

Laminater fremstillet i lukkede systemer (RTM/VARTM)

I de senere år er flere producenter af glasfiberlaminater gået fra simple produktionsmetoder som håndoplægning/sprøjtning til lukkede systemer, ikke mindst pga. krav om høje glasindhold på op til 70 % samt skærpede miljømæssige krav til lavere styrenmængder i luften i arbejdslokalerne. Denne produktionsomlægning medfører øgede krav til de råvarer, der anvendes til RTM/VARTM i forhold til tidligere. Forkerte valg kan få uheldige konsekvenser, især for laminater, der senere udsættes for dynamiske belastninger.

Risikomomenter

I RTM/VARTM-laminater er glasfiberindholdet mod gelcoatoverfladen ofte flere gange højere end i håndoplagte laminater, hvilket desværre betyder det modsatte for polyestermængden. Dette faktum kan forringe de færdige laminaters kvalitet væsentligt, hvis man ikke har fokus på denne vigtige forskel, inden man starter produktion af RTM/VARTM-laminater. Vi vil belyse risikomomenterne i det følgende.

Polyester/glasfiber indholdet efter gelcoatlaget, mindst 3:1

Iflg. Germaniske Lloyds anvisninger for bådebygning bør vægten af den glasfibermåtte, der ligger op til gelcoatlaget max. udgøre 25 % af den samlede vægt af polyester/glasfiber for at sikre bedst mulig vedhæftning mellem gelcoat og laminat. Samtidig indeholder de modsvarende 75 % polyester nok styren til at opløse glasfibermåttens pulver- eller emulsionsbindere tilfredsstillende. Samtidig giver en høj polyestermængde direkte op til gelcoat den ønskede diffusionstæthed på laminatet med efterfølgende gode vand- og vejrbestandige egenskaber.

- 300 g/m² pulver- eller emulsionsbunden glasfibermåtte indeholder ca. 4,5 % binder (= ca. 14 g/m²).
- 300 g/m² syet glasfibermåtte indeholder ingen binder (0,0%!).
- 300 g/m² syet glasfibermåtter uden binder, sammensyet med f.eks. et lag multiaxialt væv indeholder ikke mere PES-tråd end det samme multiaxiale væv uden glasfibermåtte. Samtidig sparer man arbejdstid, da der nu blot skal nedlægges et lag glasfiber i formen i stedet for tidligere to.

Informationerne i dette skema gælder for en RTM/VARTM-polyester med et nominelt styrenindhold på 40%.

Glasfiber-Måtte	Glasandel af laminat	Polyesterandel af laminat	Polyesterindhold af laminat	Styren (40% af polyester)	Binder i måtte (ca. 4,5 %)	Ca. forhold Binder: Styren
300 g/m ²	25 %	75 %	900 g	360 g	14 g	1:27
300 g/m ²	33 %	67 %	600 g	240 g	14 g	1:18
300 g/m ²	50 %	50 %	300 g	120 g	14 g	1:9
300 g/m ²	60 %	40 %	200 g	80 g	14 g	1:6
300 g/m ²	70 %	30 %	128 g	51 g	14 g	1:4

Noter: Alle tal i skemaet er vægtprocenter. Alle tal er nominelle uden decimaler.

Ovenstående skema viser, at styrenmængden til brug for opløsning af binderne i glasfibermåtterne samt til at opnå kemisk forbandt til gelcoatlaget er ca. 7 gange mindre, når man har et glasindhold i laminatet på 70 % i stedet for 25 %. Ved fremstilling af laminater i RTM/VARTM svinger laminaternes godstykkelse normalt mellem 4 - 50 mm (f.eks. både og møllevinger). Varmeudviklingen underhærdning i de tykke dele af laminaterne må ikke blive for høj, da man herved kan ødelægge sin produktionsform fremstillet i hærdplast, samtidigt med, at man kan få for stort volumenkrump i sit færdige laminat. Hvis man desuden anvender PVC-skum i laminatet kan for høj varme nedbryde denne.

Derfor fremstiller polyesterleverandørerne polyestere med lav varmeudvikling under hærdning samtidigt med, at de skal garantere tilstrækkelig gennemhærdning under alle forhold ved rumtemperatur. Dæmpningen af varmeudviklingen i polyestrene giver naturligvis endnu lavere varmeudvikling i de tynde dele af laminatet. Ved lavere temperatur er styren mindre aggressivt, hvilket igen nedsætter polyesterens vedhæftning til gelcoatlaget samt evnen til at opløse binderne i de pulver- eller emulsionsbundne glasfibermåtter. Tilsammen øges risikoen for senere delaminering og/eller nem afskalning af gelcoat fra laminat. Binderne i glasfibermåtter kan være så dårligt opløst ved for lille styrenpåvirkning, at man relativt nemt kan løsne gelcoatlaget og endog den kemisk bundne glasfibermåtte fra laminatet. I RTM/VARTM laminater med stort polyesterindhold et pænt stykke over 50% kan pulverbundne glasfibermåtter erfaringsmæssigt anvendes. Emulsionsbundne glasfibermåtter er uanvendelige i RTM/VARTM under alle forhold.

Valg af armeringsmaterialer til RTM/VARTM

Til RTM/VARTM produktion fravælger man armeringsmaterialer, hvor de enkelte lag er limet sammen med binder, da det er umuligt at få fuld kontrol over opløsningsgraden af disse bindere i lukkede systemer. Dette gælder for alle armeringsmaterialer fremstillet i aramid- eller glasfibre og især for de råvarer, der anvendes til laminater med højt fiberindhold (over 50 %). Desuden har bindere den store ulempe, at de ikke opløses ensartet af forskellige matrixer som polyester, vinylester, epoxy og phenol. Derfor vil skift af matrix i en produktion ikke kunne ske uden forudgående tilbundsående forsøg/undersøgelser.

Syede glasfibermåtter

Syede glasfibermåtter indeholder ikke binder. Pga. PES-syningerne kan de enkelte glasfibre i glasfibermåtterne ikke flyde med under injeksningen af polyester/epoxy. Under produktion af syede glasfibermåtter syes disse hyppigt sammen med det lag glasvæv, der ligger nærmest glasfibermåtten. Forbruget af PES-sytråd vil derfor ikke forøges, men være den samme, som alene anvendes til fremstillingen af glasvævet.

Syede Biaxiale- og Multiaxiale væv

Til RTM/VARTM produktion anvender man vævstyper, der er helt uden krydsvævning op og ned (lærredsbinding) også kaldet "vævede varer", for at modvirke "spring-back" effekten i de færdige laminater med højt glasindhold over 50%. "Spring-back" viser sig som hvide fibre på bagsiden af laminatet forholdsvis kort tid efter endt produktion. Glas- og kulfibervæv, der anvendes til produktion af det bærende laminat, bør ikke indeholde nogen form for binder af samme grunde som tidligere omtalt.

Gelcoatkvalitet

- Gelcoaten bør være fremstillet på en basispolyester, der har høj UV- og vejrbestandighed samt slidstyrke. Ved fremstilling af både skal gelcoaten også have lav vandoptagelse.
- Gelcoaten bør udover farvepigmenter ikke indeholde fyldstoffer, da disse normalt nedsætter ovennævnte egenskaber.
- Gelcoats med høj varmebestandighed (HDT) over 80 °C samt høj brudforlængelse garanterer en mere slidstærk og vejrbestandig overfladekvalitet.
- Opsprøjtning af gelcoat i en tykkelse på minimum 600 my vådt.
- Gelcoattykkelse på over 1000 my forøger risikoen for senere revnedannelser. Gelcoatlag over 1000 my vil samtidigt indeholde et større antal pin-holes m.m.
- Korrekt hærdertilsætning på min. 2,0 % MEKP-hærder med korrekt geltid ved min. 18 °C sikrer bedste udhærdning og en langtidsholdbar gelcoatoverflade.
- Dårligt udhærdede gelcoatoverflader nedbrydes hurtigt, hvilket igen betyder hyppig rengøring af de færdige laminater, da underhærdning fører til hurtigere kridering af gelcoatlaget. Kridering ses ved, at gelcoatoverfladen mister sin glans efter kort eller længere tids påvirkning af vejrliget.
- Desuden skal produktionsformenes overflader selvfølgelig være fri for fugt, snavs m.m. inden oplægning af gelcoat.

Kort information om forskellige vakuum/injektion metoder (RTM/VARTM)

Til vakuum/injektion anvender man altid faste underforme, fremstillet i enten metal, armeret plast eller silikonegummi. Som overform anvendes enten en fast tynd fleksibel form eller folie.

Fast tynd fleksibel overform i armeret plast eller metal.

Produkter fremstillet med fast overform får 2 glatte laminatoverflader. Laminaternes glas/polyesterindhold varieres ved at ændre mængden af glasfiber mellem de 2 faste formsider eller ved at ændre afstanden mellem formsiderne. Glasfiberindholdet i færdige laminater ligger oftest mellem 20 og 50 %. Fordelen ved fast overform er, at man kan anvende denne om og om igen, modsat brugen af folie som overform, hvor folien kasseres og bortskaffes efter hver enkelt injeksion.

Folie som overform

Denne produktionsmetode giver kun glat overflade på laminat mod underformen. Glasfiberindhold i % varieres ved at ændre vakuum. Større vakuum = højere glasfiberindhold. Glasfiberindhold ligger normalt mellem 40 - 75%.

Overform (folien) kasseres og bortskaffes efter færdiggørelsen af hvert enkelt laminat.

Ovennævnte oplysninger er en kort sammenfatning af flere års erfaringer hos vore kunder og leverandører i ind- og udland og videregivet uden ansvar for os, da vi ikke har kontrol over den enkelte kundes daglige produktionsforhold eller indkøbte råvarer.