



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **324931**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

B32B 15/08 (2006.01)

B32B 7/02 (2006.01)

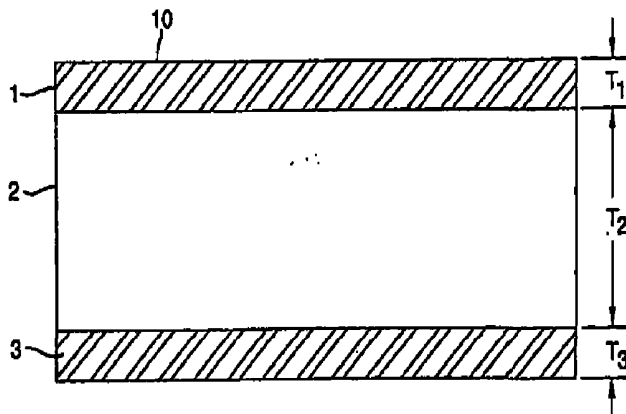
B63B 3/68 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20005640	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	1999.05.06 PCT/GB99/01416
(22)	Inng.dag	2000.11.08	(85)	Videreføringsdag	2000.11.08
(24)	Løpedag	1999.05.06	(30)	Prioritet	1998.05.08, US, 75108
(41)	Alm.tilgj	2000.11.08			
(45)	Meddelt	2008.01.07			
(73)	Innehaver	Fern Investments Ltd, 31 Pier Road, Ordnance House, St. Helier, Jersey JE4 8PW, Kanaløyene, GB			
(72)	Oppfinner	Stephen J Kennedy, 42 Hampton Avenue, Ottawa, ON K1Y 0N2, CA			
(74)	Fullmektig	Oslo Patentkontor AS, Postboks 7007 Majorstua, 0306 OSLO			

(54)	Benevnelse	Komposittstrukturlaminat
(56)	Anførte publikasjoner	EP-A2-220 651
(57)	Sammendrag	

Et komposittstrukturlaminat omfatter to ytre lag av metall, for eksempel stål, og en mellomliggende elastomerkjerne, for eksempel uskummet polyuretan. Elastomeren har en elastisitetsmodul større enn omtrent 250 MPa samt strekk- og kompresjonsstyrke på minst 20 MPa. Styrken av forbindelsen mellom metallet og elastomeren er minst 3 MPa. Komposittstrukturlaminatet virker som, et enkelt element under belastning og buler globalt og ikke asymmetrisk.



Foreliggende oppfinnelse vedrører strukturelle elementer som har en lagvis struktur, og nærmere bestemt elementer som kan brukes i lastbærende applikasjoner, for eksempel for å erstatte avstivede stålplater.

5 I applikasjoner så som skipsskrog eller brodekk er det kjent å øke stivheten av stålplater ved å tilveiebringe avlange stivere som omfatter ytterligere stål bærebjelker som er sveiset på tvers av hovedplaten. Stiverne kan forløpe i én retning eller i to ortogonale retninger, avhengig av kreftene som skal bæres av platen. Bruken av stivere kompliserer tilvirkningsprosessen, bidrar til betydelig ytterligere vekt og gjør korrosjonsbehandling og
10 vedlikehold av den fullstendige konstruksjon vanskelig.

"Strength Evaluation of Novel Unidirectional-Girder-System Product Oil Carrier by Reliability Analysis" SNAME Trans-actions V93, 1985, sidene 55-77, beskriver et forsøk på å redusere ulempene ved tilvirkningen av stivere i et skipsskrog ved å bare tilveiebringe dem i én retning. Dette letter tilvirkningen og vedlikeholdet av skipet til en viss grad, men
15 løser ikke de andre ulempene ved bruk av stivere.

Metall-plastlaminater med forbedrede lyd- eller varmeisolerende egenskaper er kjent for bruk ved bekledning eller takdekking av bygninger, se for eksempel US 4,698,278. Slike
20 laminater anvender generelt skummede eller fibrøse materialer og er ikke ment, eller i stand til, å tåle betydelige belastninger, dvs. belastninger som er betydelig større enn egenvekten, samt små belastninger som følge av vind eller snø.

US 4,851,271 angir bruken av metall-plastlaminater for å føre oljefat for å tilveiebringe lydisolerende egenskaper. I slike beholderapplikasjoner vil laminater i seg selv ikke tåle
25 belastninger som er betydelig større enn egenvekten og beholderinnholdet. Foringslagene bidrar heller ikke betydelig til den strukturelle styrke av laminatet.

US 5,219,629 angir bruken av aluminiumslag med forskjellige kjernematerialer i konstruksjonen av lastebilskarosserier. Aluminiumslagene er imidlertid for tynne og
30 kjernematerialene ikke tilstrekkelig sterke til å tåle betydelige belastninger i større strukturer.

"Behaviour of Advanced Double Hull Sandwich Plate Systems: Experimental Investigation", en hovedoppgave av Josef Linder ved Carleton University, Ottawa,
35 Canada, omhandler blant annet bruken av stål-polyuretan skum-stållag for skipskonstruksjon, og konkluderte med at den ikke hadde tilstrekkelig bøy- og bindefasthet eller tilstrekkelig energiadsorpsjon.

Foreliggende oppfinnelse tilveiebringer et strukturlaminelement omfattende:

et første metallag som har en første indre overflate og en første ytre overflate;

5

et andre metallag som har en andre indre overflate og en andre ytre overflate, der det andre metallag er atskilt fra nevnte første metallag; og

10 et mellomliggende lag omfattende et elastomer som befinner seg mellom og er festet til nevnte første og andre indre overflater, der nevnte elastomer har en elastisitetsmodul E større enn eller lik omtrent 250 MPa og en duktilitet som overstiger metallagenes duktilitet.

15 Oppfinnelsen omfatter også en fremgangsmåte for tilvirkning av et strukturlaminelement som angitt i krav 11, samt en fremgangsmåte for sammenføyning av et strukturlaminelement som angitt i krav 17.

20 Det essensielle trekk ved oppfinnelsen er at laminatet oppfører seg som et enkelt element under belastning i stedet for som tre individuelle komponenter, og at de mekaniske egenskaper av det mellomliggende lag samt dets bindinger til de ytre lag må utvelges for å bevirke dette. Det mellomliggende lag må derfor ha tilstrekkelig elastisitetsmodul og duktilitet til å være i stand til å overføre tversgående krefter som forventes i bruken mellom de to metallagene. Tilstrekkelig bindestyrke for å overføre skjærkrefter er også ønskelig.

25 I applikasjoner der evnen til å motstå slag er viktig, for eksempel skipsbygning, må det mellomliggende lag i tillegg ha tilstrekkelig sviktstyrke til ikke å sprekke ved forventede slagbelastninger. Ved ekstreme belastninger vil elementet absorbere mer energi enn tilsvarende enkelsjiktmetall-elementer på grunn av deformasjonsdissipasjon, økt punkteringsmotstand, samt uelastisk membranvirkning av elementet som en helhet.

30

Fortrinnsvis er de relative styrker og proposjoner av de to metallag og de mellomliggende lag, spesielt stivheten av det mellomliggende lag, utvalgt slik at elementet bøyer seg globalt (som en helhet) i stedet for antisymmetrisk eller lokalt når det utsettes for ekstreme oppbulende eller nedbøyende belastninger. Det mellomliggende lag skal også fortrinnsvis
35 ha en duktilitet og en elastisitetsmodul som er tilstrekkelig til å spre en spenningskonsentrasjon ved spissen av en sprekk i et metallag ved å overføre den til de andre slik at spissen forhindres fra å propagere mellom lagene. Det mellomliggende lag vil i tillegg ha en hemmende virkning på sprekkpropagering i laget der den startet.

Metallagene er fortrinnsvis tilvirket av stål og har hver en tykkelse i området fra 3,5 mm til 25 mm. Den minste tykkelse er det tynneste sjikt som effektivt kan buttsveises, noe som er nødvendig for styrken. Ved den øvre grense vil fordelene med oppfinnelsen minske. Det er
5 ikke nødvendig for de to metallag å ha samme tykkelse. Spesielt er det mulig å tilveiebringe et offeroverskudd på den siden som under bruk vil utsettes for et korrusivt miljø.

Plastmaterialet oppfører seg fortrinnsvis som et elastomer ved belastningene som forventes
10 ved bruk, og har en tykkelse i området fra 20 mm til 100 mm. Tykkelsen av det mellomliggende lag kan variere over et element i visse applikasjoner. Materialet er fortrinnsvis kompakt, dvs uskummet, selv om visse hulrom kan tillates, enten etter ønske eller som en sideeffekt av den anvendte tilvirkningsmetode forutsatt at de ønskede egenskaper av kompositten ikke er redusert. Det antas at den maksimalt aksepterte
15 hulromsandel i det mellomliggende lag ligger mellom 10% og 20%.

Bruken av oppfinnelsen i kompliserte strukturer, for eksempel skip, reduserer kompleksiteten, vekten og kostnaden ved å eliminere behovet for noen eller alle stivere, eliminerer eller øker avstanden mellom langsgående og tversgående bærebjelker, reduserer
20 overflateareal som krever belegg og reduserer overflaten som er utsatt for korrosjon.

Eksempelutførelser av oppfinnelsen er beskrevet nedenfor under henvisning til de vedføyde tegninger, der

25 fig. 1 er et tverrsnitt av et laminatelement ifølge oppfinnelsen,

fig. 2 er et delvis utskåret perspektivriss av et laminatelement ifølge foreliggende oppfinnelse innbefattende avstandsstykker,

30 fig. 3 er et riss, delvis i snitt, av et dobbelskrogsfartøy konstruert ved hjelp av laminatelementet ifølge oppfinnelsen,

fig. 4 er en graf som viser aksiell forkortning av et laminatelement ifølge oppfinnelsen ved en belastning i planet,

35

fig. 5 er et perspektivriss av en prøve som innbefatter en plate ifølge oppfinnelsen,

fig. 6 er en graf som viser oppførselen til prøven ved tversgående belastning, og

fig. 7 er et perspektivriks av en lukelem for et containerfartøy konstruert ved hjelp av laminatetelementer ifølge oppfinnelsen.

I figurene er like deler benevnet med like henvisningstall.

5

Fig. 1 er et tverrsnitt av et laminatetelement 10 ifølge foreliggende oppfinnelse.

Laminatetelementet 10 omfatter et første ytre lag 1, et mellomliggende kjernelag 2 og et andre ytre lag 3. Det mellomliggende lag 2 er forbundet med hver av de første og andre ytre lag 1,3 med tilstrekkelig styrke til å overføre skjærkrefter mellom de ytre lag, slik at
10 det dannes et strukturelt komposittetelement som er i stand til å bære belastninger som er betydelig større enn egenvekten.

Den bestemte belastning som skal bæres av laminatetelementet vil være avhengig av applikasjonen. Dersom laminatetelementet for eksempel skal brukes som en
15 skipsskrogsplate i en 40,000 dødvekttonns oljetanker, bør det være i stand til å motstå en belastning i planet på i hvert fall 10-12,000 kN over 2 meters bredde uten buling, eller en tversgående belastning på i hvert fall 100 kPa, fortrinnsvis 1000 kPa eller større, uten sprekke-dannelser. For mindre fartøy, spesielt lystfartøy, trenger laminatetelementet ikke være så sterkt.

20

Figur 4 viser en typisk aksiell forkortning som funksjon av belastning for en 2000 mm bred laminatkomposittskrogsplate ifølge oppfinnelsen. Denne viser en hovedsakelig lineær forkortning for belastninger opptil 12075 kN.

25 De første og andre lag 1,3 er tilvirket av metall, og det mellomliggende lag 2 er tilvirket av en plast eller et elastomert materiale. De absolutte og relative dimensjoner av elementet og de bestemte anvendte materialer vil være avhengig av applikasjonen til elementet. Som et minimum vil de første og andre ytre lag ha en tykkelse på 3 mm og det mellomliggende lag 20 mm. Det mellomliggende lag må også ha en elastisitetsmodul E på i hvertfall 250 MPa, fortrinnsvis 275 MPa ved den maksimalt forventede temperatur i miljøet der
30 elementet skal brukes. I skipsapplikasjoner kan dette være 100°C. Elastomeren bør heller ikke være for stiv slik at E er mindre enn 250 MPa ved den lavest forventede temperatur, som er -40°C eller -45°C ved skipsapplikasjoner.

35 Riv-, kompresjons- og strekkstyrke så vel som forlengningen bør være så stor som mulig for å gjøre komposittlaminatet i stand til å absorbere energi ved uvanlige belastningshendelser, så som slag. Kompresjons- og strekkstyrken av elastomeren bør nærmere bestemt være minst 20, og fortrinnsvis 40 MPa. Kompresjonsstyrken kan

selvfølgelig være betydelig større enn disse minimumsverdiene.

Metallagene omfatter fortrinnsvis strukturelt stål, men kan også omfatte rustfritt stål, aluminium eller andre strukturelle legeringer for spesielle applikasjoner der vekt, korrosjonsbestandighet eller andre bestemte egenskaper er essensielle. Metallatet bør fortrinnsvis ha en minste flytegrense på 240 MPa og en forlengelse på minst 20%. For mange applikasjoner, spesielt bygging av skip, er det essensielt/viktig at metallet er sveisbart.

Duktiliteten av elastomeren ved de laveste driftstemperaturer må være større enn duktiliteten til metallagene, som er omtrent 20%. En foretrukket verdi for duktiliteten av elastomeren ved laveste driftstemperaturer er 50%. Elastomerens varmekoeffisient må også være tilstrekkelig nære stålets varmekoeffisient slik at temperaturvariasjonen over det forventede driftsområdet, og under sveising, ikke fører til delaminering. Variasjonsgraden av varmekoeffisientene til de to materialer vil delvis være avhengig av elastisiteten til elastomeren, men det antas at varmeeekspansjonskoeffisienten til elastomeren kan være omtrent 10 ganger varmeeekspansjonskoeffisienten til metallagene.

Varmeeekspansjonskoeffisienten kan styres ved tilsetningsstoffer i elastomeren.

Bindestyrken mellom elastomeren og metallagene må være minst 3 MPa, fortrinnsvis 6 MPa, over hele driftsområdet. Dette oppnås fortrinnsvis ved den iboende klebeevne av elastomeren til stål, men ytterligere klebemidler kan tilveiebringes. Ytterligere krav dersom elementet skal brukes ved skipsapplikasjoner omfatter det at strekkfastheten over grensesnittet må være tilstrekkelig til å motstå de forventede negative hydrostatiske trykk og delamineringskrefter fra stålforbindelsene. Elastomeren må være hydrolytisk stabil i både saltvann og ferskvann, og dersom elementet skal brukes i en oljetanker, må den ha kjemisk motstandsdyktighet mot olje.

Elastomeren omfatter derfor hovedsakelig en polyol (for eksempel polyester eller polyeter) sammen med en isosyanat eller en di-isosyanat, en kjedeforlenger og et fyllstoff.

Fyllstoffet tilveiebringes om nødvendig for å redusere varmekoeffisienten til det mellomliggende lag, redusere dets kostnad og på andre måter styre de fysiske egenskaper av elastomeren. Ytterligere tilsetningsstoffer, for eksempel for å styre de hydrofobe eller klebende egenskaper, samt brannhindrende tilsetningsstoffer, kan også innbefattes.

Forholdet mellom den totale tykkelse av det ytre lag og tykkelsen av elastomeren ($T_1 + T_3$)/ T_2 ligger i området fra 0,1 til 2,5.

Belegg, for eksempel for kosmetiske eller korrosjonshindrende formål, kan påføres de ytre overflater av metallagene enten før eller etter tilvirkningen av laminatet.

Elementet ifølge foreliggende oppfinnelse er betydelig sterkere og stivere enn et metallelement av samme tykkelse uten mellomliggende lag. Dette skyldes at elementet fungerer på tilsvarende måte som en boksbærebjelke eller en I-bjelke, der det
 5 mellomliggende lag fungerer som platespant. For å fungere på denne måte, må det mellomliggende lag i seg selv samt bindingene til de ytre lag være tilstrekkelig sterke til å overføre kreftene som oppstår ved bruk av elementet.

En ytterligere fordel med foreliggende oppfinnelse som spesielt er hensiktsmessig ved
 10 skipsbygging, er at det mellomliggende lag forhindrer sprekkepropagering mellom det indre og ytre lag. Det mellomliggende lags elastisitet forhindrer spenningskonsentrasjonen ved spissen til en sprekk i et ytre lag i å bli overført til det andre lag, så som ved en stiv forbindelse, og i stedet spres belastningen.

15 Fig. 3 viser, delvis i snitt, skroget til en oljetanker 30 som er utformet for å dra fordel av det strukturelle laminatelement ifølge oppfinnelsen. Fartøyet ytre skrog 32 og indre skrog 31 er konstruert av laminatstrukturelementer ifølge oppfinnelsen med ytre lag av 10 mm stål og en 50 mm polyuretan elastomerkjerne. De to skrogene er forbundet ved hjelp av enkle, langsgående stålplatebærebjelker 33 og tversgående stegplate 35 ved de doble,
 20 tversgående skott 36, med ytterligere langsgående stålplater 38 i båtri- og kimingsområdene. Behovet for langsgående eller tversgående avstivere for begge skrog er eliminert.

De doble tversgående skott 36, dekket, samt de langsgående dekkbærebjelker 37 er også
 25 konstruert av laminatstrukturelementer ifølge oppfinnelsen. Dette eliminerer behovet for ytterligere avstivere. De langsgående dekkbærebjelker 37 kan erstattes med tversgående bærebjelker.

Den foretrukne fremgangsmåte for tilvirkning av laminatelementer ifølge oppfinnelsen er å
 30 støpe eller sprøyte elastomeren direkte inn i et hulrom som dannes av de to metallag. Dersom dette gjøres horisontalt, holdes metallplatene fortrinnsvis separert ved hjelp av avstandsstykker av metall eller elastomer. Dersom avstandsstykkene er tilvirket av en elastomer, må de være kompatible med materialet som danner størstedelen av det mellomliggende lag og noe høyere enn det ønskede mellomrom, slik at de komprimeres til
 35 den korrekte avstand under vekten av den øvre plate. Avstandsstykkene kan være avlange for å dele opp hovedrommet til rom som kan fylles separat eller simpelthen plugges som elastomeren strømmer rundt. Dersom de er avlange, kan avstandsstykkene være rektangulære eller trapésformede i tverrsnitt og kan variere i høyder langs lengden for å

tilveiebringe elementene med varierende elastomertykkelse. Avstandsstykkene må være forbundet med stålplatene med bindemidler eller elastomerkompatible sammensetninger med tilstrekkelig styrke til å holde platen på plass under innsprøytningsprosessen inntil elastomeren er tilstrekkelig herdet.

5

Figur 2 viser, for illustrerende formål, tre forskjellige typer avstandsstykker som kan brukes ved konstruksjonen av laminatelementer ifølge oppfinnelsen. En sylindrisk elastomer-plugg 4a brukes for å understøtte den øvre plate uten å oppdele hulrommet som skal fylles. Dersom hulrommet må inndeles eller avdeles, kan et forlenget metallavstandsstykke 4B eller et forlenget elastomeravstandsstykke 4C brukes.

10

Metallavstandsstykket 4B kan være kilsveiset til den nedre plate og understøtte en buttsveis mellom to deler av den øvre plate eller fungere som en støttebjelke for denne sveisen. Elastomerpluggen 4A og det forlengede elastomeravstandsstykket 4C kan festes til metallplatene før støping og kan tilvirkes av hovedsakelig samme elastomer som skal sprøytes inn, eller tilvirkes av en annen elastomer som er kompatibel med elastomeren som skal sprøytes inn. Et faktisk laminatelement krever nødvendigvis ikke alle disse forskjellige typene avstandsstykker.

15

Under støpingen kan platene holdes på skrå for å avhjelpe elastomerstrømmen eller til og med vertikalt, selv om det hydrostatiske trykk av elastomeren under støpingen ikke bør være for høyt og strømmen av den fortrenkte luft bør optimaliseres. Platene kan også festes på plass i strukturen og fylles med elastomer på stedet.

20

For å muliggjøre sveising av elementet til andre elementer eller til en eksisterende struktur, er det nødvendig å la det være igjen tilstrekkelig sveisemargin rundt kantene for å sikre at elastomeren og dens bindinger til stålplaten ikke skades av varmen fra sveisingen. Bredden av sveisemarginen vil være avhengig av elastomerens varmemotstand og sveiseteknikken som brukes, men kan være omtrent 75 mm. Dersom elastomeren støpes mellom platene, vil sveisemarginen måtte dannes av avlange avstandsstykker.

25

Antallet innsprøytningsporter som kreves vil være avhengig av det tilgjengelige utstyr for å pumpe bestanddelene av elastomeren og for å tilveiebringe minimal sprut (idéelt sett sprutfritt) og luftfangning (for å minimere hulrom), så vel som geltiden av elastomeren. Portene bør være plassert på egnede steder i forhold til elementets applikasjon. Dersom elementet skal brukes som en skrogplate i et dobbelskrogsskip, posisjoneres innsprøytningsportene idéelt sett slik at de er rettet mot mellomskrogsgapet isteden for sjøen eller lasterommet. Innsprøytningsportene er idéelt sett hurtigavkoplingsporter,

30

eventuelt med enveisventiler, som kan slipes av etter støping. De kan også tettes ved hjelp av plugger som slipes jevnt ned etter støpingen. Avluftingshull er posisjonert i hvert hulrom for å tillate at luften i hulrommet slipper ut og for å sikre at det ikke blir igjen noen hulrom. Avluftingshullet kan være gjenget for å tillate innføring av plugger etter fylling
5 eller omfatte ventiler eller andre mekaniske innretninger som kan lukkes etter fylling. Avluftingshullene og eventuelle plugger eller ventiler kan slipes jevnt ned etter at elastomeren har herdet.

Pluggene innført i innsprøytningsportene eller avluftingshullene bør tilvirkes av et
10 materiale som har galvaniske egenskaper som er kompatible med metallagene. Dersom metallagene er tilvirket av stål, kan pluggene tilvirkes av messing.

Innsprøytningsprosessen må overvåkes for å sikre jevn oppfylling av hulrommet uten baktrykk som kan føre til svelling eller en ujevn platetykkelse. Innsprøytningen kan også
15 utføres ved hjelp av rør som trekkes ut etter hvert som hulrommet fyller seg opp. Etter tilvirkningen kan det være nødvendig å verifisere at elastomeren har festet seg på riktig måte til metallagene. Dette kan gjøres ved hjelp av ultralyd eller røntgenteknikker.

For å reparere skadede elementer, eller dersom elastomeren ikke har festet seg på riktig
20 måte, sages (kaldskjæres) eller flammeskjæres det skadede området av stålplaten, idet elastomeren skjæres eller graves ut, for eksempel ved hjelp av en freser eller trykksatt vann (høytrykksspyling) inntil den gode elastomeren er eksponert og det dannes en sveismargin. Den eksponerte overflate av den gjenblivende elastomer må være tilstrekkelig ren til at ny elastomer som støpes på stedet kan klebe seg til den.

25

En alternativ fremgangsmåte for tilvirkning er å lime prefabrikerte elastomerplater til metallplatene.

En prøve av en kjøplplate for et fraktfartøy med et komposittstrukturelaminat ifølge
30 oppfinnelsen som det ytre skrog ble konstruert. Prøven 50 er vist på fig. 5 og omfatter ytre skrogplate 51, indre skrogplate 52, langsgående bærebjelker 53, 54 og et tversgående gulv 55. Aksesshull 56 for målingsinnretninger ble også tilveiebrakt, men vil normalt ikke være nødvendig.

35 Den ytre skrogplate 51 omfatter første og andre metallag av 8 mm bløtt stål og et mellomliggende lag av 50 mm polyuretanelastomerkjerne hovedsakelig uten hulrom.

For enkelhets skyld ble det indre skrog i form av en enkel 8 mm stålplate separert fra det

ytre skrog ved hjelp av langsgående bærebjelker 53,54 med 700 mm høyde. Ved den faktiske applikasjon vil det indre skrog vanligvis også være et element ifølge oppfinnelsen, men ikke nødvendigvis av samme dimensjoner. Prøven målte 2600 ganger 5000 mm.

- 5 Innenfor den ytre skrogplate ble langsgående og tversgående hulromsavstandsstykker tilveiebrakt for å sikre riktig støping av elastomeren i forbindelse med det tilgjengelige utstyr. Disse kan utelates dersom hele hulrommet av den ytre plate kan støpes i en operasjon.
- 10 Prøven ble montert i en horisontal reaksjonsramme for å representere stivheten av den omkringliggende skipsstruktur, og belastningen ble påført av fire 500 tonns hydrauliske aktuatorer. Oppførselen til prøven under belastning er illustrert på fig. 6, som viser den tversgående forskyvning versus påført belastning.
- 15 Skjærspenningssvikten av den ytre plate av det ytre skrog skjedde ved en påført belastning på 8201 kN.

Fig. 7 viser en lukelem for et fraktfartøy som tilfredsstiller Lloyd's Register Rules and Regulations og som er utformet ved hjelp av plater ifølge oppfinnelsen. Platene 71 omfatter ytre lag av 4 mm stål og et mellomliggende lag på 25 mm, og krever ikke stivere. Hovedbærebjelker 72 og kantbærebjelker 73 har konvensjonell utforming, men de sekundære bærebjelker 74 er redusert i antall. Tertiære bærebjelker 75 er tilveiebrakt for lukelemsheisen, og kantbærebjelkebraketter 77 tillater et direkte opptak av containerbelastninger. Doblingsplater 76 er tilveiebrakt der det er nødvendig.

25

Det mellomliggende lag ble forsynt med fyllstoff for å få elastomerens termiske ekspansjonskoeffisient nærmere stålets (12×10^6 mm/mm/°C) for å forhindre en delaminering som følge av temperaturforandringer.

- 30 Den resulterende lukelem hadde lik eller større styrke enn en konvensjonell, stålbasert avstivningsutførelse og var av betydelig enklere konstruksjon som følge av reduksjonen i sveiselengde samt antallet avstivere og andre detaljer. Foreliggende oppfinnelse er ovenfor beskrevet med hensyn til skipsbyggeapplikasjoner. Oppfinnelsen kan imidlertid også være nyttig for andre applikasjoner, spesielt der det forventes høye belastninger på tvers av og i planet, der det er ønsket å ha høy bruddstyrke eller der det er ønsket å begrense propagering av tretthetssprekker.
- 35

P a t e n t k r a v

1. Strukturlaminelement (10) omfattende:
et første metallag (1) som har en første indre flate og en første ytre flate;
5 et andre metallag (3) som har en andre indre flate og en andre ytre flate, der det andre metallag er atskilt fra nevnte første metallag, og
et mellomliggende lag (2) omfattende en elastomer som befinner seg mellom og er festet til nevnte første og andre indre overflater, der nevnte elastomer har en elastisitetsmodul E større enn eller lik omtrent 250 MPa og en duktilitet som overstiger
10 metallagenes duktilitet.
2. Strukturlaminelement ifølge krav 1,
karakterisert ved at nevnte elastomer har en elastisitetsmodul større enn eller lik omtrent 275 MPa.
15
3. Strukturlaminelement ifølge ethvert av de foregående krav,
karakterisert ved at nevnte elastomer har strekk- og kompresjonsstyrke på minst 20 MPa.
- 20 4. Strukturlaminelement ifølge ethvert av de foregående krav,
karakterisert ved at nevnte elastomer er kompakt.
5. Strukturlaminelement ifølge krav 4,
karakterisert ved at det totale tomrom i det mellomliggende lag er mindre enn
25 omtrent 20% av det totale volum av det mellomliggende lag.
6. Strukturlaminelement ifølge ethvert av de foregående krav,
karakterisert ved at nevnte elastomer er polyuretan.
- 30 7. Strukturlaminelement ifølge ethvert av de foregående krav,
karakterisert ved at nevnte mellomliggende lag har en tykkelse i området fra omtrent 20 mm til 100 mm.
8. Strukturlaminelement ifølge ethvert av de foregående krav,
35 karakterisert ved at i hvert fall et av nevnte første og andre metallag er dannet av stål.

9. Strukturlaminelement ifølge ethvert av de foregående krav,
karakterisert ved at nevnte første og andre metallag hver har en tykkelse i
området fra omtrent 3,5 mm til omtrent 25 mm.
- 5 10. Strukturlaminelement ifølge ethvert av de foregående krav,
karakterisert ved at forholdet mellom den totale tykkelse av de første og andre
metallag og tykkelsen av det mellomliggende lag er i området fra 0,1 til 2,5.
11. Fremgangsmåte for tilvirkning av et strukturlaminelement (10) omfattende de trinn
10 å:
 tilveiebringe første og andre atskilte metallag (1, 3) slik at et kjerne hulrom
defineres mellom disse;
 å fylle nevnte kjerne hulrom med en uherdet elastomer som når herdet vil ha en
elastisitetsmodul E større enn eller lik omtrent 250 MPa og en duktilitet som overstiger
15 metallagens duktilitet; og
 å herde nevnte elastomer slik at den festes til nevnte metallag.
12. Fremgangsmåte ifølge krav 11,
karakterisert ved at nevnte oppfyllingstrinn utføres for å minimere lufttilgangen
20 slik at tomromsandelen etter herding er mindre enn 20%.
13. Fremgangsmåte ifølge krav 11 eller 12,
karakterisert ved at den ytterligere omfatter det trinn å tilveiebringe minst én
avlufningsåpning i nevnte hulrom før nevnte oppfyllingstrinn.
- 25 14. Fremgangsmåte ifølge krav 13,
karakterisert ved at den ytterligere omfatter det trinn å tette nevnte
avlufningsåpning etter nevnte herdingstrinn.
- 30 15. Fremgangsmåte ifølge ethvert av kravene 11 til 14,
karakterisert ved at den ytterligere omfatter det trinn å tilveiebringe
avstandsstykker for å opprettholde avstanden mellom nevnte første og andre metallag
under nevnte oppfyllings- og herdetrinn.
- 35 16. Fremgangsmåte ifølge krav 15,
karakterisert ved at nevnte avstandsstykke er tilveiebrakt for å danne sidekanter
av hulrommet slik at nevnte mellomliggende elastomerlag danner en sveisemargin ved
kanten av nevnte første og andre metallag.

17. Fremgangsmåte for sammenføyning av et strukturlaminelement (10) omfattende første og andre metallag (1, 3) og et mellomliggende lag (2) dannet av en første elastomer, til et annet element, idet fremgangsmåten omfatter de trinn:

- 5 å tilveiebringe en sveisemargin ved et parti av nevnte strukturlaminelement (10) hvorved nevnte mellomliggende lag (2) holdes tilbake fra nevnte første og andre lag (1, 3);
- å sveise nevnte parti til nevnte andre element;
- å fylle nevnte sveisemargin med uherdet, andre elastomer; og
- å herde nevnte uherdede andre elastomer slik at den binder seg med nevnte første
- 10 og andre metallag og det mellomliggende lag, hvor nevnte første og andre elastomer i herdet tilstand vil ha en elastisitetsmodul E som er lik eller større enn omtrent 250 Mpa og en duktilitet som overstiger metallagenes (1, 3) duktilitet.

- 18. Fremgangsmåte ifølge krav 17,
- 15 k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte parti er et kantparti.

- 19. Fremgangsmåte ifølge krav 17 eller 18,
- k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte trinn for å tilveiebringe en sveisemargin utføres under tilvirkningen av nevnte strukturlaminelement (10).

- 20. Fremgangsmåte ifølge krav 17 eller 18,
- k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte trinn for å tilveiebringe en sveisemargin omfatter det å fjerne en del av nevnte mellomliggende lag (2) ved nevnte parti, for eksempel ved fresing eller høytrykksspyling.

- 21. Fremgangsmåte ethvert av kravene 17 til 20,
- k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte andre element er et strukturlaminelement omfattende første og andre metallag og et mellomliggende lav av elastomer.

- 22. Fremgangsmåte ifølge ethvert av kravene 17 til 21,
- 30 k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte første og andre elastomerer er de samme.

- 23. Fremgangsmåte ifølge ethvert av kravene 17 til 22,
- k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte oppfyllingstrinn omfatter det å tilveiebringe minst én
- 35 oppfyllingsåpning gjennom nevnte første og andre metallag eller nevnte mellomliggende lag til nevnte sveisemargin og å tilveiebringe nevnte uherdede andre elastomer til nevnte sveisemargin gjennom oppfyllingsåpningen eller oppfyllingsåpningene, idet nevnte fremgangsmåte ytterligere omfatter det trinn å tette oppfyllingsåpningen eller

oppfyllingsåpningene etter nevnte herdetrinn.

24. Fremgangsmåte ifølge krav 14 eller 23,
karakterisert ved at tetningstrinn omfatter det å tette åpningen eller åpningene
5 med en plugg som har galvaniske egenskaper som er compatible med nevnte metallag.

25. Fremgangsmåte ifølge ethvert av kravene 16 til 24,
karakterisert ved at nevnte sveisemargin har en bredde på minst 75 mm.

Fig.1.

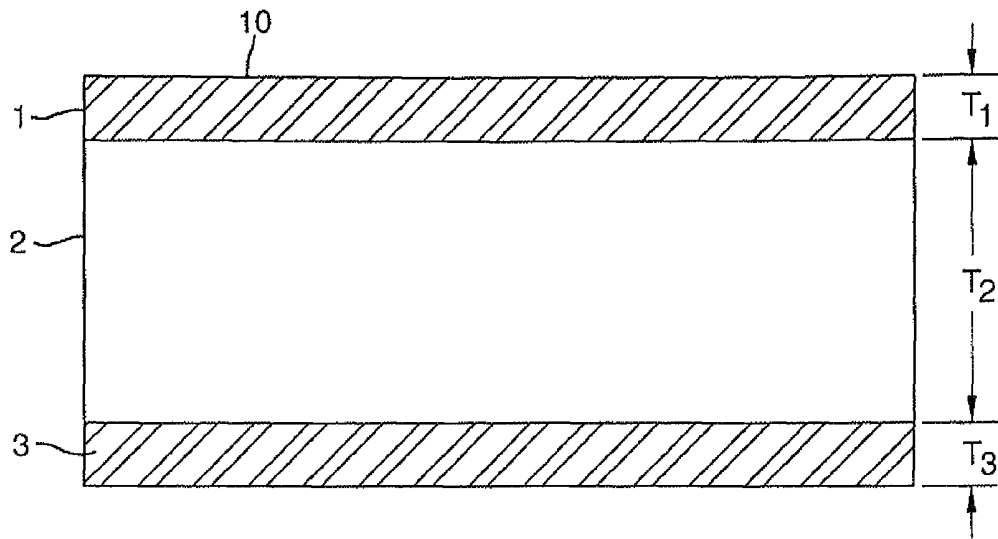


Fig.2.

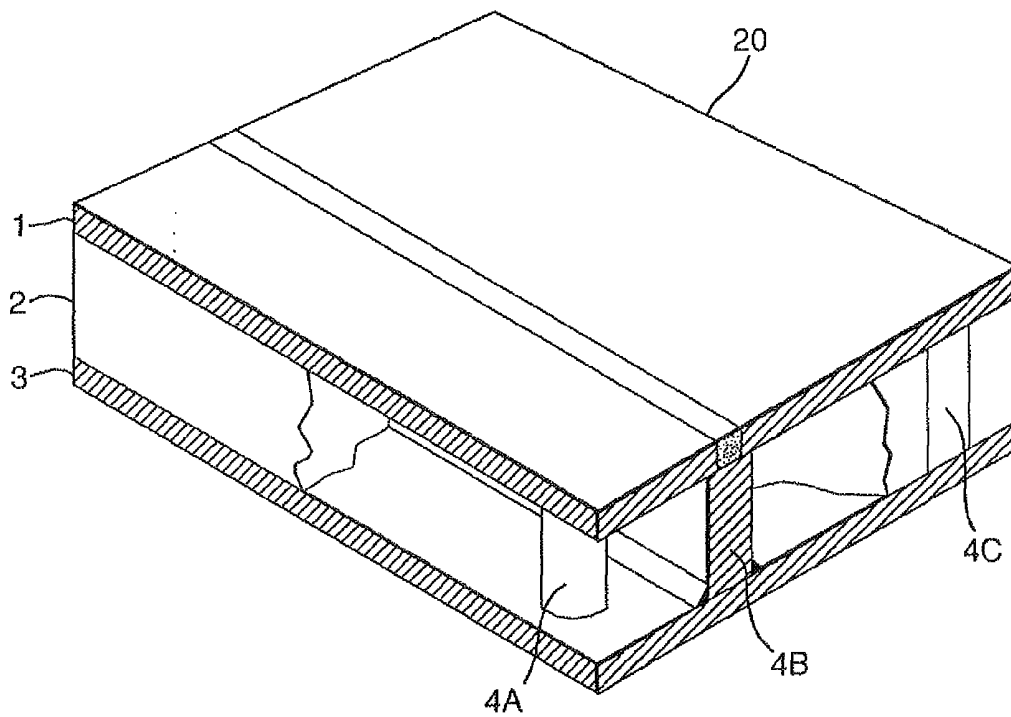


Fig.3.

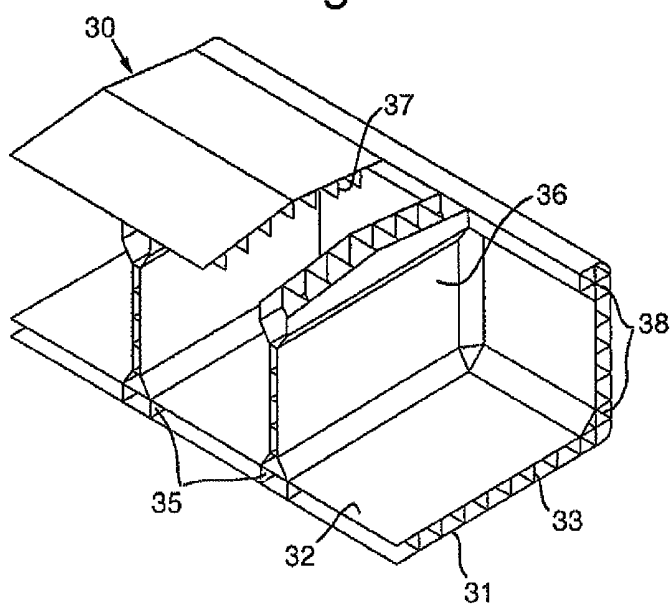


Fig.4.

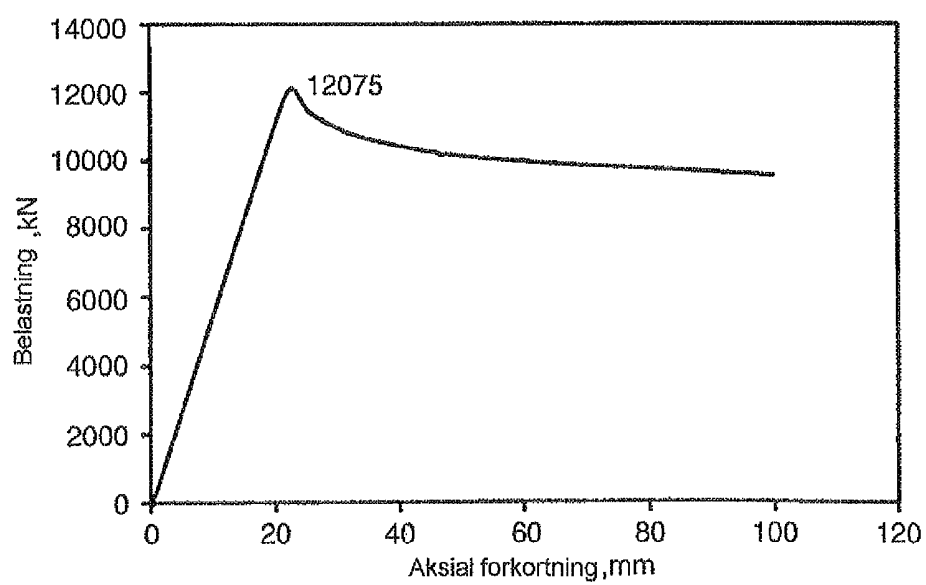


Fig.5.

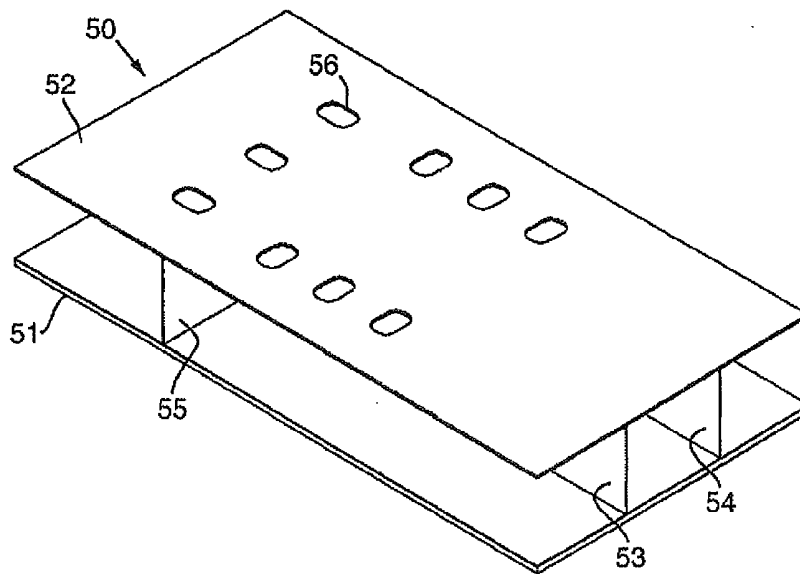


Fig.6.

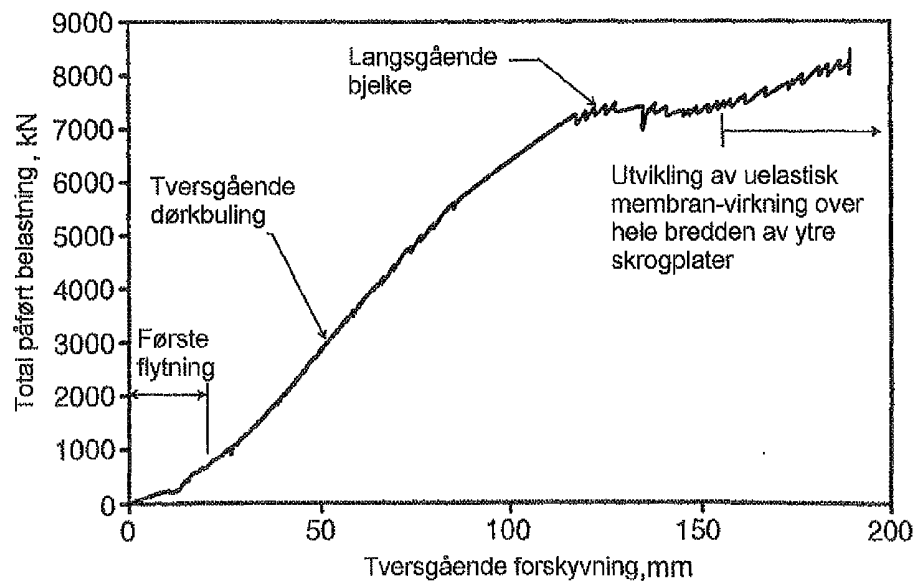


Fig.7.

