

**Kommentarer til:**

---

**POTENSIALSTUDIE - ENERGIEFFEKTIV OG KLIMAVENNLIG  
PASSASJERBÅTDRIFT**

Rapport utført på vegne av Troms Fylkeskommune

Dok. Nr. : 359012-R-001

Revisjon: 02

---



**Oma Baatbyggeri a.s**

**Stord, 28. Oktober 2016**

A handwritten signature in blue ink that reads 'Gustav Oma'. The signature is written in a cursive, flowing style.

**Gustav Oma, Daglig leder**

## Innhold

Innledning:.....	3
Sammendrag/Konklusjon:.....	4
Kommentarer til rapporten:.....	5
Sammenligning av fartøy:.....	12
Rett sammenligning: .....	12
Sammenligning ferdig utrustet fartøy:.....	12
Sammenligning vekt av fartøy i Aluminium og Karbonsandwich:.....	13
Brannsikkerhet .....	14
Brannhavari UMOE VENTUS:.....	14
Brannhavari KNM ORKLA .....	15
Bruk av materialer .....	16
Holdbarhet .....	16
Sjøegenskaper .....	17
Annex 9 tester av fartøy:.....	18
Hardtværstester Aluminiumsfartøy: .....	18
Hardtværstester Karbonsandwichfartøy:.....	18
Restverdi/annenrånds verdi: .....	19
Aluminium: .....	19
Karbonsandwich: .....	19
Miljø.....	19
Beregning ved hjelp av regneark:.....	20
m/s Mårøy – 147 pax.....	20
m/s Snarveien-180 pax.....	20
m/s Ekspressen-296 pax.....	20

## Innledning:

Som leverandør av hurtiggående passasjerkatamaraner i aluminium har vi med stor interesse lest og gjennomgått rapporten «Potensialstudie – Energieffektiv og Klimavennlig Passasjerbåtdrift» - Heretter kalt Rapport. Rapporten inneholder en del generell informasjon om typer av propulsjonssystem, driftskilder som dieselmekanisk, elektrodrift, brenselceller, hybrid drift o.l. Dette har vi i utgangspunktet ingen spesielle kommentarer til.

Rapporten er utarbeidet av skipskonsulentfirmaet LMG Marin som er konstruktør av Karbonsandwich fartøy. LMG Marin kan ikke vise til egne leverte fartøy i Aluminium eller erfaring med Aluminiumsfartøy når det gjelder hurtigbåter for passasjerbefordring. Rapporten er svært tendensiøs i favør av Karbonsandwich og vi ser svært alvorlig på at det blir markedsført og spredd feilaktig informasjon om Aluminiumsfartøy.

I rapporten er det ikke vist til hvilke fartøyer som er sammenlignet. Det er gjort sammenligninger mellom fartøyer med vidt forskjellig spesifisering og kapasiteter uten at det er foretatt en fagmessig sammenligning av de aktuelle fartøyer.

Rapporten utelater vesentlige elementer som sjødyktighet, brannsikkerhet, rammekrav og verkstedets/rederiets valg til design, maskineri etc. og har ingen beskrivelse av hvilken innvirkning dette har for fartøyets kvalitet, driftssikkerhet og driftsøkonomi.

I vår Kommentar til Rapporten beskriver vi også andre forhold som skiller Karbonsandwich og Aluminium Fartøy og som en Oppdragsgiver/Bruker av fartøyet må være kjent med.

Det som gir premissene for energibehovet for en hurtigbåt er oppdragsgivers krav til:

- Regelkrav (HSC CODE 2000)
- Passasjerantall
- Lastekapasitet (last i rom, kran o.l.)
- Fart
- Brannsikkerhet
- Miljøvennlighet
- Passasjerkomfort
  - Krav til rommelighet, seteavstand, universell utforming o.l.
  - Krav til service tilbud om bord som kiosk o.l.
  - Krav til støynivå
  - Krav til gangveisystemer
  - Krav til innvendig design (skinn eller stoff i stoler, materialvalg o.l.)
- Hvilket farvann skal fartøyet operere i
- Komfort i sjøgang
- Verksted og rederiets valg av design, maskineri o.l.

Enkelt forklart: Til lavere passasjerkomfort og rammekrav som blir krevd for fartøyet, dess lavere lettskipsvekt og brennoljeforbruk vil fartøyet ha ved en viss hastighet.

Fra side 5 og utover vil vi redegjøre nærmere for våre anmerkninger og kommentarer.

## Sammendrag/Konklusjon:

- Det finnes ikke grunnlag for å hevde at det er vesentlig forskjell i lettskipsvekt mellom et ferdig bygd og godkjent fartøy i Karbonsandwich og Aluminium.
- Rapporten er misvisende og forutinntatt i favør av Karbonsandwich og ikke utarbeidet på et faglig objektivt grunnlag.
- Sammenligninger av fartøy er foretatt uten at fartøyene som er sammenlignet er justert for forskjeller i designkriterier, utrustningsomfang og krav til fartøyenes operasjon.
- Rapporten har sterkt fokus på sammenligning skrogmaterialer som er ett element som fartøyet består av og bruker dette som dokumentasjon for sine påstander, selv om skrogmaterialet er typisk kun ca. 25% av et fartøys lettskipsvekt. Dette er svært misvisende markedsføring.
- Det er ikke samsvar mellom Tabell 5-1 og Tabell 5-2 i rapporten for Karbonsandwich fartøy.
- Verdier for energiforbruk for Aluminiumsfartøy har betydelige feilavvik i Tabell 5-2.
- Figur 5-6 gir feil fremstilling av forskjell mellom fartøy bygd i Karbonsandwich og i Aluminium.
- Det foreligger ikke et fagmessig grunnlag for å hevde at et Aluminiumsfartøy har en lavere akselerasjon enn et fartøy i Karbonsandwich slik som vist i Tabell 6-1.
- Rapporten omhandler ikke forskjeller i fartøyenes brannsikkerhet og tilleggsmaterialer/vekker som må brukes i Karbonsandwich fartøy.
- Rapporten tar ikke hensyn til hvilken innvirkning Oppdragsgivers krav til passasjerkomfort, sjøegenskaper og funksjonalitet har på et fartøys lettskipsvekt.
- Rapporten tar ikke hensyn til hvilken innvirkning Rederiets og verftets valg ved f.eks. maskineri og funksjonalitet har på fartøyets lettskipsvekt.
- Regnearket som tilhører Rapporten er utarbeidet med grunnlag i LMG Marin sine antagelser, påstander og forenklete sammenligninger. Regnearket er svært misvisende i forhold til Aluminiums fartøyers faktiske yteevne og kan derfor ikke brukes.

## Kommentarer til rapporten:

### Fra rapporten side 2 av 96:

- Karbonsandwich som skrogmaterial er av energieffektiviseringshensyn å foretrekke fremfor aluminiumslegeringer da førstnevnte medfører en vektgevinst for fartøyet totalt sett på rundt 20 - 30%.

Dette er en påstand og ikke dokumentert.

I denne kommentaren til Rapport side 13 er derimot vist at like fartøyer bygget etter samme krav og utrustning har tilnærmet lik lettskipsvekt enten de er bygget i Karbonsandwich eller aluminium.

### Fra rapporten side 2 av 96:

- Enkeltskrogsfartøy er mest energieffektiv for mindre fartøy og opp til passasjerkapasitet på 200 PAX, mens katamaran er mest energieffektiv for de aller største fartøyene som er undersøkt (250 og 300 PAX).

Oma har levert katamaranfartøyer i størrelsesområdet ca. 20 meter og passasjerkapasitet under 100 personer som er mer energieffektive (har lavere brennstoffforbruk) for hastigheter fra ca.18 knop til ca. 25 knop enn enskrogsfartøy ved samme fart og lastekapasitet.

### Fra rapporten side 9 av 96:

Aluminium har en egenvekt på 2700 kg/tonn mot 7850 kg/tonn for stål. Spesifikk stivhet er 26 MPa/kg som er marginalt lavere enn stål (27 MPa/kg) men stål kan i praksis ikke utnyttes til samme nivå som aluminium da platetykkelser blir mindre enn det en i praksis kan anvende. Et aluminiumskrog vil typisk være 60% lettere enn tilsvarende i stål etter tradisjonell byggeteknikk.

Det er alltid 1000 kg /tonn enten det er Stål, Aluminium eller Karbonsandwich laminat. Egenvekt skal ha benevnelsen 2700 kg/m<sup>3</sup> for aluminium og 7850 kg/m<sup>3</sup> for stål.

### Fra rapporten side 10 av 96:

Karbonlaminater har en egenvekt på 1500 kg/tonn mot 2700 kg/tonn for aluminium. Spesifikk stivhet er typisk 47 MPa/kg som er betydelig høyere enn aluminium (26 MPa/kg) men det må i tillegg kompenseres for at karbonsandwich også inkluderer en PVC skumkjerne. Et karbonsandwichskrog vil typisk være 40% lettere enn tilsvarende i aluminium.

Egenvekt skal ha benevnelsen kg/m<sup>3</sup>.

Forskjell i egenvekt for Karbonsandwich laminat og Aluminium er ikke dokumentasjon på at skrog i Karbonsandwich er lettere enn Aluminiumskrog da ingen mengder er oppgitt for noen av materialene.

**Fra rapporten side 31 av 96:**

For Karbonsandwich katamaraner:

	25 knop	30 knop	35 knop
50 PAX	647	879	1271
100 PAX	409	548	769
150 PAX	312	414	571
200 PAX	265	357	494
250 PAX	217	277	364
300 PAX	197	260	353

Tabell 5-1: Energiforbruk per passasjerkilometer for varierende båtstørrelse og fart [Wh/pax km]

 For Aluminiumskatamaraner:  
 (ikke med i rapport)

	25knop	30 knop	35 knop
50 PAX			
100 PAX			
150 PAX	136		
200 PAX		173	222
250 PAX			
300 PAX		121	151

Utfra beskrivelsen i rapporten er disse verdiene fremkommet fra følgende formel:

$$\text{Wh/pax km} = W / (\text{pax} * \text{Fart} * 1,854 \frac{\text{km}}{\text{nmil}})$$

 hvor  $W$  = motorenes effektforbruk

 $Pax$  = antall passasjerer

 $Fart$  = båtens fart i knop

Tilsvarende beregning for aluminiums båter er ikke med i rapporten og vi har derfor beregnet noen av disse basert på våre aluminiums katamaraner. Se tabell til høyre over.

Beregning av Wh/pax km for aluminiumskatamaraner viser mer enn 50% lavere energiforbruk enn for Karbonsandwich katamaraner. Dette er ikke sannsynlig og regner derfor med at beregning i rapportens Tabell 5-1 er feil. Ingen data om hvilke Karbonsandwich fartøyer som ligger til grunn er gitt og beregninger er derfor ikke verifiserbare.

Beregning av Wh/pax km for aluminiumskatamaraner referer til følgende fartøy:

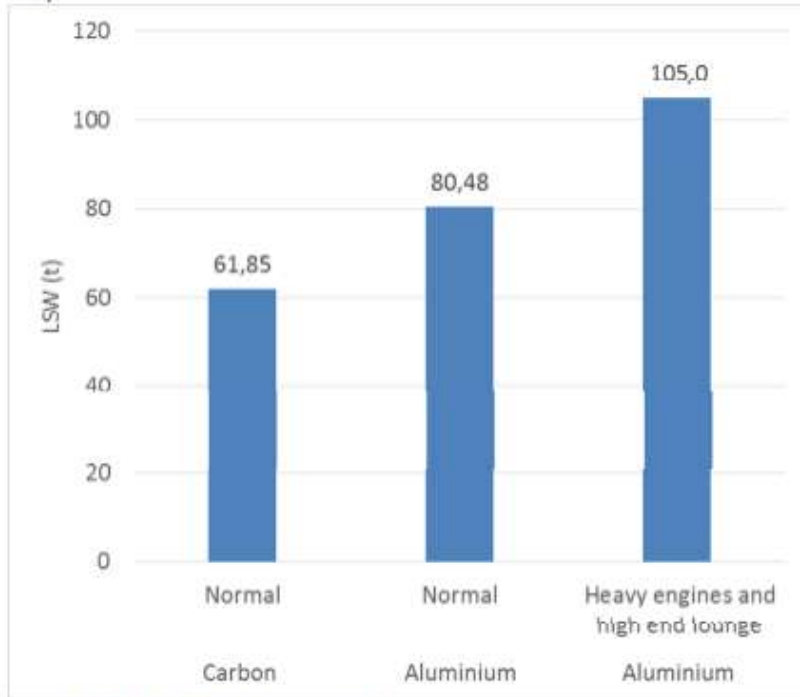
150 PAX – m/s Mårøy – 24 m passasjerkatamaran

200 PAX – m/s Fjordprinsessen – 30 m passasjerkatamaran

283 PAX – m/s Admiralen – 33 m passasjerkatamaran

Fra Rapporten side 32 av 96:

derfor et fartøy med tilnærmet «buss standard» være å foretrekke. I figur 5-6 nedenfor er lettskipsvekt for ulike skrogmaterial og utrustningsstandard vist for samme størrelse fartøy (200 PAX).



Figur 5-6: Lettskipsvekt for ulike avarter av hurtigbåter

Av figur 5-6 observerer en rundt 30% høyere lettskipsvekt for en aluminiumsbåt sammenlignet med en i karbonsandwich. Videre kan en typisk observere en ytterligere 40% vektøkning mellom enkelt og bekvemmelig innredning kombinert med tyngre maskineri, hvorav en for sistnevnte tenker seg høyere komfort i form av kiosk med full varmmat servering, lekeområder for barn, økt støysolasjon (utover regelkrav), egen VIP salong, utsmykning, 4-motors anlegg etc. Tilhørende energiforbruk for de 3 alternativene i figur 5-6 er vist i tabell 5-2 nedenfor:

Vi reagerer meget sterkt på at et seriøst skipskonsulentfirma som LMG Marin kan tillate seg å presentere en sammenligning som om dette er sammenlignbare fartøyer (200 pax) uten noen referanse til hvilke fartøyer det gjelder og samtidig presentere dette som et bevis på at sammenlignbart Karbonsandwich fartøy er 30% lettere enn et Aluminiumsfartøy og sågar opptil 70% lettere enn et Aluminiumsfartøy hvis en har valgt en større litt mer luksuriøs innredning og større maskineri.

Hvis disse fartøyene er sammenlignbare så betyr det at Karbonsandwich fartøyet med 62,85 tonn lettskipsvekt vil kunne overta ruteproduksjonen på hvilket som helst tidspunkt for Aluminiumsfartøyet med henholdsvis 80 tonn eller 105 tonn lettskipsvekt og utføre dette på en likeverdig god måte. Dette er selvsagt ikke riktig.

Dette er en samling av fartøyer hvor forutsetninger og utrustningsomfang er vidt forskjellig for hvert fartøy og det er helt meningsløst å måle disse mot hverandre og bruke dette som dokumentasjon på at Karbonsandwich fartøy er lettere enn Aluminiumsfartøy.

Rapporten sier ikke noe om hvilke båter som er sammenlignet i Figur 5-6.  
Har derfor vist 3 typiske fartøyer innen de 3 forskjellige lettskipsklassene.

#### Kategori: Karbonsandwich fartøy Normal 61,85 tonn



##### m/s Fjordkatt

Lettskip: ca. 60 – 62 tonn

Passasjerantall: 180 pax

Fart i rute: 27-28 knop

Fribord: ca. 1,5 meter

*Bygget med lavt fribord for å spare vekt på skrog. Har begrensede sjøegenskaper med hensyn til hvilket farvann båten kan operere i.*

#### Kategori: Aluminiumsfartøy Normal 80,48 tonn



##### m/s Tyrving

Lettskip: ca. 75 tonn

Passasjerantall: 180 pax

Fart i rute: 31 til 32 knop

Fribord: ca. 2,2 meter

Har operert åpent farvann som f.eks «Sletta» i Flaggruten.

*Båten har etter levering som nybygg fått påmontert gangvei/heiser, baulandganger og annet utstyr tilpasset nye ruteområder slik at den i dag har noe høyere lettskipsvekt enn som ny.*

#### Kategori: Aluminiumsfartøy Heavy engines..... 105,0 tonn



##### m/s Admiralen

Lettskip: ca. 105 tonn

Fart i rute: 34-35 knop

Passasjerantall: 296 pax

Fribord: ca. 2 meter

Har operert åpent farvann som f.eks «Sletta» i Flaggruten.

Det bør være helt åpenbart at disse 3 fartøyene er vidt forskjellige med hensyn til anvendelse, utrustningsomfang og forutsetninger for øvrig og derfor ikke kan sammenlignes og brukes som dokumentasjon på at fartøy bygget i Karbonsandwich er lettere enn et fartøy bygget i Aluminium.

Det er designkriterier, utrustningsomfang, krav til fartøyenes operasjon som påvirker fartøyenes lettskipsvekt.

Oma Baatbyggeri har også andre eksempler på Aluminiumsfartøy som viser at de kategoriene som er satt opp i figur 5-6 er sterkt misvisende. Dette kan fremlegges i møte.



**Fra Rapporten side 33 av 96:**

Katamaran 200 pax Rutefart 30 knop Rutelengde 30 km	Karbon, Normalt utrustet	Aluminium, Normalt utrustet	Aluminium, Tunge motorer & «high end» salong
Lettskipsvekt (tonn)	62	80	105
Lettskipsvekt (%)	100%	130%	170%
Energi/tur (kWh)	1072	1277	1472
Energi/tur (%)	100%	119%	137%

Tabell 5-2: Energiforbruk som funksjon av fartøys vekt

Utfra beskrivelsen i Rapporten er disse verdiene fremkommet fra følgende formel:

$$\mathbf{A) \text{ Energiforbruk/tur (kWh)} = \text{Distanse}(km) * \text{Motoreffekt}(kW) / \left( \text{Fart} \left( \frac{nmil}{time} \right) * 1,854 \left( \frac{km}{nmil} \right) \right)}$$

eller

$$\mathbf{B) \text{ Energiforbruk/tur (kWh)} = \text{Wh/pax km} * \text{Distanse (km)} * \text{pax} / 1000}$$

hvor Wh/ pax km hentes fra tabell 5-1 side 31 i rapport

Ved å bruke kjente data fra Aluminiumsfartøy blir tabellen slik:

**Korrigert tabell 5-2:**

Katamaran 200 pax Rutefart 30 knop Rutelengde 30 km	Karbonsandwich, Normalt utrustet	Aluminium, Normalt Utrrustet	Aluminium, Tunge motorer & «high end» salong
Lettskipsvekt (tonn)			
Lettskipsvekt (%)			
Energi/tur (kWh)	1072	1030	1079
Energi/tur (%)	100%	96,1 %	100,7 %

**Kommentarer til tabell:**
**Kategori: Beregning for Karbonfartøy, Normalt utrustet:**

 Beregnet til 1072 kWh/tur. Dette energiforbruk er ikke i overensstemmelse med beregning i tabell 5-1. Ingen data for fartøyet er oppgitt og kan derfor ikke verifiseres.

**Kategori: Aluminium, Normalt Utrrustet:**

 Beregnet på grunnlag av data fra m/s Fjordprinsessen – 198pax  
 m/s Fjordprinsessen har 3,9 % lavere energiforbruk enn Karbonsandwich,  
 Normalt utrustet.  
 Dette fartøyet er 17 år gammelt.

**Kategori: Aluminium, Tunge motorer & «high end» salong:**

 Beregnet på grunnlag av data fra m/s Ekspresen – 296 pax  
 m/s Ekspresen har 48 % større passasjerkapasitet enn  
 Karbonsandwich, Normalt utrustet, men har allikevel ikke mer enn  
 0,7 % høyere energiforbruk pr. tur.

## Fra Rapporten side 44 av 96:

### 6.1 DATABASE

Det er opparbeidet en database av båtkonsepter som danner basis for studien og tilhørende digitalt verktøy. Databasen omfatter 24 forskjellige kombinasjoner av skrog, arrangement, størrelser og skrogmaterial, hvor følgende er variert:

- Hurtigbåter i kapasitet fra 50 til 300 PAX
- Enkeltskrog og katamaran skrogkonsepter
- Aluminium og karbonsandwich byggemateriale

Databasen for fartøyer som det er henvisning til er ikke vedlagt rapporten og lar seg derfor ikke verifisere. Med grunnlag i måten sammenligninger og beregninger i Rapporten er utført og presentert kan vi ikke se at dataene for de forskjellige fartøyer i databasen er korrekt.

## Fra Rapporten side 44 av 96:

### 6.2.1 SKROGMOTSTAND

Anvendt metodikk for beregning av skrogmotstand er som følger:

- Bestemme fartøys hoveddimensjoner og arrangement basert på ønsket PAX kapasitet.
- Beregne skrogvekt basert på tilgjengelig referanse eller basert på 3D panelmodell av fartøys hovedstruktur bygget opp i Rhino programvare.<sup>20</sup>
- Beregne totalt lettskip som beskrevet i 6.5.1 og dødvekt som beskrevet i 6.5.2.
- Definere egnede skroglinjer basert på hoveddimensjoner, lettskipsvekt og krav til dødvekt.
- Regne skrogmotstand basert på kombinasjon av empiriske formler, CFD beregninger, skalering av modelltestdata og/eller fullskala prøvetursdata for relevante referanser.

Det legges også til en %-verdi som margin på motstand for å ta hensyn til vær og groe. Denne kan endres i det digitale verktøyet men er i utgangspunktet satt til 5%. Det kan være naturlig å variere sjømargin avhengig av hvor værhardt en gitt rute er. Verdi som angitt ovenfor anses representativt for typisk fartsområde 2 operasjon.

Det antas en skrogruhet på 70 µm som er gjeldende for skrog bygget i aluminium og karbonsandwich.

<sup>20</sup> Hvor panel tilegnes materialdimensjoner og eksporteres ut som makro i Excel regneark og hvor det i etterkant legges til diverse vektorer utover hovedstruktur som modellen ikke får med seg

Rapporten beskriver sammenligninger av fartøy hvor forhold som forskjell i utrustningsomfang, lastekapasitet, motorinstallasjon, forskjell i sjøegenskaper (for eksempel fribord), brannsikkerhet o.l. ikke er hensyntatt. Rapporten er videre forutinntatt i at Aluminiumsfartøy har høyere lettskipsvekt enn Karbonsandwich fartøy. Dette er feil.

Viser for øvrig til annen omtale av vektproblematikk i denne Kommentar til rapport.

## Fra Rapporten side 46 og 47 av 96:

Aksellerasjonstid og tilbakelagt distanse baseres på referanser, analyse og/eller beregninger utført av propulsjonsleverandør samt tilgjengelig propulsjonseffekt på 120% av effektbehov under transitt. Det antas en starthastighet på 1 knop. Akselerasjon på 0,20 m/s<sup>2</sup> antas for en aluminiumsbåt. For fartøy i karbonsandwich oppnås økt akselerasjon på 0,25m/s<sup>2</sup> basert på en masse x akselerasjon betraktning, og tid/tilbakelagt distanse reduseres tilsvarende, se tabell 6-1.

Samme prinsipp og verdi brukes i retardasjonsmode, men med en propulsjonseffekt på 10% av effektbehov under transitt.

Fartøys transitthastighet	Tilbakelagt distanse i akselerasjon	
	Alu (0,20 m/s <sup>2</sup> )	Karb (0,25 m/s <sup>2</sup> )
20 knop	211 meter	263 meter
25 knop	330 meter	412 meter
30 knop	475 meter	594 meter
35 knop	647 meter	809 meter

Tabell 6-1: Typisk akselerasjonsdistanse, enkeltskrog aluminium og karbonsandwich

En distanse med en viss redusert fart kan og spesifiseres. Denne distansen som kan være en sum av flere kortere overgangsperioder fra akselerasjon eller retardasjonsmoder. Tilhørende propulsjonseffekt finnes ut fra motstand- og fremdriftsberegninger som beskrevet i kapittel 6.2.

At Karbonsandwich fartøy er lettere enn Aluminiumsfartøy er i rapporten basert på antagelser og ikke på fagmessig utførte analyser.

Det foreligger derfor ikke et faglig grunnlag for å kunne si at en aluminiums båt har lavere akselerasjon enn en båt i Karbonsandwich.

## Sammenligning av fartøy:

### Rett sammenligning:

Hvis en skal sammenligne to fartøy for å fastlegge om det er en fordel med Karbonsandwich eller Aluminium som byggemateriale skulle man ideelt sett bygd to fartøyer etter samme design og byggespesifikasjon for deretter å sammenligne vekt av ferdig båt. **Det er ferdig utrustet båt som må sammenlignes.**

Å sammenligne kun skrogmaterialer blir å sammenligne ett element av fartøyet og gir ikke en korrekt beskrivelse av det ferdige produktet. Dette er villedende markedsføring og blir en avsporing i forhold til hva som faktisk har betydning.

Det er ingen verft som bygger i både Aluminium og Karbonsandwich og dette er derfor ikke realistisk å gjennomføre. Våre sammenligninger og beregninger av forskjellige fartøy viser at det ikke er vektforskjell av vesentlig betydning mellom Karbonsandwich og Aluminium for et ferdig utrustet fartøy.

### Sammenligning ferdig utrustet fartøy:

Det er knapt noen fartøy i Norge bygget i Karbonsandwich og Aluminium som er bygget i henhold til samme eller likeverdige rammekrav og forutsetninger. En direkte sammenligning uten justering for forskjeller i utrustningsomfang, motorinstallasjon, sjøegenskaper etc. gir derfor ingen mening.

Å utføre sammenligninger av forskjellige fartøyer slik som gjort i denne rapporten uten noen korreksjoner for forskjell i forutsetninger og bruke dette som dokumentasjon på at fartøy i Karbonsandwich er mer energieffektivt enn et Aluminiumsfartøy er ganske drøyt og svært villedende markedsføring.

Det nærmeste vi kan komme en sammenligning er hvordan to verft har besvart Sogn og Fjordane Fylke sine krav til hurtigbåt drift i Sogn og Fjordane. Her er utgangspunktet samme kravspesifikasjon for passasjerkomfort, rutetabell o.l.

Veftene har løst denne oppgaven med følgende fartøy:

#### Oma Baatbyggeri AS:



M/s Vingtor – 290 pax – Aluminium

#### Brødrene Aa AS:



M/s Fjordprins – 295 pax - Karbonsandwich

Begge disse fartøyene kunne vært utrustet med samme fremdriftsmaskineri.

**Fjord1** valgte for m/s Fjordprins 2 stk hovedmotorer med ytelse 2 x 1440 kW som er den letteste motorinstallasjonen, men samtidig et valg om å drifte fartøyet med tilnærmet 100% effektuttak.

M/s Fjordprins hadde endel uønskede avbrudd i driften, samt problem med å holde rutetidene.

**Norled AS** valgte for m/s Vingtor 4 stk hovedmotorer med ytelse 4 x 900 kW som er en del tyngre enn om det ble valgt 2- motorinstallasjon. Det er ikke behovet for høyere effekt i aktuell rute som ligger til grunn for dette valget, men følgende momenter:

- Lavere belastning på hovedmotorer
- Lengre tid mellom overhalingsintervaller for hovedmotorer
- Driftssikkerhet – fartøyet kan opprettholde rute med kun 3 motorer i drift.
- Standardisering av motortype. Rederiet har samme type motorer i mange andre fartøyer.
- Kan operere med høyere servicefart enn kravet i Sogn og Fjordane.
- Øket fleksibilitet med hensyn til hvilke ruter fartøyet kan operere i.
- Øket «second hand» verdi

M/s Vingtor har siden oppstarten i ruta 1. mai 2012 hatt 100 % regularitet og ikke en eneste dag med uønsket avbrudd i ruta. M/s Vingtor har ingen problem med å holde rutetidene.

Til tross for valg av tyngre motorinstallasjon har Vingtor et lavere brennstoffforbruk i ruta enn Fjordprins. Om Vingtor hadde vært kjørt med samme forsinkelser i ruta som Fjordprins ville Vingtor sitt brennstoffforbruk i ruta vært ytterligere lavere enn Fjordprins.

Av konkurransemessige årsaker ønsker ikke Norled AS at vi offentliggjør de faktiske forbrukstallene.

#### Sammenligning vekt av fartøy i Aluminium og Karbonsandwich:

Ved å korrigere for Norled's valg av motorinstallasjon og valg av gangveisystem over bau som ikke var et krav fra Sogn og Fjordane Fylke vil en vektsammenligning av Vingtor og Fjordprins bli som følger:

	m/s Vingtor	m/s Fjordprins
Lettskip	110,4 tonn	105,6 tonn
<b>Korreksjon for forskjell i utrustning:</b>		
Vektreduksjon Vingtor med samme motorinstallasjon som Fjordprins	- 5,3 tonn	
Vektreduksjon Vingtor ved å fjerne fendring og gangveisystem i bau.	- 1,5 tonn	
Vektøkning ved skifte vannjett fra RR45A3 til MJP500	+0,5 tonn	
<b>Lettskip begge fartøy ved lik spesifikasjon</b>	<b>104,1 tonn</b>	<b>105,6 tonn</b>

Hvor er 20 - 30 % typisk vektreduksjon for karbonsandwichfartøy i forhold til Aluminium som beskrevet i Rapport?

Ifølge LMG Marine sine resonnement i Rapport skulle Fjordprins sin lettskipsvekt vært ca. 75 til 83 tonn.

## Brannsikkerhet

Aluminium er ikke brennbar og båter i aluminium tilfredsstiller fullt ut brannkravene i HSC Code 2000. Alle materialer som benyttes i et Aluminiumsfartøy er dokumentert med sertifikater i henhold til HSC CODE 2000, FTP CODE og Forskrift 29. desember 1988 nr. 1455 om skipsutstyr.

Karbonsandwich skrog og overbygg er i brennbart materiale og oppfyller ikke brannkravene i henhold til HSC Code 2000 §7.4.1.3. Også i innredning, bropult o.l. benyttes det materialer uten brannsikkerhets sertifikat slik som HSC koden krever.

Et Karbonsandwich fartøy er ikke i nærheten av samme sikkerhetsnivå som et Aluminiumsfartøy når det gjelder brannsikkerhet, hvilket er svært betenkelig, spesielt siden fartøystypene blir sammenlignet med hverandre ved anbudskonkurranser. Det er trist hvis det må en ulykke til for at dette skal bli rettet opp.

Norske myndigheter utsteder allikevel HSC CODE sertifikat uten anmerking i sertifikat eller henvisning til likeverdig løsning. Kravene til brannsikkerhet blir ivaretatt ved å isolere fartøyene på samme måte som for Stål- eller Aluminiumsfartøy og med tillegg av en del brannisolasjon i innredning, men lukker øynene for forskjell i materialegenskaper.

*HSC CODE 2000 (HSC-koden) kapittel 7.4.1.3:*

*“The hull, superstructure, structural bulkheads, decks, deckhouses and pillars shall be constructed of **approved non-combustible materials having adequate structural properties**. The use of fire-restricting materials may be permitted provided the requirements of this chapter are complied with and the materials are in compliance with the **Fire Test Procedures Code**.”*

### Brannhavari UMOE VENTUS:

For å vise alvoret henviser vi til en nylig ulykke i Danmark med det norskbygde Karbonsandwich fartøyet m/s «Umoe Ventus» som var godkjent av Det Norske Veritas.

Ifølge Havarirapport fra Danish Maritime Accident - Investigation Board tok det 15 minutter fra brannen oppsto og til at det var ingen andre alternativer enn å evakuere fartøyet grunnet at fartøyet var omsluttet av flammer og fartøyet var omgitt av røyk og giftige avgasser.

Fra Havarirapporten side 43 av 45:

*“Within 15 minutes the craft was engulfed in flames and drifted uncontrollably until grounded in the shallow waters north of the harbour of Bagenkop, Denmark, and was lost. After the discovery of the fire, the crew had no other option to evacuate the craft without any attempt to fight the fire manually and/or by means of the craft’s fixed firefighting systems.”*



Figure 1: UMOE VENTUS  
Source: Talling Ship Management ApS



Figure 2: Starboard side of UMOE VENTUS shortly after the grounding  
Source: IT 21 Danmark A/S

Rapportens hovedkonklusjon på side 43 av 45 er som følger:

*The fire on UMOE VENTUS shows the necessity of rethinking the entire concept of the interaction between structural and functional fire protection, firefighting and evacuation when changing the underlying premise of having the ship constructed in a non-combustible material.*

### Brannhavari KNM ORKLA

At fartøy bygd i komposittmaterialer (Karbonsandwich, Glassfiber) medfører en betydelig større risiko når det gjelder brannsikkerhet enn et Aluminiumsfartøy er ikke ny kunnskap.

Allerede i 2002 oppsto en tilsvarende brannhavarisituasjon med KNM ORKLA hvor det tok 5 minutter fra brannen oppsto til høyre del av skipsbroen var overtent og evakuering av fartøyet måtte iverksettes.

**Fartøyet, til tross for 33 manns spesialtrent besetning og marinefartøyets avanserte slukke og sikkerhetssystemer, totalhavarete.**



**Hvilke muligheter ved brann ombord har en passasjerbåt med et mannskap på 3 til 4 personer og opp mot 300 passasjerer?**

**Hvor er passasjersikkerheten ved brann ombord?**

Det Norske Veritas og norske myndigheter er godt kjent med problemstillingen, men har allikevel valgt å godkjenne Komposittfartøyer som om de ikke har brennbar skrogstruktur.

Det bør stilles spørsmål tegn ved DNV sin godkjenning. Hvordan kan DNV godkjenne materialet når de ser hva som skjer med en båt i Karbonsandwich ved brann?

## Bruk av materialer

Karbonsandwich i bruk som strukturmateriale har dårlige støy- og brannegenskaper og i disse fartøyene må det derfor brukes materialer og løsninger som ikke er nødvendig i Aluminiumbåter, som for eksempel utstrakt bruk av brannisolasjon, flytende dørk o.l.

Denne bruk av materialer er ikke omtalt i Rapport og kan ikke se at dette er hensyntatt i beregninger eller ved sammenligning av fartøy. Disse materialene er med å redusere den faktiske forskjellen i vekt av ferdig båt mellom Karbonsandwich og Aluminium.

**Det er misvisende å sammenligne ett element som fartøyer består av og fremstille dette som at det viser den faktiske forskjell mellom et ferdig utrustet fartøy bygd i Karbonsandwich sammenlignet med ferdig utrustet fartøy bygd i Aluminium.**

Skrog er typisk ca. 25 % av den totale vekten av fartøyet. Om det er 20% forskjell i skrogvekt er denne i alle fall ikke større enn 5 % av den totale vekten av et fartøy. Med å ta hensyn til de vektene som ikke blir nevnt i rapporten er en forskjell ytterligere lavere. Det er derfor svært misledende å markedsføre Karbonsandwich på den måten som Rapporten og noen byggere gjør og gir ikke et korrekt bilde av Karbonsandwich versus Aluminium.

## Holdbarhet

Karbonlaminat er ekstremt sprøtt og er således utsatt for sprekke dannelse og brudd under sammenstøt, mens aluminium har betydelig høyere formbarhet, dvs. evnen til å tåle permanent deformasjon uten brudd.

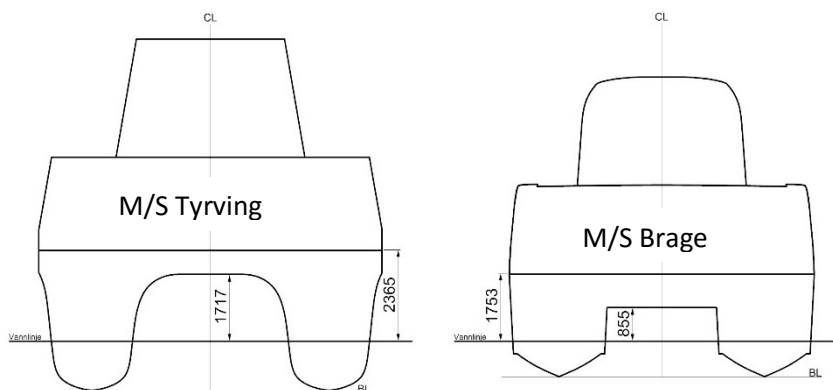


## Sjøegenskaper

Ved design og konstruksjon av et fartøy vil det fra konstruktørens side bli gjort noen valg som påvirker vekt og sjøegenskaper for et fartøy. Disse valgene blir gjort blant annet med utgangspunkt i oppdragsgivers krav til fartøy og hvilke farvann fartøyet skal operere i. Dette er valg som i utgangspunktet er uavhengig om det er Karbonsandwich eller Aluminium som blir valgt som skrogmateriale.

Byggere av fartøyer i Karbonsandwich har ofte bygget fartøyer med lavere fribord enn hva som har vært vanlig for byggere av Aluminiumsfartøy for å spare vekt. Dette er valg og for så vidt greit nok dersom farvannet båten skal trafikkere i har en slik karakter at det er akseptabelt for oppdragsgiver at sjøbegrensningene dette medfører ikke har noen betydning for oppdragsgiver. Resultatet av et slikt valg er større risiko for slaming, redusert bølgehøyde som fartøyet kan operere i og dårligere passasjerkomfort i høy sjø enn om fribordet hadde vært valgt høyere. Fartøyets sjøegenskaper vil senere også ha betydning for fartøyets «second hand» verdi.

Det er svært misvisende når byggere av Karbonsandwich fartøy sammenligner vekt av fartøy som har lavt fribord med et Aluminiumsfartøy hvor det er valgt stort fribord og hvor sjøegenskaper er prioritert, og samtidig markedsfører denne vektforskjellen som om det er valg av Karbonsandwich fremfor valg av Aluminium som er årsaken til vektforskjellen.



Kriterier og forutsetningene for valg av design for Tyrving og Brage er vesentlig forskjellig og fartøyene kan derfor ikke sammenlignes direkte.

Det er ikke Karbonsandwich vs. Aluminium som er forklaring på vektforskjell mellom fartøyene.

### For å belyse dette med et eksempel:

M/s Brage ble ombygget og påkostet av Norled As for å operere rute mellom Bergen og Sogndal. Etter relativt kort tid måtte denne imidlertid erstattes av Tyrving på grunn av at Brage ikke fungerte under de sjø forholdene som er vanlig i denne ruten.



M/s Brage – Loa 27m – 180 pax



M/s Tyrving - Loa 27m – 180 pax

## Annex 9 tester av fartøy:

I henhold til HSC CODE 2000 skal alle hurtigbåter gjennomføre Hardtværstester.

Dette vil si at fartøyet skal test kjøres i minst 2 sjøtilstander (smul sjø og grov sjø) for å foreta akselerasjonsmålinger. Disse prøvene skal gjennomføres for motsjø, sidesjø og følgende sjø.

På grunnlag av sjøprøver og målinger fastsettes fartøyets begrensninger for operasjon i sjøgang og er en del av grunnlaget for å fastslå hvilken Signifikant Bølgehøyde fartøyene får tillatelse til å operere i.

## Hardtværstester Aluminiumsfartøy:

Aluminium i hurtigbåter har gjennom mange tiår vist sine kvaliteter ved bruk i de mest værharde områder langs kysten. Alle Aluminiumsfartøy som kommer inn under regelverket har bestått Hardtværstester og de fleste Aluminiumsfartøy som blir levert i dag har tillatelse for operasjon i inntil ca. 2,5 meter Signifikant bølgehøyde.

## Hardtværstester Karbonsandwichfartøy:

**M/S Fjordbris** er et Karbonsandwich fartøy som ble levert som nybygg i mars 2014.

Fartøyet har etter levering gjort 2 forsøk på Hardtværstester som ved begge anledninger har endt med havari og påfølgende store ombygginger. Ved begge anledninger har det oppstått store struktur skader på skrog/overbygg.



Ved den siste Hardtværstesten resulterte dette i knust frontskott og vannfylling i hele passasjersalongen. Vannfyllingen var så betydelig at stoler i salong ble knekt og dør akter skadet av den store vannmengden som gjennomstrømmet fartøyet.



Fortsatt pr. i dag, mer enn 2 år etter levering, har fartøyet ikke godkjent Hardtværstest og opereres derfor med sterke begrensninger i passasjersertifikatet.

## Restverdi/annenhånds verdi:

Ved undersøkelse av markedet for brukte fartøy og kontakt med meglere som selger disse er tilbakemeldingen ganske tydelig:

### Aluminium:

Det er stor interesse og etterspørsel etter fartøyer av Aluminium i «second hand» markedet og disse oppnår ved salg en vesentlig pris.

### Karbonsandwich:

Fartøyer i Karbonsandwich er et «norsk» fenomen som ikke oppfyller kravene i HSC CODE kapittel 7.4.1.3. Mange båter opereres i Norge, men få internasjonalt.

Fartøyer i dette materialet er vanskelig omsettelige i «second hand» markedet.

Prisnivået på brukte båter er usikkert og mange kjøpere har trukket seg fra kjøp pga manglende godkjennelse av nasjonale myndigheter.

Fartøy i Karbonsandwich blir derved nærmest et bruk og kast produkt.

## Miljø

I et miljøperspektiv har Aluminium store fordeler sammenlignet med Karbonsandwich.

- Aluminium gir en lavere belastning på miljøet enn Karbonsandwich ved fremstilling.
- Aluminium er 100% resirkulerbart i det uendelige uten tap av kvalitet. Bare 5% av energien for primæraluminium er nødvendig ved omsmelting og sparer derfor store mengder CO2 ved resirkulering.
- Karbonsandwich er et miljøavfall som må spesialbehandles og vil ikke forsvinne.

## Beregning ved hjelp av regneark:

Vi har kontrollert noen av våre fartøy ved bruk av tilhørende regneark og har funnet store avvik i forhold til våre leveringsprotokoller.

Kontrollberegning er foretatt ved at verdier for «Acceleration power factor», «Manoeuvring time factor» og «Acceleration/retardation power factor» er satt = 0. Sjøtilstand 1 er valgt for alle beregninger (dvs uten sjømargin). Regnearket gir da en beregning av «Delivered Power» ved aktuell hastighet for en strekning fra A til B.

Beregning fra regneark er sammenlignet med Leveringsprotokoller for følgende av våre fartøy:

### m/s Mårøy – 147 pax



Beregnet resultat fra regneark ved 28 knop:

- Deplasement er ifølge regneark ca. 20 % for høyt.
- Delivered Power er ca. 15% for høyt i antall kW

### m/s Snarveien-180 pax



Beregnet resultat fra regneark ved 25 knop:

(Interpolert mellom 150 pax og 200 pax Cata Alu Diesel Mech)

- Deplasement er ca. 16% for høyt
- Delivered Power er ca. 10% for høyt i antall kW

### m/s Ekspressen-296 pax



Beregnet resultat fra regneark ved 34 knop:

- Deplasement er ca. 10% for høyt
- Delivered Power er ca. 30% for høyt i antall kW

**Regnearket har store mangler og er svært misvisende i forhold til Aluminiums fartøyers faktiske yteevne og kan derfor ikke brukes.**

Mer detaljert informasjon om de forskjellige fartøyer kan fremlegges i møte.