

A23707 - Åpen

Rapport

Neste Generasjon Energieffektive Trålere

Sluttrapport

Forfatter(e)

Roar Pedersen

Einar Vegsund



SINTEF Fiskeri og havbruk AS

Fiskeriteknologi

2012-08-24

SINTEF Fiskeri og havbruk AS

Postadresse:
Langelandsveien 17
6010 ÅlesundSentralbord: 40005350
Telefaks: 93270701fish@sintef.no
www.sintef.no/fisk
Foretaksregister:
NO 980 478 270 MVA

Rapport

Neste Generasjon Energieffektive Trålere

Sluttrapport

EMNEORD:
Fiskefartøy
Energieffektivisering
Modellforsøk**VERSJON**
Versjonsnummer**DATO**
2012-08-24**FORFATTER**
Roar Pedersen, SINTEF Fiskeri og havbruk AS
Einar Vegsund, Rolls-Royce Marine AS**OPPDRAGSGIVER(E)**
Forskningsrådet, FHF**OPPDRAGSGIVERS REF.**
Sigurd Falck, Rita Naustvik
Mannik**PROSJEKTNR**
830286**ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**
11+ vedlegg**SAMMENDRAG**

Det er gjort omfattende modeltester med tre skrogmodeller av en tråler. Prosjektet bygger på prosjektet "Fremtidens tråler" der det ble dokumentert store energibesparelser ved å tråle med to propeller, samt store energibesparelser i sjøgang med to propeller og en ny baugfasong ("wavepiercer"). Resultater fra dette prosjektet vedr. skrogmotstand og propulsjonsvirkningsgrad i fri fart (ikke tråling) var imidlertid ikke tilfredsstillende, og det ble heller ikke dokumentert hvilken effekt baugfasongen og to propeller hadde hver for seg på energiforbruket i sjøgang. I dette prosjektet har finjustering av skroglinjer resultert i akseptabel skrogmotstand for to-skrue konseptet og propellvirkningsgraden er betydelig forbedret ved bruk av en såkalt "low drag" dyse samt et integrert ror/propell system som er utviklet av Rolls-Royce Marine (PROMAS). Det er også dokumentert hvilken virkning den nye "wavepiercer" baugen har i 3 ulike bølgehøyder og tilsvarende hvilken effekt to propeller har i sjøgang. Ny baugdesign og to propeller gir tilsammen betydelig reduksjon i fremdriftseffekt ved signifikant bølgehøyde over 2m. Tråling med to propeller i stille vann gir nesten 10% lavere energibruk enn ved bruk av en propell. Ytterligere forbedringer kan påregnes i dårlig vær. Hybrid fremdriftsanlegg gir muligheter for å kjøre dieselelektrisk i fartsområdet der dieselelektrisk drift er mest lønnsomt. Gjenvinning av varme fra eksos kan utnyttes i fabrikk eller til å produsere strøm som avlaster akselgenerator.

UTARBEIDET AV
Roar Pedersen**SIGNATUR**
**KONTROLLERT AV**
Karl-Johan Reite**SIGNATUR**
**GODKJENT AV**
Vegar Johansen**SIGNATUR**
**RAPPORTNR**
A23707**ISBN**
978-82-14-05558-0**GRADERING**
Åpen**GRADERING DENNE SIDE**
Åpen

Innholdsfortegnelse

1. BAKGRUNN	3
2. BESKRIVELSE AV MODELLER OG FORSØK.....	4
3. RESULTATER.....	5
4. UTFØRELSE AV FOU-OPPGAVER OG DELTAGELSE FRA KONSORTIET.....	10
5. VURDERING AV PROSJEKTETS GJENNOMFØRELSE OG RESSURSBRUK.....	10
6. BETYDNING/NYTTEVERDI AV RESULTATER	10
7. OPPFØLGING AV RESULTATER.....	10
8. RAPPORTER UTARBEIDET I PROSJEKTET	11

BILAG/VEDLEGG

[Skriv inn ønsket bilag/vedlegg]

1. BAKGRUNN

Trålere tilhører den mest energiintensive delen av fiskeflåten, og i en tid med økende oljepriser og skjerpede miljøkrav har aktørene i flåten sett et tydelig behov for å utvikle mer energieffektive trålere slik at denne delen av flåten kan både overleve og styrke sitt omdømme.

Prosjektet bygger på prosjektet "Fremtidens tråler" (prosjekt I79795/I40) der det ble testet en konvensjonell "state of the art" tråler med konvensjonell baug og en propell i dyse og en fremtidens tråler med mer vertikal og slankere baug samt to propeller i dyse. Modellene ble testet i stille vann (slep, propulsjon og tauting) og i bølger (med og uten trål).

Forsøkene avdekket at tråling med to propeller krevde en god del mindre motorkraft (16%) enn med en propell. Forsøk i bølger (med og uten trål) avdekket også energibesparelse, men det var uvisst om det var to propeller, baugfasongen eller en kombinasjon som førte til gode resultater.

Når modellen med to propeller ikke var i tråloperasjon, men i fri fart i stille vann så ble det oppnådd en dårlig propellvirkningsgrad og høy skrogmotstand for typisk hastighet 12 knop.

Når modellene ble testet i bølger uten trål så viste det seg imidlertid at forskjellen mellom de to modellene forsvant ved signifikant bølgehøyde over ca. 2,0m.

Resultatene fra "Fremtidens tråler" ga en betydelig netto gevinst siden tråling er den dominerende operasjonen, men det var nødvendig å utføre nye forsøk for å komme et skritt videre. Målsettingene med prosjektet "Neste generasjon energieffektive trålere" ble dermed:

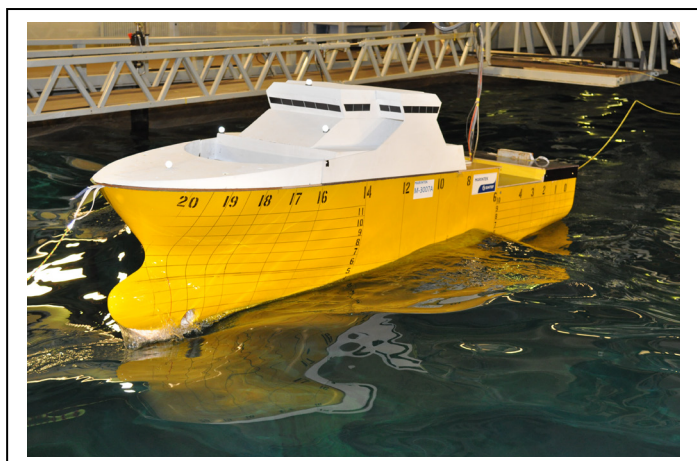
1. Optimalisere skrogmotstanden til "Neste generasjon tråler"
2. Øke propellvirkningsgraden for operasjonen "gange til og fra felt" ved blant annet å anvende "low drag" dyseprofil
3. Undersøke hvilken effekt to propeller og baugform har hver for seg i stille vann og i sjøgang
4. Undersøke effekten av et nytt fremdriftssystem (PROMAS) der propell og ror er mer integrert og der roret er noe vridd for å redusere rotasjonstap.
5. Optimalisering av maskinkonfigurasjon ved å bruke Rolls-Royce sitt HSG konsept (hybrid shaft generator) som tillater optimalt turtall og stigning på propell. HSG er en akselgenerator, men kan også brukes som elektrisk motor for dieselelektrisk drift av propell med strøm fra hjelpemotor når det er behov for lav framdriftseffekt.
6. Undersøke muligheten av å øke gjenvinningen av varme fra kjølevann og eksos.

2. BESKRIVELSE AV MODELLER OG FORSØK

Som i forrige prosjekt "Fremtidens tråler" er det designet to skrog; en "State of the art" tråler (SX) med tradisjonell baug og en propell i dyse og en "Neste generasjon" tråler (IXX) med tilnærmet vertikal baug (wavepiercer) og med to propeller i dyse. Ettersom det skulle undersøkes hvilken effekt vertikal baug og to propeller hadde hver for seg så ble hver enkelt modell bygd i to separate deler (forskip og akterskip) slik at den tradisjonelle baugen kunne kombineres med akterskipet som var utstyrt med to propeller. Denne modellen er kalt SXX. S står for tradisjonell baug, I står for vertikal baug (wavepiercer), X står for en propell og XX står for to propeller

Fullskala hoveddimensjoner for modellene er de samme:

Loa	= 73,8 m
LPP	= 67,0 m
B	= 16,0 m
Dypgående, TAP/TPP	= 5,80/5,80 m



Figur 1 Modell SX – "State of the art" tråler



Figur 2 Modell IX – "Neste generasjon" tråler

Forsøkene ble utvidet med en propulsjonstest og en tauetest i forhold til opprinnelig program fordi det var ønskelig å verifisere forskjellen mellom "low drag" dyse og standard Naca 19A dyse.

Akt. Nr.	Program	Konv	Fremtiden	Konv/twin	Vert./singl
1.1	Bygging av 2 skrogmodeller				
1.2	2 designpropellere m/ror Promas				
1.3	Open water test				
	Stille vann (november/desember 2011)	SX	IXX	SXX	IX
2.1	Instrumentering	x			
2.2	Slep	x			
2.3	Propulsjon konvensjonell, 19A dyse	x			
2.4	Tauetest 4 knop, 19A dyse	x			
2.7	3D wake test	x			
2.8	Strømlinje	x			
3.1	Instrumentering			x	
3.2	Slep			x	
3.3	Propulsjon konvensjonell m/høyløftdyse			x	
4.1	Bytte akterskip		x		
4.2	Slep		x		
4.3	Propulsjon konvensjonell m/høyløftdyse		x		
4.4	Tauetest 4 knop m/høyløftdyse		x		
4.5	Propulsjon Promas m/høyløftdyse		x		
4.6	Tauetest Promas m/høyløftdyse		x		
4.7	Propulsjon Promas, 19A dyse		x		
4.8	Tauetest Promas, 19A dyse		x		
4.9	3D wake test		x		
4.10	Strømlinje		x		
	Adm., analyse, rapport,video/foto stille vann				
	Seakeeping (januar/februar 2012)	SX	IXX	SXX	IX
6.1	Kalibrering av bølger				
6.2	Instrumentering/utveiing				
6.3	Seakeeping	x			
6.4	Seakeeping			x	
6.5	Bytte akterskip, reinstrumentere				
6.6	Seakeeping		x		
	Adm., analyse, rapport,video/foto seakeeping				

Figur 3 Utførte forsøk med modellene SX, IXX og SXX

3. RESULTATER

Prosjektet "Neste generasjon energieffektive trålere" er en oppfølger av prosjektet "Fremtidens tråler" der en konvensjonell "State of the art" tråler og en "Fremtidens" tråler ble modelltestet og sammenlignet. Det kan være fornuftig først å oppsummere resultatene fra prosjektet "Fremtidens tråler" for lettere å forstå resultatene fra "Neste generasjon energieffektive trålere"

Resultater "Fremtidens tråler"

Slep og propulsjon i stille vann

Forsøkene i stille vann avslørte at "Fremtidens" tråler med to propeller i dyse har høy motstand og svært dårlig propellvirkningsgrad. Slepemotstanden ved 12 knop er 25% større enn for "State of the art" tråleren og ytelse på propell er 92% større. Hovedårsaken er at de to store propellene i dyse går med lav belastning slik at de havner langt utenfor det optimale designpunktet.

Propulsjon i bølger

Testene i sjøgang viser imidlertid at fremtidens tråler har lavere ytelse på propell både i 4 og 8 knop i bølgehøyder tilsvarende $H_s = 2,5\text{m}$ og $H_s = 5,0\text{m}$. Reduksjonen i ytelse er på mellom 5 og 10%. Noe av forklaringen ligger i at tilleggsmotstanden i bølger sørger for at nødvendig effekt på propell blir henholdsvis dobbelt så stor og fire ganger så stor ved $H_s = 2,5\text{m}$ og $H_s = 5,0\text{m}$ i forhold til stille vann. Økt belastning bidrar til å øke virkningsgraden til de to propellene. I tillegg har baugfasongen til "Fremtidens" tråler en positiv effekt i bølger.

Propulsjon i bølger ved tråling

Ved tråling er belastningen på propell(er) allerede stor og den relative økningen i ytelse i bølger er ikke så stor som når fartøyet ikke tråler. Ved tråling i $H_s = 2,5\text{m}$ øker ytelsen med 11% på "Fremtidens" tråler og med 18% på "State of the art" tråleren. Ved $H_s = 5,0\text{m}$ øker ytelsen med 26% på "Fremtidens" tråler og med 40% på "State of the art" tråleren. Totalt sett har "Fremtidens" tråler henholdsvis 21% og 25% lavere ytelse i $H_s = 2,5\text{m}$ og $H_s = 5,0\text{m}$ under tråling. I utgangspunktet har "Fremtidens" tråler 16% lavere ytelse i tråling i stille vann, og de resterende 5% og 9% er en forbedring som kommer av en kombinasjon av to propeller og slankere forskip (over vannlinjen).

Trekraft (tråling i stille vann)

Tauetestene (tråling) ga som forventet lavere ytelse (16%) ved samme trekraft (37 tonn) med to propellere i dyse sammenlignet med en propell i dyse. Dette har mye å si når tråling er den driftskondisjonen som krever mest ytelse og samtidig utgjør ca. 70% av driftstiden.

Resultater "Neste generasjon energieffektive trålere"

Med utgangspunkt i resultatene fra prosjektet "Fremtidens tråler" ble utfordringene i dette prosjektet å gjøre forbedringer på det konseptet som vi kaller "Neste generasjon" tråler, og som fortsatt har 2 propeller og ny baugdesign som Rolls-Royce Marine kaller for "Wave piercer" (WP).

Utfordringene ble å designe en "Neste generasjon" tråler som har lavere motstand og bedre propulsjonsvirkningsgrad i stille vann i forhold til "Fremtidens" tråler fra forrige prosjekt. Bidragene til å forbedre propulsjonsvirkningsgraden ble å bruke en såkalt "low drag" (LD) dyse samt å bruke et nytt integrert propell/ror konsept fra RR med benevnelsen PROMAS.

Det var også ønskelig å se nærmere på hvilke bidrag to propeller og WP-design har hver for seg i stille vann og i bølger. For å studere dette ble det testet en tredje modell (SXX) som bestod av forskipet til "State of the art" tråleren og akterskipet til "Neste generasjon" tråler.

Slep i stille vann

Forskjellen i motstand mellom SX og IXX ble betydelig mindre enn ved forrige prosjekt. SX er fortsatt noe bedre ved 12 knop (4,7%) og IXX er bedre over 14,7 knop. Tester med SXX viser at ved

12 knop ligger 2% av denne forskjellen i akterskipet. Akterskipet til IXX gir trolig noe mer vedhengsmotstand (fra braketter) som gjelder i hele fartsområdet. Fra 14,7 knop har IXX den laveste motstanden og bulben i forskipet kan trolig optimaliseres for en noe lavere hastighet.

Propulsjon i stille vann

Effektbehovet i stille vann er betydelig forbedret. For et to-skrue anlegg gir LD dysen adskillig bedre virkningsgrad enn en standard Naca 19A dyse ved lav belastning. I det forrige prosjektet var forskjellen mellom modellene på 92% og nå ble forskjellen 33% med konvensjonelt propulsjonsanlegg på begge modellene.

For IXX ga PROMAS en ytterligere forbedring på 5,6% i forhold til konvensjonelt propulsjonsanlegg. Den totale forskjellen mellom SX med konvensjonelt anlegg og IXX med PROMAS blir da på 29,5 % til fordel for SX (92% i forrige prosjekt).

IXX ble også testet med NACA 19A dyse og resultatene viser at LD dysen gir en forbedring på 21% ved 12 knop.

Det hadde selvsagt vært ønskelig at en tråler med to propeller hadde hatt minst energiforbruk både under tråling og i fri fart, men testene i sjøgang som er beskrevet i neste kapittel viser at modell IXX er mer energieffektiv i bølger over en viss høyde.

Propulsjon i bølger

Bølgetestene ble utført ved 4, 6 og 8 knop i tre spekter med signifikant bølgehøyde $H_s = 1.5, 3.0$ og 4.5m . Følgende modeller ble testet:

Modell SX: konvensjonell baug og en propell,

Modell SXX: konvensjonell baug og to propellere,

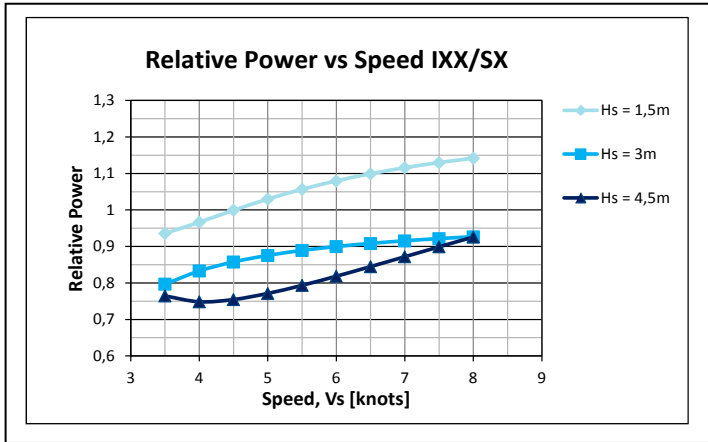
Modell IXX: vertikal baug og to propellere.

I signifikant bølgehøyde $H_s = 3,0\text{m}$ og $H_s = 4,5\text{m}$ har IXX lavest fremdriftseffekt i hele fartsområdet (4-8 knop). Forbedringen er på 8-20% for $H_s = 3,0\text{m}$ og 8-25% for $H_s = 4,5\text{m}$.

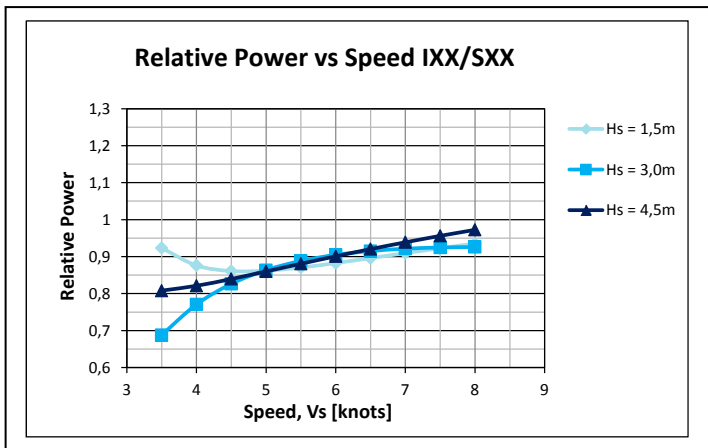
I bølgehøyde $H_s = 1,5\text{m}$ har IXX noe lavere effekt ved 4 knop, mens SX har 8 og 14% lavere effekt ved henholdsvis 6 og 8 knop.

Generelt kan man si at ved bølgehøyde over $H_s=2,0\text{m}$ har IXX lavere effekt enn SX ved hastighet 4 – 8 knop. Forskipets bidrag til å redusere fremdriftseffekt i bølger er mest fremtredende når stampebevegelsene er størst, dvs. når det forekommer en kombinasjon av hastighet og bølgefrekvens som gir resonans i stampe. Resultatene viser også at forskjellen mellom to propeller og en propell øker med bølgehøyden til fordel for to-skrue løsningen (se figur 4-6).

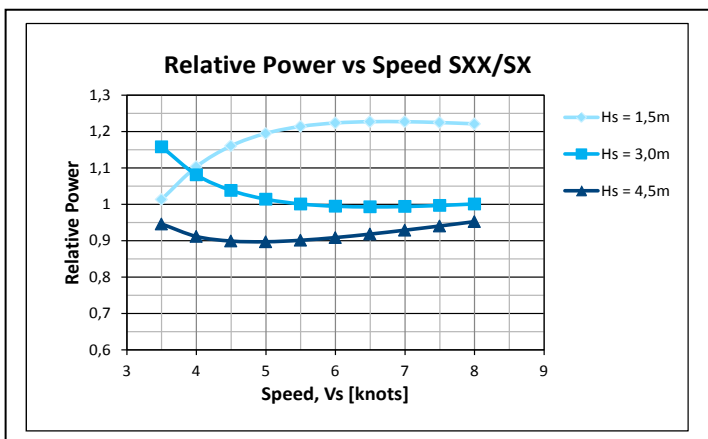
Det er ikke testet tråling i bølger (4 knop), men når IXX i utgangspunktet har ca. 10% lavere ytelse enn SX ved tråling i stille vann vil det bli en ytterligere forbedring i alle de tre bølgespektrene som modellene er testet i, sannsynligvis i størrelsesområdet 5-10% som ble oppnådd i forsøkene med "Fremtidens tråler". Årsaken til at reduksjon i motstandstillegg ved tråling ikke blir så stort som når fartøyet ikke tråler er at motstanden til trålen er dominerende.



Figur 4 Relativ fremdriftsyttelse i bølger vs hastighet for IXX/SX



Figur 5 Relativ fremdriftsyttelse i bølger vs hastighet for IXX/SXX



Figur 6 Relativ fremdriftsyttelse i bølger vs hastighet for SXX/SX

Taukraft (tråling i stille vann)

Sammenlignet med SX fikk IXX 8,4 % reduksjon i ytelse ved taukraft 38 tonn ved bruk av konvensjonelle propellere. Det nye integrerte propulsjonsanlegget (PROMAS) ble også testet på IXX, og dette ga en forbedring i trekkraft på 1,5 % ved taukraft 38 tonn i forhold til konvensjonelt propulsjonsanlegg. Total forskjell mellom SX med konvensjonelt propellanlegg og IXX med PROMAS ble på 9,7 % til fordel for IXX.

Forskjellen i trekkraft ved 4 knop mellom "State of the art" tråler og "Fremtidens" tråler var 16 % i det forrige prosjektet. Årsaken til at to-skrue modellen ikke kom like gunstig ut denne gangen er at den nye "State of the art" tråleren fikk overraskende gode resultater blant annet pga. lavere thrustreduksjon enn forventet. Denne "state of the art" modellen er forøvrig den beste trålermodellen som RR noensinne har testet, både mht. motstand og propulsjonsegenskaper.

En annen årsak er at diameteren til de to propellene på "Neste generasjon" tråler (IXX) ble 0,2 m mindre enn i forrige prosjekt, samt at propelldiameteren til "State of the art" tråleren (SX) ble 0,07 m større enn den skulle være fordi det ikke fantes en lagerpropell med riktig diameter.

I sjøgang vil forskjellen øke til fordel for IXX pga. større belastning på propellene.

Det bør tas en gjennomgang i ettertid for å vurdere om det er mulig å øke propelldiameteren fra 3,6m til 3,8m på IXX.

Besparelse ved bruk av hybridanlegg

Ved produksjon/lave hastigheter blir propellvirkningsgraden svært dårlig når propellturtallet må være konstant av hensyn til akselgeneratoren. Besparelsen ved å kjøre dieselelektrisk i lave transit hastigheter er typisk i området 30-40%.

Den totale besparelsen ved å kjøre dieselelektrisk i denne kondisjonen er avhengig av hvor mye av driftstiden denne kondisjonen står for.

Besparelse ved bruk av varmegjenvinning

På dagens moderne trålere utnyttes varme fra eksos og kjølesystem til å produsere ferskvann og til råstoff-foredling (melfabrikk og koking av reker). I forhold til å produsere elektrisitet for å kjøre disse prosessene viser foreløpige beregninger at det kan spares ca. 500.000 liter drivstoff per år ved å utnytte varmen fra eksos og kjølevann. Dette utgjør ca. 12 % av totalforbruket. Ved å bruke ny teknologi kan ytterligere av restvarmen utnyttes til å produsere strøm slik at det kan spares ca. 600.000 liter drivstoff, og dette utgjør ca. 15 % av totalforbruket. For trålere som ikke utnytter varmen om bord til råstoffforedling, vil ny teknologi (Rankine Cycle) kunne brukes til å produsere strøm av varmen i eksosen slik at det på årsbasis kan spares ca. 10 % av totalforbruket.

Total besparelse på årsbasis (IXX vs SX)

Den totale drivstoffbesparelsen på årsbasis vil være avhengig av fartøyets driftsprofil, som kan ha store variasjoner mellom de ulike rederi og ulike fiskeri. I dette prosjektet har vi som utgangspunkt benyttet en driftsprofil som er representativ for norske hvitfisk trålere med filet produksjon. Det vi ser er at IXX har størst fordeler ved tyngre tråloperasjoner (dobbel trål) og ved operasjoner i dårlig vær. Det forventes også at IXX vil være gunstigere ved operasjoner i is.

Beregningene viser at drivstoffbesparelsene på årsbasis ligger i området 10 % - 14 % avhengig motorkonfigurasjon og driftsprofil (da er ikke en optimal utnyttelse av restvarmen tatt med).

En besparelse på for eksempel 12 % utgjør ca. 450 t/år. Med en liter pris på 5,-kr/l utgjør dette ca. 2.600.000 kr/år.

Fartøy med relativt lite transit/mye tråling vil komme gunstigere ut enn fartøy med lange seilingsdistanser. For å oppnå de største besparelsene så må konfigurasjonen av fremdriftsmaskineriet gjenspeile det reduserte behov for installert ytelse som modell forsøkene viser. For reketralere med tyngre operasjoner så kan besparelsene bli enda større.

4. UTFØRELSE AV FOU-OPPGAVER OG DELTAGELSE FRA KONSORTIET

Forut for modellforsøkene ble det kjørt omfattende CFD analyser for å utvikle best mulige skroglinjer på forhånd. Dette ble utført av Rolls-Royce Marine sin forskningsavdeling i Ulsteinvik. Designpropellere og nye "low drag" dyser er også utviklet av RR til dette prosjektet. MARINTEK har stått ansvarlig for omfattende modellforsøk og rapportering av resultater. Rederiet Olympic Seafood har fulgt med i prosessen og spesifisert krav til fartøyet. SINTEF Fiskeri og havbruk har stått for prosjektledelse, planlegging av forsøk og deltatt i utvikling av linjer i samarbeid med Rolls-Royce Marine.

5. VURDERING AV PROSJEKTETS GJENNOMFØRELSE OG RESSURSBRUK

Det viste seg å være nødvendig å utvide prosjektets modellforsøksprogram for å kunne skille resultatene fra de ulike testoppsettene fra hverandre. Dette ble finansiert av næringslivet. Prosjektet ble ellers gjennomført etter plan med bare mindre justeringer på enkelte milepæler. Næringslivets egeninnsats er noe høyere enn budsjettet, men det kan forsvares da prosjektet har gitt ny kunnskap utover det som var forventet.

6. BETYDNING/NYTTEVERDI AV RESULTATER

På grunn av prosjektets systematiske testing av ulike konfigurasjoner har vi nå en unik anledning til å se hvilke løsninger som kan anbefales å tilby i markedet nå og hvilke som bør utvikles videre. Markedet etterspør nye, dokumenterte løsninger som kan bidra til å øke lønnsomheten i næringen og redusere miljøbelastningen. Rolls-Royce Marine har allerede benyttet deler av prosjektet til å videreutvikle sine propelldyser og den første installasjonen er klar om kort tid. Deltakende rederi vil benytte informasjonen fra prosjektet som beslutningsgrunnlag for valg av teknologi for sitt neste fiskefartøy.

7. OPPFØLGING AV RESULTATER

Resultatene vekker stor interesse blant norske og utenlandske rederier. Deler av resultatene er allerede formidlet gjennom tidsskrift og seminarer. Markedsføringen vil fortsette også rundt bordet til de ulike rederiene. Selv om det er utført grundige vurderinger og modelltester som en del av prosjektet så er det fortsatt behov for ytterligere studie av maskinerisystem, skrogdesign og driftsprofil for hver enkelt potensiell kunde. Kunnskap fra prosjektet vil også kunne benyttes til videreutvikling av utstyrskomponenter. I samarbeid med AZTI Tecnalia i Spania er det regnet på tre ulike måter å utnytte varmen fra eksos og kjølevann. Dette samarbeidet utvikles videre med tanke på å kjøre et samarbeidsprosjekt med målsetting om implementering av et varmegjenvinningsystem basert på eksisterende teknologi, men som enda ikke er utprøvd i skip.

8. RAPPORTER UTARBEIDET I PROSJEKTET

- [1] Ørjan Selvik/Aage Berg,
Calm Water Performance Model Tests on Next Generation Energy Efficient Trawlers.
Version SX – Single Screw with conventional ducted propeller.
MARINTEK report: MT53 F12-126 530791.00.01 Confidential
- [2] Ørjan Selvik/Aage Berg,
Calm Water Performance Model Tests on Next Generation Energy Efficient Trawlers.
Version IXX – Twin Screw with 3 different combinations of propulsors.
MARINTEK report: MT53 F12-127 530791.00.02 Confidential
- [3] Ørjan Selvik/Aage Berg,
Calm Water Performance Model Tests on Next Generation Energy Efficient Trawlers.
Version SXX – Twin Screw with conventional propeller in low drag duct.
MARINTEK report: MT53 F12-128 530791.00.03 Confidential
- [4] Ørjan Selvik,
Next Generation Energy Efficient Trawlers.
Seakeeping Model Tests M-3007A SX
MARINTEK report: MT53 F12-129 530791.00.04 Confidential
- [5] Ørjan Selvik,
Next Generation Energy Efficient Trawlers.
Seakeeping Model Tests M-3008A IXX
MARINTEK report: MT53 F12-130 530791.00.05 Confidential
- [6] Ørjan Selvik,
Next Generation Energy Efficient Trawlers.
Seakeeping Model Tests M-3009A SXX
MARINTEK report: MT53 F12-131 530791.00.06 Confidential
- [7] Ørjan Selvik,
Next Generation Energy Efficient Trawlers.
Comparison Report M-3007A SX, M-3008A IXX and M-3009A IXX
MARINTEK report: MT53 F12-131 530791.00.06 Confidential
- [8] Zigor Uriondo,
Next Generation Energy Efficient Trawlers – Heat Recycle Analysis
- [9] Roar Pedersen,
Sluttrapport Neste Generasjon Energieffektive Trålere



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no