



fiskebåt

HAVFISKEFLÅTENS
ORGANISASJON



Grønt Kystfartsprogram

Grønt kystfartsprogram fase 2 - Pilotstudie

Tiltak for reduksjon av klimagassutslipp fra fiskeflåten



1 BAKGRUNN

Fiskebåt er en interesse- og arbeidsgiverorganisasjon for den norske havgående fiskeflåten. Organisasjonen har som mål at fiskeflåtens CO₂-utslipp skal reduseres med 40% i perioden 2005 til 2030. Som et ledd i arbeidet for å nå dette målet har Fiskebåt fått utarbeidet et klimaveikart for norsk fiskeflåte¹. For å oppnå klimamålet må det skje relativt store endringer, både tekniske tiltak på fiskebåtene og strukturelle endringer i næringen. Som en videreføring av klimaveikartet har Fiskebåt gjennom Grønt Kystfartsprogram utført et pilotarbeid med formål å kartlegge tekniske tiltak som kan være aktuelle for å redusere klimagassutslippene fra fiskeflåten. Dette omfatter både teknisk-operasjonelle tiltak og bruk av alternativt drivstoff. Denne rapporten beskriver disse tiltakene.

2 FARTØYTYPEN

Fiskeflåten er delt inn i ulike størrelser og redskapsklasser. De fleste av de vel 5000 fiskefartøyene er små, under 15 meter, mens bare rundt 250 fartøyer er større enn 28 meter. Fartøy over 28 meter står for over 80 prosent av kvantumet som bringes i land fra den norske fiskeflåten.

Fiskefartøyene karakteriseres enten som kystfiskefartøy eller havgående fartøy. Skillet er delvis basert på størrelse, og delvis på fiskerettighetene som fartøyene har. I tillegg deles fartøyene inn etter redskapstype, og om de fisker etter bunnfisk (for eksempel torsk, hyse, sei) eller pelagisk fisk (for eksempel sild og makrell). Denne inndelingen av fiskefartøyene er bevart gjennom en regulering av fiskekvotene tilhørende de ulike fartøystørrelser og redskapsklasser.

Det er stor forskjell på den geografiske fordelingen av store og små fartøy. I de tre nordligste fylkene var det i 2015 totalt 2800 aktive fiskebåter på 11 meter eller mindre, og bare 72 fartøyer over 28 meter. I Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane og Hordaland var det 780 aktive fartøy på 11 meter eller mindre, og 131 båter over 28 meter. Det er ingen store fartøy øst for Vest-Agder.

Mindre båter driver fiske langs kysten og inne i fjordene, og bruker for en stor del såkalte passive redskap, det vil si garn og line, ruser og teiner. Unntaket for dette er mindre rekestrålere, som også fisker langs kysten. I tillegg fisker mange kystfartøyer med snurrevad, som delvis betraktes som et aktivt redskap.

For denne pilotstudien har en valgt å dele inn fiskeflåten i følgende fire grupper:

- **Kystfiske**

Relativt lavt energiforbruk både ved seiling og under fiske. Bruker passive redskaper og har gjerne korte seilingsdistanser, og relativt korte fiskesesonger. Mange av kystbåtene har kvoterettigheter både i pelagisk sektor (sild, makrell, lodde) og i hvitfisksektoren (torsk, sei, hyse og blåkveite).

- **Bunntrål**

Trålerne fisker i de fleste områder under norsk fiskerijurisdiksjon, og i andre lands soner der Norge har kvoterettigheter. Tråling er et relativt energiintensivt fiske, og spesielt gjelder dette tråling etter reker. At fisket foregår hele året og ofte langt til havs påvirker forbruket. Ved kystnært fiske i de beste fiskesesongene kan trålerne oppnå tilnærmet samme forbruk som andre redskapsgrupper. Trålerne er normalt ute i fire uker av gangen, og de viktigste fiskeslagene er torsk, hyse, sei, rødfisk og blåkveite, i tillegg til reker.

¹ Klimaveikart for norsk fiskeflåte; <https://www.dropbox.com/s/sa2ogj0vklbv4rl/Klimaveikart%20for%20fiskefl%C3%A5ten-kopi.pdf?dl=0>



- **Pelagisk tråling og notfiske**

Pelagisk tråling og spesielt notfiske er et svært energieffektivt fiske. Det har sammenheng med at det fiskes på stimfisk, og at det ofte er store kvanta som fiskes på den enkelte tur. Fisken blir ikke bearbeidd ombord i fartøyene, men levert nedkjølt i bulk til landanlegg. Fisket foregår langs hele norskekysten, og delvis i andre lands soner og internasjonalt farvann. Turene har sjelden lengre varighet enn en uke. De viktigste fiskeartene er sild, makrell, kolmule, lodde, øyepål og tobis.

- **Havfiske med autoline**

Den konvensjonelle havfiskeflåten fisker mest med line, men en del av fartøyene fisker også med garn. Denne flåten har stort sett samme driftsmønster som trålerne, med relativt lange transportetapper til og fra fiskefeltene. Fartøyene har imidlertid lavt energiforbruk ved fiske. De viktigste fiskeslagene er torsk, hyse, sei, blåkkeite, brosme og lange.



3 TEKNISK-OPERASJONELLE TILTAK

Teknisk-operasjonelle tiltak er tiltak som reduserer fartøyets energiforbruk.

3.1 Propulsjonsforbedrende tiltak (PIDs)

Det eksisterer et mangfold av design og forbedringskonsepter for kanaler, dyser, ror, finner eller andre modifikasjoner – både på, foran og aktenfor propellen(e). De overordnede prinsippene bak de ulike konseptene er å forbedre innstrømningen av vann til propellen, bedre utnyttelsen av rotasjonsenergien i vannet bak propellen og forbedre vannstrømmen rundt skroget, for dermed å øke den totale propulsjonsvirkningsgraden. Noe forenklet er systemer montert foran propellen designet for å forbedre innstrømningen av vann til propellen. Dersom en propell opptre bak et skrog, blir en stor del av energien tapt i rotasjonsenergien som propellen avgir til vannstrømmen bak seg. Den totale propulsjonsvirkningsgraden kan dermed forbedres ved å bevare denne rotasjonsenergien ved å generere rotasjoner foran propellen med for eksempel finner. Alternativt kan man utnytte mer av den «tapte» rotasjonsenergien i vannstrømmen ved å installere finner eller «Grim vanes» bak propellen. Andre eksempler på tiltak som faller under denne tiltakskategorien er «Propeller Boss Cap Fin (PBCF)», «Mewis duct», «PROMAS-ror» og lignende.

Det er antatt at alle aktuelle skipssegmenter vil oppnå forbedret propulsjonsgrad ved å installere en PID-variant skreddersydd og optimalisert for sin drift. Effektene vil imidlertid kunne variere og det anbefales CFD-simuleringer (Computational Fluid Dynamics) av skipet for ulike kondisjoner for å sikre at man velger en hensiktsmessig løsning. Slike analyser gir også gode indikasjoner på effekter og eventuelle bieffekter ved hvert av konseptene. Alternativt kan man dokumentere forbedret propulsjonsgrad i form av fullskalatester og/eller i kavitatsjonslaboratorier- riktignok med større usikkerhet. Teknisk levetid for tiltaket anslås til skipets levetid/gjenværende levetid.

Utslippsreduksjonen er estimert til 1-8 %.

Selv om det er store konseptmessige variasjoner blant PID-teknologiene er det estimert en kostnad på 1-7 MNOK per skip avhengig av konsept og skipets størrelse.

3.2 Hybrid fremdriftssystem - Akselgenerator med PTO/PTI

Som alternativ til hjelpemotorer, kan elektrisk kraft genereres ved hjelp av en akselgenerator som omdanner mekanisk energi fra hovedmotorens motoraksling til elektrisk energi. Besparelsen oppnås ved at det spesifikke drivstofforbruket (g/kWh) normalt er betydelig lavere på hovedmaskineriet enn på hjelpemaskineriet, og dermed bør anvendes i størst mulig grad. Akselgeneratorer representerer ikke noen ny teknologi på skip.

Imidlertid finnes det mer avanserte former, der akselgeneratorer kan opereres i ulike moder, henholdsvis «power take-off» (PTO) og «power take-in» (PTI):

- PTO: Hovedmotoren generer overskuddskraft på akslingen som omdannes til elektrisk energi og distribueres til strømfordelingstavlen. Dette gjør at motoren og propellen kan operere med variabelt turtall selv om frekvensen og spenningen fra akselgeneratoren holdes fast. PTO brukes gjerne som helt eller delvis erstatning for hjelpemotorer i tilfeller der hovedmaskineriet kan opereres med jevn belastning over tid og produsere nødvendig kraft til nettet.



- PTI: Akselgeneratoren opereres som en egen motor og bidrar med ekstra propulsjonskraft parallelt med hovedmotoren. Dette kan være fordelaktig i kraftkrevende operasjoner som hovedmaskineriet ikke alene er designet for å håndtere.

Bruk av akselgenerator med PTO/PTI er svært relevant for fartøy som ikke drives rent dieselelektrisk, og som tilbringer deler av tiden i operasjoner hvor det kreves et langt høyere kraftbehov enn øvrig drift. Ved å installere og tilrettelegge for utstrakt bruk av PTI i designfasen, kan man redusere størrelsen på hovedmaskineriet samtidig som man effektivt oppfyller eventuelle krav til redundans og manøvreringsikkerhet. Videre vil man gjennom bruk av PTO kunne redusere antall generatorer og tiden de opereres ved at hovedmotoren kjøres jevnere og genererer nødvendig strøm til strømfordelingstavlen.

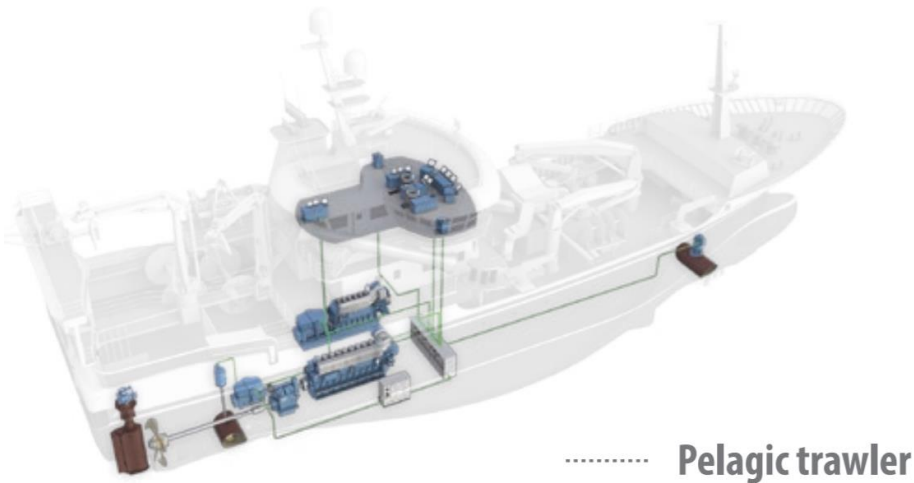


Figure 3-1 Akselgeneratoroppsett med PTO-/PTI-funksjonalitet (kilde Rolls-Royce)

Akselgenerator med PTO/PTI anses som relevant for større fiskefartøy med betydelig kraftbehov. For øvrig er konvensjonelle akselgeneratorer i prinsippet aktuelt for et bredt spekter av fartøystyper med helt eller delvis mekanisk fremdrift, og stort behov for elektrisitetsproduksjon.

Teknisk levetid for tiltaket anslås til skipets levetid/gjenværende levetid.

Forbruk og utslipp reduseres anslagsvis med 5-15 % for akselgeneratorer med PTO-/PTI-funksjonalitet for de aktuelle skipstypene, der akselgeneratoren bidrar til fremdriftsstøtte og samtidig bidrar til å erstatte hjelpemaskineriets strømproduksjon. Videre kan en forvente mindre reduksjoner i størrelsesorden 1-5 % for konvensjonelle konsepter der akselgeneratoren utelukkende bidrar til å erstatte hjelpemaskineriets strømproduksjon.

Kostnadene knyttet til akselgeneratorer med PTO/PTI for fiskefartøy er estimert til 5-10 MNOK.

3.3 Energigjenvinning

En rekke tekniske og operasjonelle tilpasninger kan være aktuelle (avhengig av skipstype og operasjon), med et potensial for forbedring sammenliknet dagens fartøyer. Typiske operasjoner kan være i forbindelse med utslipp av trål, låring av kraner og andre operasjoner der hvor energi kan gjennvinnnes. Gjennvinning krever gjerne at vinsj motorer er elektrisk drevet, slik at energien føres tilbake til skipets elektriske grid. Gjennvinning kan med fordel kombineres med batteri.



Besparelsene kan være betydelige, men avhenger av forbruksfrekvens og mengde bespart i hver operasjon, noe som bare kan estimeres i hvert enkelt tilfelle. For en hekktråler med en normal driftsprofil er det anslått besparelser på 150-200 MWh per år.

3.4 Skrogdesign

Skroget er en vital del av fartøyet og har en betydelig innflytelse på et skips operasjon og kostnader. Skrogformoptimalisering er en prosess som innebærer endring av et skips skrog for å forbedre skrogets ytelse. Optimaliseringen søker å finne den beste løsningen med et ubegrenset antall variabler. Minimering av skrogmotstand vil føre til lavere drivstofforbruk på hovedmaskineriet. Noe forenklet har den som bestiller skip tre alternativer ved bygging av et nytt fartøy: godta et standard design, endre et eksisterende design, eller utvikle et helt nytt design. De to siste alternativene innebærer optimalisering for spesifikke driftsforhold, modifisering av for- og akterskipets design samt optimalisering av selve skroget. Mens hoveddimensjonene generelt sett er optimalisert ved skipsverftet er det betydelig variasjon i graden av skrogform- og propelloptimalisering. Skipsverft har en tendens til å optimalisere skrogformen rundt en gitt operasjonshastighet og dypgang, men vier mindre oppmerksomhet til ballastkondisjonen eller delvis lastede kondisjoner. Ved å ta hensyn til flere last- og operasjonskondisjoner vil man få et skrog som er bedre rustet for de forholdene skipet faktisk vil møte.

Skrogformoptimalisering kan gjøres på alle skipstyper, men potensialet for drivstoffbesparelse øker for fartøy der forventet driftsprofil avviker fra driftsprofilen lagt til grunn for standard design. En omfattende serie med modellforsøk og CFD-analyser (Computational Fluid Dynamics) er nødvendig for å optimalisere skrogformen. CFD-analyser omfatter ofte tre eller flere iterasjoner per lastkondisjon og bør utføres ved flere dypganger og trimkondisjoner. Tiltaket er naturlig nok kun gjeldende for nybygg og det antas at tiltaket er gyldig i hele skipets levetid. Dette forutsatt videre at skipet beholder samme operasjonsprofil det er designet for.

Reduksjonspotensialet er avhengig av fartøyets størrelse, segment, driftsprofil og område den skal operere i. Reduksjoner mellom 4-8% av hovedmotorens drivstofforbruk er sannsynlig dersom driftsprofilen lagt til grunn for standarddesign avviker betydelig fra skipets forventede driftsprofil.

Ved valg av skrogformoptimalisering er det økonomisk fordelaktig å inkludere søsterskip i CFD-analysene, for å redusere kostnadene for flåten. Kostnaden for en full CFD-analyse hvor det identifiseres en optimal skrogform for et bestemt fartøy vil være i størrelsesorden 1-5 MNOK. Kostnaden varierer med antall lastkondisjoner det skal gjennomføres analyser for. I tillegg kan det komme modifikasjonskostnader knyttet til endringer av strukturer og utrustning som følge av skrogendringene.

3.5 Ny/optimalisert hovedmotor

For kystfiskefartøyer som vanligvis består av mindre fartøy kan det ofte være lønnsomt å skifte motorer enn å fortsette å vedlikeholde. Dette vil vanligvis gi en økt miljøgevinst da moderne motorer er mer effektive. Også for større fartøyer kan motorbytte være interessant. NOx-fondet har gode støtteordninger for motorbytte.

3.6 Energistyring

Optimalisering av et skips hjelpesystemer mot skipsspesifikke operasjonelle profiler kan lede til betydelig redusert energiforbruk. Hjelpesystemer er ofte utformet for å støtte motorer og andre primærsystemer



(kjøling, sirkulering, ventilasjon, komprimert luft osv) under ekstreme omgivelsesverdier, ofte ved 100% belastning, noe som sjelden eller aldri forekommer. Erfaring viser at slike systemer støtter motorer og systemer ved belastninger fra 80% og nedover. Under dagens forutsetninger for mange skipstyper, med bruk av «slow steaming» og/eller lange perioder med lav motorutnyttelse, opereres hjelpesystemene for motorer og systemer som har belastninger under 50%.

Potensialet i tiltaket ligger i å oppnå at hjelpesystemene trekker energi for kondisjonen de er designet/optimalisert for, altså som om de skulle støttet systemer på 100% belastning for ekstreme omgivelsesverdier, selv om operasjonspunktet for motorer osv. er betydelig lavere.

Videre kan varig operasjon på lav belastning medvirke til akselerert slitasje, og øke energiforbruket samt behovet for og omkostninger fra vedlikehold.

Tiltaket er relevant for alle skip med energikrevende hjelpesystemer for maskineri, uavhengig av skipets type og alder. Tiltak kan omfatte ulike grader av optimalisering av energibruk og energiproduksjon i skipets hjelpesystemer. Gjennom simulering og optimalisering kan potensialet for å spare energi og drivstoff på disse systemene bli realisert gjennom tiltak slik som:

- Turtalls(hastighets)regulering av pumper og vifter
- Kontrollstrategier for kjølevannsanlegg
- Utskifting til nye mer effektive varmevekslere
- Justert romventilasjon og bedre kontrollstrategier for ventilering
- Re-design av rør og instrumenter
- Smartere utnyttelse av varmegjenvinning fra både høy- og lav-temperatur-kretser og eksosgassanlegg
- Smartere sensorer og kraftstyringssystemer som kontrollerer distribusjon og forbruk av energi

Som beskrevet over kan optimalisering av hjelpesystemer representere et bredt spekter av tiltak. Kostnadene og reduksjonspotensialet for dette tiltaket er svært avhengig av om det er snakk om nybygg eller retrofit, «størrelsen» på avviket mellom faktisk operasjon og designoperasjon, samt eksisterende kompleksitet i designet og utformingen i hjelpesystemet.

Teknisk levetid for tiltaket anslås til skipets levetid/gjenværende levetid, forutsatt at skipets driftsmønster og overordnede operasjon er bevart.

Reduksjonspotensialet er anslått til 1-5% av skipets totale drivstofforbruk.

Kostnaden for gjennomføring av tiltak er anslått til 0,1-1,5 MNOK. Dette representerer et spenn fra enkle systemforbedringer, til kontroll av kjølevannsanlegg og videre til re-design av rørsystem for kjøling og damp, inkludert smarte energiautomasjonssystemer.

3.7 Støyreduksjon

Støyreduserende tiltak vil ikke i seg selv gi miljøgevinst, men gir økt sannsynlighet for større fangster, noe som igjen øker totaleffektiviteten av fartøyet, og derved reduserte utslipp. De mest vanlige tiltakene er endret propellprofil og støydemping av maskineri ved hjelp av tiltak på fundament.



3.8 Batterihybridisering

Forenklet innebærer bruk av batterihybridisering at man:

1. Genererer overskuddskraft på den mest mulig energieffektive måten om bord. Dette gjøres som regel under seiling ved å drifte hovedmaskineret på relativt optimal motorlast.
2. Lader batteriet med den genererte overskuddskraften.
3. Lader ut batteriet ved å benytte den lagrede overskuddskraften i batteriet som erstatning, eller støtte for operasjoner der konvensjonelt maskineri om bord ikke er designet eller justert til å håndtere operasjonen effektivt.

Batterihybridløsninger er særlig egnet der det er store svingninger i effektuttak, der batteribanken kan stå for effekttoppene mens motorene opererer jevnt innenfor optimalt lastområde. Batteriet lades av skipets motorer når kraftproduksjonen overstiger behovet. For noen skipstyper er det aktuelt å lade batterier i én operasjonsmodus, og benytte denne kraften helt eller delvis som erstatning for dieselmotorer i en annen modus. Batterier kan også redusere omfang av reservekraft på konvensjonelt maskineri som holdes i gang av sikkerhetshensyn (jf. «spinning reserve» under DP-operasjon for offshore-skip).

Batterihybridisering er forventet å ha et bredt bruksområde, og kan brukes på alle typer skip uavhengig av størrelse og type. Det ses på som særlig relevant og effektivt for fartøystyper som kjennetegnes av variert og kraftkrevende operasjonsmønster, hvor batteriløsningen kan bidra til fremdriftsstøtte og optimalisering av motorlast på hovedmaskineri.

Samtidig vil småskala batteriløsninger være høyst relevant med betydelig kraftbehov i havn, der batteripakken (helt eller delvis) kan erstatte bruk av hjelpemotorer i deler av operasjonen. Dette kan være fartøy med utstrakt bruk av kraner, vinsjer, pumper og kraftkrevende kjøle- og varmesystemer som brukes i forbindelse med laste- og losseoperasjoner, eller annen kraftkrevende lastehåndtering om bord.

Hybridisering med batterier kan installeres og brukes på skip med både diesel, LNG og biodrivstoff og stiller i utgangspunktet ingen krav til ladeinfrastruktur på land. Kombinasjon av maritime batterier med landstrøm og ladestrøm i havn representerer imidlertid et ytterligere potensiale for effektivisering og utslippreduksjon.

Tiltaket kan ettermonteres på eksisterende skip gitt at skipet har grunnleggende elektrisk infrastruktur på plass. Mer omfattende tilpasninger kreves imidlertid for skip med dieselmekanisk fremdrift. Eksisterende liketrømsanlegg (DC grid) om bord letter etterinnstallering av batterier.

Teknisk levetid for tiltaket anslås til 10 år med dagens teknologi. Det gjøres imidlertid oppmerksom på at hvert enkelt anlegg kan dimensjoneres for både kortere og lengre levetider avhengig av batteripakkens størrelse relativt til energibehovet. Lengre levetid kan oppnås ved «overdimensjonering» av batteripakken, og omvendt. Det antas videre at tilstøtende kraftelektronikk kan beholdes ut skipets levetid.

Forbruk og utslipp reduseres anslagsvis med 5-25 % for større installasjoner for de nevnte fartøyskategoriene, der batteriløsningen bidrar til fremdriftsstøtte og optimaliserer driften av hovedmaskineriet. Fartøy med varierende kraftbehov, mye lavlastoperasjon og stor andel av operasjonen med krav til kraftredundans, er antatt å kunne forvente de største besparelsene. Videre kan en forvente mindre reduksjoner av størrelsen 1-10% for konsepter der batteriet utelukkende brukes som støtte for hjelpemaskineriet.

Dette potensialet vil være tilsvarende ved ettermontering på eksisterende skip.

En relativt begrenset merinvestering i batterier om bord vil ofte kunne svare seg økonomisk ved redusert drivstofforbruk.

De totale utstys- og installasjonskostnadene er estimert til å ligge mellom 5-15 MNOK per skip for større batteripakker som bidrar til fremdriftsformål. Per i dag kan man forvente enhetskostnader i området 7,000-13,000 NOK/kWh for selve batteriløsningen dersom man antar at skipet planlegges og bygges med konseptet i nybyggsfasen, eller allerede er relativt tilrettelagt for hybridisering i tilfelle ombygging (for eksempel at skipet allerede benytter dieselelektrisk fremdrift der eksisterende generatorer, elmotorer, propeller osv kan benyttes). Tar en med kostnader til ombygging for dieselelektrisk framdrift og andre tilpasninger, er kostnadene gjerne betydelig høyere enn dette.

Tiltaket i seg selv krever ingen ekstra vedlikehold, men kan bidra til mindre vedlikehold på maskineriet om bord grunnet forbedret maskindrift og reduserte gangtimer på enkelte motorer, og dermed lengre vedlikeholdsintervaller. For eksisterende skip anslås det at selve installasjonen vil være mer kostnadskrevende, men dette er svært konseptavhengig og vil kunne variere betydelig fra prosjekt til prosjekt.

3.9 Gjenvunnet varme

3.9.1 Varmegjenvinning for elektrisitetsproduksjon

Varmegjenvinning for elektrisitetsproduksjon (WHR) innebærer at det gjenvinnes termisk energi fra forbrenningsmotorenes eksos for videre omdannelse til elektrisk energi. Eventuell restvarme fra denne prosessen kan så sendes videre til bruk for ulike oppvarmingsformål (for eksempel varmt vann og dampproduksjon). Et slikt varmegjenvinningssystem består av en eksosgasskjele (evt. i kombinasjon med en oljefyrt kjel), en kraftturbin (KT) og/eller en dampturbin (DT), med en tilkoblet generator. Potensialet for drivstoffbesparelser fra denne formen for varmegjenvinning kan være veldig variabelt, og er avhengig av både størrelsene, antallet og bruken av motorene ombord.

Teknologien kan i prinsippet brukes på alle typer skip uavhengig av størrelse og type, selv om det i dag ser ut til å være en praktisk og kommersiell nedre grense på en samlet hovedmotorstørrelse på 10.000 kW. Effekten av tiltaket antas å være konstant ettersom fartøyene er forventet å være i drift med en tilstrekkelig høy motorbelastning for effektiv strømproduksjon ved hjelp av kraft/dampeturbin. Dersom motorene går på redusert belastning (for eksempel 40% fremfor 80% belastning), vil normalt ikke motorene gi fra seg nok termisk energi fra eksosen til å fasilitere turbinproduksjon av strøm. Teknisk levetid for tiltaket anslås til skipets levetid/gjenværende levetid.

Installasjonen av denne formen for varmegjenvinning om bord kan øke energiutnyttelsen fra hovedmotoren med mer enn 10% sammenliknet med standardkonfigurasjonen på dagens skip. Denne størrelsen er anslått til å øke til 15% innen 2020. Merk at den virkelige drivstoffbesparelsen ville vært i form av tilsvarende redusert drift på hjelpemotorene for strømproduksjon (for fartøy som ikke benytter seg av akselgeneratorer på hovedmotorene).

De totale utstys- og installasjonskostnadene for dette tiltaket er estimert til å ligge mellom 40 MNOK til 80 MNOK per skip, fra de minste til de største systemene. I denne kostnaden ligger det en rekke elementer som er mer eller mindre uavhengig av skipsstørrelsen, men også elementer som vil ha en tilnærmet lineær sammenheng med skipets størrelse/kraftbehov. Tiltaket krever noe årlig vedlikehold, hovedsakelig for kjele og dampturbin, for for å maksimere ytelsen til varmegjenvinningssystemet.



3.9.2 Eksoskjeler på hjelpemotorer

Eksosgasskjeler er vanlig på store forbrenningsmotorer for gjenvinning av varme fra eksosen. Varmen benyttes blant annet til å generere damp og/eller varmtvann, fremfor å bruke elektrisitet eller oljefyring til tilsvarende varmeproduksjon. I dag er det primært hovedmotorene som har slike eksoskjeler installert.

Avhengig av systemdesign, operasjonsprofil og varmebehov, kan installasjon av eksoskjeler på hjelpemotorene i et skip (generer strøm om bord) forbedre effektiviteten i dette systemet opp mot 20%, som videre kan bidra til lavere totalt drivstofforbruk på skipet

Effekten av tiltaket vil komme enten i form av redusert drivstofforbruk på hjelpemotoren på grunn av lavere behov for strøm til oppvarming. Alternativt kan effekten komme som redusert oljeforbruk på en oljefyrt kjel i tilfeller av utilstrekkelig produksjon av damp fra hovedmotorens eksoskjel. For å forenkle effekten av tiltaket angis besparelsene som prosent reduksjon av hjelpemotorens drivstofforbruk.

For skip som ikke er utstyrt med akselgenerator, vil én eller flere hjelpemotorer være operasjonell(e) i alle moduser (sjøgående og i havn). Overflødig varme fra eksosen kan da utnyttes. For skip utstyrt med akselgenerator, vil imidlertid hjelpemotoren(e) normalt kun være i drift i havn og overflødig varme er da bare tilgjengelig i havn. Hjelpemotorer for større lasteskip kjøres vanligvis med 70–80% belastning. Den gjennomsnittlige belastningen antas derfor å være mellom 600–650kW for et konvensjonelt skip med 2–3 hjelpemotorer. Teknisk levetid for tiltaket anslås til skipets levetid/gjenværende levetid.

Reduksjonspotensialet anslås til 5% av hjelpemotorforbruket på skip som har oljefyrt kjeler og/eller store hjelpemotorer installert. Videre anslås potensialet til 1% på skip uten oljekjel og/eller kun små hjelpemotorer installert.

Estimerte kostnader for å installere en eksoskjele tilpasset en hjelpemotor anslås til 0,4–0,6 MNOK, avhengig av størrelsen på motoren.

3.10 Energieffektiv belysning

Bruk av energieffektiv belysning har kun i begrenset grad blitt benyttet innenfor den maritime næringen, der standard utforming i dag ikke inkluderer lavenergi-armaturer. Det er imidlertid i ferd med å bli mer vanlig, ettersom aktørene ser lønnsomheten og fordelene med slike tiltak. Installasjon av energieffektiv belysning omfatter typisk lavenergi halogenlamper, lysrør og LED-pærer (Light Emitting Diode) i kombinasjon med elektroniske styringssystemer for dimming med automatiske av- og på-muligheter. Besparelsene oppnås ved at man unngår varmetapet fra konvensjonell belysning, samt automatisk kan redusere og styre belysningen ved behov.

Den totale energien som brukes til belysning på et skip anslås til omlag 5% av den totale elektriske kraften til skipets konsumenter produsert på hjelpemotorer (altså sett bort ifra kraft til fremdrift av skipet). Tiltaket kan med enkle grep ettermonteres på eksisterende skip ved å erstatte konvensjonell lysarmatur. Teknisk levetid for tiltaket anslås til skipets levetid, da det utelukkende er defekte lyspærer som må byttes ved jevne mellomrom (forventes lengre driftsintervaller enn for konvensjonelle lyspærer), mens systemoppsettet (inkl. lysskinner og kabling) kan bevares gjennom skipets levetid.

Reduksjonspotensialet er estimert til om lag 1–3% av det totale drivstofforbruket på hjelpemotorene. Dette potensialet vil være tilsvarende ved ettermontering på eksisterende skip.

3.11 Tiltakenes anvendbarhet på fiskeflåten

I en workshop med fiskebåtrederne, Fiskebåt, Rolls Royce, Sjøfartsdirektoratet, Corvus Energy og DNV GL ble de teknisk-operasjonelle tiltakenes *egnet* og *effekt* på de ulike fartøystypene vurdert. Resultatet er vist i , der grønt indikerer best «score» og rød dårligst. *Egnet* beskriver i hvor stor grad tiltaket er teknisk gjennomførbart. *Effekt* beskriver tiltakets potensiale for reduksjon i drivstofforbruket og dermed utslippsreduksjon. Utifra denne kvalitative kartleggingen vurderes tiltak på tråler som det som gir mest utslippsreduksjon, siden størsteparten av utslippene kommer fra denne fartøygruppen.

Tabell 3-1: Oversikt over de teknisk-operasjonelle tiltakenes egnet og effekt på de ulike fartøystypene

| Fartøytype | Tiltak, drift/energieffektivitet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|--------|--------------------------|--------|-------------------|--------|-------------|--------|----------------------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|-----------------|--------|------------------|--------|----------|--------|--|
| | Propell-system | | Hybrid fremdrifts-system | | Gjenvunnet energi | | Skrogdesign | | Ny/optimalisert hovedmotor | | Energistyring | | Støyreduksjon | | Bruk av batteri | | Gjenvunnet varme | | LED | | |
| | Egnethet | Effekt | Egnethet | Effekt | Egnethet | Effekt | Egnethet | Effekt | Egnethet | Effekt | Egnethet | Effekt | Egnethet | Effekt | Egnethet | Effekt | Egnethet | Effekt | Egnethet | Effekt | |
| Tråling etter bunnfisk | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pelagisk tråling og notfiske | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Konvensjonelt havfiske (autoline) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kystfiske | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4 ALTERNATIVE DRIVSTOFF

Foruten teknisk-operasjonelle tiltak er det nødvendig med alternative drivstoff for å nå klimamålene for fiskeflåten. Aktuelle alternative drivstoff beskrives i dette kapittelet.

4.1 Batterier som energibærer

Her benevnes batterier som «alternativt drivstoff» når de er ladet med strøm fra land (i motsetning til batterihybridisering som teknisk-operasjonelt tiltak, beskrevet i kapittel 3.8). Kapasiteten på dagens batteriløsninger er allerede god, og det forventes ytterligere forbedringer i årene som kommer.

Miljømessig er elektrisitet et meget godt alternativ sammenlignet med andre energibærere, med ingen direkte utslipp. Utslipp fra produksjon av elektrisiteten bør imidlertid også tas hensyn til. Selv om norskprodusert strøm er "grønn", er Norge integrert i det nordiske kraftmarkedet, noe som påvirker CO₂-utslippsfaktoren.

Ren elektrisk drift med batterier som energibærer er best egnet til relativt korte distanser, med mulighet for hyppig lading. Tradisjonelle fremdriftsmaskineri og drivstofftanker erstattes av batteri og elektriske motorer, samt nødvendig kraftelektronikk og batteristyringssystemet. Den vanligste typen batterier i dag er Litium-ion batterier som har høy effekt og relativt stor energitetthet. Ulempen er at batteriene kan bli tunge og at en vil få kortere rekkevidde sammenliknet med et fartøy med tilsvarende størrelse på dieseltank.

| Vurderingskriterier | Beskrivelse |
|---|--|
| Teknisk egnethet | Meget god for gitte applikasjoner. Forventes å få vesentlig bredere anvendelsesområde fremover. |
| Tilgjengelighet | Det må bygges ut dedikert infrastruktur på land for lading. |
| Driftssikkerhet og risiko | Det forventes ingen endring med hensyn på driftssikkerhet. |
| Klimapåvirkning (CO ₂ og CH ₄) | 91 % reduksjonspotensial sammenlignet med MGO er lagt til grunn (utslipp på 75 g/kWh bunkret energi for elektrisitet) ² . |
| Lokal forurensing (NO _x , SO _x og PM) | Det er ingen lokale utslipp til luft ved ren batteridrift. |
| Støy/komfort | Bedret komfort da det er sterkt redusert støynivå og heller ingen sjenerende utslipp av eksos. |
| Kostnad | Det er vesentlige investeringskostnader knyttet til batteriløsning og nødvendig infrastruktur. Typisk kostnad ligger i området 16 000 kr/kWh lagringskapasitet for det totale systemet om bord, for eksisterende skip, som er godt egnet for ombygging. Enkelte ombygginger kan være vesentlig dyrere enn dette, avhengig av eksisterende drivlinje og generelt arrangement for plassering av nytt utstyr. Ombyggingskostnader kan i enkelte tilfeller overgå batterikostnadene. |
| Annet/diverse | Utviklingen innen batteriteknologi foregår nå så raskt at de forutsetningene som er lagt til grunn mtp energitetthet, vekt og priser må oppdateres jevnlig. For eksempel er prisen de siste 4 årene på litium-ion battericeller redusert med 75 %, og utviklingen er forventet å fortsette. Dette vil kunne ha vesentlig betydning for det tekniske mulighetsrommet, som vil kunne se annerledes ut enn det som er presentert i denne rapporten under dagens forutsetninger. |

² For å reflektere gjennomsnittlige utslipp knyttet til produksjon av elektrisitet som brukes i Norge er Statens vegvesens standard utslippsfaktorer for fergeanbud lagt til grunn. Utslippsfaktoren er ment å representere nordisk elektrisitetsmiks i 2020.



4.2 Hydrogen

Hydrogen er en ren energibærer som muliggjør reelle nullutslippsløsninger (for alle utslippskomponenter) om bord. Hydrogen kan produseres fra en rekke forskjellige energikilder. Ved produksjon av hydrogen fra fornybar energi (f.eks. sol, vind eller vannkraft), kan nullutslipp for hele energikjeden fra produksjon til sluttbruk oppnås. Hydrogen er egnet for lagring og transport av fornybar energi, og er et supplement til andre lagringsteknologier for fornybar energi så som ulike typer batterier.

I landbasert transport lagres hydrogen vanligvis som komprimert gass. Dagens hydrogenbiler (Hyundai og Toyota Mirai) benytter trykktanker på opp til 700 bar. Det finnes både ståltanker og komposittløsninger, sistnevnte kan være fordelaktige i applikasjoner der det er viktig å minimere vekt. Hydrogen kan også transporteres i som nedkjølt væske i tankbiler, og lagres i metallstrukturer (metallhydrid).

Hydrogen har blitt anvendt i ulike industriprosesser gjennom en årrekke, og inngår for eksempel i prosesser for raffinering av oljeprodukter.

Tilsvarende som for andre energibærere, må anvendelser som benytter hydrogen ta hensyn til de faktiske egenskapene til energibæreren, jf. for eksempel ved valg av materialer for å forhindre hydrogensprøhet og lekkasjer. Hydrogengass er lettantennelig og brennbar, og en hydrogeneksplosjon i et lukket rom kan gi høye eksplosjonstrykk. Samtidig vil hydrogengass i friluft blandes og fortynnes raskt med luft. Dette kan være en fordel sammenlignet med tyngre gasser som kan oppstå ved lekkasjer av andre drivstoff.

På skip er det mest aktuelt å bruke hydrogen i brenselceller som omformer energien til elektrisitet. Det eneste utslippet er da vann. Forbrenningsmotorer kan også anvendes for forbrenning av hydrogen, men disse vil ha lavere virkningsgrad samt utslipp av forbrenningsprodukter (f.eks. NOx). Forbrenning av hydrogen genererer høye temperaturer og gir dermed også utfordringer relatert til materialvalg. Dagens hydrogenbiler baserer seg på brenselcelleteknologi. Brenselceller har overlegen effektivitet, og utviklingen for bruk om bord på skip har hittil først og fremst vært rettet mot pilotprosjekter med brenselceller.

Det foregår relevant regelverksutvikling internasjonalt, blant annet i FNs Sjøfartsorganisasjon (IMO), noe som forventes å bidra til økt kunnskap og færre barrierer relatert til regelverk og godkjenning. Siste utgave av IGF-koden Part A dekker hydrogen (ikke trådt i kraft). DNV GL har utviklet et klasseregelverk for bruk av brenselceller i skip (Fuel Cell Installations" Pt.6 Chapter 23). Dagens regelverk anses imidlertid ikke som fullstendig for å dekke alle relevante aspekter for bruk av hydrogen som energibærer på skip. Det antas at tilleggsstudier for å vurdere sikkerhet og pålitelighet, samt kvalifisere teknologien, vil være nødvendig.

Brenselceller kan omdanne en fornybar energibærer som hydrogen til energi med høyere virkningsgrad enn tradisjonelle forbrenningsmotorer. Brenselceller kan anvendes for en rekke forskjellige energibærere, deriblant naturgass (og biogass), metanol og hydrogen. Miljø- og klimapåvirkning fra brenselcellesystemer avhenger hovedsakelig av hvilken energibærer som anvendes. Med hydrogen vil de eneste biproduktene fra brenselcellen være vann og varme, men som for andre energibærere må utslipp knyttet til produksjonen medregnes i et totalregnskap. Denne rapporten vurderer hydrogen som energibærer for bruk i brenselceller.



| Vurderingskriterier | Beskrivelse |
|---|---|
| Teknisk egnethet | Hydrogen brenselceller anvendes i dag i biler og busser. Hydrogenlagringsløsninger finnes også. En utfordring er behov for kvalifisering og validering av teknologiene for maritimt bruk. Det vil derfor være relevant å betrakte en slik applikasjon som en pilot. For å oppnå de mest effektive løsningene bør hydrogen ses i sammenheng med bruk av batterier. Det vil være naturlig å benytte batterier for driftsoptimalisering, for eksempel til å ta lasttopper, tilsvarende som det gjøres i andre hybride applikasjoner. Både brenselceller og tanker for lagring av hydrogen (komprimert eller flytende) er svært tunge, og kan gi vektutfordringer for vekt-kritiske båter. Mer frekvent bunkring enn i dag må i mange tilfeller påregnes. |
| Tilgjengelighet | Hydrogen kan baseres på lokal produksjon ved vannelektrolyse og vil da trenge tilgjengelig plass til anlegg for produksjon og mellomlagring på eller i nærheten av bunkringsstedet. Hydrogentilførsel kan også baseres på tilkjørt hydrogen. Flere aktører leverer i dag hydrogen, blant annet til industrielle formål, og det antas at disse også vil være interessert i å levere hydrogen til bruk i skip. |
| Driftssikkerhet og risiko | Det er få bevegelige deler i en hydrogenløsning (m/brenselceller). Etter at systemet er testet kan en derfor forvente økt driftssikkerhet og potensiale for reduksjon i vedlikeholdskostnader sammenlignet med konvensjonelle systemer, men for «prototyper» må det påregnes ekstra arbeid i forbindelse med innkjøring. |
| Klimapåvirkning (CO ₂ og CH ₄ ,) | 75 % reduksjonspotensial sammenlignet med MGO er lagt til grunn (utslipp på 120 g/kWh bunkret energi for hydrogen). Dette vil kunne variere betydelig avhengig av hvordan hydrogen blir produsert, men her er det antatt at hydrogen produseres med «samme strøm» som ellers kunne vært brukt til å lade batterier direkte. Total virkningsgrad for hydrogenproduksjon (elektrolyse og komprimering) er antatt å være omtrent 65 %. |
| Lokal forurensing (NO _x , SO _x og PM) | Ingen lokale utslipp til luft. |
| Støy/komfort | Bedret komfort da det er sterkt redusert støynivå (tilsvarende som for batteri). Ingen utslipp av eksos. |
| Kostnad | På dagens hydrogen-fyllstasjoner selges hydrogen typisk til en pris som er sammenlignbar med bensin (basert på kjørelengde) ³ . Reell kostnad vil avhenge av flere faktorer inklusive valg av produksjonsmetode, produksjonsvolum og strømpris. Pris på hydrogen til marint bruk er vanskelig å fastsette, en pris på 30 kr/kg er antatt basert på rapport utarbeidet for Statens vegvesen ⁴ . Når forskjell i virkningsgrad og energiinnhold hensyntas gir dette en drivstoffkostnad på 20 % over kostnaden for MGO. DNV GLs vurdering er at dette er et optimistisk estimat. |
| Annet/diverse | Hydrogen kan potensielt bli viktig for å redusere utslippene fra skipsfart i henhold til internasjonale regelverk og målsetninger. Utfordringer knyttet til lagring om bord i skip og manglende maritim erfaring samt regelverk vil kunne bremse utviklingen. Det antas en teknologiutvikling som gjør at hydrogen som marint drivstoff vil bli langt mer aktuelt på sikt. Hybridløsninger med hydrogen og batteri vil være relevante der batteri alene ikke er egnet, for eksempel der rene batteriløsninger vil kreve |

³ <http://www.hydrogen.no/om-hydrogen/ofte-stilte-sporsmal/>

⁴ POTENSIALSTUDIE, ENERGIEFFEKTIV OG KLIMAVENNLIG FERGEDRIFT. LMG MARIN, CMR PROTOTECH OG NORSK ENERGI (2015).



uhensiktsmessig store batterier. Introduksjon av hydrogen kan da bidra til mer fleksible løsninger og mindre avhengighet av hyppig/omfattende lading.

Selv om det er begrenset erfaring med bruk av hydrogen som energibærer i skip i dag, har teknologien blitt demonstrert i flere pilotprosjekter. Flere slike prosjekter har møtt store utfordringer mht. godkjenning for bruk. Utfordringene er sammenlignbare med hva som ble erfart i tidlig utvikling av pilotanlegg for hydrogenfyllestasjoner og hydrogenkjøretøy. Det vil være viktig å involvere godkjennende myndigheter aktivt i slike initiativer.



4.3 Biogass

Biogass (LBG – Liquified Biogas) er en fornybar energibærer som utvinnes fra biogent materiale og fremstilles ved naturlig, anaerob nedbryting av organiske materialer som slam, trevirke og kompost. For å kunne anvende biogassen som drivstoff på et skip, må ubehandlet biogass oppgraderes i større prosessanlegg der gassen gjennomgår en kryogenisk oppgradering hvor den tørkes, renses, kjøles og kondenseres.

Ved forbrenning har biogass de samme egenskapene som naturgass, og tilsvarende dannelse av forbrenningsprodukter. Imidlertid regnes ikke CO₂ fra forbrenning av biogass i seg selv som klimagassutslipp, men biogass tilskrives slike utslipp i et livsløpsperspektiv fra produksjon og transport.

| Vurderingskriterier | Beskrivelse |
|---|--|
| Teknisk egnethet | Meget god for fartøy med gassmotorer, ingen oppgradering av fartøyet anses som nødvendig. |
| Tilgjengelighet | Begrenset i dag, men det forventes økende tilgjengelighet fremover. Biokraft sitt anlegg i Skogn vil ha en produksjonskapasitet på omtrent 9000 tonn LBG/år, og dette kan enkelt utvides til det dobbelte ved tilstrekkelig etterspørsel. Ved å akseptere LNG som reserveløsning ved eventuelt kortvarig manglende LBG-tilgang, vil det være liten risiko som følge av dårlig tilgjengelighet av LBG-drivstoffet. |
| Driftssikkerhet og risiko | Som en erstatning for LNG forventes ingen endring i driftssikkerhet. |
| Klimapåvirkning (CO ₂ og CH ₄) | 82 % reduksjonspotensial sammenlignet med MGO er lagt til grunn (utslipp på 55 g/kWh bunkret energi for biogass) ⁵ . |
| Lokal forurensing (NO _x , SO _x og PM) | Ingen endring sammenlignet med LNG. Gassmotorer er antatt å være 90 % bedre på NO _x sammenliknet med dieselmotorer, og reduksjonen av SO _x og PM er antatt å være 100 %. |
| Støy/komfort | Ingen endring i forhold til LNG. |
| Kostnad | Ved overgang fra LNG til LBG er det ikke forventet noen investeringskostnader. LBG er forventet å være vesentlig dyrere enn LNG og MGO, og her er det antatt 200 % dyrere enn MGO, altså 3 ganger så høy pris (for små leveranser er LNG generelt omtrent like dyrt som MGO). Merk at dette er til forskjell fra biogass til bruk på vei, der avgiftsnivået på fossil diesel gjør at prisnivået totalt sett er mye likere. |

⁵ CO₂-utslipp ved forbrenningen av biodrivstoff regnes i utgangspunktet som 0, men det er knyttet vesentlig utslipp til produksjon. For å reflektere dette er Statens vegvesens standard utslippsfaktorer for fergeanbud lagt til grunn.



4.4 Biodiesel

Biodiesel er et syntetisk diesel-lignende drivstoff produsert av vegetabiliske oljer eller animalsk fett. Den vanligste formen er kjent som FAME (Fatty Acid Methyl Ester) ref. EU standard EN 14214, som gjerne kjennetegnes som førstegenerasjons biodiesel. All fossil diesel som selges i dag er lovpålagt iblandet 5 % biodiesel, og dieselen har betegnelse B5. B100 er en ren biodiesel uten innblanding av fossil diesel.

Forbrenningsmessig oppfører biodiesel seg svært likt vanlig (fossil) diesel. Utslipp av CO₂ fra forbrenning av biodiesel regnes i seg selv ikke som klimagassutslipp siden utslippet ikke medfører en økning av CO₂-mengden i atmosfæren; det regnes som del av det kretsløps-CO₂ som ellers er i omløp, i motsetning til «ny» CO₂ tilført fra fossile kilder. Imidlertid tilskrives biodiesel utslipp av fossilt CO₂ i et livsløpsperspektiv fra produksjon og transport, mv.

Biodiesel har litt bedre smøreegenskaper enn vanlig diesel, noe som kan redusere slitasje. Biodiesel er imidlertid surere, noe som krever at motorer må bygges om slik at slanger, pakninger, filtre og til dels drivstoffpumper har materialer som tåler surhetsgraden. Biodiesel har dessuten tradisjonelt vært mer ustabil enn fossil diesel, og tålt lagring og spesielt kulde dårligere. De fleste nyere dieselmotorer kan oppgraderes til å brenne biodiesel, men motorfabrikantene stiller en del krav til kvalitet av biodieselen⁶.

Andre generasjons biodiesel kan produseres av avfallsprodukter fra jord- og skogbruk og mat. Relativt nytt på markedet er en syntetisk andre generasjons biodiesel med betegnelsen HVO100⁷ eller 2GPolar/2GMarine, litt avhengig av selskap. HVO er fellesbetegnelsen for Hydrogenert Vegetabilisk Olje. Produktet er i henhold til CEN TS 15940-spesifikasjonen for parafindiesellolje og tilfredsstillende ikke EN 14214-standarden. Dette er derfor et annet produkt med en annen fremstillingsmåte, som av leverandører omtales som en fornybar diesel med så å si identiske egenskaper som vanlig fossil diesel. Denne syntetiske fornybare dieselen hevdes å ha minst like gode egenskaper med henblikk på surhet, lagring og temperaturløselighet, sammenliknet med fossil diesel.

Alle motorfabrikantene er ennå ikke ferdig med uttesting av de nyere produktene, men for produkter under CEN TS 15940-spesifikasjonen vil antakelig drivstoffet kunne benyttes på mange marine dieselmotorer med små eller ingen tekniske tilpasninger av maskineri og drivstoffsystem.

| Vurderingskriterier | Beskrivelse |
|---|--|
| Teknisk egnethet | Meget god, men oppgradering av motorsystemet kan være nødvendig avhengig av hvilken type biodrivstoff det er snakk om. For enkelte biodieseltypene vil antakeligvis teknisk oppgradering i liten eller ingen grad være nødvendig. |
| Tilgjengelighet | De fleste oljeselskaper tilbyr B100 på Østlandet. For HVO100 o.l. er produksjonskapasiteten fortsatt noe begrenset og etterspørselen er foreløpig lav, men tilgjengeligheten forventes å øke fremover. |
| Driftssikkerhet og risiko | Det forventes ingen endring i driftssikkerhet og vedlikehold så lenge kvaliteten på drivstoffet er innenfor motorleverandørenes krav. |
| Klimapåvirkning (CO ₂ og CH ₄) | 47 % reduksjonspotensial sammenlignet med marin gassolje (MGO) er lagt til grunn (utslipp på 165 g/kWh bunkret energi for biodiesel) ⁸ . For nyere typer biodiesel (HVO) hevdes høyere reduksjonspotensial for CO ₂ , men dette bør dokumenteres fra leverandør. |

⁶ Detroit biodiesel Policy: https://www.demanddetroit.com/pdf/support/Detroit_Bio_Fuel_Position_Statement.pdf

⁷ Produkt-datablad Statoil: [Syntetisk Biodiesel HVO100](#)

⁸ CO₂ utslipp ved forbrenningen av biodrivstoff regnes i utgangspunktet som 0, men det er knyttet vesentlig utslipp til produksjon. For å reflektere dette er Statens vegvesens standard utslippsfaktorer for fergeanbud lagt til grunn. «Verdier for oppstrøms klimagassberegninger ferjereferansegruppa». Konrad Pütz, Transnova, April 2011

| | |
|---|---|
| Lokal forurensing (NO _x , SO _x og PM) | Ingen endring sammenlignet med MGO er antatt for NO _x . 100 % reduksjon er antatt for SO _x , mens reduksjon av PM vil være avhengig av hvilken type biodiesel som velges (kan bli opp mot PM-utslippene fra MGO). |
| Støy/komfort | Ingen vesentlig endring i forhold til fossil diesel. |
| Kostnad | Omfanget av investeringskostnader for omlegging til biodiesel vil avhenge av hvilken drivstofftype en velger, men kan generelt forventes å være lavt. Med tanke på utviklingen av nye biodieselprodukter og for praktiske formål er investeringskostnaden satt til null. Prisen på biodiesel er vesentlig høyere enn MGO og i størrelsesorden 40 % høyere i pris (per energienhet). Merk at dette er til forskjell fra biodiesel til bruk på vei, der avgiftsnivået på fossil diesel gjør at prisnivået totalt sett er mye likere. |

4.5 LNG

Liquified Natural Gas (LNG) er naturgass som er nedkjølt og kondensert til flytende form. LNG produseres hovedsakelig for å muliggjøre transport av gass der investering i gassrør ikke egner seg, samt for lagring og oppbevaring. Bruken av LNG som drivstoff i skip forventes av mange, å øke vesentlig verden over, og spesielt i nærskipfarten. Sentrale drivere for denne utviklingen er utslippsreguleringer for skip i ulike farvann (MARPOL Annex VI, særlig innen ECA, samt EU og USA), lave gasspriser sammenlignet med olje og diesel, samt positiv profilering knyttet til bærekraftig og miljøvennlig drift. Skip som kan dokumentere norsk avgiftspliktig fart samt en utslippsreduksjon av NO_x kan i tillegg få en støtte til investeringskostnader fra NO_x-fondet.

Langs norskekysten er tilgangen på LNG for bunkring i småskala forholdsvis god. Prisen for LNG og ekstrainvestering på skip vil derfor være de avgjørende faktorene for satsing på LNG-drevne skip. For fiskeflåten vil det som regel være mest aktuelt med levering direkte fra tankbil grunnet små LNG kvantum. Det er også mulig å etablere marine bunkringsterminaler på land/kai med tanksystemer som forsynes av lastebiler eller små LNG tankskip fra nærliggende LNG eksportterminaler.

Utslippsreduksjonen ved forbrenning av LNG på skip kan være vesentlig på CO₂ (20%). Utslipp av NO_x kan reduseres med 85%, mens SO_x og partikler blir tilnærmet eliminert. SO_x-utslippene er imidlertid allerede relativt lave for MGO. CO₂-gevinsten er lavere ved enkelte motorløsninger ved dagens teknologi pga metanutslipp, samt i et livsløpsperspektiv grunnet utslipp av CO₂ og metan forbundet med produksjon, lagring og transport av LNG.

| Vurderingskriterier | Beskrivelse |
|---------------------------|---|
| Teknisk egnethet | Krever egne rene gass eller duel fuel motorer. Lagring normalt i sylindriske tanker, som kan være problematisk med hensyn på lokasjon om bord. |
| Tilgjengelighet | Tilgjengeligheten ansees som relativ god i langs kysten og kan forventes å bli enda bedre med generelt økt bruk av LNG i skip. Leverandører av LNG og transport til brukersted er etablert. Direkte levering fra tankbiler er mest aktuelt. Alternativt er det mulig å etablere lagertanker for flytende LNG på land/kai. |
| Driftssikkerhet og risiko | Det forventes ingen endring i driftssikkerhet, og vedlikehold i forhold til dagens diesel motorer. |



| | |
|---|--|
| Klimapåvirkning (CO ₂ og CH ₄) | Utslippene avhenger av produksjonsprosess og transport til brukersted. Typisk 20% CO ₂ reduksjon, men motvirkes av et metanslipp fra en del motortyper. |
| Lokal forurensing (NO _x , SO _x og PM) | 85% NO _x reduksjon, mens SO _x og partikler blir tilnærmet eliminert. |
| Støy/komfort | Ingen vesentlig endring i forhold til fossil diesel. |
| Kostnad | Typisk 0-20% lavere enn gassoljepris, avhengig av leveranselokasjon. |

4.6 Anvendbarhet av alternative drivstoff på fiskeflåten

I workshopen omtalt i kapittel 3.11 ble også de alternative drivstoffenes *egnet* og *effekt* på de ulike fartøytypene vurdert. Resultatet er vist i Tabell 4-1. *Egnet* beskriver i hvor stor grad tiltaket er teknisk gjennomførbart. *Effekt* beskriver tiltakets potensiale for reduksjon i drivstofforbruket og dermed utslippsreduksjon.

Tabell 4-1: Oversikt over de alternative drivstoffenes egnet og effekt på de ulike fartøytypene

| Fartøytype | Lav og nullutslippsløsninger, drivstoff | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|--------|----------|--------|---------|--------|-----------|--------|-------|--------|-------|
| | Hel- eller delelektrifisering (batterier som eneribærer) | | Hydrogen | | Biogass | | Biodiesel | | LNG | | |
| | Egnet | Effekt | Egnet | Effekt | Egnet | Effekt | Egnet | Effekt | Egnet | Effekt | |
| Tråling etter bunnfisk | Grønn | Grønn | Rød | Grønn | Gul | Grønn | Grønn | Grønn | Grønn | Grønn | Grønn |
| Pelagisk tråling og notfiske | Grønn | Grønn | Rød | Grønn | Grønn | Grønn | Grønn | Grønn | Grønn | Grønn | Grønn |
| Konvensjonelt havfiske (autoline) | Grønn | Grønn | Rød | Grønn | Grønn | Grønn | Grønn | Grønn | Grønn | Grønn | Grønn |
| Kystfiske | Grønn | Grønn | Gul | Grønn | Gul | Grønn | Grønn | Grønn | Grønn | Grønn | Grønn |



5 VIDERE ARBEID

Rapporten viser at det er et potensiale innen fiskeflåten for å redusere utslippene av klimagasser. De to første hybride havfiskefartøyene er kontrahert: En linebåt som kombinerer diesel og batteri, og en ringnotbåt som kombinerer LNG og batteri. Flere rederier vurderer å komme etter med å ta i bruk nye teknologiske løsninger.

Fiskebåt kommer derfor til å ha fokus på dette, både gjennom de muligheter som er i NOx-fondet, og ikke minst gjennom arbeidet som skal starte med det partssammensatte CO₂-utvalget.

Den samlede økonomien for fartøyene på både kort og lang sikt, er viktige premisser for hvilke teknologiske løsninger som blir valgt, for både eksisterende og nye fiskefartøy. I så måte er det både relevant og interessant å se nærmere på hvilke barrierer som ligger i veien for utviklingen mot en «grønnere» fiskeflåte. En del av disse barrierene vil være sammenfallende med tilsvarende barrierer for andre fartøygrupper. Det er tidligere gjennomført en barrierestudie for fylkeskommunale fergesamband og en barrierestudie for tørrlast⁹, og det er nærliggende at noe av det som kom fram der også er relevant for fiskeflåten.

Å skaffe finansiering til å få utarbeidet en barrierestudie for fiskeflåten, tilsvarende den som er gjort for tørrlast, vil derfor bli en prioritert oppgave. Dette vil også være med å legge sentrale føringer for politiske beslutninger framover.

⁹ Rapportene kan lastes ned her: <https://www.dnvgl.no/maritime/gront-kystfartsprogram/rapporter.html>