

Hur är ett laminatsegel uppbyggt och hur kan det skilja så mycket i pris hos olika segelmakare? Segelmakaren Bengt Lindholm reder ut begreppen och hjälper dig att välja en duk för just dina behov.

TEXT: BENGT LINDHOLM

SÅ VÄLJER DU RÄTT

America's Cup har varit och är fortfarande en av de främsta katalysatorerna för utveckling inom segling och givetvis även för materialen och konstruktionerna av segel. Vid slutet av 1970-talet, och med utgångspunkt från de då använda vävda materialen och skärningarna, gjordes de första försöken ombord på Tolvan Enterprise. Där testades en vävd duk, som laminerades ihop med en polyesterfilm och där filmen med sina egenskaper skulle förbättra och minska den vävda dukens sämsta egenskap, töjning diagonalt.

Succén var ett faktum och det skedde en snabb utveckling av olika material, med anpassning till den gängse skärningen crosscut med horisontellt liggande våder. Sakta men säkert ökade kunskapen om belastnings-

riktningar i ett segel och under mitten av 1980-talet utvecklades materialen och anpassades till de idag så välkända radiella konstruktionerna.

Alternativet till vävda dukar är vad vi med ett gemensamt namn kallar för laminatdukar. Dessa material har under de senaste tio åren haft en kraftfull utveckling och variationerna är idag oerhört många. Konstruktionen av laminatdukar kan vara en väv eller utspridda garner i olika riktningar men även en kombination av dessa två som sedan lamineras (limmas) ihop med en polyesterfilm, mer bekant under namnet Mylar.

LAMINAT GER BÄTTRE PRESTANDA

De laminerade dukarna är numera inte enbart för kappsegelaren, utan har utvecklats till ett utmärkt alternativ för semester- och lång-

färdssegelaren. Jämför vi med traditionella segel i vävda dukar kan vi med laminatdukar tillverka segel med bättre prestanda ifråga om formstabilitet, formlivslängd och likvärdig livslängd som för de vävda materialen.

Att den största delen av utvecklingen inom segelduk sker inom laminat beror främst på tre viktiga fördelar: Laminering är den effektivaste metoden att kombinera olika fibrer, filmer och vävda dukar och dra nytta av respektive materials egenskaper. Polyesterfilm håller ihop materialet mycket bra och är effektiv för att reducera töjning i alla tänkbara riktningar. Den är betydelsefull i de riktningar där de laminerade fibrerna inte kan hjälpa till. I ett laminat är det också möjligt att innan laminering behandla garnerna och dess fibrer så att de kan placeras ut helt rakt, det vill säga att de är minimalt tvinnade



LAMINATDUK

DEL 2

Del ett, som handlade om vävda dukar, finns att läsa nummer 9, 2009.

och inte får den krökning som uppstår när varp och väft möts som i vanlig vävteknik. Denna krökning är lika med töjning eftersom garnet vill räta ut sig under belastning.

Vilken typ av laminat och fiber du bör välja beror på vad du som seglare prioriterar och värderar ifråga om prestanda kontra livslängd. För att få de olika laminaten att passa olika ändamål är förutom laminatets uppbyggnad även fibrernas individuella egenskaper viktiga. Det är således kombinationen av laminatets konstruktion och valet av fiber som ger det intressanta resultatet.

SÅ ÄR DET UPPBYGGT

Man kan i princip dela in laminaten i tre olika varianter: Laminat A används främst för cruisingsegel och prestandainriktad segling. Uppbyggnaden består av taffeta – en tunn,

vävd duk på varsin sida om en polyesterfilm. Denna väv är oftast i polyester eller Spectra med varierande tjocklek.

Det är främst varpen i väven som ska ge materialet dess styrka, medan filmen kontrollerar den övriga diagonala belastningen. För vissa laminat är även så kallade diagonala fiberbuntar laminerade för att ge både väven och filmen extra styrka diagonalt mellan varp och väft. Slitstyrka och livslängd står i proportion till vävens tjocklek och fiberval. I och med att varptrådarna i ett vävt material inte blir helt raka blir initialtöjningen något högre än i mer kappseglsbetonade laminat.

FÖR KAPPSEGLAREN

Laminat B är för kappsegelaren som har minimal töjning och låg vikt som högsta prioritet. Det mest effektiva sättet att utnyttja en fiber

är att lägga den helt rakt, här används idag scrim med preparerade och helt rakt lagda fiberbuntar. Hos de flesta av dessa laminat ligger det även diagonala fibrer laminerade, som ger materialet extra formstyrka i vinklar utanför varptrådarna. Till detta får man även en mycket bra laminering, då det blir förhållandevis stora tomrum mellan fiberbuntarna.

För att öka slitstyrkan och minska risken för revor finns även alternativ med bara film på ena sidan och istället en tunn taffeta laminerad på den andra sidan. Den här typen av laminat tillverkas idag med en mängd olika typer av fibrer såsom polyester, Pentex, Kevlar och kolfiber.

Laminat C använder sig också av förelarna med en scrim med raka fiberbuntar och film mot film. För att ge materialet extra slitstyrka och minskad töjning lamineras →

→ taffeta på båda sidor. Detta skyddar filmen för slitage och blockerar uv-strålarna, som annars bryter ner vissa känsliga fibrer.

De fibrer som används är polyester, Pentex, Vectran, Kevlar och kolfiber. Konstruktionen används främst till prestandainriktad segling, allt ifrån 30 fot upp till superyachter med kombinationer och variationer av fibrer, vilket ger många val.

Detta material är ett lysande exempel på hur olika

fibrer kombi-
neras och
används
till vad
de är bäst
för.

”Det fina med laminat är att man kan mixa olika fibrer i samma laminat.”

Så när vi hade utvecklat och lärt oss att segel bör tillverkas i två grundkonstruktioner (crosscut eller radiell, tillsammans med en anpassad konstruktion av duken) blev det så dags för ytterligare varianter!

I takt med förbättrade belastningsberäkningar av segel kom under 1990-talet material där man byggde upp seglet i sektioner, patenterat och känt under namnet Genesis. I varje sektion la man upp och anpassade garnet efter de belastningsriktningar som hade beräknats fram. Segel tillverkade enligt denna metod blev en mix av laminat och konstruktion, samt individuellt uppbyggt och anpassat efter belastning och ändamål.

I branschen insåg man snabbt fördelarna och trots patent tog det inte lång tid innan vi hade flera olika varianter, både enklare och mer utvecklade så kallade load path-konstruktioner som till exempel Tape Drive, 3DL och D4. Från början var detta en kostsam tillverkningsprocess och efterfrågan begränsades till seglare där bara det bästa var gott nog.

Med förbättrade tillverkningsmetoder har priset nu börjat närma sig priset för vanliga radiellt skurna segel.

Load path finns idag i en mängd olika fibervarianter och konstruktioner och anses vara det ultimata alternativet ifråga om styrka, vikt och formstabilitet. Det bevisas av att load path idag används till både extrem kappsegling som Volvo Ocean Race och cruisingsegling jorden runt.

ÅSIKTERNA SKILJER SIG

I takt med förbättrade kunskaper om vilka belastningar ett segel utsätts för börjar vi nu även tala om material som kan ta upp belastningar i en mängd olika riktningar, så kallade multiaxiala dukar. Det innebär att

man i duken och genom garnernas riktningar försöker uppnå samma låga töjningsegenskaper som finns i radiella- och load path-konstruktioner.

Det ultimata vore ju ett material som hade samma töjningsegenskaper i alla tänkbara belastningsriktningar och det är detta som duktillverkarna allt mer fokuserar på. Det handlar om de så kallade multiaxiala materia-

len. Laminatdukar till dags datum har främst konstruerats för radiella segelkonstruktioner, vilket är en tidskrävande

tillverkningsmetod. Med de multiaxiala materialen sätts seglet ihop med horisontellt liggande sektioner, där dukbredd avgör sektionens bredd. I avsaknad av de radiella panelerna har materialet istället fiberbuntar i upp till sex olika riktningar.

Materialen finns med olika fibrer som polyester, Pentex, Kevlar och kolfiber med eller utan taffeta. Utbudet är stort inom både kappsegling och cruising, men åsikterna bland segelmakare skiljer sig, dels eftersom materialet är dyrt att tillverka och dels för att det inte blir maximalt utnyttjande av fibrerna.

Så här ser duktillverkarna på de senaste årens utveckling:

KANE WATKINSON, BAINBRIDGE SAILCLOTH:

De senaste tio åren har vi sett en introduktion av Pentex och varierande tillgång av aramid och Spectra (orsakat av andra industriers behov, främst av militären och flyget), samt ett större utbud av kolfiber under senare år. Efterfrågan på kolfiber har ökat och den har blivit populär även för cruisingsegel. Det beror främst på dessa faktorer: god tillgänglighet och fallande priser på den marina marknaden, fiberns uv-beständighet, dess styrka samt dess låga uppsugningsförmåga av vatten, vilket gör seglen lättare och enklare att hantera. I en jämförelse mellan de tre olika laminatalternativen membran/load path, radiella och multiaxiala, erbjuder de olika fördelar och alternativ för modern segeltillverkning.

CLAUS A VON BÜLOW,

DIMENSON POLYANT SAILCLOTH:

Jämnheten i kvaliteten har förbättrats avsevärt. De lim som används är betydligt mer utvecklade och därför behövs det mindre lim. Den produktutveckling som vissa limtillverkare har gjort har betytt mycket för kvaliteten; inga delamineringar,

mindre påverkan av uv-ljus och mindre film som spricker på grund av för sträckta garner och scrim.

ROELAND WENTHOLT, CONTENDER SAILCLOTH:

Vi kan inte bortse från det faktum att modern segeldesign har hjälpt utvecklingen av radiella panelsegel. Utvecklingen av material och segel har trots allt fortsatt och det finns några intressanta alternativ såsom multiaxiala dukar och membran/load path på marknaden. Contender har bestämt att inte träda in på marknaden för membran, då detta är så nära den aktuella tillverkningen av seglet. Vi har istället valt att investera i multiaxiala laminat.

Sammanfattningsvis kan man säga att de laminerade materialen har utvecklats till mycket kvalitativa segeldukar och att priset på segel indirekt blivit lägre tack vare material som ger en överlägsen formlivslängd och prestanda, med i många fall likvärdig och längre livslängd än vävda Dacrondukar.

SEGEL EFTER BRUK

Vilken typ av laminat ska du då välja när det är dags att köpa nya segel? Det är flera synpunkter du bör ta hänsyn till, dels den önskade livslängden och dels prestandan både på kort och lång sikt, och sätta det i relation till dina ekonomiska förutsättningar.

För dig som vill kombinera långfärdssegling med kappsegling krävs en speciell kombination av fiber- och laminatkonstruktioner, helt olikt det material du bör välja för ett mer utpräglat kappseglingsegel.

För att välja rätt typ av material och fibermängd, måste också segelmakaren ha kunskap om vilka laster seglet kommer att utsättas för. Det bestäms av båtens deplacement, hur vek eller styv den är, samt seglets area och i vilken vindstyrka seglet ska vara verksamt. Med kunskap om dessa faktorer kan segelmakaren tillsammans med duktillverkarens rekommendationer välja och förorda rätt material och fibermängd.

VÄLJ RÄTT MATERIAL

Till skillnad mot en vävd polyesterduk, där man normalt talar om en viss dukvikt, är det begreppet denier som gäller för laminerade dukar. För en viss belastning och en given typ av fiber kan det krävas till exempel 20 000 denier där belastningen är som störst och bara 10 000 denier där den är som lägst. För en annan typ av fiber kan förhållandet vara 15 000 respektive 5 000 för att uppnå samma styrka. Andra fiber kan kräva en säkerhetsmarginal beroende på sina egenskaper. Till exempel töjer sig Spectra sakta

men säkert under konstant och långvarig belastning (så kallad creep).

För långfärdssegelaren bör man alltid välja ett denieralt med god marginal för maximal livslängd. Till America's Cup-segel väljer man material med ett minimum av fibrer och tar till minsta möjliga säkerhetsmarginal, i förhållande till ett givet antal seglingstimmar. Allt för att kombinera ett så lätt segel som möjligt med krav på formstabilitet och livslängd.

Så här väljer du rätt material enligt duk-tillverkarna:

KANE WATKINSON, BAINBRIDGE SAILCLOTH:

Laminat kan erbjuda ett alternativ för den som söker förbättrad prestanda eller deltar i kappsegling. Men även de som tänker sig långfärdssegling kan tänkas uppgradera till ett laminat med hög fiberstyrka och taffeta för att ge laminatet extra slitsstyrka.

CLAUS A VON BÜLOW, DIMENSION POLYANT SAILCLOTH:

Den som söker det allra bästa kommer i framtiden att välja load path-membran, steget ner är radiellt skurna segel i racinglaminat eller cruisinglaminat. Alternativet till dessa är också de nya multiaxiala laminaten, vilket vi ser som ett högtekniskt och snabbt producerat segel, då materialet finns på lager och kan levereras direkt.

Nästa steg ner kommer fortfarande att vara de vävda dukarna med hela spektrat från specialbehandlade dukar för one design till speciellt vävda dukar för olika segelapplikationer. Sist kommer cruisingduken, där pris och kvalitet är avgörande faktorer.

ROELAND WENTHOLT, CONTENDER SAILCLOTH:

Du ska överväga en vävd duk när lång livslängd är viktigare än maximal prestanda.

Det fina med laminat är att man kan mixa olika fibrer i samma laminat, vilket innebär att man kan konstruera material med unika egenskaper för olika ändmål. Kolfiber är till exempel en av de fibrer som har blivit populära. Fibern har ett antal goda egenskaper, såsom låg töjning och bra uv-beständighet, men den är skör när man böjer den.

Fram tills för sju år sedan var det omöjligt att använda kolfiber, men med moderna laminerings-tekniker går det att förbättra böjegen-skaperna, vilket har gjort det möjligt att använda kolfiber både inom racing och cruising. Men man får inte glömma bort att kolfiber och andra aramidfibrer fortfarande har en begränsad livstid.

Det finns med andra ord oändligt många variationer beroende på båtens typ och →

ORDLISTA

DENIER Ett mått på garnets tjocklek. Ju högre denier desto kraftigare garn.

VARP De längsgående garnerna i en vävd duk.

VÄFT Inslaget i väven som går tvärs varpen.

DIAGONAL 45 grader från varp och väft.



Det här är en D4-duk, som är en belastningsorienterad laminatduk med aramidfibrer och polyesterfilm.

FOTO: JOHAN KARLSSON

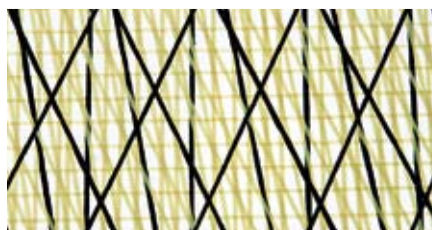
MULTIAXIALA DUKAR – SÅ SER DE SENASTE UT



BAINBRIDGE DIAX 2. Består av aramid och svart technora, lagda i diagonala ribbor i 45 och 65 grader.



DIMENSION FLEX. Den här duken är gjord av aramidfibrer som är lagda i diagonala ribbor i 20 och 30 grader.



CONTENDER MAXX. De använda fiberna är aramid och kolfiber. De är lagda i diagonala ribbor i 82 och 70 grader.



Den här multiaxiala duken består av Pentexfibrer och UV-film, men har även polyesterfibrer och taffeta i sig. Den är lämplig för rullningsbara segel.

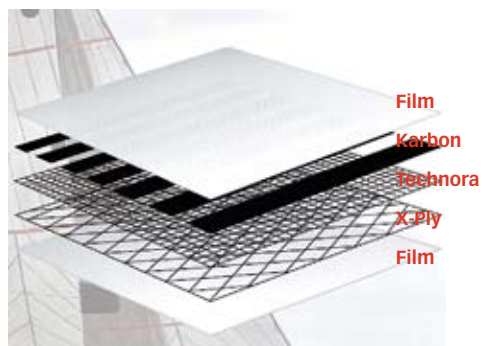
TEKNIK: SEGELDUK

→ storlek och hur man har tänkt sig segla. Det gör det knappast lättare för dig som kund, men det är i alla fall en positiv vallsituation eftersom du i praktiken kan handplocka en segelduk som passar dig bäst. Vetskapen om mångfalden av olika material gör det också mer begripligt hur samma segel kan variera så mycket i pris.

Lika viktigt är också att seglet får rätt formgivning, för vilken nytta har man av ett bra material om inte seglet står som det ska?

När det är dags för nya segel – ta god tid på dig och undersök olika tänkbara material och konstruktioner. Och när du jämför priser – fråga dig själv om du jämför äpplen med päron. Många gånger försvåras jämförelsen av att många segelmakare namnger material från duktillverkare med egna namn och beteckningar. Kräv därför att få reda på vem tillverkaren är och materialets riktiga specifikation.

Slutligen – var noga med att tala om för din segelmakare på vilket sätt du seglar och använder din båt, samt vad du förväntar dig av det nya seglet. Bara med den rätta informationen och kunskapen kan segelmakaren låta sitt eget yrkeskunnande komma till sin fulla rätt. ✱



Det här är ett av många exempel på hur en laminatduk kan vara uppbyggd.

Loadpath-konstruktioner är numera så beprövade att de blivit det självklara alternativet även för de allra största båtarna och för jordenruntsegelare. Den här superyachten har D4-segel från Dimension Polyant.

