

STF80MK A05170 - Åpen

RAPPORT



Nye materialløsninger for fiskeflåten- Sammendrag av resultater

Reidar Stokke

SINTEF Materialer og kjemi

Mai 2005

www.sintef.no

**SINTEF Materialer og kjemi**Postadresse: Boks 124, Blindern
0314 Oslo

Besøksadresse: Forskningsveien 1

Telefon: 4000 3730

Telefaks: 22 06 73 50

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

Nye materialløsninger for fiskeflåten -**Sammendrag av resultater**

FORFATTER(E)

Reidar Stokke

OPPDRAGSGIVER(E)

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond
Norges forskningsråd

RAPPORTNR. STF80MK A05170	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Terje Flatøy/Turid Hiller	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 82-14-02388-2	PROSJEKTNR. 24446500	ANTALL SIDER OG BILAG 12
ELEKTRONISK ARKIVKODE		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Reidar Stokke	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Reidar Friberg
ARKIVKODE	DATO 2005-05-12	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Aage Stori, forskningsdirektør	

SAMMENDRAG

Prosjektet "Nye materialløsninger for fiskeflåten" ble startet sommeren 2002. Hovedmålsettingen var å finne frem til nye materialløsninger som kan bidra til å redusere vekt, korrosjon, slitasje, vedlikeholdsbehov samt å forenkle montering og forbedre isolasjon av innredning og lasterom på fiskefartøy.

Etter en innledende kartleggingsfase ble det besluttet å konsentrere arbeidet om bruk av kompositt- og sandwichmaterialer og fokusere hoveddelen av det videre arbeid om å gjennomføre konseptstudier for noen utvalgte komponenter/delkonstruksjoner hvor potensialet for forbedring ble ansett å være størst.

Denne rapporten oppsummerer resultatene fra kartleggingsarbeidet og resultater fra de konseptstudiene som er gjennomført. Det er gjennomført slike studier for bruk av kompositt- og sandwichmaterialer i overbygninger, RSW-tanker, store dekksluker og i signalmaster. Resultatene fra disse konseptstudiene er beskrevet i fem separate rapporter. I tillegg er det skrevet en rapport som beskriver resultatene fra kartleggingsarbeidet og en rapport som gir en introduksjon om kompositt- og sandwichmaterialer for de som vurderer å ta dem i bruk i fiskeflåten. Denne rapporten inneholder også oppsummering av resultater fra en studie som sammenligner fartøyer bygd i ulike materialer.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Materialteknologi	Materials Technology
GRUPPE 2	Polymerer og kompositter	Polymers and Composites
EGENVALGTE	Sandwich	Sandwich
	Anvendelse	Application
	Fiskefartøy	Fishing Vessels

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn	3
2	Målsetting	3
3	Kartlegging av behov	3
4	Kompositt-/sandwichmaterialer for bruk i fiskeflåten	5
5	Konseptstudier for utvalgte komponenter og delkonstruksjoner	5
	5.1 Overbygninger i kompositt/sandwich	6
	5.2 Løse RSW-tanker (Refrigerated Sea Water) i sandwich.....	7
	5.3 Design av store dekksluker i kompositt/sandwich	8
	5.4 Konstruksjon av signalmast i komposittmateriale	8
6	Sammenligning av fartøyer bygd i ulike materialer	9
7	Nytteverdi av resultatene	10
8	Videreføring av arbeidet	10
9	Referanser	12

1 Bakgrunn

Bakgrunnen for prosjektet var uttrykte behov i fiskeflåten for å vurdere nye materialløsninger i utvalgte komponenter og delkonstruksjoner på fiskefartøy. De fleste fiskefartøy er vekt-kritiske og en vekt-reduksjon kan avhengig av fartøystype bidra til økt stabilitet, økt lastekapasitet, økt hastighet og reduserte drivstoffkostnader. Det var videre behov for å vurdere nye materialløsninger som kan bidra til å redusere kostnader, behov for vedlikehold, korrosjon og slitasje og som kan bidra til å forenkle montering og forbedre isolasjon av innredning og lasterom på fiskefartøy. Basert på dette ønsket Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond å sette i gang en aktivitet rettet mot å undersøke hvilke fordeler som kan oppnås ved å ta i bruk nye materialløsninger i fiskeflåten.

Prosjektet "Nye materialløsninger for fiskeflåten" som ble startet sommeren 2002, ble gjennomført som et samarbeid mellom SINTEF Materialer og kjemi og SINTEF Fiskeri og havbruk. Prosjektet ble finansiert av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) og administrert av Norges forskningsråd.

2 Målsetting

Hovedmålsettingen med prosjektet var å:

Finne frem til nye materialløsninger som kan bidra til å redusere vekt, korrosjon, slitasje, vedlikeholdsbehov samt å forenkle montering og forbedre isolasjon av innredning og lasterom på fiskefartøy

Det ble formulert følgende delmål:

- Kartlegge komponenter på fiskefartøy hvor bruk av komposittmaterialer kan bidra til å redusere vekt og problemer med korrosjon,
- Kartlegge komponenter på fiskefartøy hvor det er høy slitasje og hyppig vedlikehold
- Etablere konsepter for fremstilling av komponenter i komposittmaterialer og eventuelt andre korrosjonsresistente materialer og vise potensial for vekt- og vedlikeholdsbesparelse.
- Utvikle nye konsepter for å redusere slitasje.

3 Kartlegging av behov

Prosjektet ble innledet med en kartleggingsfase for å finne frem til komponenter på fiskefartøy hvor det er behov og fordeler ved å ta i bruk nye materialløsninger. Kartleggingsarbeidet ble gjennomført som et samarbeid mellom SINTEF Materialer og kjemi som representerte materialteknisk kunnskap og SINTEF Fiskeri og havbruk med kompetanse om fiskeri og fiskefartøyer og med gode kontakter mot miljøet knyttet til fiskeflåten. Kartleggingen omfattet bl.a. møter og diskusjoner med skipskonsulenter, redere, verft og produsenter, omvisning på utvalgte fiskefartøy, besøk på fiskerimessen Nor-Fishing 2002, søk på internett og i litteraturlister og gjennomgang av spesifikasjoner for ulike typer fiskefartøy. Forum for plastkompositter som er en gruppe komposittbedrifter som samarbeider om FoU og teknologiutvikling ble trukket med i arbeidet som referansegruppe for vurdering av komponenter/delkonstruksjoner i kompositt/sandwich.

Kartleggingsarbeidet avdekket mellom 20 og 25 komponenter og delkonstruksjoner hvor det ble uttrykt behov for å vurdere nye materialløsninger. Det var en positiv holdning til bruk av nye materialer og det var godt samsvar i de behovene som ble trukket frem fra ulike kilder.

Kartleggingsarbeidet avdekket få behov knyttet til slitasje og det ble valgt å legge hovedfokus på bruk av kompositt- og sandwichmaterialer.

Resultatene fra kartleggingsarbeidet er beskrevet i en egen rapport [6]. De viktigste resultatene med hensyn til hvor det ble uttrykt behov for nye materialløsninger og hvor bruk av nye materialer kan medføre fordeler er oppsummert punktvis nedenfor.

- Overbygninger i kompositt/sandwich
- Løse RSW-tanker i kompositt/sandwich
- Store dekksluker i kompositt/sandwich
- Konstruksjon av signalmast til fiskefartøy i komposittmateriale
- Lukket produksjonsteknologi for fiskefartøy i kompositter opp til 40 fot
- Store fiskefartøy i kompositt/sandwich (40-60m)
- Løse tanker
- Avsilingskasse og lederrenner
- Utstyr i syrefast, rustfritt og galvanisert stål
- Garnering av lasterom
- Gangveier, gangrister og rekkverk
- Rør og rørsystemer
- Dekk og dørker
- Korrugerte skott mellom tanker
- Dører og vinduer
- Rør, propeller og drivakslinger
- Rister/skyveskott i brønnbåter
- Kraner i komposittmaterialer
- Slitasje og rustutsatte komponenter på fiskefartøy
- Toalettromsmoduler og innredningsmoduler
- Skorsteiner
- Komponenter i maskinrom
- Ventiler og pumper
- Fundamenter for motor og utstyr

Basert på resultatene fra kartleggingsarbeidet ble det valgt å konsentrere det videre arbeidet om noen utvalgte komponenter/delkonstruksjoner hvor potensialet for forbedring ble ansett å være størst. I disse mer inngående studiene ble det lagt vekt på å dokumentere de fordelene som kan oppnås ved bruk av kompositt/sandwichmaterialer. Det er gjennomført slike studier for bruk av kompositt-/sandwichmaterialer i overbygninger, RSW-tanker, store dekksluker og i signalmaster. Resultatene av disse studiene er oppsummert i separate rapporter.

Det ble også gjennomført en detaljert gjennomgang av spesifikasjonen for en 70 m lang tråler og utarbeidet en opplisting av alle komponenter/delkonstruksjoner. Det ble foretatt en ukritisk vurdering av hvilke av disse som kunne lages i kompositt/sandwich uten å vurdere om det ville være fordelaktig. Denne gjennomgangen viste at en stor andel av disse i prinsippet kunne lages i kompositter.

4 Kompositt-/sandwichmaterialer for bruk i fiskeflåten

Det er utarbeidet en egen rapport [5] som gir en introduksjon om kompositt-/sandwichmaterialer beregnet for dem som skal vurdere å ta i bruk materialene i fiskeflåten. Dette gjelder i første rekke skipskonsulenter, redere og verft.

Rapporten gir en beskrivelse av materialene, de viktigste matrisematerialene og armeringsfibere, hvordan materialene bygges opp og hvilke faktorer som bestemmer egenskapene til materialene. Rapporten gir en grundig oversikt over styrke- og stivhetsegenskapene og hvordan disse påvirkes av fibertype, fibermengde og fiberorientering. Viktige egenskaper til kompositt-/sandwichmaterialer er angitt og sammenlignet med tilsvarende egenskaper for stål og aluminium. Rapporten viser bl.a. at de spesifikke styrkeegenskapene til glassfiberarmerte kompositter er vesentlig høyere enn for stål og aluminium og at ved bruk av karbonfiberarmering har komposittmaterialer også høyere spesifikk stivhet enn stål og aluminium. Det gis også en oversikt over de fordeler som kan oppnås ved bruk av sandwichkonstruksjoner når det gjelder stivhet og styrke i forhold til vekt. Bruk av sandwichkonstruksjoner sammenlignes med konvensjonelle materialer som stål og aluminium og ved enkle regneeksempler illustreres potensialet for vektbesparelse. Rapporten gir også en oversikt over de viktigste produksjonsmetodene.

Det gis en oversikt over komposittmaterialenes skaderesistens og langtids mekaniske egenskaper som utmatting og siging. Komposittmaterialenes resistens overfor kjemikalier og miljøpåvirkninger er også behandlet.

Rapporten viser en rekke eksempler på anvendelser av kompositt- og sandwichmaterialer som er relevant for bruk i fiskeflåten. Det gjelder spesielt anvendelser innen marint, offshore og transport. Eksemplene viser også litt av bredden i anvendelser hvor materialene benyttes i dag.

Hensikten med denne introduksjonsrapporten er å bidra til å gjøre de aktuelle miljøene mer fortrolig med bruk av kompositt-/sandwichmaterialer. Rapporten legger også vekt på å vise de viktigste fordelene som kan oppnås ved bruk av komposittmaterialer når det gjelder vektreduksjon, vedlikeholdsfrihet, korrosjonsresistens, lang levetid og designfrihet.

5 Konseptstudier for utvalgte komponenter og delkonstruksjoner

Basert på resultater fra kartleggingsarbeidet ble det valgt å fokusere det videre arbeid på bruk av kompositt-/sandwichmaterialer og å konsentrere hoveddelen av arbeidet om konkrete studier og analyser av noen utvalgte komponenter hvor potensialet for forbedring ble ansett å være størst. Disse studiene ble gjennomført i samarbeid med skipskonsulenter, verft, redere og mulige produsenter. Hensikten var å dokumentere potensialet for forbedring ved valg av kompositt/sandwich i forhold eksisterende materielløsning. Det er gjennomført konseptstudier knyttet til bruk av kompositt/sandwich i overbygninger, løse RSW-tanker, store dekksluker og signalmaster. Resultatene av disse konseptstudiene er beskrevet i fem separate rapporter

5.1 Overbygninger i kompositt/sandwich

Det er gjennomført to studier hvor overbygg i sandwich er sammenlignet med overbygg i aluminium. Den første studien omfattet en grundig vurdering av vekt og kostnader for overbygg i sandwich sammenlignet med aluminium. Et overbygg i aluminium på et mindre fartøy ble benyttet som case. Den andre studien tok utgangspunkt å synliggjøre potensialet for vektbesparelse ved å benytte sandwich i stedet for aluminium og stål i overbygget på et stort fiskefartøy (52 m). Resultatene er beskrevet to separate rapporter [4] og [7].

De viktigste fordelene som trekkes frem ved å bygge overbygninger i sandwich er:

- Vektreduksjon høyt oppe på fartøyet
- Overbygg i sandwich er ferdig isolert
- Unngår problem med kondensdannelse
- Ingen korrosjon
- Reduserte vedlikeholdskostnader

Overbygninger i sandwich og aluminium vil normalt ha samme innredning og de studiene som er gjennomført har tatt utgangspunkt i å sammenligne overbygg i sandwich med isolert overbygg i aluminium.

I den første studien ble et overbygg i aluminium med grunnflate på 22 m² benyttet som case. Data for kostnader og vekt ved å bygge overbygninger i sandwich er basert på samarbeid med fire produsenter av sandwichstrukturer og en råvareleverandør som har lang erfaring med sandwichkonstruksjoner. Tilsvarende data for aluminium er basert på samarbeid med skipskonsulenter og verft. Det er utviklet generelle regneark for å vurdere kostnader og vekt slik at resultatene ikke er begrenset til overbygget som er valgt som case for arbeidet.

Resultatene viste at et overbygg i sandwich vil være konkurransedyktig eller sammenlignbart i pris med aluminium. Analyse av det konkrete overbygget viste at en sandwichløsning ville gi ca. 18 % lavere kostnad når den sammenlignes med et isolert overbygg i aluminium. Resultatene viste at bruk av sandwich vil gi en betydelig vektbesparelse sammenlignet med aluminium. En sandwichløsning vil veie ca. 10 kg/m², mens isolert aluminium vil veie ca. 30 kg/m². Dette gir en vektbesparelse på ca. 20 kg/m² eller nær 70 %. Den prosentvise vektbesparelsen vil bli mindre (50-60 %) når ferdig innredete overbygninger sammenlignes. Analyser av mekaniske egenskaper og egenfrekvenser viste at sandwichpanelene som er vurdert i rapporten er ekvivalent med aluminiumspanelene de er sammenlignet med.

I den andre studien ble overbygget på autolinefartøyet Avro Viking benyttet som case. Avro Viking har i dag et overbygg hovedsakelig i aluminium, men med noen deler i stål. Hensikten var å synliggjøre potensiell vektbesparelse ved å benytte sandwich i stedet for aluminium og stål i overbygget på et stort fiskefartøy. Skipstegninger og vektestimater fra Møre Maritime AS for overbygget i stål og aluminium ble benyttet som datagrunnlag for vektberegningene. Beregningene viste at det kan spares 20-25 kg/m² ved å bruke sandwich fremfor aluminium og stål. Tallene varierer litt avhengig av hvor mye stål og isolasjon som benyttes i de ulike delene av overbygget. Totalt viste denne studien at det kan spares inntil 20 tonn ved å bygge alle seksjonene i sandwich. Beregningene viste at et ferdig isolert overbygg i sandwich bare vil veie ca. 30 % av et isolert overbygg i aluminium og stål. Beregning av panelvekter fra andre båter bekrefter resultatene fra denne analysen og indikerer at den beregnede vektbesparelsen for

sandwich ligger på den konservative siden. Analysen bekrefter også resultatene fra den første studien som tok utgangspunkt i overbygget på et mindre fartøy

De to rapportene viser også flere eksempler på overbygg på fiskefartøy og andre typer fartøyer. Erfaringene som trekkes frem fra disse stemmer bra overens med resultatene fra de to studiene som er gjennomført.

5.2 Løse RSW-tanker (Refrigerated Sea Water) i sandwich

Under kartleggingsarbeidet ble det av flere uttrykt ønske om å vurdere et konsept basert på løse RSW-tanker i kompositt/sandwich for fiskefartøy med stålskrog. De viktigste årsakene til at dette ble trukket fram som en anvendelse hvor det ville være interessant å vurdere bruk av kompositt/sandwich var:

- Potensial for vektreduksjon
- Forbedret isolasjonsevne som vil gi mindre behov for å sirkulere sjøvann og dermed forbedre kvaliteten på fisken
- Redusert behov for vedlikehold
- Lettere og bedre renhold og mindre risiko for lukt

RSW-tanker representerer store volum på fiskefartøy. På et 44 m kombinert snurper og snurravadfartøy er det for eksempel 8 RSW-tanker med et totalt volum på 700 – 1000 m³. Det er ikke uvanlig at volumet av disse tankene på store fiskefartøy (f. eks. havgående pelagiske trålere) kan være helt opp til 2000 m³.

Basert på resultatet av disse diskusjonene under kartleggingen ble det besluttet å gjennomføre en studie for å vurdere et konsept med løse RSW-tanker i sandwich som alternativ til tradisjonell stålplategarnering. Hensikten var å vise det potensialet for forbedringer som kan oppnås ved bruk av sandwich. I denne analysen ble den høye spesifikke styrken til komposittmaterialene og sandwichkonstruksjonenes meget høye bøyestivhet i forhold til vanlige plater utnyttet. Resultatene er beskrevet i en egen rapport [2].

Det ble tatt utgangspunkt i et 44 m kombinert snurper og snurravadfartøy med 8 RSW tanker. Analysen ble gjennomført i samarbeid med et skipskonsulentfirma. Det ble gjennomført en rekke numeriske beregninger (FEM) av de mest kritiske delene av tankene for å komme frem til en tilfredsstillende konstruksjonsløsning i sandwich. Analysene inkluderte også bruk av stivere og viste at det ved hensiktsmessig bruk av stivere kunne benyttes samme kjernetykkelse, kjernetetthet og laminattykkelse i alle tankene. Valg av konkrete materialkonsepter med ulike materialegenskaper og antall stivere vil avhenge av hva som blir mest kostnadseffektivt.

Analysene viste at løse RSW-tanker i sandwich er et realistisk alternativ til stålplategarnering og vil gi en betydelig vektbesparelse. For det aktuelle fartøyet som ble benyttet som case ble det beregnet at bruk av sandwich i RSW-tankene vil gi en vektbesparelse på ca. 40 tonn i forhold til nåværende stålplategarnering, en reduksjon fra 65 tonn til 25 tonn. Dette representerer en vektbesparelse på nær 10 % av lettskipsvekten.

I denne analysen er det tatt utgangspunkt i at tankene får samme utforming som dagens løsning i stål. Det er imidlertid fra flere uttrykt interesse for å utvikle en helt ny designløsning for RSW-tanker i sandwich som i større grad utnytter de fordeler som ligger i bruk av sandwich. Det ville være en interessant videreføring av det arbeidet som er gjort. Dette ligger inne som en del av en søknad som er sendt inn om å videreføre dette arbeidet.

5.3 Design av store dekksluker i kompositt/sandwich

Store dekksluker lages i dag for det meste i aluminium og stål. En gjennomgang av spesifikasjoner for en pelagisk tråler på 55 meter viste at det totalt var omtrent 10 tonn med aluminiumsluker på dette fartøyet. Dette viste at det er et betydelig potensial for vektbesparelse dersom luker i sandwich kan konstrueres lettere.

Det ble uttrykt interesse for å vurdere bruk av kompositt/sandwich i store luker på fiskefartøy og for å gjennomføre en sammenligning av store dekksluker i aluminium med en alternativ konstruksjon i sandwich. De viktigste grunnene som ble trukket frem i diskusjonene var:

- Mulighet for vektbesparelse
- Mulighet for å unngå korrosjon og dermed redusere behovet for vedlikehold
- Forbedret håndterbarhet (spesielt viktig for små luker som åpnes ofte)
- Forbedret isolasjon og mulighet for å unngå ekstra isolasjonsplugg i lukeåpningen
- Mulighet for å utvikle standardiserte løsninger

Det ble besluttet å gjennomføre en analyse av bruk av kompositt/sandwich i store dekksluker og sammenligne med en lukekonstruksjon i aluminium. Det ble tatt utgangspunkt i en konkret luke som er bygget i aluminium med hoveddimensjoner 2744 x 2471 mm. Undersøkelsen ble gjennomført i samarbeid med Rolls-Royce Marine AS som skipskonsulentfirma og Libra Plast AS som produsent av luker i sandwich. Resultatet av denne studien er beskrevet i en egen rapport [3].

Det er gjennomført numeriske beregninger i henhold til krav i gjeldende forskrifter for lukedekslar for ulike materialløsninger i sandwich. Resultatene for denne luken viser at en designløsning i sandwich som tilfredsstillende kravene i gjeldende forskrifter vil veie ca. halvparten av aluminiumsluken når hengsler og låsemekanisme unntas. I tillegg vil den ekstra isolasjonspluggen som benyttes for aluminiumsluker kunne unngås og gi en ytterligere vektbesparelse. På store fiskefartøy (50-60 m) kan det være ca. 10 tonn med aluminiumsluker. Det anslås at vektbesparelsen ved å bygge lukene i sandwich vil være 3-4 tonn. Analysen viser også at en tilfredsstillende løsning i sandwich vil være robust og ha god slagresistens.

5.4 Konstruksjon av signalmast i komposittmateriale

Signalmaster ble i kartleggingsarbeidet diskutert som en anvendelse hvor det ville være ønskelig å vurdere hvilket potensial som lå i å benytte kompositter som konstruksjonsmateriale. De viktigste årsakene til å vurdere en komposittløsning var:

- Lavere vekt høyt opp på skipets struktur
- Ingen korrosjon og dermed mindre vedlikehold
- Muligheter for standardisering

Det ble også fremhevet at det ville være en fordel å benytte et ikke ledende materiale for å redusere interferens med sensorer i masten og at bruk av komposittmaterialer også kunne bidra til å redusere vibrasjonsproblemer i masten. Materialenes gode utmattingsegenskaper ble også sett på som en fordel i en mastkonstruksjon. Konstruksjonen av signalmastene på fiskefartøy har mange likhetstrekk, og flere så det som en interessant mulighet å utvikle en standardisert mastkonstruksjon for fiskefartøy som kunne serieproduseres av en underleverandør.

Basert på disse diskusjonene ble det besluttet å gjennomføre en studie for å vurdere kompositt/sandwich som alternativ til aluminium som konstruksjonsmateriale i en signalmast på et stort fiskefartøy. Det ble tatt utgangspunkt i signalmasten på et 44 m kombinert snurper og snurravadfartøy. Analysen ble begrenset til den delen av masten som er over dekket på toppen av casingen som sitter over styrehuset. Denne delen av masten var 7,25 m høy. Resultatet av analysen er beskrevet i en egen rapport [1].

I en slik mastkonstruksjon med et rektangulært tverrsnitt som er stort i forhold til veggtykkelsen og hvor det er konstruksjonens globale stivhet som er viktig får man ikke utnyttet den høye platestivheten i sandwichpaneler. Forskjellen mellom sandwich og enkeltskall i kompositt blir at man ved å benytte sandwich ikke trenger lokale stivere. Analysen viste at for å oppnå vektbesparelse ville det være nødvendig å benytte komposittlaminater med karbonfiberforsterkning. Numeriske beregninger (FEM) viste at mastkonstruksjonen og topprøret som med dagens aluminiumsløsning veier 275 kg ville veie 151 kg ved å benytte karbonfiberlaminater som konstruksjonsmateriale. Det tilsvarer en vektbesparelse på 57 %. Tar man med plattformer og utstyr og forutsetter at også plattformene lages i karbonfiberlaminater vil totalvekten være 614 kg i forhold til dagens aluminiumsløsning som veier 825 kg. I forhold til skipsvekten blir vektbesparelsen ved å benytte karbonfiber i stedet for aluminium marginal. Sannsynligvis vil derfor andre faktorer som kostnader, vedlikehold, interferens med elektronisk utstyr, utmattingssegenskaper, etc. spille en viktigere rolle for materialvalget.

6 Sammenligning av fartøyer bygd i ulike materialer

Prosjektet ble i 2004 gitt en tilleggsbevilgning som innledning til en videreføring av arbeidet. Denne skulle primært benyttes til å sammenligne tilsvarende fiskefartøy i stål og sandwich spesielt med hensyn til drivstofføkonomi og til en analyse av potensial for vektreduksjon ved å konstruere overbygg på store fiskefartøy i sandwich.

Utgangspunktet for sammenligning av fartøyer bygd i ulike materialer var et konkret fartøy på 70 fot bygd sandwich. Basert på dette var målet å finne frem til sammenlignbare fartøy i stål med hensyn til lengde, bredde, utstyrsnivå, lastekapasitet, dekkoppbygging, formål, etc.. Hensikten var å sammenligne drivstofforbruk ved konkrete målinger eller beregninger for å finne ut potensialet for besparelser for en lettere fartøyskonstruksjon i sandwich.

Arbeidet ble innledet med innsamling av data for sammenlignbare 70 fots fiskefartøyer i stål og sandwich. I denne fasen kom det frem at sandwichfartøyet som var utgangspunktet for sammenligningen ikke var optimalisert med hensyn til motstand og hadde en stor fast ballast på ca. 40 tonn. Det ble trukket frem at dette var vanskelig å unngå på grunn av gjeldende regler for konstruksjon av slike fartøy. For fartøyer med friere rammer på hoveddimensjoner og mer fokus på utstyr og skrogutforming kunne kravet til fast ballast vært unngått slik at effekten av et lett byggemateriale i større grad kunne vært utnyttet. Med dette falt mye av grunnlaget for sammenlignende drivstoffmålinger bort. Det ble besluttet å begrense dette arbeidet til å finne frem til lettskipsvekten for sammenlignbare fartøyer og å benytte en større del av tilleggsbevilgningen til analyse av overbygg i sandwich på store fiskefartøy.

Det ble funnet frem til tre stålfartøyer som var sammenlignbare med fartøyet på 70 fot i sandwich. Fartøyene hadde tilsvarende lengde, bredde, lastekapasitet (RSW), driftsform og var bygget på omtrent samme tid. Det ble funnet frem data om dimensjoner, kapasiteter, maskineri og utstyr. Det ble tatt utgangspunkt i rapporter fra krengeprøvene for fartøyene som gir deplasementet. Fra

dette ble sammenlignbar lettskipsvekt for fartøyene regnet ut. Lettskipsvekten er fartøyets vekt med utrustning, men uten løst fiskeutstyr, bunkers, mannskap, etc.. Resultatene viste at lettskipsvekten for fartøyet som var bygget i sandwich var fra 30 til 85 tonn lavere enn for de sammenlignbare stålfartøyene. Lettskipsvekten for det tyngste stålfartøyet var 260 tonn. Grunnlagsdataene ble hentet inn gjennom samtaler med redere, skipskonsulenter og aktuell skipskontroll. De fartøyene som er sammenlignet har mye utstyr i forhold til størrelsen og er kritiske med hensyn til stabilitet. Den regelen som hindret utnyttelse av vektreduksjon for fartøyet i sandwich var en paragraf knyttet til kystnot som satte en lengdebegrensing på 21m. Denne paragrafen er nå fjernet og det gir mer rom for å utnytte vektreduksjonspotensialet ved å bygge i sandwich.

I en artikkel presentert på FAST 99 konferansen i Seattle i august 1999 beskrives en studie hvor sandwich og aluminium er sammenlignet som byggemateriale for en hurtiggående passasjerferge med kapasitet på 450 passasjerer. Fartøyet hadde en lengde på 41m. Skrogformen var identisk for de to materialene og aluminiumsløsningen ble basert på standard byggeteknikk for aluminium ved skipsverft. Alle deler av skrogstrukturen ble konstruert i detalj. Resultatene viste at skrogstrukturen i aluminium veide 102 tonn mens den for sandwich veide 65 tonn. Totalvekten for det ferdige fartøyet var 233 tonn for aluminium og 196 tonn ved å bygge i sandwich. Det understrekes at konstruksjonen basert på sandwich var like stiv som for aluminium. Artikkelen illustrerer potentialet for vektreduksjon ved å benytte sandwich som konstruksjonsmateriale.

7 Nytteverdi av resultatene

Resultatene viser at det kan oppnås betydelige vektbesparelser ved å ta i bruk kompositt-/sandwichmaterialer i utvalgte komponenter/delkonstruksjoner på fiskefartøy. I tillegg vil det oppnås besparelser i vedlikeholdskostnader på grunn av materialenes korrosjonsresistens og lange levetid. Vektbesparelsene kan utnyttes til å bedre fartøyenes stabilitet, øke lastkapasiteten, redusere drivstofforbruk og øke hastigheten.

8 Videreføring av arbeidet

Basert på de resultatene som er oppnådd og diskusjoner med bransjen ble det i juli 2004 sendt en søknad om å videreføre dette arbeidet ved et nytt prosjekt med tittel:

”Bruk av kompositt-/sandwichmaterialer som konstruksjonsmateriale i fiskefartøy”.

Det ble formulert følgende hovedmål og delmål for videreføringsprosjektet:

Hovedmål:

Utvikle grunnlag for bruk av kompositt-/sandwichmaterialer som konstruksjonsmateriale i store havgående fiskefartøy (40 – 60 m)

Delmål:

Gjennomføre en konseptstudie for å fastlegge potentialet ved å lage store fiskefartøy i kompositt-/sandwichmaterialer.

Utvikle detaljerte designløsninger for utvalgte komponenter/delkonstruksjoner i kompositt-/sandwichmaterialer som grunnlag for implementering på fiskefartøy.

Det bygges i dag fiskefartøy i sandwich opp til 70-75 fot i Norge. Disse bygges i moduler som lamineres sammen omtrent som på stålfartøy. Det er ingen prinsipielle hindringer for å bygge store fiskefartøy i kompositt/sandwich. Fiskefartøy er godt egnet for å lages i kompositt/sandwich fordi de har mange dekk og stor høydeforskjell mellom bunn og øverste dekk. Det gir høyt treghetsmoment og en bøyestiv konstruksjon. De fordelene som trekkes frem ved å lage store fiskefartøy i kompositt/sandwich er bl.a.:

- Betydelig vektreduksjon
Lavere deplasement gir mulighet for finere skroglinjer, lavere drivstofforbruk og mulighet for økt marsjhastighet. Lavere vekt vil gjøre båtene enklere å manøvrere og gi lettere bevegelser i sjøen og mindre slitasje på bruk ved fiske i dårlig vær. Vektreduksjon vil også gi mulighet for økt lastekapasitet.
- Betydelig reduksjon av vedlikeholdskostnader
- Fartøy i sandwich vil være ferdig isolert
Det vil ikke være problemer med kondensdannelse som kan bidra til fuktighet, korrosjon, raskere aldring og luktproblemer.
- Enkle å reparere og bygge om
Fartøy i kompositt/sandwich hevdes å være ukompliserte å reparere, enkle å bygge om og raskere og billigere å utruste

Hovedoppgaven i et slikt videreføringsprosjekt vil være å gjennomføre en konseptstudie for å konstruere store fiskefartøy i kompositt/sandwich. Målsettingen vil være å belyse og dokumentere gevinster, kartlegge problemområder og vurdere hvordan disse kan løses. En slik studie vil ta utgangspunkt å benytte et konkret stålfartøy (snurper) som case. En snurper er valgt fordi den har store RSW-tanker hvor resultatene har vist at det kan oppnås betydelig vektbesparelse ved bruk av sandwich. En annen viktig målsetting med en slik studie vil være å avdekke nye muligheter og behov for bruk av kompositt/sandwich og fremskaffe en totaloversikt over hvor de største potensielle gevinster ligger. Et ledd i en slik konseptstudie vil også være å vurdere hybridløsninger hvor de ulike konstruksjonsmaterialene utnyttes der de er mest fordelaktige.

Den andre delen av et slikt prosjekt vil være å videreutvikle analysene av utvalgte komponenter hvor det er et stort forbedringspotensial ved å benytte kompositt-/sandwichmaterialer. Dette vil bl.a. omfatte å utvikle nye og mer detaljerte designløsninger i kombinasjon med en tilpasning av fartøyenes konstruksjon for å utnytte materialeegenskapene mer optimalt. Dette arbeidet vil utføres i samarbeid med skipskonsulenter og leverandørindustri. Målsettingen er å komme frem til konsepter som skal danne grunnlag for konkrete implementeringsprosjekter.

Det er sendt en søknad til Norges forskningsråd/Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) om midler til en slik videreføring. Den planlegges gjennomført som et samarbeid mellom SINTEF Materialer og kjemi (kompetanse om dimensjonering og bruk av kompositt/sandwich), SINTEF Fiskeri og havbruk (kompetanse om utforming av fiskefartøy), Rolls-Royce Marine AS (skipskonsulentfirma med lang erfaring i design av store fiskefartøy), Maritime Engineering AS (skipskonsulentfirma med erfaring fra design av fiskefartøy i kompositt/sandwich) og Mundal Båt AS (med erfaring fra bygging av fiskefartøy opp til 75 fot i kompositt/sandwich). Annen kompetanse vil bli trukket inn i arbeidet etter behov.

9 Referanser

- [1] Alfred Andersen, "Vurdering av alternativ konstruksjonsløsning for signalmast til fiskefartøy", SINTEF Rapport STF24 A04010, juli 2004, 32s
- [2] Alfred Andersen, Reidar Stokke "Designstudie av RSW tanker fremstilt av sandwich med PVC kjerne og glassfiberarmert herdeplast hud", SINTEF Rapport STF24 A04011, juli 2004, 25s,
- [3] Alfred Andersen, "Studie av dekksluke i GRP sandwich", SINTEF Rapport STF24 A04012, juli 2004, 26s
- [4] Reidar Friberg, Reidar Stokke, Alfred Andersen "Pris- og vektvurdering av overbygg i sandwich til fiskefartøy", SINTEF Rapport STF24 A04013, juli 2004, 30s
- [5] Alfred Andersen, Reidar Stokke "Kompositt-/sandwichmaterialer for bruk i fiskeflåten", SINTEF Rapport STF24 A04014, desember 2004, 46s
- [6] Roar Pedersen, Reidar Stokke, Arnt Amble, Reidar Friberg, Morten Lønseth "Kartlegging av behov for nye materialløsninger i fiskeflåten", SINTEF Rapport STF80MK A05079, februar 2005, 29s
- [7] Reidar Friberg, "Vektbesparelse ved valg av overbygg i sandwich fremfor aluminium for fiskefartøyet Avro Viking", SINTEF Rapport STF80MK A05078, februar 2005, 17s
- [8] Reidar Stokke, "Nye materialløsninger for fiskeflåten – Sammendrag av resultater", SINTEF Rapport STF80MK A05170, mai 2005, 12s
- [9] Morten Lønseth, "Sammenligning av lettskipsvekt for tilsvarende 70 fot fiskefartøy i kompositt/sandwich og stål", SINTEF Notat, 2005-04-06, 15s