabell 7. Vi antar da at det befinner seg et standardfartøy i havn 24 timer i døgnet i 365 dager og som har et forbruk på 11 712 kWh/døgn. Vi antar at skipet bruker anlegget henholdsvis 30 %, 50 % og 100 % av tiden. Da det foreligger stor usikkerhet rundt de faktiske kostnadene vil vi sette opp både et øvre og et nedre kostnadsestimat. Vi velger altså først å se på den kostnadmessige gevinsten for Bergen, for deretter å se på den globale miljøbesparelsen ved at utslippet flyttes et annet sted enn sentrum.

		Miljøgevinst Bergen (MNOK)				
		(v. 4275mWh, 6000BT)				
Høy miljøkost		CO2 - ekv	Nox	SO2	PM10	SUM
<b>Utnyttelsesgrad</b>						
30%	(1282 mWh)	0,39	0,75	0,08	1,79	<b>3,01</b>
50%	(2190 mWh)	0,64	1,26	0,13	2,99	<b>5,02</b>
100%	(4275 mWh)	1,29	2,51	0,26	5,97	<b>10,04</b>
Lav miljøkost						
30%	(1282 mWh)	0,19	0,42	0,01	0,38	<b>1,01</b>
50%	(2190 mWh)	0,32	0,70	0,02	0,64	<b>1,68</b>
100%	(4275 mWh)	0,64	1,40	0,03	1,28	<b>3,35</b>

Tabell 7- Miljøgevinst Bergen

Av tabellen ser vi at det er snakk om store miljøkostnader, spesielt for kostnadene forbundet med partikkelutslipp og NOx. Ved 100 % bruk av det eksisterende anlegget og høy miljøkostnad, vil miljøgevinsten for Bergen Havn forløpe seg til nærmere 10 millioner NOK i året. Ved lav miljøkostnad og 100 % bruk av anlegget vil miljøkostnaden også være betydelig, tilnærmet 3,6 millioner NOK.

<sup>17</sup> Da ikke SFT oppgir noen pris på HC og vi ønsker å være konsistent i kildebruken på kostnaden ved å benytte deres tall, velger vi å vise benevnelsen i tabellen, men beregner ikke en kostnad på denne.

Som nevnt i avsnitt 5.3.2 *Standardskip*, antar vi at skipet som benytter landstrøm har et kraftbehov som er 60 % av 11 712 kWh/døgn, noe som tilsvarer 7 027kWh, grunnet overdimensjonerte havnegeneratorer. Det vil si at miljøkostnaden for å generere de 60 % vil avhenge av hvilken kraftmiks som benyttes i produksjonen. Miljøbesparelsen globalt vil da være miljøkostnaden for 11 712 kWh generert med havnegenerator, minus miljøkostnadene knyttet til å produsere 7 027 kWh/døgn for levering gjennom kraftnettet.

Hvis vi skal ta høyde for hvor elektrisiteten har blitt produsert, for å få frem den globale miljøgevinsten, ser vi at den er tilnærmet like stor som gevinsten for Bergen sentrum med norsk miks. For enkelthets skyld har vi bare tatt for oss et scenario, med høy miljøkostnad og 100 % utnyttelse av anlegget. Tabell 8 tar for seg global miljøvinst avhengig av kraftmiks.

#### Global miljøgevinst (MNOK)

(v. 0,6x4275mWh, 6000BT)

Høy miljøkost Utnyttelsesgrad - 100%	CO2 - ekv	Nox	SO2	PM10	SUM
OECD - Europa miks	0,19	0,97	-0,03	2,20	3,32
Nordisk miks	0,32	0,99	0,02	2,27	3,60
Norsk miks	0,51	1,01	0,11	2,39	4,01

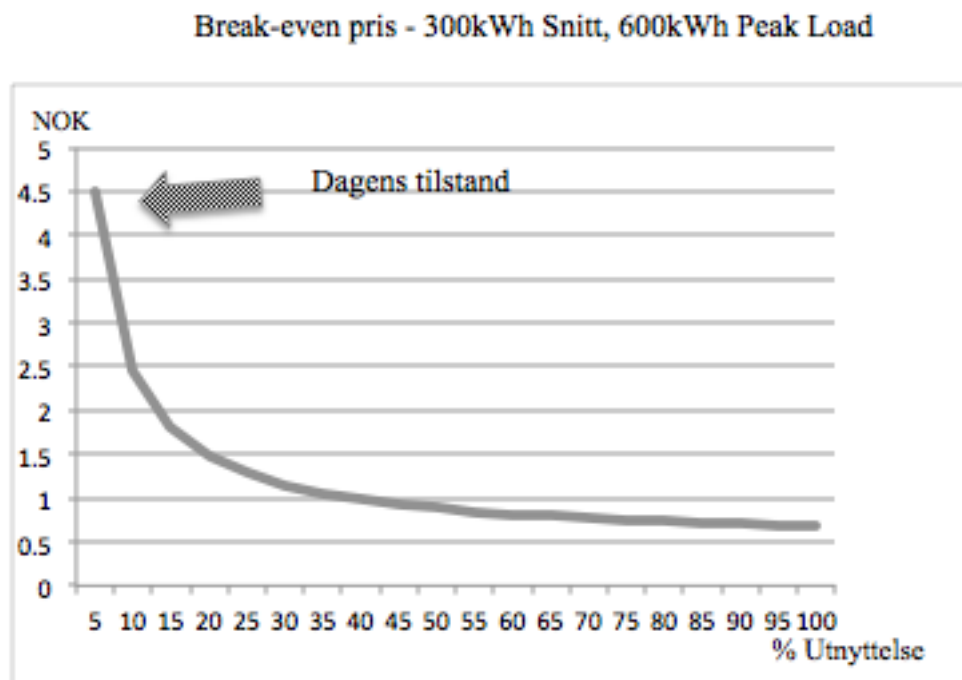
Tabell 8 - Globalmiljøvinst

Det er viktig å påpeke at kostnadsdataene er hentet på bakgrunn av forskning foretatt i 2005, så det kan ha skjedd kostnadsmessige endringer

Det er viktig å påpeke at kostnadsdataene er hentet fra forskning foretatt i 2005, og det kan dermed ha skjedd kostnadsmessige endringer.

#### 5.3.5 Fullstendig kalkyle

Hvis vi skal ta for oss et øyeblikksbilde av tilstanden i Bergen Havn, så er det slik at anlegget blir brukt under 40 timer i måneden, og totalt under 480 timer i året. Dette tilsvarer en utnyttelsesgrad på under 5,5 %. Gitt denne utnyttelsesgraden og forbruket til standardskipet på 6000BT, som har en snitteffekt på 292,5 kWh og peak-load/effektledd på 600kWh, vil det gi en break-even pris på 4,1 NOK. Ved en strømpris til fartøy på 1.- NOK vil det påføre Bergen Havn, og dermed Bergen Kommune, et tap estimert til 446 331 NOK i året.



Figur 14 - Break-even pris ved 292,5 kWh og 600 kWh (vedlegg 9.4, driftskostnader ved anlegget)

Det vil derfor være svært gunstig om flere begynte å bruke anlegget. Å sette opp prisen vil ikke være et godt alternativ, spesielt ikke med en så lav oljepris som vi ser i markedet i dag. Gitt dagens situasjon er landstrøm altså ikke priset slik at havnen vil få dekket sine vedlikeholdskostnader, når BKK sin oppgitte pris for levert kraft legges til grunn (BKK, 2015). Det å sette opp prisen vil foreløpig ikke være noe alternativ, da løsningen må kunne lønne seg for kundene.

#### 5.3.5.1 Vurdering av investeringens netto nåverdi

Bergen og Omland Havnevesen har som ambisjon å ha tilstrekkelig inntekter på landstrømanlegget, slik at de får dekket vedlikehold og drift av anlegget. De har per dags dato satt en pris på 1 NOK eks. mva per kWh. Årlige kostnader ved anlegget forløper seg til 50 000 NOK. Havnevesenet vil også måtte sette av penger til en oppdatering av utstyret i år 8. Utstyret har i følge samtale med Apply TB, en levetid på rundt 20 år, men Bergen og Omland Havnevesen har valgt å avskrive anlegget over 15 år (Kvamme, 2015).

Nåverdien av fremtidige drift og vedlikeholdskostnader har blitt beregnet til 587 070 NOK over 15 år. Det har blitt benyttet en rente på 6,6 %. For at Bergen og Omland Havnevesen skal kunne få dekket sine kostnader vil de måtte ha en årlig inntekt på 69 776 NOK fra anlegget. Anlegget vil i tillegg ha et energitap på 25 kW, som må tas med i prisberegningen.

BOH har antatt en brukstid på anlegget på rundt 35 % det første året, for så å ha en vekst på 10 % i året fram mot år 5, hvor de forventer at brukstiden vil ligge på rundt 50 %. Hvis vi da antar at det ikke er noen overlappingstid vil dette medføre 8 760 potensielle inntektsgivende timer i året (BOH, 2015a).

Dette vil gi et overskudd på over 265 000 NOK årlig, gitt dagens situasjon med 1NOK/ kWh. Noe som gjør at BOH vil kunne redusere strømprisen vesentlig under dagens nivå på 1 NOK. Dette vil gjøre landstrøm til et enda mer attraktivt tilbud for fartøyene. Break even-pris gitt 35 % utnyttelse er 1,05 NOK/kWh, denne prisen vil være synkende med antall brukere av anlegget på grunn av fastleddet og effektleddet. Effektleddet er beregnet på bakgrunn av makseffekt per måned (Peak-Load). Denne kostnaden vil fordeles utover ettersom flere kWh forbrukes. For eksempel vil effektleddet i snitt være 28 425 NOK pr måned ved makseffekt 600 kW. Dette gjør at ved en lav utnyttelsesgrad av anlegget, vil prisen kostnadmessig bli meget høy. Ved bruk av 50 timer i måneden (7 % utnyttelse), vil break even-prisen være 3,4 NOK/kWh.

I statsbudsjettet av 2015, ble det besluttet å fjerne el-avgiften på landstrøm til skip. Dette vil kunne hjelpe på marginen og vi anser dette som et skritt i riktig retning for å legge til rette for landstrømløsningen.

En videre utvikling av landstrømanlegget i Bergen vil kunne være til fordel både for landsiden og sjøsiden, og ikke minst føre til en reduksjon i både utslipp og energiforbruk. I 2015 endret ENOVA sitt støttetilbud til energibesparende infrastrukturinvesteringer. Dette gjør at videre utvikling kan bli billigere enn tidligere.

Enova tilbyr støtte opp til 100 % av infrastrukturprosjekter som kan vise til en energibesparelse på reduksjon på minimum 10 %, og som samlet sett reduserer energiforbruket med 100 000 kWh.

Teoretisk reduksjon for offshoreskip, gitt fullstendig dekning og ingen tilkoblingstid, vil være over 16 millioner kWh. Det er derfor ikke utenkelig at det kan være mulig å få støtte fra Enova til og videre bygge ut for landstrøm i Bergen.

#### **5.4 Investeringsbeslutningen – Rederiet**

Vi anser rederiets kalkyle som mer konkret enn landsiden da de baserer seg på rene lønnsomhetskalkyler. Ved gjennomgang av tall fra tilbyder av installasjon ombord på

offshorefartøy, ser vi at en ettermontering for et typisk offshoreskip er i størrelsesorden 500 000 NOK. Vi baserer denne kostnaden på samtaler med Apply TB og har verifisert denne prisen med tall fra installatør på Skandi Vega, Electro Automation Austevoll (EAA), hvor prisen ble satt til NOK 470 000. Investeringskostnaden blir også støttet fra skipseiers side (DOF Management, 2015). Ettermonteringskostnaden vil kunne variere noe fra fartøy til fartøy, men kostnadsdriverne vil være de samme. Som nevnt tidligere vil kostnadsdriverne avhenge av om det er plass på skipets hovedtavle eller ikke, tilgang til kabeltrasé, lengde på kabeltrasé og om det må settes opp et ekstra skap for tilkoblingen ombord. Det vil også kunne benyttes en helautomatisk løsning, der skipets system synkroniseres automatisk med strøm fra land. Vi velger å forholde oss til den nåværende løsningen som benyttes i Bergen Havn og som innehar den verifiserte standarden ISO/PAS 80005-3 og benytter manuell synkroniseringen av det elektriske anlegget ved tilkobling.

#### **5.4.1 Kalkyler for lønnsomhet**

Med bakgrunn i en satt kostnad for investering på 500 000 NOK, velger vi å sette opp aktuelle kalkyler for lønnsomhet. Det er mange faktorer som kan spille inn og vi vil bygge opp et logisk resonnement knyttet til disse, gjennom først å se isolert på innsatsfaktorene Marine Gas Oil og elektrisitetspris (LS). Deretter vil vi ta for oss andre faktorer som rabatter, avgifter og andre potensielle kostnadsbesparelser. Da vi anser kostnadene som variable vil ta hensyn til dette gjennom en sensitivitetsanalyse.

#### **5.4.2 Innsatsfaktorer og rabatter**

Beregningene som blir foretatt er gjort med bakgrunn i kjente innsatsfaktorer og avgiftsrabatter som er tilgjengelig i markedet i dag. Innsatsfaktorene består av MGO og elektrisitet (LS), mens rabattene knytter seg til rabatter på anløp, losavgift og kailigge.

Vurdering av svingninger i pris på innsatsfaktorene er viktige for at modellen skal være robust. KWh-prisen må videre vurderes i lys av generatorens effektivitet og forskjell i energiforbruk ved de to alternative løsningene.

Vurderingen av kostnader knyttet til kraftgenerering i havn baseres på kostnad per kWh. Ved tradisjonell generatordrift vil dette forbruke et gitt antall tonn eller kubikkmeter MGO, mens ved LS så vil dette følge antall kWh forbrukt og en satt pris fra land. Tabell 9 viser hvordan de to alternativene kan settes opp mot hverandre. Vi vil benytte kubikkmeter for å angi dieselforbruk. Tabellen viser tall for fartøyet Skandi Vega, som har benyttet

landstrømanlegget, og er observerte tall for uttak av strøm ved pilotanlegget i Bergen. MGO-forbruket baserer seg på estimater om eget forbruk på havnegeneratorer ombord i samme tidsperiode. Beregningene kan vise til en besparelse på 8 000 NOK per døgn ved angitt pris på innsatsfaktorene.

#### Forskjell MGO og Landstrøm

		MGO	Landstrøm
Daglig drivstoff forbruk	m <sup>3</sup>	4,5 m <sup>3</sup>	-
Drivstoffpris	m <sup>3</sup>	640 \$	-
Daglig forbruk	kWh	17 592 kWh	9 300
Pris	kWh	1,31 NOK	1,6 NOK
Kostnad - USD	døgn	2 880 \$	-
Kostnad - NOK	døgn	23 000 NOK	15 000

Tabell 9- Oppsett virkelig skip - USD/NOK 1:8 og MGO 500 \$/tonn - LS 1,6 NOK kWh

Tabell 9 viser tall fra august 2015 og både drivstoffpris og valutapris vil kunne variere stort i løpet av kort tid, men slik variasjon vil inkluderes i vurderingen av investeringens netto nåverdi i delkapittel 5.4.4. Tabellen 9 viser også estimert forbruk for de to løsningene, og en ser at det er forbruket ved generatordrift som driver kostnadene.

Det daglige forbruket på 4,5 m<sup>3</sup>, som er angitt i tabellen, angir forbruk for et stort offshorefartøy over 8000 BT. Ved gjennomgang av anløpsdata for 2013 og 2014 for Bergen Havn ser vi at dette er en aktuell beregning, da det er flere fartøy som oppgir liknende forbruksdata. Vi ser likevel at de fleste fartøy har et lavere forbruk i havn enn 4,5 m<sup>3</sup>. Eksempelet viser tall for Skandi Vega, men for å kunne vurdere flere skip har vi valgt å benytte tall fra CNSS sitt datasett over estimert kraftforbruk i havn. Dette er gjort for å se hvordan kraftforbruket endrer seg i forhold til størrelsen på fartøy. Gjennomsnittstallene viser til et mindre forbruk på skip av tilsvarende størrelse som vist over, men de nevnte tallene legges likevel til grunn da de gir gode indikasjoner. Uttaksdata fra pilotanlegget viser også at Skandi Vega tok ut 53 % kraft i forhold til tilsvarende periode produsert med dieselgenerator (DOF Management, 2015). På bakgrunn av dette velger vi å anta en energibesparelse på 40 % og at behovet for kraft bare vil være 60 % av det som blir levert med generator. Dette er en antakelse vi gjør på bakgrunn av observasjon fra anlegget, men behovet for effekt vil kunne variere fra fartøy til fartøy, avhengig av størrelse på havnegeneratorene. Da vi ser på mulighetene for besparelse ved pilotanlegget i Bergen Havn benytter vi et estimat som

reflekterer nettopp dette. Variasjonen i behov for kraft vil bli vurdert nærmere i avsnitt 5.4.4.4 *Endring i antatt forbruk mellom landstrøm og generator.*

Tabell 10 viser estimert kraftbehov for CNSS Type 9-skip som er klassifisert som offshoreskip.

Sammenheng mellom størrelse og energiforbruk

Brutto tonn	CNSS Klasse 9 Offshore Supply					Antall døgnet kailigge: 1				
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
Forbruk kWh	2952	4704	6456	8208	9960	11712	13464	15216	16968	18720

Tabell 10 - Sammenheng mellom størrelse BT og energiforbruk

Gjør vi samme kostnadsoverslag som ved eksempelet med Skandi Vega i Tabell 9, kan vi sette opp kostnadsforskjellene mellom generatordrift og landstrøm. Vi setter da opp kostnadene knyttet til kraftgenerasjon for de to alternativene ved å se på både forventet kraftbehov per døgn og kostnader per døgn. Disse er igjen satt opp mot bruttotonn for å få en oversikt over hvordan forventet kraftforbruk med bakgrunn i et fartøys størrelse, øker marginen.

For å kunne sammenlikne tallene må disse vises i samme enhet. Vi antar 40 % mindre kraftbehov ved LS og angir en prosentsats for effektiv konvertering av brennverdien<sup>18</sup> til MGO. Vi kan da sette opp kostnadene for kWh opp mot hverandre i Tabell 11

Forskjell MGO og Landstrøm

	MGO			Landstrøm	
				Strøm per tidsenhet	1 kWh
Brennverdi per liter	11,9 kWh / l				
Virkningsgrad	0,4	0,36	0,33		-
SFOC g/kWh	181	200	220		-
Generator kWh/l	4,76	4,3	3,9		-
Kostnad NOK/ liter	3,44 NOK		-	NOK / kWh	1 NOK
Kostnad NOK/kWh	0,72	0,8	0,89		1 NOK

Tabell 11- Forskjell i kosnad per kWh - Landstrøm kWh pris fra BOH 01.09.15

Ved ren sammenlikning med drivstoffpris på 500 \$/tonn og NOK/USD på 8:1, observerer vi at kostnaden er forskjellig og varierer fra 11 til 28 øre i favør MGO, avhengig av effektiviteten på generatoren. Videre tar vi høyde for at det er ulikt behov for kraft som skal dekkes, da skipets generator har en minimumskraft som leveres uavhengig av behov, mens LS

<sup>18</sup> virkningsgrad



dekker faktisk behov. Fra pilotanlegget har vi at differansen tilsvarer ca. 40 %. Det vil si at vi får endring i prisforholdet hvis vi ser forbruk over en tidsperiode. Tabell 12 viser hvordan det kan se ut for et skip på 6 000 BT. CNSS sitt datasett viser at fartøyet vil forbruke 11 712 kWh i døgnet ved havneopphold. Med en angitt SFOC oppgitt i g/kWh kan vi sette kostnaden på fartøy opp mot landstrøm.

Kostnadsforskjell pr. døgn

		MGO			Landstrøm
Forbruk	kWh	11712 kWh			7 027 kWh
Kostnad	NOK/kWh	0,72	0,8	0,89	1 NOK
Kostnad	NOK/Døgn	8 433	9 370	1 0424	7 027 NOK

Tabell 12- Kostnadsforskjell pr. døgn

Dette kan beregnes for mange forskjellige scenarier og eksempelet viser forskjellige kostnader basert på endring i effektivitet i omforming av energi fra MGO til elektrisitet, angitt ved virkningsgrad og SFOC i Tabell 12. Spekteret viser det som kan forventes av generatorene som benyttes i fartøyene, med varierende effektivitet fra 72 til 89 øre/kWh. Vi vil videre i utredningen benytte en SFOC på 200 g/kWh Dette reflekterer en verdi som både rederiene og havnevesenet er kjent med (Solstad Offshore, 2015). Vi legger til grunn 8 NOK/USD, som i følge Norges Bank (2015) er årsgjennomsnittet av valutakursen hittil i 2015, og 500 \$/tonn for drivstoff. Vi får da en kostnad på 80 øre per kWh MGO. Vi vil benytte tallene fra CNSS som viser til energiforbruk i havn opp mot størrelse på skipet og variere prisen på innsatsfaktorene som følge av dette.

NOx-utslipp<sup>19,20,21</sup> er et resultat av MGO som innsatsfaktor. Det eksisterer i dag en avgift på 4 NOK per kg utslipp. Vi tar derfor med besparelser i NOx-avgiften, gjennom en reduksjon av drivstofforbruket. Etter samtaler med rederiet Solstad Offshore fikk vi forklart at dette var en viktig vurdering i deres analyser.

<sup>19</sup> Benytter utslippsfaktor 46,50 kg NOx / tonn MGO – 0,0465 kg NOx/kg MGO – 0,04 kg NOx/liter MGO

<sup>20</sup> Utslipp ved bruk av LS er 0 for skipene, mens utslipp knyttet til produksjon av elektrisiteten avhenger av kraftmiksen.

<sup>21</sup> Avgift for medlemmer i NOx-fondet er på 4 NOK per kg utslipp

Da kostnaden er knyttet til utslipp fra MGO kan vi knytte denne til liter og kWh pris direkte. Videre vil vi vurdere en besparelse på vedlikehold per time avslått motor. Denne kan ikke uten videre knyttes til kWh pris og vil bli lagt til kalkylen som timesats.

Vedlikeholdskostnader		
	MGO	Landstrøm
Vedlikeholdskostnad	50 NOK / time	-

Tabell 13 - Vedlikeholdskostnader

#### 5.4.2.1 Isolert margin for et døgn basert på innsatsfaktorer

Ved å introdusere vedlikeholdskostnad og NOx-kostnad per kWh til den overnevnte tabellen for MGO-kostnader, finner vi et mer presist bilde av kostnadene knyttet til 24 timers kailigge.

Kostnadsforskjell pr. døgn					
		MGO			Landstrøm
Forbruk			11 712 kWh		7 027 kWh
Kostnad	NOK/kWh	0,72	0,8	0,89	1
NOx kostnad			0,037 NOK/kWh		-
Vedlikeholdskostnad			50 NOK/Time		-
Kostnad	NOK/døgn	10 066	11 003	12 057	7027

Tabell 14 - Kostnadsforskjell pr døgn - Standardskip

#### 5.4.3 Kalkyle miljørabatter

Miljørabattene opptjenes på bakgrunn av skipets spesifikasjoner knyttet til energiproduksjon og utslipp. ESI-score er som beskrevet i avsnitt 4.1.2 *Environmental Ship Index*, en rabatt som omhandler ethvert utslipp knyttet til skipets energiproduksjon, uavhengig om dette forekommer i havn eller i åpen sjø. På grunnlag av oppnådd poengsum vil det kunne gis rabatter på viktige avgifter knyttet til anløp, kailigge og losavgift.

Som nevnt har LS-anlegg ombord en moderat innvirkning på poengskalaen, da den bare kan gi 11,3 poeng, dersom den er installert. Det har tidligere vært usikkerhet knyttet til LS-anlegg sin effekt på ESI-score, grunnet kravet fra ESI. Dette ble diskutert med en representant fra *Environmental Ship Index* på konferansen «Incentiver for grønnere skip i havn» og har nå

blitt fulgt opp av ESI, da de i desember måned vedtok å tilpasse kravene indeksen forholder seg til, til også å inkludere offshoreskip (Husby, 2015).

I avsnitt 4.1.1 *Prising*, presenterte vi kostnader og mulige rabatter knyttet til anløp i Bergen Havn. De aktuelle prisene som vurderes er anløpsavgift 0,13 NOK/BT og kaivederlag 0,5 NOK/BT per døgn. Vi tar først for oss kaivederlag hvor det kan regnes en rabatt på 20 % ved LS-tilkobling IEC/PAS 80005-3 ombord. Denne rabatten er altså avhengig av at LS-anlegg er installert.

#### 5.4.3.1 Kaivederlag

Rabatten på kaivederlag legger til grunn om fartøyet benytter LNG som drivstoff eller har LS-anlegg og kan benytte landstrømanlegget i havnen. Rabatten vil forekomme uavhengig av om fartøyet benytter anlegget eller ikke.

Standardskip		
Bruttotonn	6000	
LS/LNG	Nei	Ja
Rabatt	Ingen rabatt	20%
Kostnad NOK/døgn	3000	2400

Tabell 15- Rabattene tar utgangspunkt i BOH sine satser for 2016 – NOK 0,5/BT/påbegynte døgn

Vi observerer en lineær rabatt som gir 20 % rabatt på vederlaget for hvert påbegynte døgn. For standardskipet utgjør denne rabatten 600 NOK per døgn.

#### 5.4.3.2 Anløpsavgift

Tabell 16 viser kostnadene for hvert anløp for et skip på 6000 BT. Satsene gjelder for Bergen Havn. Kostnaden vil avhenge av hvilke ESI-score skipet har, da rabattsatsen blir beregnet på bakgrunn av denne.

ESI Rabatt			
ESI Score	ESI < 30	50 > ESI > 30	ESI > 50
ESI Rabatt		% av 0,13 NOK/BT	
Rabatt	Ingen rabatt	20%	50%

Tabell 16 - ESI rabatt

### Standardskip -Anløpsavgift

Bruttotonn	6000		
ESI Score	29	47,6	58,9
Rabatt	Ingen rabatt	20%	50%
Kostnad NOK/døgn	780	624	390

Tabell 17- Rabattene tar utgangspunkt i BOH sine satser for 2016 – NOK 0,13/BT/anløp

En tilsvarende miljørabatt er anbefalt av Norsk Havneforening. Tall fra en undersøkelse foretatt blant medlemshavnene viser at 2/3 svarte at de enten hadde eller planla bruk av miljørabatt innen få år (Norsk Havneforening og BOH, 2015).

#### 5.4.3.3 Losberedskapsavgift

Losberedskapsavgift betales av alle lospliktige fartøy uavhengig om statslos benyttes eller ikke (Kystverket, 2014). Ved en ESI-score på 50 eller over, vil en oppnå 50 % rabatt på denne. Avgiften er satt av Kystverket og inntreer når fartøy passerer grensen for avgiftsbelagt farvann. Rabatten ble tatt i bruk i 2015 og legger grunnlaget for beregning av besparelser tilknyttet losavgiften. Et skip kan enten betale en årsavgift dersom skipet antar mer enn 37 anløp årlig, eller en avgift for hvert enkelt anløp.

Standardskip	
Antall anløp	18
Bruttotonn	6000
Årsavgift	< 5 000 BT kr 27,88/ BT > 5 001 BT t.o.m. 10 000 BT kr 54,20/BT
Avgift per anløp	kr 0,81 pr. BT for de første 3 000 BT kr 0,71 pr. BT over 3000
Kostnad årsavgift	325200
Kostnad per anløp	9120
Rabatt	Ingen rabatt
Kostnad per anløp	9120
Kostnad NOK/år	325 200

Tabell 18 - Losberedskapsavgift Standardskip- Tabellen tar utgangspunkt i satsene fra Kystverket for 2015

#### 5.4.3.4 Oppsummering av beregninger

For å oppsummere standardskipets potensielle besparelser kan vi sette opp en tabell med følgende forutsetninger om skipet:

**Standardskip:** 6000 BT, ESI-score 47.6, SFOC 200 g/kWh. Skipet foretar 18 anløp i året og antall døgn i havn er 24 døgn årlig. Kraftforbruk i havn er 11 712 kWh på generator og 7 027 kWh med landstrømanlegg. Skipet vil med installasjon av LS-anlegg oppnå en ESI-score på 58,9 og dermed få full uttelling for rabattene på kaivederlag, anløp og losberedskapsavgift. Tabellen viser en samlet oversikt over mulige besparelser.

Standardskip 6000 BT, SFOC 200 g/kWh, ESI 47,6/58,9

Kraftproduksjon	MGO	LS	Differanse
<b>Kostnadsvariabler per døgn</b>			
Kostnad innsatsfaktorer	11003	7027	3976
Kaivederlag	3000	2400	600
Kostnad per døgn	14003	9427	4576
<b>Kostnadsvariabler per anløp (Avhengig av ESI score)</b>			
Anløpsavgift per anløp	624	390	234
Losberedskapsavgift	9120	4560	4560

Tabell 19 - Forskjell i kostnader i kraftproduksjon. Full rabatt gis på ESI over 50. LS teknologien gjør her at standardskipet får 58,9

Kostnadsdriverne defineres som antall døgn og antall anløp. Døgnvariablene beskriver kostnad per døgn i havn og kan knyttes direkte til bruk av landstrømanlegget.

Anløpsvariablene viser her til kostnader per anløp og vil variere med rabatt fra ESI.

#### 5.4.4 Investeringens netto nåverdi og tilhørende sensitivitetsanalyse

Vi kan sette opp en mulig kontantstrøm basert på de to alternativene (MGO/LS) hver for seg eller kombinert. Vi ønsker også her å benytte oss av nevnte standardskip. Når vi setter dette opp mot investeringskostnaden på 500 000 NOK kan vi beregne forventet netto nåverdi med et angitt avkastningskrav  $R$  og på en gitt tidshorisont  $T$ ,  $NNV_{R\%, T}$ . Vi setter tidshorisont til 10 år, ettersom skipet har en estimert brukstid på 20 år. Dette gir rom for å vurdere både nybygg og operasjonelle skip.

Basert på standardskipet, vil 24 døgn i havn gi en årlig besparelse på 110 000 NOK knyttet til innsatsfaktorer og kaivederlag. 18 anløp vil generere 89 000 NOK i besparelse knyttet til anløpsavgift og losberedskapsavgift. Samlet gir dette en årlig positiv kontantstrøm på 199 000

NOK i besparelser. Vi regner med et avkastningskrav på 8 % og en tidshorizont på ti år, som gir netto nåverdi 220 000 NOK på LS-anlegget og 773 000 NOK totalt medregnet rabattene og inklusive investeringskostnaden på 500 000 NOK. Flere scenarier er vist i Tabell 20.

Netto Nåverdi

		S/tonn = 500	NOK/USD = 8 BT: 6000		SFOC 200g/kWh	
L S	Uavhengig av ESI		Avkastningskrav			
			6%	8%	10%	12%
	Antall døgn					
	10		-153	-178	-199	-215
	20		164	106	57	15
		30	481	390	313	246
		40	800	675	569	477
L S + E S I	ESI ≥ 50		Avkastningskrav			
			6%	8%	10%	12%
	Anløp	Døgn				
	8	10	121	68	22	16
	16	20	714	598	499	415
	24	30	1307	1128	976	846
	32	40	1624	1412	1232	1076

Tall er angitt i 1000

Tabell 20 - Netto nåverdi Standardskip

Tabell 20 angir hvordan landstrøm alene påvirker netto nåverdi, sett opp mot antall døgn i havn tilkoblet landstrøm ved et gitt avkastningskrav. Her medberegnes reduksjon av kaivederlag grunnet LS og reduksjon av fuel-forbruk. Videre illustrerer tabellen hvordan netto nåverdi påvirkes ved å inkludere faktorene anløp og ESI-rabatt.

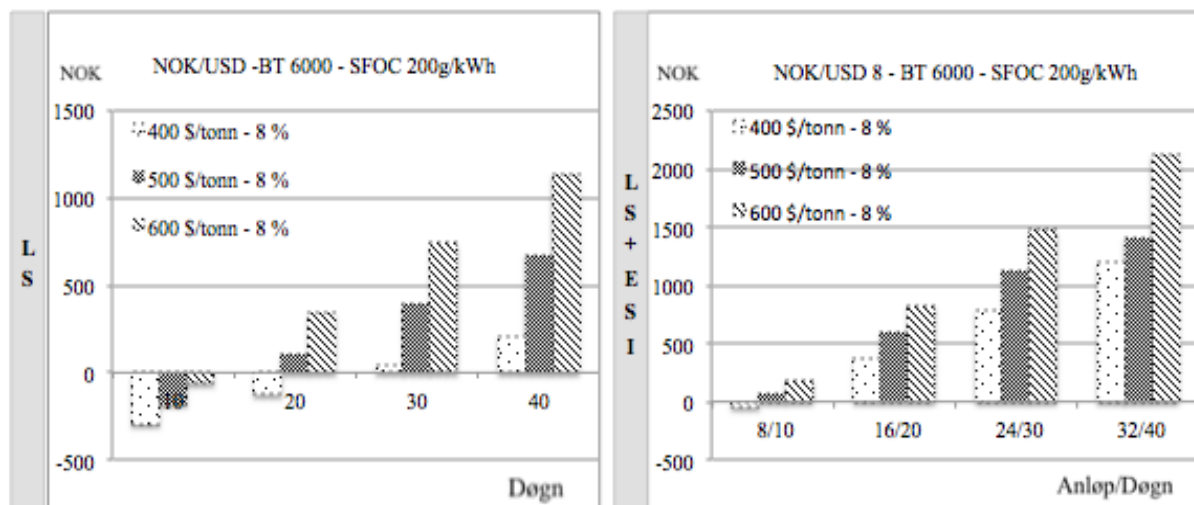
Vi anser det som fornuftig å skille mellom de to, da et skip vil kunne inneha LS-anlegg uten å kvalifisere for ESI-rabatt. Vi observerer at det over en tiårsperiode vil være flere scenarier med positiv NNV og at det ved en forbedret ESI-score til over 50 vil være betydelige besparelser å innhente på investeringen.

Det er mange variabler som kan endres og foreløpig har vi sett på variasjoner i avkastningskrav, antall anløp og antall døgn i havn. I de følgende avsnittene vil vi se hvordan nåverdien påvirkes av endringer i pris på drivstoff, valutakurs, SFOC og forskjell i

energiforbruk i havn mellom MGO og LS. Grunnlaget for endringer vil være standardskipet på 6000 bruttotonn, med forbruk av MGO og LS på henholdsvis 11 712 kWh og 7 027 kWh.

#### 5.4.4.1 Endring i drivstoffpris

Ser vi på situasjonen med drivstoffpris på 400 \$/tonn, blir estimert NNV for skipet med 24 døgn i havn og 18 anløp på -60 000 NOK, dersom vi kun tar for oss kontantstrøm fra LS-anlegget. Nåverdien er da blitt redusert med 280 000 NOK på bakgrunn av en reduksjon i drivstoffprisen på 100 \$/tonn, og investeringen vil da ikke lenger være lønnsom dersom investeringsbeslutningen bare baseres på installasjon av LS-anlegg. Medregner vi fulle rabatter på bakgrunn av endringen i ESI-score, blir nåverdien 494 000 NOK, med et avkastningskrav på 8 % over en tiårsperiode,  $NNV_{8\%,10}$ . Selv om nåverdien har sunket med 36 %, vil investeringen fremdeles være lønnsom. Ved en prisøkning på drivstoff til 600 \$/tonn blir netto nåverdi 449 000 NOK uten fulle rabatter og 1 053 000 NOK medregnet fulle rabatter. Her vil det være naturlig å anta at prisen per kWh elektrisitet fra land vil følge med opp, men ikke mer enn at NNV fremdeles vil være positivt ved 600 \$/tonn. Figur 14 viser de to alternativene og nåverdien varierer i forhold til antall anløp og døgn i havn.

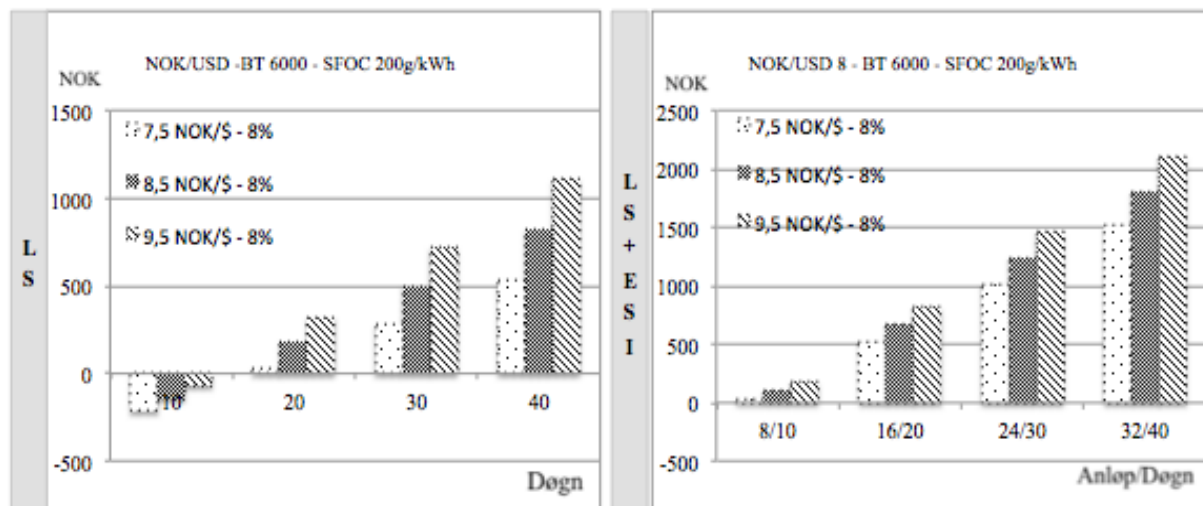


Figur 15 - Endring i netto nåverdi ved endring i drivstoffpris satt opp mot antall døgn i havn for LS og LS+ESI rabatt

#### 5.4.4.2 Endring i valutakurs

Vi oppgir drivstoffpris i dollar per tonn da rederi og bunkerleverandører handler i denne valutaen. Dette gjør det naturlig å se på kostnadsbildet med en endret valutapris. Vi legger standardskipet til grunn og dollar per tonn drivstoff på 500\$. Ved 7,5 NOK/USD får vi en  $NNV_{8\%,10}$  på 132 000 NOK uten ESI rabatter og 686 000 NOK med rabatter, over 10 år med avkastningskrav på 8 %. En styrking av kronen tilsvarer lavere drivstoffpris og vil gjøre

investeringen mindre lønnsom. Tilsvarende vil en svekking av kronen mot dollaren gjøre investeringen mer attraktiv da strøm blir relativt billigere da denne handles i NOK. Dette tydeliggjøres av en valutaverdi på 9,5 NOK/USD, som gir NNV på 482 000 NOK uten rabatter og 1035 000 NOK medregnet fulle rabatter. Figur 15 viser eksemplene på valutaendringer og tilhørende nåverdi, som varierer i forhold til antall anløp og døgn i havn. For standardskipet med 18 anløp og 24 døgn i havn, vil dollaren måtte svekkes til 6,74 NOK/\$ før en vil få negativ netto nåverdi.

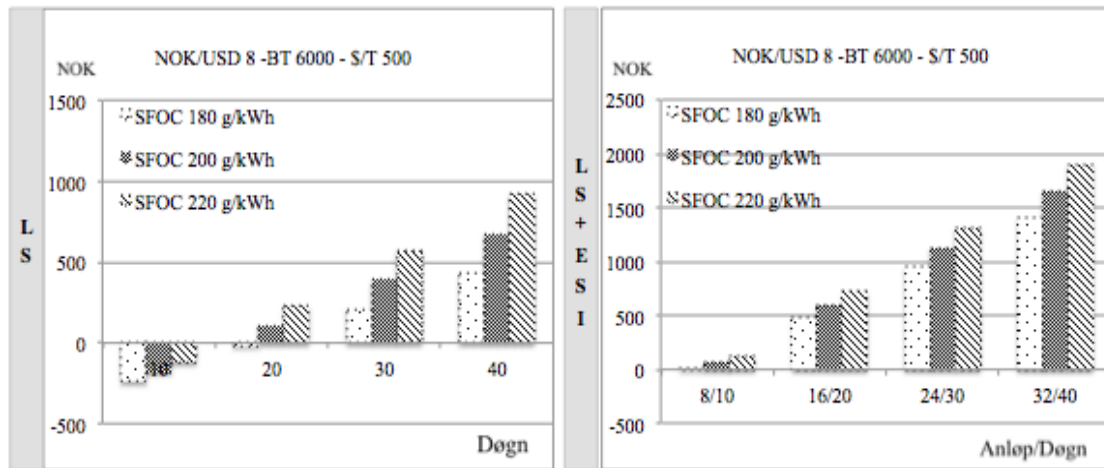


Figur 16- Endring i netto nåverdi ved endring i valutakurs satt opp mot antall døgn i havn for LS og LS+ESI rabatt

#### 5.4.4.3 Endring i SFOC

SFOC angir hvor mye drivstoff som går med på å generere en kWh elektrisitet og variasjonen vil være stor basert på forskjeller i generatorenes virkningsgrad. Vi har for standardskipet benyttet 200 g/kWh som tilsvarer 4,3 kWh/liter MGO. Dette gir  $NNV_{8\%,10}$  på 220 000 NOK for LS anlegg og 773 000 NOK totalt for LS og ESI. Investeringens NNV vil synke og stige i takt med hvor mye drivstoff som behøves for kraftgenerasjon. NNV ved 180 g/kWh blir 76 000 NOK for LS-anlegget og 629 000 NOK totalt, og stiger til 370 000 NOK for LS-anlegget og 923 000 NOK totalt ved 220 g/kWh. Figur 16 viser disse alternativene og hvordan nåverdien varierer i forhold til antall anløp og døgn i havn.

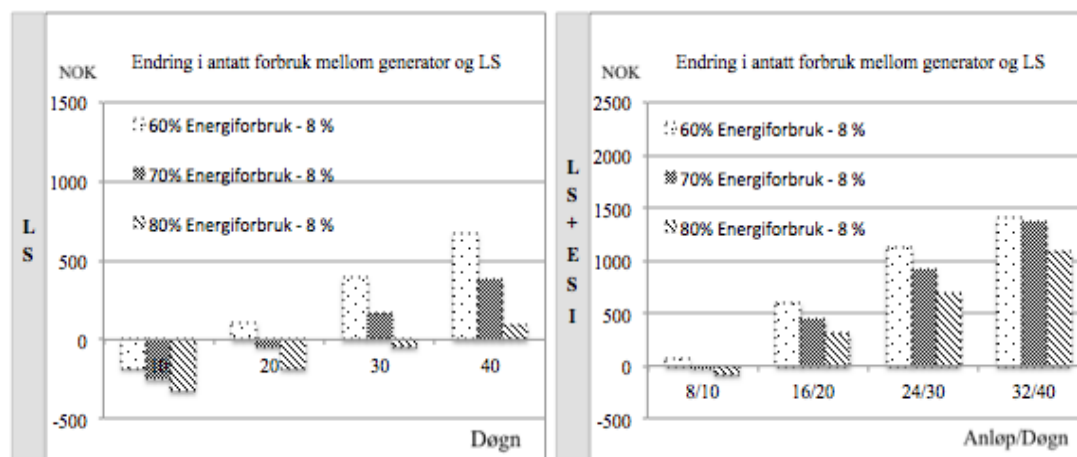




Figur 17 Endring i netto nåverdi ved endring i av forbruk MGO/kWh (SFOC)

#### 5.4.4.4 Endring i antatt forbruk mellom landstrøm og generator

Vi har tatt utgangspunkt i uttaksdata fra pilotanlegget og har på bakgrunn av denne vurdert behovet for kraft fra landstrøm til å være 60 % av kraft fra generator. Etter samtaler med rederi om forskjeller i forbruk vil vi også vurdere hvordan 70 % og 80 % påvirker investeringsbeslutningen. For standardskipet med 18 anløp og 24 døgn i havn gir dette en  $NNV_{8\%,10}$  på 45 000 NOK uten rabatter og 599 000 NOK medregnet fulle rabatter på 70 %. For 80 % blir nåverdien på henholdsvis -130 000 NOK og 424 000 NOK. Vi observerer at det i tilfeller der havnemotorer er riktig dimensjonerte i forhold til kraftbehov i havn, vil dette gi færre scenarier der det er lønnsomt å investere. Dette gjør at antall dager i havn må økes for å forsvare investeringen. Dette er spesielt viktig når en kun ser på kontantstrømmen fra LS-anlegget ombord. Det blir også viktigere å oppnå en ESI-score o50 ellet over da dette gir ekstra besparelse i form av de fastsatte rabattene. Figur 17 viser de to alternativene og hvordan nåverdien varierer i forhold til antall anløp og døgn i havn.



Figur 18- Endring i netto nåverdi på bakgrunn av endring i antatt forbruk mellom generator og LS, satt opp mot antall døgn i havn for LS og LS+ESI rabatt

#### 5.4.4.5 Dagens situasjon

Da investering i LS-anlegg bør sees over lengre tid og mulighetene for besparelser vil kunne variere fra anløp til anløp, har vi valgt å benytte avrundede tall for å se på caset. Da vi ser på situasjonen i Bergen Havn høsten 2015, synes vi det er interessant å se hvordan lønnsomheten ser ut med tall fra desember 2015. Per 16. Desember 2015 solgte Bergen Bunker MGO til 340 \$/tonn og valutakursen var på 8,77 NOK/USD (Bergen Bunker, 2015). Hvis dette hadde vært forutsetningene for investeringens kontantstrøm over 10 år med avkastningskrav på 8 % ville NNV for LS-anlegget bli -136 000 NOK og ikke lønnsomt, men inkluderer vi rabattene ville det gi en positiv netto nåverdi på 418 000 NOK. Tabell 21 viser de to alternativene og hvordan nåverdien varierer i forhold til antall anløp og døgn i havn.

		Netto Nåverdi				
		S/tonn = 340	NOK/USD = 8 BT: 6000		SFOC 200g/kWh	
	Uavhengig av ESI	Avkastningskrav				
		6%	8%	10%	12%	
L S	Antall døgn					
	10	-319	-327	-332	-336	
	20	-167	-190	-210	-225	
	30	-15	-54	-87	-115	
	40	137	82	35	-4	
L S + E S I	ESI ≥ 50	Avkastningskrav				
		6%	8%	10%	12%	
	Anløp	Døgn				
	8	10	-44	-81	-111	-136
	16	20	383	302	233	174
	24	30	810	684	577	485
	32	40	1237	1066	920	795

Tall er angitt i 1000

Tabell 21 - Netto nåverdi for standardskipet etter dagens situasjon i markedet - 16 desember, 2015

### 5.4.5 Støtte fra virkemiddelapparatet og netto nåverdi

På bakgrunn av samtaler med rederiene og observert støtte fra NOx-fondets hjemmeside, vil vi inkludere mulig støtte fra fondet i vurderingen. Fondet baserer sin støttesats på fartøyets kraftproduksjon og denne vil variere med brennstoff benyttet ombord, for eksempel LNG eller MGO. I tråd med vår vurdering av energibesparelse ved å benytte landstrøm istedenfor generator, vil satsen som NOx-fondet legger til grunn også kunne øke med redusert forbruk. For eksempel vil en 20 % energibesparelse kunne øke støtten ved å dele på  $0,8^{22}$  som vil gi høyere støtte per kg NOx redusert. Ettersom vi ser på offshorefartøy som benytter MGO vil vi legge til grunn en støttesats for MGO på 250 kr/kg NOx redusert (Johnsen, 2015). Maksimal støtte av investering vil som nevnt tidligere være 80 % av medgått investeringskostnad.

Ved å benytte standardskipet vårt på 6000 BT, hvor vi har beregnet 40 % energibesparelse, kunne vi ha lagt til grunn energibesparelsen for å øke satsen. Til tross for at våre beregninger ikke gjelder et konkret skip, og vi ikke nøyaktig vet NOx-faktor på maskineriet, velger vi likevel å holde fast på en støttesats på 250 kr/kg NOx redusert. Vi setter opp eksempelet for standardskipet med samme ettermonteringskostnad som før, 500 000 NOK.

Standardskipet krever 11 712 kWh ved landligge og generatordrift. Dette tilsvarer en gjennomsnittseffekt på generatoren på 488 kW. Hvis skipet forholder seg til de 24 døgnene som er snittet for klasse 9-skip med jevnlig trafikk i havn, vil beregningen kunne settes opp som følger:

$$250 \text{ kr/kg NOx} * 488 \text{ kW} * 576 \text{ timer} * 0,04 \text{ kg NOx/kWh} = 2\,811\,000 \text{ NOK}$$

Med bakgrunn i investeringskostnaden på 500 000 NOK, ser vi at dette beløpet overstiger maksstøtten og vil bli begrenset av 80 % regelen om støtte til investering. Investeringen vil dermed kunne generere en støtte på 400 000 NOK. Det vil si at opp mot 80 % av investeringen kan bli dekket hvis skipet har tilstrekkelig antall timer i havn tilknyttet landstrøm. Med disse forutsetningene på plass vil maksstøtte bli innvilget etter 82 timer i havn tilknyttet landstrøm. Dette kan potensielt endre investeringsbeslutningen drastisk. En viktig faktor som spiller inn på vurderingen om en får støtte eller ikke, er om en får benyttet anlegget. På spørsmål om investeringsstøtten vil kunne utløpe, viser NOx-fondet til at støtte til anlegget i prinsippet er en engangsutbetaling. Denne blir utbetalt etter at verifikasjon av anlegget er gjennomført etter en periode på 3 til 12 måneder (Johnsen, 2015).

---

<sup>22</sup>  $1 - 20\% \text{ energibesparelse} = 0,8$

Slik vi ser det, vil et skip da gå glipp av støtten dersom besparelsene ikke finner sted det første året. Da det foreløpig er ett fungerende uttak for denne typen skip blir investeringsstøtten sett på som meget usikker, da perioden for å tjene opp støtten er liten.

#### 5.4.5.1 Netto nåverdi i lys av støtte fra NOx-fondet

Investeringskostnaden på 500 000 NOK er grunnlaget for nåverdiberegningen. Vi vil anta at NOx-fondets bevilgninger kommer etterskuddsvis og i form av en engangsutbetaling som blir beregnet på bakgrunn av reduksjon i NOx-utslipp i investeringens første år. Da vi anser en investering som får støtte til å ha en mindre tidshorisont for tilbakebetaling av kostnader, velger vi å benytte fem år for vurdering av netto nåverdi. Antall anløp og døgn i havn er for dette eksempelet satt til 18 anløp og 24 døgn, og dette vil danne grunnlag for besparelsene årlig. Dette gjør at vi kan vurdere lønnsomheten direkte mot støttesats. Etter støttemodellen til NOx-fondet vil 18 anløp og 24 døgn kvalifisere til 80 % støtte. Tabell 22 beskriver hvordan NNV varierer ved en isolert endring i støttesats der alt annet holdes konstant.

Netto Nåverdi

S/tonn = 500		NOK/USD = 8 BT: 6000		SFOC 200g/kWh	
L S	Uavhengig av ESI	Avkastningskrav			
		6%	8%	10%	12%
	Støtte 0%	-258	-265	-270	-274
	20%	-169	-179	-187	-194
	40%	-80	-93	-104	-114
	60%	9	-7	-22	-35
	80%	98	78	61	45
L S + E S I	ESI ≥ 50	Avkastningskrav			
		6%	8%	10%	12%
	Støtte 0%	96	65	37	13
	20%	185	151	120	93
	40%	274	236	203	172
	60%	363	322	285	252
	80%	452	408	368	332

Tall er angitt i 1000

Tabell 22- Netto nåverdi på standardskipet ved 18 anløp og 24 døgn i havn med støttesats fra NOx-fondet, satt opp mot

Tabell 22 er interessant da den viser to forskjellige bilder, et der et skip ikke vil ha insentiver til å vurdere landstrømanlegg alene og et der landstrøm er gunstig uansett støttegrad. Vurderingen vil altså måtte sees opp mot fartøyets ESI-score og om det kvalifiserer for rabatter, som ved tidligere vurderinger.

## 6 Diskusjon

I dette kapittelet vil vi ta for oss funnene som er på gjort land og sjøside og benytte disse til å danne et øyeblikksbilde av situasjonen i Bergen Havn. Diskusjonen vil angi viktige drivere for investeringsbeslutningen og diskutere hvordan et samarbeid kan ta form for videre utvikling av landstrøm i Bergen Havn.

### 6.1 Teknologi og miljø

Bakgrunnen for teknologien er å ivareta miljøhensynene i Bergen Havn. I analysen kom vi frem til hvilke kostnader utslipp kan føre med seg. Selv om vi anser landstrømanlegg som en nullutslippsteknologi lokalt, da skipene ikke produserer kraften selv, kommer det frem i utredningen at miljøbesparelsene avhenger av kraftmiksen. Vi opplever landstrømteknologien som kostnadsreducerende for miljøet samlet sett, da den tilrettelegger for energibesparelse ved at anlegget kun leverer den kraften som trengs. Dette medfører at skipene ikke er avhengige av en presist dimensjonert havnegenerator.

### 6.2 Landsiden

Bergen og Omland Havnevesen har ansvar for å drifte havnen samt bidra til et grønt skifte i blå næring. Havnevesenet ønsker å være en moderne virksomhet som møter fremtiden på en offensiv måte. Samtidig er det sentralt å bygge et godt omdømme for havnen og utvikle havneområdene slik at disse fremstår som moderne og fremtidsrettet for kundene (BOH, 2009).

#### 6.2.1 BOH i lys av teori

Vi tar utgangspunkt i *Transition Management Theory* og knytter dette opp mot utviklingen av landstrøm i Bergen Havn. Vi observerer at Bergen Havn har kommet seg forbi den tidlige utviklingsfasen og har beveget seg over i ”Take off”-fasen, hvor det samles opp momentum før gjennombrudd.

Teknologien har blitt mer moden, noe som har ført til framvekst av flere mindre leverandører i markedet. Dette vil kunne være med på å presse ned prisene forbundet med installasjon, både på landsiden og på sjøsiden.

Det har blitt etablert en standard for lavspent landstrøm, noe som vil gjøre det lettere å få til en akselerasjon i utviklingshastigheten. Vi observerer også økt interesse for landstrøm fra

fartøysiden og private aktører. I løpet av det neste året vil det være tre skip som benytter seg av tilkoblingen i Bergen, samtidig som NorSea ser på muligheten for å etablere landstrømanlegg til sine private havner. Dette vil gjøre landstrøm til en mer gunstig investering for rederiene med tanke på potensiell brukstid.

Hvis det viser seg å bli landstrømanlegg i NorSea sine havner, vil det være naturlig å tro at vi har beveget oss over i gjennombrudds fasen. Trolig vil utviklingen i denne fasen skyte fart og det kommer til å forekomme en multiplikatoreffekt og økt veksthastighet.

### 6.2.2 Utviklingen av BOH

Vi relaterer våre funn om dagens tilstand opp mot den sykliske prosessmodellen og observerer at BOH er i ferd med å bevege seg inn i en ny runde i den sykliske prosessmodellen og starte på nytt. BOH har gjennomført strategiske aktiviteter ved og blant annet å utarbeide en strategiplan som tar sikte på å gjøre Bergen Havn til en populær og moderne miljøhavn. Det kom fram at det var nødvendig å se på muligheten for landstrøm for å kunne bedre det lokale miljøet og sørge for et grønt skifte i den blå næringen, samt jobbe mot å være Europas fremste miljøhavn. Det ble derfor utviklet handlingsplaner og en agenda for etablering av landstrøm i Bergen Havn. Dette vil i følge *Transition Management*-teorien ansees som taktiske aktiviteter.



Figur 19 - Syklusmodellen

Operasjonelle aktiviteter har blitt gjennomført ved mobilisering av et nettverk av støttespillere. En samhandlingsavtale har blitt underskrevet for å sikre at flere havner satser på å ta i bruk samme teknologi, slik at det vil være mulig å dra nytte av teknologien i flere havner. Disse operasjonelle aktivitetene førte til utviklingen av pilotanlegget i Bergen Havn.

De overnevnte stegene og pilotanlegget danner grunnlaget for refleksive aktiviteter gjennom en vurdering av pilotanlegget og tilhørende insentiver, samt utfordringer og mulige

forbedringer. Etter å ha gjort en vurdering vil man kunne ta med seg denne erfaringen videre og gjøre tilpasninger i visjon, handlingsplan, insentiver og agenda.

Landstrømanlegget har fått en noe treg start grunnet dårlige tider i bransjen og lav oljepris. Dårlige tider setter press på rederienes kontantstrømmer, som igjen kan by på likviditetsmessige utfordringer. Da netto nåverdien av anlegget ombord vil avhenge av bruksgrad, vil den positive nåverdien framstå som usikker og mindre attraktiv. Utviklingen av støtteordninger for bransjen, samt lav pris på kraft har likevel gjort at rederiene vurderer landstrøm som en mulig lukrativ investering. Det vil derfor være naturlig å tro at vi kommer til å se en økning av fartøy på landstrøm i framtiden og en økt bruksgrad av anlegget.

Som en del av miljøplanleggingen i Bergen Havn, har Havnevesenet begynt å ta i bruk miljødifferensierte havneavgifter basert på om skip har LS-anlegg og/eller en ESI-score som kvalifiserer til rabatt.

Gjennom vår analyse og samtaler med BOH, har vi observert at strømprisen, eller mer spesifikt effektleddet, er meget ugunstig utformet. Effektleddet er en månedlig kostnad som baserer seg på hvor mye maksimal effekt anlegget har vært utsatt for. Dette systemet er lagt opp til kontinuerlig bruk slik en kan forvente av faste bygg. Dette er ansett som meget ugunstig for gruppen brukere vi studerer da makseffekten ikke gjenspeiler reelt forbruk. Hvis anlegget på land benyttes lite, er dette en meget stor kostnad som BOH må bære, da den ikke blir fordelt ut over mange kWh. En tilkobling på en time per måned vil genere like mye kostnad på effektleddet som ti tilkoblinger i ti timer for samme periode. Hvis et skip da har benyttet anlegget en gang i løpet av en måned og tatt ut en makseffekt på 600 kW vil det påløpe en kostnad på i snitt 28 500 NOK, uavhengig av brukstid.

Hvis BKK hadde kunnet tilby en fleksibel tariff ved at effektleddet enten beregnes ut fra gjennomsnittsbelastning, eller at effektleddet fordeles på en mer fornuftig måte, vil landstrøm kunne bli en mer lønnsom investering på landsiden. Dette vil gjøre det mindre kostbart når anlegget tidvis er lite brukt og vil altså senke kostnadene på bakgrunn av effektleddet<sup>23</sup>. Fleksibel tariff vil for eksempel kunne være et alternativ for grønne initiativer, på samme måte som landstrøm. En slik tariff vil gjøre det mindre risikofyllt å investere i flere anlegg, og vil dermed gjøre ”høna eller egget”-problemet mindre problematisk.

---

<sup>23</sup> ved å anta at hvis et fartøy på 6000 BT kobler seg på, om så det bare er 1 minutt, vil det forekomme en peak-load på 600kWh. Dette vil koste mellom 26700 og 30150 i effektledd



En annen måte å gjøre landstrøm til en bedre investering vil være å øke bruken av anlegget. 40 % utnyttelse av anlegget er det kritiske punktet hvor anlegget generer et overskudd ved strømpris 1NOK/kWh og årlig forbruk lik standardskipet<sup>24</sup>. Med de samme forutsetningene og 100 % utnyttelse, vil anlegget kunne generere et relativt stort overskudd<sup>25</sup>, men vi anser dette som lite sannsynlig i umiddelbar framtid.

Slik situasjonen er nå vil det derfor være nødvendig med en støtteordning som gjør det mulig å investere i grønne infrastrukturprosjekter. Den siste tiden har Enova blitt mer tydelig i hvordan de ønsker å støtte landstrøm og investering i energibesparende infrastruktur. Uten denne støtten ville investeringen på land vært bedriftsøkonomisk ulønnsom og det ville vært vanskelig å forsvare en slik investering selv om den ville generere et stort samfunnsøkonomisk overskudd.

Av våre beregninger kom det fram at kostnadsbesparelsene forbundet med redusert utslipp i havn er av betraktelig størrelse, slik at et negativt bedriftsøkonomisk scenario vil kunne mer enn veies opp, ved reduksjon i miljøkostnader, for så å generere et anselig samfunnsøkonomisk overskudd. Samfunnsøkonomisk vil dette gjelde uansett valg av kraftmiks, mens den ”lokale” samfunnsøkonomiske effekten vil være størst, da den kun ser på besparelser for Bergen by.

Som vi har sett så vil de potensielle estimerte kostnadene (gitt høy miljøkostnader og norsk kraftmiks) forløpe seg til rundt 10 MNOK i året, mens en investering i landstrømanlegg med en levetid på rundt 20 år har en budsjettet investeringskostnad på 7mnok. Totalt sett er det da lett å se at hvis man tar «samfunnsøkonomiske kostnader» med i beregningen vil det være et samfunnsøkonomiskoverskudd ved investering/utfasing av generator til fordel for landstrøm.

Det har vært diskutert om det skal komme et påbud om landstrøm for offshorefartøy. Dette anser vi ikke som nødvendig, da vi gjennom våre beregninger har kommet frem til at landstrøm kan være en meget lukrativ investering for fartøy, slik at markedets usynlige hånd på sikt vil sørge for en korrekt allokering.

---

<sup>24</sup>Dette er da riktignok kun mot kostnader knyttet til strømprisen og vedlikehold, og inkluderer ikke kostnader forbundet med investeringen i anlegget.

<sup>25</sup> NOK 831 377.-

### 6.3 Sjøsiden

Rederiene står overfor en kompleks problemstilling med mange variabler. For offshorerederiene er det viktig at en forpliktelse fra sjøsiden blir møtt med levedyktige vilkår og rammeverk, som kan generere en positiv framtidig kontantstrøm og med det danne grunnlaget for god business.

Fra analysen identifiserte vi følgende kostnadsdrivere for rederiene: pris på drivstoff, endring i valuta, generatorens virkningsgrad og kostnader for anløp og kailigge. Disse fremstår som åpenbare i forhold til å beregne driftskostnader, og sammenstilt opp mot landstrømalternativet og ESI-score, fant vi drivernes effekt på netto nåverdi og muligheter for besparelser.

#### 6.3.1 Miljøperspektivet og ESI

Fra intervjuene ser vi at rederiene er unisone i deres fokus på drivstoff og utslipp. Dette danner grunnlag for miljøvennlige, så vel som kostnadseffektive fartøy. Det er bred enighet om at effektiv bruk av drivstoff vil fremme driften av selskapet og dette bekreftes av rederienes satsning på å redusere drivstofforbruk. Miljøfokusets gjenspeiles også i rederienes bruk av miljøindeksen ESI, som kvalifiserer til rabatter i skipenes daglige drift. Utredningens analyse av kostnadsdrivere peker også på at dette er en viktig tilnærming for et rederi som ønsker å minimere kostnader, da gevinstene er store for skip med høy ESI-score. Slik dagens insentivsystem er lagt opp, er det spesielt rabatten på 50 % på losberedskapsavgiften som fremstår som meget gunstig. Som kalkylene viser er rabatten en viktig bidragsyter for positive netto nåverdier av en mulig landstrøminvestering.

En interessant observasjon er at for rederiene som har tatt høyde for fremtidens krav fra regulerende myndigheter, har ikke ESI vært motiverende i seg selv. For noen rederi er miljøeffekten en bivirkning av å oppdatere flåten kontinuerlig og disse høster nå gevinstene av ESI-indeksen med miljøvennlige skip gjennom reduserte avgifter. Viktigheten av ESI-score kommer fram i analysen når den totale kalkylen blir oppsummert. Under avsnitt 5.4.3.4 *Oppsummering av beregninger*, vises det til at ESI-score har størst effekt på kostnadene knyttet til anløp. Her vil skip med over 50 poeng nyttiggjøre seg av rabattene og, som vi ser av netto nåverdi beregningene, er det her vi ser de høyeste netto nåverdiene. Dette tilsier at de største effektene et landstrømanlegg kan ha på et fartøy, vil forekomme hvis skipet gjennom installasjon kan bryte grensen på 50 ESI-poeng.

Standardskipet som er grunnlaget for mange av utredningens beregninger, har en ESI-score på 47,6 og vil gjennom en installasjon kunne oppnå en slik besparelse, da LS-anlegg på skip gir 11,3 poeng i økt ESI-score. Rederiene er bevisste dette scenariet og vurderer fortløpende om skip kan vippes opp over 50 poengs grensen. Selv om vi anser bruk av ESI som lønnsomt, ser vi likevel at det er mange aktuelle fartøy som enda ikke har tatt ESI i bruk. Vi forventer, på bakgrunn av våre funn om lønnsomhet, en økning i antall fartøy som benytter seg av ESI. Vi anser det som sannsynlig at rederi vil vurdere LS-anlegg som et virkemiddel for å forbedre ESI-scoren.

Det stilles spørsmål om hvorvidt denne miljøindeksen faktisk gir incentiver til å installere landstrømanlegg i seg selv, fremfor å ta i bruk andre teknologier som vil kunne gi samme effekt på indeksen og dermed utløse de samme rabattene. Vi observerer at Bergen Havn har møtt denne problemstillingen ved å ha en egen LS-rabatt avhengig av antall døgn ved kai. På bakgrunn av våre beregninger anser vi Bergen Havns respons på dette til å være mer en symboleffekt enn et utløsende incentiv for å ta i bruk landstrøm. Vi anser likevel dette som et eksempel for etterfølgelse da det er et steg i riktig retning.

### **6.3.2 Landstrømanlegg som investering**

I analysen tok vi også for oss hvordan et landstrømanlegg installert på skip, kan forsvare en investeringskostnad på en halv million. Den viktigste kostnadsdriveren på et skip er forbrenning av drivstoff og vi så at kostnadene kunne forløpe veldig forskjellig bare ved å følge naturlige svingninger i markedet. Vi valgte å skille mellom kostnadsdrivere som direkte kunne knyttes til landstrømanlegget og antall døgn i havn, og indirekte gjennom høyere ESI-score og antall anløp. For standardskipet fant vi flere lønnsomme scenarier knyttet til LS-anlegg alene, ettersom det genererte færre kostnader ved kai på bakgrunn av strømforsyning fra land istedenfor generator. To viktige faktorer som påvirker NNV er konverteringen av energi fra diesel til kraft og hvorvidt det er redusert energibehov som følge av å benytte LS framfor generator. Her så vi fra analysen at en reduksjon av generatorens virkningsgrad med 10 %, vil kunne ha stor innvirkning på investeringens lønnsomhet. Dette uttrykker hvorfor det vil være viktig for rederiene å utvikle en drivstoffeffektiv flåte.

Offshore-skipene har en estimert brukstid på 20 år med tanke på den type drift de foretar seg. Dette gjør at LS-anleggene vil kunne benyttes over lengre tid når de først er installert.

Da bruk av LS fører til reduserte driftskostnader i havn er det antall timer som vil drive potensielle besparelser. Sensitivitetsvurderingen viste at for standardskipet ville NNV øke med over 300 000 NOK, hvis skipet benyttet anlegget 20 dager per år i stedet for ti dager. Dette ville vri investeringen fra ulønnsom til lønnsom. 20 dagers årlig bruk vil også kunne forsvare lønnsomhet med et avkastningskrav på 12 %, bare på grunnlag av anlegget i seg selv. Dette antyder en lønnsom case.

Fra rederiene møtte vi delte synspunkt vedrørende lønnsomhet knyttet til landstrømtilkobling. Spesielt ble usikkerheten knyttet til å få tatt anlegget i bruk, vektlagt i deres vurderinger. Offshore-skipene er meget mobile og det er usikkerheten rundt operasjonsområde som kompliserer investeringsbeslutningen. Per nå regnes en investering som et rent miljømessig tiltak og ikke bedriftsøkonomisk lønnsomt. Noen rederi kunne fortelle at de har tatt i bruk landstrøm, og da enten på nybygg eller ved å tilpasse fartøyene som ligger i rederiets hjemnehavn. Standarden som kan benyttes i Bergen Havn er ikke enda utbredt blant respondentene, men det jobbes med nybygg som skal kunne ta i bruk anlegget. Et av rederiene viser til at to av deres skip skal ta i bruk løsningen i 2016. Under intervjuene ble det påpekt at det ville være lurt å legge til rette for anlegg der trafikken er størst, for eksempel på CCB-basene eller Mongstad. Vi anser også dette som naturlig da potensialet for energibesparelser vil være størst der. Nylige signal fra markedet viser også at det jobbes med konkrete planer for å realisere dette (NorSea Group, 2015).

En viktig del av regnestykket er om det finnes mulige tiltak for støtte fra virkemiddelapparatet. Rederiene kunne fortelle om god dialog opp mot NOx-fondet og hvilke insentiver dette virkemiddelet hadde på investeringslysten. Rederiene var opptatt av en tilgjengelig insentivordning og gir NOx-fondet gode skussmål, både for enkelhet i bruk og oversiktlig verifikasjonsmetode.

Fra analysen ser vi at på bakgrunn av fondets mulige støtte kan investeringens horisont halveres og fremdeles gi scenarier der investeringen er lønnsom. Ankepunktet for denne ordningen er at det også her avhenger av brukstid og bunner ut i skipets operasjonsområde. Usikkerheten økes ytterligere ved at utslippsbesparelsene må skje innen en periode på et år for at en utbetaling fra NOx-fondet skal forekomme. Denne usikkerheten ble eksemplifisert gjennom en tenkt situasjon hvor anlegget ikke var ledig, noe som ville føre til en redusert NOx-besparelse, som igjen er grunnlaget for støtten fra NOx-fondet. En mulig løsning kan

være å gjøre kravene mer fleksible ved å gi fartøyene lengre tid på å tjene opp NOx-utslippsbesparelser.

### **6.3.3 utfordringer i forhold til opptjening av besparelser**

Rederiene sine forretningsmodeller går på å drifte skipene for en kunde som trenger dem til et oppdrag, gjerne for en lengre periode. Dette gir både utfordringer og muligheter i forhold til vurdering av LS ombord. utfordringene dreier seg om hvem som faktisk vil se besparelsene tilknyttet anlegget. Dersom reder tar kostnaden og skipet går ut i en langtidskontrakt hos kunde, vil ikke reder se noe til de potensielle besparelsene med anlegget. Kunden vil da se de reduserte driftskostnadene i perioden, ettersom det er kunden som betaler for drift av skipet i kontraktsperioden. Slik markedet er nå, med mange skip i opplag, er det ikke selvsagt at en kunde ville betale mer for et skip med LS-anlegg. I dagens marked finnes det like gode og potensielt billigere skip tilgjengelige. Forretningsmodellen gir likevel en interessant mulighet gjennom samarbeid om landstrøminvesteringen. Muligheten går ut på at kunden kan ta deler av investeringen, da kunden vil få besparelsen knyttet til drift av fartøyet. Rederiet vil, gitt brukstid, få støtte fra NOx-fondet gjennom NOx-reduserende tiltak. En slik løsning vil kunne fordele risikoen mellom kunde og reder. Spørsmålet er om det er betalingsvillighet for løsningen fra kunde, da kunden kanskje ikke er klar over muligheten for besparelsene. Vi mener dette vil bli mer aktuelt etterhvert som utbredelsen av anlegg blir mer omfattende, da bevisstheten rundt besparelsene vil øke med antall anlegg.

En annen faktor er bransjens særegenhet gjennom dens forhold til innsatsfaktoren MGO. Det er et paradoks at høy oljepris fører til dyrere driftskostnader og mulighet for mer besparelser knyttet til LS-anlegg, men på samme tid medfører høy aktivitet blant skip og da også liten tid i havn som begrenser behovet.

## 7 Konklusjon

### 7.1 Hovedfunn

Denne masterutredningen studerer utviklingen av landstrømanlegget i Bergen Havn, som ble åpnet for bruk i juni 2015. Innfallsvinkelen i utredningen er om landstrømløsningen bør tas i bruk og om den er bedriftsøkonomisk lønnsom for aktørene tilknyttet Bergen Havn. Utredningen har vurdert løsningen fra både land- og sjøside, dette for å kunne gi et øyeblikksbilde av bruken av anlegget. I dette kapittelet beskriver vi de mest sentrale momentene for å kunne svare på utredningens forskningsspørsmål.

*Forskningsspørsmål 1: Bør lavspent landstrømforsyning fase ut tradisjonell generatordrift ved offshoreskips havneanløp?*

Bergen Havn har gjennom målrettet fokus fått på plass et fungerende landstrømanlegg som er enkelt for aktørene å forholde seg til. Anlegget innehar den verifiserte standarden for lavspentanlegg og vil med dette være et forutsigbart uttak for rederi som ønsker å endre måten deres fartøy får dekket sitt kraftbehov i havn.

Vi har gjennom vår studie observert at det har vært viktig med et pilotprosjekt for utviklingen av landstrøm i Norge. Gjennom en fysisk tilgjengelig installasjon har teknologien fått fotfeste i den maritime bransjen og gjør er et reelt alternativ for drift av skip i havn. Teknologien som kreves for å legge til rette for landstrøm er godt utviklet for både landside og sjøside og vi anser det som en klar fordel for landstrømutviklingen at kompetansen på løsningen også er å hentet lokalt.

På bakgrunn av våre funn, anser vi det som fornuftig å videreutvikle havnens landstrømkapasiteter, og å starte med å fase ut deler av offshoreskipenes tradisjonelle generatordrift. Bakgrunnen for dette er at vi finner bedriftsøkonomiske lønnsomme scenarier for drift for både land og sjøsiden.

*Vil det være lønnsomt for aktørene å ta i bruk landstrømteknologi.*

I studiens andre forskningsspørsmål finner vi at det på landsiden er kostnaden knyttet til å sette i stand anlegg på land som er den viktigste barrieren som må overkommes før markedet vil se en forankring av teknologien. Studien viser til at det nå er lagt til rette for vesentlig

støtte fra virkemiddelapparat og at det er gode muligheter for at kostnadsbarrieren dermed kan brytes gjennom at havnene planlegger for gode energibesparende case som bidrar til en langsiktig satsing på landstrøm. Her anbefales det at flere havner går sammen for å skape et nettverk av LS-anlegg slik at usikkerheten for skip knyttet til bruksgrad kan gå ned.

Studien viser også at det er en vesentlig kostnadsdriver på landsiden i, form av effektleddet. Da pilotanlegget ikke leverer kraft konstant og dermed ikke kan fordele kostnadene utover på et jevnt forbruk blir effektleddet dominerende. Dette begrenser den bedriftsøkonomiske lønnsomheten for anleggseier. Her konkluderer studien med at det vil være fordelaktig med en fleksibel tariff på effektleddet, som vil gjøre det mulig å drive et bærekraftig anlegg, selv med lav utnyttelsesgrad.

Utredningen har gjennom vurdering av variasjon i innsatsfaktorer sett på sjøsidens mulighet til å oppnå lønnsomhet ved installasjon av landstrømanlegg. Det observeres at fartøyene har flere muligheter til å sikre lønnsomhet.

Ved kun å se på landstrømanleggets kontantstrøm viser studien at det er besparelser ved å benytte landstrøm ved kai i Bergen Havn. Investeringens lønnsomhet bør derfor sees i lys av brukstid, og studien viser at et skip med gjennomsnittlig antall anløp og liggetid, som observert for 2014 i Bergen Havn, vil være lønnsom selv med et avkastningskrav på 12 %.

En annen mulighet er å benytte seg av tilgjengelige miljørabatter. Dette vil være spesielt gunstig hvis fartøyet, gjennom installasjon av landstrømanlegg, oppnår grensen for miljørabatt. I tillegg er det en god støtteordning tilgjengelig i form av NO<sub>x</sub>-fondet og denne vil bli enda mer interessant etterhvert som anleggene blir tilgjengelig på land.

På bakgrunn av studiens funn vil vi konkludere med at det er lønnsomt for bransjen å ta i bruk landstrømanlegg.

## **7.2 Videre forskning**

Vår studie bidrar med innsikt rundt en spesifikk situasjon om lønnsomhet og er således begrenset av omfanget av offshoreskip mellom 1500 BT og 9000 BT som kan ta i bruk lavspent strøm fra landanlegg. Hvis vi ser på landstrøm som et rent NO<sub>x</sub>-besparende tiltak vil dere være interessant å se på den relative lønnsomheten opp mot andre NO<sub>x</sub> besparende teknologier som scrubbere og katalysatorer. Det ville også vært interessant å se hvordan den nåværende standarden for lavspent landstrømanlegg kan benyttes opp mot framtidens

hybridskip og nullutslipssferger og med det legges til rette for en ny type infrastruktur gjennom ladepunkter i havn.

Et tema som vi har vært innom, men ikke utredet i detalj, er betalingsvillighet for «grønnere skip». Her vil det være interessant om markedets kunder ser seg villig til å betale ekstra for fartøy som differensierer seg ved ha nye utslippsreduserende teknologier.

### **7.3 Begrensninger ved studien**

Denne utredningens hensikt var å gi svar på om landstrøm er en fordelaktig løsning fremfor tradisjonell generatordrift og om løsningen kan anses som lønnsom for relevante aktører.

Studien har forsøkt å danne oversikt over kostnadsdriverne for den lavspente landstrømløsningen på både landsiden og sjøsiden. Beregningene på landsiden er gjort på bakgrunn av det anlegget som allerede er på plass og vi anser dette som et godt mål på kostnadsdriverne på landsiden.

Da studiens omfang er begrenset til offshoreskip mellom 1500 BT og 9000 BT. Vi kan dermed ikke benytte våre beregninger til å si noe om skip utover dette størrelsesintervallet.

Utredningen har et bransjespesifikt fokus og vil således kun være beskrivende for offshorebransjens bruk av landstrømanlegg. Studien vil dermed ikke kunne benyttes til å si noe om for eksempel cruisebransjen, som også er en kilde til utslipp i Bergen Havn. Det faktum at bransjen er uforutsigbar med hensyn til hvor fartøyene blir satt i trafikk, gjør at det er utfordrende å definere en eksakt lønnsomhet for et enkeltskip uten å predikere antall anløp og døgn i havn. Da vi i utredningen har benyttet et konstruert standardskip i våre beregninger, gir studien begrenset innsikt i det enkeltes skips lønnsomhet, men vil allikevel kunne gi nyttige indikasjoner.



## 8 Kildeliste

- aPoint. (2014). *Sluttrapport Landstrøm Kristiansund*. Kristiansund: aPoint.
- Bergen Bunker. (2015, desember 16). *Bergen Bunkers*. Hentet desember 16, 2015 fra [www.bergenbunker.no](http://www.bergenbunker.no): <http://www.bergenbunkers.no/>
- Bergen kommune. (2015a). *Bergen Kommune*. Hentet november 15, 2015a fra <https://www.bergen.kommune.no/omkommunen/fakta-om-bergen/5987/article-62619>
- Bergen Kommune. (2015b). *bergenkommune.no*. Hentet desember 15, 2015b fra <https://www.bergen.kommune.no/omkommunen/fakta-om-bergen/naring>
- Bergen og Omland Havnevesen . (2015, Juni). *Bergen Havn*. Hentet fra [www.bergenhavn.no](http://www.bergenhavn.no): <http://bergenhavn.no/om-oss/dette-er-boh/>
- Bergen og Omland havnevesen. (2009). *Strategiplan 2009 - 2024*. Bergen: BOH.
- Bergen og Omland Havnevesen. (2015, 11 05). *Bergen Havn*. Hentet fra <http://bergenhavn.no/wp-content/uploads/2015/10/PRISLISTE-2016.pdf>
- Berthet, H. (2014). *Plug in to Green Power - Presentation for Bergen Port November 2014*. Bergen: Schneider Electric.
- BKK. (2015 йил Juli). *BKK*. Retrieved 2015 йил 20-Oktober from <http://www.bkk.no/bedrift/nettleie/forbruksavgift/article27451.ece>
- BOH. (2009). *Strategiplan 2009 - 2024*. Bergen: Bergen og Omland havnevese.
- BOH. (2009). *Strategiplan 2009 - 2024*. Bergen: Bergen Og Omland Havnevesen.
- BOH. (2015a, Juni). *Bergen Havn*. Hentet fra [www.bergenhavn.no](http://www.bergenhavn.no): <http://bergenhavn.no/om-oss/dette-er-boh/>
- BOH. (2015b, 11 05). *Bergen Havn*. Hentet fra <http://bergenhavn.no/wp-content/uploads/2015/10/PRISLISTE-2016.pdf>

- Bringslid, M. M. (2015, august 20). *bt.no*. Hentet 08 21, 2015 fra [www.bt.no](http://www.bt.no):  
<http://www.bt.no/nyheter/lokalt/Bare-ett-skip-har-brukt-nytt-landstromanlegg-3421291.html>
- Clean North Sea Shipping . (2012). *Høyspent Landstrøm i Bergen*. Rambøll.
- Clean North Sea Shipping - Rambøll. (2012). *Rambøll 2012 - Høyspent Landstrøm i Bergen*. Rambøll.
- Clean North Sea Shipping. (2014). *CNSS Final Report*. Bergen : Clean North Sea Shipping.
- Clean North Sea Shipping. (2014). *International survey of fuel consumption of seagoing ships at berth*. CNSS.
- Det Kongelige Finansdepartement. (2016). *Skatter, avgifter og toll*. Oslo: Regjeringen.
- DNV GL. (2011). *LNG for Greener Shipping in North America*. Hentet 11 2015 fra DNV GL:  
<http://blogs.dnvgl.com/lng/2011/02/lng-for-greener-shipping-in-north-america/>
- DNV GL. (2013). *DNV GL*. Hentet fra [www.dnvgl.com](http://www.dnvgl.com):  
<http://vesselregister.dnvgl.com/VesselRegister/vesseldetails.html?vesselid=28256>
- DNV GL Maritime. (2015). *Vurdering av tiltak og virkemidler for mer miljøvennlige drivstoff i skipsfartsnæringen*. DNV GL.
- DOF Management. (2015). *Skandi Vega - Business Case*. Bergen: DOF Management.
- EEA. (2014). *Air quality in Europe - 2014 report*. European Environment Agency.
- Eivind, S., Lea, R., & Gillebo, R. (2008). *Miljøregnskap for landstrømmanlegg i Oslo havn*. Oslo: CIVITAS.
- Electro Automation Austevoll. (2014). *Landstrøm Bergen havn - Oppgradering om bord på fartøyene*. Electro Automation Austevoll.
- Enova. (2014). *Årsrapport 2014*. Trondheim: Enova.
- Enova. (2015). Livskraftig forandring. *Verftskonferansen 2015 - Enova Foredrag*, (ss. 1-9). Ålesund.

- Enova-Forum (Komponist). (2015). Debattforum - Verftskonferansen. [E. F.-V. 2015, Artist, & E. Teigland, Dirigent] Ålesund.
- Environmental Ship Index. (2013). *Environmetal Ship Index*. Hentet fra [www.environmentalshipindex.org](http://www.environmentalshipindex.org):  
<http://www.environmentalshipindex.org/Public/Home/ESIFormulas>
- Environmental Ship Index. (2013). *Environmetal Ship Index*. Hentet fra [www.environmentalshipindex.org](http://www.environmentalshipindex.org):  
<http://www.environmentalshipindex.org/Public/Home/ESIFormulas>
- ESA. (2015, November 21). *eftasurv*. Hentet fra [www.eftasurv.int](http://www.eftasurv.int):  
<http://www.eftasurv.int/state-aid/state-aid-in-the-eea/>
- European Environment Agency (EEA). (2014). *Air quality in Europe - 2014 report*. European Environment Agency.
- Fiadomor, R. (2009). *Assessment of alternative maritime power (coldironing) and its impact on port management and operations*. World Maritime University.
- Florentinus, A., Hamelinck, C., Van den Bos, A., Winkel, R., & Cuijpers, M. (2012). *Potential of biofuels for shipping*. ECOFYS, European Maritime Safety Agency (EMSA). Utrecht: Ecofys.
- Grønhaug, K., & Ghauri, P. (2010). *Research methods in Business Studies*.
- Hastie, R., & Dawes, R. M. (2010). *Rational Choice in an Uncertain World*. Sage Publications inc.
- Husby, E. (2014, mars 20). *www3.bergen.kommune.no*. Hentet september 30, 2015 fra [Bergen.kommune.no](http://www3.bergen.kommune.no):  
[http://www3.bergen.kommune.no/BKSAK\\_filer/bksak/0/VEDLEGG/2015167492-5109125.pdf](http://www3.bergen.kommune.no/BKSAK_filer/bksak/0/VEDLEGG/2015167492-5109125.pdf)
- Husby, E. (2015, oktober 16). Leder Miljøarbeidet Bergen og Omland Havnevesen. (P. Paust, & E. Teigland, Intervjuere)

- Husby, E. (2015, 10 20). Leder Miljøarbeidet Bergen og Omland Havnevesen. (P. Paust, & E. Teigland, Intervjuere)
- Husby, E. (2015 йил 29-oktober). Tariffkostnader effektariff landstrøm 2015.
- IMF. (2015, desember 15). *www.imf.com*. Hentet desember 15, 2015 fra <http://www.imf.org/external/np/res/commod/index.aspx>
- IMO. (2006). *Prevention of air pollution from ships, Standardization of on-shore power supply*. International Maritime Organization.
- Innovasjon Norge. (2015, 2014). *Innovasjon Norge*. Hentet fra [www.innovasjon norge.no](http://www.innovasjon norge.no): <http://innovasjon norge.no/no/Om-Oss/omoss/#.VlbiyNKFOxB>
- International Maritime Organization (IMO). (2015). *Imo.org*. Hentet 11 2015 fra Historic background: <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Historic-Background-.aspx>
- International Maritime Organization. (2015). *Imo.org*. Hentet 11 2015 fra Sulphur oxides (SO<sub>x</sub>) - Regulation 14: [http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Sulphur-oxides-\(SOx\)—Regulation-14.aspx](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Sulphur-oxides-(SOx)—Regulation-14.aspx)
- International Maritime Organization. (2015). *IMO.org*. Hentet 11 2015 fra Energy efficiency and the reduction of GHG emissions: <http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/GHG/Pages/default.aspx>
- International Maritime Organization. (2015). *Nitrogen Oxides (NO<sub>x</sub>) - Regulation 13*. Hentet 11 2015 fra [IMO.org](http://www.imo.org): [http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Nitrogen-oxides-\(NOx\)—Regulation-13.aspx](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Nitrogen-oxides-(NOx)—Regulation-13.aspx)
- ISO. (2012, 07 01). *ISO.org*. Hentet 11 2015 fra ISO/IEC/IEEE 80005-1:2012: [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_ics/catalogue\\_detail\\_ics.htm?csnumber=53588](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=53588)

- ISO. (2015, januar 01). *www.ISO.org*. Hentet oktober 10, 2015 fra Utility connections in port  
 - Part 3 LVSC:  
[http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=64718](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=64718)
- Jensen, T. E. (2015, oktober 16). Vessel Manager. (P. Paust, & E. Teigland, Intervjuere)
- Johnsen, T. (2015, November 25). Research - NHH Masteroppgave Landstrøm i Bergen Havn.
- Kemp, R., & Rotmans, J. (2004). Managing the transition to sustainability: Theory evidence and policy. I R. Kemp, & J. Rotmans, *Managing the transition to sustainability: Theory evidence and policy* (ss. 137-141). Edgar Elgar.
- Kemp, R., Schot, J., & Hoogma, R. (1998). Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management. *Technology Analysis and Strategic Management*, 10(2), 175-198.
- Khersonsky, Y., Islam, M., & Peterson, K. (2007, May). Challenges of Connecting Shipboard Marine Systems to Medium Voltage Shoreside Electrical Power. *IEEE Transactions on industry applications*, 43(3).
- Knain, M. (Komponist). (2015). Enova som virkemiddel. [M. Knain, Artist] Bergen.
- Kvamme, G. (2015, oktober 06). Maritim avdelingsleder. (P. Paust, & E. Teigland, Intervjuere)
- Kystverket. (2014, desember 23). *www.kystverket.no*. Hentet november 25, 2015 fra Kystverket.no: <http://www.kystverket.no/Maritime-tjenester/Avgifter1/Losavgift/Losberedskapsavgift/>
- Laar, F. v. (2015, november 20). E-post korrespondanse . (E. Teigland, Intervjuer)
- Lam, J. S., & Notteboom, T. (2014 йил February). The Greening of Ports: A Comparison of Port Management Tools Used by Leading Ports in Asia and Europe. *Transport Reviews*.

- Lea, R., Gillebo, R., & Selvig, E. (2008). *Miljøregnskap for landstrømanlegg i Oslo havn*. Oslo: CIVITAS.
- Loorbach, D. (2002). Transition Management: Governance for Sustainability. *International Dimensions of Human Change*.
- Loorbach, D. (2010). Transition Management for Sustainable Development: A prescriptive, Complexity-Based Governance Framework. *Governance: An international Journal of policy, Administration and Institutions*, 23(1), 161-183.
- Loorbach, D. (2010). Transition Management for Sustainable Development: A prescriptive, Complexity-Based Governance Framework. *Governance: An international Journal of policy, Administration and Institutions*, 23(1), 161-183.
- Loorbach, D. A. (2007). *Transition Management - New mode of governance for sustainable development*. Rotterdam: Erasmus Universitet Rotterdam.
- Loorbach, D., & Rotmans, J. (2006). Managing Transitions for Sustainable co-Development. *Understanding Industrial Transformation: Views from different disciplines(X)*.
- MariTerm AB. (2004). *Shore-Side Electricity For Ships In Ports*. MariTerm AB.
- Miljødirektoratet. (2015). *Lokal luftforurensning*. Hentet 11 2015 fra Miljostatus.no: <http://www.miljostatus.no/miljotall/?topic=8&dataset=3>
- Morgan, G., & Smircich, L. (1980). *The Case for Qualitative Research*.
- Nærings- og Fiskeridepartementet. (2015). *Maritime muligheter - blå vekst for grønn fremtid*. Oslo: Regjeringen.
- Narbel, P., Lien, J., & Hansen, J. (2014). *Energy Technologies and Economics*. Bergen: Springer.
- Nasdaq OMX. (2015, desember 15). *www.nasdaqomx.com*. Hentet desember 15, 2015 fra <http://www.nasdaqomx.com/commodities/market-prices>
- National Science Foundation. (2015, Januar). *NSF.gov*. Hentet fra <https://nsf.gov/discoveries>: [https://nsf.gov/discoveries/disc\\_summ.jsp?cntn\\_id=133947&org=NSF](https://nsf.gov/discoveries/disc_summ.jsp?cntn_id=133947&org=NSF)

- Norges Bank. (2015, desember 15). *Norges Ban*. Hentet desember 15, 2015 fra Norgesbank.no: <http://www.norges-bank.no/Statistikk/Valutakurser/valuta/USD/>
- NorSea Group. (2015, desember 10). *Norseagroup.com*. Hentet desember 18, 2015 fra Norsea: <http://www.norseagroup.com/media-center/news-archive/norsea-group-and-siemens-collaborate-on-shore-power>
- NorSeaGroup. (2015, Desember). *www.norseagroup.com*. Hentet fra Norsea Group and Siemens Collaborate on Shore Power: <http://www.norseagroup.com/media-center/news-archive/norsea-group-and-siemens-collaborate-on-shore-power>
- Norsk Havneforening og BOH. (2015). Insentiver for grønnere skip i havn. Bergen : Bergen Omegn Havnevesen.
- NOx-fondet. (2015, January). *NHO.no*. Hentet fra [www.nho.no](http://www.nho.no): <https://www.nho.no/Prosjekter-og-programmer/NOx-fondet/Dette-er-NOx-fondet/Om-NOx-fondet/>
- Opdal, O. A., & Steen, E. H. (2012). *Landstrøm i Norge - En studie av mulighetene for landstrøm i Norge. Case: Hurtigruten*. Oslo: Zero.
- Palmer, K. (2015). *Your options for emission compliance*. Lloyd's Register. Lloyd's Register.
- Pannell, D. J. (2014). <http://www.are.uwa.edu.au/>. Hentet oktober 02, 2015 fra School of Agricultural and Resource Economics, University of Western Australia: <http://dpannell.fnas.uwa.edu.au/dpap971f.htm>
- Papoutsoglou, T. G. (2012). *A Cold Ironong Study on Modern Ports; Implementation and Benefits Thriving for Worldwide Ports*. Athen: National Technical University of Athens.
- Pindyck, & Dixit. (1994). *Investment under Uncertainty*.
- Policy Research Corporation. (2009). *Tourist facilities in ports - The environment factor*. Brussels: European Commission.
- Radu, D., & Grandidier, L. (2012). *Shore Connection Technology - Environmental Benefits and Best Practices*. Schneider Electric.

- Rambøll. (2012). *Bergen Havn - Innføring av Høyspent Landstrøm (HVSC)*. Rambøll Norge.
- Rambøll. (2012). *Høyspent Landstrøm i Bergen*. Clean North Sea Shipping.
- Rogalska, B. (2008, March). Cold ironing can reduce air pollution and noise at the port. *Baltic Transport Journal*.
- Rotmans, J., Kemp, R., & van Asselt, M. (2001). More Evolution Than Revolution: Transition Management in Public Policy. *The journal of future studies, strategic thinking and policy*, 3(1).
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2012). *Research Methods for Business Students* (6. utgave ed.). Pearson Education.
- SFT. (2005). *Marginale miljøkostnader ved luftforurensning: Skadekostnader og tiltakskostnader*. Statens Forurensningstilsyn.
- Ship and Bunker. (2015, 11 28). *www.shipandbunker.com*. Hentet fra <http://shipandbunker.com/prices/emea/nwe/nl-rtm-rotterdam#LSMGO>
- Siemens. (2015, desember 15). *siemens.com*. Hentet fra <http://w3.siemens.nl/powerdistribution/nl/nl/mv/power-supply-solutions/onshore-power-supply/Pages/onshore-power-supply.aspx>
- Silverman, D. (2001). *Interpreting Qualitative Data*. London: Sage Publications.
- Solstad Offshore. (2015, november). Personlig e-postkorrespondanse.
- SSB. (2015, desember 15). *www.SSB.no*. Hentet desember 15, 2015 fra <https://www.ssb.no/statistikkbanken/selectvarval/saveelections.asp>
- Stake, R. (1995). *The art of case study research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Store Norske Leksikon. (2015). *Store Norske Leksikon*. Hentet fra Luftforurensning: <https://snl.no/luftforurensning>
- Sysla. (2015, Desember 10). *www.sysla.no*. Hentet fra NorSea vil investere 100 mill. i landstrøm: [http://www.sysla.no/2015/12/10/oljeenergi/norsea-vil-investere-100-mill-i-landstrom\\_70544/](http://www.sysla.no/2015/12/10/oljeenergi/norsea-vil-investere-100-mill-i-landstrom_70544/)



- Szepes, M. (2013). Marpol 73/78: The Challenges of Regulating Vessel-Source Oil Pollution. *Manchester Student Law Review*, 2(73).
- Tangerås, I. (2014). *Presentasjon fra Landstrømseminar*. Bergen: BOH.
- Tetra Tech. (2007). *Use of Shore-Side Power for Ocean-Going Vessels*. Los Angeles: American Association of Port Authorities.
- The Commission Of The European Communities. (2006, 5 12). Commission Recommendation on the promotion of shore-side electricity for use by ships at berth in community ports. *Official journal of the European Union*.
- The European Parliament and the council of the European Union. (2014, 10 28). Directive 2014/94 On the deployment of alternative fuels infrastructure. *Official Journal of the European Union*.
- Toll og Avgiftsdirektoratet. (2015, Januar 1). *Toll.no*. Hentet fra [www.Toll.no](http://www.toll.no): [http://www.toll.no/upload/aarsrundskriv/2015/2015\\_NOx.pdf](http://www.toll.no/upload/aarsrundskriv/2015/2015_NOx.pdf)
- van Bergh, J. C. (2008). *Managing the transition to Renewable Energy: Theory and practice from local, Regional and Macro Perspectives*. Edward Elgar.
- Verftskonferansen 2015. (2015, november 4). Ålesund.
- Vista Analyse. (2014, Oktober). *NHO*. Hentet fra [www.nho.no](http://www.nho.no): <https://www.nho.no/siteassets/nhos-filer-og-bilder/filer-og-dokumenter/nox-fondet/dette-er-nox-fondet/presentasjoner-og-rapporter/va-rapport-2014-36-naringseffekter-av-miljoavtalen-om-nox.pdf>
- WHO. (2005). *WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide*. World Health Organization.
- World Health Organization (WHO). (2005). *WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide*. World Health Organization.
- World Port Climate Initiative. (2010 йил 07). *Onshore Power Supply*. Retrieved 2015 йил 25-10 from World Port Climate Initiative : <http://www.ops.wpci.nl/what-is-ops/>

- World Ports Climate Initiative. (2015). *Plan your implementation of Onshore Power Supply by doing a feasibility study*. Hentet 2015 fra <http://www.ops.wpci.nl/implementation-1/stepwise-approach/step-1--plan/>
- Yin, R. K. (2003). Designing Case Studies. In R. K. Yin, *Case Study Research: Design and Methods* (3. utgave ed.).
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods* (4th Ed. ed.). Thousand Oaks.
- Yin, R. K. (n.d.). Designing Case Studies. In R. K. Yin, *Case Study Research: Design and Methods* (3. utgave ed.).
- Zanetti, S. (2013). *Is Cold Ironing hot enough*. Master Thesis.

## 9 Vedlegg

### 9.1 Intervjuguide

#### Innledende informasjon:

- Presentasjon av oss.
- Presisere vår hensikt og hva som er formålet med oppgaven.
- Informere om at det vil bli tatt opptak av samtalen. Dette vil legge rette for en bedre dialog da vi kan ha fullt fokus på respondenten. Hvis dette ikke er ønskelig vil det bli respektert.
- Informere om at respondenten står fritt til å ikke svare på eventuelle prosjektsensitive spørsmål.
- Bekrefte tildelt tid, hvis avtalt.
- Spørre om respondenten har noen innledende spørsmål til oss.
- 

#### Bakgrunn:

- Kan du kort presentere deg og din rolle i bedriften?
- Hvilke type foretak er dere og hva er forretningsmodellen deres?
- Hvilke flåte har dere? (PSV, AHTS, CSV, etc.)
- Hvor i verden har dere operasjonell aktivitet?
- Hva er andel skip i norske farvann?

#### Miljøfokus:

- Hva er bedriftens miljøstrategi?
- Hvilke satsningsområder innenfor miljø har dere?
- Hvem er involvert i beslutningsprosessene tilknyttet miljøstrategien?
- På hvilke måter benyttes Environmental Ship Index (ESI) eller annen miljøindeks aktivt i driften av skipene?
- Hva tenker dere om miljøprofil som en måte å differensiere seg på i markedet?

- Opplever dere forskjell i betalingsvillighet hos kundene basert på skipenes miljøprofil?

#### Landstrøm:

##### *Generelle tanker:*

- Hva er deres konkrete tanker om landstrømteknologien?
- Hvilke rolle bør rederiene ha i landstrømdebatten?

##### *Bedriftsspesifikke tanker:*

- Hva er status på deres flåte i dag, har dere noen skip som er klargjort for mottak av landstrøm ved vanlig anløp?
- Hvor er disse i trafikk?
- Hva er deres tanker vedrørende installasjon på nye skip?
- Hvor aktuelt vil det være med ettermontering på gamle skip for å ta i bruk teknologien?
- Etter deres syn, hvilke usikkerhetsmomenter ser dere tilknyttet landstrømløsningen?
- Hvilke tanker har dere gjort dere vedrørende muligheter for økonomiske gevinster. Er det mulighet for at dere kan sitte igjen med de økonomiske fordelene eller er det kunden som eventuelt vil se disse?
- Hva kan rederiene gjøre for å sikre gevinster av installerte tiltak?

##### *Innsatsfaktorer:*

- Pris på MGO varierer stort i kalkylene for lønnsomhet. Følger dere en bestemt børs når dere regner på bunkerkostnader? (F.eks Rotterdam)
- Er det prisforskjeller mellom drivstoff benyttet i havn og ute til sjøs? (Innenfor SECA-området)
- Har dere en oversikt over kostnadene for generatordrift i havn , NOK/kWh generert? Kan dere gi oss et anslag?
- Hvordan vurderer dere eventuelle besparelser knyttet til service på motorer og generatorer gjennom færre kjøretimer som følge av landstrømtilkobling?
- Hva er antall kjøretimer mellom hver service?

- Vi vet at levetid på fartøy vil avhenge av aktivitet og oppdrag. Hvilke levetid budsjetterer dere for deres fartøy?

#### Insentiver og støtte for miljøtiltak:

- Vil det være aktuelt å benytte Enova sin nye støtteordning for transportbransjen?
- Vil det være aktuelt å benytte seg av NOx-fondet?
- Hvordan vurderer dere de statlige insentivordninger, slik som Enova og NOx-fondet. Fortløpende eller ved bygging av nye skip?
- Hva er deres tanker om kravene til verifikasjon?
- Etter deres syn, er dette virkemidler som er tilgjengelig for dere?
- Hvilke virkemidler bør myndighetene ta i bruk for å skape en utløsende effekt for bruk av teknologien?
- Vil det være aktuelt å samarbeide med ”charterer” om investeringen?
- Hvordan vil et slikt samarbeid kunne fungere?
- Hvilke informasjon ønsker dere fra entreprenører? Ville dere tatt imot et forretningscase på skip fra en installatør, slik som ABB, Cavotec, Schneider, etc.?

#### Miljøfokus i et utfordrende marked:

- Hvordan har de siste års markedsendringer påvirket deres miljøstrategi?
- Har dere noen tanker om hvordan dere kan benytte lav aktivitet til opprustning av skip?

#### Tilleggs spørsmål:

- Er det noe dere ønsker å legge til om bedriften eller emnet?
- Er det noen dere anbefaler oss å snakke med i bedriften?

#### Etterarbeid:

- Kort oppsummering av sentrale punkter.  
Ved gjennomgang av presentasjon i løpet av intervjuet, vil ettersendelse av gjennomgått materialet bli avtalt.
- Informere respondent om at referat fra intervjuet kan oversendes, hvis dette er ønskelig.
- Takke respondenten for intervjuet.

## 9.2 Netto nåverdiberegninger - sensitivitetsanalyse

Netto Nåverdi

		S/tonn = 500	NOK/USD = 8 BT: 6000		SFOC 200g/kW	70%	
L S	Uavhengig av ESI	Avkastningskrav					
			6%	8%	10%	12%	
	Antall døgn						
	10	-235	-251	-264	-275		
	20	1	-40	-74	-103		
L S + E S I	ESI ≥ 50	Avkastningskrav					
			6%	8%	10%	12%	
	Anløp Døgn						
	8 10	40	-5	-43	-75		
	16 20	551	452	368	297		
24 30	1063	910	780	669			
32 40	1574	1368	1192	1040			

Tall er angitt i 1000

Netto Nåverdi

		S/tonn = 500	NOK/USD = 8 BT: 6000		SFOC 200g/kW	80%	
L S	Uavhengig av ESI	Avkastningskrav					
			6%	8%	10%	12%	
	Antall døgn						
	10	-316	-324	-330	-334		
	20	-161	-185	-205	-221		
L S + E S I	ESI ≥ 50	Avkastningskrav					
			6%	8%	10%	12%	
	Anløp Døgn						
	8 10	-41	-78	-108	-134		
	16 20	389	307	238	179		
24 30	819	692	584	491			
32 40	1249	1077	930	804			

Tall er angitt i 1000

Netto Nåverdi

		S/tonn = 500	NOK/USD = 8 BT: 6000		SFOC 180g/kWh	
L S	Uavhengig av ESI	Avkastningskrav				
			6%	8%	10%	12%
	Antall døgn					
	10	-222	-239	-254	-265	
	20	28	-16	-53	-83	
L S + E S I	ESI ≥ 50	Avkastningskrav				
			6%	8%	10%	12%
	Anløp Døgn					
	8 10	53	7	-32	-65	
	16 20	577	476	390	316	
24 30	1103	946	812	697		
32 40	1627	1415	1234	1079		

Tall er angitt i 1000

Netto Nåverdi

		S/tonn = 500	NOK/USD = 8 BT: 6000		SFOC 220g/kWh	
L S	Uavhengig av ESI	Avkastningskrav				
			6%	8%	10%	12%
	Antall døgn					
	10	-86	-118	-144	-166	
	20	300	227	166	114	
L S + E S I	ESI ≥ 50	Avkastningskrav				
			6%	8%	10%	12%
	Anløp Døgn					
	8 10	189	128	77	34	
	16 20	850	720	609	514	
24 30	1511	1311	1140	994		
32 40	2171	1902	1672	1474		

Tall er angitt i 1000

Netto Nåverdi

		S/tonn = 500	NOK/USD = 7, BT: 6000		SFOC 200g/kWh	
L S	Uavhengig av ESI	Avkastningskrav				
			6%	8%	10%	12%
	Antall døgn					
	10	-194	-215	-232	-245	
	20	83	33	-9	-44	
L S + E S I	ESI ≥ 50	Avkastningskrav				
			6%	8%	10%	12%
	Anløp Døgn					
	8 10	80	31	-10	-45	
	16 20	633	525	434	356	
24 30	1185	1019	878	757		
32 40	1737	1513	1322	1158		

Tall er angitt i 1000

Netto Nåverdi

		S/tonn = 500	NOK/USD = 9, BT: 6000		SFOC 200g/kWh	
L S	Uavhengig av ESI	Avkastningskrav				
			6%	8%	10%	12%
	Antall døgn					
	10	-32	-69	-101	-127	
	20	408	324	253	193	
L S + E S I	ESI ≥ 50	Avkastningskrav				
			6%	8%	10%	12%
	Anløp Døgn					
	8 10	243	177	121	73	
	16 20	985	816	696	592	
24 30	1673	1456	1271	1111		
32 40	2388	2096	1846	1631		

Tall er angitt i 1000

### 9.3 Anløpsoversikt

Row Labels	Antall Anløp	Offshore fartøy	Liggetid (Dager)	Estimert forbruk (kWh)	Estimert NOx	Estimert SO2	Estimert PM10	Estimert PM25	Estimert CO2	Sum of HC
BONTELABO	142		324,3	4094167,7	45035,8	1637,7	1719,6	1555,8	2598159	3726
BRADBENKEN	14		49,7	366337,4	4029,7	146,5	153,9	139,2	232478	333
BRYGGEN	6		13,5	91471,7	1006,2	36,6	38,4	34,8	58048	83
DOKKESKJÆRSKAIE	215		496,3	6640715,0	73047,9	2656,3	2789,1	2523,5	4214198	6043
FESTNINGSKAIE	198		486,9	3803272,4	41836,0	1521,3	1597,4	1445,2	2413557	3461
FRIELENESKAIE	30		39,5	475577,7	5231,4	190,2	199,7	180,7	301802	433
HOLBERGKAIE	4		3,4	6026,2	66,3	2,4	2,5	2,3	3824	5
HURTIGRUTEKAIE	31		12,2	162582,0	1788,4	65,0	68,3	61,8	103175	148
JEKTEVIKSTERMINALEN	217		348,5	5081944,9	55901,4	2032,8	2134,4	1931,1	3226002	4625
MUNKEBRYGGEN	12		40,6	280541,5	3086,0	112,2	117,8	106,6	178032	255
N. NYKIRKEKAI	12		12,8	53150,4	584,7	21,3	22,3	20,2	33729	48
S. NYKIRKEKAI	40		157,4	1875847,4	20634,3	750,3	787,9	712,8	1190413	1707
SKOLTEN	387		1159,3	14935346,4	164288,8	5974,1	6272,8	5675,4	9477971	13591
TOLLBODKAIE	69		227,3	2370406,0	26074,5	948,2	995,6	900,8	1504260	2157
<b>Grand Total</b>	<b>1377</b>		<b>3371,7</b>	<b>40237386,8</b>	<b>442611,3</b>	<b>16095,0</b>	<b>16899,7</b>	<b>15290,2</b>	<b>25534645,7</b>	<b>36616,0</b>
			mWh og tonn	40237,38679	442,6	16,1	16,9	15,3	25534,6	36,6

Snitt liggetid pr anløp 162  
 Antall fartøy 1377  
 Antall liggedager 3371,7  
 Forbrukt energi 40237386,8  
 gjennomsnittlig pr anløp 29221,05068  
 Gjennitt pr døgn (kwh) 110239,4159

## 9.4 Driftskostnader ved Anlegget

Nemurá 4/S Larspeint (typisk offshore skip)													
	Summer	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
Estimert maks effekt pr. måned		600 kW	600 kW	600 kW	600 kW	600 kW	600 kW	600 kW	600 kW	600 kW	600 kW	600 kW	600 kW
Estimert bruttseid pr. måned		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Estimert nettoeffekt pr. måned		300 kW	300 kW	300 kW	300 kW	300 kW	300 kW	300 kW	300 kW	300 kW	300 kW	300 kW	300 kW
Estimert energitak	180 000 kWh	15 000 kWh	15 000 kWh	15 000 kWh	15 000 kWh	15 000 kWh	15 000 kWh	15 000 kWh	15 000 kWh	15 000 kWh	15 000 kWh	15 000 kWh	15 000 kWh
Fastledd	kr 18 600	kr 1 550	kr 1 550	kr 1 550	kr 1 550	kr 1 550	kr 1 550	kr 1 550	kr 1 550	kr 1 550	kr 1 550	kr 1 550	kr 1 550
Effektledd	kr 341 100	kr 30 150	kr 30 150	kr 30 150	kr 30 150	kr 30 150	kr 30 150	kr 30 150	kr 30 150	kr 30 150	kr 30 150	kr 30 150	kr 30 150
Energi ledd	kr 7 020	kr 630	kr 630	kr 630	kr 630	kr 630	kr 630	kr 630	kr 630	kr 630	kr 630	kr 630	kr 630
Forbrukavgift	kr 25 470	kr 2 123	kr 2 123	kr 2 123	kr 2 123	kr 2 123	kr 2 123	kr 2 123	kr 2 123	kr 2 123	kr 2 123	kr 2 123	kr 2 123
Tilslag Eiløva	kr 800	kr 67	kr 67	kr 67	kr 67	kr 67	kr 67	kr 67	kr 67	kr 67	kr 67	kr 67	kr 67
Summer	kr 392 990	kr 34 519	kr 34 519	kr 34 519	kr 34 519	kr 34 519	kr 34 519	kr 34 519	kr 34 519	kr 34 519	kr 34 519	kr 34 519	kr 34 519
MVA	kr 98 248	kr 8 630	kr 8 630	kr 8 630	kr 8 630	kr 8 630	kr 8 630	kr 8 630	kr 8 630	kr 8 630	kr 8 630	kr 8 630	kr 8 630
<b>Total nettleie kostnad</b>	<b>kr 491 238</b>	<b>kr 43 149</b>	<b>kr 43 149</b>	<b>kr 43 149</b>	<b>kr 43 149</b>	<b>kr 43 149</b>	<b>kr 43 149</b>	<b>kr 43 149</b>	<b>kr 43 149</b>	<b>kr 43 149</b>	<b>kr 43 149</b>	<b>kr 43 149</b>	<b>kr 43 149</b>
Total nettleie pr. kWh	kr 2,73	kr 2,88	kr 2,88	kr 2,88	kr 2,58	kr 2,58	kr 2,58	kr 2,58	kr 2,58	kr 2,58	kr 2,88	kr 2,88	kr 2,88
Ansat kretspris pr. kWh	kr 0,24	kr 0,24	kr 0,24	kr 0,24	kr 0,24	kr 0,24	kr 0,24	kr 0,24	kr 0,24	kr 0,24	kr 0,24	kr 0,24	kr 0,24
Total energipris pr. kWh	kr 2,97	kr 3,12	kr 3,12	kr 3,12	kr 2,82	kr 2,82	kr 2,82	kr 2,82	kr 2,82	kr 2,82	kr 3,12	kr 3,12	kr 3,12
Effektavg (25 kW)	kr 15 000	kr 1250	kr 1250	kr 1250	kr 1250	kr 1250	kr 1250	kr 1250	kr 1250	kr 1250	kr 1250	kr 1250	kr 1250
Pris effektavg	kr 3 600,000												
Effektavg(kostnad)pr kWh	kr 0,020												
Totalpris	kr 2,989												

### Spot pris / kWh - fornybar energi

kr 0,240 ca. årssnitt

### Energipris Januar

kr 3 600

### Energipris + Nettleie Januar

kr 46 749

### Pris per kWh Januar

kr 3,12

### Energipris år

kr 43 200

### Energipris + Nettleie for hele året

kr 534 438

### Pris per kWh for hele året

kr 2,97

### Salgspris

1

### Kostpris

kr 2,989

### Estimert energiuttak

180 000 kWh

### Inntekt

kr 180 000,00

### Sum

kr 180 000,000

### kostnader

kr 538 037,500

### Vedlikeholdskost

kr 50 000,00

### oppsamling til år 8

kr 19 776,00

### Sum

kr 607 813,500

### Profitt

kr -427 813,500

### Break-even (Profitt=0)

kr 3,377



## 9.5 Forenklet kalkyle for rederi

Drivstoff	Her vil vi se på svingninger i oljepris og valutakurs	
Elektrisitetspris	Fastsatt ligger hos tilbyder, BOH, men vi vil vise til en antatt 1 NOK / kWh pris for elektrisitet, som må ligge i bunn for reder.	
NOx-avgift	NOx-avgiften er 4 NOK/kg/NOx-utslipp. Sterkt knyttet til forbruk av LS - anlegg	
Vedlikeholdskostnader	Det regnes med en besparelse på vedlikehold per time motoren er avslått på 50 NOK/time. Her medberegnes ikke eventuelle kostnader for bruk av LS anlegget utover pris på el-kraft	
Isolert margin	Margin er kun avhengig av innsatsfaktorer.	
Anløpsavgift ved LS	20 % rabatt på hvert anløp som foretas i Bergen Havn	
Kaivederlag - ESI Rabatt	ESI > 30	ESI > 50
	Rabattene vil være 20 % eller 50 % avhengig av ESI score	
Losavgift – ESI Rabatt	Ved en ESI score på 50 eller over, vil en oppnå 50 % rabatt på losavgiften. Denne er satt av kystverket og benyttes i hele Norge	
Total margin	Her vil også miljøbesparelsene tas med, da dette vil gi en mer reell forklaring på besparelsene. Rabattene vil avhenge av ESI score på skip og om det er mulig å benytte LS.	
Forbruk	Lønnsomhet knyttet til forbruk av LS anlegg vil avhenge av marginen som legges til grunn for profitt, antall anløp og antall liggedøgn. Losavgiften kan beregnes med bakgrunn i aktivitet, men det legges til grunn makstariff fra dem, da det regnes med at antall anløp overgår grensen for beregning ved det enkelte anløp.	

