

PÅLITLIG

Dess beständighet styrks av 30 års användning i träbyggnader.

PRESTANDA

Högpresterande tvåkomponents epoxylim. Anslutningarnas bärförmåga beror uteslutande på trämaterialet då limmet har en högre skjuhållfasthet än trä.

MÅNGSIDIG

För en praktisk och snabb användning finns det i patronformat och i storlekarna 3 och 5 liter lämpligt för större förband.



EGENSKAPER

FOKUS	konstruktionslimning
TYPER	förband med stänger, förband med hålplattor och sandblästrade plattor
SORTIMENT	5 produkter för anpassning till alla typer av monteringskrav
APPLIKATION	kan appliceras som spray, med pensel, via ihällning eller med spackelspade beroende på viskositeten

VIDEO

Skanna QR-koden och titta på videon på vår YouTube-kanal



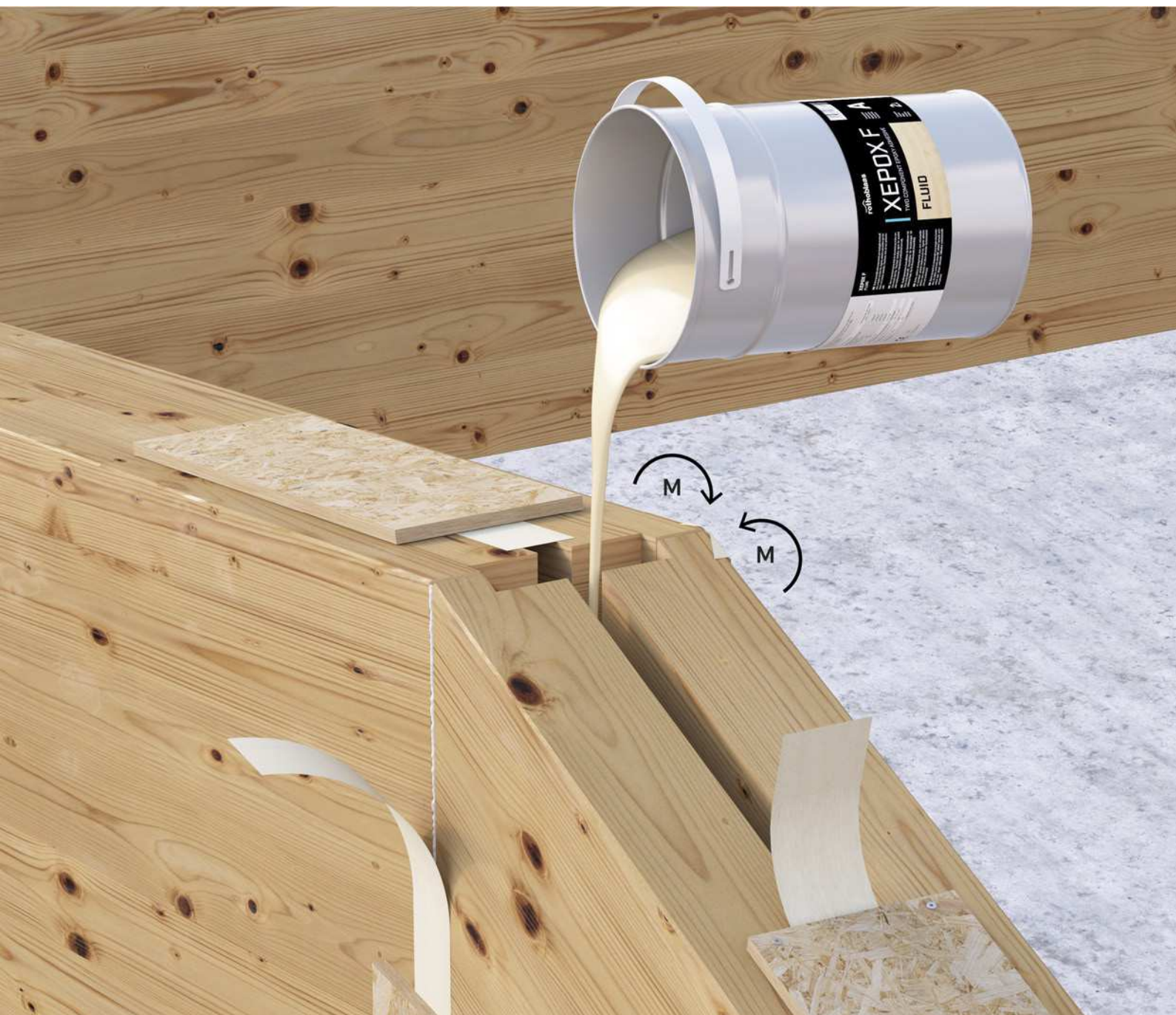
MATERIAL

Tvåkomponents epoxylim.

TILLÄMPNINGSOMRÅDEN

Skjuvförband, axiell verkan och moment som kan utföras på

- sågat virke och limträ
- KL-trä
- betong



KONSTRUKTION

Optimal för utförande av styva skarvförband i flera riktningar.

FÖRSTÄRKNING AV BEFINTLIGA TRÄELEMENT

Kan användas för att förstärka trämaterial i kombination med metallstänger och andra material.

KODER OCH MÅTT

DUNKAR

KOD	beskrivning	innehåll [ml]	st.
XEPOXP3000	P - primer	A + B = 3000	1
XEPOXL3000	L - vätska	A + B = 3000	1
XEPOXL5000		A + B = 5000	1
XEPOXF3000	F - flytande	A + B = 3000	1
XEPOXF5000		A + B = 5000	1
XEPOXG3000	G - gel	A + B = 3000	1

PATRONER

KOD	beskrivning	innehåll [ml]	st.
XEPOXF400	F - flytande	400	1
XEPOXD400	D - tjock	400	1

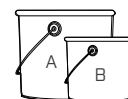
TILLÄGGSPRODUKTER - TILLBEHÖR

KOD	beskrivning	st.
MAMDB	pistol för dubbla patroner	1
STINGXP	blandarpip	1

TILLÄMPNINGAR

XEPOX P - primer

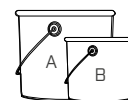
Ett tvåkomponents epoxylim med låg viskositet och hög vätningsförmåga för konstruktionsförstärkningar med kolfiber- eller glasfiberväv/band. Är även användbart för skydd av sandblåstrade plåtar SA2,5/SA3 (ISO 8501) och för konstruktionen av FRP-insatser (Fiber Reinforced Polymers). Kan appliceras med roller, som spray och med pensel. Kan förvaras 36 månader i förslutna originalförpackningar vid en temperatur mellan +5 °C och +30 °C.



Klassificering av komponent A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2. Klassificering av komponent B: Acute Tox. 4; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

XEPOX L - vätska

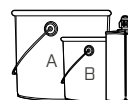
Tvåkomponents epoxylim för konstruktionstillämpningar, mycket flytande, tillämpligt för fyllning i mycket djupa vertikala hål och för stora dolda skarvförband i omfattande fräsningar eller med små mellanrum (1 mm eller högre) förutsatt att en noggrann tätning av fogarna har gjorts. Kan hällas och sprutas in. Kan förvaras 36 månader i förslutna originalförpackningar vid en temperatur mellan +5 °C och +30 °C.



Klassificering av komponent A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2. Klassificering av komponent B: Acute Tox. 4; STOT RE 2; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

XEPOX F - flytande

Flytande tvåkomponents epoxylim för konstruktionstillämpningar för insprutning i hål och i fräsningar, förutsatt att en tätning av fogarna har gjorts av fogarna. Rekommenderas för att förstärka träet med böjda skjuvförbindare (Turrini-Piazza-system) för samverkande bjälklag i trä-betong, både med nya och befintliga bjälkar. Utrymmet mellan metallen och träet är ungefär 2 mm eller mer. Ihållning i de vertikala hålen i fräsningarna efter införandet av metallplattor eller stång. Kan hällas och sprutas in med patron. Kan förvaras 36 månader i förslutna originalförpackningar vid en temperatur mellan +5 °C och 30 °C.



Klassificering av komponent A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2. Klassificering av komponent B: STOT RE 2; Skin Corr. 1A; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

XEPOX D - tjock

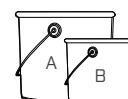
Tvåkomponents thixotropiskt epoxylim (tjock) för konstruktionstillämpningar, som tillämpas för insprutning speciellt i horisontella eller vertikala hål i träelement i limträ och konstruktionsvirke, samt väggar i murverk och armerad betong. Kan sprutas in med patron. Kan förvaras 36 månader i förslutna originalförpackningar vid en temperatur mellan +5 °C och +30 °C.



Klassificering av komponent A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2. Klassificering av komponent B: Repr. 1A; Acute Tox. 4; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

XEPOX G - gel

Tvåkomponents epoxylim i gel för konstruktionstillämpningar, kan appliceras med spackelspade även på vertikala ytor och i tillåter tjockare eller ojämna fogytor. Lämpligt för omfattande överlappningar av trä och för limning av konstruktionsförstärkningar med hjälp av glasfiber- eller kolfiberväv och för metall- eller träbeläggningar. Kan appliceras med spackelspade. Kan förvaras 36 månader i förslutna originalförpackningar vid en temperatur mellan +5 °C och +30 °C.



Klassificering av komponent A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2. Klassificering av komponent B: Acute Tox. 4; Skin Corr. 1A; Eye Dam. 1; STOT SE 3; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

TEKNISKA EGENSKAPER

Egenskaper	Standard		XEPOX P	XEPOX L	XEPOX F	XEPOX D	XEPOX G
Specifik vikt	ASTM D 792-66		≈ 1,10	≈ 1,40	≈ 1,45	≈ 2,00	≈ 1,90
Stökiometriskt förhållande i volym (A/B) ⁽¹⁾	-		100 : 50 ⁽²⁾	100 : 50	100 : 50	100 : 50	100 : 50
Öppentid 23 ± 2° 150 cc	ERL 13-70	[min]	-	50 ÷ 60	50 ÷ 60	50 ÷ 60	60 ÷ 70
Användningstid	ERL 13-70	[min]	25 ÷ 30	25 ÷ 30	25 ÷ 30	25 ÷ 30	-
Tillämpningstemperatur (max. relativ fuktighet 90 %)	-	[°C]	10 ÷ 35	10 ÷ 35	10 ÷ 35	5 ÷ 40	5 ÷ 40
Föreslagen tjocklek	-	[mm]	0,1 ÷ 2	1 ÷ 2	2 ÷ 4	2 ÷ 6	1 ÷ 10
Normal vidhäftningsspänning σ	EN 12188	[N/mm ²]	21	27	25	19	23
Skjuvhållfasthet vid vinkel σ_0 50°	EN 12188	[N/mm ²]	94	70	93	55	102
Skjuvhållfasthet vid vinkel σ_0 60°	EN 12188	[N/mm ²]	106	88	101	80	109
Skjuvhållfasthet vid vinkel σ_0 70°	EN 12188	[N/mm ²]	121	103	115	95	116
Skjuvvidhäftning τ	EN 12188	[N/mm ²]	39	27	36	27	37
Enhetlig brottgräns p.g.a. sammantryckning ⁽³⁾	EN 13412	[N/mm ²]	83	88	85	84	94
E-modulens medelvärde vid ryck	EN 13412	[N/mm ²]	3438	3098	3937	3824	5764
Värmeutvidgningskoefficient (-20 °C/+40 °C)	EN 177	[m/m·°C]	7,0 x 10 ⁻⁵	7,0 x 10 ⁻⁵	6,0 x 10 ⁻⁵	6,0 x 10 ⁻⁵	7,0 x 10 ⁻⁵
Draghållfasthet ⁽⁴⁾	ASTM D638	[N/mm ²]	40	36	30	28	30
E-modulens medelvärde vid dragning ⁽⁴⁾	ASTM D638	[N/mm ²]	3300	4600	4600	6600	7900
Böjhållfasthet ⁽⁴⁾	ASTM D790	[N/mm ²]	86	64	38	46	46
E-modulens medelvärde vid böjning ⁽⁴⁾	ASTM D790	[N/mm ²]	2400	3700	2600	5400	5400
Enhetlig brottgräns vid skjuvning (punch tool) ⁽⁴⁾	ASTM D732	[N/mm ²]	28	28	28	19	25
Viskositet	-	[mPa·s]	A = 1100 B = 250	A = 2300 B = 800	A = 14000 B = 11500	A = 300000 B = 300000	A = 450000 B = 13000

OBS:

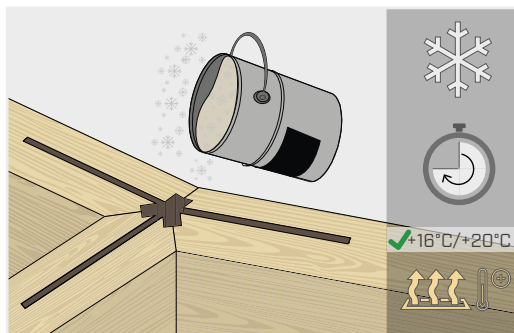
⁽¹⁾ Komponenterna är förpackade i redan uppmätta mängder, klara för bruk. Förhållandet är i volym (inte i vikt).

⁽²⁾ Det är lämpligt att inte använda mer än en liter blandad produkt åt gången. Förhållandet mellan komponenterna A:B i vikt är ca 100:44,4.

⁽³⁾ Medelvärde i slutet av belastnings-/avlastningscyklerna.

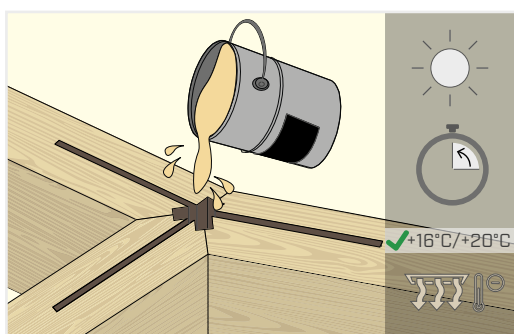
⁽⁴⁾ Värden från test under forskningskampanjen "Innovativa anslutningar för träkonstruktioner" - Tekniska högskolan i Milano.

TILLÄMPNINGS- OCH FÖRVARINGSTEMPERATURER



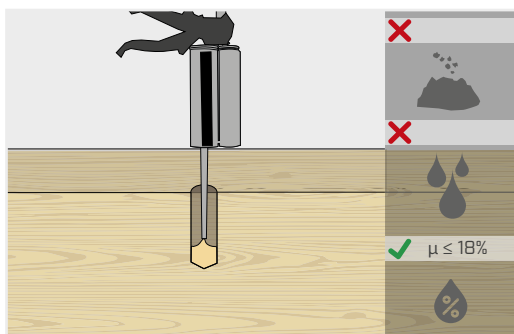
FÖRVARING AV LIM

Epoxylim ska förvaras i måttlig temperatur (ungefär +16 °C / +20 °C) både under vintern och sommaren tills de ska användas. Förvara inte förpackningarna kallt eftersom det kan öka viskositeten på limmet och försvårar därmed upphällningen från dunkarna och insprutningen av lim med patroner. Lämna inte förpackningar i solen eftersom en varm produkt har betydligt kortare polymerisationstider.



APPLICERING AV LIM

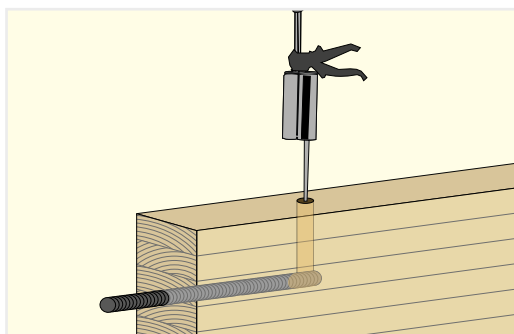
En omgivningstemperatur på > +10 °C rekommenderas vid appliceringen. Om omgivningstemperaturen är för kall måste förpackningarna värmas upp åtminstone en timme innan de används eller värm upp appliceringsområdet och metallinsatserna innan produkten används. Om omgivningstemperaturen är för hög är det nödvändigt att kyla ned limmet och undvika de varmaste timmarna under dagen.



BEHANDLING AV HÅL OCH URFRÄSNINGAR

Innan limmets inträngning eller insprutning ska hålen och spårerna i träet skyddas mot regnvatten eller hög luftfuktighet och rengöras med tryckluft. Om delarna som ska hartsas är blöta eller mycket fuktiga måste de torkas. Användning av XEPOX-lim rekommenderas för ordentligt torkat trä med en fuktkvot som är lägre än 18 %.

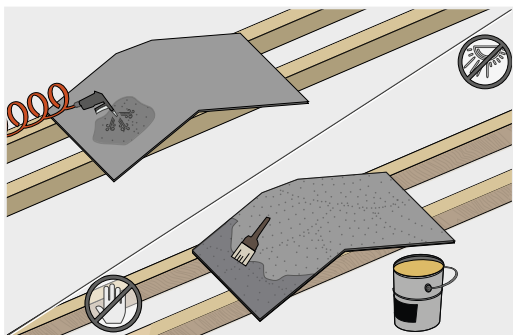
FÖRBAND MED INLIMMADE STÄNGER



LIMNING

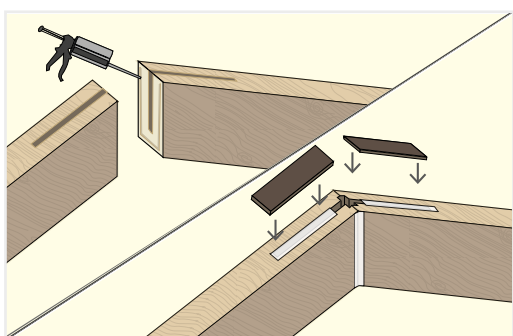
Förbanden med stänger är lämpliga att utföras med extrudering med tvåkomponenters patroner pga de små mängderna av lim. Skär av pipens ände för att ändra mängden lim som ska sprutas in. För limning av långa stänger rekommenderas det att göra påfyllningshål i vinkelrät riktning jämfört med stängens.

MOMENTFÖRBAND MED PLATTOR



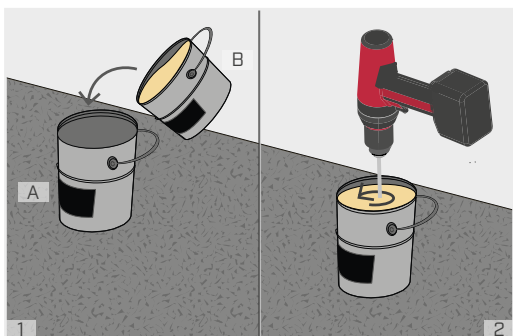
FÖRBEREDELSE AV METALLBESLAG

Inslitsade plåtar för skarvförbandens förstärkning måste rengöras och avfettas. De släta plåtarna ska antingen förse med hål eller behandlas med en sandblästring av klass SA2,5/SA3 och sedan skyddas med XEPOX P för att undvika en oxidering. Speciellt under varma månader måste metalltygorna skyddas mot direkta solstrålar.



FÖRBEREDELSE AV TRÄDELAR

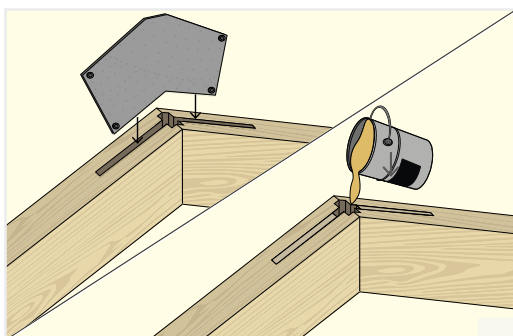
I närheten av de vertikala kanterna ska det appliceras kontinuerliga remsor av papperstejp ca 2-3 mm från kanten. Applicera sedan en oavbruten sträng av ättiksbaseratsilikonochtrycksått det även fästervidytor nas omskyddas av tejp en. Fräsningarna på ovansidan av det lutande elementet ska tätas med trälistor eller plankor. Endast änden av fräsningarna i den högsta punkten ska lämnas öppen från vilken limmet ska hällas i.



FÖRBEREDELSE AV PRODUKTEN

För att använda produkten i dunkar ska härdaren (komponent B) hällas i dunkarna som innehåller epoxyharts (komponent A). Blanda noggrant de två komponenterna som har olika färg. Det rekommenderas att använda en lämplig blandare med dubbla blandarvispar som ska monteras på ett elektriskt verktyg (alternativt kan en metallvisp användas). Blanda tills färgen är jämn. Håll sedan i den erhållna blandningen.

Fördela blandningen i springorna med betydande längd genom att hälla blandningen direkt från dunken i eller använd en spackelspade för att breda ut produkten.



LIMNING

Det rekommenderas att förbereda en extra urfräsning högst upp på de trädelarna som ska sammankopplas för att underlätta gjutning av limmet. Det rekommenderas att spalterna mellan de inslitsade plåtarna och träet är 2-3 mm breda per sida. För att garantera korrekt position för plåtarna inuti skårorna, rekommenderas det att placera distansbrickor på plåtarna i samband med polymeriseringen av skyddet med XEPOX P.

■ XEPOX TVÅKOMPONENTS EPOXYLIM

EN HISTORISK PRODUKTSERIE FÖR FÖRBAND MELLAN TRÄELEMENT SOM GARANTERAR EN UTMÄRKT ÅTERSTÄLLNING AV HÅLLFASTHET OCH STYVHET.

Epoxylimmen XEPOX är tvåkomponentsharts som har utformats specifikt för att penetrera träets mikrostruktur och vidhäfta sig vid den effektivt, och för att minska kristalliseringen av hartset.

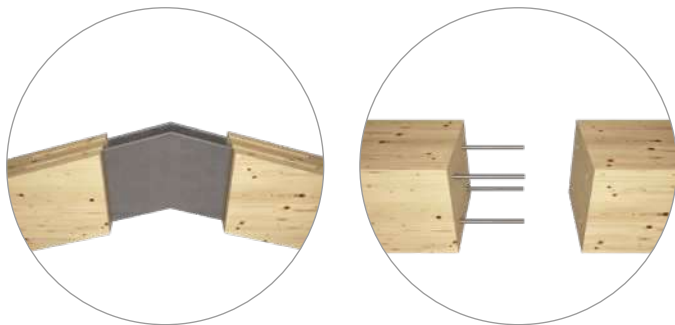
Blandningen av komponenterna A och B framkallar en exoterm reaktion (värmeutveckling) och när den har härdat bildar den en tredimensionell struktur med enastående egenskaper såsom: beständighet över tid, interaktion utan fukt, utmärkt värmestabilitet, hög styvhet och hållfasthet.

Varje element, kemiskt eller mineraliskt, har en specifik roll och tillsammans bidrar de till att uppnå prestandaegenskaperna hos limmet.

■ TILLÄMPNINGSSOMRÅDEN

XEPOX produkterna har olika viskositet vilket garanterar mångsidig användning för olika typer av förband, för både nya konstruktioner och återställning av äldre konstruktioner. Användningen tillsammans med stål, i synnerhet sandblästrade beslag eller hålplattor och stänger, ger hög hållfasthet för begränsade tjocklekar.

1. MOMENTSTYVA FÖRBAND



2. TVÅ- ELLER TREVÄGSANSLUTNINGAR



3. DOLDA FÖRBAND



4. OMBYGGNAD AV SKADADE DELAR



■ ESTETISKA FÖRBÄTTRINGAR

Patronformatet gör att det även kan användas för estetiska förbättringar och små områden som ska limmas.





FÖRBAND MED INLIMMADE STÄNGER

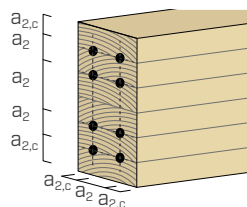
Nedan anges indikationerna i DIN 1052:2008 och i den italienska standarden CNR DT 207:2018.

MINIMIAVSTÅND FÖR STÄNGER

DRAGNING

Stänger limmade // på fiber

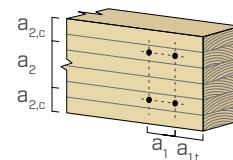
a_2	$5d$
$a_{2,c}$	$2,5d$



DRAGNING

Stänger limmade $\perp$ på fiber

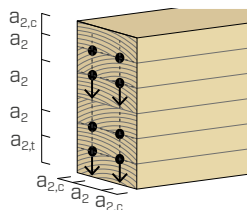
a_1	$4d$
a_2	$4d$
$a_{1,t}$	$2,5d$
$a_{2,c}$	$2,5d$



SKJUVNING

Stänger limmade // på fiber

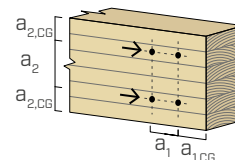
a_2	$5d$
$a_{2,c}$	$2,5d$
$a_{2,t}$	$4d$



SKJUVNING

Stänger limmade $\perp$ på fiber

a_1	$7d$
a_2	$5d$
$a_{1,CG}$	$10d$
$a_{2,CG}$	$4d$



Minimi inlimningslängd är lika med:

$$l_{min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,5 d^2 \\ 10 d \end{array} \right\}$$

BERÄKNINGSMETOD

UTDRAGSHÅLLFASTHET

Draghållfastheten hos en stång med en diameter d är lika med:

$$R_{ax,d} = \min \left\{ \begin{array}{ll} f_{yd} \cdot A_{res} & \text{brott hos stålet} \\ \pi \cdot d \cdot l \cdot f_{v,d} & \text{brott hos trä pga skjuvning} \\ f_{t,0,d} \cdot A_{eff} & \text{brott hos trä pga dragspänning} \end{array} \right.$$

Det effektiva området är en fyrkant av trä med en sida på max. $6d$; området minskas för mindre avstånd mellan elementen eller från kanten.

f_{yd} = stålets dimensionerande hållfasthet

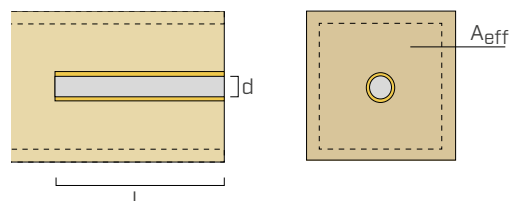
$f_{t,0,d}$ = träets dimensionerande draghållfasthet

Limningens skjuvhållfasthet $f_{v,k}$ beror på inlimningslängden

l [mm]	$f_{v,k}$ [MPa]
≤ 250	4
$250 < l \leq 500$	$5,25 - 0,005 \times l$
$500 < l \leq 1000$	$3,5 - 0,0015 \times l$

för belastning i en vinkel α mot fiberriktning gäller jämfört med fibern erhålls:

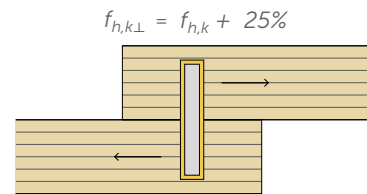
$$f_{v,\alpha,k} = f_{v,k} \cdot (1,5 \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)$$



SKJUVHÅLLFASTHET

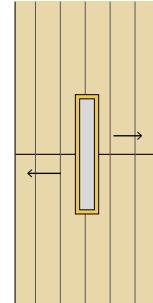
Skjuvhållfastheten hos en stång kan beräknas med Johansens kända formler för skruva med följande metoder.

För stänger som är vinkelrätt fastlimmade vid fibern, kan hållfastheten mot hållkanttryck ökas upp till 25 %.



Hållfastheten mot hållkanttryck för stänger som är parallellt fastlimmade vid fibern är lika med 10 % av värdet vinkelrätt mot fibern.

$$f_{h,k//} = 10\% f_{h,k\perp}$$



Försvagningen av tvärsnittet pga av hålet från stängen beräknas som hållfastheten som erhålls från limningsprocessen (brott b).

För att erhålla hållfastheten hos en stång som är fastlimmad vid en vinkel α är det tillåtet att linjärt interpolera hållfasthetsvärdena för α vid 0° och 90° .

LABORATORIEPROVNINGAR

Nedan visas beräkningen för utdragning av en stång som har limmats fast med XEPOX. Resultatet jämförs med testerna som har utförts vid universitetet i Biel genom att jämföra hållfasthetsvärdena mellan testet och beräkningen. Detta visar den befintliga säkerhetsmarginalen. Notera dock att värdet från testet inte är ett karakteristiskt värde och det ska inte anses vara ett värde som ska användas i dimensioneringen.



GOMETRISKA DATA

Provexemplarets sida	80	mm
A_{eff}	6400	mm
d	16	mm
l	160	mm
f_{yk}	900	MPa
$f_{t,0,k}$	27	MPa
γ_{M0}	1	
k_{mod}	1,1	
γ_M	1,3	



Brott hos stålet	162,9	kN
Brott hos trä pga skjuvning	29,0	kN
Brott hos trä pga dragspänning	146,2	kN
$R_{ax,d}$ = dimensionerande axiell kraft	29,0	kN
$R_{ax,m}$ = experimentell genomsnittlig axiell kraft	96,3	kN
f = faktor för överhållfasthet	3,3	

OBS:

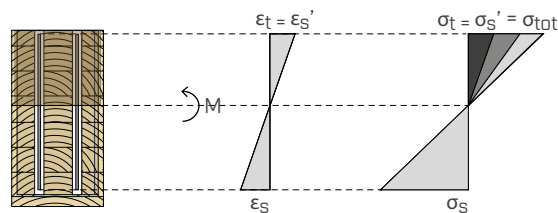
Draghållfastheten har härletts från den genomsnittliga densiteten hos provexemplaren som har använts för testerna.

Beräkningarna har utförts med hänsyn till värdena k_{mod} och γ_M enligt EN 1995-1-1, och γ_{M0} enligt EN 1993-1-1.

MOMENTFÖRBAND MED PLATTOR

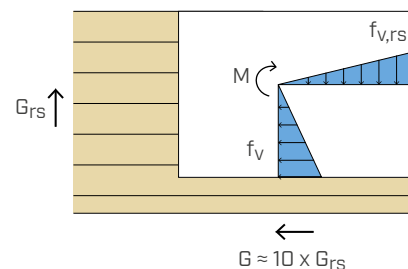
BERÄKNINGSMETOD | HUVUDSEKTION

Spänningarna som orsakas av momentet och den axiella verkan fastställs genom att homogenisera materialen i sektionen för att bevara de plana sektionerna. Skjuvspänningen absorberas endast av plattorna. Det är även nödvändigt att kontrollera spänningarna som påverkar träsektionerna vid fräsningarna.



BERÄKNINGSMETOD | FÖRDELNING AV MOMENTET PÅ KONTAKTYTAN STÅL-LIM-TRÄ

Momentet fördelas över antalet kontaktytor och bryts sedan ned i spänningar med hänsyn till både polär tröghet vid tyngdpunkten och olika styvhet i träet. På detta sätt erhålls de maximala tangentiella spänningarna i ortogonal och parallell riktning med fibrerna som dessutom ska kontrolleras i samverkan.



Polärt tröghetsmoment vid halva delen av den inslitsade plåten i förhållande till tyngdpunkten med beaktandet av träs olika skjuvmoduler parallellt och vinkelrätt fiberriktningen:

$$J_p^* = \frac{l_i \cdot h^3}{12} \cdot G + \frac{l_i^3 \cdot h}{12} \cdot G_{rs}$$

Beräkning av tangentiella krafter och kombinerad kontroll:

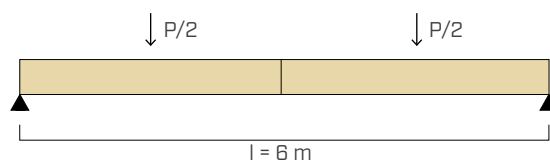
$$\tau_{max,hor} = \frac{(M_d + M_{T,Ed})}{2 \cdot n_i \cdot J_p^*} \cdot \frac{h}{2} \cdot G + \frac{N_d}{2 \cdot n_i \cdot A_i}$$

$$\tau_{max,vert} = \frac{(M_d + M_{T,Ed}) \cdot e}{2 \cdot n_i \cdot J_p^*} \cdot G_{rs} + \frac{V_d}{2 \cdot n_i \cdot A_i}$$

$$\sqrt{\left(\frac{\tau_{max,hor}}{f_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{max,vert}}{f_{v,rs,d}}\right)^2} \leq 1$$

LABORATORIEPROVNINGAR

Beräkning för två förband med XEPOX har utförts. Resultatet jämförs med böjningstesterna i fyra punkter utförda av tekniska högskolan i Milano. Faktorn för överhållfasthet fastställs mellan testet och beräkningen vilket visar den goda befintliga säkerhetsmarginalen vid beräkningen av skarvförbanden. Värdet från testet är inte ett karakteristiskt värde och det ska inte anses vara ett värde som ska användas i dimensioneringen.



TECKENFÖRKLARING:

B	bjälkens bas
H	bjälkens höjd
α_1	bjälkarnas lutningsvinkel
n_i	slitsade plåtar insatser
S_i	de slitsade plåtarnas tjocklek
h_i	de slitsade plåtarnas höjd
l_i	de slitsade plåtarnas förankringslängd
A_i	yta vid halva delen av den slitsade plåten
e	excentricitet mellan plattans tyngdpunkt och huvudförbandet
B_n	bjälkens bredd utan fräsningar

σ_t	träets maximala tryckspänning
σ_s'	stålets maximala tryckspänning
σ_s	stålets maximala dragspänning
σ_{tm}	träets maximala böjningskraft
$\tau_{max,hor}$	maximal tangentiell kraft i horisontalld
$\tau_{max,vert}$	maximal tangentiell kraft i vertikalld
$f_{v,d}$	skjuvhållfasthet parallellt med fibern
$f_{v,rs,d}$	skjuvhållfasthet vinkelrätt med fibern
$k_{c,90}$	parameter från EN 1995-1-1

EXEMPEL 1 | KONTINUERLIGA FÖRBAND

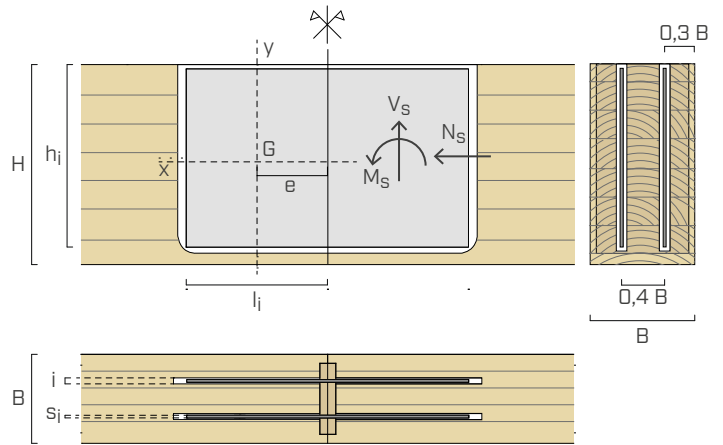
KNUTPUNKTENS GEOMETRI: BJÄLK OCH PLATTOR

n_i	2 mm	B	200 mm
S_i	5 mm	H	360 mm
h_i	320 mm	B_n	182 mm
l_i	400 mm		
e	200 mm		

PROJEKTMATERIAL OCH -DATA

Stålets hållfasthetsklass	S275
γ_{M0}	1
Träklass	GL24h
k_{mod}	1,1
$\gamma_{M timber}$	1,3

Inslitsade plåtar med sandblästring av klass SA2,5/SA3 (ISO8501).



ANVÄNDNING AV XEPOX

Skydd för de inslitsade plåtarna mot oxidering med XEPOX P. Användning av XEPOX F eller XEPOX L lim.

KONTROLLER

M_d	dimensionerande moment	54,3 kNm
-------	------------------------	----------

KONTROLL AV HUVUDFÖRBANDET ^{(1), [2]}

		% för kontroll
σ_t	10,6 MPa	53 %
$\sigma_{s'}$	185,8 MPa	68 %
σ_s	274,9 MPa	100 %

KONTROLL AV TRÄETS TVÄRSNITT UTAN FRÄSNINGAR

		% för kontroll
σ_{tm}	14,1 MPa	70 %

KONTROLL AV DEN MAXIMALA SKJUV SPÄNNINGEN PÅ KONTAKTYTORNA ^{(3), [4]}

		% för kontroll
J_p^*	$8,56 \cdot 10^{11} \text{ Nmm}^2$	
$\tau_{max,hor}^{(3)}$	1,7 MPa	57 %
$\tau_{max,vert}^{(3)}$	0,2 MPa	20 %
kombinerad kontroll		60 %

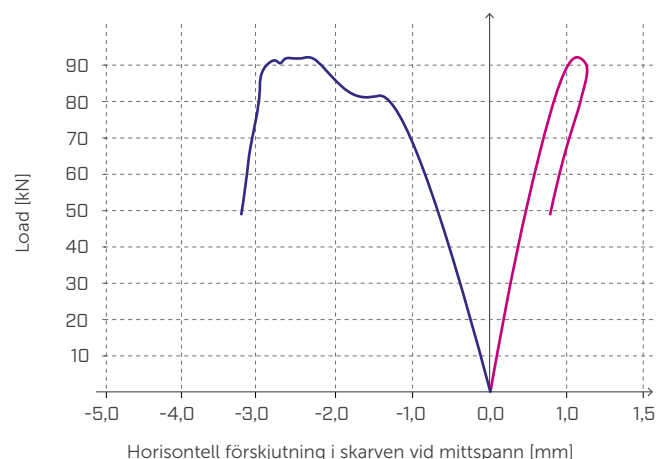
$M_d = M_{Rd}$	dimensionerande moment = dimensionerande böjmomentkapacitet	54,3 kNm
M_{TEST}	moment enligt test	94,1 kNm
f	faktor för överhållfasthet	1,7

DIAGRAM ÖVER KRAFT - FÖRFLYTTNING

Horisontell förflyttning av de uttöjda och komprimerade fibrerna i mitten.

Diagrammet visar den största förflyttningen av de uttöjda fibrerna vilket bekräftar beräkningsantagandet om att träet kan ta sammantryckningen tillsammans med de inslitsade plåtarna och flyttar den neutrala axeln uppåt.

— ÖVRE KANT
— NEDRE KANT



EXEMPEL 2: KNÄFÖRBAND

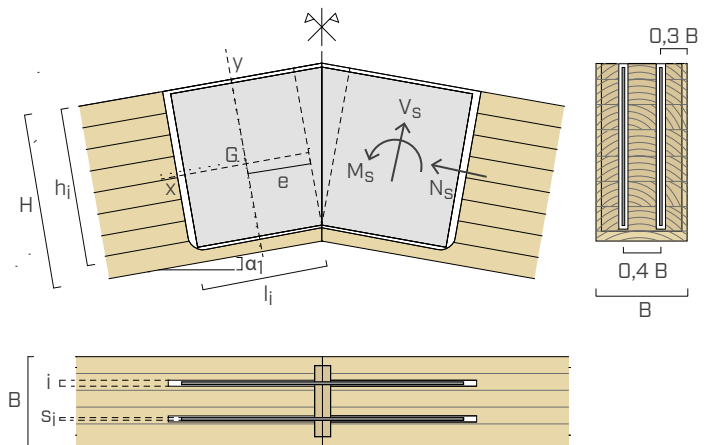
KNUTPUNKTENS GEOMETRI: BJÄLK OCH PLATTOR

n_i	2 mm	B	200 mm
S_i	6 mm	H	360 mm
h_i	300 mm	B_n	176 mm
l_i	568 mm	α_1	21,8 °
e	332 mm		

PROJEKTMATERIAL OCH -DATA

Stålets hållfasthetsklass	S275
Y_{M0}	1
Träklass	GL32c
k_{mod}	1,1
Y_M timber	1,3

Inslitsade plåtar med sandblästring av klass SA2,5/SA3 (ISO8501).



ANVÄNDNING AV XEPOX

Skydd för de inslitsade plåtarna mot oxidering med XEPOX P. Användning av XEPOX F eller XEPOX L lim.

KONTROLLER

M_d	dimensionerande moment	63,5 kNm
-------	------------------------	-----------------

KONTROLL AV HUVUDFÖRBANDET ^{[1], [2]}

		% för kontroll
$k_{c,90}^{(A)}$	1,75	
σ_c	12,7 MPa	100 %
σ_s'	180,7 MPa	66 %
σ_s	262,0 MPa	95 %

KONTROLL AV TRÄETS TVÄRSNITT UTAN FRÄSNINGAR

		% för kontroll
σ_t	16,7 MPa	62 %

KONTROLL AV DEN MAXIMALA SKJUV SPÄNNINGEN PÅ KONTAKTYTORNA ^{[3], [4]}

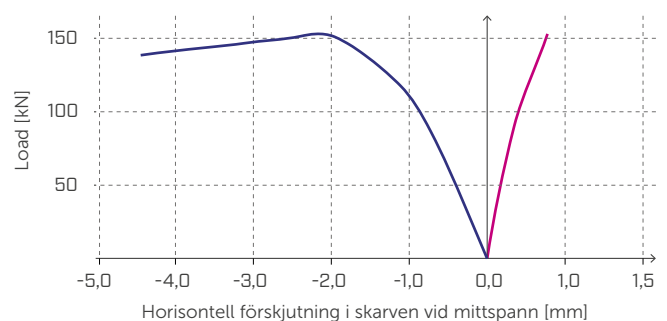
		% för kontroll
J_p^*	$1,52 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2$	
$\tau_{max,hor}^{(3)}$	1,1 MPa	38 %
$\tau_{max,vert}^{(3)}$	0,2 MPa	21 %
kombinerad kontroll		43 %

$M_d = M_{Rd}$	dimensionerande moment = dimensionerande böjmomentkapacitet	63,5 kNm
M_{TEST}	moment enligt test	131,8 kNm
f	faktor för överhållfasthet	2,1

DIAGRAM ÖVER KRAFT - FÖRFLYTTNING

Horisontell förflyttning av de uttöjda och komprimerade fibrerna i mitten.

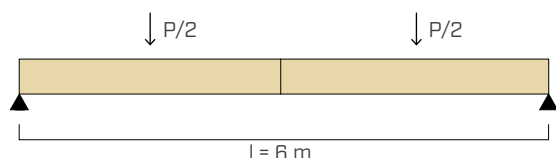
Diagrammet visar den största förflyttningen av de uttöjda fibrerna vilket bekräftar beräkningsantagandet om att träet kan ta sammantryckningen tillsammans med de inslitsade plåtarna och flyttar den neutrala axeln uppåt.



— ÖVRE KANT
— NEDRE KANT

FÖRBANDENS STYVHET

Momentförbanden som har utförts med XEPOX limmen garanterar en utmärkt styvhet hos de anslutna elementen. Som bevis för detta jämförs nedböjningsvärdena som har erhållits via analytiska beräkningar för en bjälke utan förband med samma spann, tvärsnitt och belastning med experimentella data i beräkningsexempel 1.



För att erhålla ett referensvärde för nedböjningen från tillgängliga experimentella data är det nödvändigt att fastställa en verkande belastning. För att åstadkomma det går det att beakta ett moment på 54,5 kNm som har beräknats för bjälken i beräkningsexemplet 1, som motsvarar maximal belastning som är godtagbar vid brottgränstillståndet. Genom att börja med dessa data och tilldela en realistisk belastning på bjälken går det att fastställa det maximala verkande belastningsmomentet genom att använda belastningarnas förstöringsfaktorer enligt gällande byggnorm.

Vid dimensionering av en ett plant tak av trä som inte kan beträdas, fastställs följande belastningar.

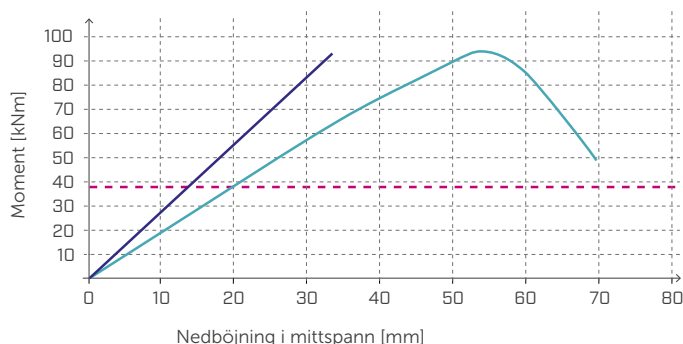
$$p = 1,5 \text{ kN/m}^2; q = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

I detta fall är utnyttjandegraden för dendimensionerande lastkombinationen, ca 70 % av brottgränstillståndet.

Följaktligen är den maximala utövade belastningen $54,3 \times 0,7 = 38 \text{ kNm}$, som orsakar en omedelbar nedböjning för bjälken utan förband på ca 13 mm, medan den experimentellt uppmätta nedböjningen är 19 mm. Ökningen av nedböjning i drift är därmed: $l/1050$.

DIAGRAM ÖVER MOMENT - FÖRFLYTTNING

- BALKE MED XEPOX FÖRBAND
- OSKARVAD BALK
- - - DIMENSIONERANDE UTÖVAT MOMENT



OBS:

^(A) $k_{c,90}$ är en förstöringsfaktor som används för belastning av trä vinkelrätt fiberriktningen (EN 1995-1-1, punkt 6.1.5). Formeln beaktar dock limmets fördelaktigt inverkan som fyller träets hålrum. Konstruktören kan välja att öka denna faktor.

⁽¹⁾ Beräkningen av sektionen har utförts med hänsyn till elastiska-linjära förbindelser för allt material. I händelse av axiella belastningar och skjuvbelastning är det nödvändigt att kontrollera kombinationen av dessa krafter.

⁽²⁾ I denna beräkning antas det att hartslagret tillåter en full kontakt för kontaktytans sektion och därmed kan träet ta sammantryckning. Om detta lager inte finns, rekommenderas det att kontrollera endast den inslitsade plåten som reagens och använda den inslitsade plåtens geometriska parametrar för formeln:

$$f_{yd} \leq \frac{M_d}{\frac{B \cdot h^2}{6}}$$

⁽³⁾ Det bör påpekas att XEPOX limmen kännetecknas av karakteristiska draghållfastheter och skjuvhållfastheter som är väsentligt högre än hållfastheterna som erbjuds av trämaterialiet och förblir oförändrade över tid. Av detta skäl görs kontrollen av kontaktytornas vridmotstånd genom att utvärdera endast träsidan, då samma kontroll uppfylls för limmet.

⁽⁴⁾ Skjuvspänningen "τ" för kontaktytan trä-lim-stål, som överförs till träet, beräknas med dess maximala värde i händelse av parallell eller tvärgående lutning i förhållande till träfibren. Dessa spänningar jämförs med träets skjuvhållfasthet respektive "värde för rullskjuvning". I beräkningen ska även excentricitetsmoment $M_{T,Ed}$ förorsakat av tvärkraften skjuvhållfastheten tas i beaktande i förekommande fall.

Det bör påpekas att beräkningarna har utförts med hänsyn till värdena k_{mod} och γ_M enligt EN 1995-1-1, och γ_{M0} enligt EN 1993-1-1.