



Hybrid Arbeidsbåt – Snill mot miljøet, de ansatte og lommeboka?



RAPPORT BACHELOROPPGAVEN

FAKULTET FOR INGENIØRVITENSKAP

Institutt for maskinteknikk og produksjon

7491 Trondheim

Besøksadresse:

R.Birkelands vei, 2B, Trondheim

Tittel (Både på norsk og engelsk kreves)

Hybrid arbeidsbåt – Snill mot miljøet, de ansatte og lommeboka?

Hybrid work boat - Kind to the environment, the employees and the wallet?

Prosjektnr

MTP-D-2019-07

Forfatter(e)

Pål Brækken

Oppdragsgiver(e) eksternt

Mowi,

Arnt Erik Tronvol ekstern veileder

Dato levert

20. mai 2019

Antall
vedlegg

3

Totalt antall
sider

69

Veileder(e) internt

Terje Petersen

Rapporten er ÅPEN (stryk ut det som ikke gjelder)

Kort sammendrag

Målet med denne rapporten har vært å vurdere om en hybrid arbeidsbåt er en lønnsom investering på sikt. I tillegg har gruppen sett på om hybride arbeidsbåter kan bidra positivt til arbeidsmiljøet og på utslipp av klimagasser. Resultat viser at til tross for en del tekniske problemer med hybride båter vil alle de spurte respondentene velge hybrid om de fikk velge på nytt. Alle respondentene nevner det gode arbeidsmiljøet som grunn for at de velger hybrid arbeidsbåt. Resultatet viser at til tross for en høyere investeringskostnad for hybridbåt, vil merkostnaden bli tilbakebetalt grunnet lavere drifts- og vedlikeholdskostnader for hybridbåten.

Dette gjelder også for utslipp av klimagasser. Differansen for utslipp mellom hybrid og konvensjonell dieselbåt øker med antall driftstimer.

Stikkord fra prosjektet

Forord

Dette er en bacheloroppgave gjennomført på maskinstudiet ved NTNU. I løpet av den treårige maskiningeniørutdanningen innenfor drift og vedlikehold var denne oppgaven det siste som stod igjen og en fin avslutning på utdanningsprogrammet.

Etter tips fra en av mine forelesere kontaktet jeg Arnt Erik Tronvold i Mowi for å forhøre meg om oppgave. Heldigvis var de positive til forespørselen og vi fant et tema som både var spennende og aktuelt for min utdanning. Oppgaven går ut på at Mowi vurderer å investere i hybrid arbeidsbåt og lurte på om jeg kunne undersøke om dette er en god investering.

Jeg hadde ikke mye kunnskap om oppdrettsnæringen fra før, men har tatt faget MB101510 – Bransjelære tidligere og har vært interessert i å lære mer om næringen. Det har derfor vært stor stas å fått lov til å besøke oppdrettsanlegg og bli bedre kjent med en spennende næring i vekst.

Jeg vil gjerne takke min eksterne veileder Arnt Erik Tronvold og Gøran Kvarsvik i Mowi for god oppfølging og hjelp underveis. Deres interesse for feltet og oppgaven har bidratt til motivasjon og iver gjennom hele prosjektet.

Jeg vil også få takke min interne veileder Terje Petersen for god hjelp til å komme i gang med prosjektet og støtte underveis i prosessen.

Til slutt må jeg takke Einar Arne Glåmen og resten av mannskapet på Setevika for god informasjon og omvisning på Elfrida, Vegard Livik i Moen Marin for informasjon om hybridelektriske arbeidsbåter og Svein Roger Veier for god informasjon om arbeidsbåtens drift og vedlikehold.

God lesning.

Oslo

19.05.2019

Pål Brækken

Sammendrag

Målet med denne rapporten har vært å vurdere om en hybrid arbeidsbåt er en lønnsom investering på sikt. I tillegg har gruppen sett på om hybride arbeidsbåter kan bidra positivt til arbeidsmiljøet og på utslipp av klimagasser.

For å kunne svare på problemstillingen er det blitt gjort en sammenligning mellom konvensjonell diesel- og hybrid arbeidsbåt. Det ble gjennomført møter med aktører i markedet, og det ble foretatt besøk på arbeidsbåter og oppdrettsanlegg. Dette for å finne de totale drifts- og vedlikeholdskostnadene som påløper gjennom levetiden til arbeidsbåten. Deretter ble det foretatt en LCC-analyse av begge båttypene. Resultatet viser at til tross for en høyere investeringskostnad for hybridbåt, vil merkostnaden bli tilbakebetalt grunnet lavere drifts- og vedlikeholdskostnader for hybridbåten. Gruppen undersøkte flere driftsprofiler og resultatet viser at lønnsomheten ved overgang til hybridbåt er størst for anlegg som har båter med høye drifts- og vedlikeholdskostnader. Dette gjelder også for utslipp av klimagasser. Differansen for utslipp mellom hybrid og konvensjonell dieselsbåt øker med antall driftstimer.

For å undersøke hybride arbeidsbåters innvirkning på arbeidsmiljøet ble det foretatt intervjuer og spørreundersøkelser av mannskapet på Elfrida, som er den eneste hybride arbeidsbåten i Norge. Resultat viser at til tross for en del tekniske problemer med hybride båter vil alle de spurte respondentene velge hybrid om de fikk velge på nytt. Alle respondentene nevner det gode arbeidsmiljøet som grunn for at de velger hybrid arbeidsbåt.

Abstract

The purpose of this report is to consider whether hybrid working boats could be a long-term profitable investment. In addition the working group has considered whether hybrid working boats would make positive contributions both to the working environment and to lowered emissions of climate gases.

In order to answer these questions we have made comparisons between conventional diesel boats and hybrid working boats. We have carried out meetings with market-players, and we have visited various working boats as well as aquaculture plants, the purpose of which was to identify the total operational and maintenance costs through the life span of working boats. Thereafter we have performed an LCC-analysis of both types of boat. The results demonstrate that in spite of a higher cost of investment for hybrid boats, the additional cost will be repaid due to lower operational and maintenance costs for the hybrid boat. Our working group have explored various kinds of operational profiles, and the results clearly show that the obtainable profitability by changing to hybrid boats is highest for plants that have boats with high operational and maintenance costs. The same result applies to climate gas emissions. The difference between emissions from hybrid boats and from conventional diesel-powered boats obviously increases with increase in operational hours for the boats.

In order to explore effects of the use of hybrid working boats on the working environment we have been interviewing the crew of Elfrida, the only hybrid working boat in Norway, as well as using questionnaires. The result establishes that despite some technical issues all the respondents would choose a hybrid boat if they were to choose once again. All respondents emphasize the good working environment as the main reason why they would choose hybrid working boats.

<i>Forord</i>	4
<i>Sammendrag</i>	6
<i>Abstract</i>	7
<i>Begrepsliste, forkortelser og ordforklaring</i>	9
1 Innledning	11
Bakgrunn	11
<i>Om oppdragsgiver</i>	12
Problemstilling	14
<i>Begrensninger og omfang</i>	14
Oppgavens oppbygging	15
2 Teori	16
Teori om oppdrettsbåten	16
<i>Elfrida</i>	19
Vedlikehold	20
<i>Korrektivt vedlikehold</i>	21
<i>Forebyggende vedlikehold</i>	21
Enova	22
SWOT-analyse	22
LCC (Life Cycle Cost)	23
3 Metode	25
Kvalitativ metode	25
Kvantitativ metode	25
Intervju	25
Spørreundersøkelse	26
Litteratursøk	27
Observasjoner og korrespondanse	27
Møter	28
Analyser	29
4 Resultater og diskusjon	30
LCC (Life Cycle Cost)	30
<i>Forutsetninger båtmodell</i>	31
<i>Scenario med 3 timer drift ved anlegget</i>	32
<i>Scenario med 6 timer drift ved anlegget</i>	36
Miljøpåvirkning	40
SWOT – analyse	41
<i>Styrker</i>	42
<i>Svakheter</i>	44
<i>Muligheter</i>	44
<i>Trusler</i>	46
Arbeidsmiljø	48
5 Konklusjon	52

Veien videre	52
Konklusjon	52
Referanser	54
Figurliste	56
Tabell-liste	57
Vedlegg.....	58
<i>Intervju Einar Arne Glåmen på Elfrida</i>	58
<i>Intervju med Arve Olav Lervåg</i>	62
<i>Spørreundersøkelse</i>	65

Begrepsliste, forkortelser og ordforklaring

Arbeidsmiljø - Arbeidsmiljø er forholdene for arbeidstakerne på en arbeidsplass, særlig de fysiske, vernetekniske, yrkeshygieniske og velferdsmessige forholdene.

Capstan - Gangspill (eller capstan) er en roterende, vertikal trommel som brukes til å heve eller flytte tunge gjenstander. Den fungerer ved at man legger løkker av tau/kabel/trosse over trommelen som låses av i seg selv.

CO₂ – Karbondioksid

CO₂-ekvivalent - For å kunne sammenligne ulike klimagasser, regnes alle om til samme enhet, CO₂-ekvivalent. 1 kg metan tilsvarer 25 CO₂e fordi metan er en 25 ganger sterkere drivhusgass enn CO₂

Forebyggende vedlikehold - Vedlikehold som utføres etter forutbestemte intervaller eller ifølge forutbestemte kriterier, og som har til hensikt å redusere sannsynligheten for svikt eller funksjonsnedsetting (degradering)

HMS – Helse, miljø og sikkerhet

Korrigerende vedlikehold - Vedlikehold som utføres etter en feil er oppdaget, og som har til hensikt å bringe en enhet tilbake i en tilstand som gjør det mulig å utføre en krevd funksjon.

KW - Kilowatt (effektangivelse)

Kwh - Kilowatt-timer

LCC (Life Cycle Cost) - Levetidskostnader (LCC) er et estimat over de totale kostnader som vil påløpe gjennom et systems/produkts definerte levetid.

Merkostnad – Er i denne rapporten definert som en tilleggsomkostning, det vil si en kostnadsøkning.

Vedlikehold - En kombinasjon av alle tekniske og administrative aktiviteter, inkludert ledelsesaktiviteter, som har til hensikt å opprettholde eller gjenvinne en tilstand som gjør en enhet i stand til å utføre en krev funksjon.

1 Innledning

Bakgrunn

I 2017 lanserte Norsk Industri et veikart der de lansert en målsetting om å øke den årlige eksportverdien fra dagens 60 milliarder kroner til 200 milliarder kroner i 2030 (Norsk Industri, 2017). Det forventes betydelig vekst i havnæringen globalt. Organisasjonen for økonomisk utvikling og samarbeid viser i sin rapport "The Ocean Economy in 2030" at den økonomiske aktiviteten i havet er i sterk vekst, og anslår at havøkonomien vil gi 40 millioner arbeidsplasser og doble sitt bidrag til global verdiskapning innen 2030(OECD, 2016).

Med en sterk vekst i oppdrettsnæringen vil også CO2 utslippene øke. Norges klimaforpliktelser innebærer at klimautslippene skal ned med 40 prosent innen 2030(Regjeringen, 2019). Dette gjelder også for sjømatnæringen. Ny teknologi med batteri og hybride løsninger om bord i fartøyene, vil sammen med utbygging av ladeinfrastruktur og landstrømsløsninger kunne bidra til å nå disse målene.

Oppdrettsnæringen er godt i gang med å elektrifisere lokaliteter. Det antas at om lag 50 prosent av anleggene i dag er tilknyttet landstrøm. Det er et betydelig potensiale i å elektrifisere flere av de lokalitetene som fremdeles ikke er elektrifisert, samt å elektrifisere båter tilknyttet fiskeoppdrettsanlegg (ABB & Bellona, 2018).

Laks på landstrøm kan kutte 300 000 tonn CO₂-utslipp årlig

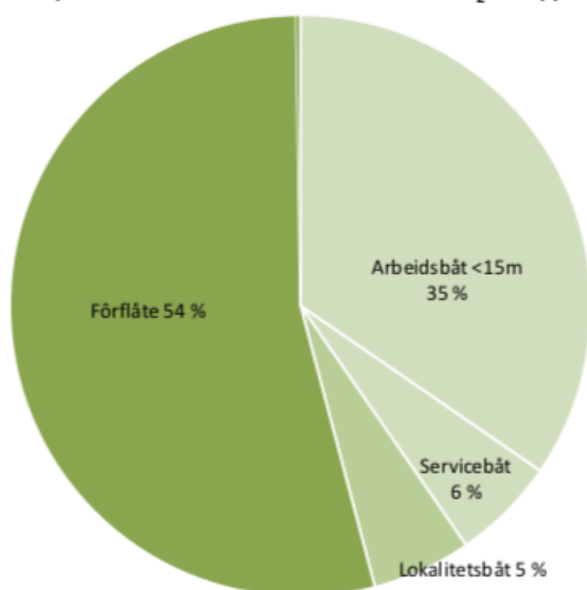


Figure 1: Mulige klimakutt (tonn CO₂) laks på landstrøm etter kilde per år. Kilde: Bellona

Figur 1: Mulige klimakutt (tonn CO₂) laks på landstrøm etter kilde per år. Kilde: BELLONA

Ifølge studien utført av Bellona og ABB har båter tilknyttet oppdrettsanlegg et totalutslipp på 224 000 tonn CO₂ årlig. Alle båter som er tilknyttet oppdrett kan i prinsippet elektrifiseres. Men ifølge studien er arbeidsbåten den største utslippskilden og elektrifisering av denne vil dermed ha størst innvirkning på kutt i utslipp av CO₂.

Mowi sin visjon innebærer å ta aktivt del av ansvaret for at næringen utvikler seg på en bærekraftig måte. Selskapet setter sin ære i å drive frem endring og utvikling for å fremme morgendagens teknologi. Det har derfor vært interessant for Mowi og se nærmere hybridelektriske arbeidsbåter. Men å investere i en hybridelektrisk arbeidsbåt har en betydelig merkostnad. Derfor handler min oppgave seg om å se på lønnsomheten i en slik investering i tillegg til å se på positive effekter på utslipp og arbeidsmiljø.

Om oppdragsgiver

Mowi ASA, tidligere kjent som Marine Harvest, er et av verdens ledende sjømatelskap og verdens største produsent av atlantisk laks. Selskapet har 14.537 ansatte, virksomhet i 25 land og omsatte i 2018 for EUR 3,8 milliarder (OSLO BØRS, 2019).



Figure 2 Mowi sin produksjon i Norge er delt inn regioner: Region Sør, Region Midt og Region Nord

Mowi sin visjon er å ta et aktivt del av ansvaret for at næringen utvikler seg på en bærekraftig måte og ønsker å ligge i front av utviklingen innen sjømat og høsting av havet. Selskapet og dets ansatte setter sin ære i å drive frem endring og utvikling for å fremme morgendagens teknologi. Slik ønsker de å skape en mer bærekraftig fremtid (MOWI, 2019).

Mowi sine verdier:

PASSION – Lidenskap for selskapet og for produktene er nøkkelen til suksess. Det er på denne måten at Mowi og de ansatte kan gjøre en forskjell.

CHANGE – For Mowi er endring normalen. Det er evne og vilje til endring som gjør organisasjonen i stand til å ligge helt foran i sjømatindustrien. Selskapet og de ansatte streber etter kontinuerlig forbedring.

SHARE – I et selskap med mer enn 13 000 ansatte er det essensielt at kunnskap og erfaring deles for å sikre effektivitet. Mowi oppfordrer til tydelighet både internt og eksternt. På denne måten vil hver enkelt ansatt få anledning til å komme med bidrag til selskaps utvikling.

TRUST – Mowi er forpliktet til å adressere de sosiale og miljømessige utfordringene som sjømatindustrien møter. Sosialt ansvar og bærekraft er viktig på alle nivåer innen deres forretningsområde og er en sentral del av selskapets kultur(MOWI, 2019).

Problemstilling

Jeg vil sammenligne konvensjonelle dieseldrevne arbeidsbåter med hybridelektriske arbeidsbåter brukt i oppdrettsnæringen. Jeg ønsker å se om det er lønnsomt å investere i en hybrid arbeidsbåt på sikt og undersøke hva som kan påvirke lønnsomheten i livsløpet til arbeidsbåten. Samtidig vil jeg også undersøke om hybridelektriske arbeidsbåter kan bidra positivt til arbeidsmiljøet og utslipp av klimagasser. Jeg har derfor valgt følgende problemstilling:

- *Er hybrid arbeidsbåt en lønnsom investering på sikt?*
- *Kan hybride arbeidsbåter bidra til et bedre arbeidsmiljø?*
- *Vil hybrid arbeidsbåt ha et nevneverdig utslag på utslipp av klimagasser?*

Begrensninger og omfang

I denne rapporten er det tatt utgangspunkt i arbeidsbåten. Arbeidsbåten er den båten studien til ABB og Bellona (2018) mener har størst potensiale for utslippsreduksjon.

Det finnes ulike hybride fremdriftssystemer i båter. Denne rapporten går ikke nærmere inn på de ulike systemene. Det hybride systemet brukt i eksempelet i denne rapporten har batterier som sin viktigste energikilde, men har en dieselgenerator som kan bidra hvis det skulle være nødvendig. Dieselgeneratoren produserer elektrisitet som sendes til strømforbrukerne og eventuell overskuddsenergi bidrar til å lade batteripakken. Ved anlegget vil båten kun bruke batteriet, men vil bruke dieselgeneratoren når båten kjører til og fra anlegget. Med dette systemet vil komponentene til diesel- og hybridbåten ligne, da det ikke er noe ekstra gir, men kun en dieselgenerator som skrus på når det er nødvendig. Dette forenkler sammenligningen og utregningene i rapporten.

Andre antagelser i denne rapporten:

- Det er konstant fart og effektforbruk ved overfart; dette forenkler utregningene betraktelig.
- Det er konstant effektforbruk under arbeid på anlegget.
- Antall timer arbeid daglig er konstant hele året.

Oppgavens oppbygging

Rapporten er bygd opp på følgende måte:

- 1. Innledning** – Her beskrives hensikten og grunnlaget for oppgaven.
- 2. Teori** – Her redegjøres teori som kreves for forståelse av prosjektet.
- 3. Metode** – Gir en oversikt over hvilke metoder som er benyttet.
- 4. Resultater og diskusjon** – Her beskrives, analyseres og redegjøres funnene i studien.
- 5. Konklusjon** – Her oppsummeres hovedfunn i relasjon til problemstillingen, og forslag til videre forskning.

2 Teori

Teori om oppdrettsbåten

Bruksbeskrivelse

Båttypen som omhandles i oppgaven er en arbeidsbåt som brukes til mindre og rutinemessige oppgaver ved et oppdrettsanlegg. Hvert oppdrettsanlegg har ca. en arbeidsbåt per anlegg.

Oppbygging

Arbeidsbåter er under 15 meter, men har et meget stort deksareal da de er veldig brede i forhold til en fritidsbåt med samme lengde. I denne rapporten fokuseres det på en arbeidsbåt med lengde 13.5 meter og en bredde på 7.5 meter. Båten er en aluminiumsbåt med to skrog, også kjent som katamaran. Et eksempel er vist på forsiden.

Fremdriftsprofil

Oppdrettsbåten vil bruke 30 minutter fra landbasen til anlegget. Båten vil kjøre med en fart på 8 knop.

Diesel og hybrid – sammenligning

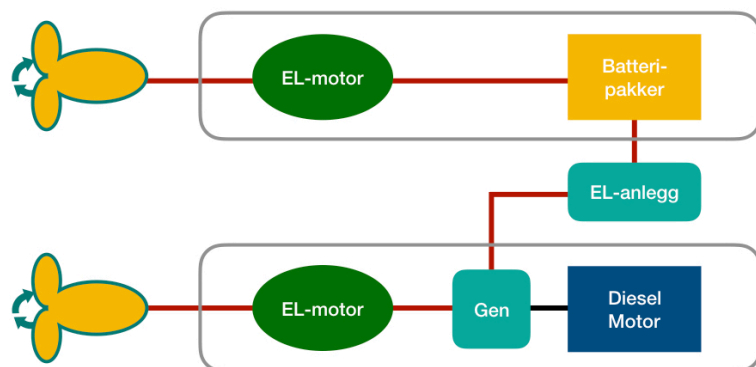


Figure 3 Modell av hybridbåt

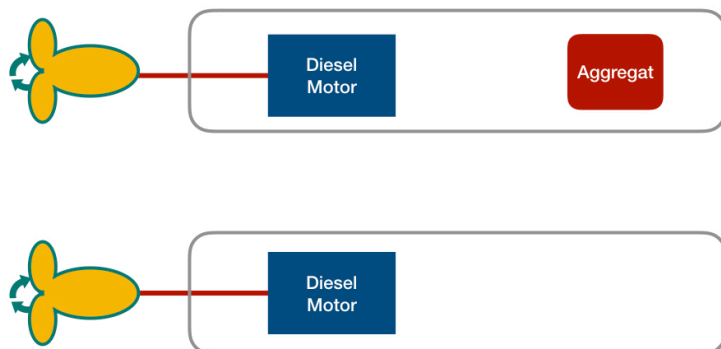


Figure 4 Modell av dieselbåt

Utstyr

Begge båtene vil være utstyrt med kran og to capstaner. Forskjellen er at ved dieselbåten drives kranen og capstanen av et hydraulikkaggregat påmontert motoren, og ved den hybride båten er capstanene elektriske og kranen drives av et elektrisk hydraulikkaggregat.

Driftsprofil

Dieselbåten vil bruke begge dieselmotorene under kjøring til og fra anlegget. Under arbeid ved anlegget vil kun den ene motoren gå for å drifte hydraulikkanlegget.

Hybridbåten vil gå dieselektrisk under kjøring til og fra anlegget. Når den ankommer anlegget vil båten kun bruke batteriet. Batteripakken vil lades opp over natten ved landbasen.

Levetid komponenter¹

Felleskomponenter med lik levetid er ikke tatt med i denne beregningen da de ikke har innvirkningen på analysen

¹ Informasjon om levetid og effektbehov på komponentene er gitt av Vegard Livik, prosjektingeniør Moen Marin, og Svein Roger Veier, mekaniker på Persflua

Diesel:

Tabell 1: Levetid komponenter diesel

KOMPONENT	LEVETID
Dieselmotor	15 000 timer
Aggregat	15 år

Hybrid:

Tabell 2: Levetid komponenter hybrid

Komponent	Levetid
Batteripakke	10 år
Dieselgenerator	15 år

Effektbehov¹

	Diesalbåt	Hybridbåt
Drift ved anlegg	10 liter/time	20kw/h
Kjøring til/fra anlegg	68 liter/time	34 liter/time

Tabell 3: Effektbehov

Vedlikehold

Vedlikeholdet om bord i arbeidsbåtene består for det meste av forebyggende vedlikehold, der stort sett alt er tidsbasert. Dette vedlikeholdsarbeidet består for det meste av skifte av filter og væsker. I tillegg er det en del uforutsett korrektivt vedlikehold. Mekanikeren på Persflua estimerte 15000kr per måned i vedlikeholdsutgifter, og der går motorene ca. 1460² timer årlig. Batteripakkene og el-motorene er omtrent vedlikeholdsfrie, så de er ikke med i beregningene. Vedlikeholdsarbeidet vil for det meste være på dieselgeneratoren som går mye færre timer enn dieselmotorene på diesalbåten. Både Frydenbø³ og Moen Marin estimerer 70% mindre vedlikeholdsutgifter på hybridbåter. Derfor ganges vedlikeholdsarbeidet på diesalbåten med en faktor 0.3 for å finne hybridbåtens vedlikeholdskostnader.

² 4 timer daglig * 365 dager i året

³ Tall fått fra daglig leder, Frydenbø

Antall timer årlig Diesel	Vedlikehold årlig Diesel	Vedlikehold årlig hybrid ⁴
1460	180 000 kr	54 000 kr
2555⁵	315 000 kr ⁶	94 500 kr

Tabell 4: Vedlikeholdskostnader

Elfrida

Elfrida ble overlevert fra Ørnli Slipp AS til Salmar Farming AS 16. Februar 2017. Elfrida blir kalt verdens første elektriske arbeidskatamaran til oppdrettsnæringen⁷. Det elektriske fremdriftssystemet ble utviklet og produsert av Siemens i Trondheim. Teknologien er basert på gjennomprøvde og robuste løsninger som Siemens har levert til både elektriske ferger, verdens første elektriske fiskesjark og til store offshore skip:



Figure 5 Besøk på Elfrida

⁴ Vedlikehold diesel * 0.3

⁵ 7 timer daglig * 365 dager i året

⁶ 75% økning i timer, gir estimert økning i vedlikeholdskost på 75%

⁷ <http://maritimt.com/nb/batomtaler/elfrida-032017>

- **Hovedfremdrift:** 2x159kw permanentmagnet motor, vannkjølte. 2x Sinamics frekvensomformere, vannkjølte
- **Energi lager/generering:** 2x92kwh Li-ion batteri. 149kw generator, JohnDeere.
- **Driftsmoder:** Batterielektrisk, hybrid, dieselelektrisk, lading fra land (400V/240V).

(Ørnli Slipp, 2017)

Vedlikehold

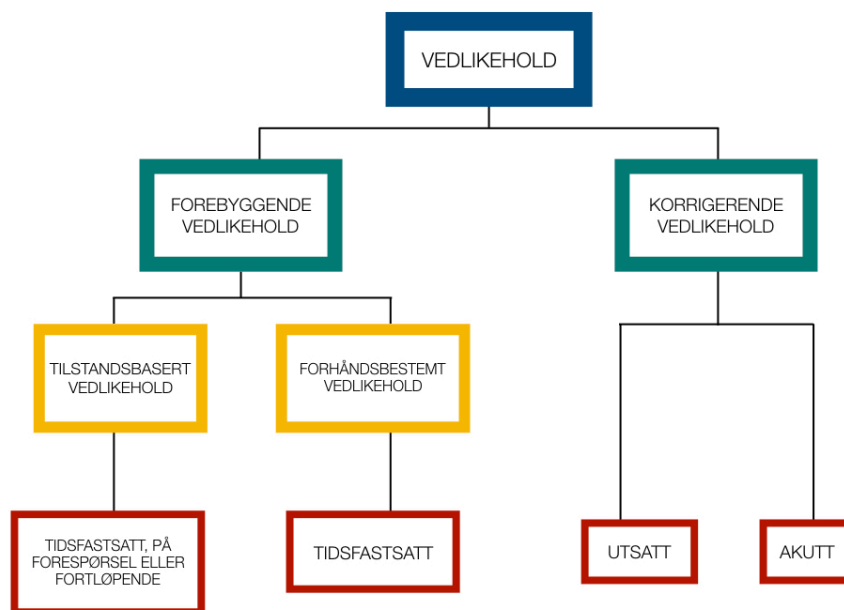


Figure 6 Kart over vedlikeholdstyper

Korrektivt vedlikehold

”Vedlikehold som utføres etter at en feil er oppdaget, og har som formål å bringe en enhet til en tilstand der den kan oppfylle en krevd funksjon” (Norsk Standard, 2017, p.16).

Korrigerende/korrektivt vedlikehold er vedlikehold som utføres etter at en feil har oppstått. Formålet er å bringe enheten tilbake til en tilstand hvor den kan oppfylle en krevd funksjon. Det utføres gjerne en feilsøking for å få identifisert feilen før man deretter utfører selve inngrepet (for eksempel utskiftning). Til slutt foretas en funksjonskontroll som verifiserer og kvalitetssikrer det utførte vedlikeholdet. I forbindelse med korrigerende skiller man mellom forutsett (planlagt) og uforutsett vedlikehold. Ved forutsett (planlagt) vedlikehold, kjøres utstyret til havari, der man har tillatt å la svikten inntreffe. Ved uforutsett korrektivt vedlikehold oppstår svikten uventet, og man gjennomfører deretter aktiviteter for å gjenopprette funksjonsevnen. (Bye, 2009)

Forebyggende vedlikehold

”Vedlikehold som utføres for å vurdere og/eller minske degradering og redusere sannsynligheten for svikt i en enhet” (Norsk Standard, 2017, p. 15).

Forebyggende vedlikehold er planlagt vedlikehold som utføres på en enhet før en feil/svikt har oppstått. (Bye, 2009, p. 8) beskriver hensikten med forebyggende vedlikehold:

- Hindre , eventuelt utsette svikt eller feil som medfører følgeskader og/eller ødeleggelse av enheter
- Hindre skader på mennesker og miljø. I tillegg vil forebyggende vedlikehold på utstyr og anlegg ha stor betydning for sikkerheten.
- Redusere behovet for korrigerende vedlikehold.

Man deler vanligvis forebyggende vedlikehold inn i to hovedgrupper; tilstandsbasert vedlikehold og tidsfastsatt (planlagt) vedlikehold. Ved tilstandsbasert vedlikehold utføres det kun tiltak hvis kontrollen eller målingene ikke gir tilfredsstillende verdier. Selv om det ikke utføres direkte inngrep betraktes tilstandskontrollen som en vedlikeholdsaksjon. Ved tidsfastsatt vedlikehold gjøres vedlikeholdet ved faste vedlikeholdsintervaller, enten ved basert på kalender eller på antall driftstimer. (Bye, 2009)

Enova

Enova SF, norsk statsforetak med formål å fremme omlegging til en mer miljøvennlig energibruk og energiproduksjon i Norge gjennom mer effektiv bruk av energi, produksjon av ny og fornybar energi og miljøvennlig bruk av naturgass. Foretaket, som ligger i Trondheim, ble etablert i 2001 (Store Norske Leksikon, 2018).

Med støtteprogrammet for Elektrifisering av sjøtransport ønsker Enova å bidra til en markedsendring hvor nullutslippss fartøy blir konkurransedyktige sammenlignet med konvensjonelle båter. Programmet skal bidra til at kommersiell bruk av batterier om bord på skip skjer hurtigere og i et økt omfang enn de ellers ville blitt, og til at batteriløsninger blir mer tilgjengelige i markedet. Økt markedsvolum skal bidra til å bygge opp tilbudssiden av markedet, gi grunnlag for videre utvikling og styrket konkurransekraft. Målet er at batteriløsninger skal bli det foretrukne valget uten støtte og føre til reduserte utslipp og en mer energi- og klimaeffektiv skipsfart på vei mot lavutslippssamfunnet. Investeringsstøtten skal dekke deler av merkostnadene sammenlignet med konvensjonelle løsninger og bidra til at batteriteknologi og dens egenskaper blir bedre kjent (Enova, 2018).

Batteriteknologi skal være en vesentlig del av fartøyets energikonvertering eller energibruk, for eksempel knyttet til fremdriftssystem eller lasthåndtering. Anskaffelse og ombygging av skip støttes med:

- Inntil 40% av godkjente merkostnader for store virksomheter
- Inntil 50% av godkjente merkostnader for mellomstore og små virksomheter

(Enova, 2018)

SWOT-analyse

SWOT-analyse er en analyse av en bedrifts eller et produkts styrker og svakheter i forhold til markedsmessige muligheter og trusler (Bredesen, 2011). SWOT-analyse er en forkortelse for de engelske ordene:

1. **Strength(styrker)** Hvilke sterke sider har produktet i dag, og hvordan kan man ta vare på og utnytte disse styrkene i fremtiden?

2. **Weaknesses (svakheter)** Hvilke sider av produktet har feil eller svakheter? Hva kan gjøres for å rette opp i disse forholdene?
3. **Opportunities (muligheter)** Hvilke forhold ved produktet kan gi nye muligheter i fremtiden? Hva kan gjøres for å utnytte dette?
4. **Threats (trusler)** Hvilke forhold i fremtiden innebærer trusler for produktet, og hva kan gjøres for å stå bedre rustet til å møte disse truslene?

Faktorene som kommer frem av analysene kan samles som stikkord i en matrise for å få et forenklet bilde av virkeligheten.

LCC (Life Cycle Cost)

Levetidskostnader (LCC), er et estimat over de totale kostnader som vil påløpe gjennom et produkts definerte levetid (Bye, 2009). Formålet med analysen er at kjøperen tvinges til å se på kostnadene i hele den planlagte levetiden (brukstiden), og ikke bare i investeringskostnadene. De viktigste elementene i levetidskostnadene er:

- **Kapitalkostnader** (Investeringskostnader, reservedelspakke, dokumentasjon, transport og montering, opplæring etc.)
- **Driftskostnader** (Personalkostnader, energikostnader, forsikringer, etc.)
- **Vedlikeholdskostnader** (Kostnader i forbindelse med forebyggende og korrigerende vedlikehold, reservedeler, transportkostnader, oppgraderinger, etc.)
- **Stoppkostnader** (Tap av produksjonsinntekter pga. Nedetid som skyldes vedlikehold
- **Skroting** (kassasjon)

Levetidskostnadene kan uttrykkes som summen av kostnadene som påløper i løpet av produktets levetid:

LCC = Kapitalkostnader + Driftskostnader + Vedlikeholdskostnader + Stoppkostnader

For at evalueringene skal være relevante over tid, beregnes ofte LCC i nåverditermer.

Generell formel for nåverdiberegning:

$$NV = \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+k)^t} - I$$

S_t = Netto kontantstrøm

k = Kalkulasjonsrente

n = Levetid i år

I = Investeringsbeløp

3 Metode

Kvalitativ metode

Kvalitative metoder bygger på teorier om fortolkning og menneskelig erfaring. Metodene omfatter ulike former for systematisk innsamling, bearbeiding, og analyse av materiale fra samtaler, observasjoner eller skriftlige tekster. Man ønsker å utforske meningsinnholdet i sosiale fenomener, slik det oppleves for de involverte. Kvalitative forskningsmetoder kan brukes til systematisering av og gi innsikt i menneskelige uttrykk, enten språklige ytringer eller handlinger. Språk og handling har en meningsdimensjon som krever kvalifisert og refleksiv fortolkning slik at det kan utvikles til vitenskapelig kunnskap. Kvantitative forskningsmetoder forholder seg til kvantifiserbare størrelser som systematiseres ved hjelp av ulike former for statistiske metoder. Tall og statistikk er derimot ikke selvforklarende, derfor inngår tolkning som et sentralt element også ved kvantitativ metode. (De nasjonale forskningsetiske komiteene, 2010)

Kvantitativ metode

Kvantitativ metode er en undersøkelse som analyserer et stort antall enheter. Formålet med kvantitativ metode er gjerne å teste en hypotese, det vil si å finne om en antakelse om virkeligheten stemmer overens med de data man har. Kvantitativ metode skiller seg fra kvalitativ metode, som innebærer å undersøke én eller få observasjoner i dybden, ved å samle inn data som så beskrives i tekstform (Store Norske Leksikon, 2018).

En spørreundersøkelse er et eksempel på en kvantitativ tilnærming. Man er opptatt av å telle opp fenomener, det vil si kartlegge deres utbredelse (Johannesen, Kristoffersen, & Tufte, 2011).

Intervju

Intervju er en kvalitativ metode som gir individuelle og utfyllende svar. Metoden ble benyttet for å innhente kvalitative primærdata. Det finnes lite forskningsbasert kunnskap om hybride arbeidsbåter, så kvalitativ intervjumetode passet godt for prosjektet. Det var

ønskelig å belyse holdninger til hybride arbeidsbåter av de som har erfaring med en slik løsning og de som har valgt en slik løsning. Derfor falt valget på Einar Arne Glåmen, som er driftsleder på Setevika oppdrettsanlegg og som har lang erfaring med verdens første elektriske arbeidsbåt, Elfrida⁸, og Arve Olav Lervåg, som er Konserndirektør oppdrett hos Norway Royal Salmon ASA (NRS), som har bestilt hybrid arbeidsbåt fra Moen Marin.

Intervjuene ble gjennomført semistrukturert. Denne intervjuformen kan beskrives som samtale mellom forskeren og respondenten, der forskeren styrer samtalen (Nasjonal Digital Læringsarena, 2010). Det ble laget en intervjuguide, som er en plan for hva man ønsker å snakke om. Intervjuene startet med enkle spørsmål for å få samtalen i gang rundt temaene, som er mer personlige. Spørsmålene var for det meste åpne slik at man ikke utelukket viktig informasjon. Informantene ble spurt om det var greit at det ble tatt opptak av intervjuet. Informantene godkjente dette og det gjorde det lettere å lytte aktivt, og heller notere i etterkant av intervjuet.

Spørreundersøkelse

Det ble utført en spørreundersøkelse i forbindelse med besøket på Elfrida. Det ble stilt en rekke spørsmål for å få frem positive og negative sider ved hybride arbeidsbåter. Spørreundersøkelsen var nettbasert, og ble utformet ved hjelp av nett-tjenesten Enalyzer⁹. Mannskapet som hadde skift da jeg var på besøk på elfrida fikk låne PC og svare på spørreundersøkelsen. Resten fikk tilsendt link til undersøkelsen av driftsleder. Undersøkelsen var anonym, og tanken var at manskapet skulle tørre å svare mer åpent enn hvis de måtte svare ansikt til ansikt mens resten av manskapet hørte på. En annen fordel med nettbasert spørreundersøkelse er at det er lett å sortere spørsmål og svar. Denne metoden gjør det derimot vanskelig å vite om respondentene har forstått spørsmålene. Vanligvis vil man heller ikke kunne rettlede respondentene. Heldigvis hadde respondentene mulighet til å henvende seg til meg direkte på båten hvis det var noe som var utydelig. Samtidig ga jeg også en gjennomgang om hva spørreundersøkelsen handlet om på forhånd. Undersøkelsen hadde syv spørsmål, hvor tre var flervalgsspørsmål og de resterende fire var

⁸ <https://fiskeribladet.no/teknisk/nyheter/?artikkel=62998&fbclid=IwAR1BZH9t9yj8qtk-gQ8PsyIHmxH9bnodmZzl6gilkf8wlaTEi1YS7yig93o>

⁹ <https://www.enalyzer.com>

åpen for besvarelse med egne synspunkter. En kort undersøkelse bidrar til å holde deltakerne interesserte gjennom hele undersøkelsen. Dette bidrar til å kvalitetssikre undersøkelsen.

Litteratursøk

Det ble gjennomført litteratursøk i starten av prosjektet. Dette for å få forståelse og oversikt over temaet. Det har vært viktig å være kritisk til kildene, og kvalitetssikre dette ved å snakke med aktuelle informanter. I motsetning til intervju, der informasjon hentes direkte fra kilden, er tekstene som blir brukt sekundærdata. Det var derfor viktig å ha gode informanter som kunne kvalitetssikre informasjonen som ble innhentet. Upålitelige kilder som Wikipedia har blitt utelukket. Informasjonen har blitt hentet fra skolens bibliotek og ved hjelp av søkemotoren Google.

Observasjoner og korrespondanse

Observasjoner ble også benyttet som en del av denne studien. Det ble gjennomført to besøk på oppdrettsanlegg:

- Besøk på Persflua oppdrettsanlegg 12.03.19. Ved å besøke Persflua fikk jeg et overblikk over oppdrettsbåtens utforming og hverdag. Jeg fikk en gjennomgang av arbeidsdagen til de som jobber på oppdrettsanlegg og informasjon om vedlikeholdet og driften av oppdrettsbåten.



Figure 7 Besøk på Persflua

- Besøk på Setevika oppdrettsanlegg 25.04.19. Ved å besøke Setevika oppdrettsanlegg fikk jeg, i tillegg til å intervju driftsleder og levere ut spørreundersøkelse til mannskapet, observert hvordan arbeidsdagen om bord på Elfrida oppleves.

I tillegg til semistrukturerte intervjuer utgjør også muntlige kilder og korrespondanse med ulike interessenter en stor del av kildematerialet. Jeg har vært i kontakt med personer både gjennom mail, ved telefonsamtale og personlig oppmøte.

Møter

Det ble gjennomført en del møter med ved viktige personer for temaet. Dette for å få nødvendig informasjon, utveksle ideer og for å diskutere interessante temaer opp imot problemstillingen. For å gjennomføre møtene ble Skype for Business¹⁰ brukt. Dette var nødvendig da møtedeltakerne holdt til på vidt forskjellige steder i Norge. I Skype for Business har man mulighet til skjermdeling, slik at man får en bedre forståelse for hva man diskuterer og presenterer enn hva man ville gjort under en vanlig telefonsamtale.

Møte 17.01.19 , deltakere:

- Arnt Erik Tronvold, teknisk leder Mowi
- Gøran Kvarsvik, Teknisk koordinator Mowi
- Magnar Svoren,

Møtet ble gjennomført for å kickstarte prosjektet. Her ble deltakerne i prosjektet introdusert for hverandre, og tanker om hvordan man burde angripe oppgaven ble presentert. Møtet var viktig for å forstå hva ønsker og mål for oppgaven skulle være.

Møte 02.05.19, deltakere:

- Gøran Kvarsvik, Teknisk koordinator Mowi
- Vegard Livik, prosjektingeniør Moen Marin
- Egil Mollestad, administrerende direktør ZEM

Møtet ble gjennomført for å få bedre innsikt i batteri, og hybridteknologi. Egil Mollestad og Vegard Livik presenterte deres batteri/hybrid konsept. Møtet var viktig for å oppklare

¹⁰ <https://www.skype.com/no/business/>

uklarheter rundt levetiden og degraderingen på batteripakkene samtidig som vi fikk et godt innblikk i teknologien bak.

Analyser

Det har blitt gjennomført tre analyser i rapporten. Hensikten bak dem er nærmere beskrevet i teorikapittelet:

- **LCC**, Gir en mer komplett beregning av lønnsomheten med å investere i hybrid løsning.
- **SWOT-analyse**, oversikt over styrker og svakheter for hybrid løsning

4 Resultater og diskusjon

I dette kapitlet vil jeg bruke LCC-analysen for å se på lønnsomheten ved å investere i hybrid oppdrettsbåt. Deretter vil jeg identifisere svakheter, styrker, trusler og muligheter ved hybrid arbeidsbåt ved hjelp av en SWOT-analyse. Svarene fra spørreundersøkelsen og intervjuene vil bidra til SWOT-analysen og til å analysere effekter hybride arbeidsbåter har på arbeidsmiljøet for de som jobber der. Jeg vil også se undersøke hva en overgang til hybridbåt har å si for utslipp av CO2 ekvivalenter.

LCC (Life Cycle Cost)

LCC = Kapitalkostnader + Driftskostnader + Vedlikeholdskostnader

- **Kapitalkostnader:** Merkostnad hybrid, reinvestering batteripakke, reinvestering aggregat, reinvestering dieselmotorer.
- **Driftskostnader:** Kostnad diesel, kostnad strøm

Arbeidsbåtenes bruk varierer fra dag til dag, men også fra anlegg til anlegg. Jeg har derfor tatt for meg to scenarioer:

- Scenario 1: Arbeid ved merdene 3 timer.
- Scenario 2: Arbeid ved merdene 6 timer.

Dette vil ha innvirkning på:

- Størrelse og kostnad batteripakke.
- Levetid dieselmotorer.
- Driftskostnader
- Vedlikeholdskostnader

Forutsetninger båtmodell

Tid

- Levetiden for batteripakken er satt til 10 år.
- Bruksdager i året er 365 dager.
- Levetid for aggregat på dieselbåt er satt til 15 år.
- Levetid dieselgenerator på hybridbåt er satt til 15 år.
- 30 minutters kjøring til og fra anlegget ved 8 knops fart.
- Dieselmotoren har en antatt levetid på 15 000 timer.
- Levetid investering er satt til 24 år.

Energiforbruk

- Antatt energiforbruk ved anlegget er 10 liter/time for dieselbåt og 20kw/time for hybridbåt.
- Antatt energiforbruk ved kjøring er 68 liter/time for dieselbåt og 34 liter/time for hybridbåt.
- Batteriet er dimensjonert med 2 ganger effektbehov for å ivareta behov for optimalisert lading og bruk samt tap av kapasiteten over tid. ¹¹

Kostnader

- Kostnad for batteripakke er satt til 6500 kr per kwh (DNV GL, 2018).
- Antatt kostnad per liter diesel: 8kr¹².
- Antatt kostnad per kwh: 1kr.
- Antatt kostnad for bytte av aggregat i dieselbåt inkludert arbeid: 200 000kr².
- Antatt kostnad for bytte av 2 stykk dieselmotorer inkludert arbeid er 1 700 000kr².
- Ved bytte av batteripakke antas det at kostnad for arbeid er 200 000kr¹³.
- Merkostnaden utenom batteripakken for hybridbåt er satt til 3 414 000kr³
- Enovastøtte til merkostnad er satt til 30%.

¹¹ Batteriet skal ikke lades mer enn 90% eller utlades under 10% av kapasiteten. Restkapasiteten skal være minst 70% etter endt levetid.

¹² Basert på erfaringer fra Arnt Erik Tronvold., Mowi

¹³ Estimert hentet fra Vegard Livik, Moen Marin.

- Diskonteringsrente: 6.7%

Scenario med 3 timer drift ved anlegget

Kostnad batteripakke:

Tid anlegg per dag	Energibehov per dag	Batterikapasitet	Sikkerhetsfaktor	Nødvendig kapasitet	Kostnad per kwh	Kostnad batteripakke
3 timer	20 kw/time	60kwh	2	120kwh	6500 kr	780 000 kr

Tabell 5: Kostnad batteripakke (3timer drift)

Merkostnad: $3\,414\,000\text{kr} + 780\,000 = 4\,194\,000\text{kr}$

Enovastøtte: $0.3 * 4\,194\,000\text{kr} = 1\,258\,200\text{kr}$

Ny merkostnad: $4\,194\,000\text{kr} - 1\,258\,200\text{kr} = \mathbf{2\,935\,800\text{kr}}$

Reinvestering batteripakke: $780\,000\text{kr} + 200\,000\text{kr} = \mathbf{980\,000\text{kr}}$.

Levetid dieselmotor:

Timer drift anlegg per dag	Timer kjøring per dag	Dager drift per år	Antall timer per år	Levetid motor timer	Levetid motor år
3	1 time	365	1460	15000	$15000 / 1460 \approx 10$

Tabell 6: Levetid dieselmotor (3 timer drift)

Driftskostnader hybrid:

Timer drift anlegg per dag	Energibehov anlegg per time	Kr/kwh	Kostnad kwh/da g	Timer kjøring g	Dieselforbruk kjøring per time	Kostnad liter diesel per dag	Kostnad diesel per dag	Sum drivstoffkostnader per dag	Dager drift i året	Sum driftskostnader per år
3	20kw	1	60	1	34	8kr	272kr	332kr	365	121 180kr

Tabell 7: Driftskostnader hybrid (3timer drift)

Driftskostnader diesel:

Timer drift anlegg per dag	Dieselforbruk time ved anlegg	per	Timer kjøring per dag	Dieselforbruk time kjøring	per	Kostnad per liter diesel	Sum drivstoffkostnader per dag	Dager i året	Sum driftskostnader per år
3	10 liter		1	68 liter		8kr	784kr	365	286 160kr

Tabell 8: Driftskostnader diesel (3timer drift)

Vedlikeholdskostnader tas rett ut fra tabell ?:

- Vedlikehold Diesel: 180 000 kr
- Vedlikehold Hybrid: 54 000 kr

Resultat 3 timer drift ved anlegg

Utrekningene er gjort ved hjelp av Excel (Vedlegg 3). Her har jeg benyttet meg av nåverdiformelen som er omtalt i teori-kapittelet:

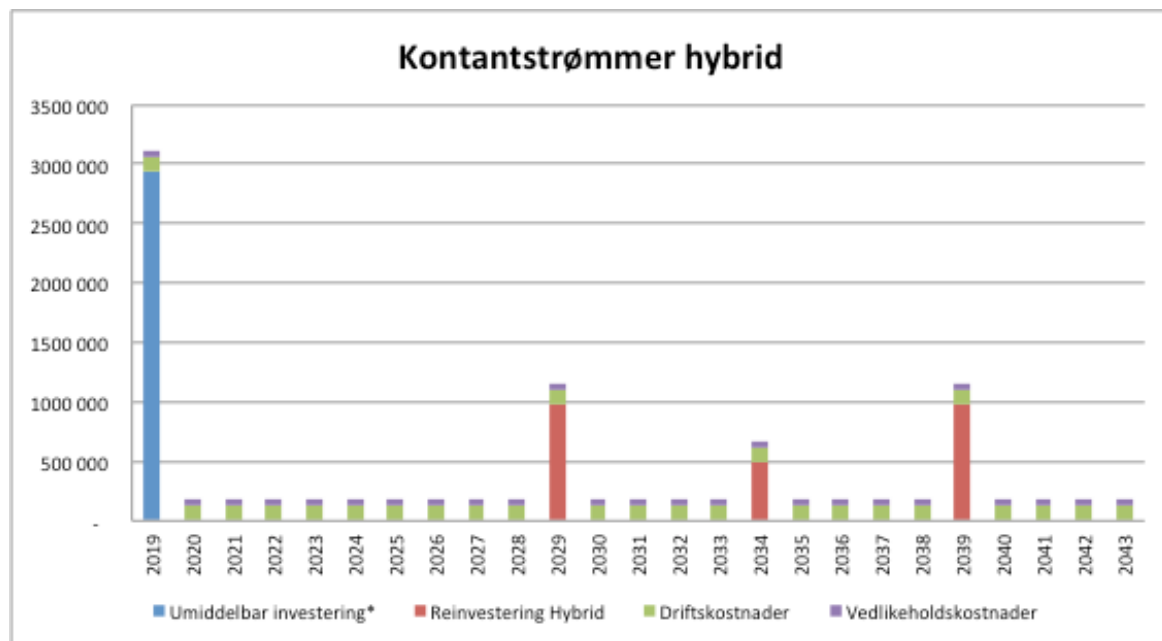


Figure 8 Kontantstrømmer hybrid (3t drift ved anlegg)

Her ser vi tydelig merkostnaden investeringen gir i starten av livsløpet. Reinvesteringen vises i rødt og representerer batteripakker hvert tiende år, samt ny dieselgenerator etter femten år. Drifts- og vedlikeholdskostnader holdes lave gjennom hele livsløpet.

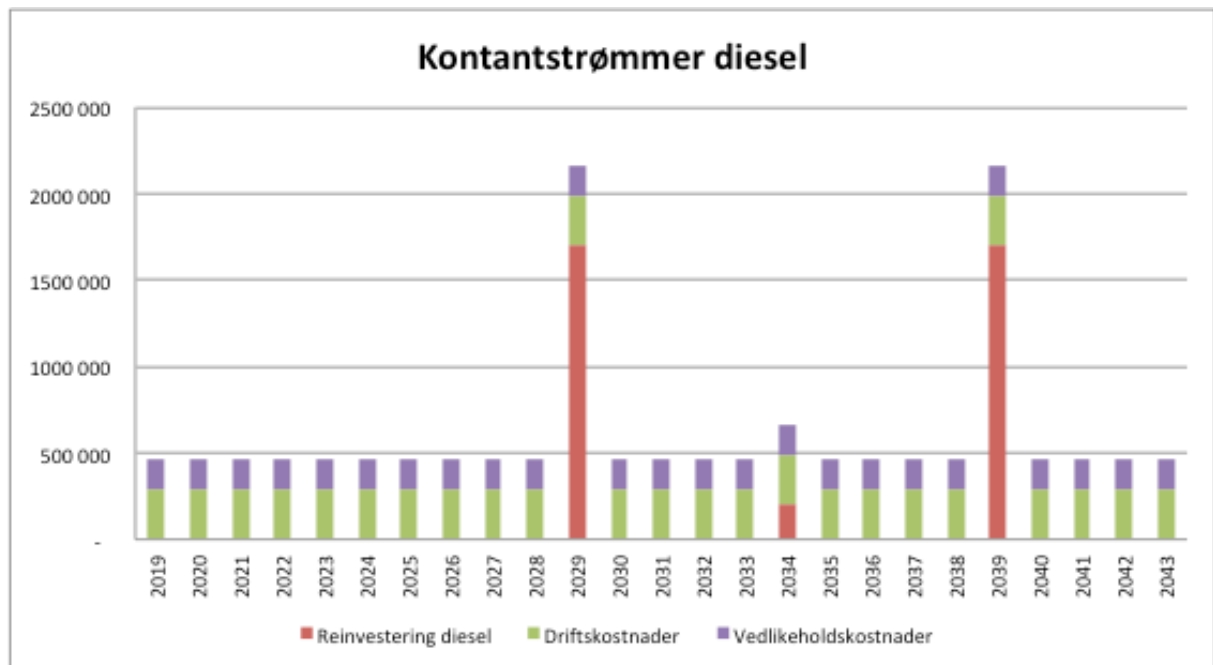


Figure 9 Kontantstrømmer diesel (3t drift anlegg)

Drifts- og vedlikeholdskostnader er tydelig høyere for dieselbåten. Man ser også to topper som representerer utskiftning av dieselmotorene etter 10 og 20 år. Skifte av aggregat etter 15 år utgjør en liten kostnadstopp.

Ved å plote disse kontantstrømmene inn i nåverditermer finner vi lønnsomheten og tilbakebetalingstiden for merkostnaden:

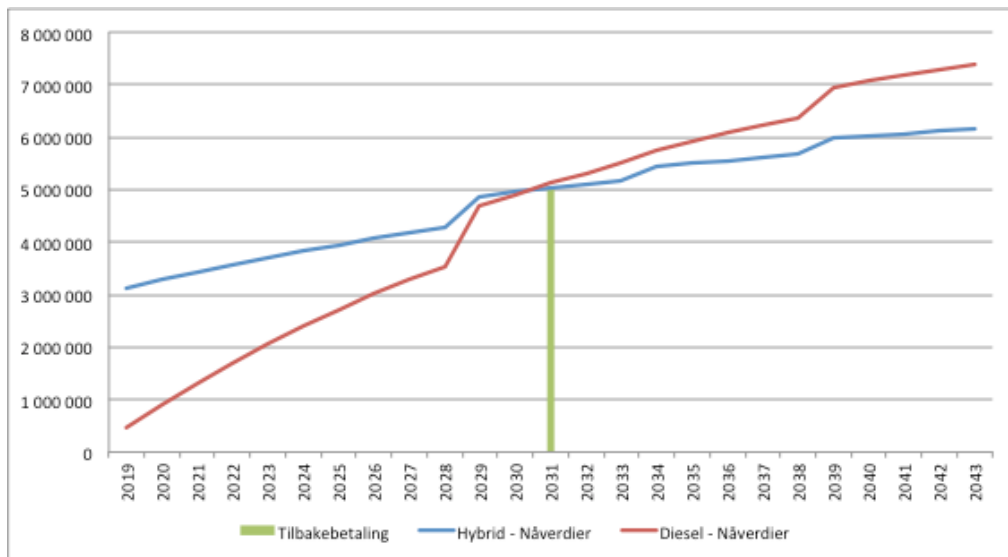


Figure 10 Lønnsomhet og tilbakebetalingstid (3t ved anlegg)

Grafen viser at merkostnaden vil være tilbakebetalt i 2031, eller etter 12 år. Dette betyr at investeringen, under disse forutsetningene, er lønnsom. Ved å se på kostnader over hele livsløpet kan vi se hvilke kostnader som størst har innvirkning på resultatet:

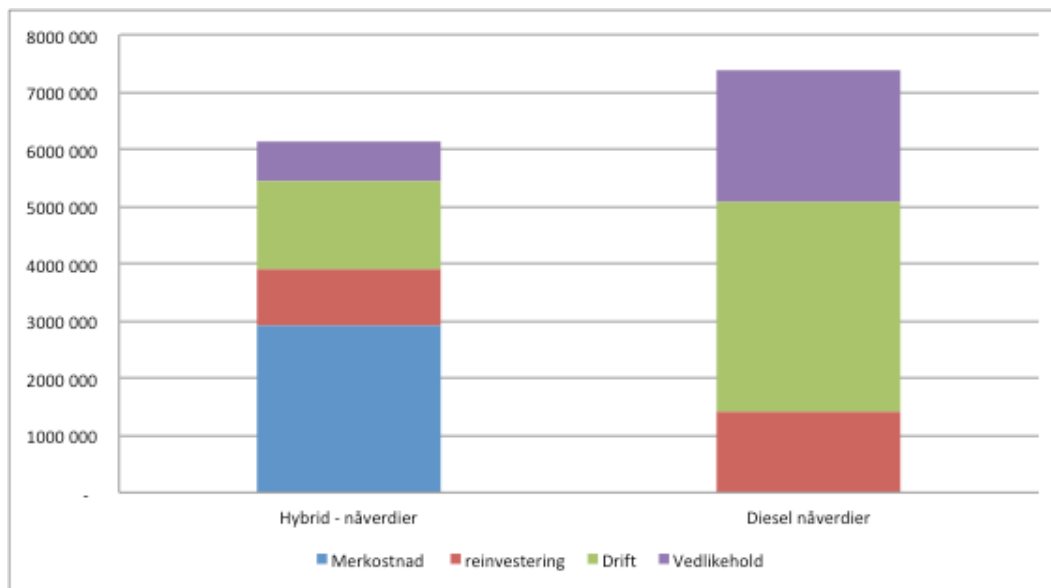


Figure 11 Kostnader gjennom livsløpet (3t ved anlegg)

Her ser vi at selv om merkostnaden for investering i hybridbåt er stor, utgjør drifts- og vedlikeholdskostnader likevel så stor kostnad at investeringen blir lønnsom gjennom livsløpet til investeringen. Vi ser også at det er liten forskjell i reinvesteringkostnader for de to båtene.

Scenario med 6 timer drift ved anlegget

Kostnad batteripakke:

Tid anlegg per dag	Energibehov per dag	Batterikapasitet	Sikkerhetsfaktor	Nødvendig kapasitet	Kostnad per kwh	Kostnad batteripakke
6 timer	20 kw/time	120kwh	2	240kwh	6500 kr	1 560 000kr

Tabell 9: Kostnad bateripakke(6timer drift)

Merkostnad: $3\,414\,000\text{kr} + 1\,560\,000\text{kr} = 4\,974\,000\text{kr}$

Enovastøtte: $0.3 * 4\,974\,000\text{kr} = 1\,492\,200\text{kr}$

Ny merkostnad: $4\,974\,000\text{kr} - 1\,492\,200\text{kr} = 3\,481\,800\text{kr}$

Reinvestering batteripakke: $1\,560\,000\text{kr} + 200\,000\text{kr} = 1\,760\,000\text{kr}$

Levetid dieselmotor:

Timer drift anlegg per dag	Timer kjøring per dag	per	Dager drift per år	Antall timer per år	Levetid motor timer	Levetid motor år
6	1 time		365	2555	15000	$15000 / 2555 \approx 6$

Tabell 10: Levetid dieselmotor(6timer drift)

Driftskostnader hybrid:

Timer drift anlegg per dag	Energibehov per time	Kr/kwh	Kostnad kwh/da	Timer kjøring per dag	Dieselforbruk per time	Kostnad per liter diesel	Kostnad per dag	Sum drivstoffkostnader per dag	Dager drift i året	Sum driftskostnader per år
6	20kw	1	120kr	1	34	8kr	272kr	392kr	365	143 080kr

Tabell 11: Driftskostnader hybrid(6timer drift)

Driftskostnader diesel:

Timer drift anlegg per dag	Dieselforbruk time ved anlegg	per	Timer kjøring per dag	Dieselforbruk per time kjøring	per	Kostnad per liter diesel	Sum drivstoffkostnader per dag	Dager drift i året	Sum driftskostnader per år
6									

6	10 liter	1	68 liter	8kr	1024kr	365	373 760kr
---	----------	---	----------	-----	--------	-----	-----------

Tabell 12: Driftskostnader diesel(6timer drift)

Vedlikeholdskostnader tas rett ut fra tabell ?:

- Vedlikehold Diesel: 315 000 kr
- Vedlikehold Hybrid: 94 500 kr

Resultat 6 timer drift ved anlegg

Utrekningene er gjort ved hjelp av Excel (Vedlegg 3):

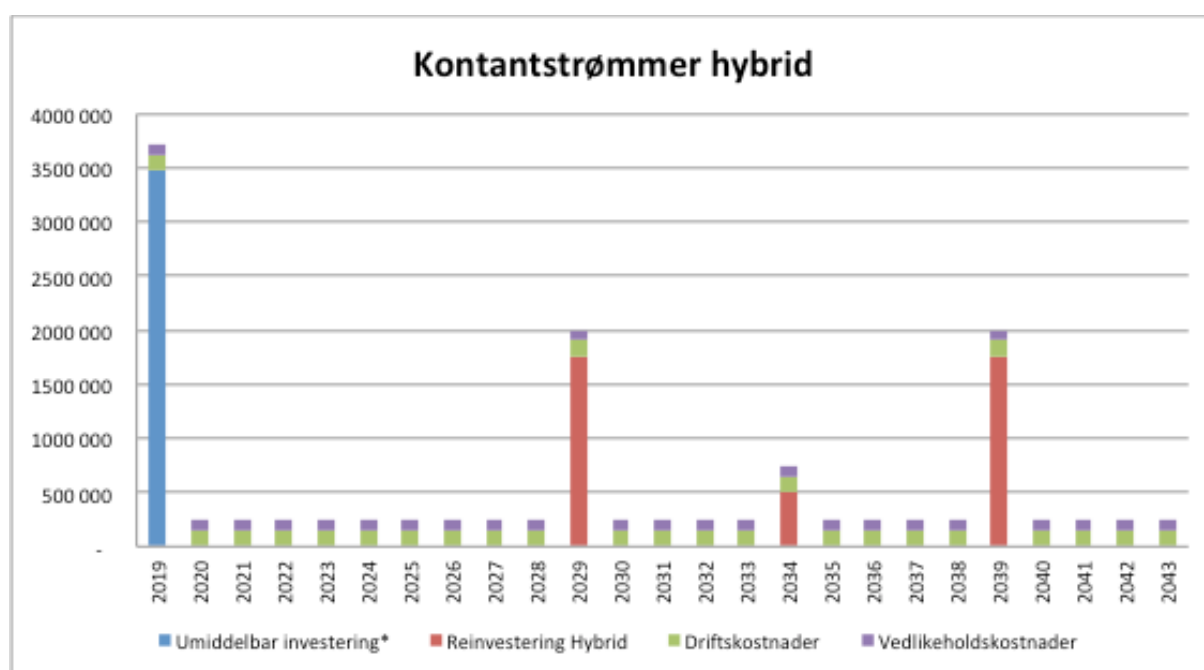


Figure 12 Kontantstrømmer hybrid (6t ved anlegg)

Her ser man at det er liten forskjell i drifts- og vedlikeholdskostnader i forhold til scenarioet med 3 timer drift. Derimot er Både investeringskostnadene større da batteripakken trenger høyere kapasitet.

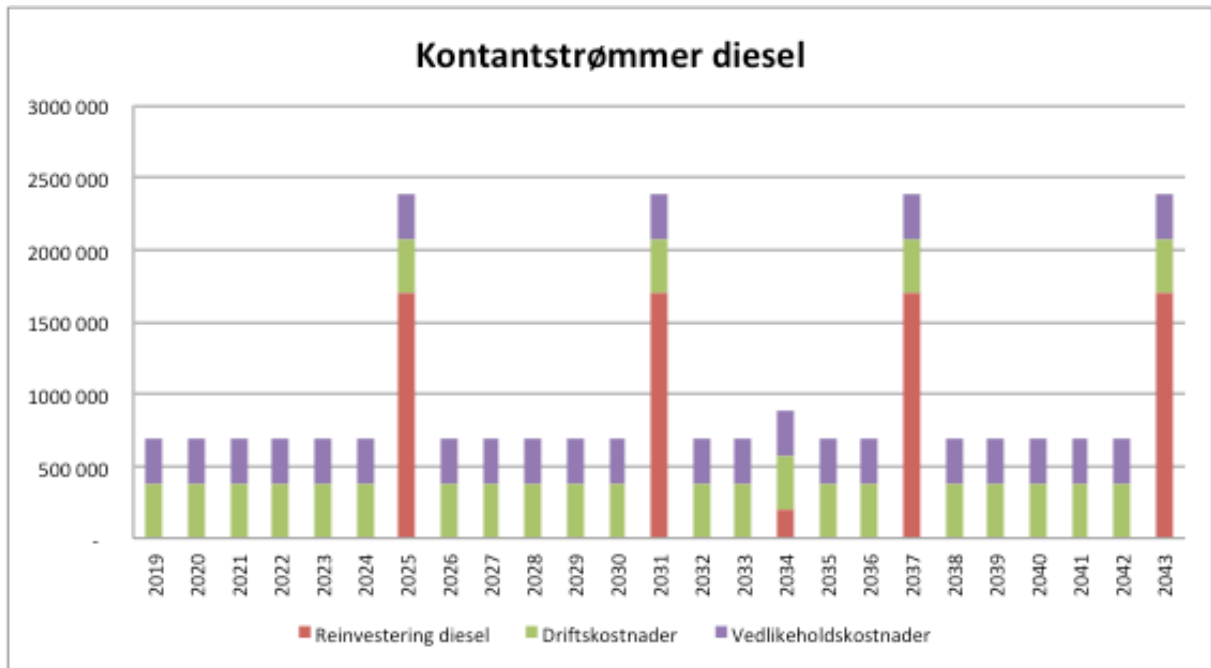


Figure 13 Kontantstrømmer diesel (6t ved anlegg)

Her ser man tydelig at det er flere kostnadstopper. Dette skyldes at dieselmotorene går adskillig flere timer og må derfor byttes oftere. I tillegg fører flere driftstimer til at både drifts- og vedlikeholdskostnadene øker.

Ved å plote disse kontantstrømmene inn i nåverditermer finner vi lønnsomheten og tilbakebetalingstiden for merkostnaden:

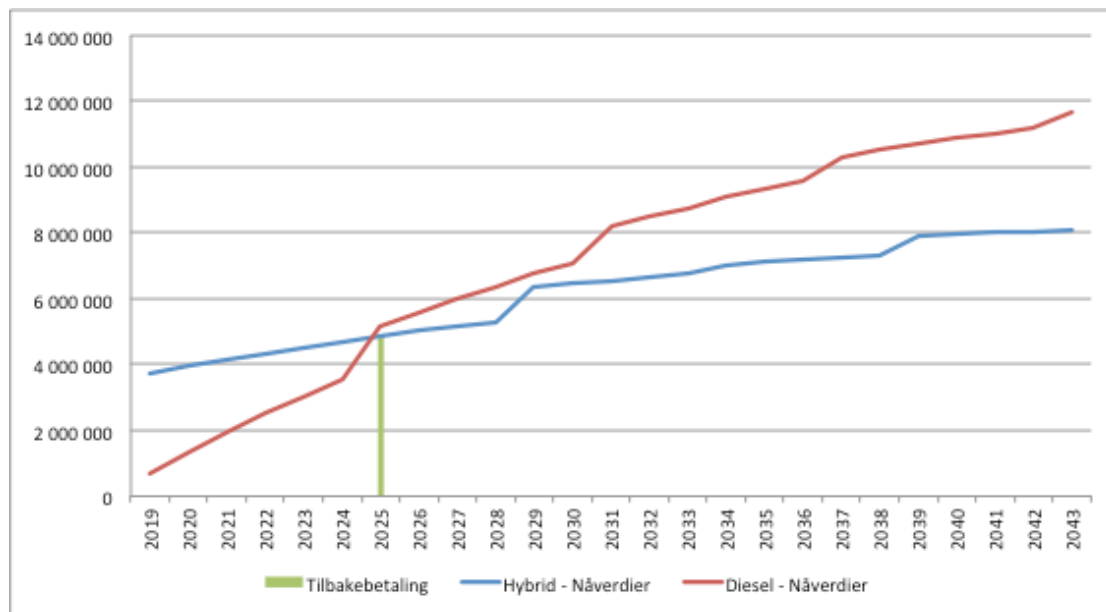


Figure 14 Lønnsomhet og tilbakebetalingstid (6t ved anlegg)

Grafen viser at merkostnaden vil være tilbakebetalt i 2025, eller etter 6 år. Dette betyr at investeringen, under disse forutsetningene, er lønnsom. Ved å se på kostnader over hele livsløpet kan vi se hvilke kostnader som størst har innvirkning på resultatet:

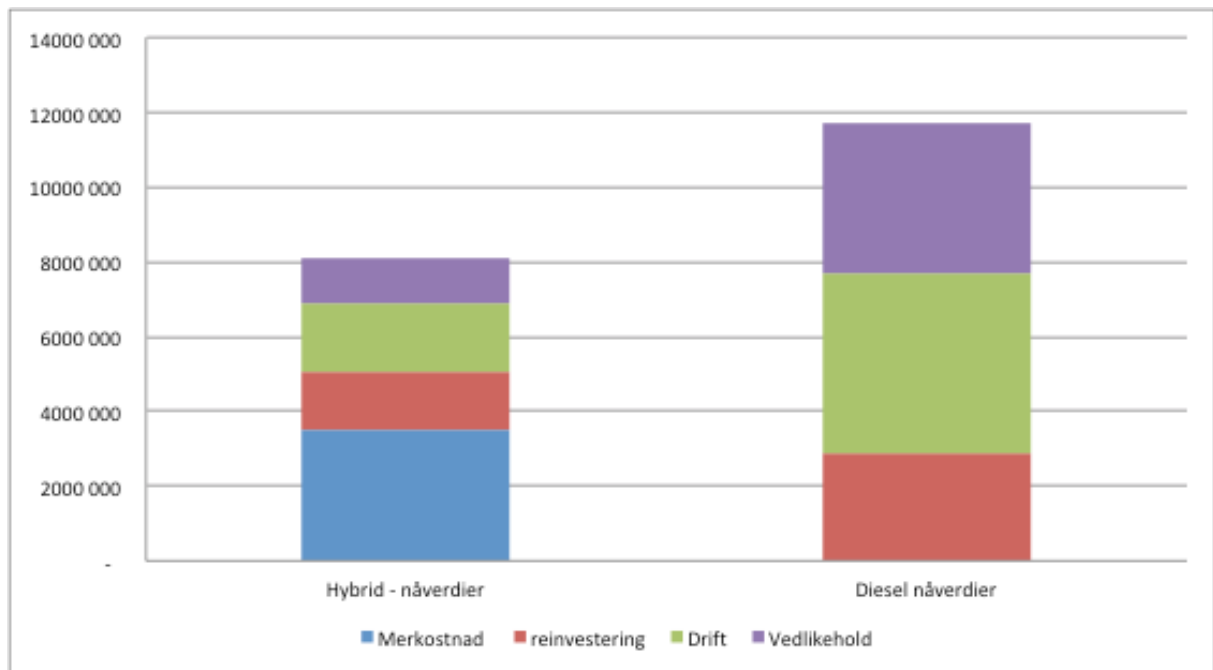


Figure 15 Kostnader gjennom livsløpet (6t ved anlegg)

Vi ser at forskjellen i de totale kostnadene er større i Scenario 2. Her er merkostnaden ved investering i hybridbåt enda større da man trenger en større batteripakke. Likevel gjør en dobling i antall timer arbeid drift på anlegget at vi får veldig mye større drifts- og vedlikeholdskostnader. Samtidig går dieselmotorene flere timer i året og må derfor skiftes oftere.

Vi ser at en driftsprofil med flere timer drift gir bedre avkastning enn ved Scenario 1 der det kun var tre timer drift ved anlegget. Batteriene er dimensjonert slik at de skal ha 70% kapasitet på slutten av levetiden og dette skal være tilstrekkelig kapasitet til å drifte alle timer ved hjelp av batteriet. Derfor vil man kunne gå litt av tilbakeveien kun ved hjelp av batteriet, noe som vil gi lavere driftskostnader enn det som vises i tabellene over. I tillegg vil en batteripakke med mindre kapasitet muligens ha mindre kostnader for ladeanlegget noe som kan gi en lavere merkostnad på investeringen. Dette kan gjøre Scenario 1 mer lønnsomt.

Miljøpåvirkning

Dieselbåter og diesel-batteri hybridbåter utnytter diesel i en forbrenningsmotor som kraftkilde. Dette fører til utslipp av CO₂ som et produkt i forbrenningsprosessen. Når diesel forbrennes i motoren vil ett karbon- atom forbinde seg med to oksygenatomer og danne ett CO₂-molekyl. Det er årsaken til at en kilo diesel veier cirka 3,17 kilo når det er omdannet til CO₂. Siden en liter diesel bare veier 840 gram vil CO₂-utslipp per liter diesel være i underkant av 2,7 kilo. Jeg har i denne rapporten derfor brukt faktoren 2,7 ved omregning fra forbruk av drivstoff til utslipp av CO₂. Jeg vil se på Scenario 1 og 2 og se på differansen mellom utslippene for diesel- og hybridbåt.

	Kjøring	Anlegg	Sum	Forbruk pr. år	Kg CO ₂ ekvivalenter i atmosfæren
Diesel S1	68 liter	30 liter	98 liter	35 770 liter	96 579
Diesel S2	68 liter	60 liter	128 liter	46 720 liter	126 144
Hybrid	34 liter	-	34 liter	12 410 liter	33 507

Tabell 13: kg co2 ekvivalenter

Grafisk fremstilling:

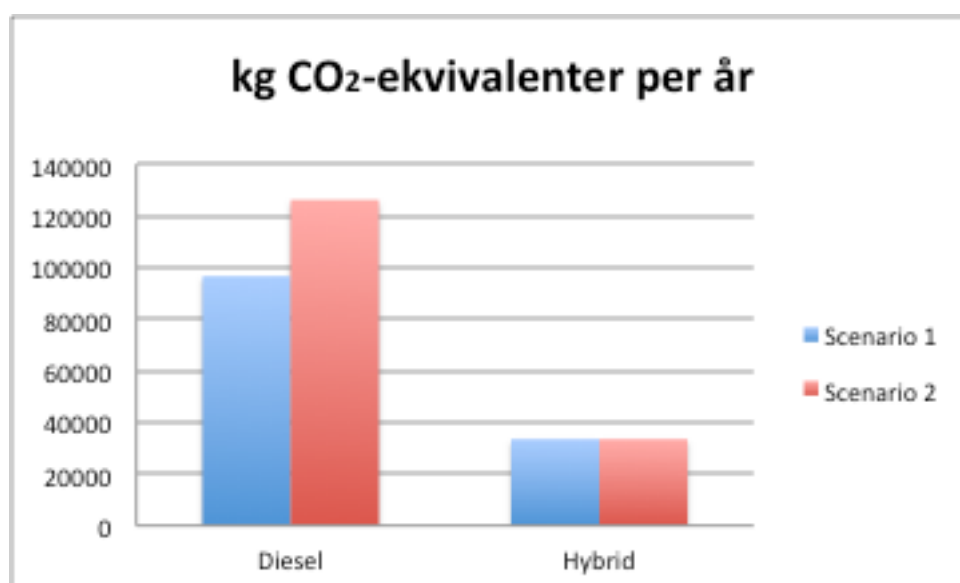


Figure 16 Utslipp CO₂-ekvivalenter per år

Diagrammet viser at hybridbåten har stabilt CO2 utslipp så lenge båten kun bruker batteriet ved anlegget. For å kvalifisere seg til Enova sitt støtteprogram for Elektrifisering av sjøtransport, må prosjektet man søker stønad til resultere i reduserte klimagassutslipp på minimum 26 000 kg CO2-ekvivalenter per årsammenlignet med alternativet (Enova, 2018).

Redusert klimagassutslipp(CO2):

- Scenario 1: $96\ 579\ \text{kg} - 33\ 507\ \text{kg} = 63\ 072\ \text{kg}$
- Scenario 2: $126\ 144\ \text{kg} - 33\ 507\ \text{kg} = 92\ 637\ \text{kg}$

Vi ser at i begge scenarioene er kriteriene oppfylt. Videre skriver Enova (2018) at søknader prioriteres ut i fra i hvor stor grad de oppfyller disse kriteriene:

1. Bidrag til programmets formål
2. Innovasjonsgrad
3. Kostnadseffektivitet

Dette betyr at det vil være større sannsynlighet å få stønad hvis man velger å legge seg på en driftsprofil med høyt antall driftstimer. I tillegg vil man også kunne regne med å få mer støtte til merkostnaden. Dette gjør driftsprofilen i Scenario 2 til et bedre alternativ med tanke på støtte fra Enova.

Basert på svar fra spørreundersøkelsen, intervjuene og litteraturstudie ble denne SWOT-matrisen utarbeidet:

Hybrid arbeidsbåt	Hjelpsom	Skadelig
Internt	Styrker: Mindre vedlikehold Mindre dieselforbruk Mindre støy Mindre utslipp Mindre eksos Mindre vibrasjoner Godt omdømme	Svakheter: Mer kompleks teknologi Høyere kostnad Mangel på erfaring/ny teknologi
Eksternt	Muligheter: Økte dieselpriker/slutt på subsidiering av fossilt drivstoff Økt levetid batterier Pris batteri lavere Landstrøm	Trusler: Mindre Enovastøtte Ikke nok batterikapasitet Lavere levetid på batteripakken enn forventet

Tabell 14: SWOT analyse

Jeg vil se nærmere på styrker, svakheter, muligheter og trusler og drøfte de punktvis. Jeg vil også se på hva punktene i muligheter/trusler kan ha for LCC-analysens resultat.

Styrker

Mindre vedlikehold

På en hybridbåt vil det være betydelig mindre vedlikehold. Dette fordi batteripakken og el-motorene er tilnærmet vedlikeholdsfrie. Den hybride båten vil også ha en dieselmotor som driver generatoren, men den vil gå adskillig mindre. For det meste består vedlikeholdet av tidsbasert forebyggende vedlikehold, så vedlikeholdet på dieselgeneratoren vil være mye sjeldnere. Men dette avhenger av at batteristørrelsen er dimensjonert stort nok til at dieselgeneratoren ikke må lade så ofte. I tillegg går

dieselgeneratoren med et jevnere turtall som gir mindre slitasje. Dette er kostnadsbesparende, men gir også mindre stopptid for båten slik at båten og mannskapet kan jobbe som normalt.

Mindre dieselforbruk

Som LCC-analysen viser er det klar forskjell på dieselforbruket på en hybridbåt og en konvensjonell dieselbåt. Einar Arne Glåmen forteller i intervjuet at de sparer mye i forhold til dieselforbruk, og Elfrida går ifølge han 80% på batteridrift. Hvor mye man sparer vil variere mye etter hvor mye dieselgeneratoren går, men som LCC-analysen viser vil innsparingen i driftskostnader ved å gå over til hybrid være større hvis driftsprofilen tilsier mange timer drift ved anlegget. Mye av grunnen til denne innsparingen kommer av mindre drivstofforbrukt.

Godt omdømme

Ved å frivillig investere i miljøvennlige tiltak som hybridbåt, kan det føre til godt omdømme og god publisitet. Et slikt tiltak vil kunne vise nærmiljøet og samfunnet at man tar ansvar og vil legge til rette for miljøvennlig teknologi.

Mindre utslipp av eksos og klimagasser

I tillegg til å slippe ut klimagasser gjennom eksosen, kan dieselmotorenes eksos gi negativ helseeffekt på de som jobber på båten. Deseleksospartikler rapporteres å ha effekter relatert til lunge- og hjertekarsykdommer, astma/allergi og på utvikling av lungekreft (Industri Energi, 2015). I spørreundersøkelsen trekker flere av respondentene fram mangel på eksos som en positiv side ved hybrid arbeidsbåt. Dette nevnes også i intervjuet med Einar Arne Glåmen.

Mindre støy og vibrasjoner

En konvensjonell dieselbåt bruker dieselmotorene for å drifte hydraulikkaggregatet. Motorene ruses da opp til 1400 omdreininger, noe som gir støy og vibrasjoner. En hybridbåt har elektrisk hydraulikkpumpe, noe som gjør at dieselgeneratoren ikke trenger å gå under arbeid ved merdene. Det er derfor adskillig mer stille på en hybridbåt.

I interjuet med Einar Arne Glåmen (Vedlegg 1) forteller han:

”Det mest positive for oss som jobber her i hverdagen er støynivået. For det er ekstremt med støy på en vanlig oppdrettsbåt der du har store dieselmotorer som står og brøler, der du har en kran og et hydraulikkanlegg som står og brøler, så det er som dag og natt. Du hører jo nå som vi holder på. Når vi for eksempel holder på med lusetelling, som vi gjør hver uke. Så er det helt stille. Du kan godt sitte inne i styrehuset og skrive på skjemaene fordi du hører godt hva de der ute sier. Så det er stor forskjell”.

Svakheter

Kompleksitet, og ny uprøvd teknologi.

Kombinert diesel- og batterifremdrift gir økt kompleksitet. Respondentene i spørreundersøkelsen klager over småproblemer grunnet mye elektronikk, og problemer med ladesystemet på båten. Einar Arne Glåmen opplyser om at det har vært en del småproblemer, men at det ikke har vært noen stopp i forhold til det operasjonelle pga. båt. Dette er forholdsvis ny teknologi, men utviklingen i batteriteknologi skjer raskt og batterisystemet brukt i båtene er det samme som blir brukt i el-busser og el-biler og har eksistert i en årrekke. Men utstyr på båt som ikke har pleid å være drevet elektrisk er det mindre erfaring på foreløpig. Arne Einar Glåmen og en av respondentene forteller om problemer med den elektriske capstanen. En løsning er å bytte disse ut med vanlige capstaner som blir drevet av den elektriske hydraulikkpumpen.

Høyere investeringskostnad

En hybridbåt koster nærmere 5 millioner mer å bygge enn en konvensjonell dieselbåt. De største kostnadsdriverne ved elektrifisering av båter er batteripakken. Ladestasjonenes effektbehov avhenger av batterikapasiteten og tiden båten skal ligge ved henholdsvis kai og anlegg. Lav liggetid og høyt energibehov driver kostnader opp både for ladeinfrastruktur og batteripakke (DNV GL, 2018).

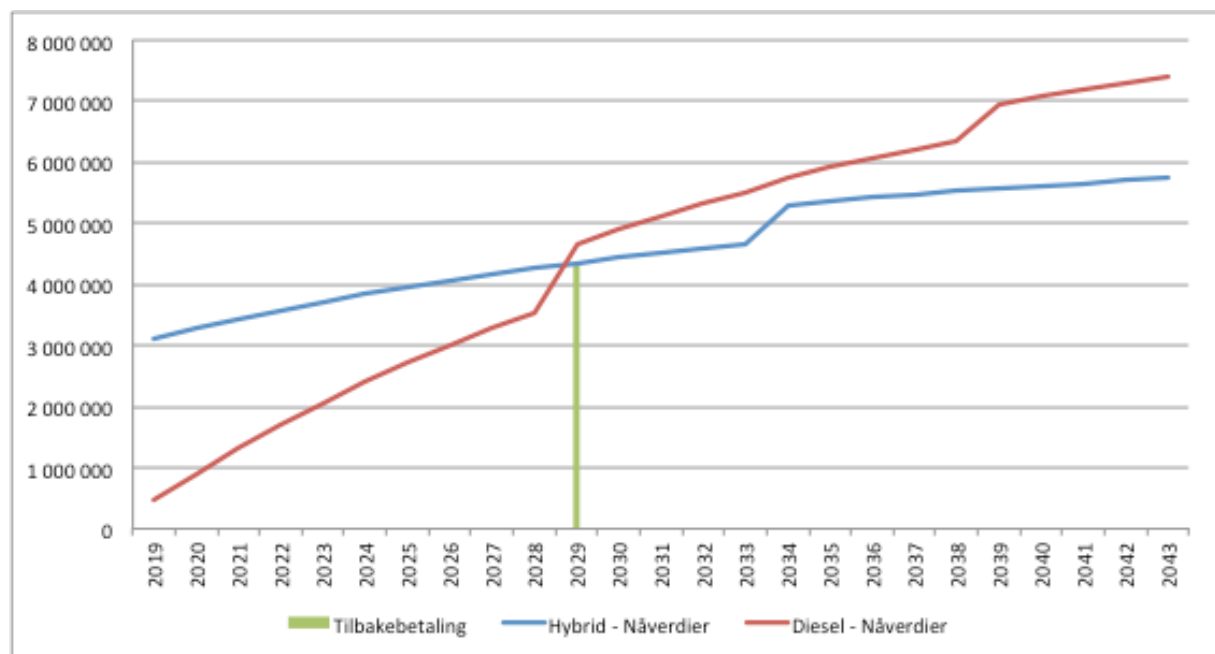
Muligheter

Landstrøm

Stadig flere oppdrettsanlegg blir elektrifisert, og Arnt Erik Tronvold opplyser at hele 70% av deres anlegg har landstrøm. Dette gjør at hybridbåten har mulighet til å lade når den ligger ved flåten. Dette bidrar til at båten kan gå flere timer på anlegget ved hjelp av batteridrift uten å dimensjonere batteripakken opp nevneverdig. Det gjør også at båten vil kunne gå en del helelektrisk på tilbakturen mot landbasen. Dette bidrar til lavere driftskostnader og lavere utslipp.

Levetid batteri lenger enn forventet

I møte med Egil Mollestad fra ZEM Marine sa han følgende om levetid for batterier: "Når noen spør meg om levetiden på batterier, så pleier jeg å si et sted mellom et halvt og tjuufem år". Poenget til Mollestad er at levetiden til et batteri kommer veldig an på hvordan det brukes. Grunnleggende elementer for levetiden ifølge Mollestad: Ikke lade helt opp til 100%, men stoppe på 80%. Det andre er at man har en effektiv kjøling som gjør at man holder cellene stort sett under 30 grader. I tillegg kommer levetiden til batteriet an på hvor mange ganger man utlader og lader batteriet per dag. Mollestad kunne opplyse at når de målte batterikapasiteten til Viking Energy¹⁴ etter tre år, viste målingene 96.9%. Det gir et årlig tap i batterikapasiteten på 1%. Å sette levetiden til 10 år kan derfor virke noe konservativt. Levetid på 15 år gir denne payback-grafen for Scenario 1 (3 timer drift):



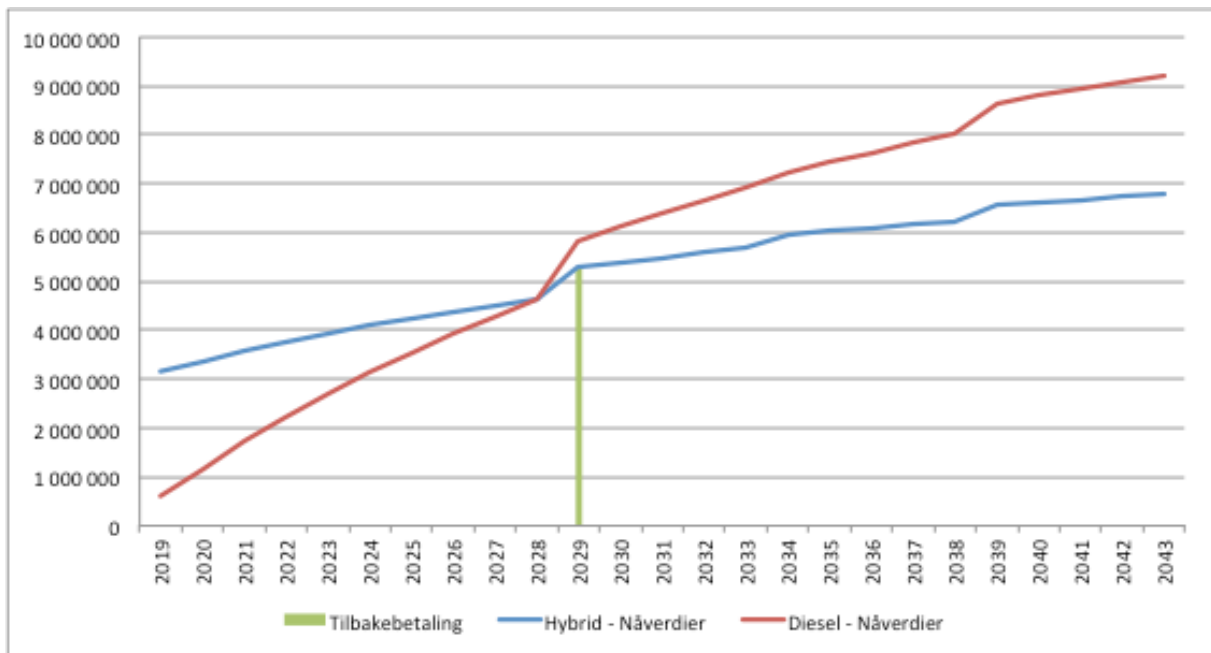
Figur 17: Lønnsomhet og tilbakebetalingstid for levetid batteri 15 år (3 timer drift anlegg)

¹⁴ <https://www.tu.no/artikler/forste-i-verden-her-skal-batterier-erstatte-motor-i-kritiske-situasjoner/359157>

Her ser vi at en levetid på 15 år for batteripakken gjør at tilbakebetalingstiden går ned fra 12 år til 10år.

Økte dieselpriiser/slutt på subsidiering av fossilt drivstoff

Hvis subsidieringen av fossilet drivstoff opphører vil det ha mye å si for driftskostnadene. Enkelte vil hevde at Subsidiering av fossilt drivstoff er et hinder for omstilling til null- og lavutslippsteknologi innen havbruk. Et alternativ er at pengene som går til drivstoffsubsidier isteden kan benyttes som tilskudd til investering i ny teknologi. Hvis dieselpriisene øker, øker også driftsutgiftene:



Figur 18: Lønnsomhet og tilbakebetalingstid for levetid batteri med dieselpriis 12kr/liter

En økning i dieselpriiser fra 8kr/liter til 12 kr/liter gjør at tilbakebetalingstiden for scenario 1 går ned fra 12 år til 10 år.

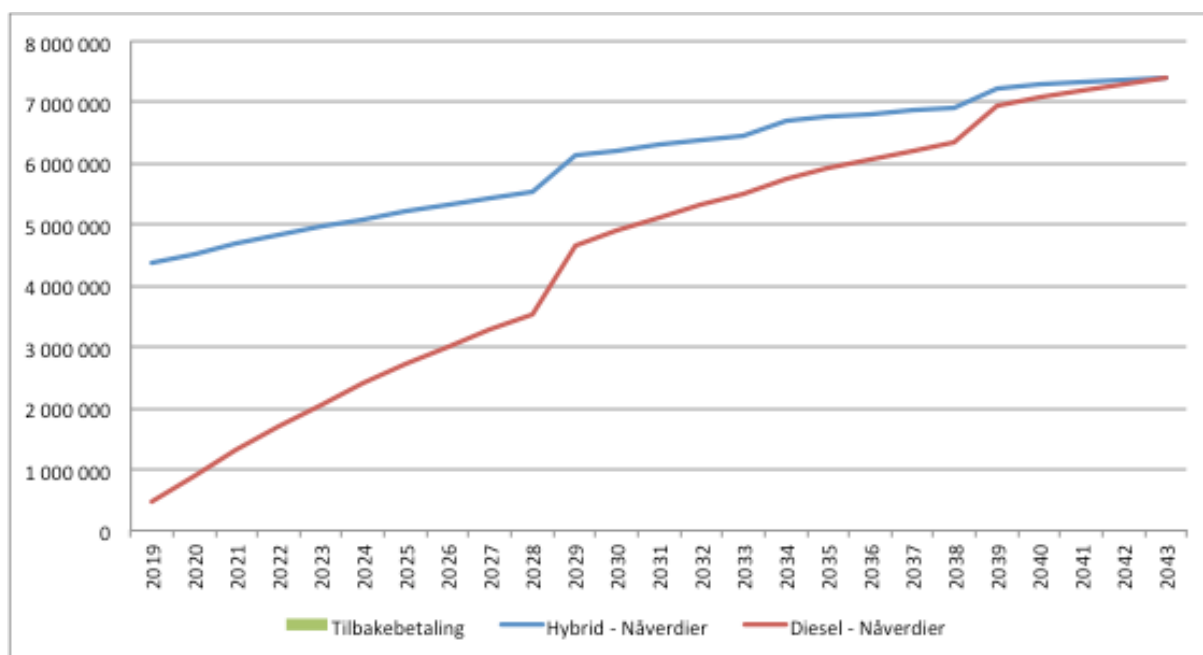
Batterikostnadene synker

I et stadig større marked for batteriteknologi, faller batteriprisene. Egil Mollestad informerte på møtet 2. Mai at Samsung er i ferd med å lansere neste generasjon battericeller. Disse vil ha 50Ah sammenlignet med dagens 37Ah. Dette kan ha stor innvirkning på prisene, men det kan også føre til lavere levetid på batteriene. Vil kapasiteten på batteriene øke og prisen per kwh vil synke jevnt i årene fremover kan dette til slutt føre til at båtene etter hvert kan gå helelektrisk.

Trusler

Manglende Enova-støtte

Enova bidrar til å støtte for teknologi som gir lavere klimagassutslipp. Men Enova har et budsjett å forholde seg til, og stadig større konkurranse gir hardere kamp om støtte til prosjektene. Scenario 1 uten Enovastøtte:

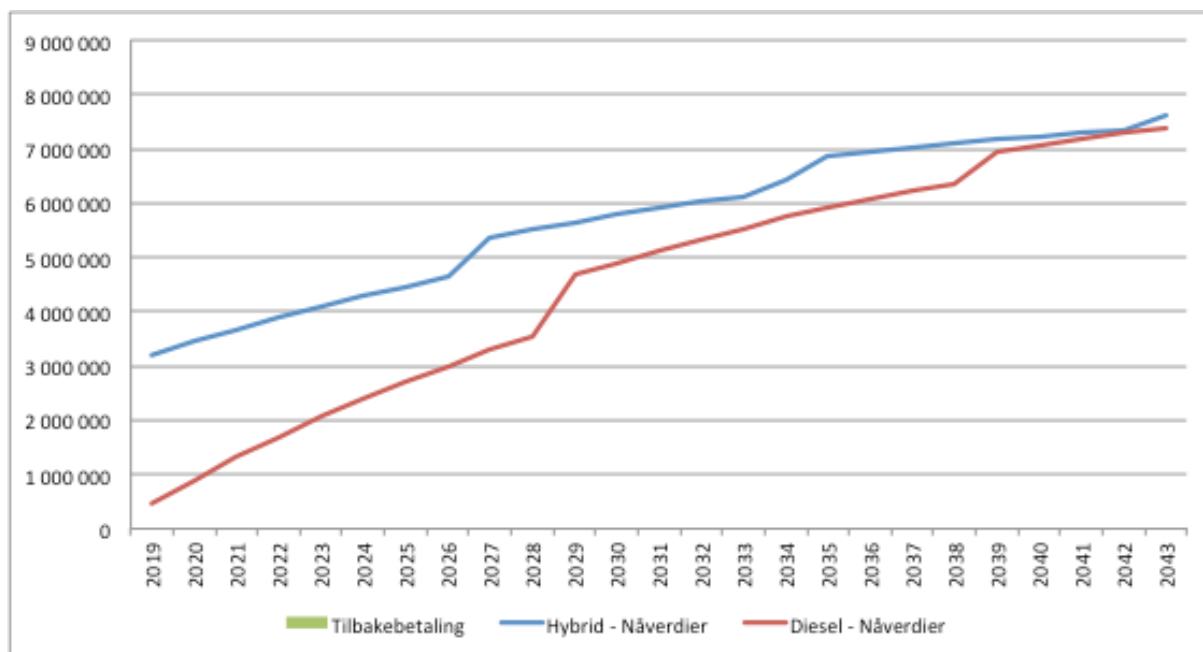


Figur 19: : Lønnsomhet og tilbakebetalingstid uten Enovastøtte

Her ser vi at vi ikke har noen løsning for tilbakebetalingstiden. Det viser at foreløpig er man avhengig av støtte fra Enova for at investeringen skal være lønnsom.

Levetid batteri lavere enn forventet og for liten kapasitet på batteriet

Til slutt kan vi se på et scenario der levetiden viser seg å være 8 år i stedet for 10 år. I tillegg er kapasiteten på batteriet så lavt at man bruker dieselgeneratoren mye. Med 50% økning i drift og vedlikeholdskotnad får vi:



figur 20: Lønnsomhet og tilbakebetalingstid med mindre kapasitet og levetid på batteriet enn forventet

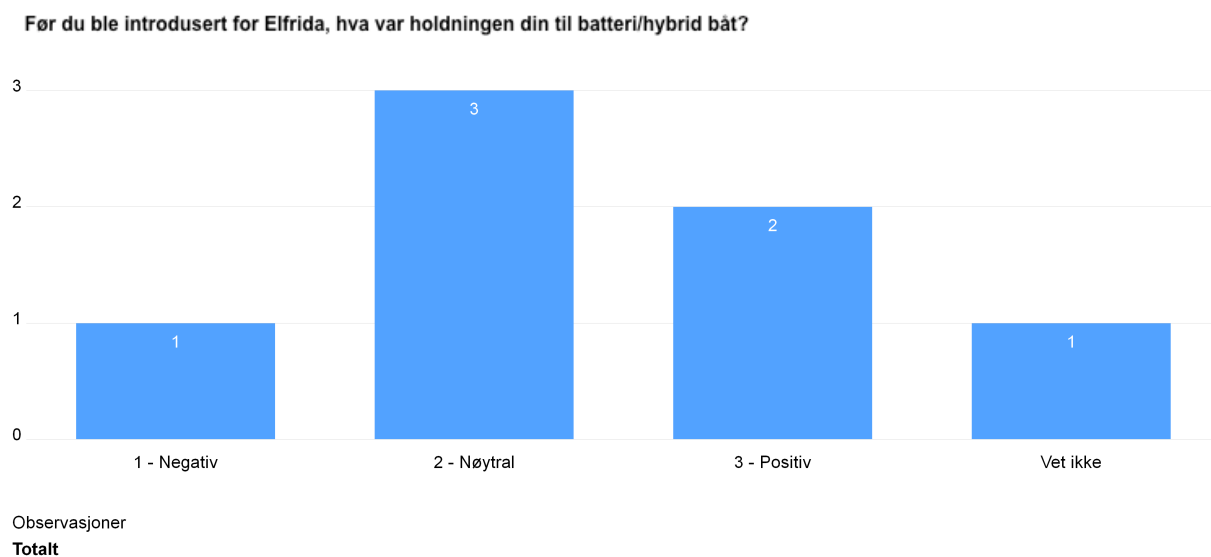
Ingen løsning for tilbakebetalingstiden.

Arbeidsmiljø

I intervju med Arve Olav oppsummerer han hvorfor de har valgt hybrid arbeidsbåt: "...det tredje elementet, som vi kanskje anser som et av de viktigste, det er jo arbeidsmiljøet om bord i en sånn båt. For dem som jobber der daglig, at når vi jobber på merden så er det stille og man slipper å stå i eksosen. Så det er positivt for arbeidsmiljøet om bord i den båten tenker vi."

For å undersøke om hybrid arbeidsbåt er positivt for arbeidsmiljøet for de som jobber om bord vil jeg se nærmere på spørreundersøkelsen.

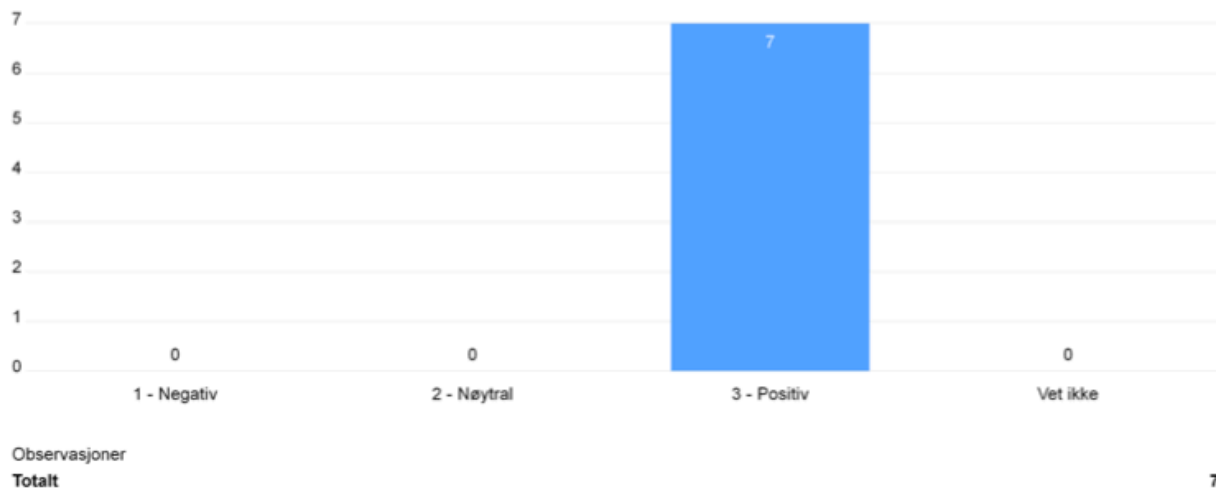
Respondentene ble først spurt om hva slags holdning de hadde til hybride båter før Elfrida.



Figur 21: Spørsmål 1, spørreundersøkelse

De ble så spurt om hva holdningen til hybrid båt er nå.

Før du ble introdusert for Elfrida, hva var holdningen din til batteri/hybrid båt?



Figur 22: Spørsmål 2, spørreundersøkelse

Her ser vi at alle de spurte nå har en positiv holdning til hybride båter. Det er tydelig at opplevelsen av hybrid arbeidsbåt har vært god.

I forbindelse med spørreundersøkelsen fikk mannskapet på Elfrida følgende spørsmål om svakheter med hybrid arbeidsbåt:

Hva er det verste med hybrid arbeidsbåt?

Svar:

• Rekkevidde og lange arbeidsdager
• Kan av og til ha problemer med ladesystemet på båten
• Burde ha vært større batterikapasitet. Visst/når noe er galt er det vanskeligere å få fikset problemet kjapt.
• Det verste er at det er litt småproblemer siden det er så mye elektronikk
• Lite opplæring om hvordan ting fungerer
• Utskiftning av batteriene og kostnadene rundt det
• Kort rekkevidde

Tabell 15: Spørsmål 4, spørreundersøkelse

Vi ser at det for det meste er ulike svar når det kommer til hva som er verst med hybrid arbeidsbåt. En del poengene er diskutert i forbindelse med SWOT-analysen.

I forbindelse med spørreundersøkelsen fikk mannskapet på Elfrida følgende spørsmål om styrker med hybrid arbeidsbåt:

Hva er det beste med hybrid arbeidsbåt?

Svar:

<ul style="list-style-type: none">• Lavt støynivå under drift.
<ul style="list-style-type: none">• Den går stille, slipper diesel.
<ul style="list-style-type: none">• Lavt støynivå. Ingen eksos. Mindre vedlikehold med tanke på oljeskift/filter osv.
<ul style="list-style-type: none">• Det beste er at alt går stille og kan man gå på batteri hele dagene.
<ul style="list-style-type: none">• Redusert støynivå og bedre for klima!
<ul style="list-style-type: none">• Arbeidsmiljøet i forhold til støy, og reduserte drivstoffkostnader.
<ul style="list-style-type: none">• Lavt støynivå.

Tabell 16: Spørsmål 3 spørreundersøkelse

Hver eneste respondent svarer at de setter mest pris på stillheten. Andre ting blir nevnt også, men det er iøynefallende at alle nevner mangelen på støy. Arbeidstilsynet (2018) skriver at støy kan bidra til stress, selv når lydnivået er relativt lavt og virke irriterende, trettende og redusere konsentrasjonsevnen og oppmerksomheten. Støy øker også risikoen for ulykker da det gjør det vanskeligere å høre og forstå signaler riktig, fare- og varselsignaler kan overdøves, arbeidstakere kan distraheres og i tillegg bidrar støy til stress, noe som øker belastningen og risikoen for at det gjøres feil i arbeid som krever oppmerksomhet.

Respondentene blir deretter spurt:

Hvis du kunne valgt, dieselbåt eller Elfrida?



Figur 23: Spørsmål 5, spørreundersøkelse

Her ser man at alle respondentene, til tross for at det er en del ting å utbedre med Elfrida, velger Elfrida fremfor dieselbåt. Når de etterpå får beskjed om å utdype hvorfor, er det helt tydelig folk flest er mest opptatt av stillheten:

Fantastisk arbeidsmiljø.
Den går på batteri, den går stille og rolig, slipper å bruke diesel
Billigere å bruke kontra diesel. Lavt støynivå. Mindre vedlikehold.
Den er stille, god plass både i styrhuset og på dekk. Går an å gå normalt i maskinrommet.
God arbeidsbåt med fint dekk og stor arbeidsplass på båten. Samt den er stillegående på batteri på en vanlig arbeidsdag.
God HMS. Trivelig å jobbe om bord grunnet lite støy. Mindre vedlikehold enn en konvensjonell båt.
Fungerer meget godt til vårt bruk.

Tabell 17: Spørsmål 6 spørreundersøkelse

5 Konklusjon

Veien videre

Verdiene brukt i LCC analysen kan bli mer nøyaktige. Det burde jobbes mer med å få verdiene på vedlikeholdskostnader, driftskostnader, levetider for komponenter og reinvesteringkostnader så presise som overhodet mulig. Moen Marin er i ferd med å implementere et nytt vedlikeholdsstyringssystem, og dette kan føre til enda bedre tall på vedlikeholdskostnader. Hybride oppdrettsbåter har ikke eksistert så lenge, og mer erfaring med hybrid- og batteridrift vil kunne gi bedre tall til å analysere levetidskostnadene.

Konklusjon

Målet med denne rapporten har vært å vurdere om en hybrid arbeidsbåt er en lønnsom investering. I tillegg har jeg sett på om hybride arbeidsbåter kan bidra positivt til arbeidsmiljøet og på utslipp av klimagasser.

- *Er hybrid arbeidsbåt en lønnsom investering på sikt?*

Ved å se på ulike scenarioer for antall timer drift ved anlegget har jeg funnet ut at lønnsomheten ved overgang til hybrid arbeidsbåt er større jo høyere drifts- og vedlikeholdskostnader er. Den største inntjeningen med hybrid arbeidsbåt er på drift- og vedlikehold, så jo høyere disse kostnadene er jo mer attraktivt vil det være å gå over til hybrid arbeidsbåt. Men analysen viser at også med lave drifts og vedlikeholdskostnader vil det lønne seg å gå over til hybrid. Jeg konkluderer med at det er lønnsomt å investere i hybridbåt.

Vil hybrid arbeidsbåt ha et nevneverdig utslag på utslipp av klimagasser?

Vi ser at i begge scenarioene er kriteriene til Enova er oppfylt.

Men det vil være større sannsynlighet å få stønad hvis man velger å legge seg på en driftsprofil med høyt antall driftstimer. I tillegg vil man også kunne regne med å få mer støtte til merkostnaden. Dette gjør driftsprofilen i Scenario 2 til et bedre alternativ med tanke på støtte fra Enova. Gruppen konkluderer med at hybrid arbeidsbåt gir et stort utslag på utslipp av klimagasser.

- *Kan hybride arbeidsbåter bidra til et bedre arbeidsmiljø?*

Arbeiderne kunne erfare at det har vært en del starttrøbbel på Elfrida. Mange feilkoder og alarmer som går. Båten går også mer dieselelektrisk enn forventet. På tross av dette er det ingen tvil om at det likevel er Elfrida som er å foretrekke. Spørreundersøkelsen og intervjuene viser at hovedgrunnen til dette er det gode arbeidsmiljøet om bord. Gruppen konkluderer derfor med at hybride arbeidsbåter bidrar til bedre miljø

Referanser

BELLONA. 2018. *Grønt skifte i havbruk* [Online] Available:

<http://network.bellona.org/content/uploads/sites/2/2018/05/Laks-på-landstrøm.pdf>

[Funnet 19. Mars 2019]

NORSK INDUSTRI. 2017. *Lanserte veikart for laksen* [Online] Available:

<https://www.norskindustri.no/bransjer/havbruksleverandorene/aktuelt/lanserte-veikart-for-laksen/> [Funnet 19. Mars 2019]

OECD. 2016. *The Ocean Economy in 2030* [Online] Available: [https://read.oecd-](https://read.oecd-ilibrary.org/economics/the-ocean-economy-in-2030_9789264251724-en#page2)

[ilibrary.org/economics/the-ocean-economy-in-2030_9789264251724-en#page2](https://read.oecd-ilibrary.org/economics/the-ocean-economy-in-2030_9789264251724-en#page2) [Funnet 18.

Mars 2019]

REGJERINGEN. 2019. *Klimaendringer og norsk klimapolitikk* [Online] Available:

<https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/innsiktsartikler-klima-miljo/klimaendringer-og-norsk-klimapolitikk/id2636812/> [Funnet 20. Mars 2019]

OSLO BØRS 2019. *Mowi* [Online]. Available:

<https://www.oslobors.no/markedsaktivitet/#/details/MOWI.OSE/overview> [Funnet 14. Mai 2019]

MOWI. 2019. *Visjon og verdier* [Online]. Available: [http://marineharvest.no/mennesker/slik-](http://marineharvest.no/mennesker/slik-jobber-vi/)

[jobber-vi/](http://marineharvest.no/mennesker/slik-jobber-vi/) [Funnet 14. Mai 2019]

ØRNLI SLIPP. 2017. *Elfrida* [Online]. Available: [http://www.ornli.no/portfolio/ms-ervik-](http://www.ornli.no/portfolio/ms-ervik-support-2/)

[support-2/](http://www.ornli.no/portfolio/ms-ervik-support-2/) [Funnet 26. April 2019]

STORE NORSKE LEKSIKON. 2018. *Enova SF* [Online]. Available: https://snl.no/Enova_SF

[Funnet 5. Mai 2019]

ENOVA. 2018. *Programkriterier for Elektrifisering av sjøtransport* [Online]. Available:

https://www.enova.no/download?objectPath=upload_images/2988D5B467FA48F9A2DA2DC35AF0064A.pdf&filename=3%20Programkriterier%20for%20Elektrifisering%20av%20sjøtransport.pdf [Funnet 5. Mai 2019]

DE NASJONALE FORSKNINGSETISKE KOMITEENE. 2010. *Kvalitative og kvantitative forskningsmetoder* (Online] Available: <https://www.etikkom.no/forskningsetiske-retningslinjer/medisin-og-helse/kvalitativ-forskning/1-kvalitative-og-kvantitative-forskningsmetoder--likheter-og-forskjeller/> [Funnet 10. April 2019]

JOHANNESSEN, A., KRISTOFFERSEN, L. & TUFTE, P. A. 2011. *Forskningsmetode for økonomisk-administrative fag*. Oslo: Abstrakt.

NASJONAL DIGITAL LÆRINGSARENA. 2010. [Online] Available: <https://ndla.no/nb/node/57095?fag=27> [Funnet 10. April 2019]

STORE NORSKE LEKSIKON. 2018. *Kvantitativ analyse* [Online]. Available: https://snl.no/kvantitativ_analyse [Funnet 10. April 2019]

INDUSTRI ENERGI. 2015. *Å bli utsatt for dieseleksos* [Online]. Available: http://www.butikk.industrienergi.no/files/files//filer/eksos_brosjyre_K2.pdf

BYE, P. I. 2009 *Vedlikehold og driftssikkerhet*, Per I Bye.

ARBEIDSTILSYNET. 2018. *Støy* [Online]. Available: <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/stoy/>

Figurliste

Figure 1: Mulige klimakutt (tonn CO2) laks på landstrøm etter kilde per år. Kilde: Bellona	12
Figure 2 Mowi sin produksjon i Norge er delt inn regioner: Region Sør, Region Midt og Region Nord	13
Figure 3 Modell av hybridbåt	16
Figure 4 Modell av diesalbåt	17
Figure 5 Besøk på Elfrida	19
Figure 6 Kart over vedlikeholdstyper	20
Figure 7 Besøk på Persflua	27
Figure 8 Kontantstrømmer hybrid (3t drift ved anlegg)	33
Figure 9 Kontantstrømmer diesel (3t drift anlegg).....	34
Figure 10 Lønnsomhet og tilbakebetalingstid (3t ved anlegg)	35
Figure 11 Kostnader gjennom livsløpet (3t ved anlegg).....	35
Figure 12 Kontantstrømmer hybrid (6t ved anlegg).....	37
Figure 13 Kontantstrømmer diesel (6t ved anlegg).....	38
Figure 14 Lønnsomhet og tilbakebetalingstid (6t ved anlegg).....	38
Figure 15 Kostnader gjennom livsløpet (6t ved anlegg).....	39
Figure 16 Utslipp CO2-ekvivalenter per år.....	40
Figur 17 Lønnsomhet og tilbakebetalingstid for levetid batteri 15 år (3 timer drift anlegg).....	
Figur 18 Lønnsomhet og tilbakebetalingstid for levetid batteri med dieselpris 12kr/liter.....	
Figur 19 Lønnsomhet og tilbakebetalingstid uten Enovastøtte	
Figur 20 Lønnsomhet og tilbakebetalingstid med mindre kapasitet og levetid på batteriet enn forventet	
Figur 21 Spørsmål 1, spørreundersøkelse	
Figur 22 Spørsmål 2. Spørreundersøkelse	

Tabell-liste

Vedlegg

Intervju Einar Arne Glåmen på Elfrida

	<p>Kan du si litt om bakgrunnen din?</p> <p>Utdanning</p> <p>Arbeiderfaring</p> <p>Stilling</p> <p>Hva går din jobb ut på?</p>	<p>Einar Arne Glåmen. Startet i Salmar lakseopdrett som den gangen het Harsad Lakseopdrett. Så bestemte jeg meg for at jeg ville prøve noe annet en liten stund og dro ut på leteborring i Nordsjøen. Etter å ha vært der en stund kom jeg tilbake til og jobbet som skiftleder noen år før jeg da begynte som driftsleder. For to år siden. Så det dr historien min kort og greit. Jobben min går ut på alt som å lede alt som har med produksjon, operasjoner, alt med personell som lønn, planlegging om avlusning,, sortering, pakking, og slike ting. Og det er i det det går i – daglig drift. Holde karene i sving.</p>
Tekniske spesifikasjoner	<p>Batteripakke</p> <p>Generator</p> <p>Elmotor</p> <p>Teknologien bak?</p>	<p>Det er batteridrift 80% av tiden og så er det hybrid ellers for å lade opp batteripakken. Båten kan også gå som diesel-elektrisk hvis man vil. Men vi går stort sett på hybrid, så hvis vi skal på verksted eller noe sånt, så går vi et par timer på batteri og så går vi en time på hybrid, batteri igjen og så hybrid osv. Så det veksler hele tiden. Ved hybrid så er det en dieselmotor som lader batteriene, så propellene drives fremdeles rundt av batteripakken, men dieselmotoren lader batteriene samtidig.</p>
Drift	<p>Avstand/tid ut til anlegget</p> <p>Antall timer i drift</p> <p>Andel batteridrift</p> <p>Lading? Flåten? Land?</p> <p>240V 400V?</p> <p>Antall timer lading ved land</p>	<p>Her er det bare 1 km, eller drøyt halvannen sånn ca. Omtrent 5 minutter kjøring ut. Båten er i drift 8 timer om dagen. Vi lader til lunsj hver dag en liten time. Og da er båten nesten fulladet. Lader med 400V. Men vi kan også lade med 230V om man vil det. Og så laderen vi den om natta. Da lades den hele tiden. Så når vi kommer på morgenen er den fulladet. Man kan lade den i forskjellig hastighet. Det var ikke et krav med 400V anlegg, men vi som ønsket det for å kunne lade fortere i lunsjtiden o såne ting. Men for å gå fra null til hundre prosent på batteripakken på begge siden, så</p>

		går det på en time hvis den kun ligger med dieselmotoren i gang. Den er såpass stor.
Vedlikehold	Kostnad vedlikehold Levetid batteripakke Levetid andre komponenter spesielt for batteridrift som må utskiftes?	Vi sparer uhorvelig mye penger på dieselutgifter. For en vanlig oppdrettsbåt bruker mye diesel. Men nå har vi ikke fått opp kostnader på batteriet og slike ting, så jeg vet ikke alt rundt det. Men så langt har det i hvert fall vært en del å spare. Har ikke hørt noe om levetiden på batteripakkene. De var her fra siemens, men de sa ikke så mye om det. Nå er det jo heller ikke de som leverer batteripakkene, men bare systemet. Men kanskje 8-10 år. Det er jo bare batteripakke og elmotor som går rett på propellakslingen, så det er veldig enkelt. Ellers er alt som en vanlig båt. Krana er jo helt vanlig hydraulisk. Der du har en el-motor som driver en hydraulikkpumpe.
Styrker	Positive sider med Elfrida HMS/arbeidsmiljø Fiskevelferd?	Det mest positive for oss som jobber her i hverdagen er støynivået. For det er ekstremt med støy på en vanlig oppdrettsbåt der du har store dieselmotorer som står og brøler, der du har en kran og et hydraulikkanlegg som står og brøler, så det er som dag og natt. Du hører jo nå som vi holder på. Når vi for eksempel holder på med lusetelling, som vi gjør hver uke. Så er det helt stille. Du kan godt sitte inne i styrehuset og skrive på skjemaene fordi du hører godt hva de der ute sier. Så det er stor forskjell. Vi merker ikke så mye forskjell i forhold til fiskevelferd. Det er jo klart at propell, eller det som er under vannet, det er jo det samme.
Svakheter	Svakheter?	Svakheter er jo rekkevidden hvis du skal kjøre langt. Vi klarer jo ikke å holde farten opp hvis vi går på hybrid, som jeg kaller det, når du har en dieselmotor som lader batteriene. For kjører du for hardt, så bruker du mer enn den klarer å produsere. Men sånn som oss, som bare kjører rundt her eller så er vi inne ved Skorgen(?) av og til, og dit bruker vi rundt en time, så da er det ikke noe problem. Går ikke noe senere med denne her enn en annen båt. Men skulle du for eksempel kjørt til Trondheim nå, så måtte vi kjørt litt saktere fordi vi bruker mer strøm enn vi klarer å produsere.

<p>Muligheter, trusler</p>	<p>Ville du valgt batteridrift fremfor konvensjonell dieselbåt? Hvorfor/hvorfor ikke? Hva må til for at flere vil velge batteridrift/hybrid?</p>	<p>Hvis jeg hadde fått velge igjen mellom en ny dieselbåt eller en ny Elfrida, så hadde jeg tatt en ny el-båt ja, for å si det sånn.</p> <p>Nei, nå vet ikke jeg, men det koster jo litt mer å bygge en båt som dette her da, men det er jo ikke rare forskjellen. Litt er det jo, men når man ser hvor mye man sparer på dieselforbruk og støynivå for dem ansatte, så er det – jeg tror det kommer mer og mer. Jeg tror bare at næringen er redd for, hva skal man si, at man har jo ikke rom for at det skal være trøbbel. For eksempel hvis man holder på med å levere fisk på en operasjon så kan du ikke ha en båt som driver og stopper på grunn av en batteripakke som klikker eller et system som ikke virker. Ved en dieselmotor, så enten så er det havari, eller så går den. Men jeg tror at så fort de ser at dette fungerer, så kommer det til å bli flere av disse her. Det er det ingen tvil. Jeg ville hvert fall ha bygd det. Jeg tror Salmar vil se hvordan denne båten fungerer en stund til før de bygger flere. Men nå har jo båten fungert ganske bra en stund. Litt trøbbel var det jo i starten, men etter at den kom hit så har den fungert. Det er jo mange alarmer som går, men det er jo et stort system hvor det er alarmer på alt. Så det er strøm og spenningen og ladingn varier hele tiden, så vil det jo, når ting ikke er helt som de skal, gå noe alarmer hele tiden. Men da får man jo luket ut ting hele tiden. For det er jo prøveprosjekt på det meste, ikke bare batteripakken. Det er jo for eksempel disse capstanene som vi bruker for å stramme tau, som står bak og framme, de er jo helelektrisk. Det er de to første, det er vel bare dem som finnes i hele Norge. Og det er vel dem vi kanskje har slitt mest med. Så der blir kanskje løsningen å skifte dem til hydrauliske som går på den samme pumpen som krana. Men det har å gjøre med at utviklingen på elektriske capstaner ikke har kommet så langt.</p>
<p>Før Elfrida kom på</p>	<p>Nå som Elfrida har vært i</p>	<p>Nå har vel jeg aldri? Alltid? hatt lyst på ting som er nytt</p>

vannet, hvilken holdning hadde du til batteridrift/hybrid?	drift en stund, hva er holdningen din til batteridrift/hybrid nå?	og slike ting da, så det er jo greit. Og batteridrift det tror jeg kommer til å komme hvis de får det til. Og det har de jo gjort, fordi jeg mener jo at denne båten fungerer ekstremt bra til å være den første. Vi har jo ikke noe stopp i forhold til det operasjonelle på grunn av båt.
--	---	---

Intervju med Arve Olav Lervåg

	<p>Kan du si litt om bakgrunnen din?</p> <p>Utdanning</p> <p>Arbeiderfaring</p> <p>Stilling</p> <p>Hva går din jobb ut på?</p>	<p>Navnet mitt er Arve Olav Lervåg. Jeg jobber her i NRS som konserndirektør for havbruk. Det vil si at jeg har det overordnede ansvaret for produksjon som foregår på sjø.</p> <p>Utdannet i aquakultur og økonomi fra høgskolen i Molde.</p>
Hvorfor elektrisk?	Hvorfor har dere valgt å bestille en batteridrevet arbeidsbåt?	<p>Det handler jo om at vi ser på utviklingen, der vi ser fordelene med å kunne gå mer over på elektrisk. Vi har jo i utgangspunktet valgt en hybridbåt som vi kaller det, som har batteridrift, men som har en generator om bord sånn at vi har mulighet for å lade på og gå på generator kan du si hvis vi må gå over lengre avstander. Det er jo flere elementer som tilsier at vi bør gå i den retningen. Det ene er jo selvsagt det miljø og utslipp. Det andre er jo det med økonomi. Vi har jo regnet på det og funnet ut at det blir jo en båt som har lavere drivstoffkostnader blant annet. Og så er det det tredje elementet, som vi kanskje anser som et av de viktigste, det er jo arbeidsmiljøet om bord i en sånn båt. For dem som jobber der daglig, at når vi jobber på merden så er det stille og man slipper å stå i eksosen. Så det er positivt for arbeidsmiljøet om bord i den båten tenker vi. Så det er de tre hovedelementene som gjør at vi ønsker å gå i den retningen.</p>
Støtte?	<p>Hvor mye støtte får dere fra Enova?</p> <p>Andre støtteordninger?</p>	<p>Ja, for den der så er det Enova-støtte ja. Nå er det jo dem som bygger båten som har ordnet alt det der kan du si. Så det er Moen som har styrt den prosessen der. Så jeg er ikke helt sikker på prosentandelen, men mellom tyve og tredve prosent er det.</p>
Lønnsomhet	<p>Hvor mye regner dere med å spare i drivstoffkostnader?</p> <p>I vedlikehold?</p> <p>Er prosjektet lønnsomt?</p>	<p>Ja, vi har regnet frem til at det på sikt vil være lønnsomt.</p>
Anlegget	Hvilket anlegg skal båten brukes på? Avstand til	<p>Nei, det har vi ikke bestemt oss for enda. Men det må være en landbase som har tilstrekkelig med strøm for lading. Det</p>

	land? Elektrifisert?	er det eneste kriteriet sånn sett. Ikke et kriterium at flåten er elektrifisert per i dag. Her er tanken at vi ligger på landbase, lader med landstrøm der om natten. Eventuelt om det er lang avstand ut så går vi på generator ut, men hovedmålet er at når vi jobber på lokalitet, så skal vi gå på strøm/batteri.
Båten	Batteripakke? (Antall timer i drift per dag)	Båten vil være i drift ca. 10 timer daglig. Og da skal den kun gå på batteri. Til og fra anlegget vil komme litt ann på avstanden, men ja, hvis det er kort avstand ut og vi drifter en 8-9 timer på lokalitet så kan vi gå på batteri ut og. Så det er jo litt etter hvor mange enheter vi har og hvor mange operasjoner som er i løpet av en dag.
Styrker	Hvilke styrker mener du en batteridrevet båt har i forhold til diesel?	Det er jo de tre elementene da; både økonomi, miljø og ikke minst arbeidsmiljø.
Svakheter	Hvilke svakheter har batteridrevet ift diesel?	Ikke mer enn at når vi kjører den kombinasjonen med hybrid/generator så tenker jeg at eneste svakheten er kostnader og hvordan dette vil fungere i det miljøet med batteri og den biten der. Men nå er det jo en del erfaring på det óg. Det er litt dyrere å bygge, men i og med at vi får enovastøtte så er det jo per i dag forsvarbart for å si det sånn.
Trusler	Hvilke bekymringer har du for batteridrevet?	Nei, i utgangspunktet ikke. I utgangspunktet så tenker vi at dette er veien å gå. Det er jo kostnaden da. Utfordringen for oss er jo at vi er mange plasser i nord der man kanskje ikke har nok tilførsel av strøm ut til både landbase og flåte. Så det vil jo være en av de største utfordringene – at du har tilgang på nok strøm på land. Det er jo liten vits hvis vi må ligge å lade den båten på generator.
Muligheter	Hva mener du må til for at flere skal velge batteridrevde arbeidsbåter?	Jeg har ikke tenkt så mye på det. Men vi tror jo på sikt at dette vil være veien å gå. Så er det jo kanskje det med kostnader. At du har en nyinvestering med litt større kostnader med batteripakke og den type fremdrift. Men jeg tror jo på sikt at det vil bli flere som går over på denne løsningen. Vi ser jo etter hvert at det må gjøres noen erfaringer. Vi bygger jo ikke mange om gangen. Vi gjør oss noen erfaringer og så dukker det kanskje opp noe som vi ikke har tenkt på når vi tar den i bruk.

Andre alternativer	Vurderte dere andre mer miljøvennlige alternativer i tillegg batteridrevet? Hvorfor falt valget på batteridrevet?	Nei, vi har ikke vært inne på den vurderingen.
--------------------	---	--

Svar status	
Respondenter	7
Gjennomsnitt	3.86
Numre	
Svar	Totalt
Ikke svart	0
Avvist	0
Ufullstendig	1
Gjennomført	6
Totalt	7
Prosent	
Svar	Totalt
Ikke svart	0%
Avvist	0%
Ufullstendig	14.29%
Gjennomført	85.71%
Totalt	100%

Før du ble introdusert for Elfrida, hva var holdningen din til batteri/hybrid båt?	
Respondenter	7

Gjennomsnitt	2.17
Numre	
Svar	Totalt
1 - Negativ	1
2 - Nøytral	3
3 - Positiv	2
Vet ikke	1
Totalt	7
Prosent	
Svar	Totalt
1 - Negativ	14.29%
2 - Nøytral	42.86%
3 - Positiv	28.57%
Vet ikke	14.29%
Totalt	100%

Nå som du har jobbet på Elfrida en stund, hva er holdningen din til batteri/hybrid nå?

Respondenter	7
Gjennomsnitt	3
Numre	
Svar	Totalt
1 - Negativ	0
2 - Nøytral	0
3 - Positiv	7

Vet ikke	0
Totalt	7
Prosent	
Svar	Totalt
1 - Negativ	0%
2 - Nøytral	0%
3 - Positiv	100%
Vet ikke	0%
Totalt	100%

Hva er det beste med batteri/hybrid arbeidsbåt?	
Respondenter	7
Gjennomsnitt	0

Hva er det verste med batteri/hybrid arbeidsbåt?	
Respondenter	7
Gjennomsnitt	0

Hvis du kunne valgt, dieselbåt eller Elfrida?

Respondenter	7
Gjennomsnitt	2
Numre	
Svar	Totalt
Diesel	0
Elfrida	7
Totalt	7
Prosent	
Svar	Totalt
Diesel	0%
Elfrida	100%
Totalt	100%

Hvorfor?	
Respondenter	7
Gjennomsnitt	0

Hva tror du må til for at flere skal velge batteri/hybrid arbeidsbåt?

Respondenter	7
Gjennomsnitt	0