



Lagning av sprickor i limträbalkar – försök med limning av sprickor



Slutrapport

Anna Pousette, Karin Sandberg

Förord

Det här projektet har finansierats av TCN, TräCentrum Norr.

Deltagare i projektet har varit:

Anna Pousette, SP Trä; Karin Sandberg, SP Trä; Anders Gustafsson, SP Trä; Per Lundgren, Martinsons; Greger Lindgren, Martinsons; Hans Eliasson, Martinsons; Mattias Sunesson, Setra Trävaror /Långshytte Limträ; Åke Persson, Setra Trävaror /Långshytte Limträ; Johan Jillestam, GA Lindberg; Owe Lindgren, LTU; Thomas Lundmark, TCN; Patric Pettersson, SCA; Per Boman, Norra Skogsägarna; Valter Östlund, Östlunds Byggrådgivning.

Vid provningarna har Mattias Sunesson, Setra, levererat trämaterial till Johan Jillestam, GA Lindberg, som utfört limningarna och sedan skickat tillbaka materialet till Setra för delamineringstesterna.

Innehåll

1. Inledning.....	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte, mål, avgränsningar och genomförande	2
2. Sammanställning av litteratur om epoxilagning av sprickor i trä.....	3
2.1 Sondering av sprickor i limfogar i limträbalkar	3
2.2 Konstruktiv lagning av stora träelement med epoxi.....	3
2.3 Konstruktiv renovering av träbalkar med epoxilim.....	7
2.4 Epoxilagning för limträkonstruktioner i USA.....	7
2.5 Lagning av limträbalk	8
2.6 Limmade lagningar av limträbalkar	8
2.7 COST-projekt om limning.....	8
2.8 Tyskt limgodkännande	9
2.9 Lagning av limträkomponenter enligt tyska anvisningar	10
2.10 Renovering av limträ: Undersökningar för att studera den statiska effekten av limning	12
3. Limtyper	15
4. Provningar med lim.....	16
4.1 Första inledande provlimning.....	16
4.2 Andra provlimning	16
4.2.1 Lim och limning	16
4.2.2 Delamineringstest – test av vidhäftningen.....	17
4.3 Tredje provlimning.....	18
4.3.1 Lim och limning	18
4.3.2 Delamineringstest – test av vidhäftningen.....	19
4.4 Fjärde provlimning	20
4.4.1 Lim och limning	20
4.4.2 Delamineringstest – test av vidhäftningen.....	20
5. Limmingsmetoder och utförande.....	23
6. Slutsatser	23
7. Referenser.....	25
Bilaga 1 Limmer till provningar	
Bilaga 2 Företag, lagning av sprickor i betong	
Bilaga 3 Referensobjekt, lagningar med WEVO-produkter i Tyskland	

1. Inledning

1.1 Bakgrund

I bärande konstruktionsdelar, balkar och pelare, av limträ eller trä kan sprickor uppstå ibland. Sprickor i trä är vanligen en följd av varierande fuktkvoter i träet på grund av förändringar i det omgivande klimatet. Det kan vara t.ex. vid utomhusexponering med variationer i temperatur och fukt eller under byggtiden vid uttorkning av byggnader med torkfläktar. Även uttorkning på grund av värme från lampor som är festsatta på eller nära takbalkar kan ge sprickor. Man kan också få uttorkning och sprickor om klimatet ändras i en byggnad, till exempel vid ombyggnad av ishallar eller badhus. Sprickor som uppstår i limträ följer oftast lamellernas längdriktning. De bildas i en lamell alternativt i eller invid en limfog, beroende på hur lamellerna är sågade, årsringarnas radie och antal m.m.

Även om det inte förekommer så mycket lagningar på limträ, ett fåtal åtgärder per år för alla limträstillverkare i Sverige, så finns behov av anvisningar för hur lagningarna kan utföras för olika fall. Råd och rekommendationer kan underlätta för tillverkare, inspektörer och reparatörer att bedöma när det finns behov av reparationer samt hur de ska utföras, dvs. för olika typer av sprickor på olika konstruktionsdelar och för olika förhållanden. Inom garantitiden blir lagningar en kostnad för leverantören och ofta kan sprickor visa sig ganska snart efter montage, men vid t ex ombyggnationer kan sprickor uppkomma senare under balkarnas livstid. Det är bra för limträstillverkarna att ha underlag och förslag på åtgärder i de fall kunderna har frågor om sprickor, det stärker förtroendet för limträ som byggmaterial.

För bärande träkonstruktioner, exempelvis takbalkar, är det viktigt att kunna avgöra om bärförmågan påverkas om det har uppstått sprickor. Sprickornas storlek samt läge i balken är avgörande vid en bedömning om de påverkar hållfastheten eller om de i huvudsak är ett estetiskt problem.

Mindre sprickor påverkar i regel inte konstruktionernas bärförmåga direkt, men i utomhusmiljö kan sprickor som sitter olämpligt vara inkörspår för fukt och smuts som med tiden kan leda till röta om inte träet kan torka ut. Sådana sprickor bör åtgärdas med lämpligt material eller konstruktionsdelen täckas in för att förhindra fortsatt sprickbildning. Mindre sprickor i inomhusmiljö har framförallt betydelse ur estetisk synvinkel.

Större sprickor kan ha betydelse för bärförmågan. Bedömningen av sprickorna och hur de kommer att utvecklas under olika förhållanden påverkas bland annat av sprickornas storlek och läge samt belastningen på konstruktionen. Lagning av sprickor kan bli aktuellt i vissa fall.



Takbalk med spricka. Foto: Setra



Sprickor i takbalk, Foto: SP Trä

1.2 Syfte, mål, avgränsningar och genomförande

Syftet med projektet var att undersöka hur sprickor och skador kan lagas, och att sammanställa underlag för råd och rekommendationer att använda för utbildning samt vid bemötande av kunder. Projektet syftade till att ta fram beskrivning för praktiskt utförande att fylla sprickor i limträbalkar med lim så att limningen stoppar spricktillväxten och återställer/säkerställer hållfastheten. Målet var att prova olika metoder och olika lim för att laga sprickor och klara hållfastheten. Ett antal provningar skulle genomföras.

Avgränsningar var att konstruktiv förstärkning med plywood, dymlingar, eller liknande inte skulle ingå, och inte heller enbart estetiska lagningar. I projektet ingick bara lagning av sprickor, inte lagning av andra skador.

Projektet hade fokus på informationsinhämtning och provningar,

Erfarenheter från utlandet om lagning av sprickor i limträbalkar sammanställdes på svenska för att skapa ett underlag till råd och rekommendationer. Sammanställningen gjordes av befintlig information från rapporter och artiklar samt examensarbete från 2012. Olika sätt att mäta och bedöma sprickor samt olika lagningsmetoder och hur de har fungerat sammanställdes. Inriktningen var mot metoder med lim för att förhindra vidare sprickbildning och bibehålla hållfastheten, dvs. inte små lagningar som bara är kosmetiska eller stora lagningar som kräver förstärkning med till exempel skruvar, plywood eller liknande.

Provningar med olika lim utfördes. Provningarna skulle besvara frågor om när och hur man kan laga med lim för att förbättra eller bibehålla hållfastheten, hur vidhäftningen blir mellan lim och trä i sprickorna, om man kan hindra vidare spridning av sprickan genom lagning med lim, etc. Provningarna utfördes utifrån tidigare erfarenheter och provningar. Delamineringsprovning av limmade träbitar användes för att verifiera lagningarnas egenskaper och funktion.

2. Sammanställning av litteratur om lagning av sprickor i trä

Det utfördes mycket arbete på 1970- och 80-talet angående lagning av sprickor i limträ. Lagningar med epoxilim utfördes oftast genom att man tätade träytan och sedan injicerade med ett lågvisköst epoxilim. Tätningen samt blandningen av limmet och inträngningen var avgörande för en bra lagning. Några referenser beskriver lagningar av rötskadade detaljer, men fokus i det här projektet var lagning av sprickor. Sprickläget och belastningsfallet avgör om sprickan reducerar hållfastheten.

Här följer korta sammanfattningar av några artiklar.

2.1 Sondering av sprickor i limfogar i limträbalkar

Schmidt (1980) beskriver en metod för att kartlägga sprickors djup och längd, men inte tjocklek. Mätningen ska utföras på balkar som har en fuktkvot som hunnit anpassa sig till omgivningens klimat. Eftersom fuktkvoten varierar med årstiden så rekommenderas att spricksonderingen utförs vid samma tid på året, om man vill följa sprickutvecklingen under flera år. Februari månad rekommenderas, eftersom inneluften då är torrast, och sprickorna därmed störst och syns bäst.

Mätutrustning för sonderingen ska vara en 0,3 mm tjock ställinjal med bredden 14 mm som slipats avsmalnande vid spetsen och med rundade hörn. Mätmetoden innebär att skräp och ev. spackel tas bort från sprickan, och sedan trycks ställinjalen in i sprickan med 20 N kraft. Linjalen trycks in så att den sitter kvar i sprickan utan att falla ned.

Vid dokumentationen noteras djupet för det läge där sprickan är djupast. Mätstället och sprickan markeras och märks på balken eller stolpen. I ett protokoll registreras lokala koordinatsystem och spricklägen. Sprickmätningen kan kompletteras med mätning av fuktkvoten och ett fotografi för att underlätta framtida uppföljningar.

En blankett bifogas för inventering av sprickor och insamling av erfarenheter från sprickbildning i monterade balkar. Inventeringen skulle vara underlag för diskussioner om tillåtna värden på skjuvpåkänningen. Förslaget var att dokumentera sprickor i fritt upplagda balkar, i balkarnas centrala tredjedel i höjddled inom de yttersta fjärdedelarna vid var balkände indelat i tre zoner (dock max 3 m från upplag). Kontinuerliga balkar skulle behandlas som en balk i varje fack. Antal sprickor för spricklängderna >1000 mm, 1000-500 mm och 500-100 mm, samt den djupaste sprickan, skulle noteras för varje zon. Sprickor grundare än 5 mm eller kortare än 100 mm behövde inte dokumenteras.

2.2 Konstruktiv lagning av stora träelement med epoxi

Avent et al (1979) beskriver en av de första stora epoxilagningarna på stora träfackverk. Metoden hade utvecklats under tre år innan den användes för att laga takfackverk på sex byggnader på en flygbas. Fackverkselementen hade dimensioner från 75x150 mm till 75x300 mm med bultar och splittrings i förbanden. Skadorna var främst långa längsgående ändsprickor i dragna delar vid förbanden, spruckna skarvplattor, samt längsgående sprickor i hela delar. Lagningsmetoden bestod av rengöring av skadat område, tätning av ytan som sedan försågs med injektionsöppningar, samt injektering med lågviskös epoxi i det skadade förbandet tills det var fyllt med epoxi. Totalt 641 knutpunkter lagades, och jämfört med tidigare lagningar med konventionella metoder så blev kostnaden ca 30-50 % lägre. Kvalitetskontrollen bestod av skjuvprover för laborietestning så att man säkerställde att epoxiblandningen hade tillräcklig hållfasthet.

Epoxi hade använts under ca 15 år för att laga sprucken betong, limma ihop förtillverkade betongelement, limma delaminerade brodäck och skydda pelare i vatten, men kunskap saknades hur limningen verkligen fungerade. Inför lagningen av fackverken av trä gjordes därför noggranna tester.

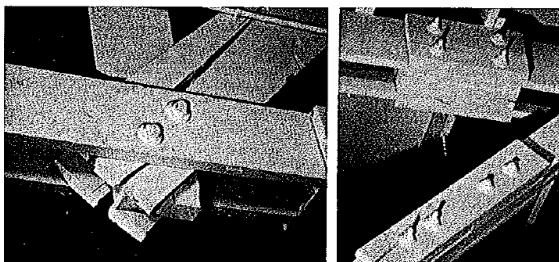
De aktuella byggnaderna uppfördes snabbt under andra världskriget som temporära byggnader med kort livslängd, men många blev kvar efter kriget som lagerlokaler och behövde repareras. Vid underramarna i fackverken fanns flera skador, långsgående sprickor i stråvor vid skruvförband, sprickor i skarvlaskar, samt långsgående sprickor i hela stråvan. Orsaken var naturlig krympning och inte yttre belastning. Inga större nedböjningar av fackverken förekom. Man ville ersätta traditionella lagningsmetoder såsom utbyte av delar, hopskruvning av sprickor och olika klämmetoder med limning. Inför lagningarna med epoxilim hade man flera frågor: Kan man laga trä med stora dimensioner? Kan lagningarna bli hållfasta? Blir lagningarna ekonomiska? Det saknades svar i litteraturen, så ett forskningsprojekt startades för att få vetenskapliga svar.

Målet med epoxiinjektionen var att få en jämn spänningsfördelning över hela förbandet, så att man inte fick höga spänningskoncentrationer vid skruvarna. Tolv fackverk testades och lagades med epoxi och testades sedan igen till brott. Resultatet var att fackverken återfick ursprunglig hållfasthet efter lagningen. Bara trädelar med mycket röta kunde inte lagas. Läckage vid limningen gav i vissa fall ofullständig inträngning.

Reparationsarbetet inleddes med eventuell stöttning av fackverken, komplettering av skadade delar med nya spikade trälaskar och alla förband rengjordes också innan limningen. Ytan tätades med kittliknande epoxi-gel och försågs med injektionsöppningar och därefter injicerades med lågviskös epoxi. Vanligen injicerades från en öppning per knutpunkt, med ett tryck på max 40 psi (276 kPa). Om man fick mindre läckage kunde det stoppas med vax eller ett snabbhärdande epoxi.

Kostnader för epoxireparationerna utförda 1977 jämfördes med traditionella reparationer utförda 1973 och epoxilagningarna blev billigare än de tidigare, speciellt om man inte behövde stötta upp takstolarna (som behövdes om man tog bort och ersatte skadade delar), och utan att störa verksamheten i lokalen.

Ett problem vid epoxilagningarna på plats var kvalitetskontrollen. Epoxilim är känsligt för proportionerna vid blandningen. Veck på ledningar, dålig funktion på pumpar etc. kunde medföra fel blandning så att epoxin inte härdade. Små provuttag en gång per timme användes för att säkerställa att epoxin härdade. I projektet injicerade man prover för skjuvtester vid arbetets början och sedan efter var tionde knutpunkt. Över 200 prover testades, med ett medelvärde på skjuvhållfastheten på 1200 psi (8,3 MPa), vilket motsvarande och det betydde hög kvalitet på limningen. Man såg behov av fler tester på olika konstruktionstyper, samt forskning om väderpåverkan och om brandegenskaper.



Figurer från Avent et al (1979)

Nedbrytning, väderpåverkan och epoxilagning av trä

Avent (1985) utvärderade väderutsatta epoxi-limningar. Skarvarna var periodvis fuktbelastade under 4,5 år och jämfördes med accelererade provningar av små provkroppar. Rekommendationen blev att skjuvhållfastheten borde reduceras till en tredjedel jämfört med en skarv under torra förhållanden. Limmade skarvar i både lätt och kraftigt rötskadat trä hade ungefär samma hållfasthet som skarvar i oskadat trä, men man rekommenderade ändå försiktighet vid limning av rötskadat trä.

En av de tidigaste studierna av epoxilagningar var från 1976. Epoxireparationerna delades upp i olika typer för olika konstruktionstillämpningar (A-typ) eller sekundära konstruktioner (B-typ):

A-1; Epoxi-injektering av spruckna trädelar i fackverksknutar

A-2: Epoxi-injektering och förstärkning av rötskadat trä

A-3: Skarvning och epoxi-injektering av skadade delar

A-4: Epoxi-injektering av delaminerade balkar

B-1: Epoxi-injektering av längsgående sprickor i fackverksdelar långt från knutar

B-2: Reparation av upplagsytor med epoxi-gel

Lagningarna utfördes på följande sätt:

1. Preparering av trädelen, t.ex. stagnering, spikning av förstärkningsplåtar vid brottställen, avlägsnande av källor till förhöjd fuktkvot som orsakat rötskada, utbyte av delar eller lameller, rengöring.
2. Ytan som ska injekteras tätas med högviskös epoxi-gel med kitt-konsistens utom vid injekterings- och kontrollhål. Minst tre öppningar (vanligen 6,35 mm kopparrör eller plaströr) ska finnas för injektering, för att ventileras ut luft och för kontroll av inträngning av epoxi. Vanligen placeras två hål upptill och ett nedtill, men de anpassas till utformning och skador. Injektionsrören placeras i borrarade hål och tätas. Alla bultar, hål eller skador ska tätas med epoxi-gel och tätheten bör testas med t.ex. tryckluft innan injekteringen. Vid tunna sprickor kan hela ytan målas med epoxifärg.
3. Injektering av två-komponent låg-viskös epoxi i den förseglade delen, vanligen genom den lägst placerade öppningen, så att luft ventileras ut genom övriga. När epoxi kommer ut genom öppningarna, så förseglas de. Lagom tryck vid injekteringen är 40 psi (276 kPa).
4. Härdningstiden är ca 0,5-5 timmar, och slutlig härdning inom några dagar. Injektionsrören kan tas bort och tätningsgelen slipas och målas.

Nedbrytning av träytan som beror på vädrets påverkan genom ljus, vatten och värme ger en grov, sprucken yta. Det är en långsam process, ca 6 mm/100 år, som inte ger nämnvärd påverkan på hållfastheten. I den här studien undersöktes epoxilagade ytor som utsattes för vädrets påverkan.

Limträkonstruktioner studerades och på grund av tidsåtgången användes accelererad test med växlande uppblötning och uttorkning. Flera system studerades. Ett modifierat test med små skjuvkroppar (8x25x31mm) användes med max temperatur 49 grader. Vid denna temperatur började de flesta epoxilim att mjukna och tappa hållfasthet. 500 prover med fibrerna parallellt kraftriktningen limmades och utsattes för väderpåverkan och skjuvtestades sedan efter olika lång tid, och resultatet blev oftast ett blandat trä- och lim-brott. De första proven (med minst vädercykler) fick ingen minskad hållfasthet, sedan kom en reduktion som blev ungefär konstant på 22 %.

Sedan testades epoxilagade skarvar under 4,5 år med naturlig väderpåverkan på ställningar med 45 graders lutning. Några provbitar testades med skjuvtest efter var 6:e månad. Efter 2,5 år fanns en påtaglig nedbrytning av träet. Efter 4 år var dock limmet ganska intakt, och man konstaterade att de limmade lagningarnas hållbarhet berodde på träets hållbarhet. Rekommendationen blev att skjuvhållfastheten för epoxilagad Southern Pine ska reduceras med 33 % om den ska utsättas för väderpåverkan motsvarande södra USA. Om lagningen ska hålla mer än 4 år så bör man använda impregnerat virke, annars bör man skydda träet för vädrets påverkan.

Lagning av rötskadat trä testades på gamla takstolar i bra skick av Southern Pine som fick stå ute oskyddade i 3 år. Man använde dels ganska oskadat virke och dels kraftigt rötskadat virke från takstolarna. Knutpunkterna epoxilagades och testades. Resultatet var att det inte var träets rötskador som påverkade knutpunktens hållfasthet utan det var problem med limmets inträngning. Att laga rötskadade träförband kan vara svårt eftersom tätning av kraftigt nedbrutet trä kan vara svårt.

Dessutom kan invändig röta vara svår att upptäcka i knutpunkter, samt att orsaken till rötskadan bör åtgärdas och området som ska lagas måste torkas ut så att det inte blir kvar fukt. Sammanfattningsvis så är det oftast bättre att byta ut rötskadade delar.

Epoxilagning av limträbalk

Avent et al (1986) beskriver en metod med injektering med epoxi som användes vid lagning av en befintlig bågkonstruktion. Bågarna var tillverkade av 19,1x178 mm lameller (Southern Pine). På byggnadens ena sida hade bågarna en utstickande del, där en av bågarna var kraftigt rötskadad.

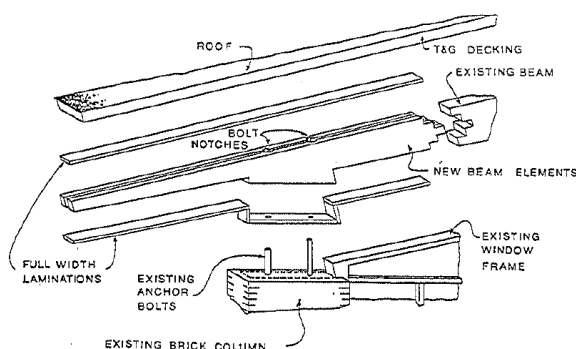
Förslaget var att ersätta skadade lameller med nya. Visuell inspektion visade att skadan fanns vid anslutningen till en tegelpelare och upplagskraften hade gett krossbrott i mittlamellerna. Man konstaterade mjukt trä och inuti hade nedbrytningen spridit sig längs fibrerna. Utbredningen studerades med borrhål längs balken.

Eftersom en stor del av den utstickande balkdelen var skadad så valde man att byta ut hela delen (4,27 m) mot en ny limträbalk som skarvades och limmades till den befintliga. Den skadade delen var förankrad till tegelstolpen med två vertikala 25,4 mm bultar genom balken. Den nya balkdelen utformades därför som två smalare balkar med halva bredden, en på var sida av bultarna och med urtag för bultarna. Översta och understa lamellen hade dock full bredd och limmades på vid monteraget. I den befintliga balkens ände trappades lamellerna så att man fick tillräcklig limyta för varje lamell. Ytans längd beräknades för att få tillräcklig skjuvhållfasthet i längdriktningen:

$$f_g = \frac{2}{3} C_a f_v \frac{l}{t}$$

där f_g är skjuvhållfasthet i limfogen, f_v är skjuvhållfastheten för träet, C_a är trämaterialfaktor, l är limlängden, t är bredden. För Southern pine var $C_a = 1,0$. Erforderlig längd beräknades utifrån belastning av egentyngd, nyttig last och vindlast och minsta erforderliga limlängd blev 38,1 mm för alla lameller. På grund av mer omfattande skada än beräknat så ökades längderna något och var störst för de yttre lamellerna.

Artikeln beskriver hur man sågade den befintliga balkänden och mätte den noggrant för att utforma den nya balkdelen så att den skulle passa exakt mot den befintliga. Övre och undre lamellerna med full bredd monterades först och spikades och förseglades med epoxilim (Sikadur Hi-Mod Gel), och sedan monterades de nya balkdelarna. Själva limningen med spackling, borring och injektering utfördes enligt tidigare artiklar. Efter limningen kontrollerades balken för läckage. Med tryckluft in genom ett hål och med en tvållösning på balkytan kontrollerades läckage, och man fann läckage vid undre lamellen som då förseglades så att inte det lågviskösa limmet (Sikadur Hi-Mod LV) skulle rinna ut. Största delen av injekteringen utfördes från ett av hålen, och när fogen var fylld stängdes alla hål med golf-peggar av trä och förseglades. För uppföljning av reparationen placerades vanliga töjningsgivare i yttre limfogarna mellan lameller samt en givarrosett på sidan av balken. Även nedböjningar mättes i fyra punkter. Töjningsmätningarna hade ännu inte utvärderats, men nedböjningarna var små, så man konstaterade att lagningen verkade fungera.



Figur från Avent et al (1986)

Faktorer som påverkar hållfastheten för epoxilagat trä

Avent (1986) undersökte reparationsmetoder och träkonfigurationer. Reparationerna bestod av fyra steg: preparering av trädelen, tätning av förbandet, epoxiinjektion och avslutning. Över 200 fullskaliga reparationer studerades och över 100 skjuvtester (shear blocks) av Southern Pine testades. Parametrar som studerades var mekaniska förbindare, längden på överlapp, bredden, fiberriktning, ålder och limtjocklek. Skjuvhållfastheten i limförbandet var ungefär som för trä. Primär faktor som påverkade hållfastheten var överlappets längd i förhållande till virkets bredd och fiberriktning.

Dimensioneringskriterier för epoxilagning av träkonstruktioner

Avent (1986) presenterade en metod för att kunna beräkna spänningarna för olika reparationsalternativ eftersom detta saknades. Den aktuella spänningen i limfogen beräknades som en medelspänning. Tillåten spänning beräknades utifrån träslag, fiberriktning, tillåten skjuvspänning för träet, och skarvlängd i förhållande till virkeslängd. Framförallt fackverksförband liknande Avent et al (1979) studerades. Numeriska exempel visade hur man kan räkna. Med detta ska ingenjören kunna bedöma om en föreslagen reparation blir tillräckligt stark och hur man kan förändra utformningen för att uppnå erforderlig hållfasthet.

2.3 Konstruktiv renovering av träbalkar med epoxilim

Van Gemert, van den Bosch (1987) beskriver hur rötskadade balkändar upplagda i en murad vägg kan repareras. Tester presenteras, hur man använder glasfiberförstärkning och stålstänger som limmas i trä eller epoxy-murbruk. En jämförelse görs mellan testerna och fullskalereparationer. Brottbetenden studerades för att definiera framtida forskningsbehov.

2.4 Epoxilagning för limträkonstruktioner i USA

AITC Technical Note 14 (2005) beskriver hur man kan använda epoxilim, samt deras begränsningar vid reparation av limträkonstruktioner. Tryckhållfasthet och fyllningskapacitet för epoxilagningar har betydelse vid reparation av limträ. Drag-, skjuv-, och vidhäftningsstyrkan för epoxi vid konstruktionslimning av trä är emellertid begränsad och beror på variationer vid användningsförhållandena. Mekanisk förstärkning bör användas tillsammans med epoxi för lagningar som ska förbättra skjuvkapaciteten.

Användning av epoxi för limträreparationer får endast utföras efter en noggrann utvärdering om de kan möta de befintliga dimensioneringskraven. Epoxilimet ska klara aktuellt klimat, ha tillräcklig utfyllnad, samt klara aktuell temperatur. Alla reparationsmetoder i samband med användning av epoxi bör analyseras, godkännas och övervakas av en ingenjör med erfarenhet av konstruktion och reparation av bärande limträ och dess förband. Användning av epoxi bör följa tillverkarens rekommendationer. Innan epoxireparationen bör fuktigt trä torkas ut och orsakerna till eventuella fuktproblem rättas till. Försiktighet bör också vidtas för att undvika att tätade ytor ska ge fuktproblem.

Vid tryckbelastning kan röt- eller insektsangrepp repareras med epoxi genom att skadat trä tas bort och tomrummet fylls med epoxi eller en epoxi-träfiberblandning för att återställa tillräcklig styrka. Större tomrum kan fyllas med trä före epoxi-injektion för att minimera mängden epoxi. Krympnings- och svällningsegenskaper och elasticitetsmodulen för trä och epoxi är olika, vilket måste beaktas vid större fyllningar. Hänsyn bör också tas till eventuell alternerande uppfuktning och torkning.

Vid dragbelastning parallellt fibrerna rekommenderas inte epoxi för reparation av trä. För reparation av böjbelastade komponenter kan lagning utföras genom att stålstänger eller armeringsjärn placeras i överdimensionerade hål som fylls med epoxi. I denna typ av reparation är stålet ett förstärkningselement, och spänningar överförs genom skjuvning i epoxin.

Vid skjувbelastning kan man laga längsgående sprickor med stål-armering i kombination med epoxi enligt ovan. Innan man reparerar en genomgående spricka bör en bärighetsanalys göras för att bestämma om en reparation är nödvändig. Mekaniska fästelement, såsom helgängade träskruvar eller epoxi-limmade stålstänger, bör användas tillsammans med epoxi för att reparera sprickor, speciellt för långa sprickor. Kosmetisk reparation av små torksprickor med epoxi-injektion rekommenderas inte, eftersom en styv epoxi kommer att fungera som en kil och förhindra träets fuktrörelser. Spänningarna som skapas av denna epoxi-kil kan öka storleken på sprickorna. Delaminering i limträ beror på brister i limmets vidhäftning och kännetecknas av släta sprickytor utan träfibrer. Delaminering beror vanligen på tillverkningsfel, men med krav på noggrann kvalitetskontroll är delamineringar sällsynta. En epoxilagning bör övervägas för delamineringsreparation endast när det fastställs att det är nödvändigt och kommer att ge en tillräcklig hållfasthet. Åtsittande mekaniska fästelement bör användas tillsammans med epoxi för delaminerings-reparationer.

Utvärdering av sprickor i limträkonstruktioner

AITC Technical Note 18 (2011) beskriver hur man ska mäta sprickor i balkar och stolpar av trä och hur man kan bedöma om sprickorna påverkar hållfastheten beroende på belastning och sprickornas läge. Metoderna finns även redovisade i rapporten Pousette (2006).

2.5 Lagning av limträbalk

Sitar (2006) beskriver hur limträ har blivit allt vanligare i byggnader, men att nedbrytning kan orsakas av hårt klimat med värme, kyla och fukt, och regelbundna inspektioner bör utföras. Olika reparationsmetoder beskrivs, som förstärkning med stålplåtar, eller efterspända kablar eller stänger, utbyta av sektioner av limträbalkarna, fiberarmerad polymer.

2.6 Limmade lagningar av limträbalkar

Cruz (2005) beskriver reparationer på plats av spruckna träbalkar med injektion med lim följt av lagning med det valda förstärkningssystemet med limmade eller skruvade plåtar eller stålstänger eller limmade GFRP- eller CFRP-profiler. Trots att dimensioneringen av förstärkningen inte tar hänsyn till bidrag från injicerat lim i sprickan anser man att detta bidrag till den totala förstärkningseffekten kan vara av viss betydelse. En provning utfördes vid LNEC för att bedöma styrkan och styvheten för träbalkar som behandlades med epoxilim efter belastning till brott i en fyr-punkts böjningstest. Delvis trasiga balkar kan ha mycket smala, nästan osynliga sprickor, som är svåra att behandla. Dessutom kan de trasiga balkarna ha extremt oregelbundna spruckna ändar, som är svåra att få tillbaka in i perfekt passning och kontakt. Dessa två faktorer kan minska effekten av förstärkning och reparation. Testresultaten visade att epoxiliminjektion i spruckna träbalkar kan leda till en inte obetydlig, men något varierande, hållfasthetsåterhämtning (0,45-1,11) och en betydande styvhetsåterhämtning (0,74-0,99) för trasiga balkar. Resultaten visade att, även om reparation på plats av trasiga träbalkar inte bör förlita sig på epoxiliminjektion, så kan dess bidrag till styvheten vara betydande vilket man bör kunna utnyttja.

2.7 COST-projekt om limning

COST Action E34 (2008A och 2008B) var ett COST-projekt om limning av trä, där ett delprojekt handlade om limningar i fält, bland annat med inlimmade stänger och limning i sprickor. Lagning av limträ som rötskadats på grund av felaktig konstruktion beskrivs, det gäller t.ex. träbrodetaljer som stolpfundament, räckesinfästningar och balkändar vid fundament. Exempel visas på rötskadade balksidor på väderutsatt träbro, där reparationsarbetet omfattade borttagning av rötskadat trä, urfräsning och limning av nya träbitar på balksidan. När det gäller lagning av delamineringar och sprickor menar man att vid tidig delaminering så kan man använda standardprocedurer med injektering av lämpligt trycklöst lim. När sprickor eller delamineringar uppkommer senare så utför man lagningen

i två steg. Först injekterar man sprickorna för att tätas och de ska vara färdighärdade innan nästa steg, då man borrar hål genom hela balken och injekterar metall- eller GFRP-stänger med epoxilim för att återställa bärligheten. Det nya renoveringssystemet med limning av sprickorna och sedan injektering av stål- eller GFRP-stänger visade sig vara betydligt billigare än tidigare metoder där man rev taket och förstärkte takbalkar med stålplåtar. Det tyska epoxisystemet (Wevo EP 20) som utvecklades inom ett omfattande forskningsprogram med tester har godkänts för reparation av öppna limfogar. Det finns också ett polyuretanlim på marknaden för lagning av träkonstruktioner. Även ett långsamt härdande 2-komponents alifatiskt epoxilim, Rotafix CB10TSS beskrivs, som är tixotrop för enkel hantering vid horisontella eller uppåtvända ytor. Det kan ge limfogar 1,5-6 mm.

Fortsatt forskningsinsats rekommenderas för att ta fram mer miljö- och arbetsmiljövänliga limmer. De epoxilim som används innehåller farliga lösningsmedel och härdare. Limning i fält har använts under några årtionden, antingen självständigt eller tillsammans med inlimmade stänger, men en kritisk aspekt är att limningen beror på utförande och aktuella förhållanden vilka är svåra att kontrollera. Förutom att limmer behöver förbättras, så behöver även provningsmetoder utvecklas för att bedöma limningar i fält. Beständighet och långtidfunktion bör kunna provas, samt kontrollmetoder för limmets inträngning behöver fastläggas.

2.8 Tyskt limgodkännande

Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung (2010) gäller två-komponent epoxilim " WEVO - Speciallim EP 20 VP/1" med härdare "WEVO B 20/1" för reparation av skadade träbalkar genom limning för att återfå ursprunglig bärförmåga, se även Bilaga 3. Några allmänna krav är att det tekniska godkännandet kräver professionell kompetens och erfarna personer med tillstånd att arbeta med tillverkning av byggprodukter. Det tekniska godkännandet ska finnas tillgängligt på byggplatsen.

Sprickor i områden vid förband med spikar, skruvar, hylsor och gängade bultar kan också repareras med limmet. Träet kan vara i klimatklass 1-3. Temperaturen för konstruktionsdelen får inte överstiga 50° C. Komponenter som har eller kommer att behandlas med kemikalier för träskydd eller brandskydd omfattas inte av detta tekniska godkännande. Limmet får bara användas för reparation av spruckna träkomponenter i bärande konstruktioner som huvudsakligen är utsatta för statisk last. Träet kan bestå av massivt trä eller limträ av gran eller av bok. Tillverkning och blandning av limmet beskrivs, och för reparationsarbetet ska tillverkaren av limmet upprätta anvisningar med hänsyn till egenskaperna hos bindemedlet. Reparation av bärande delar ska för detta lim uppfylla följande krav:

- Vid limningen ska temperaturen hos träet vara 17-35° C.
- Fuktkvoten i trä vid sprickorna får vara 18 % maximum.
- Inget fritt eller löst vidhäftande skikt av en tidigare limning eller lösa träflisor får finnas. I tveksamma fall, ska sprickor på sidoytorna av balkar skäras upp till ca 4 till 10 cm djup.
- Beredning av ytan i sprickorna får utföras tidigast 3 dagar innan fyllning av sprickor med lim.
- Sprickorna som ska fyllas med lim måste vara fria från damm. Detta kan utföras genom att blåsa rent med oljefri tryckluft.
- Vid limningen ska tillverkarens anvisningar följas.
- Vid fyllning/injektion av limmet ska säkerställas att sprickor är helt fyllda med lim och att limmet inte kan rinna ut. När det krävs, så ska ventilationshål anordnas. Eventuellt fyllmedel ska vara anpassat till limmet.
- Industriföretag som reparerar trasiga träbalkar med limmet enligt det tekniska godkännandet, måste ha ett kompetensbevis för reparation enligt metoden.

Utförandet av reparationen ska redovisas i ett protokoll som ansvariga i företaget ska underteckna och spara i minst 20 år, och som ska omfattar minst följande:

- Beteckning på objekt och namn på ägare av byggnaden
- Beskrivning av skadan inklusive typ och dimension av skadade träbitar och typ av skadan med exakt beskrivning av sprickor (antal, dimension, plats, yt kvaliteten hos sprickorna , t.ex. slät, fibrer, ren, smutsig)
- Namnet på den som ansvarar för reparationskonceptet
- Namn på ansvarig specialist på reparation och annan berörd personal
- Träslag
- Temperatur och fukt i träbitar innan fyllning av sprickor utförs
- Temperatur och relativ fuktighet i omgivande luft under härdningen av limmet
- Beskrivning av reparationsmetod (t.ex. renskärning av sprickor, fyllning av sprickors kanter med lim eller fyllnadsmaterialets märke och typ, diameter och avstånd mellan borrar och ventilationshål , typ av fyllningsmetod vid limningen t.ex. utrustning med handspak, koniskt munstycke)
- Mängd och blandningsförhållande för limmet
- Tid för början och slut av injekteringen
- Påfyllningsmängd för varje spricka eller grupp av sprickor
- Tid för utvinning av kontrollkärnor och plats för utvinning, brottlast och skjuvhållfasthet för kärnorna
- Dokumentation av alla reparerade sprickor inklusive alla avvikelser
- Slutdokumentation

Vid sprickbredd mindre än 4 mm finns inga krav på max spricklängd eller max storlek på intilliggande sprickor. Vid sprickbredd 4-8 mm finns maximala värden för spricklängd och storlek på sprickyta.

Utöver en visuell kontroll av limfogarna, ska borrhållfasthet tas ut på statistiskt ofarliga platser i området med limfogar för att säkerställa en tillräcklig hållfasthet hos limfogen. Kärnorna måste ha en diameter mellan 25 mm och 35 mm och med den reparerade limfogen i mitten. Antal erforderliga borrhållfastheter anges och kärnorna ska behandlas som provkroppar med parallella och plana ytor och skjuvtestas. Före skjuvningen kontrolleras lim i sprickorna och dokumenteras. För fogar med en tjocklek högst 1,0 mm, ska skjuvhållfastheten klara kraven enligt DIN EN 392.

Referensobjekt enligt Bilaga 3 med limning enligt det tyska godkännandet visar lagningar som utförts utan spackling av ytan, men med många små borrhållfastheter längs sprickan för injekteringen. Kontroll gjordes med uttag av ca 30 mm borrhållfastheter som skjuvtestades enligt kraven i godkännandet.

Det finns även ett nyare system som är godkänt, WEVO EP 32 S med härdare WEVO B 22TS. Det är lättare att blanda och använda, och har bättre temperaturbeständighet så att den generella gränsen är 60° C, men bägge systemen klara temperaturer uppåt 80-90° C om de härdas ut vid förhöjd temperatur.

2.9 Lagning av limträkomponenter enligt tyska anvisningar

Broschyren Merkblatt (2013) handlar om renovering av limträbalkar. Delar av broschyren, som berör limning av sprickor, sammanfattas här.

Broschyren ska stödja arkitekter och konstruktörer som arbetar med renovering av limträkomponenter. Den innehåller olika metoder för spricklagning för att återställa bärigheten: limning; limning av skjuv- eller tvärdragförstärkningar i form av skivor av plywood, faner eller solida trälameller; kompletterande montering av stålstänger som skjuv- eller tvärdragförstärkning. Skadeanalys och åtgärdsplan ingår inte, utan en expert med kunskap om trä ska ha gjort en kontroll. Frågor om träskydd och arbetsmiljöfrågor behandlas inte heller.

Lagning med limning ska utföras med stor noggrannhet, eftersom limfel senare är mycket svåra att upptäcka och därför finns särskilda krav för att få utföra åtgärderna. Det krävs utöver expertkunskap för produktion i fabrik ytterligare kvalifikationer hos det utförande företaget. Det krävs ett bevis på lämplighet för limning av bärande träkomponenter (så kallad limcertifiering). Enligt den nya DIN 1052-10: 2013-05 krävs ett certifikat D. Enligt den tidigare DIN 1052: 2008-12 krävdes certifikat A, B eller D. Certifikat A krävdes för renovering av komponenter utan begränsning av dimensioner. Med certifikat B eller D kunde endast komponenter med en begränsad längd renoveras: raka balkar med längder upp till 18 m; böjda balkar med spännvidder upp till 12 m; treledsbalkar upp till 15 m spännvidd; ramar med en spännvidd upp till 12 meter. Ett limgodkännande krävs för renoveringar och utfärdas av Materialprüfanstalt Stuttgart - Otto Graf Institutet (MPA Stuttgart) på uppdrag av det tyska institutet för byggnadsteknik (DIBt). För att utföra arbetet behövs kvalificerad arbetskraft som har erfarenhet från tillverkning av limträ. Under hela renoveringsarbetet måste minst en anställd vara på plats som har kunskaper om renovering och som gått utbildning hos MPA Stuttgart eller har jämförbar utbildning.

Innan renoveringsåtgärder utförs måste det finnas handlingar som beskriver renoveringsarbetet, en renoveringsplan framtagen av expert med kunskap om trä. Handlingar från det utförande företaget måste innehålla minst följande punkter: geometri för byggnad, limträkomponenter och anslutningar; byggnadens användning; skadans omfattning och sprickprotokoll; redogörelse för områden som ska renoveras; förfaranden och material som ska användas; information om bärförmåga för golv (för ställningar och mothåll) om det behövs.

Till renoveringen får man bara använda material som officiellt har klassificerats som lämpliga. Fenolplast- eller aminoplastlim ska uppfylla kraven enligt DIN EN 301:2006-09 [3] och DIN 68141: 1995-1908 [4], avsnitt 3.1.3 och bilaga 3.6. Allmänna lim godkända för byggnadskonstruktioner kan också användas. Vanligt lim vid många restaureringsarbeten är två - komponent epoxilim. Limmet har låg viskositet och fyller tomrummen mycket väl. Vid limning krävs inte klämtryck, eftersom limmet inte krymper. Epoxilim är så flytande att det måste förhindras att det rinner bort genom lämpliga åtgärder. Under renoveringen av synliga bärande komponenter kan man vid behov tillsätta ett färgämne till limmet, om egenskaperna hos det färgade limmet har testats och godkänts. Om lim blandas med fyllmedel, till exempel för att förtjockas, är det bara tillåtet om det förtjockade limmet har testats och klassificerats som lämpligt. Alla använda lim ska motsvara typ I enligt DIN EN 301: 2006-09. Limmet ska vara godkänt enligt tillstånd från DIBt.

Vid förberedelser för renoveringen ska detaljerna i renoveringsplanen kontrolleras, samt typ och dimensioner av byggnadsställningar och plattformar som monteras innan renoveringen startar. Om komponenter ska stöttas ska man också undersöka tillräcklig kapacitet i marken/golvet. Det ska finnas en plan för transport av material och eventuellt behov av dammskyddsanordningar kontrolleras. Man ska kontrollera att kraven för limningen, speciellt trä- och lufttemperaturer uppfylls under hela tiden till färdig lagning, samt bedöma om det behövs rengöring eller vid behov slipning eller annan förberedelse för limningen.

Vid lagningen av sprickor ska sprickorna tejpas eller spacklas enligt uppgift från limtillverkaren (tekniskt datablad) och blandat lim injiceras sedan i sprickorna. Lagningsmetoden utvecklades av Radovic/Goth på 80-talet och har sedan dess flera gånger visat sig fungera. Kvalitetskontroll innebär att reparationen ska dokumenteras i en rapport i enlighet med kraven i typgodkännandet för limmet. Protokollet ska undertecknas av ansvarig person i företaget och ska sparas i 20 år. Följande uppgifter ska dokumenteras:

- namnet på objektet och namnet på byggnadens ägare/förvaltare,
- beskrivning av skadan med
 - (A) antal, materialtyp och mått på skadade träkomponenter
 - (B) detaljerad beskrivning av skador och sprickbildning (antal, mått, läge), ytans beskaffenhet (t. ex slät, sliten, ren, smutsig),
- namn på person som ansvarar för reparationsarbetet,
- namn på reparationsspecialist som utför arbetet och andra medarbetare,
- träslag,
- temperatur och fuktkvot för träkomponenter omedelbart före injektionen av sprickor, mätningarna utförs på olika djup i förhållande till tvärsnittets bredd,
- temperatur och relativ fuktighet i den omgivande luften under härdningstiden,
- beskrivning av reparationsprocessen (t.ex. renskärning av sprickor, spackling av sprickkanter, lim eller tätningsmedel, fabrikat och typ av tätningsmedel namnges, diameter och avståndet mellan borrhning för ventilhål, typ av fyllningsmetod för limmet, t.ex. med hjälp av handpump och konisk pip)
- mängden lim och blandningsförhållande för limmet,
- tidpunkter för början och slutet av limningen,
- limmängder för varje enskild spricka eller grupp av sprickor,
- för renoveringar under den kalla årstiden bör limmets temperatur dokumenteras,
- tidpunkt för uttag av borkkärnor och provtagningspunkter, kontroll kärnor, brottlast och skjuvhållfasthet, se nedan,
- dokumentation av alla sprickor inklusive eventuella avvikelser,
- slutlig dokumentation.

Borkkärnor ska tas med en diameter av ca 35 mm i enlighet med kraven i allmänt typgodkännande för lim till ombyggnader. Kärnorna behandlas i enlighet med DIN EN 392 till prover med parallella och plana ytor. Före provning av skjuvhållfastheten dokumenteras limfyllningens nivå i limfogen (procentandel av den fyllda fogens längd beträffande totala sprickdjupet), eventuella luftinneslutningar och eventuellt andra avvikelser. Skjuvhållfastheten för kärnorna ska bestämmas enligt DIN EN 392. Testresultaten av alla kärnor är i termer av skjuvhållfasthet och fiberfraktion som ska klara kraven i standarden DIN EN 386:2002-04, avsnitt 5.5.4.

2.10 Renovering av limträ: Undersökningar för att studera den statiska effekten av limning

Richter et al (2011) beskriver limning och provning av gamla limträbalkar. EMPA hade studerat sprickor under flera år, eftersom både tillverkare och leverantörer av limträ, samt fastighetsägare (efter garantitiden) hade intresse av tillförlitliga metoder och produkter för reparation av sprickor i limträ så att den erforderliga bärförmågan återställs. Lämpliga metoder och principer som studerats är:

- Förstärkning med mekaniska fästelement (spikar, skruvar, spikplåtar, bultar, dubbar, gängade stänger, vanligtvis som tvärgående drag- eller skjuvförstärkningar;
- Förstärkning med skivor (fanér, plywood);
- Renovering genom att fylla sprickor och fogar med lim.

De mekaniska förstärkningarna ändrar utseendet på limträelementen, orsakar också hål och därmed en reduktion av tvärsnittet, och det krävs vanligen god tillgänglighet till komponenterna. Lagning av öppna fogar i limträ eller längsgående sprickor i massivt trä med injektering med lim började användas redan för mer än 30 år sedan och har använts och utvecklats, särskilt med avseende på limtyper och utförande av lagning. Fördelarna med lagning med limning är enkla lagningar som visuellt inte omedelbart syns och metoden har därför blivit mer intressant under senare år. Andra fördelar med lagning med lim är den relativt låga kostnaden och korta reparationstiden och liten störning av

byggnadens användning under renoveringen. Man bör dock beakta svårigheter när det gäller t.ex. rätt temperatur och fuktighet i träet på grund av omgivande miljön samt ytstrukturen på träet i sprickorna. Dessutom kan man oftast inte få något presstryck vid limningen, utan limmet ska härda utan tryck.

Medan restaurering med lim i betongkonstruktioner för tätning för fukt- och korrosionsskydd har tillämpats i många år och anses beprövad, fanns för renoveringar av limfogar i limträ enbart ett epoxilimsystem, som i en omfattande studie på FMPA Stuttgart hade testats och rekommenderats. Det godkändes 2010 för reparation av bärande träkomponenter av tyska Institutet för Byggt teknik. I den engelskspråkiga delen av världen är det också nästan uteslutande epoxilim som används vid lagningar.

Cementindustrin i Schweiz hade byggt upp kunskap om polyuretanlim och det fanns en 2-komponent polyuretan avsedd för användning inom träbyggande. Den består av ett lim för spackling/stängning av sprickor/fogar på kanten, förberedande arbete (produkt Purbond VN3040) och lim för fyllning/tätning av slutna sprickor/fogar med injektionsteknik, vätska (produkt Purbond VN3064). Limmet var primärt utvecklat för limning av gängstänger i trä och kännetecknades av goda utfyllnadsegenskaper och tillräcklig skjuvhållfasthet. I maj 2010, godkände det tyska institutet för byggt teknik limmet Purbond CR 421 för limning av stångstänger i träkonstruktioner. Limmet borde även kunna användas till spricklagning och limtillverkaren undersökte därför olika parametrar i laboratorietester vid olika testinstitut (FMPA Stuttgart, CTBA Bordeaux).

Limsystemet applicerades och utvärderades för renovering av öppna limfogar i limträbalkar i lokdepån Aebimatt i Bern som byggdes 1912. Konstruktionen bestod av fyra hallar med spännvidder cirka 20-25 meter. Huvudbalkarna var böjda limträbalkar limmade med kaseinlim. Balkarna hade lokalt betydande delaminering vid limfogar, och på flera ställen fanns lokala förstärkningar (plåt). Sprickor vid limfogar förekom redan under hallens första tid på grund av höga fuktkvoter vid byggandet, vilket dokumenterats redan 1939. Ytterligare bedömningar av takbalkarna gjordes av EMPA 1943 och 1967.

Efter kollapsen av ishallen i Bad Reichenhall i januari 2006, fick Swiss Federal Railways (SBB), Institutionen för infrastruktur, i uppdrag att göra en översyn av tillståndet. Först genomförde Institutionen för trä vid EMPA en okulär stickprovskontroll av varje enskild balk, vilket bekräftade att stora delamineringar hade funnits i flera år, men man rekommenderade statisk beräkning av balkarnas utnyttjande med beaktande av delamineringar samt bestämning av restkapaciteten för kaseinlimmet. SBB fick i uppdrag att bestämma den strukturella säkerheten, samt även möjliga renoveringsalternativ (byte av alla balkar, lagning med limning, förstärkning av kritiska punkter, etc.). På grund av brist på grundläggande kunskap för en lagning med lim, utförde SBB en provrenovering. Ett team av experter på trä, limteknologier och byggare skulle i ett förprojekt undersöka:

- Användning av nya polyuretanbaserade limsystem under praktiska förhållanden
- Följa en teknisk lagning med lim på ett objekt
- Analysera den statiska effekten av lagningen
- Vägledning för kvalitetsförbättring och kontroll av den omfattande renoveringen

Vid förundersökningen lämnades 12 borrhärnor från limträbalkarna till EMPA för bestämning av återstående skjuvhållfasthet för limfogar med kaseinlim enligt EN 392:1995, både för yttre och inre delar av balken. Kärnorna delades i en yttre och inre halva som testades. Proverna gav genomsnittlig skjuvhållfasthet som klarade kraven enligt EN 386:2001, vilket var en förutsättning för en lagning.

Lagning av öppna fogar med ett två-komponent polyuretanlim som testades på en balk i lokdepån Aebimatt i Bern skulle ge underlag för att bedöma om metoden kunde användas till gamla komponenter. Testerna utfördes på en limträbalk som hade särskilt mycket sprickförekomst. Som lim användes ett två-komponent polyuretanlim. Arbetet utfördes med injektionstekniken både på

konstruktionen i hallen, och på en balk under kontrollerade förhållanden vid EMPA. Sprickornas utsida förseglades med ett pastaliknande lim, inget presstryck applicerades, och härdningen genomfördes vid rumstemperatur. För att bestämma effektiviteten av limningen utfördes skjuvtester och delamineringstester.

Undersökningen visade att det i princip är möjligt att laga stora öppna fogar med injekteringsmetoden även under svåra förhållanden på platsen. Emellertid är metoden kostsam (särskilt på grund av den yttre spacklingen av ytan). Utvärderingen kom till följande resultat:

- Öppna fogar måste vara tillgängliga och synliga från utsidan för renovering. Det fanns dock många små delamineringar invändigt, som inte var synliga utifrån, och som inte kunde lagas.
- Balkens yta får en synlig förändring genom spacklingen av ytan, vilket kanske inte alltid kan tillåtas.
- En fullständig fyllning av de öppna fogarna kunde inte nås. Lagningen ökade andelen slutna fogar från 47 % till 62 % . På grund av limmets viskositet kan det framförallt användas till större sprickor.
- De öppna sprickorna måste vara fria från föroreningar. Det kunde inte garanteras för den använda balken, utan föroreningar med damm och sot i de inre ytorna begränsade lagning genom limning.
- Träet i området vid sprickan får inte visa några tecken på nedbrytning, vilket dock inte var aktuellt på balken men inte kunde uteslutas helt.
- Hållfastheten för de icke-delaminerade fogarna måste vara intakt för att lagning ska löna sig.

På grund av undersökningen så rekommenderades den inte för att laga gamla bärande konstruktioner. Man föreslog ytterligare studier om metoden vid "färsk" delaminering, samt utveckling av en mobil icke-destruktiv metod för att kontrollera lagningars kvalitet.

3. Limtyper

Det finns olika typer av lim, t.ex. torkande lim (lösningsmedel, torkar av värme) och härdande lim (tvärbindingar, t.ex. epoxi).

Lösningsmedelsbaserade lim är ofta upplösta i något organiskt lösningsmedel. Limmet stelnar när lösningsmedlet dunstar bort, vilket kan medföra en stark lukt vid limmets torkning. Limmet genomgår inga kemiska förändringar vid torkningen.

Härdlim är enligt definition från TNC ett lim som stelnar genom kemisk härdning. Härdlim består ofta av två komponenter (tvåkomponent-lim). Kemiskt härdande lim består för det mesta av en härdare och en bas, som ska blandas. De reagerar kemiskt så att limmet stelnar genom så kallad polymerisation. Den tid från blandningstillfället som ett tvåkomponent-lim är användbart är därför begränsad. Hållfastheten samt motståndet mot värme, kemikalier och kallflytning (långsam deformation av limmet under belastning), är i allmänhet bättre för härdlim än för andra limtyper. Typiska härdande lim är epoxilim och polyuretanlim.

Melaminlim (Melamin Urea Formaldehyd lim, MUF) är ett härdlim som används vid limning av limträ, och det ger ljusa limfogar som är vatten- och väderbeständiga. Melaminlim är enligt definition från TNC ett härdlim framställt genom kondensation av melamin och formaldehyd. Setra och Martinsons använder melaminlim till tillverkningen av limträ, men av olika fabrikat. Melaminlim används även vid tillverkning av till exempel plywood och vid fanering. UF-limmet kan avge formaldehyd till inomhusluften.

Epoxilim är det vanligaste härdlimmet. Epoxilim finns både i flytande och fast form och som en- och tvåkomponent-lim. Man kan limma de flesta material. Epoxilim kan krympa lite vid härdningen, men krympningen är mycket liten. Vissa epoxilim kan orsaka hudirritation och allergi som kontakteksem, varför epoxi ofta anses som ett problem ur arbetsmiljösynpunkt. Epoxilim innehåller epiklorhydrin som är allergen och cancerframkallande, samt östrogenlika ämnen alkyfenoler och bisfenyl A.

Polyuretanlim (PUR-lim) är ett härdlim och har god vidhäftning mot de flesta material, ger starka fogar och används bland annat till sandwichkonstruktioner och bildelar. Polyuretan finns både som en- och tvåkomponent-lim. Polyuretan har bättre fläckhållfasthet, köldbändighet och adhesionsförmåga mot många organiska material än epoxilim. Polyuretanlim är ofta mer expanderande eller skummande än epoxilim. Polyuretanlim baseras på isocyanater som kan skada nervsystemet och är allergiframkallande.

MS-polymerlim utvecklades i Japan på 1970-talet för att vara ett bra lim till jordbävningsområden. Det skulle också vara ett alternativ till silikonlim, som har problem med övermålningsbarhet, och PUR-lim, som kan vara känsliga för UV-ljus. Limmet finns som en- och tvåkomponent-lim. MS-polymerlim har liknande användning som PUR-lim men innehåller inte isocyanter, däremot mjukgörare och tennorganiska föroreningar.

4. Provingar med lim

Sprickor förekommer ofta intill limfogar, ibland i trämaterialen, men kan också förekomma vid limfogen. Lim för lagning av sprickor bör därför ha vidhäftning både mot trä och mot lim. Delamineringsprovning används i limträproduktionen för att kontrollera limfogarnas vidhäftning. Det är ett tufft test där provbitarna utsätts för fukt och uttorkning vid hög temperatur. I det tidigare examensarbetet Ekstrand (2014) uppstod problem vid limningen av sprickor, med vätningen och med att limmet ville rinna ut, samt att det inte klarade den höga temperaturen vid delamineringsprovningen.

4.1 Första inledande provlimning

GA Lindberg fick provbitar med limträ för att göra inledande tester och ta fram förslag på limtyper och metoder. Martinsons och Setra skickade även data för deras respektive MUF-lim som används vid limträstillverkningen.

Provbitar från Setra Långshyttan testades med epoxilim. Sprickan tätades på utsidan med tejp och lättflytande lim fick rinna ner i sprickan. En fråga var hur man skulle utföra limning praktiskt på arbetsplatsen, på stående, liggande respektive undersida mm.

Flera frågor diskuterades när det gäller vilka krav som ska ställas på limmet och limningen:

- Limningen ska fungera praktiskt, och limmet ska tränga in bra i sprickan.
- Limmet ska fylla ut sprickan ända in, kan kontrolleras med spräckning eller noggrannare med tomografering.
- Limmet ska få vidhäftning mot trä- och limytor i limträbalken, kan provas med delamineringsstest. Limningen ska klara delamineringsstest. Tidigare limningar i examensarbete Ekstrand (2014) klarade inte riktigt detta, limmet mjuknade vid torkningen vid 70°C efter vättingsperiod.
- Limningen ska ge tillräcklig hållfasthet, kan testas med skjuvtest enligt standard för limträ.
- Limning för olika brandklasser kan behöva utvärderas, t.ex. brand under 30 min (inträngning brand ca 15 mm i trä). Brandegenskaper bör beaktas vid val av lim, men arbetet fokuserar inte i första hand på brand. Eventuella rökgaser från limmet beaktas inte, eftersom limträet bara innehåller ca 1 vikt% lim och lagningen kommer att bli mycket liten andel.

4.2 Andra provlimning

4.2.1 Lim och limning

Följande material skickades från Setra Långshyttan till GA Lindberg som utförde limningen:

- 2 st utsmetade/rumsuthärdande MUF-ytor - furu
- 2 st baksidor endast hyvlad yta samma lamell – furu
- 2 st utsmetade/rumsuthärdade PRF-ytor - gran
- 2 st baksidor endast hyvlad yta samma lamell - gran
- 3 st mindre sprickor från delaminerade balkar i ordinarie provningsförfarande - gran.

Träytorna hade både splint- och kärnved. Vid den inledande limningen enligt 4.1 limmades provbitarna med ett flytande epoxilim med viskositeten ca 30 000 mPa·s, men det ansågs vara för trögflytande. De nya testerna utfördes med mer lättflytande lim (ET 530) med viskositeten ca 5000 mPa·s. Det är samma lim som används till inlimmade skruvar, se datablad i Bilaga 1. Limmet innehöll lite fyllmedel. Limmet spreds ut på ytor enligt ovan och verkade inte sugas in så mycket i träet. Limmet fäste bra, både till PRF-lim, till MUF-lim och till hyvlad träyta, vid försök att peta loss limmet från ytan. Det verkade bli vidhäftning mellan det nya och det redan uthärdade limmet i limträbalken. Fortsatta limningar utfördes därför med det lågviskösa limmet. Flera frågor om limmet diskuterades:

- Lagring och åldringsbeständighet, kan lagras ca 3 år från tillverkning, efter blandning ca 90 minuter.
- Vattentålighet efter uthärdning, sjunker med tiden om det är helt i vatten till ca halva styrkan, men det är inte aktuellt fall för limträbalkar.
- Emissionsklassificering, formaldehyd, men en mindre lagning utgör en ytterst liten del av konstruktionen, så den frågan är inte aktuell i bruksstadiet.
- Standardkombination med härdare, dubbelpatroner, passar inte för lättflytande lim, teoretiskt möjligt men kan ge långa mixerrör, det aktuella limmet har en praktisk blandning med volymförhållande 1:2.

Träbitarna enligt ovan limmades ihop utan att tryckas eller klämmas ihop. Limningen utfördes med PRF mot PRF, trä mot trä, MUF mot MUF. De ca 24 cm långa provbitarna delades i minst 75 mm långa delar, dvs tre delar per provbit (längd enligt standard för skjvutester).

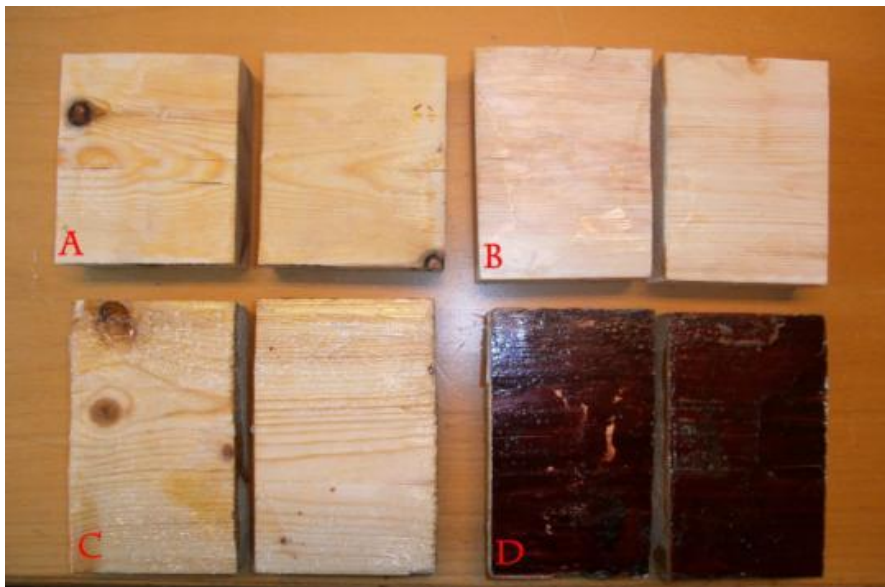
Resultatet av limningen blev inte helt bra. Bitarna skulle inte hoptvingas vid limningen och spalten blev därför ojämn. Limmet var mycket lättflytande, och på vissa ställen rann limmet ut. Samma lim (enligt databladet) användes på alla bitar. Metoden var att använda ett väldigt lättflytande lim och lägga ihop bitarna, inte sprickfyllning. Målet med provningen var att undersöka limmets vidhäftning mot olika ytor, limytor och träytor. Limmet verkade inte ha väts in i hyvlade ytor, bara i ändträytor. Tejp runt bitarna vid limningen fäste dåligt på träet.

Martinsons har i ett tidigare projekt förstärkt limträ med bra resultat med inlimmade stålstänger som limmats med Araldit-epoxi i borrade hål (mycket ändträ). Limmet sprutades in och det var ännu mer lättflytande lim.

4.2.2 Delamineringstest – test av vidhäftningen

Setra utförde delamineringstester på 12 provkroppar som var limmade enligt 4.2.1 till fyra olika typer (A-D) med tre exemplar av varje:

- Prov A: Furuvirke endast renhyvlat, limmat trä mot trä.
- Prov B: Furuvirke bestruket med uthärdat MUF-lim, limmat MUF mot MUF.
- Prov C: Granvirke endast renhyvlat, limmat trä mot trä.
- Prov D: Granvirke bestruket med uthärdat PRF-lim, limmat PRF mot PRF.



Delamineringstest av provkroppar A-D

När träet torkades så böjdes det och limmet började spricka upp och bitarna föll isär. Alla bitar kunde delas med handkraft efter testet. Träfiberbrott fanns inte efter delmineringen. Ingen fiberresning syntes på bitarna efter testet. Bitarna sprack i 3 skikt (hinna med lim mellan). Tid från limning till provning var ca 3 dygn, vilket borde ha klarat kravet 72 h för uthärdning enligt databladet.

Vid delamineringstester i limträstillverkningen mäter man spricklängd i förhållande till total limfogslängd (%). Eventuellt borde man testa vidhäftningen både torrt och efter delamineringstest, som är väldigt tufft för bitarna med uppfuktning och uttorkning. Fyllningsgraden diskuterades också, om man injicerar lim finns risk för fickor utan lim. Limmets viskositet avgör vilket tryck som behövs, man kan använda 3-4 mm hål och rör vid injiceringen. Sprickorna i limfogar är vanligen upp till 1 mm breda.

Gran och MUF-lim utgör ca 80 % av limträstillverkningen och är mest intressant att ta fram lim för. Vidhäftningsmässigt är det mindre intressant med PRF-limmet, så för fortsatt provning beslutades att bara prova limning på ytor med MUF-lim.

4.3 Tredje provlimning

4.3.1 Lim och limning

12 träbitar limmades ihop, som hade uthärdat MUF-lim på en yta (som markerades på provbitarna). De limmades ihop två och två till 6 hoplimmade bitar, utan att tryckas eller klämmas ihop. Träbitarna var lite kupade så att de hade kontakt i mitten och det blev några millimeter avstånd ute vid kanten, vilket skulle kunna motsvara en spricka. På några bitar sattes en ram av MS-polymer längs träbitens kant för att limmet inte skulle rinna ut. Bitarna tejpades även runt kanten. Limmerna var mer trögflytande än det tidigare testade limmet. De fyra limmen som användes redovisas i Bilaga 1 och var:

- Permabond ET 510, 2-komponent epoxilim (ska härda 5 dagar), 1 hoplimmad bit
- Permabond ET 505, 2-komponent epoxilim (ska härda 5 dagar), 2 hoplimmade bitar
- Lord 7550, två-komponent uretanlim (ska härda 72 timmar), 2 hoplimmade bitar
- Permabond PT328, 2-komponent polyuretanlim (ska härda 24 timmar), 1 hoplimmad bit



Träbitar att limma ihop



En liten ram i de fall limmet riskerar flyta ut ur fogen. Ytorna konvexa så kontakt mellan bitarna i mitten och spalt ute i kanterna till vänster och höger.



Limapplicering för att trycka luften framför sig



Ihoplagda detaljer med lim som kommer ut

4.3.2 Delamineringstest – test av vidhäftningen

Delamineringstester utfördes och resultatet för de olika limmen blev:

- Permabond ET 510, betedde sig som ET 505 men var inte lika bra.
- Permabond ET 505, satt ihop bäst av dessa fyra limtyper, de kunde brytas sönder med stämjärn och då fanns limytor på båda sidorna. Ytorna var mestadels blanka, någon träfiber hittades.
- Lord 7550, bitarna satt ihop efter behandlingen, men var lätta att bryta isär med händerna. Limmet satt som en hinna emellan träet, med lim på båda sidor men vidhäftning mot en av sidorna i taget.
- Permabond PT328, biten ramlade isär vid uttag från autoklaven, limmet satt på ena biten (någorlunda fast) och det var inga spår av lim på den andra biten. Inga fibrer syntes i limmet.

De polyuretanlimmade bitarna satt inte alls ihop. Epoxilimningarna var bättre, de fick tas itu med verktyg, men de var inte godkända, eftersom stora delar inte hade vidhäftning mot det befintliga limmet. Slutsatsen från provningen var att vidhäftningen är avgörande, för om limmet inte fäster vid lagningen så finns risken att det vid uttorkning när limträbalken vill krympa ytterligare, så kan lagningen i sprickan lossna. Svårigheten kan vara att limningen ska fungera utan tryck, som ju används normalt vid tillverkning av limningar till t.ex. limträ.



Epoxilimning efter delaminering



Epoxilimning efter delaminering



Polyuretanlimning efter delaminering



Polyuretanlimning efter delaminering

4.4 Fjärde provlimning

4.4.1 Lim och limning

Inom ett tidigare projekt, Girod, om inlimmade stänger provades limning av tusentals bultar med olika limmer, både epoxi- och polyuretanlimmer. Det finns typgodkännande av lim i Europa, men det finns vissa problem med isocyanater, giftighet och allergirisker. Enligt Martinsons har man limmat armeringsstänger med Araldite 2019 med bra resultat, och enligt GA Lindberg är det ett lättflytande lim, men inte riktigt lika lättflytande som det tidigare provade ET 505.

Limningar utfördes liknande de tidigare med två hoplimmade bitar. Den här gången testades både bitar med träyta (B) och bitar med limyta (A) för att få jämförelse och kunna jämföra med tidigare provningarna. Provbitarna limmades med Araldite 2019, se även Bilaga 1.

Tre bitar av varje typ limmades, bitar med MUF-lim på ytan respektive bitar med hyvlad träyta. Limningen utfördes med bitarna liggande på ett bord och de lades de ihop med endast lite tryck för att få ihop dem, men inget ytterligare tryck under härdningen. De satt ihop bra efter limningen.

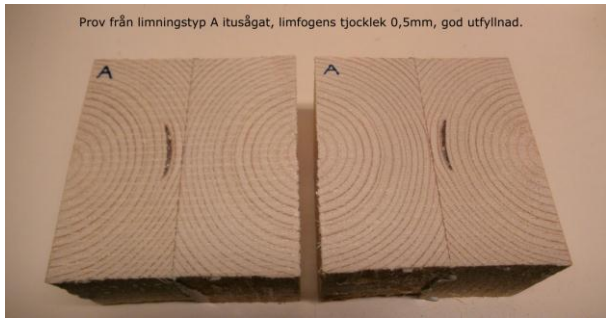
4.4.2 Delamineringstest – test av vidhäftningen

Testningen utfördes på de sex provkropparna enligt 4.4.1. Fyra prover placerades i autoklaven för delamineringstest och två sågades isär för att se hur limningen och vidhäftningen såg ut. De som sågades isär såg mycket bra ut. Limfogen var ca 0,5 mm vid MUF-MUF-limningen och ca 1 mm vid trä-trä-limningen.

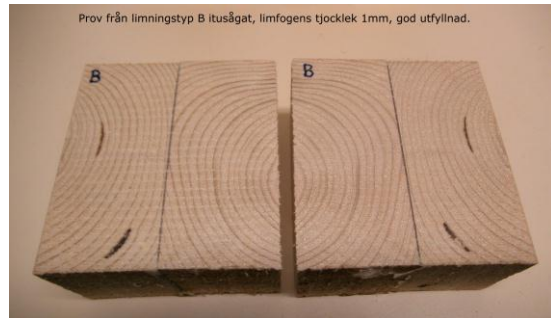
Delmineringstesterna gav ungefär samma resultat som tidigare:

Limningen mot MUF-limmet var relativt enkel att ta isär, en med och en utan stämjärn.

Limningen mot trä satt ihop bättre och man fick ca 70 % träfibersläpp.



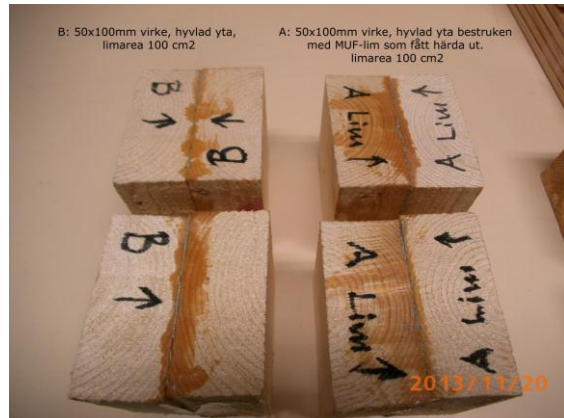
Prov från limningstyp A itusågat, limfogens tjocklek 0,5 mm, god utfyllnad



Prov från limningstyp B itusågat, limfogens tjocklek 1 mm, god utfyllnad



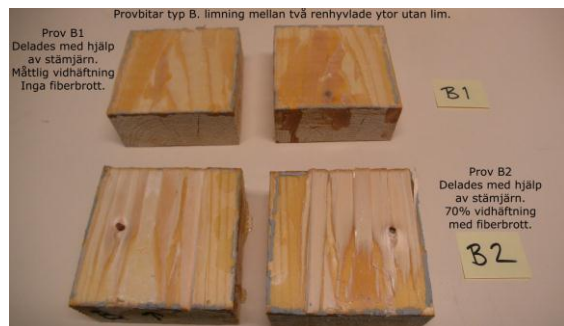
Del av bit A och B delade med stämjärn, god vidhäftning



Provbitar A och B delamineringsprovade



Provbitar typ A, limning mellan två ytor bestrukna med MUF-lim som fått härda ut, dålig vidhäftning mot limmade ytan



Provbitar typ B, limning mellan två renhyvlade ytor utan lim, måttlig till god vidhäftning

Frågan var om test i autoklaven är för tufft jämfört med förhållandena i fält. Invättningsförmågan diskuterades, det första limmet som provades tidigare var mest lättflytande medan de senare har varit lite mer trögflytande. Det kan ta tid för lim att väta in i trä, normalt ska det in i 3-5 cellrader i träet. Frågan är hur det fungerar mot befintligt MUF-lim. MUF-lim kan liknas vid en plast, men epoxilim brukar kunna limma plaster. Olika limmer har diskuterats till exempel emulsionspolymerisocyanat som används inom skivtillverkning, men det klarar inte den högsta limningsklassen när det gäller fukt.

Skretteberg, Avance Treteknikk, Norge, som i Skandinavien marknadsför limprodukter från WEVO med det tyska godkännandet för lagningar, skickade referenser på utförda lagningar, se Bilaga 3. Provingar av limmet EP 20 VP/1 för det nationella godkännandet i Tyskland hade utförts enligt gällande standarder för provning av konstruktionslim, eller baserade sig på dessa där standarden inte

täcker. Dessutom hade temperaturbeständighet och andra egenskaper för själva limmet testats. Provningarna omfattade:

- Provning enligt DIN 68141-1969-10/ DIN EN 302, del 1 till 4 (Lim för bärande träkonstruktioner – Provningsmetoder):
 - Drag-skjuv-provning enligt DIN 68141:1969-10, Avsnitt 2.2/ DIN EN 302-1 (Bestämning av skjuvhållfasthet).
 - Delamineringsprovning enligt DIN EN 302-2 (Lamineringsbeständighet).
 - Syraskadetest enligt DIN 68141:1969-10, Avsnitt 2.5/ DIN EN 302-3 (Tvärdraghållfasthet vid syrapåverkan under cykliskt varierad temperatur och fukt)
 - Effekt av krympspänningar enligt DIN 68141:1969-10, Avsnitt 2.6/ DIN EN 302-4 (Bestämning av inverkan på skjuvhållfastheten när trä krymper)
- Drag-skjuv-provning vid förhöjda temperaturer, 50 och 70°C.
- Bestämning av åldringseffekt på styrkan i limfogen för provbitar som lagrats 5 år i klimat som motsvarar klimatklass 2 enligt DIN 1052:2004.
- Glashustest, 3 år. (Provbitarna lagras under konstant belastning, de är skyddade mot regn och vind. Glashuset är fullt ventilerat, så att klimatet är samma som hos MPA, Stuttgart).
- Provning av egenskaper för tjocka limfogar upp till 4 mm vid limning utan presstryck baserat på DIN EN 302, del 1 og 2.
- Provning baserat på DIN EN 302-1 – 0,5, 1, 2 och 4 mm fogtjocklek.
- Delamineringsprovning baserat på DIN EN 302-2:2004 – 0,1 och 4 mm fogtjocklek.
- Långtids drag-skjuv-provning i trä-stål-limfogar vid konstant förhöjd träfuktighet och vid naturligt varierande klimat i klimatklass 2.
- Kort- och långtidsprovning av skjuvhållfasthet i tunna och tjocka limfogar (0,1 – 4 mm) i stora byggelement.
- Styrka och E-modul för gjutna provbitar av det rena limmet med tjocklek från 4 till 15 mm.
- Inflytande av förhöjd temperatur på styrka och styvhet.

Limmet EP 32 S utvecklades och provades först för inlimning av stålstänger. Det provades senare även för godkännande för reparation av sprickor. Provning för inlimmade stänger omfattade skjuvprovning med 0,1, 1,0 och 4 mm fogtjocklek, delamineringsprov med 0,1 och 4 mm fogtjocklek, effekt av krympspänningar med 2 mm fogtjocklek, långtidsskjuvning med växlande klimatbelastning med gängade stänger och korttidsförsök med gängade stänger och armeringsstänger. För användning till reparation av sprickor genomfördes följande tilläggsprovningar: Provning av kohesionsstyrkan och krympegenskaper på brovbitar med rent lim (gjutning) – skjuvhållfasthet, tryckhållfasthet, draghållfasthet och E-modul vid 20 och 60°C; undersökning av limmets användningstekniska egenskaper för reparation av sprickor i stora byggedelar och av fogens lastkapacitet; undersökning av borrhärdigheter, skjuvhållfasthet för 0,1, 4, 6 och 8 mm fogtjocklek, efter lagring i normalklimat/kallt vatten/torkning och kokning/torkning; kontroll av limmets lämplighet för lagning av sprickor i träslagen furu och lärk; bestämning av minimum härdtider med limfogstjocklek upp till 8 mm beroende på temperatur i träet och omgivningen.

5. Limningsmetoder och utförande

En sammanställning gjordes över företag som arbetar med betonglagningar, se Bilaga 2. Rebet angav att polyuretan är olämpligt till bärande konstruktioner. Många företag arbetar med att ta bort skadad betong med vattenbilning och lägga på ny betong, men även injekteringar utförs. De Neff Scandinavia utför injektering, tätning och förstärkning med härdare och lim som blandas i munstycke och injiceras (trycks in) i borrarade hål med nippel tills det rinner ut. En skillnad mellan betong- och trälagning är att betongen vanligen tar tryckkrafter (inte drag eller skjuvning) och då ställs inte samma krav på limningen.

För betonglagning finns specialiserade entreprenörer, men för limträ finns inte marknad för detta. Enligt Setra blir det sällan allvarliga sprickor att laga, och man har endast haft några fall av mekanisk förstärkning på 20 år. Konstruktörer ska bedöma om sprickans storlek och läge är farligt, och det är sällan balken är max utnyttjad vid sprickan.

Ett alternativ/komplement till limning är förstärkning med långa skruvar, ev. tillsammans med limning. Det finns idag långa skruvar för detta, som inte ger märkbart synlig förstärkning jämfört med t ex utanpåliggande stänger eller plåtar.

6. Slutsatser

Det förekommer ibland sprickor i limträbalkar, men de uppstår sällan i farliga lägen så att de påverkar hållfastheten. Det utförs inte så många lagningar av limträbalkar med lim i Sverige. För betonglagningar finns flera företag i Sverige som utför injektering av sprickor och har kunskap och utrustning för detta men antagligen saknar kunskap om trä.

En fråga är hur stora och vilka sprickor i limträbalkar som kan limmas. Sprickor kan vara för stora så att de inte klarar hållfastheten eller för små så att det inte behövs. Enligt Schmidt (1980) mätte man vid tidigare inventeringar sprickor som var bredare än 0,3 mm, sprickor som var grundare än 5 mm eller kortare än 100 mm behövde inte dokumenteras.

I det här projektet utfördes provningar i laboratorium på små träbitar med framförallt epoxilim men även ett PUR-lim testades. Delamineringsprovningar gav inte tillfredsställande vidhäftning mot MUF-limmet som används till limträets limfogar. Sprickor uppkommer dock inte alltid i eller vid limfogen. De återfinns oftare i träet intill limfogen, och vid limning på trä var vidhäftningen bättre. Det befintliga limmet i sprickan kan eventuellt slipas bort, eller träet fräsas ur, ytan ruggas upp, eller en slits sågas, för att få en bra träyta att limma på. Det kan även gälla balkar med gamla delamineringar, där träytan är gammal och smutsig. Men det är viktigt att inte försvaga balken.

Det har under många år utförts en hel del tester med limning av trä och limträ för att laga balkar i fält. I t ex Tyskland och Schweiz har man studerat lagning med lim. Metoder utvecklades på 70- och 80-talet med lagningar med epoxilim. I Schweiz har man även på senare tid studerat lagning med PUR-lim. I ett COST-projekt som avslutades 2008 studerades olika limningsmetoder. I Tyskland finns godkänt lim, epoxilim från Wevo, och riktlinjer för limning och lagning av sprickor med anvisningar för utförande. Man bör ha utbildad personal och göra kontroller enligt de tyska anvisningarna. I USA finns också anvisningar för lagning av limträ med lim. Där anges att tryckbelastade konstruktioner kan lagas med enbart lim, medan för drag- och skjuvbelastade konstruktioner bör limningen kompletteras med mekanisk förstärkning för att säkerställa bärförmågan enligt de amerikanska anvisningarna.

Enligt litteraturen är det viktigt att dokumentera lagningarna noga, eftersom det är svårt att kontrollera efteråt hur mycket lim och liminträngning man fått. Metoder för kontroll av lagningar bör utvecklas.

Det här projektet visade på problem med vidhäftningen för limmen, och några provningar med olika lagningsmetoder har inte genomförts, så det är svårt att ge några rekommendationer för limningar som ska säkerställa hållfastheten för limträbalkar. Den metod som oftast använts enligt litteraturen är tätning av ytan och injektering. I COST-projektet beskrivs en lagningsmetod med injektering och dessutom förstärkning med inlimmade stänger.

Ett alternativ till inlimmade stänger skulle eventuellt kunna vara att limningen kompletteras med långa träskruvar för att få viss hoptryckning av sprickorna vid limningen samt få förstärkning via skruvarna (som kan beräknas), men det har inte undersökts i det här projektet.

Förslag på fortsatt arbete är: fortsatt provning av limning och limmer; limning av verkliga sprickor i limträbalkar som även skjvtestas; fortsatt utredning av hur tyska metoden fungerar och används; provning av limning kombinerat med skruvning; framtagning av en handledning för industrin.

7. Referenser

AITC (2005), Technical Note 14, Use of epoxies in repair of structural glued laminated timber, American Institute of Timber Construction, October 28, 2005.

AITC (2011), Technical Note 18, Evaluation of checks in structural glued laminated timbers, American Institute of Timber Construction, April, 2011.

APA (1999), Evaluation of check size in glued laminated timber beams, APA Technical Note EWS R475C, June 1999

Avent, R. Richard (1985), Decay, weathering and epoxy repair of timber, J. Struct. Eng. 1985.111:328-342.

Avent, R. Richard (1986), Factors affecting strength of epoxy-repaired timber, J. Struct. Eng. 1986.112:207-221.

Avent, R. Richard (1986), Design criteria for epoxy repair of timber structures, J. Struct. Eng. 1986.112:222-240.

Avent, R. Richard; Gopu, Vijaya K. A.; Boudreaux, Randy (1986), Epoxy Repair of a Glulam Beam, Evaluation and upgrading of wood structures: case studies, Proceedings of a session at Structure Congress '86,.

Avent, R. Richard; Sanders, Paul H.; Emkin, Leroy Z (1979), Structural repair of heavy timber with epoxy, Forest Products Journal, Vol. 29, No 3.

COST Action E34 (2008A), Bonding of timber, Final evaluation report, Period: from 19/02/04 to 18/02/08

COST Action E34 ("008B), Bonding of Timber, Working Group 1: Bonding on site, Core document, Edited by Klaus Richter and Helena Cruz, First Edition – March 2008

Cruz, H., Cusodio, J., Smedely, D. (2005) Bond repair of cracked beams, May 2005

Ekstrand John, (2014) Rekommendationer för lagning av sprickor i träkonstruktioner, Examensarbete (ej publicerat ännu)

van Gemert, D., van den Bosch, M. (1987) Structural restoration of wooden beams by means of epoxy resin, Materials and Structures/Materiaux et Construction 1987, 20, 165-170.

Pousette, Anna (2006), Träbalkar med sprickor, SP Rapport 2006:63, SP Skellefteå

Pousette, Anna; Ekevad, Mats (2012), Shear Resistance of Glulam Beams with Cracks, International Council for Research and Innovation in Building and Construction: Working Commission W18 – Timber Structures: CIB-W18: Meeting Forty-Five 2012

Pousette, Anna; Sandberg, Karin (2007), Träbalkar och trästolpar i utomhusförsök - planering och utplacering, SP Rapport 2007:35

Richter. K.; Risi, W.; Gehri E. (2011), Klebstofftechnische Sanierung von Brettschichtholz:

Ergänzende Untersuchungen zur Ermittlung der statischen Wirksamkeit von Klebfugensanierungen, Wissenschaftlicher Schlussbericht, WHFF Projekt Nr. 2007.05, Februar 2011, EMPA, Abteilung Holz,

Schickhofer, G. (2001) Determination of shear strength values for GLT using visual and machine graded spruce laminations, Proceedings from meeting CIB-W18/34-12-6, Venice, Italy, August, 2001.

Schmidt, Torbjörn (1980), Sondring av sprickor i limfogar i limträbalkar, Svenska träforskningsinstitutet, 1980.

Sitar, Mark (2006), Glulam beam repair, The Construction Specifier, Jun 2006, Vol 59, Numb 6, pp 22-29.

Skretteberg, Jan Reidar, Avance Treteknikk, marknadsför i Skandinavien godkända limprodukter från WEVO, www.avance.no

Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung (2010) , WEVO-Spezialharz EP 20/VP1 mit WEVO-Härter B 20/1 fzur Instandsetzung von tragenden Holzbauteilen, Zulassungsnummer: Z-9.1-750, Geltungsdauer bis: 31 Januar 2015, Deutsches Institut für Bautechnik, Anstalt des öffentlichen Rechts, Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten, Bautechnisches Prüfamt, Datum: 7 Januar 2010.

Merkblätter, Juni 2013, Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V., www.brettschichtholz.de, http://informationsdienst-holz.de/fileadmin/Dokumente_fuer_Mediencenter/Arbeitshilfen/Merkblatt_Sanierungen_2013_ver2.pdf

EN 301: 2006-09, Klebstoffe für tragende Holzbauteile, Phenoplaste und Aminoplaste – Klassifizierung und Leistungsanforderungen

EN 13986: 2005-03, Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen – Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung

EN 392: 1996-04, Brettschichtholz – Scherprüfung der Leimfugen

lotsen.ivf.se/KonsLotsen/Bok/appendix4/Limtyper.html

www.ekobyggportalen.se/

www.tnc.se/

Bilaga 1 Limmer till provningar



PERMABOND ET530
Two-Part Epoxy
Technical Datasheet

Features & Benefits

- Adhesion to a wide variety of substrates
- Full cure at room temperature
- Resistant to discoloration
- Low viscosity for good penetration
- High tensile strength

Description

PERMABOND ET530 2-part epoxy is suitable for bonding outer wrapping filters (reverse osmosis); low viscosity allows a rapid penetration on fibres, filaments (i.e. glass filaments). It is ideal for glass artistic mosaics, due to its low yellowing upon light exposure.

Physical Properties of Uncured Adhesive

	ET530A	ET530B
Chemical composition	Epoxy Resin	Polyamine Hardener
Appearance	Colourless	Colourless
Viscosity @ 25°C	1,300 mPa.s (cP)	90 mPa.s
Density	1.2	1.02

Typical Curing Properties

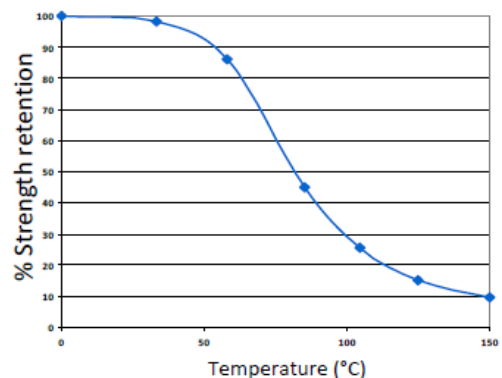
Mix ratio by volume	2:1
Maximum gap fill	0.4 mm <i>0.017 in</i>
Usable / pot life @20°C	45 - 60 mins
Handling time	4 - 5 hours
Full cure	72 hours

Typical Performance of Cured Adhesive

Shear strength (zinc)*	7-10 N/mm ² (1000 -1450 psi)
Shore D hardness	77
Glass transition temperature Tg	50°C (122°F)
Dielectric constant	20 mV / mm
Thermal conductivity	0.4 W/(m.K)
Elongation	6%
Tensile strength	26 N/mm ² (3700psi)

*Strength results will vary depending on the level of surface preparation and gap.

Temperature Resistance



ET530 can withstand higher temperatures for brief periods (such as for paint baking and wave soldering processes) providing the joint is not unduly stressed. The minimum temperature the cured adhesive can be exposed to is -40°C (-40°F) depending on the materials being bonded.

Additional Information

This product is not recommended for use in contact with strong oxidizing materials.

Information regarding the safe handling of this material may be obtained from the material safety data sheet (MSDS).

Users are reminded that all materials, whether innocuous or not, should be handled in accordance with the principles of good industrial hygiene.

The information given and the recommendations made herein are based on our research and are believed to be accurate but no guarantee of their accuracy is made. In every case we urge and recommend that purchasers before using any product in full-scale production make their own tests to determine to their own satisfaction whether the product is of acceptable quality and is suitable for their particular purpose under their own operating conditions. THE PRODUCTS DISCLOSED HEREIN ARE SOLD WITHOUT ANY WARRANTY AS TO MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR ANY OTHER WARRANTY, EXPRESS OR IMPLIED.

No representative of ours has any authority to waive or change the foregoing provisions but, subject to such provisions, our engineers are available to assist purchasers in adapting our products to their needs and to the circumstances prevailing in their business. Nothing contained herein shall be construed to imply the non-existence of any relevant patents or to constitute a permission, inducement or recommendation to practice any invention covered by any patent, without authority from the owner of this patent. We also expect purchasers to use our products in accordance with the guiding principles of the Chemical Manufacturers Association's Responsible Care® program.

Bilaga 1 Limmer till provningar

Surface Preparation

Surfaces should be clean, dry and grease-free before applying the adhesive. Use a suitable solvent (such as acetone or isopropanol) for the degreasing of surfaces. Some metals such as aluminium, copper and its alloys will benefit from light abrasion with emery cloth (or similar), to remove the oxide layer.

Directions for Use

1. Dual cartridges:
 - a) Insert the cartridge into the application gun and guide the plunger into the cartridge.
 - b) Remove the cartridge cap and dispense material until both sides are flowing.
 - c) Attach the static mixer to the end of the cartridge and begin dispensing the material.
2. Apply material to one of the substrates.
3. Join the parts. Parts must be joined within 50 minutes of mixing the two epoxy components.
4. Large quantities and/or higher temperature will decrease the usable life or pot life.
5. Apply pressure to the assembly by clamping for 4 – 5 hours or until handling strength is obtained.
6. Full cure will be obtained after 72 hours at 25°C (77°F). Heat can be used to accelerate the curing process.

Storage & Handling

Storage Temperature	5 to 25°C (41 to 77°F)
Shelf Life Stored in original unopened containers	12 months

Other Products Available

Anaerobics

- Toughened
- Gas & water approved
- High temperature resistance
- Flexible

Cyanoacrylates

- Low bloom / low odour
- Flexible
- High temperature resistance

Epoxies

- Fast cure
- Toughened
- Flexible grades

Toughened Acrylics

- Rapid cure
- Low odour
- Pre-mixed
- Gap filling

UV Light Cured

- Glass / plastic bonding
- Optically clear
- Non-yellowing

Contact Permabond:

Europe: Tel. +44 (0)1962 711661
UK Helpline: 0800 975 9800
Deutschland: 0800 10 13 177
France: 0805 11 13 88
info.europe@permabond.com

US: Tel. +1 732-868-1372
Helpline: 800-640-7599
info.americas@permabond.com
Asia: Tel. +86 21 5773 4913
info.asia@permabond.com

www.permabond.com

The information given and the recommendations made herein are based on our research and are believed to be accurate but no guarantee of their accuracy is made. In every case we urge and recommend that purchasers before using any product in full-scale production make their own tests to determine to their own satisfaction whether the product is of acceptable quality and is suitable for their particular purpose under their own operating conditions. THE PRODUCTS DISCLOSED HEREIN ARE SOLD WITHOUT ANY WARRANTY AS TO MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR ANY OTHER WARRANTY, EXPRESS OR IMPLIED. No representative of ours has any authority to waive or change the foregoing provisions but, subject to such provisions, our engineers are available to assist purchasers in adapting our products to their needs and to the circumstances prevailing in their business. Nothing contained herein shall be construed to imply the non-existence of any relevant patents or to constitute a permission, inducement or recommendation to practice any invention covered by any patent, without authority from the owner of this patent. We also expect purchasers to use our products in accordance with the guiding principles of the Chemical Manufacturers Association's Responsible Care® program.

Permabond ET505 **Technical Information Sheet**

2 PART EPOXY ADHESIVE

Description

Permabond ET505 is a structural, room temperature curing, epoxy adhesive that will bond to a wide variety of surfaces such as wood, metal, ceramics and many plastic and composite materials. It exhibits good resistance to petrol, oils and water and has an extended cure time making it more suitable for larger applications or batch production processes

Physical properties

	ET505A	ET505B
Chemical composition	Epoxy Resin	Polyamide Hardener
Appearance	Colourless	Amber
Viscosity (25°C - mPa.s)	23000	17500
Density	1.2	1.0
Shelf life	12 months	12 months
Storage Temperature	5 to 25°C	5 to 25°C

Cured Properties

Mix Ratio	1:1 by volume
Gap Fill	Typically up to 2mm
Handling Time	90 - 150 minutes
Working Strength	4-8 hours
Full Cure	5 days
Shear Strength	18 MPa
Peel Strength	85 N/25mm
Hardness	73 Shore D
Elongation at break	10%
Temperature Range	-40 to +80°C

Handling and Safety

Users are reminded that all materials, whether innocuous or not, should be handled in according to the principles of good industrial hygiene. Full information can be obtained from the Material Safety Data Sheet.

Directions for use

Surfaces should be clean, dry and grease free before applying the adhesive and the use of **Permabond Cleaner A** is recommended.

Place cartridge in dispensing gun, remove end cap and attach appropriate mixing nozzle. Apply the mixed adhesive to one surface, assemble the components and allow to cure.

Do not mix up more adhesive than can be applied within the usable life of the product.

The information given and the recommendations made herein are based on our experience and are believed to be accurate. No guarantee as to, or responsibility for, their accuracy can be given or accepted, however, and no statement herein is to be treated as a representation or warranty. In every case we urge and recommend that purchasers, before using any product, make their own tests to determine, to their own satisfaction, its suitability for their particular purposes under their own operating conditions.

Bilaga 1 Limmer till provningar



Permabond ET510 **Technical Information Sheet**

2 PART EPOXY ADHESIVE

Description

Permabond ET510 will bond to a wide variety of surfaces such as wood, metal, ceramics and many plastic and composite materials. It is a semi flexible structural adhesive and has good resistance to water, petrol and most oils .

Physical properties

	ET510A	ET510B
Chemical composition	Epoxy Resin	Polyamide Hardener
Appearance	Colourless	Amber
Viscosity (25°C - mPa.s)	23,000	35000
Density	1.2	1.0
Shelf life	12 months	12 months
Storage Temperature	5 to 25°C	5 to 25°C

Cured Properties

Mix Ratio	1:1 by volume
Gap Fill	Typically up to 2mm
Handling Time	15-25 minutes
Working Strength	40- 60 minutes
Full Cure	5 days
Shear Strength	18 MPa
Peel Strength	85 N/25mm
Hardness	60 Shore D
Elongation at break	30%
Temperature Range	-40 to +80°C

Handling and Safety

Users are reminded that all materials, whether innocuous or not, should be handled in according to the principles of good industrial hygiene. Full information can be obtained from the Material Safety Data Sheet.

Directions for use

Surfaces should be clean, dry and grease free before applying the adhesive and the use of **Permabond Cleaner A** is recommended.

Place cartridge in dispensing gun, remove end cap and attach appropriate mixing nozzle. Apply the mixed adhesive to one surface, assemble the components and allow to cure.

Do not mix up more adhesive than can be applied within the usable life of the product.

The information given and the recommendations made herein are based on our experience and are believed to be accurate. No guarantee as to, or responsibility for, their accuracy can be given or accepted, however, and no statement herein is to be treated as a representation or warranty. In every case we urge and recommend that purchasers, before using any product, make their own tests to determine, to their own satisfaction, its suitability for their particular purposes under their own operating conditions.

Bilaga 1 Limmer till provningar



PERMABOND PT328 Polyurethane Adhesive Provisional Technical Datasheet

Features & Benefits

- 💧 Adhesion to a wide variety of substrates
- 💧 Cures at room temperature
- 💧 Easy 1:1 mix ratio
- 💧 Good resistance to impact and vibration
- 💧 Flexible

Description

PERMABOND PT328 is a 2-part, room temperature curing polyurethane adhesive. It is ideal for use on a wide variety of substrate materials including metals, plastics and composites. Its long pot life makes it suitable for covering large areas. It has excellent environmental and chemical resistance.

Physical Properties of Uncured Adhesive

	PT328 A	PT328 B
Chemical composition	Polyurethane	Polyurethane
Appearance	Black	Amber
Viscosity @ 25°C	3000-6000 mPa.s	3000-6000 mPa.s
Density	1.25	1.25

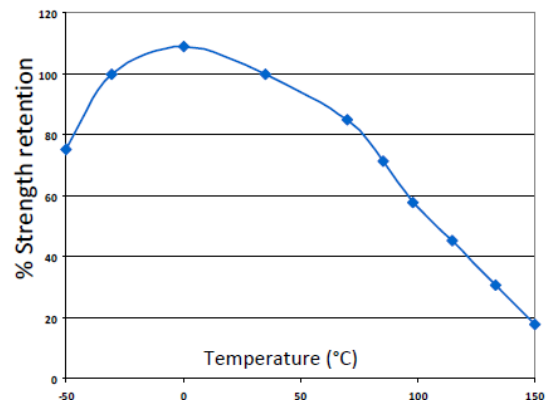
Typical Curing Properties

Ratio of use	1 : 1
Maximum gap fill	0.5 mm (0.02 in)
Pot life	15-20 minutes
Full cure	24 hours

Typical Performance of Cured Adhesive

Shear strength (zinc) ISO4587	5-6 MPa (700-900 psi)
180° Peel strength (rubber/leather)	3.2 N/25mm (substrate failure)
Tensile strength DIN53504	6-8 MPa (900-1200 psi)
Elongation at break DIN53504	25%
Hardness ISO868	50 Shore D
Glass Transition Temperature (T _g)	80°C (180°F)
Coefficient of thermal expansion (ASTM D-696)	85 x 10 ⁻⁶ 1/K

Temperature Resistance



"Hot strength" shear strength tests performed on mild steel. 24hr cure at room temperature and conditioned to pull temperature for 30 minutes before testing.

PT328 can withstand higher temperatures for brief periods providing the joint is not unduly stressed. The minimum temperature the cured adhesive can be exposed to is -40°C (-40°F) depending on the materials being bonded.

The information given and the recommendations made herein are based on our research and are believed to be accurate but no guarantee of their accuracy is made. In every case we urge and recommend that purchasers before using any product in full-scale production make their own tests to determine to their own satisfaction whether the product is of acceptable quality and is suitable for their particular purpose under their own operating conditions. THE PRODUCTS DISCLOSED HEREIN ARE SOLD WITHOUT ANY WARRANTY AS TO MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR ANY OTHER WARRANTY, EXPRESS OR IMPLIED.

No representative of ours has any authority to waive or change the foregoing provisions but, subject to such provisions, our engineers are available to assist purchasers in adapting our products to their needs and to the circumstances prevailing in their business. Nothing contained herein shall be construed to imply the non-existence of any relevant patents or to constitute a permission, inducement or recommendation to practice any invention covered by any patent, without authority from the owner of this patent. We also expect purchasers to use our products in accordance with the guiding principles of the Chemical Manufacturers Association's Responsible Care® program.

Bilaga 1 Limmer till provningar

Additional Information

This product is not recommended for use in contact with strong oxidizing materials. This product may affect some thermoplastics and users must check compatibility of the product with such substrates.

Information regarding the safe handling of this material may be obtained from the material safety data sheet (MSDS).

Users are reminded that all materials, whether innocuous or not, should be handled in accordance with the principles of good industrial hygiene.

Surface Preparation

Surfaces should be clean, dry and grease-free before applying the adhesive. Permabond Cleaner A is recommended for the degreasing of most surfaces. Some metals such as aluminium, copper and its alloys will benefit from light abrasion with emery cloth (or similar), to remove the oxide layer.

Directions for Use

- 1) Surfaces must be clean, dry and grease-free prior to bonding.
- 2) Apply a thin bead of adhesive pre-mixed through a static mixer nozzle. (Alternatively bulk material can be dispensed via metered dispensing equipment).
- 3) Assemble components and clamp.
- 4) Maintain pressure until handling strength is achieved.
- 5) Allow 24 hours for adhesive to fully cure. Accelerated cure times may be achieved by heating.

Storage & Handling

Storage Temperature	15 to 25°C (60 to 77°F)
Shelf Life Stored in original unopened containers	6 months

A little separation over time of an oily phase is possible and considered characteristic of the packed product; it does not affect the final performance of the product.

The information given and the recommendations made herein are based on our research and are believed to be accurate but no guarantee of their accuracy is made. In every case we urge and recommend that purchasers before using any product in full-scale production make their own tests to determine to their own satisfaction whether the product is of acceptable quality and is suitable for their particular purpose under their own operating conditions. THE PRODUCTS DISCLOSED HEREIN ARE SOLD WITHOUT ANY WARRANTY AS TO MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR ANY OTHER WARRANTY, EXPRESS OR IMPLIED.

No representative of ours has any authority to waive or change the foregoing provisions but, subject to such provisions, our engineers are available to assist purchasers in adapting our products to their needs and to the circumstances prevailing in their business. Nothing contained herein shall be construed to imply the non-existence of any relevant patents or to constitute a permission, inducement or recommendation to practice any invention covered by any patent, without authority from the owner of this patent. We also expect purchasers to use our products in accordance with the guiding principles of the Chemical Manufacturers Association's Responsible Care® program.

PRODUCT INFORMATION



7550

Equal-Mix, Clear Urethane Adhesive

Description

Lord® 7550 is an equal-mix two-component clear urethane adhesive. Lord 7550 adhesive will bond Lexan, ABS, polycarbonate and other plastics. Lord 7550 adhesive will also bond primed metals.

Features and Benefits

Nonflammable - requires no expensive explosion-proof equipment. Will not deplete the ozone.

Environmentally and Chemically Resistant - resists sunlight, weathering, humidity, and salt spray. This adhesive is solvent resistant once it has cured. Painting and most cleaning processes do not affect bond strength.

Surface Preparation

Remove surface dirt, oil contamination and loose particles prior to application. For most plastics, cleaning the surface with a clean, dry cloth or a cloth dampened with isopropyl alcohol will suffice. Prime or grit blast metal surfaces. Next, use a solvent wash followed by priming for optimum bond performance.

Mixing

This adhesive is designed for use with Lord-Pak™ hand held cartridges. The minimum recommended static mixer contains 24 elements. Purge time is two to three minutes at 24°C (75°F).

Typical Properties* of Lord 7550 Adhesive

	7550A	7550C
Appearance	Clear	Clear
Consistency	Gravity-Feed Liquid	Gravity-Feed Liquid
Viscosity, cP at 25°C (77°F)	1,800 - 4,000	6,000-12,500
Density g/cc lb/gal	1.18 ±.1 9.6 - 9.8	1.09 ±.1 9.0 - 9.4
Percent Solids by weight	100	100
Flash Point (closed cup)	>93°C (>200°F)	>93°C (>200°F)
Shelf Life, from date of shipment at 21°C - 27°C (70°F - 80°F), unopened container	6 Months	6 Months

*Not to be used for specification purposes.

Bilaga 1 Limmer till provningar

Application

A 12.5 mm (one-half inch) diameter bead of Lord 7550 adhesive has a working time of three to five minutes at 24°C (75°F).

Curing

Handling strength will develop in less than one hour at room temperature. Full strength is achieved in approximately 72 hours.

Storage

Lord 7550 adhesive is moisture sensitive. For maximum shelf life, cap with dry nitrogen after opening. Shelf life of Lord 7550 adhesive is six months from date of shipment when stored at 4°C - 27°C (40°F - 80°F) in original, unopened containers.

Cautionary Information

Before using this or any Lord product, refer to the Material Safety Data Sheet (MSDS) and label for safe use and handling instructions.

For industrial/commercial use only. Must be applied by trained personnel only. Not to be used in household applications. Not for consumer use.

Values stated in this bulletin represent typical values as not all tests are run on each lot of material produced. For formalized product specifications for specific product end uses, contact the Customer Service Department.

Information provided herein is based upon tests believed to be reliable. Inasmuch as Lord Corporation has no control over the manner in which others may use this information, it does not guarantee the results to be obtained. In addition, Lord Corporation does not guarantee the performance of the product or the results obtained from the use of the product or this information where the product has been repackaged by any third party including but not limited to any product end user. Nor does the company make any express or implied warranty of merchantability, or fitness for a particular purpose concerning the effects or results of such use.

Lord is a registered trademark and Lord-Pak is a trademark of Lord Techmark, Inc., a subsidiary of Lord Corporation.
©Lord Corporation Printed in USA DS3451 (Rev. 2 11/04)

For additional information, contact Lord Corporation at: 814/868-3611 ext. 3277, FAX: 814/864-3452 or write: Lord Corporation, 2000 West Grandview Blvd., P.O. Box 10038, Erie, PA 16514-0038.

The logo for Lord Corporation, featuring the word "LORD" in a bold, black, sans-serif font.

ANVÄNDNINGSRÅDEN

För limning av metaller, keramer, glas, gummi, styva plaster och de flesta andra material.

EGENSKAPER

- Lätt att applicera på stora ytor
- Uppvägt i rätt blandningsförhållande
- Lätt att blanda och applicera

LÅSKOMPONENTER

Harts 2019A Klar ljusgul vätska
Hårdare 2019B Ljusbun vätska

BLANDNINGSFÖRHÅLLANDE

Proportioner enligt vikt eller	Proportioner enligt volym
Harts 2019A 100	100
Hårdare 2019B 40	50

Blanda noggrant med ren spatel, palettkniv eller träspada.

BRUKSTID FÖR BLANDAT LIM

1,5 timmar vid 25 °C

Brukstiden för blandat lim beror på temperatur och mängd. Brukstiden är kortare än två timmar vid temperaturer högre än 25 °C eller om mer än 100g får stå färdigblandat i en enda mängd i ett blandningskärl eller liknande behållare.

Applicera det tillblandade limmet med en spatel eller liknande på yorna som skall limmas. Dessa skall vara torra och rena.

OBS

Innehållet i denna 1 kg-förpackning är redan uppvägt så att harts och hårdaren är i rätt proportion för tillblandning. Om mindre än 1 kg lim behövs för det aktuella arbetet måste de erforderliga kvantiteterna mätas upp.

FÖRBHANDLING AV LIMYTORNA

Ytor som skall limmas måste vara torra och rena. En allmän användbar metod är att avfetta med ett lämpligt fönsningsmedel, därefter slipa eller blåsa och sedan avfetta igen.

Vidare information om fler mekaniska och kemiska förbehandlingsmetoder för olika ytor finns tillgänglig i separata broschyrer.

LAGRING

Rekommenderad lagringstemperatur är 18-25 °C. Använd inte material där den angivna lagringstiden har gått ut.

TYPISKA EGENSKAPER

Med en limspridning på 200-300g/m² vid 23 °C

HÄRDNINGSTID FÖR LIMMET

(Skjuvhållfasthet > 10 MPa)
22 timmar vid 23 °C, 7 timmar vid 40 °C, 3 timmar vid 60 °C

SKJUVHÅLLFASTHET (MPa) (DIN 53283)

Härdning 16h/40 °C
Aluminium: 15; Stål: 19; SMC: 6;
Mässing: 9; Rostfritt stål: 23; Koppar: 13.

USES

The bonding of metals, ceramics, glass, rubbers, rigid plastics and most other materials in common use.

FEATURES

- Low viscosity liquid
- Easy to apply over large areas
- Pre-weighed kit
- Easy to mix and apply

ADHESIVE AS SUPPLIED

Resin 2019A Clear pale liquid
Hardener 2019B Pale brown liquid

MIXING PRIOR TO USE

Parts by weight	or	Parts by volume
Resin 2019A 100		100
Hardener 2019B 40		50

Mix thoroughly, using a clean spatula, pallet knife or wooden blade.

USABLE LIFE OF MIXTURE

90 mins at 25 °C
Usable life is dependent on temperature and bulk. The 90 mins usable life is reduced if the temperature is above 25 °C or if more than 100 grams is allowed to stand in one compact mass – e.g. in a mixing cup or similar 'bulk' container.

Apply the mixed adhesive by brush, spatula (or similar blade) to the prepared clean joint surfaces. A bond line of medium thickness requires a coverage rate of 200 g/m².

NOTE

The contents of this 1kg pack are pre-weighed so that resin and hardener are in the correct proportion for mixing. If less than 1kg of adhesive is required for the work in hand then the required quantities of resin and hardener must be measured out.

SURFACE PRETREATMENT

The surface to be bonded must be clean and dry. A good general purpose method is to degrease with an appropriate solvent, abrade with medium/fine grit abrasive paper or grit blast and degrease again. Further information on mechanical and chemical pretreatments for a wide range of substrates is available on request (Ciba Pub. No. 37479/10)

STORAGE

Recommended storage temperature 18-25 °C. Do not use after the expiry date.

TYPICAL PROPERTIES

With a coverage of adhesive 200-300g/m² at 23 °C
CURING SCHEDULES FOR ASSEMBLED JOINTS (>10h/mm² Lap shear strength)

22h at 23 °C, 7h at 40 °C, 3h at 60 °C
LAP SHEAR STRENGTHS (N/mm²) (DIN 53283)

cure 16h/40 °C
Aluminium: 15; Steel: 19; SMC: 6;
Brass: 9; Stainless Steel: 23; Copper: 13.

Stydsöreskrifter – Lim är kemikalier. Obligatoriska och rekommenderade arbetshygieniska föreskrifter skall följas vid hantering. Direkt kontakt mellan häns och/eller härdare och ögon, hud eller slemslimor skall undvikas. Överallt och handskar skall bäras. Arbetsbalsam skall vara väl ventilerat. Tvätta händer, armar och ansikte med ljummet vatten och alkaliskt tvål före och efter arbetet. Torka väl med pappearbetsduk eller ren handduk, använd därefter en bra hudkräm till händer, armar och ansikte. För ytterligare detaljer se "Arbetshygieniska anvisningar för hantering av plastprodukter från Ciba" samt respektive produktvaruinformationsblad.

Informationen i denna publikation är baserad på våra nuvarande kunskaper, men alla slutsatser och rekommendationer är gjorda utan ansvarsskyldighet från vår sida. Köpare och användare skall utvärdera våra produkter under sina egna villkor och för egna krav. All material levereras i enlighet med Cibas allmänna leveransvillkor.

© av CIBA-GEIGY registrerat varumärke.

Information Sheets for individual products. These publications are available on request and should be referred to for fuller information.

All information is based on results gained from experience and tests and is believed to be accurate but is given without acceptance of liability for loss or damage attributable to reliance thereon as conditions of use lie outside our control. Users should always carry out sufficient tests to establish the suitability of any products for their intended applications. No statements shall be incorporated in any contract unless expressly agreed in writing of any patent. All goods are supplied subject to Ciba's General Conditions of Sale.

© CIBA-GEIGY Registered Trademark

Trademarks from
GA LINDBERG

ChemTech AB

Box 6044, SE-164 06 KISTA
Tel 08-703 02 00 • Fax 08-703 02 48
E-post: info@galindberg.se • www.galindberg.se

Bilaga 1 Limmer till provningar

SÄKERHETS DATABLAD

G.A. LINDBERG

Araldite 2019 harts (AY103-1)

Internkod: 148

Omarbetad: 2010-03-03

1. NAMNET PÅ ÄMNET/PREPARATET OCH BOLAGET/FÖRETAGET

Kemikalienamn	Araldite 2019 harts (AY103-1)
Omarbetad	2010-03-03
Nödtelefon	Akuta förgiftningsfall: 08-331231 (GIC), Alternativt: 112 (SOS Alarm)
Producent, importör	G A Lindberg ChemTech AB Box 6044 164 06 Kista Telefon: 08-703 02 00 Fax: 08-703 02 48
E-post	sdb@galindberg.se
Land	Sweden
Internet	www.galindberg.se
Ansvarig	Sofia Blanck
Internkod	148
Artikel-nr	AR2019
Användning	Lim för industriellt bruk.

2. FARLIGA EGENSKAPER

Farosymboler



IRRITERANDE



MILJÖFARLIG

Beskrivning	Irriterar ögonen och huden. Kan ge allergi vid hudkontakt. Giftig för vattenorganismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattensmiljön.
-------------	---

3. SAMMANSÄTTNING/INFORMATION OM BESTÅNDSDELAR

Beståndsdel	Einecs nr	CAS nr	Vikt-%	Farokod	Riskfraser
Diglycidyleter av bisfenol A, (medelmolekylvikt <700)	500-033-5	25068-38-6	75-85	Xi,N	36/38-43-51/53

Kodförklaring	E=Explosivt, O=Oxiderande, F+=Extremt brandfarligt, F=Mycket brandfarligt, T+=Mycket Giftig, T=Giftig, C=Frätande, Xn=Hälsoskadlig, Xi=Irriterande, Xn(R42)Xi(R43)=Allergiframkallande, T(R45, R49),Xn(R40)=Cancerframkallande, T(R46),Xn(R68)=Mutagen, T(R60,R61), Xn(R62,R63)=Reproduktionstoxisk, N=Miljöfarlig. Förklaring till relevanta riskfraser finns under rubrik 16.
---------------	---

Ingredienskommentar	Modifierad bisfenol A epoxiharts
---------------------	----------------------------------

4. ÅTGÄRDER VID FÖRSTA HJÄLPEN

Inandning	Uppsök frisk luft. Kontakta läkare om besvären kvarstår.
Hud	Tvätta huden noggrant med tvål och vatten. Kontakta läkare om besvären kvarstår.
Ögon	Håll ögonlocken brett isär och skölj omedelbart med tempererat vatten i minst 15 minuter. Avlägsna eventuella kontaktlinser. Kontakta läkare om besvär kvarstår.
Förtäring	Ge omedelbart mycket vatten (om möjligt med uppslammat aktivt kol). Framkalla inte kräkning. Kontakta läkare.
Hälsokontroll	Arbete med produkten omfattas av AFS 2005:18

5. BRANDBEKÄMPNINGSAÅTGÄRDER

Lämpliga släckmedel	Vattenbesprutning, skum, koldioxid och pulver.
Olämpliga släckmedel	Brandspruta med hög kapacitet.
Brand/explosions risker	Vid brand kan det utvecklas hälsoskadliga och giftiga gaser. Kolosider.
Skyddsutrustning för brandmän	Brandmän skall bära tryckluftsapparat med övertryck (SCBA) och full utrustning.

Säkerhetsbladet är utarbetad med Sensor-chemdoc 7.9h licensierad till: G.A Lindberg AB

Sida 1 (4)

Bilaga 1 Limmer till provningar

SÄKERHETS DATABLAD

G.A. LINDBERG

Araldite 2019 B härdare (HY 991)

Internkod: 1118

Omarbetad: 2013-01-10

1. NAMNET PÅ ÄMNET/BLANDINGEN OCH BOLAGET/FÖRETAGET

1.1 Produktbeteckning

Kemikalienamn Araldite 2019 B härdare (HY 991)
Ersätter säkerhetsdatablad från 2010-10-08

1.2 Relevanta identifierade användningar av ämnet eller blandningen och användningar som det avråds från

Användning Lim för industriellt bruk.

1.3 Närmare upplysningar om den som tillhandahåller säkerhetsdatablad

Producent, importör G A Lindberg ChemTech AB
Box 6044
164 06 Kista
Sweden
Telefon: 08-703 02 00
Fax: 08-703 02 48
www.galindberg.se
E-post sdb@galindberg.se

Ansvarig Kristoffer Karström

1.4 Telefonnummer för nödsituationer Akuta förgiftningsfall: 08-331231 (GIC), Alternativt: 112 (SOS Alarm)

2. FARLIGA EGENSKAPER

2.1 Klassificering av ämnet eller blandningen

Klassificering enligt förordning 67/548/EEC och 1999/45/EC Frätande, Irriterande, Miljöfarlig

2.2 Märkningsuppgifter

Farosymboler



FÄRTANDE



IRRITERANDE



MILJÖFÄRLIG

Riskfraser

R-34 Frätande.
R-51/53 Giftigt för vattenlevande organismer, kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön.

R-43 Kan ge allergi vid hudkontakt.

Skyddsfraser

S-24/25 Undvik kontakt med huden och ögonen.
S-37 Använd lämpliga skyddshandskar.

2.3 Andra faror

Irriterar ögonen och huden. Kan ge allergi vid hudkontakt.

3. SAMMANSÄTTNING/INFORMATION OM BESTÅNDSDELAR

Lagning av sprickor, TCN. Proj. nr. 13001.

Sammanställning, lagning av betong.

Företag

Rebet, nätverk för betongreparationer.
www.rebet.org

Beskrivning

Handbok:

www.betongreparation.se

<http://betongreparation.se/default.asp?pageId=3>

Noteras att man anger polyuret看 olämplig till bärande konstruktioner.

Företag i Rebets lista som sysslar med injektering:

Besab. Betongsprutning AB.
www.besab.se

Reparerar betongkonstruktioner. Tar bort skadad betong med vattenbilning och ny betong eller annan beläggning.

Conrehab

www.conrehab.com

Connat AB

www.connat.se

Tar bort skadad betong och ersätter....

Vacuuminjektering med MPC, en oerhört finfraktionerad betong.

Tekniken möjliggör även användandet av andra injekteringsmaterial såsom

Epoxi, Polyester etc. Detta enl. hemsidan.

Sysslar mest med ytskikt och beläggningar.

Har även injektering på listan men redovisar ingen teknik/produkt för detta.

Sysslar mest med ytrenovering av betong och golvbeläggningar.

Har också injektering med Epoxi, Polyuret看 och cement i sitt utbud.

Finns i Timråtrakten.

CL Miljö AB

www.clmiljo.se

Utför djupinjektering under tryck med Polyuret看 och Epoxi.

Epotex Sällservice AB

www.epotex.se/plast-i-bygget/injektering/injektering

Säljer Epoxiplaster.

Disponentvägen 38
932 52 Bureå

Östlunds Byggrådgivning

070-5496444
valter.ostlund@telia.com

Sika

www.sika.com
http://swe.sika.com/sv/solutions_products/02/02a015/02a015sa01/02a015sa01100/02a015104.html

Sikadur 52. Injekteringsvätska på epoxibasis.

BetongTech Sverige AB

www.betongtech.se
<http://www.betongtech.se/uncategorized/produkter>

<http://betongtech.se/uncategorized/produkter>

BASF

Concresive 1380
<http://downloadpdfz.com/pdf/concresive-1380-basf-construction-chemicals-34363576.html>

Tvåkomponent, lösningsmedelsfritt epoxiharts med låg viskositet avsett för tryckinjektering och tätning av sprickor.

De Neef Scandinavia AB

www.deneef.se

Säljer produkter för injektering, tätning och förstärkning, bl. a. Epoxi Systemet bygger på borring och anslutning med nipplar.

Har repr. i Ömsköldsvik som hänvisar till Nordgrund i Lövånger.

AB Nordgrund

www.nordgrund.se

Utför pålning, injektering och grundförstärkning m.m.

Köper material av De Neef Scandinavia

Finns i Lövånger (mellan Skellefteå och Umeå).

Bureå 131125

Valter Östlund

Bilaga 3 Referensobjekt, lagningar med WEVO-produkter i Tyskland

Dokumentation Sanierung von Brettschichtholzbauteilen mit Wevo EP 20


Objekt: Sporthalle 29456 Hitzacker

	
<p>Außenansicht</p>	<p>Innenansicht</p>
	
<p>Rissanierung erfolgte mit WEVO EP 20 Zusätzlich dampfhemmend beschichtet</p>	<p>Konstruktive Quersicherung zur Stabilisierung gegen außerplanmäßige klimatische Beanspruchung</p>
<p>Sanierung erfolgte 1993/1994 Kontrollen durch Sachverständigen erfolgten 2006 und 2013 ohne Beanstandungen.</p>	 <p>Hans Schmidt Dipl.-Ing. Architekt Hoch- und Tiefbauingenieur Sachverständiger für Holz als Baustoff Storchenstieg 3 21683 Bützfleth Tel: 0049 41 46/320 Fax: 0049 41 46/380 e-Mail: h.schmidt.stade@t-online.de</p>

Bilaga 3 Referensobjekt, lagningar med WEVO-produkter i Tyskland

Dokumentation Sanierung von Brettschichtholzbauteilen mit Wevo EP 20

Objekt: Hallenbad 21706 Drochtersen

	
<p>Außenansicht</p>	<p>Innenansicht Schadhaftes Flachdach führt zu Wasserbelastung der BSH-Oberflächen, der anschließende Trocknungsprozess führt zu Schwindverformungen außen mit Rissbildung außen</p>
	
<p>Delaminierungs-Riss mit Entnahmestelle Leimfuge → Verleimung ist mangelfrei</p>	
<p>Sanierung im Jahre 1999/2000</p>	<p>Sanierung erfolgt durch Verpressen mit WEVO EP 20 durch Gebr. Schütt, Flethsee</p>
	 <p>Hans Schmidt Dipl.-Ing. Architekt Hoch- und Tiefbauingenieur Sachverständiger für Holz als Baustoff Storchenstieg 3 21683 Bützfleth Tel: 0049 41 46/320 Fax: 0049 41 46/380 e-Mail: h.schmidt.stade@t-online.de</p>

Bilaga 3 Referensobjekt, lagningar med WEVO-produkter i Tyskland

Dokumentation Sanierung von Brettschichtholzbauteilen mit Wevo EP 20

Objekt: Nordseehalle 26721 Emden

	
<p>Außenansicht</p>	<p>Innenansicht</p>
	
<p>Konstruktion ist sichtbar, z.T. handnah</p>	<p>Einzelne Träger sind gerissen. Teilweise wurden diese Risse früher einmal verspachtelt und mit Epoxidharz verpresst.</p>
	
<p>Proben aus gerissenen und ungerissenen Fugen wurden entnommen</p>	<p>Fugen waren teilweise gerissen und teilweise ungestört. Die Abscherprüfung ergab, dass die Verleimung mangelfrei gewesen ist.</p>
<p>Ursache der Rissbildung waren hohe klimatische Beanspruchungen durch nur temporäre Nutzung und damit Aufheizung der Halle. Verpressung erfolgte mit WEVO EP 20</p>	

Bilaga 3 Referensobjekt, lagningar med WEVO-produkter i Tyskland

Dokumentation Sanierung von Brettschichtholzbauteilen mit Wevo EP 20

Objekt: Lagerhalle Berendsohn 19071 Brüsewitz



Außenansicht



Innenansicht




Delaminierungs-Riss mit Prüfung Risstiefe mittels Ventillehre



Entnahmestelle Leimfugenprobe

Bilaga 3 Referensobjekt, lagningar med WEVO-produkter i Tyskland

	
<p>Sanierung durch Verpressen mit WEVO EP im Jahre 2006</p>	<p>Vorsorgliche nachträglich Quersugsicherung aufgebracht, um gegen außerplanmäßige Quersugsbeanspruchung aus Quell- und Schwindverformungen aufnehmen zu können. Außerdem</p>
	 <p>Hans Schmidt Dipl.-Ing. Architekt Hoch- und Tiefbauingenieur Sachverständiger für Holz als Baustoff Storchenstieg 3 21683 Bützfleth Tel: 0049 41 46/320 Fax: 0049 41 46/380 e-Mail: h.schmidt.stade@t-online.de</p>

Bilaga 3 Referensobjekt, lagningar med WEVO-produkter i Tyskland

Dokumentation Sanierung von Brettschichtholzbauteilen mit Wevo EP 20
 Objekt: Sporthalle „Am Wilden Moor, 27607 Langen

	
<p>Innenansicht Satteldachträger</p>	<p>Prüfung Risstiefe mittels Ventillehre</p>
	
<p>Riss im unteren Drittel der Trägerhöhe</p>	<p>Dokumentation der eingesetzten Produkte</p>
	
<p>Entnahme einer Probe nach Sanierung durch Verpressen mit WEVO EP im Jahre 2012/2013</p>	<p>Entnommene Prüfkörper Sanierter Risse</p>

Bilaga 3 Referensobjekt, lagningar med WEVO-produkter i Tyskland

Elektrogießharze | Klebstoffe



Technical data sheet

WEVO Special Resin EP 20 VP 1 with WEVO Hardener B 20/1 for the repair of supporting, broken timber and glue-laminated timber components by means of adhesive sealing.

1. General

WEVO Special Resin EP 20 VP 1 is a solvent-free, modified epoxy resin treated with the WEVO Hardener B 20/1. The cured mixture (adhesive) is caulking and resistant to usual climate impact. The adhesive was approved by the German Institute for Building Technology (Deutsches Institut für Bautechnik) in Berlin obtaining the general construction supervision approval Z-9.1-750 for the repair of supporting, broken timber and glue-laminated timber components by means of adhesive sealing. The stipulations of the approval document Z-9.1-750 shall be complied with during the implementation of repair work. This data sheet is valid in connection with the approval document Z-9.1-750.

2. Storage

The resin and the hardener shall be stored in closed containers at a minimum temperature of 15°C.

The storage period for the resin and the hardener at a temperature of 20°C is 12 months.

The resin is widely crystallisation-stable.

The hardener can crystallise due to too low temperatures of -10°C. It must get back to its normal state by heating in a water quench at 50-60°C and stirring before processing. The crystallisation appears in the form of thickening. The two components shall be heated during the cold months of the year as mentioned above for reasons of processing safety, as it is not fully identifiable whether the thickening is caused by the low temperature or the already beginning or progressing crystallisation.

3. Mixing ratio

100 parts by weight of WEVO Special Resin EP 20 VP 1
45 parts by weight of WEVO Hardener B 20/1

Exact weighing and respecting the mix ratio is essential and should be performed with calibrated scales. Use **separate** tools (putty knife, spatula) to remove resin and hardener from packaging. Mix both components (resin and hardener) by using a spatula or a twirling-stick has to be meticulously performed with particular attention to constantly strip the material sticking to

WEVO-CHEMIE GmbH | Postfach 3108 | D-73751 Ostfildern-Kernat | Schönbergstraße 14 | D-73760 Ostfildern-Kernat
Telefon +49 (0)711 - 167 61-0 | Telefax +49 (0)711 - 167 61-44 | info@wevo-chemie.de | www.wevo-chemie.de
Sitz: Ostfildern-Kernat | Amtsgericht Esslingen HRB 3899 | Geschäftsführer: Dr. Gustav Neidlinger | Dipl.-Kfm. Wolfram Proksch | Ust-IdNr.: DE812988009

Stuttgarter Volksbank: Stuttgart | BLZ: 600 901 00 | Kto.: 332 655 008 | IBAN: DE26 6009 0100 0332 6550 08 | SWIFT-Code VOBA DE 55
Baden-Württembergische Bank: Stuttgart | BLZ: 600 501 01 | Kto. 240 42 95 | IBAN: DE81 6005 0101 0002 4042 95 | SWIFT-Code SOLA DE 51

Bilaga 3 Referensobjekt, lagningar med WEVO-produkter i Tyskland

Elektrogießharze | Klebstoffe



walls and bottom of the mixing can. The mix process is completed, when the glue mixture become free of streaks.

4. Service life

The service life of larger batch quantities is strongly reduced due to a distinctive exothermic reaction. Therefore, the batch quantities shall be kept as small as possible and not exceed 1,300 grams. The following standard times can be taken as a basis for a batch quantity of 1,300 grams:

<u>Service life (working life)</u>	<u>at 15°C</u>	<u>at 20°C</u>	<u>at 30°C</u>
	105 minutes	80 minutes	40 minutes

5. Open drying time

The open drying time according to DIN 68141 amounts to approximately 3 hours.

6. Curing time

<u>Minimum moulding time:</u>	<u>at 15°C</u>	<u>at 20°C</u>	<u>at 30°C</u>
	12 hours	6 hours	1.5 hours
<u>Time until reaching final strength:</u>	48 hours	16 hours	4 hours

If support and other tensioning methods are applied for the closure of distinctively gaping cracks to permissible crack widths/gaps with a maximum of 4mm in general and 8mm on a limited scale (see Table 1, Z-9.1-750), they may only be removed as shock-free as possible after reaching final strength.

7. Permissible types of wood

The use of the adhesive shall be limited to the following types of wood:

- Pinewood: spruce, fir. If other pinewood is used, sufficient adhesion shall be proved before the retrofit, e.g. by means of delamination according to DIN EN 302-2:2004.
- Deciduous wood: beech

8. Maximum joint thickness

As a rule, repaired cracks may have a maximum thickness of 4mm. With the exception of components made of beech, increased joint thicknesses with a maximum size of 8mm, a maximum length of 0.5m and a maximum space of 0.10m² may occur in certain sections, where other sections with at least the fivefold length of this joint section are attached to such joint sections in longitudinal direction of the support and have a maximum crack thickness of 4mm. Cracks in support elements, connections etc, which only show a crack extension in one direction are an exception. In these cases, the condition mentioned shall only be assured for one direction.

Bilaga 3 Referensobjekt, lagningar med WEVO-produkter i Tyskland

Elektrogießharze | Klebstoffe



9. Permissible wood moisture

The wood moisture may amount to a maximum of 17% in the area of joints to be repaired.

10. Minimum and maximum temperature

The temperature in the joint areas has to be between 17°C and 35°C during repair.

11. Condition of cracks to be repaired

The cracks to be repaired may generally not contain any detached or loose remains or layers of the previous adhesive or detached wood splinters or fibre layers. In case of doubt, the cracks shall at least be cut open at the side surfaces of the components above depths of around 4cm to 10cm. The cracks/joints to be repaired shall be freed from dust by means of air-cleaning with oil-free compressed air (pressure of approximately 10 bar) before filling. The surface preparation may be carried out 3 days before the filling of the crack at the earliest.

12. Sealing of the crack edges

The cracks to be repaired shall either be taped by means of a transparent adhesive tape (adhesive method) or levelled out (levelling method) by means of a suitable material, e.g. thickened retrofit adhesive. The thickening for the levelling method using the Retrofit Adhesive EP 20/VP 1 with the Hardener B 20/1 is carried out according to Table 1. The compatibility with the retrofit adhesive shall be proved with regard to other adhesives used for the filling.

Table 1, specifications for the filler in parts by weight

	Specification 1	Specification 2	Specification 3
	Parts by weight	Parts by weight	Parts by weight
WEVO Special Resin EP 20 VP 1	100	100	100
WEVO Hardener B 20/1	45	45	45
Coconit 300	80	30	--
Aerosil 200	--	5	7

The filler shall be inserted approximately 3 to 5mm deep and must cure (curing times see Table 2) before grouting.

Table 2, curing times

Ambient temperature	Specification 1	Specification 2	Specification 3
at 15°C	12-16 hours	12-14 hours	12 hours
at 20°C	8-10 hours	6-8 hours	6 hours
at 30°C	3-4 hours	2-3 hours	2 hours



13. Process for filling the adhesive into the cracks

The injection/filling process applied must verifiably assure that the cracks are fully filled with adhesive and that the adhesive does not leak out during the curing process. This also requires a sufficient number of injection holes; vent holes shall be placed according to the respective requirements. According to the crack thickness, injection hole distances of approximately 100mm to 250mm and up to 300mm in case of cut-open cracks proved their worth for the grouting by means of a hand-lever press. Larger distances can be selected for other press devices provided that a reliable distribution of the adhesive is achieved. Unless filler necks with a non-return valve are used for the grouting of the adhesive, suitable plugs shall be placed in front in order to seal the drill holes. It must absolutely be made sure that the filler necks as well as the plugs seal the drill holes as tightly as possible so that the filled-in adhesive cannot leak out.

14. Qualification of companies commissioned

The specifications of DIN 1052:2008-12 shall be complied with for the repair of supporting wooden components. The companies assigned repair work must be able to furnish proof of their qualification to repair supporting wooden parts and glue-laminated timber by means of adhesion in accordance with DIN 1052:2008-12, Section 14.1 (2) and Annex A. At least one employee having taken part in a retrofit training of MPA University Stuttgart has to be on-site during the entire period of repair work.

15. Devices required

The company commissioned must at least have the following devices:

- Wood moisture meter according to DIN EN 13183-1 with insulated electrodes;
- Feeler gauge with a thickness of 0.1 or 0.15mm to determine the crack depth;
- Temperature and humidity recorders for the constant monitoring of the temperature and the relative humidity on the building site;
- Compressed air device to clean the cracks;
- Circular saw to cut open the cracks if required;
- Equipment for the preparation of the adhesive;
- Equipment, devices and tools for the sealing of the crack edges and injection of the adhesive into the cracks.

16. Retrofit documentation

Proper documentation of the entire retrofit process must be carried out for every retrofitting of one or several broken wooden components. It should contain at least the following information:

- a) Object; Construction owner/party entitled to dispose
- b) Damage description stating the number, type and dimensions of the damaged support, type of damage with precise description of the crack formation (number, dimensions, location, surface condition of the cracks, e.g. smooth, frayed, clean, soiled)
- c) Person responsible for the retrofit concept
- d) Persons responsible, verifiably qualified retrofit experts and further employees

Bilaga 3 Referensobjekt, lagningar med WEVO-produkter i Tyskland

Elektrogießharze | Klebstoffe



- e) Type of wood
- f) Wood temperature and moisture during the implementation of the adhesion in the area of the cracks to be repaired. The temperature and moisture measurements shall be carried out in different depths referring to the cross-sectional width.
- g) Room temperatures and relative humidity during the curing of the adhesive
- h) Retrofit method or process stating the brands of materials used (e.g. crack cleaning, taping of crack edges with transparent adhesive tape, drill and vent holes with diameters such as 6mm, pressureless filling by means of a hand-lever press and conical nozzle, etc.)
- i) Adhesive quantity used and mixing ratios
- j) Beginning and end of the adhesive filling
- k) Filling quantity per individual crack or group of cracks
- l) Documentation of all cracks repaired including all abnormalities
- m) Time and extraction points of the control drill cores
- n) Final documentation

The retrofit documentation shall be stored and filed with the construction files for 20 years.

17. Retrofit inspection

All filled cracks shall be inspected visually for abnormalities or unfilled areas after the completion of retrofit.

Control drill cores shall be extracted in statically unobjectionable areas and examined according to DIN EN 392 by means of a compressive shear test during every retrofit in order to examine the crack filling, the adhesive curing and the joint strength. The shear strength of the adhesive joints of the drill cores shall be determined in one of the two wood-adhesive-layer boundary layers according to DIN EN 392 in case of adhesive joint thicknesses larger than 1mm. The thicknesses of retrofit cracks and the curing degree of repaired adhesive joints (percentage of filled joint depth in due proportion to the total crack depth) shall be measured before the implementation of the tests; potential air voids and other abnormalities shall be examined visually. The test results shall comply with the requirements of DIN EN 386 with regard to shear strength and wood fibre fracture ratio. The number of control drill cores to be extracted depends on the length of the cracks and the number of the supports repaired during the retrofit plan. At least 1 control drill core shall be extracted from one support and examined with regard to retrofit measures with a maximum of 4 supports being repaired by adhesion. At least 4 control drill cores as well as 1 control drill core from every second support shall be extracted from the control drill core with regard to retrofit measures with more than 4 supports. All results shall be documented and filed with the retrofit documentation and construction files.

18. Cleaning the devices

Non-cured material rests can be removed by means of the WEVO Special Thinner D. You have to wash your hands with warm water and soap upon completion of work. Hand skin care with a protective ointment is recommended.

Bilaga 3 Referensobjekt, lagningar med WEVO-produkter i Tyskland

Elektrogießharze | Klebstoffe



19. Safety measures

The recommended safety measures for the treatment of chemical substances shall be complied with. Moreover, you shall attach importance to cleanness. This includes washing after work and before meals. A good ventilation of the workplace shall be assured. Avoid skin contact with any adhesives. As reaction steam can particularly arise with regard to two-component adhesives, we recommend suction of the individual workplaces, which shall be carried out away from the body of the employee.

The adhesives described in this data sheet are non-inflammable.

Responsible for distribution and technical advice:

ULRICH LÜBBERT
Warenhandel GmbH & Co. KG
Norderstedter Str. 26
24558 Henstedt-Ulzburg

Phone: +49 (0) 4193 – 8978-0
Fax: +49 (0) 4193 – 8978-18

EP20VP1_HaB20/1
valid from 03/10 replaces version of 08/09

Om TräCentrum Norr

TräCentrum Norr finansieras av de deltagande parterna tillsammans med medel från Europeiska Regionala Utvecklingsfonden (Mål 2), Länsstyrelsen i Norrbottens län samt Region Västerbotten.

Deltagande parter i TräCentrum Norr är: Lindbäcks Bygg, Martinsons Trä, SCA Forest Products, Norra Skogsägarna, Sågverken Mellansverige, SÅGAB, Sveaskog, Plusshus Luleå tekniska universitet, Skellefteå kommun och Piteå kommun.



En investering för framtiden

