

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Venealan koulutusohjelma

Lars Gripenberg

TILLVERKNINGSMETOD FÖR FRAMSTÄLLNING AV DÄCKSLUCKOR MED GLAS

Examensarbete 2010

SAMMANDRAG

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Venealan koulutusohjelma

GRIPENBERG, LARS

TILLVERKNINGSMETOD FÖR FRAMSTÄLLNING AV DÄCKSLUCKOR MED GLAS

Arbetetshandledare	Lektor Tapio Pilhjerta
Betällare	Oy Nautor Ab
Ingenjörarbete	52 sidor
År	2010
Ledord	Kompositer, lucka, tillverkningsmetod.

Arbetet går ut på att hitta ett system för att tillverka däcksluckor med glas internt på Nautor. Detta är idag en produkt som vi köper utifrån av en extern leverantör till höga priser därför att vi inte själva har ett fungerande koncept för dylika produkter.

Arbetet består av att kartlägga vilka olika tillverkningsmetoder som finns som är lämpade för detta ändamål, (Handlaminat, Injecering, Prepreg, mm).

En eller två tillverkningsmetoder väljs ut och därefter tillverkas ett provexemplar med denna/dessa metoder och utvärderas efteråt.

En lönsamhetskalkyl kan även ingå för att se om det är lönsamt att börja tillverka denna produkt själv.

Detta är ett arbete som vi nödvändigt borde få utfört på Nautor och jag tror att ifall man får fram ett fungerande system för detta så kunde även metoden användas på en hel del andra produkter på våra båtar!

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Boat Manufacturing

GRIPENBERG, LARS	Manufacturing Method for Deck Hatches with Glass
Bachelor's Thesis	52 pages
Supervisor	Tapio Pilhjerta, Senior Lecturer
Commissioned by	Oy Nautor Ab
Year	2010
Keywords	Composite, hatch, method, marine.

The objective of this thesis was to find a system to start production of deck hatches made of glass at the Nautor boat yard. Today this product is bought from subcontractors.

The first part of the study was to analyze different methods that can be used in producing this product. That is hand lamination, injection, prepreg and sprint methods. The second part was a detailed study and a practical test of one production method.

This study is very important for the company. If one of these methods is useful to produce the hatches, it can also be used for the manufacturing of other components. The manufacturing costs are important and a price calculation should be very interesting.

Innehåll:	sida
1. Företaget	5
2. Produktanalys	6
3. Problembeskrivning	8
4. Kartläggning av olika Tillverkningsmetoder	9
4.1 Handupplägg	10
4.2 PrePreg	11
4.3 Sprint	12
4.4 Injecering	13
5. Avgränsning till en eller två metoder	15
5.1 Beskrivning av injeceringsmetoden	15
5.1.1 Allmänt om Processen	16
5.1.2 Materialmöjligheter vid tillverkning	18
5.1.3 Injeceringshastighet	19
5.1.4 Kvalitet	19
5.2 Beskrivning av sprintmetoden	20
6. Tillverkning av Testbitar	25
6.1 Formval	25
6.2 Materialval	26
6.3 Utförande	27
7. Analys av resultatet	35
8. Lönsamhet	37
9. Sammanfattning	38
Källor	39
Bilagor	40

1. FÖRETAGET

Nautor's Swan är ett företag som tillverkar segelbåtar. Företaget är dels beläget i Kållby i Pedersöre kommun och dels vid hamnen i Jakobstad. Därtill finns det även snickeri i Kronoby .

Oy Nautor Ab:s grundare Pekka Koskenkyläs plan var från början att bygga en 10 meters segelbåt i en glasfiberjutform. Konceptet var en design som klarar både stillsamma söndagsseglatser och tuffare kappseglingar. Det var ett vågat projekt och nyckeln till framgången ansågs vara serietillverkningen. En noggrann organisation var av högsta vikt från första början. Ett möte med Stephens från Sparkman & Stephens initierade företaget och succén med den första modellen, en Swan 36, var ett faktum.

Majoritetsägare i företaget är sedan 1998 en grupp italienska investerare med affärsmannen Leonardo Ferragamo i spetsen.

Segelbåtarna som har tillverkats där är mellan 36 och 131 fot. En av de mera kända historiska modellerna är Nautor's Swans 36-fotare. Swan-båtarna är internationellt välkända och exporteras till många länder. De säljs framför allt i segelbåtmarknadens premiumsegment, vilket har lett till att Nautor successivt har fokuserat på allt större båtmodeller.



Bild 1. Oy Nautor Ab, Jakobstad (BTC)

2. PRODUKTANALYS

Man kan dela in däcksluckan i flera komponenter enligt:

Underram, Överram, Glas, Gångjärn, lås samt gasdämpare



Bild 2. Sammanställning av lucka

De delar som jag kommer att beröra är underram samt överram. Detta är också de delar som är tillverkade i komposit och som är problematiska i dag, främst då överramen som består av ett sandwichlaminat.

Glas, lås, gångjärn och gasdämpare är ”köpta komponenter” det vill säga de tillverkas av en extern leverantör. Dessa är det inte heller någon mening med att tillverka själva.

Underramen är tillverkad i ett stycke och gjord med en limfläns så att man kan limma fast ramen i däckets direkt i en befintlig nedsänkning i däckslaminatet. Den innehåller ett vattenspår som leder vatten som läcker in mellan inner och ytterramen till dräneringspipor som i sin tid leder ut vattnet igen genom ett slang/rörsystem. Innerkanten på ytterramen består av en uppviktkant som trycker in i en gummilist på överramen för att bli helt vattentätt.

Man kan säga att kriterierna som underramen skall uppfylla är: Den skall gå att limma fast i en nedsänkning i däckets. Den skall vara stark nog för att hålla belastningar som uppstår på den. Den skall passa ihop med överramen och bilda en vattentät enhet. Den bör ha samma ytbeläggning som resterande däckets har, det vill säga målad i en kulör (oftast vit). Utseendemässigt skall den uppfylla de krav som ställs på Nautors produkter.

Överramen är tillverkad som ett sandwichlaminat. Detta för att den inte klarar av belastningarna som uppstår på den ifall den skulle vara enkellaminat (ej inom rimliga viktgränser). Detta betyder att den innehåller en kärna i ett lättmaterial samt ett laminatskikt runt omkring. Översidan på ramen bör vara slät för att glaset på luckan skall kunna limmas mot ytan. Undersidan igen skall innehålla ett spår för en gummitättningslist. Båda ytorna på luckramen bör vara ganska släta. Detta i och med att glaset limmas mot den övre och den undre blir en synlig yta.

Kriterierna för överramen är ganska långt samma som för underramen men med tillägg om att båda ytorna bör vara relativt släta.

3. PROBLEMBESKRIVNING

Överramen på luckan är ett så kallad slutet laminat, det vill säga inga kanter eller ”enkellaminat” finns på biten. Det är just denna utformning som gör att det är svårare att tillverka biten jämfört med andra komponenter!

Vid tillverkning av luckan måste laminatet vara felfritt, det vill säga ytan måste vara helt slät och utan ojämnheter för att kunna ytbehandlas med ett minimalt förarbete (spackling, slipning, grundmålning). Samtidigt med detta måste också laminatet ha en hög fiberhalt (för att minimera vikten och optimera hållfastheten). Laminatet får ej heller innehålla luft eller torra fibrer.

Det mest problematiska vid tillverkningen är att få produkten att se bra ut på alla kanter och sidor. Detta på grund av att alla sidor behöver vara släta och vitmålade. Samtidigt måste även produkten vara styv och tillräckligt hållbar för att kunna motstå belastningar och nötningar som uppstår på den. För att uppnå detta måste produkten, åtminstone överramen, bestå av ett laminat innehållande en kärna.

Genast när man har ett laminat som innehåller en kärna och som bör vara formriktig på alla sidor och kanter efter tillverkningen krävs nästan alltid en så kallad dubbelform. Dessutom måste ramen även innehålla tjockare laminat eller metallinlägg för att ha någonting att fästa till exempel gångjärn i. Ett annat problem är också att en del luckor är raka, medan andra igen har en liten radie med andra ord den följer däckskurvaturen. Så det optimala vore att man kunde tillverka både raka och krökta luckor med samma form. Detta borde vara möjligt genom att ha tilläggsbitar i formen som man sätter till eller tar bort beroende på vilken typ av lucka man skall tillverka.

Eftersom överramen är den mest problematiska att tillverka, kommer jag att avgränsa mitt arbete till att innehålla endast denna del. Jag tror att man relativt enkelt därefter kan hitta ett fungerande system för att tillverka underramen. Detta på grund av att den endast innehåller ett enkelt laminat utan distansmaterial och som dessutom bara behöver ha ena sidan helt perfekt.

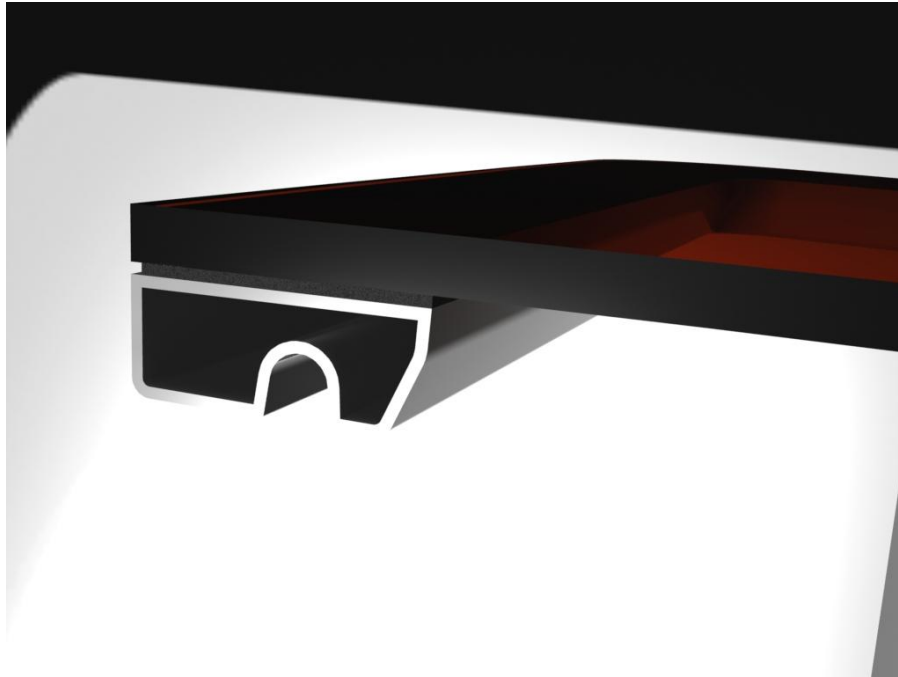


Bild 3. Snitt på överramen.

4. KARTLÄGGNING AV OLIKA TILLVERKNINGSMETODER

Ser man vilka tillverkningsmetoder som finns inom branchen så är det tre till fyra metoder som dominerar idag. Dessa finns närmare beskrivna i punkterna 4.1- 4.4

4.1. HANDUPPLÄGG

Handuppläggning är ett samlingsnamn på tillverkningsmetoder där man använder öppna formar. Formarna kan vara hon- eller hanformar beroende av produktens utseende och funktion.

Formarna kan vara av ett flertal olika material: trä, gips, cement, GAP, metall eller kombinationer av dessa material. Metoden används främst för tillverkning av produkter av glasfiberarmerad plast.

Först poleras formens yta och behandlas med ett släppmedel för att förhindra formen och laminatet att fastna i varandra. Därefter beläggs formens yta med ett pigmenterat hartsskikt, ”gelcoat”, oftast något tixotrop polyester- eller epoxisystem. Gelcoaten kommer sedan att utgöra den primära ytan hos produkten. Ytans kvalitet är därför beroende på hur behandlingen av formytan har utförts och det sätt på vilket gelcoaten läggs på.

Gelcoaten påläggs normalt genom sprutning eller genom pensel eller roller till en skiktjocklek av 0,5–1,0 mm. När gelcoat-skiktet har härdat, läggs ibland en finare ytmatta på som närmaste skikt följt av ett antal armeringsskikt av matta (CSM) eller rovingväv. Varje uppläggning av ett nytt skikt tillgår så att först sprutas eller rullas hartset på ytan. Sedan appliceras torra mattor eller vävar på den våta ytan och inarbetas och impregneras med harts genom rollning, varefter skiktet får härda. Nästa skikt läggs på när det förra skiktet har gelat, men innan det har härdat fullständigt. När skiktet har lagts upp, får hela laminatet härda färdigt. Normalt sker detta vid rumstemperatur. Efter härdning renskärs kanter och laminatet utformas från formen, som sedan prepareras för nästa forming.

Man förstår att den beskrivna metoden är arbetsintensiv och att resultatet mycket beror på operatörens skicklighet.

4.2. PREPREG

Prepreg är förkortning för "pre impregnated" och består som namnet säger av fiber som är förimpregnerad med matris.(www.gurit.com) För att matrisen ska vara stabil är den delvis härdad och för att inte härda färdigt innan man börjat använda prepregen måste den lagras i en frys. Den vanligaste matrisen är epoxi, men t.ex. cyanatester och bismalimid finns också att tillgå.

Fibern i prepregen kan vara allt från ett tunt lager med enkelriktad fiber via väv till multiaxiell matta. Prepreg kan levereras i de flesta fibertyper, som kolfiber, glasfiber, och organiska fiber. Advanced Composites Group kan, i tillägg till att leverera prepreg på rulle, även leverera den i färdigt tillskurna bitar.

Själva lamineringen börjar med att man hämtar ut rullen med prepreg från frysen och låter den tina. Upptiningen kan ta upp till ett par dagar beroende på hur stor rulle man har. Använder man bara litet i taget kan man låta rullen tina lite, rulla av det man behöver och lägga tillbaka rullen i frysen.

Det är viktigt att se till att det inte bildas kondens på prepregen när man tar den ut ur frysen då fukt kan reducera laminategenskaperna. Prepreg kan lagras i frysen i upp till två år, men varje gång man tar den ut ur frysen förkortas hållbarhetstiden.

När prepregen har tinat lägger man upp den i formen. Varje lager trycks på plats med t.ex. roller eller gummispäckel för att förhindra att det kommer luftbubblor mellan lagren. För att säkerställa att det inte finns luftinneslutningar i laminatet måste det även "debulkas". Det vill säga att man lägger en släppfilm och en breather över laminatet, sluter formen med en vakuumbag och suger ut luften. Laminatet får sedan ligga en tid under vakuum så att luften får tid att komma ut ur laminatet.

Debulking bör göras efter att man lagt det första lagret och sedan efter vartannat till vart tredje lager beroende på varje lagers tjocklek. En gles väv behöver inte debulkas lika ofta som ett tätt enkelriktad lager. När man laminerar med enkelriktade lager är det mycket viktigt att fibrerna ligger i rätt riktning i formen. Materialegenskaperna för enkelriktade fibrer avtar mycket redan vid små avvikelser från fiberriktningen.

När produkten är färdiglaminerad täcks den över med en peel-ply. Peel-plyens uppgift är att göra det möjligt att ta bort det som ligger ovanpå den. På peel-plyen lägger man en bleeder, som ska förhindra att man trycker ut för mycket matris under härdningen.

Därefter kommer en breather, den är till för att dels suga upp överskottsmatris och dels att underlätta för luften att ta sig ut. På toppen kommer en diffusionstät duk eller film som tätas av mot formen längs kanten på denna. Sedan sugs luften ut med hjälp av en vakuumpump.

För att uppnå de goda materialegenskaperna man kan få när man använder prepreg måste laminatet härdas under tryck och värme. Kravet på värme beror på vilket matrissystem man väljer. Det finns system som kan härdas i temperaturer helt ned till 25°C. För att lägga tryck på laminatet kan man använda vakuum, eller man kan använda vakuum i kombination med en autoklav. På slutna konstruktioner som t.ex. ett rör kan man lägga in en expanderbar slang inuti röret som man blåser upp och som trycker laminatet mot en yttre form.

För bästa möjliga laminatkvalitet används vakuum i kombination med en autoklav. En autoklav är en kombination av en ugn och en trycktank. Man evakuerar först formen för luft med en vakuumpump. Sedan ökar man trycket i autoklaven till ett passande tryck och låter laminatet härda under en passande temperatur.

(Lars Ström KOMPOSITSKOLNING 2008)

4.3 SPRINTLAMINERING

Sprintlaminering är nästan identisk med Prepreg laminering, dock med en väsentlig skillnad:

Materialsystemet Sprint består av två lager med torra fibrer med ett lager i mitten av en matrisfilm bestående av epoxi. Detta gör att materialet har torra fibrer på båda sidor av materialet.

4.4. INJECERING

I denna grupp inräknas alla injiceringsmetoder där flytande material blandas och förs in i ett verktyg eller form där materialet får reagera och härda. Efter kylning tas materialet ut och verktyget rengörs, varefter en ny cykel kan börja. Inom denna grupp finns ett antal processer varav de flesta kan användas för framställning av kompositer.

RIM, Reaction Injection Moulding, är ett samlingsnamn för en process där vanligen två vätskeströmmar av komponenter blandas till ett reaktivt system och sprutas in i ett formrum där det får reagera till en solid produkt. Vissa system reagerar redan vid rumstemperatur medan andra kan kräva att vätskan förvärms och att verktyget hålls vid en hög temperatur. I detta fall krävs ofta en kylning av verktyget innan produkten kan tas ut. RIM används utan armeringsmaterial. Olika gummitillsatser kan tillföras för att förbättra slagtligheten.

RRIM, reinforced RIM, liknar RIM men korta (glas-) fibrer blandas in vanligen i bägge vätskeströmmarna varefter blandningen sprutas in i verktyget. Det fasta materialet får en ökning av styvheten som beror på bl a mängden fibrer som inkorporerats. Ofta används 10 till 30 viktprocent glasfibrer i en sådan blandning.

SRIM, structural RIM, är en process där torrt armeringsmaterial t ex av typ glasfibernatta läggs i verktyget som sedan stängs. Därefter sker injiceringen och armeringsmaterialet impregneras. Som armering används mattor, vävar, trikå eller kombinationer av dessa, men även andra förformar som t ex sprutade förformar kan förekomma. Eftersom förformar med långa fibrer och med hög fiberfyllnadsgrad används erhålls generellt produkter med hög hållfasthet.

Vid framställning av större paneler med kontinuerlig armering används idag tre huvudtyper av processer: Injicering RTM, SRIM och vakuuminjicering, ofta med vakuumsäck. (KOMPOSITTIRAKENTEET muoviyhdistys ry)

Skillnaden på Vakuum och Tryckinjicering:

Vakuminjicering: Armeringen placeras i ena verktygshalvan innan verktyget slutes. En plastbehållare med plastblandning ansluts till ett intag i verktygets nedre del.

Formrummet evakueras genom en vakuumpump med plastfälla ansluten till verktygets övre del. Plast stiger då upp, impregnerar armeringen och fyller formrummet.

För att få ett porfritt laminat ska plastfronten ha en låg hastighet. Plasten bör vara lågviskös. Impregneringen förbättras också om plasten uppvärms. På grund av den långsamma formfyllningen ger vakuuminjicering långa cykeltider, men förhållandevis god laminatkvalitet.

Tryckinjicering skiljer sig främst från vakuuminjicering genom att plasten med ett injiceringsaggregat trycks in i formen (med 1–2 bar). Luften i verktyget evakueras (trycks ut), antingen genom separata luftningskanaler eller via verktygets klämkanter. Detta medför att formfyllningen går snabbare än vid vakuuminjiceringen. Plastfronten bör ha en relativt hög hastighet för att förhindra luftinneslutningar. Plasten är mera högviskös än vid vakuuminjicering (150–400 cp). Ibland används tixotroperad plast för att få en bättre sammanhållen plastfront. Framför allt gäller detta vid låga hastigheter hos plastfronten.

Det högre trycket i formrummet medför att verktyget utsätts för betydligt större krafter än vid vakuummetoden. Därför bör verktygen göras mycket styva. Armeringen ska följa verktygsytorna mycket väl. Om det inte gör det uppstår oarmerade plastanhopningar som lätt spricker. Dessa partier krymper mer än de armerade, vilket kan orsaka synliga sjunkmärken i detaljens.

5. AVGRÄNSNING TILL EN ELLER TVÅ METODER

Efter att ha bekantat sig med ovanstående tillverkningsmetoder kan man konstatera att en del tillverkningsmetoder faller bort. Handupplägg går till exempel inte att använda på denna produkt. Detta för att man endast får en sida slät vid handlaminering.

Samtidigt som den också ger ett så dåligt laminat att det inte finns orsak att använda sig av denna metod. Prepeg kan man använda sig av men här skulle det kräva att man använder kolfibermattor som är betydligt dyrare än glas. Tillverkningsmetoden med Prepeg och sprint är närmast identiska, lyckas man med Sprint så torde inte heller den andra vara något problem. Injecering däremot är säkert en helt fungerande metod för denna produkt. Med beaktande av denna fakta så kommer jag att testa med Sprint metoden och hålla Injecering som ett reservsystem.

5.1 BESKRIVNING AV INJECERINGSPROCESSEN

Vakuuminjecering är en sluten tillverkningsprocess. Formen som används är enkel dvs. formen är öppen och kan vara plan, hon- eller hanform eller av mer komplicerade geometrier. Generellt tillvägagångssätt för vakuuminjecering är enligt följande:

- Formen vaxas och förses med släppmedel. Fiber och eventuellt kärnmaterial placeras torrt i formen. På fibrerna placeras vid behov en avrivningsväv.
- Allt försluts med en vakuumbag. Bagens plast tätas mot formen med sk. tätningspasta. I hörn och vid in- och utgång görs sk. öron i vakuumbagens plast dvs. veck i plasten för hörn och kanter i komponenten. Inlopp för injicering av matris placeras ut. Vanligtvis bestående av en behållare med färdigblandad matris där det från behållaren går en plastslang upp till formen och in under kanten av bagen, där slangen tätas runt om med tätningspasta. En eller flera inlopp med matris kan användas. Även utlopp placeras ut i form av plastslangar som tätas med pasta. Dessa slangar går till en spillhink för överskottsmatris och vakuumpumpen.

- Med hjälp av vakuum evakueras luften ur vakuumbagen genom plastslangar från utloppen. När önskat vakuumtryck nåtts hålls fibrerna under tryck ett tag för att luften helt ska hinna evakueras ut ur laminatet. En kontroll över att vakuumbagen är helt tät görs.
- Därefter öppnas inloppen i önskad ordning och matrisen sugas in i formen av vakuumtrycket vid utloppen och impregnerar de torra fibrerna.
- När matrisen impregnerat fibrerna fullt låter man matrisen härda. Härdning sker oftast i rumstemperatur men ibland kan värme användas för att påskynda härdningen.
- När laminatet är genomhärdat stängs vakuumtrycket av och vakuumbagen med in- och utlopp tas bort. Eventuell avrivningsväv dras av. Ibland efterhärdas kompositen för att höja komponentens värmetålighet beroende på tänkt användningsområde.

5.1.1 ALLMÄNT OM PROCESSEN

Under de senaste åren har vakuuminjicering blivit en av de vanligaste tillverkningsmetoderna inom marinindustrin, då omställningen från handupplägning till vakuuminjicering inte är allt för kostsam eller svår. Övergången till vakuuminjicering kan ske gradvis eftersom samma matriser och fibermattor kan användas i båda processerna. Metoderna kan även kombineras i samma komponent. En annan bidragande faktor är att kvalitetsskillnaden mellan metoderna är väldigt tydlig, då hållfastheten förbättras avsevärt med porhalter på 3-4 % (handupplägg) till ungefär 0,5% (vakuuminjicering). Samtidigt som volymen fibrer i kompositen ökar från runt 30-40% till 50-55 % . Vakuuminjicering är en mycket mer repeterbar metod som kan ge samma resultat gång efter gång, medan kvaliteten på ett handupplagt laminat kan variera mycket från gång till gång beroende på vem som tillverkar komponenten. De vanligaste problemen med metoden är att få matrisen att fullt impregnera fibrerna.

Utvecklingen inom vakuuminjicering har gått framåt till att ta fram bättre och snabbare impregneringsmetoder, även till att minska mängden förbrukningsvaror som används vid tillverkning.

Det finns många andra anledningar till varför just vakuuminjicering blivit en standard tillverkningsmetod inom marinindustrin. Två viktiga anledningar är att användandet av metoden har förbättrat arbetsmiljön avsevärt och metoden kräver ingen avancerad eller dyr utrustning. Främst är det stora delar som skrov, däck och överbyggnader men även skott och andra mindre komponenter som tillverkas med metoden. Metoden möjliggör att stora komponenter snabbt och kostnadseffektivt kan tillverkas.

Processen bygger på att någon typ av matrisdistribuering används för att göra metoden effektiv. Utan detta går injiceringen mycket långsamt vilket gör att bara mindre ytor kan injiceras innan matrisen börjar härda. Olika typer av skikt kan användas som mycket genomsläppliga nät där matrisen snabbare kan transporteras än genom fibrerna. Detta leder till att större ytor kan injiceras.

Processen är relativt enkel och rättfram. Hardning kan ske vid rumstemperatur och med hjälp av bara vakuumtryck kan laminat med god kvalitet tillverkas. Utrustning som behövs är vakuumpump och förbrukningsvaror såsom plastslangar, spiralslangar, injiceringsflator, vakuumbag, tätningspasta, avrivningsväv mm. efter behov. Vid vakuuminjicering används mycket förbrukningsvaror som kasseras efter injicering. Även en del spillmatris som uppkommer och restmatris vid tillverkning slängs också. Detta ger relativt mycket avfall. För att minska mängden avfall har återanvändningsbara vakuumbagar börjat tas fram. En fördel är att materialsystemen som används har relativt låg kostnad jämfört med prepreg och sprint.

5.1.2 MATERIALMÖJLIGHETER VID TILLVERKNING

Val av armeringar är mer eller mindre obegränsat då de flesta olika fibrer och typer av vävar kan användas. En nackdel med torra fibrer är att vävarna lätt skjuvas vid uppläggning. Fibrerna kan då få en något felaktig uppläggningsvinkel vilket påverkar hallfastheten hos materialet.

Begränsningar som gäller val av matriser är beroende av viskositet. Den måste vara tillräckligt låg för att kunna injiceras och impregnera fibrerna. Vanlig viskositet på matriser som injiceras är 200-300 mPas, vilket är tillräckligt lågt för att matrisen ska flyta ut bra i formen och ge god impregnering av fibrerna. Det finns speciella hartser som har mycket lägre viskositet, så lågt som 20 mPas. För att få lägre viskositet kan matrisen värmas. Då måste hänsyn tas till att detta påskyndar härdningsprocessen då molekylerna reagerar lättare vid högre värme.

Kärnmaterialtypen begränsas av vilken värme de klarar av. Vid härdning i vissa fall kan den exoterma processen hos matrisen utveckla hög värme. Formar gjorda av kärnmaterial isolerar vilket gör att mycket höga temperaturer uppnås som också måste tas hänsyn till vid tillverkning. Ibland efterhärdas komponenten och då måste kärnmaterial klara en högre temperatur under längre tid. Honeycombmaterial kan inte användas då kärnmaterial vid injicering skulle fyllas med matris.

När det gäller förbrukningsvaror såsom vakuumbagar finns de i en mängd antal bredder och tjocklekar för att passa den specifika produkten. Vakuumbagarna kan även svetsas ihop för att följa komplicerade former eller få extra bredd.

5.1.3 INJECERINGSFASTIGHET

Injiceringshastigheten vid vakuuminjicering avgörs av diametern på inloppet och vakuumtrycket. Impregneringshastigheten/flödeshastigheten genom laminatet beror på vakuumtrycket och motståndet i materialet dvs. hur täta fibrerna är som matrisen måste ta sig igenom. Formfyllningstiden är direkt relaterad till matrisens viskositet, vilket avgör hur lång tid det tar att fylla formen.

5.1.4 KVALITET

Mekaniska och fysikaliska egenskaper som följd av metodens processbarhet borde bli enligt följande. Porhalt och fiberhalt blir generellt goda och borde ge relativt goda värden på den specifika hållfastheten och delamineringsegenskaper. Eftersom matrisen härdar vid rumstemperatur ger det materialet relativt låga värden på värmebeständighet. Värmetåligheten kan höjas hos materialet om komponenten efterhärdas.

Fiberhalten i det färdiga laminatet bestäms av vakuumtrycket och kompaktionsgraden av fibrerna. Det är fördelaktigt med fullt vakuumtryck då högre tryck bidrar till högre fiberhalter. Används fullt vakuumtryck kan vissa matriser börja skumma och bilda en massa små porer (koka). Vakuumtrycket påverkar hur mycket fibrerna trycks ihop. Men fibrerna går bara att kompaktera till en viss grad. Därför påverkar fibrerna hur mycket det går att trycka ihop fiberhalten i laminatet. Det kvarstående mellanrummet mellan fibrerna vid kompaktering avgör hur mycket plats som matrisen kan fylla ut.

Multiaxiella mattor kan kompakteras mera än vävda. Vanliga fiberhalter hos ett färdigt laminat som vakuuminjicerats är 50-55% men fiberhalter upptill 65 % går att uppnå. Högre fibervolym leder dock till sämre permeabilitet då mellanrummen mellan fibrerna är mindre. Detta kan leda till dålig impregnering av varje fiber med följd att hållfastheten försämras.

Trycket kan variera över formytan. Trycket är högre vid utloppen och lägst vid inloppen. Oftast är denna tryckskillnad mindre betydande för resultatet hos det färdiga laminatet. Men små tjockleksvariationer förekommer då laminatet är något tunnare vid utloppet än inloppet. Exakt form och tjocklek på laminatet går inte att bestämma då det

skulle behövas en dubbelsidig form men relativt nära går det ändå att bestämma pga. vakuumtrycket. Detta medför att exakt vikt kan variera några procent mellan likadana komponenter som tillverkats på samma sätt. Även fiberhalten kan variera någon procent i samma laminat och mellan olika komponenter. Detta beror på lokala variationer i tryck och fiberkompaktering. Trycket varierar beroende på var in- och utlopp är placerade.

5.2. BESKRIVNING AV SPRINT METODEN

Materialsystemet Sprint består av två lager torra fibrer med ett lager i mitten av matrisfilm av epoxi. Detta gör att materialet har torra fibrer på ytan av båda sidor av materialet. Tillverkaren av Sprint är SP systems som har patent på produkten. Vanlig vikt på fibervävarna som används är mellan 300-1200 g. De vanligaste vävarna är 2x2 twill och sydda multiaxiella vävar. Lågtemperaturhärdande epoxi används som matris till dessa produkter. Lägsta härdningstemperatur för Sprint är 70C. Vid tillverkning i 70C skall temperaturen hållas i 16 timmar för att fullständig härdning skall ske. Olika härdningscykler kan användas där cyklerna blir kortare vid högre temperaturer. Rekommenderade härdningstemperaturer är mellan 70-120°C. Materialet kan även härdas med temperaturer upp till 180°C. Vid högre temperaturer blir matrisens geltid mycket kortare. (www.gurit.com)

Innan tillverkningen kan påbörjas tas rullen med materialet ut ur frysen och den får tina. Beroende på hur stor rulle man har kan upptiningen ta upp till ett par dagar innan den helt nått rumstemperatur. Använder man bara litet i taget kan man låta rullen tina lite, rulla av det som behövs och lägga tillbaka rullen i frysen.

Vid tillverkning av testluckan i sprint krävs först och främst att formen vaxas ordentligt, detta för att biten efter härdning skall lossa ur formen. Eftersom det är problem att hitta en gelcoat som fungerar tillsammans med sprint och epoxi väljer jag att ännu så länge tillverka luckan utan ytfärg och måla luckan senare. Detta ger också bättre möjlighet att

syna och analysera resultatet eftersom man inte har en färg som täcker ytan, man ser hartsen och eventuella fel bättre.



Bild 4. Färdig vaxad form

Därefter gäller det att placera fiberväven i formen med minsta möjliga antal skarv och så få överlappningar som möjligt. Detta för att materialet växer på tjocklek ju flera överlappningar man har. Detta medför att man har problem med att placera i den färdigt frästa skumkärnan. Kanterna på väven bör sticka upp så mycket över formkanten så att man sedan kan vika ihop dem från båda sidorna och få en överlappning på ca 20-30mm.

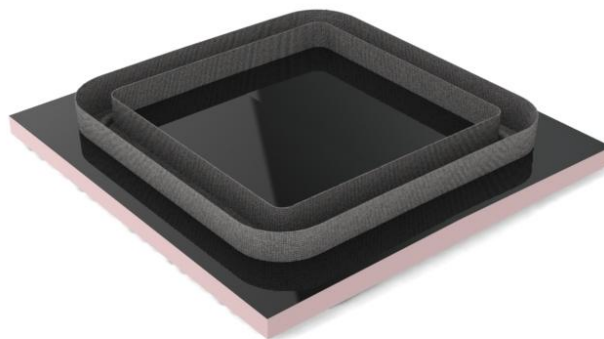


Bild 5. Form med väv isatt

Efter att man har satt i fiberväven gäller det att få placerat i skumkärnan. Skumkärnan är i detta skede färdig fräst att passa i formen dock så mycket mindre till formen att väven ryms i mellan. I detta skede kan det vara att man hamnar att justera skumkärnan ifall den är för stor och inte går ner i formen. Efter att man har placerat i skumkärnan och konstaterat att den har rätt storlek viker man ihop kanterna på väven. Det är möjligt att man hamnar att sätta till väv på toppen av ramen i hörnen för att överlappa eventuella snitt man tvingats göra i väven för att få den nedvikt. Glasfiberbuntar placeras ut runt om laminatet för att luft lättare skall kunna evakueras ut ur laminatet. Glasfiberbuntarnas ändrar skall vara i kontakt med breathern. Laminatet förses med rivningsväv, operforerad plastfolie och breather.

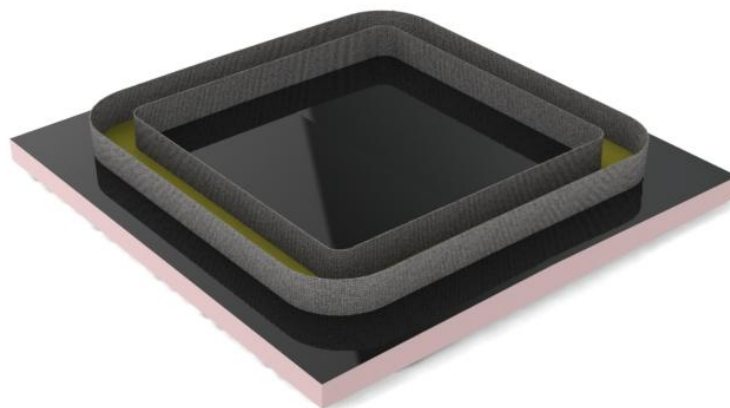


Bild 6. Väv och distansmaterial i form

När man har väv och distansmaterialet placerat i formen sätter man en aluminiumplåt på toppen av formen. Detta för att få en slät och jämn yta på toppen av ramen men också för att aluminium är en ytterst god värmeledare. Man får härmed en jämnare temperatur vid härdningen men samtidigt också snabbare upp temperaturen när man placerar formen i ugn. Vakuumbagen installeras med vanliga standardtekniker. Minst två utlopp bör användas. De skall då placeras i ändorna av laminatet.

När allt är installerat och klart sätts vakuumpumpen igång. Laminatet hålls under fullt vakuumtryck mellan 5 och 60 minuter beroende på storleken på laminatet. Därefter sätter man in formen i ugn och placerar vacuum påse på och kör upp värmen i ugnen för härdning. Temperaturen höjs upp (0,5 eller 2 °C/min) och laminatet härdas sedan efter rekommenderad härdningscykel. Härdningscyklerna för dessa lågtemperaturmaterial är relativt långa ofta ca 16 timmar.

Under härdning får matrisen lägre viskositet och pressas genom fibrerna av trycket samtidigt som luften i laminatet passerar ut genom de torra fibrerna. Alternativt kan material med högre matrishalt än som behövs i det färdiga laminatet användas. Då kan tillverkning med perforerad plastfolie användas och materialet tillåts blöda ut till breathern. Detta rekommenderas om en struktur med mera komplexa former ska tillverkas. Då kan instängd luft lättare transporteras ut.

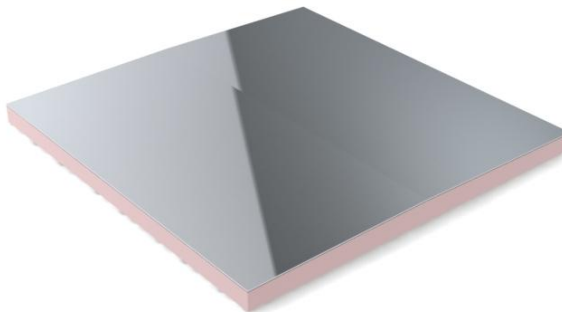


Bild 7. Plåt på toppen av formen

Sedan laminatet har härdat klart tar man ut formen och avformar ramen ur formen. Härmed är ramen klar för inspektering och analysering.



Bild 8. Färdig ram avformas

5.2.2. KVALITET

Matrisen innehåller mindre porer från början jämfört med matriser som injiceras. Komplicerade injiceringsprocesser med problem såsom torrfläckar och ofullständig formfyllning elimineras med RFI. God fiberparallellitet och jämnare avstånd mellan skikten eftersom de hålls raka av matrisfilmen och mattorna på jämna avstånd. Låg porhalt kan ofta uppnås med metoden. Fiberhalten är förutbestämd genom tillsatt mängd

matris i materialet och varierar något mellan olika fibertyper och vävar men vanlig fibervolym är 45-60 volymprocent. (OY Nautor AB)

6. TILLVERKNING AV TESTBITAR

Tillverkningen av luckan kommer i första hand att ske med SPRINT-system för att sedan analysera den och hålla Injeceringsmetoden som ett reservsystem ifall att den första metoden skulle misslyckas. Detta för att SPRINT ger ett bättre laminat. Lyckas det är den helt överlägsen den andra metoden.

6.1. FORMVAL

Ett av dom stora problemen är att hitta en form som är både hållbar, värmetålig och relativt billig att använda.

Det finns egentligen tre användbara material på marknaden idag:

- aluminium
- faner (plywood)
- pasta material
- kompositformar.

Aluminium är ett grundämne med atomnummer 13. Aluminium är en lättmetall. Det är den vanligaste metallen i jordskorpan och det tredje vanligaste grundämnet på jorden efter syre och kisel.

Egenskap:

Aluminium är en mjuk lättmetall som är silvrig till grå i färgen. Den är en mycket god ledare för både värme och elektricitet men är inte ferromagnetisk. Rent aluminium har

en sträckgräns på 7-11 MPa medan legeringar har en sträckgräns på 200-600 MPa. Densiteten och elasticitetsmodulen är en tredjedel av ståls. Det är duktilt och kan med fördel bearbetas genom skärande bearbetning, gjutning och strängpressning. (www.wikipedia.org)

Aluminium är troligtvis det hållbaraste materialet av dessa. Nackdelen är dock att det är ganska svårt att bearbeta jämfört med de andra.

Faner är ett tunt blad av trä. Fanerblad svarvas av eller skärs ur stockar från olika träslag. Faner används dels som material för yttäckning av möbler och andra inredningsdetaljer, dels som råvara till olika träskivor eller plywood - kryssfaner. (www.wikipedia.org)

Faner är det billigaste av nämnda material. Det är också ganska enkelt att bearbeta. Nackdelen är dock att det inte är så hållbar, så vid tillverkning av större serier så är det inte ekonomiskt försvarbart att använda detta material.

Pasta material består av gjutna blockskivor i olika storlekar och tjocklekar. Dessa är tillverkade av polyester, epoxi eller polyuretanmaterial.

Dessa material är relativt hållbara och optimerade att vara så lätt bearbetade som möjligt. Nackdelen är dock att de är ganska dyra, speciellt när man kommer till värmetåliga skivmaterial.

6.2. MATERIALVAL

Eftersom vi har en liten testform gjord i polyesterlaminat från tidigare experiment så kommer jag att använda denna.

Som kärnmaterial kommer jag att använda Corecell (bilaga 3.)

Laminatet kommer att bestå av SPRINT ST70 (bilaga 4.)

6.3. UTFÖRANDE

Se bilaga 5.

6.3.2. INJECERING

Vid injecering är förfarande nästa lika till att börja med. Dock krävs det inlopp för hartsen i formen samt utlopp för överskottsharts samt för vacuumsug. Detta steg kommer jag dock ej att utföra praktiskt innan jag har analyserat SPRINT metoden. Detta på grund av att det är onödigt att utföra ifall att den första metoden lyckas. SPRINT laminatet ger ett så mycket bättre laminat än Injecerat.

Dessutom har man konstaterat på Nautor att Injeceringsmetoden är en ganska osäker metod som kräver många tester och försök för att få fram den rätta kombinationen av fibrer och harts. Kombinationen av fibrer måste byggas upp med flödesmattor på rätta ställen. Inlopp och sug måste också vara riktigt placerade.

Ett annat argument som talar emot är att injecering lämpar sej mest för stora serier i stora produktionsanläggningar (KOMPOSIITTIRAKENTEET muoviyhdistys ry.).

7. ANALYS AV RESULTATET

För att analysera resultatet bör man få reda på kvaliteten på laminatet. Detta gör man genom att först och främst syna ramen för att se om det finns torra mattor i laminatet. Dessa ser man oftast som vita områden. Dessutom för att se hur kärnmaterialet ligger krävs det att man kapar av ramen i flera delar för att se att det fungerar.



Bild 23. Analysering

Jag börjar med att såga itu ramen på en bandsåg. Sågen är försedd med ett specialblad avsedd att användas i kompositmaterial.

Därefter sågas ramen till mindre bitar för att se om luft eller torra fibrer finns i laminatet.



Bild 24. Ramen söndersågad

Vid en närmare granskning av snittytorna kan man konstatera att laminatet i sig är bra kvalitetsmässigt. Det finns dock en liten luftansamling i botten av den runda spetsiga delen. Detta beror troligtvis på att skumkärnan har varit lite för kort på detta ställe och inte kommit åt att pressa mot laminatet för att avlägsna luft. Detta kunde åtgärdas med att förstora skumkärna lite på detta område.

Sammarfattar man resultatet av analysen så kan man konstatera att SPRIT-metoden vid tillverkning av ramarna kan bra användas. Man borde dock göra följande justeringar och förändringar:

- Kärnan borde justeras lite för att passa formen bättre.
- Kärnan borde också förstoras helt med 1.5mm för att reducera laminattjocklecken från två mattor till en matta.
- Man borde sätta in några strängar av epoxipasta i botten av formen för att fylla ut eventuella luftansamlingar.

8. LÖNSAMHET

Lönsamhetskalkyl är en analys som syftar till att kvantifiera samtliga kostnader och nyttor förknippade med ett eller flera handlingsalternativ. Analysen inkluderar också effekter som är svåra att värdera i ekonomiska mått.

En lönsamhetsbedömning beskriver en möjlig investering och det huvudsakliga syftet är att hjälpa beslutsfattaren att bestämma den verkliga verksamhetsnyttan av den möjliga investeringen.

En bra lönsamhetsbedömning motiverar investeringen och är en riktlinje för det fortsatta arbetet. Detta innebär att lönsamhetsbedömningen också bör ligga till grund för styrning och uppföljning av både implementeringsfasen och mer långsiktiga kostnader och nyttoeffekter. Jag kommer inte närmare att gå in på lönsamhetsberäkning. Detta på grund av att jag i så fall skulle komma att beröra företagets interna information som inköspriser, timkostnader med mera. Detta skulle leda till att mitt examensarbete skulle bli så att säga hemligstämplat för utomstående. Jag kommer istället att göra en separat lönsamhetskalkyl som endast kommer att redovisas internt på företaget.

Här nedan följer dock en liten pristabell på olika materialtyper. Detta för att få en liten inblick i vad materialen kostar och prisskillnader.

Material	Kostnad (€/kg)
Torra fibrer, glasfiber	3
Torra fibrer, kolfiber	30-40
Polyester	2
Vinylester	4
Epoxy	5
Fibermattor med inbyggda flödesskikt, glasfiber	4-10
Sprint glasfiber +/-45 300	27
Sprint kolfiber +/-45 300	67

(OY Nautor AB)

9. SAMMANFATTNING

Sammanfattar man projektet kan man konstatera att det har varit ett intressant och utmanande projekt att genomföra. Resultatet av det praktiska försöket kan man konstatera att det lyckades att tillverka produkten. Resultatet blev kanske inte lyckat till 100% men man kan göra en slutsats att det är värt att tillverka ramarna enligt den metod som användes. Det krävs dock ännu en del utvecklingsarbete med metoden för att kunna börja tillverka luckor i syfte att helt börja med egen produktion.

Skumkärnan var lite för liten i testluckan, så laminatet blev onödigt tjockt och så lämnade lite luft på ett ställe. Ifall man förstörde kärnan med 1 millimeter och satte i smala strängar med epoxipasta avsedd för detta ändamål kunde dessa problem elimineras.

En annan sak som man borde göra vid produktion av denna produkt skulle vara att man hade färdigt frästa hörnbitar och raka bitar för att snabbt och enkelt kunna tillverka luckor i olika storlekar. Detta torde vara möjligt för att alla luckor har lika stora hörnradier.

På samma sätt kunde man även ha färdigt förpressade Sprintlaminat mattor som man kunde kombinera till olika storlekar. Detta skulle försnabba processen ytterligare och kunna ge en lönsam tillverkning.

Till sist vill jag rikta ett stort tack till alla som har hjälpt mej med detta projekt. Både de som stött mej med goda råd och ideér men också de personer som hjälpte mej med tillverkningen av testluckan. TACK!

KÄLLOR

Saarela, O., Airasmaa, I., Kokko, J., Skrifvars, M., Komppa, V. 2003
KOMPOSIITTIRAKENTEET Muoviyhdistys ry (läst 23.2.2010)

Ström L. 2008 KOMPOSITSKOLNING (läst 25.2.2010)

www.gurit.com (05.04.2010)

www.zyvax.com (05.04.2010)

www.wikipedia.com (05.04.2010)

OY Nautor AB. www.nautors-swan.com (05.04.2010)



ZYVAX® SEALER GP

Produktbeskrivning:

SEALER GP är en mycket effektiv förseglare av porer och utjämnare av ojämnheter som alltid förekommer på formars och verktygs ytor. Trots att dessa ofta inte syns med bara ögat, finns de där likväl.

SEALER GP bildar en högmodul, klar och flexibel polymerfilm med ypperlig vidhäftning mot formens yta och utgör också en primer mot vilken alla **ZYVAX® "-SHIELD"** släppmedel förankras. När **SEALER GP** porlack toppas med någon av **ZYVAX® "-SHIELD"** släppmedel, får man ett "idiotsäkert", mångfaldigt fungerande släppmedelssystem med avsevärt förlängd formlivslängd.

Produkten erbjuder följande fördelar:

- * Kan användas med alla semipermanenta släppmedel
- * Bibehåller formens konfiguration och finish
- * Innehåller inga silikoner
- * Värmestabil upp till + 480°C
- * Ingen avsmittning till produkten
- * Är fukthärdande

Typiska egenskaper:

Konsistens:	klar, lättflytande vätska med typisk lukt av nafta och ammoniak
Bärare:	blandning av aromatisk och alifatisk nafta och speciella hartser
Flampunkt:	+37°C
Densitet:	0,87
Härdning:	kemisk tvärbinding genom reaktion med luftens fukt
Täckning:	80 - 130 m ² /liter

Observera: produkten är fukt känslig och måste därför uppevaras i slutet kärl

Användning

SEALER GP övertäcker mikroporer och ojämnheter på formytan

SEALER GP minskar inkörningstiden för nya formar och verktyg

SEALER GP skyddar formens yta mot styrenangrepp och förlänger formens livslängd

Hur man använder SEALER GP:

Produkten appliceras lämpligast på formytan genom att "strykas ut och torkas av" med rena pappersdukar men den kan också penslas eller sprutas upp med torr tryckluftspruta. För bästa resultat rekommenderas alltid att produkten manuellt stryks ut och torkas av.

A. Applicering på polyester-, plast- och metallformar vid rumstemperatur

1. Stryk ut **SEALER GP** med en lätt fuktad ren pappersduk på en ca. max 1 m² yta åt gången så att en tunn, våt kontinuerlig film bildas. (Om man vill ha en arbetsomgivning som är lätt att hålla ren från hartspill, gelcoat o.s.v. kan också nära formen liggande ytor och formens kanter och sidor behandlas.)
2. Medan formytan fortfarande är våt, torkas den av med en annan ren pappersduk. Fortsätt på samma vis tills hela formytan behandlats.
3. Låt formen nu stå minst 15 men helst 30 minuter så att produkten härdar ut innan nästa skikt påförs på ovan beskrivet vis.
4. Upprepa sedan behandlingen på exakt samma sätt tills rätt antal skikt påförts.
5. Efter det sista skiktet skall formen stå orörd i minst 30 minuter innan man påbörjar appliceringen av det valda **ZYVAX® "-SHIELD"** släppmedlet.

ZYVAX® SEALER GP forts...**B. Användning på formar med förhöjda temperaturer**

Vissa tillverkningsmetoder, t.ex. autoklavhärdning, kräver höga processtemperaturer. **SEALER GP** appliceras också då på ovan beskrivet vis men i dessa fall kan dock formarna eller verktygen hårdas vid 120°C i 15 - 30 minuter eller minst 1 timme i rumstemperatur. Om mer än 2 skikt påförts, krävs mera härdtid. Efter det sista skiktet härdat kan man påbörja appliceringen av det valda **ZYVAX® "-SHIELD"** släppmedlet.

C. Tätning av mikroporitet och vacuum/tryckläckage

Vacuum baging och injicering av harts under tryck blir allt vanligare metoder inom kompositindustrin. **SEALER GP** appliceras på ovan beskrivet vis men i detta fall bör också formen eller verktygets baksida och sidor behandlas. Låt skikten hårdas 15 - 30 minuter och upprepa behandlingen på samma vis flera gånger om. Om formen eller verktygets motsvarande sidor kan hållas under vacuum/tryck vid appliceringen, underlättar detta att produkten tränger djupare in i mikroporerna och tillåtar således dessa mer effektivt. Låt formen slutligen hårdas i 1 - 3 timmar i rumstemperatur eller 15 - 30 minuter i 120°C. Efter det sista skiktet härdat kan man påbörja appliceringen av det valda **ZYVAX® "-SHIELD"** släppmedlet.

Hur många skikt SEALER GP krävs:

Nya polyester- och plastformar är mycket porösa och kräver 4 skikt **SEALER GP**.

Metallformar som har mycket tätare ytor och kräver således 2 skikt **SEALER GP**.

Pluggar som belagts med speciella ytack kräver normalt ytterligare skikt av **SEALER GP** före **ZYVAX® "-SHIELD"** släppmedlet appliceras. Tillräckligt antal skikt måste dock alltid utvärderas i vart fall för sig.

Hantering, lagring och uppbevaring:

Som vid all hantering av lösningsmedel, bör man ombesörja god ventilation och skydda ögon och hud med utrustning härför av god kvalitet. Produkten används endast industriellt och får inte komma inom räckhåll för barn.

Då produkten lagras tillsluten på sval plats (max. +32°C) i sitt ursprungliga emballage behåller den sin funktionsduglighet minst 1 år. Produkten är fukt känslig och bör därför exponeras mot luftfuktighet så lite som möjligt.

För ytterligare information kontakta:

KG ENTERPRISE OY

Tel. 09-282 660

PL 2

Fax 09-282 616

04501 KELLOKOSKI

GSM 040 505 1425

E-mail:

kenneth.gauffin@pp.kolumbus.fi

Produktansvar

Här givna produkts tekniska uppgifter baseras sig på tester och anses sanna och riktiga vid tidpunkten för deras utskrift. Rätten att ändra dessa förbehålls utan föregående varning. Användaren måste kontakta ZYVAX INC. eller dess representant för granskning av riktigheten av specifikationerna eller före beställning. Ingen garanti av exakthet ingår i eller ges åt produkterna då den vid användning av tredje person inte är under vår kontroll. Ansluten är att produkten används av auktoriserad personal med tillräcklig teknisk kunskap och erfarenhet av dylika produkter. Vi garanterar att våra produkter är gjorda enligt ZYVAX kvalitetsstyrningskontrollsystem. Vi bär inget ansvar för överkan eller skador på egendom eller person som uppstår av dess användning. Ansvar, om sådant förekommer, begränsas till ersättning av produkten. Användaren skall alltid först undersöka produktens lämplighet för sin tilltänkta applikation för att försäkra sig om dess lämplighet.



ZYVAX® COMPOSITE SHIELD

Produktbeskrivning:

COMPOSITE SHIELD är ett högeffektivt, semipermanent släppmedel speciellt formulerat för att användas i avancerade formarbeten inom industrier där man kräver en beläggningsfri och fullt säker process.

Produkten erbjuder följande fördelar:

- * Den ger ypperliga semipermanenta mångfaldiga släppegenskaper
- * Den är mycket lätt att applicera vid uppstart och touch-up
- * Den härdar mycket snabbt
- * Bibehåller formens konfiguration och finish
- * Innehåller inga fria silikoner
- * Värmestabil upp till + 480°C
- * Ingen avsmittning till produkten
- * Medium glans
- * Är fukthärdande

Typiska egenskaper:

Konsistens:	klar, lättflytande vätska med typisk lukt av lösningsmedel och ammoniak
Bärare:	blandning av aromatisk och alifatisk nafta och speciella hartser
Flampunkt:	+38°C
Densitet:	0,87
Hårdning:	kemisk tvärbinding genom avgång av bärare och reaktion med omgivande fukt
Täckning:	80 - 120 m ² /liter
Märk:	produkten är fukt känslig och måste därför uppbevaras i slutet kärl

Användningsområden

COMPOSITE SHIELD är utvecklad för att ge mycket god släppning av polyester, polyimid, glas- och kolfiberlaminat, epoxy, polybismaleimider, polyeten, polykarbonat och många andra material.

Hur man använder COMPOSITE SHIELD:

För optimal verkan skall formyten vara helt ren. Alla rester av tidigare släppmedel (vax, silikoner, PTFE, etc..) skall vara helt avlägsnade (se datablad och instruktioner på **ZYVAX® SURFACE CLEANER**)

COMPOSITE SHIELD kan appliceras direkt på många andra på marknaden förekommande semipermanenta släppmedel som t.ex. Frekote o.s.v. och då krävs bara att ytan torkas ren från föroreningar med **ZYVAX® SURFACE CLEANER** före den appliceras.

Om formen är ny eller rengjord ner till sin ursprungliga yta eller har blivit reparerad, skarvad o.s.v. måste hela eller den lokala ytan först behandlas med **ZYVAX® SEALER GP** porlack före **COMPOSITE SHIELD** appliceras.

COMPOSITE SHIELD appliceras lämpligast på formyten genom att "strykas ut och torkas av" med rena tyg- eller pappersdukar men den kan också penslas eller sprutas upp med torr tryckluftspruta.

För bästa resultat rekommenderas alltid att produkten manuellt stryks ut och torkas av.

Applicering på polyester-, plast- och metallformar

Stryk ut **COMPOSITE SHIELD** med en lätt fuktad ren pappesduk på en liten yta, t.ex. 0,5 x 0,5 m, eller en sådan yta som bekvämt kan nås utan att byta plats, så att en tunn, våt kontinuerlig film bildas. Medan filmen fortfarande är våt, torkas den av med en annan ren luggfri duk. Fortsätt på samma vis tills hela formyten behandlats. Om man vill ha en ren omgivning som är lätt att hålla ren från hartsspill, gelcoat o.s.v. kan också formens kanter och sidor behandlas.

Upprepa behandlingen en eller två gånger till och låt sedan formen stå minst 30 men gärna 60 minuter orörd i rumstemperatur så att produkten härdar ut. Om **SEALER GP** porlack använts räcker det med bara ett extra skikt efter det första skiktet. Låt formen sedan stå orörd i minst 30 men helst 60 minuter innan den tas i bruk. Vid tillverkningen av långa serier är det normalt att den ytterst tunna polymerfilmen sakta slits ned och släppeffekten börjar avta. När detta märks räcker det som regel med att efterapplicera bara ett nytt

ZYVAX® COMPOSITE SHIELD forts...

skikt **COMPOSITE SHIELD** släppmedel på ovan nämnt vis på det ställe släppeffekten minskat (eller hela formen), låter hårda och återupptar tillverkningen.

Hantering, lagring och uppbevaring:

Som vid all hantering av lösningsmedel, bör man ombesörja god ventilation och skydda ögon och hud med utrustning härför av god kvalitet. Produkten används endast industriellt och får inte komma inom räckhåll för barn.

Då produkten lagras tillsluten på sval plats (max. +32°C) i sitt ursprungliga emballage håller den sin funktionsduglighet minst 1 år. Produkten är fukt känslig och bör därför exponeras mot luftfuktighet så lite som möjligt.

För ytterligare information kontakta:

KG ENTERPRISE OY

PL 2

04501 KELLOKOSKI

E-mail:

Tel 09-282 660

Fax 09-282 616

GSM 040 505 1425

kenneth.gauffin@pp.kolumbus.fi

Produktansvar

Här givna produkts tekniska uppgifter baserar sig på tester och anses sanna och riktiga vid tidpunkten för deras utskrift. Rätten att ändra dessa förbehålls utan föregående varning. Användaren måste kontakta ZYVAX INC. eller dess representant för granskning av riktigheten av specifikationerna eller före beställning. Ingen garanti av exakthet ingår i eller ges åt produkterna då den vid användning av tredje person inte är under vår kontroll. Avsikten är att produkten används av auktoriserad personal med tillräcklig teknisk kunskap och erfarenhet av dylika produkter. Vi garanterar att våra produkter är gjorda enligt ZYVAX kvalitetskontroll system. Vi bär inget ansvar för överkan eller skador på egendom eller person som uppstår av dess användning. Ansvar, om sådant förekommer, begränsas till ersättning av produkten. Användaren skall alltid först undersöka produktens lämplighet för sin tilltänkta applikation för att försäkra sig om dess lämplighet.



Corecell™ T-Foam

Structural Foam Core

- Suitable for all PVC core applications
- Excellent mechanical properties
- Outstanding chemical resistance
- 120°C processing
- Ideal for resin infusion

Introduction

Corecell T-Foam shares the benefits of SAN chemistry common to all Corecell products.

Environmental stability – High tolerance for heat and chemical exposure

Built in toughness – High ductility and damage tolerance compared to cross-linked PVC and Balsa

Fine cell size – Resin absorption is very low, saving both weight and cost

Superior uniformity – Low density variation

Eliminating outgassing – Corecell eliminates the problems of foam outgassing

Compatibility – Suitable for use with all polyester, vinylester and epoxy resins

No inhibition - Corecell does not inhibit any epoxy resin curing mechanisms

Handling – Tough and easy to machine

Corecell T-Foam has been developed as a technological step-change from traditional PVC and Balsa structural core. It has slightly higher stiffness properties and even greater styrene resistance than the more ductile Corecell A-Foam. This makes it ideal for applications where loads are less dynamic in nature. Conceived for use above the waterline on yachts, on wind turbines and in mass transport, Corecell T-Foam is an outstanding core material in every application where balsa or X-PVC is commonly used.

High mechanical toughness and thermal stability give Corecell T-Foam excellent fatigue characteristics. This reliability makes Corecell T-Foam a natural replacement for cross-linked PVC or balsa in applications where a significant service life is required.

The high temperature stability of Corecell T-Foam also means that it can be used in manufacturing processes to at least 120°C with short durations during a cure cycle to over 150°C. This makes it ideal for use with conventional prepregs and in some liquid infusion processes where high resin exotherms can often be seen.

Corecell T-Foam is available in every resin infusion format and is compatible with polyester, vinylester and epoxy resin systems. The low resin absorption characteristics of Corecell and its unique knife cut formats allow for higher performing infusions, lower resin cost and lower weight than any other structural core material. Gurit's global technical team have 10 years experience in resin infusion and offer on-site support for Corecell customers. This combination makes Corecell a key part of the most reliable resin infusion package available.

Corecell T-Foam is approved by The American Bureau of Shipping, Germanischer Lloyd, Det Norske Veritas



Type	Test Method	Units	T400	T500	T550	T600	T800
Nominal Density		kg/m ³	71	94	104	115	143
		lb/ft ³	4.4	5.9	6.5	7.2	8.9
Density Range		kg/m ³	66-76	89-99	100-107	108-122	133-153
		lb/ft ³	4.1-4.7	5.6-6.2	6.2-6.7	6.7-7.6	8.3-9.6
Compression Strength	ASTM D1621	MPa	0.88	1.41	1.67	1.98	2.85
		psi	128	205	242	287	413
Compressive Modulus	ASTM D1621 - 1973	MPa	62	101	120	143	209
		psi	8992	14649	17405	20740	30313
	ASTM D1621 - 2004	MPa	45	69	79	90	119
		psi	6527	10008	11458	13053	17259
Shear Strength	ASTM C273	MPa	0.81	1.15	1.30	1.47	1.93
		psi	117	167	189	213	280
Shear Modulus	ASTM C273	MPa	28	40	46	52	70
		psi	4061	5802	6672	7542	10153
Shear Elongation at break	ASTM C273	%	24%	17%	15%	13%	10%
Tensile Strength	ASTM D1623	MPa	1.30	1.72	1.91	2.11	2.62
		psi	189	249	277	306	380
Tensile Modulus	ASTM D1623	MPa	85	118	134	151	196
		psi	12328	17114	19435	21901	28427
Thermal Conductivity	ASTM C518	W/mK	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04
HDT	DIN 53424	°C	100	100	100	100	100
		°F	212	212	212	212	212

* Peak change rate under static load

Intermediate densities may be available on request subject to minimum order quantities.

Please Note:

Data quoted is average data at each product's nominal density, and is derived from our regular testing of production materials. Statistically derived minimum value data, satisfying the design requirements of various classification societies, is available on request.

Notice

SP is a technology brand of Gurit AG (the company). All advice, instruction or recommendation is given in good faith but the Company only warrants that advice in writing is given with reasonable skill and care. No further duty or responsibility is accepted by the Company. All advice is given subject to the terms and conditions of sale (the Conditions) which are available on request from the Company or may be viewed at the Company's Website: www.gurit.com/termsandconditions_en.html.

The Company strongly recommends that Customers make test panels and conduct appropriate testing of any goods or materials supplied by the Company to ensure that they are suitable for the Customer's planned application. Such testing should include testing under conditions as close as possible to those to which the final component may be subjected. The Company specifically excludes any warranty of fitness for purpose of the goods other than as set out in writing by the Company. The Company reserves the right to change specifications and prices without notice and Customers should satisfy themselves that information relied on by the Customer is that which is currently published by the Company on its website. Any queries may be addressed to the Technical Services Department.

Gurit are continuously reviewing and updating literature. Please ensure that you have the current version, by contacting Gurit Marketing Communications or your sales contact and quoting the revision number in the bottom left-hand corner of this page.

Gurit (UK) Ltd

St Cross Business Park
Newport, Isle of Wight
United Kingdom PO30 5WU

T +44 (0) 1983 828 000
F +44 (0) 1983 828 100
E marine@gurit.com
W www.gurit.com

Gurit (Australia) Pty Ltd

Unit 1A / 81 Bassett Street,
Mona Vale, 2103 NSW,
Australia

T +61 (0) 2 9979 7248
F +61 (0) 2 9979 6378
E sales-au@gurit.com
W www.gurit.com

Gurit (Canada) Inc

175 rue Péladeau,
Magog, (Québec)
J1X 5G9, Canada

T +1 819 847 2182
F +1 819 847 2572
E info-na@gurit.com
W www.gurit.com



ST 70

Glass Structural SPRINT®

- Award winning SPRINT® matrix
- Long outlife at room temperature
- Zero volatile/solvent content
- Improved health and safety: Diuron-Free
- Available with a range of reinforcements
- Suitable for vacuum bag processing
- Controllable in thick sections
- Low exothermic properties
- Recommended cure between 70°C and 120°C
- Excellent laminate quality, low bleed
- Also available as ST70-1 Single Sided SPRINT®

Introduction

ST70 is part of the range of SPRINT® products. This unique product range provides technically and commercially competitive engineering materials, ideal for use either solely, or in conjunction with other products from within the product range along with other SP products.

ST70 is a hot melt, Diuron free epoxy SPRINT® ideally suited to the manufacture of thick sections. It can be cured at temperatures as low as 70°C, but can also be used for the rapid manufacture of components through its 25-minute cure at 120°C. All of this can be achieved together with an out-life of 30 days at 21°C.

ST70 is designed for vacuum bag processing and offers excellent mechanical performance on glass fibre reinforcements. Currently ST70 is manufactured into a SPRINT® structure with E-glass and Carbon fibres, which are manufactured into biax or woven materials. This data sheet is concerned with glass reinforcements.

Instructions for Use

1. The moulding surface must first be treated with a release agent. If a Surface Film is required, this should be applied directly to the tool face prior to the layup of SPRINT®. Please refer to Processing Notes for application details.

The required number of plies of SPRINT® are then placed on to the tool and a thermocouple inserted into the lay-up outside the net trim line. Dry glass tows should be inserted between plies of SPRINT® to provide an air evacuation path out of the laminate. The second end of the tow should be made available for contact with the breather

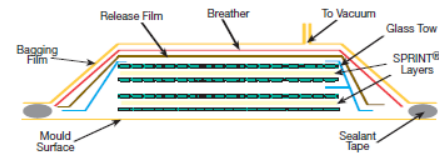
2. If required, a peel ply, pre-impregnated or dry, can be applied over the top of the laminate stack. Note that for good secondary bonding of a peel-plyed surface of a laminate, a nylon peel ply such as SP/Tygavac Stitch Ply A, is strongly recommended. The peel ply is covered entirely with a non-perforated release film such as SP/Tygavac WL3600 or a low bleed release film, such as WL3600RP2. The release film is then covered with breather material, such as SP/Tygavac Econoweave 44W, so that it extends over the release film in all directions and contacts the dry glass strands.

3. Once the lay up is complete, a vacuum bag is installed by

standard techniques. At least two vacuum stems should be inserted through the bag, one connecting to the vacuum source and the other, at a point on the part furthest from the source, to a calibrated vacuum gauge. The major benefit of SPRINT® is that it enables all of the air to be removed from the laminate prior to fibre wet out and resin cure. It is recommended that a vacuum is applied at ambient temperature prior to cure, to fully evacuate the laminate stack. This should be held for between 5 minutes and 1 hour, depending upon the size and thickness of the component. Full vacuum is then maintained throughout the cure.

PLEASE NOTE: Further advice can be found in the SPRINT® Processing Notes or by contacting Gurit Technical Services.

4. Cure the laminate in accordance with the specification given later in this data sheet.



Typical processing diagram showing two SPRINT® layers

Curing schedule

Cure Envelope and Cured Properties

Structural SPRINT® ST 70 has a relatively flexible cure envelope. The minimum cure is 16 hours 70°C and a rapid cure is 25 minutes at 120°C. Other cure temperatures and times are given in the Working Properties section.

Structural SPRINT® ST 70 works by first applying a vacuum to the laminate stack to remove all air. It is recommended that an ambient vacuum is applied prior to cure, to fully evacuate the laminate stack. The temperature is then increased so that the matrix resin reduces in viscosity and wets the evacuated reinforcement within the laminate. A dwell can be used at the "infusion" temperature to ensure good laminate quality. The temperature is then further increased to cause the matrix resin to cross-link and is then held at the cure temperature until the cross linking process is complete. Once this is achieved heating is removed so that the temperature is reduced under natural cooling. The vacuum must be maintained throughout the cure and until the part has cooled to below 60°C.

Note: The successful use of these cure schedule will depend on part size and laminate construction. Heat up rate and dwell periods need to be tailored to take consideration of oven capacity, thermal mass of tool, laminate construction etc. It is recommended that Gurit is contacted for further advice before utilising any of the suggested cure cycles. (See table on Cure Cycles).

70°C should be considered to be the minimum cure temperature to generate optimum mechanical properties. All temperature readings during cure should be taken from the lowest reading thermocouple.

Typical Cure Profiles

The successful use of these cure schedules will depend on part size and laminate construction. Heat up rate and dwell periods need to be tailored to take consideration of oven capacity, thermal mass of tool, laminate construction etc. Data in the table below is based on laminate temperatures, air temperatures may need to be higher. It is recommended that Gurit is contacted for further advice before utilising any of the suggested cure cycles.

	Ultra Slow Cure Schedule	Standard Cure Schedule	Fast Cure Schedule
	0.3°C/minute ramp to 55°C	1°C/minute ramp to 55°C	2°C/minute ramp to 55°C
	1 hour dwell @ 55°C	1 hour dwell @ 55°C	1 hour dwell @ 55°C
	0.3°C/minute ramp to 70°C	1°C/minute ramp to 70°C	2°C/minute ramp to 120°C
	16 hour dwell @ 70°C	16 hour dwell @ 70°C	25 minutes @ 120°C
Total Time	20 hours	18 hours	2 hours 15 minutes

NB. It is strongly recommended that laminate temperatures are monitored throughout the cure. 0.3°C/minute should be considered the minimum acceptable laminate ramp rate.

Instructions for Use

ST70 SPRINT® materials can be used with both SPRINT® or prepreg products. It is supplied with a poly backer and can be applied to the substrate with either side against the tool.

In order to maximise the potential of ST70 product range please contact the Gurit Technical Department. Contact details are on the back of this Product Data Sheet.

General prepreg working practices apply to these products, details of which can be obtained from the Gurit Guide to Composites or by contacting the above department.

Matrix Properties

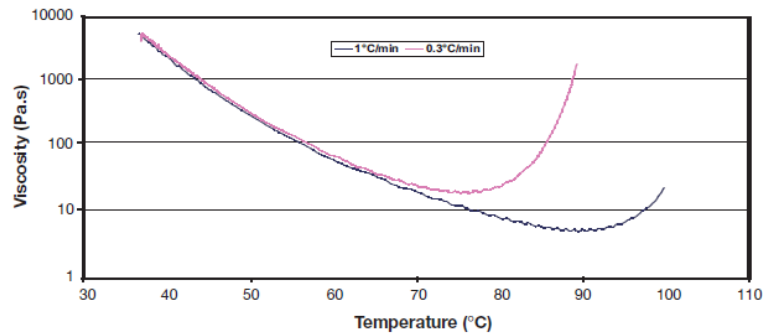
Uncured

Thermal properties (cure 20°C-250°C @ 10°C/minute)	
Enthalpy (J/g)	320

Colour	
Matrix	Translucent

Cure Temp (°C)	Cure Time
Minimum Cure Temperature (°C)	70
Time @ Min. Cure Temp (hours)	16
80°C (mins)	6hrs
90°C (mins)	3hrs
100°C (mins)	1.5hrs
110°C (mins)	45mins
120°C (mins)	25mins

Rheology	30-120°C @ 1°C/min	30-120°C @ 0.3°C/min
Temperature @ Min Viscosity (°C)	See Chart Below	See Chart Below



Cured - Neat Resin Properties

Mechanical Properties	
Tensile Modulus (GPa)	3
Tensile Strain (%)	3
Compression Strength (MPa)	125
Compression Modulus (GPa)	4
Matrix density (g/cm3)	1.2

Mechanical Properties	
DMTA Tg1 (°C)	85
DMTA Peak Tan Delta (°C)	99.0

SPRINT® Properties**Uncured**

Material Properties		Notes
Tack	3-4 (for Tack Film)	Med Tack

Outlife	
At -18°C (months)	24
At 5°C (months)	6
At 21°C (days)	30
At 21°C Tack life (days)	20

Material Safety Information	
Hazard Code	Xi, N
Risk Phrases	36/38, 43, 51/53
Safety Phrases	24, 26, 28, 37/39, 57, 60
Solvent Content	0
Volatiles Content	0

SPRINT® Reinforcement	WRE581T/42%/WRE581T	XE905/S/S
Resin Content (%)	42	43
Fibre Weight (g/m ²)	1200	900
Aerial Weight (g/m ²)	2068	1785
Product Code	SA11-4399	SA21-4396
Resin Weights Available	35-50%	35-50%
Stitch Type/Weave	Twill	PE Stitch
Fleeced	No	No
Backer Type	100µm MDPE	100µm MDPE
Available Roll Width (mm)	1270	1270
Packaging Type	Packaging type is dependant on the length of roll requested	

Cured

SPRINT® Reinforcement	WRE581T/42%/WRE581T	XE 905/S/S	Test Method
16hrs 70°C	42%	43%	
Tg1 (°C) (Laminate)	85	85	DMA
Tg Peak Tan Delta	99	99	DMA
0° Tensile Strength (MPa)	391	401.5	BS EN ISO 527
0° Tensile Modulus (GPa)	21.86	22.7	BS EN ISO 527
0° Compressive Strength (MPa)	468.9		ISO 14126
0° Compressive Modulus (GPa)	21.1		ISO 14126
0° ILSS (MPa)	57.11	49.4	BS EN ISO 14130
45° Tensile Strength (MPa)	177.14		BS EN ISO 527
45° Tensile Modulus (GPa)	12.2		BS EN ISO 527
Core Bonding Fracture Toughness Peel (MPa)	690	405	Gurit Internal

Health and Safety

The following points must be considered:

1. Skin contact must be avoided by wearing gloves. Gurit recommends the use of disposable nitrile gloves for most applications. The use of barrier creams is not recommended, but to preserve skin condition a moisturising cream should be used after washing.
2. If working in an enclosed area, local extraction and ventilation should be used.
3. Overalls or other protective clothing should be worn when laminating or sanding. Contaminated work clothes should be thoroughly cleaned before re-use.
4. Eye-protection should be worn. If contamination of the eyes occurs then flush the eye with water for 15 minutes, holding the eyelid open, and seek medical attention.
5. If the skin becomes contaminated then the area must be immediately cleansed. The use of resin-removing cleansers is recommended. To finish, wash with soap and warm water. The use of solvents on the skin to remove resins etc. must be avoided.

Washing should be part of routine practice:

- before eating or drinking
- before smoking
- before using the lavatory
- after finishing work

6. The inhalation of sanding dust should be avoided. If it settles on the skin then it should be washed off. After more sanding operations, a shower/bath and hair wash is advised.

Gurit produces a separate full Material Safety Data Sheet (MSDS) for all hazardous products. Please ensure that you have the correct MSDS to hand for the materials you are using before commencing work. A more detailed guide for the safe use of Gurit resin systems is also available and can be found on our website at www.gurit.com. Note: safety datasheet legislation can vary with country of use. CPDS are also available upon request.

Storage Conditions & Outlife

Storage time and temperature will have an affect on resin reactivity and fibre impregnation. When stored at -18°C SPRINT® can be stored for 24months without detrimental changes to the product. Storage times at higher temperatures are a function of fabric construction, roll length and resin content. These can be obtained upon request. However, the ST70 matrix resin system has specific properties that enable most combinations of fabric construction, roll length and resin content to be stored at 20°C for up to 21 days.



Transport & Storage

All SPRINT® materials should be stored in a freezer when not in use to maximise their useable life, since the low temperature reduces the reaction of resin and catalyst to virtually zero. However, even at -18°C, the temperature of most freezers, some reaction will still occur. In most cases after some years, the material will become unworkable.

Notice

SP is a technology brand of Gurit AG (the company). All advice, instruction or recommendation is given in good faith but the Company only warrants that advice in writing is given with reasonable skill and care. No further duty or responsibility is accepted by the Company. All advice is given subject to the terms and conditions of sale (the Conditions) which are available on request from the Company or may be viewed at the Company's Website: www.gurit.com/termsandconditions_en.html.

The Company strongly recommends that Customers make test panels and conduct appropriate testing of any goods or materials supplied by the Company to ensure that they are suitable for the Customer's planned application. Such testing should include testing under conditions as close as possible to those to which the final component may be subjected. The Company specifically excludes any warranty of fitness for purpose of the goods other than as set out in writing by the Company. The Company reserves the right to change specifications and prices without notice and Customers should satisfy themselves that information relied on by the Customer is that which is currently published by the Company on its website. Any queries may be addressed to the Technical Services Department.

Gurit are continuously reviewing and updating literature. Please ensure that you have the current version, by contacting Gurit Marketing Communications or your sales contact and quoting the revision number in the bottom left-hand corner of this page.

Gurit (UK) Ltd

St Cross Business Park
Newport, Isle of Wight
United Kingdom PO30 5WU

T +44 (0) 1983 828 000

F +44 (0) 1983 828 100

E marine@gurit.com

W www.gurit.com

Gurit (Australia) Pty Ltd

Unit 1A / 81 Bassett Street,
Mona Vale, 2103 NSW,
Australia

T +61 (0) 2 9979 7248

F +61 (0) 2 9979 6378

E sales-au@gurit.com

W www.gurit.com

Gurit (Canada) Inc

175 rue Péladeau,
Magog, (Québec)
J1X 5G9, Canada

T +1 819 847 2182

F +1 819 847 2572

E info-na@gurit.com

W www.gurit.com

6.3 UTFÖRANDE

bilaga 5/1

Tillverkningen utfördes på följande sätt:

bilaga 5/5

bilaga 5/6

