XEPOX

VIDEO

CE EN 1504-4

DVOKOMPONENTNO EPOKSIDNO LEPILO

ZANESLJIVO
Njegovo obstojnost dokazuje 30-letna uporaba na področju lesene gradnje.

ZMOGLJIVO
Visokozmogljivo dvokomponentno epoksidno lepilo. Vzdržljivost spojev je odvisna izključno od lesenega materiala in izjemne zmogljivosti lepila.

VSESTRANSKI
V kartuši za praktično in hitro nanašanje, v velikosti 3 litre in 5 litrov za večje spoje.

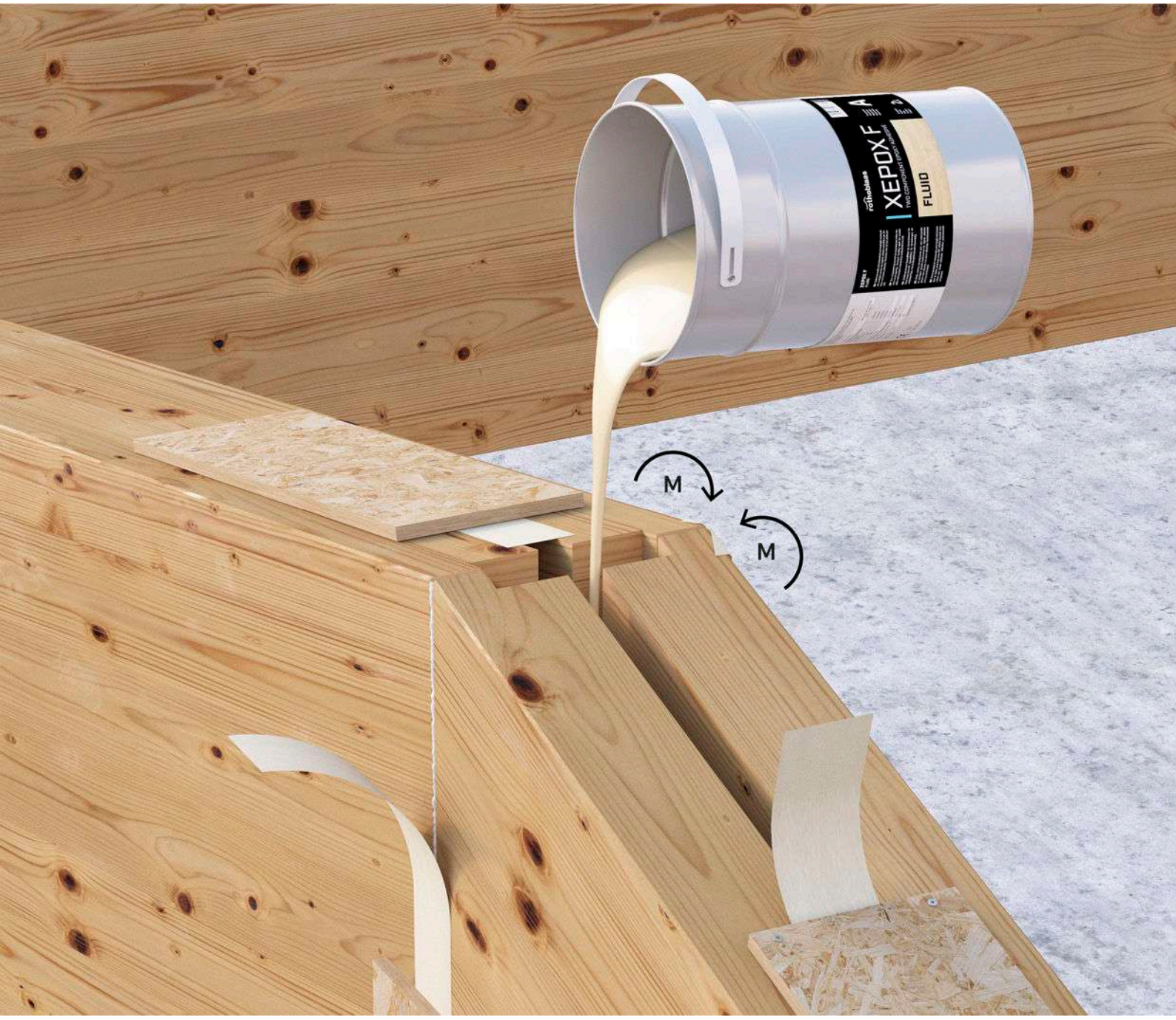
ZNAČILNOSTI

POGLAVITNE	strukturno lepljenje
VRSTE	spoji s palicami, spoji z luknjanimi ali peskanimi ploščami
IZBIRA	5 izdelkov, ki zadostijo vsem vašim potrebam
UPORABA	odvisno od viskoznosti se nanaša z brizganjem, s čopičem, z vlivanjem ali lopatico

VIDEO
Skenirajte QR kodo in si oglejte video na našem kanalu YouTube

MATERIAL
Dvokomponentno epoksidno lepilo.

PODROČJA UPORABE
Strižni spoji, osno in momentno delovanje, za uporabo za
- masiven in lamelni les
- CLT
- beton



STRUKTURNI

Idealno za izvedbo togih večsmernih spojev.

STATIČNE OJAČITVE

Uporabljajo se za rekonstrukcijo lesenih elementov v kombinaciji s kovinskimi palicami in drugim materialom.

KODE IN DIMENZIJE

VEDRA

KODA	opis	vsebina [ml]	št. kosov
XEPOXP3000	P - primer	A + B = 3000	1
XEPOXL3000	L - tekoče	A + B = 3000	1
XEPOXL5000		A + B = 5000	1
XEPOXF3000	F - fluidno	A + B = 3000	1
XEPOXF5000		A + B = 5000	1
XEPOXG3000	G - gel	A + B = 3000	1

KARTUŠE

KODA	opis	vsebina [ml]	št. kosov
XEPOXF400	F - fluidno	400	1
XEPOXD400	D - gosto	400	1

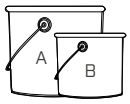
DODATNI IZDELKI - OPREMA

KODA	opis	št. kosov
MAMDB	pištola za dvojne kartuše	1
STINGXP	mešalni dulec	1

UPORABA

XEPOX P - primer

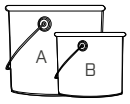
Dvokomponentno epoksidno lepilo z izjemno nizko stopnjo viskoznosti in visoko sposobnostjo navlažitve, za strukturne ojačitve s trakovi/tkanino iz ogljikovih ali steklenih vlaken. Uporaben tudi za zaščito peskane pločevine SA2,5/SA3 (ISO 8501) in za izdelavo vložkov FRP (Fiber Reinforced Polymers). Nanašanje z valjčkom, brizganjem in čopičem.
Rok trajanja 36 mesecev v originalni zaprti embalaži pri temperaturah med +5°C in +30°C.



Razvrstitev komponente A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2. Razvrstitev komponente B: Acute Tox. 4; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1;Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

XEPOX L - tekoče

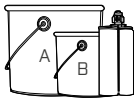
Epoksidno dvokomponentno lepilo za strukturne posege, zelo tekoče, za nanose z vlivanjem v zelo globoke navpične luknje in za velike spoje z nevidnimi vstavki na obsežnih rezkanih predelih ali z zelo majhnim razmikom (1 mm ali več), po predhodni natančni zatesnitvi fug.
Za vlivanje in vbrizgavanje. Rok trajanja 36 mesecev v originalni zaprti embalaži pri temperaturah med +5°C in +30°C.



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

XEPOX F - fluidno

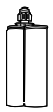
Epoksidno dvokomponentno lepilo za strukturne posege, tekoče, za nanose z vbrizganjem v luknje in na rezkane predele, po predhodni zatesnitvi fug. Zlasti primerno za pritrjevanje upognjenih spojnikov (sistem Turrini-Piazza) na les, za uporabo v ploščah les-beton, tako pri novih kot tudi obstoječih tramovih; razmik med kovino in lesom približno 2 mm ali več. Vlivanje v navpične luknje v rezkanih delih po vstavitvi kovinskih vložkov v ploščo ali palico. Vlivanje in vbrizgavanje s kartušo.
Rok trajanja 36 mesecev v originalni zaprti embalaži pri temperaturah med +5°C in 30°C.



Razvrstitev komponente A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2. Razvrstitev komponente B: STOT RE 2; Skin Corr. 1A; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

XEPOX D - gosto

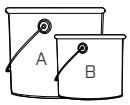
Tiksotropno (gosto) dvokomponentno epoksidno lepilo za strukturne posege, za nanos z vbrizgavanjem, zlasti v vodoravne ali navpične luknje v tramovih iz lepljenega lesa, polnega lesa, v zidovih in v armiranem betonu.
Vbrizgavanje s kartušo.
Rok trajanja 36 mesecev v originalni zaprti embalaži pri temperaturah med +5°C in +30°C.



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

XEPOX G - gel

Epoksidno dvokomponentno lepilo v gelu za strukturne posege, za nanose z lopatico tudi na navpične ploskve in za izdelavo debelejših ali neravnih slojev. Primeren za obsežna prekrivanja lesa in za lepljenje strukturnih ojačitev z uporabo steklenih ali ogljikovih vlaken, ter za krpanje (dodatne sloje) na les ali kovino.
Nanos z lopatico. Rok trajanja 36 mesecev v originalni zaprti embalaži pri temperaturah med +5°C in +30°C.



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

TEHNIČNE ZNAČILNOSTI

Lastnosti	Zakonodaja		XEPOX P	XEPOX L	XEPOX F	XEPOX D	XEPOX G
Specifična teža	**ASTM D 792-66**		≈ 1,10	≈ 1,40	≈ 1,45	≈ 2,00	≈ 1,90
Stehiometrično razmerje v volumnu (A/B) [1]	-		100 : 50 [2]	100 : 50	100 : 50	100 : 50	100 : 50
Pot life 23 ± 2° 150 cc	**ERL 13-70**	[min]	-	50 ÷ 60	50 ÷ 60	50 ÷ 60	60 ÷ 70
Čas obdelovanja	**ERL 13-70**	[min]	25 ÷ 30	25 ÷ 30	25 ÷ 30	25 ÷ 30	-
Temperatura za vgradnjo (relativna vlaga maks. 90%)	-	[°C]	10 ÷ 35	10 ÷ 35	10 ÷ 35	5 ÷ 40	5 ÷ 40
Priporočena debelina	-	[mm]	0,1 ÷ 2	1 ÷ 2	2 ÷ 4	2 ÷ 6	1 ÷ 10
Normalna adhezijska napetost σ	**EN 12188**	[N/mm^2]	21	27	25	19	23
Poševna strižna trdnost σ_0 50°	**EN 12188**	[N/mm^2]	94	70	93	55	102
Poševna strižna trdnost σ_0 60°	**EN 12188**	[N/mm^2]	106	88	101	80	109
Poševna strižna trdnost σ_0 70°	**EN 12188**	[N/mm^2]	121	103	115	95	116
Adhezijska strižna trdnost τ	**EN 12188**	[N/mm^2]	39	27	36	27	37
Enotna porušna trdnost pri tlačni obremenitvi [3]	**EN 13412**	[N/mm^2]	83	88	85	84	94
Povprečni elastični modul pri tlačni obremenitvi	**EN 13412**	[N/mm^2]	3438	3098	3937	3824	5764
Količnik toplotnega raztezka (v razponu -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}
Enotna porušna trdnost pri natezni obremenitvi [4]	**ASTM D638**	[N/mm^2]	40	36	30	28	30
Povprečni elastični modul pri natezni obremenitvi[4]	**ASTM D638**	[N/mm^2]	3300	4600	4600	6600	7900
Enotna porušna trdnost pri upogibu [4]	**ASTM D790**	[N/mm^2]	86	64	38	46	46
Povprečni elastični modul pri upogibu[4]	**ASTM D790**	[N/mm^2]	2400	3700	2600	5400	5400
Enotna porušna trdnost pri striženju (punch tool)[4]	**ASTM D732**	[N/mm^2]	28	28	28	19	25
Viskoznost	-	[mPa·s]	A = 1100 B = 250	A = 2300 B = 800	A = 14000 B = 11500	A = 300000 B = 300000	A = 450000 B = 13000

OPOMBE:

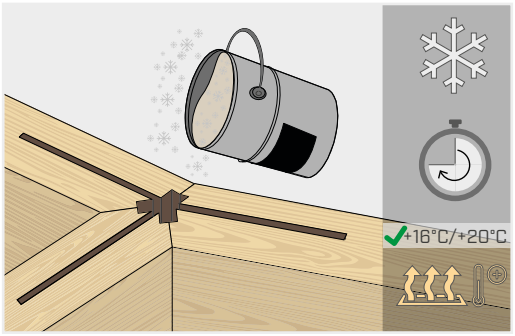
[1] Posamezne komponente so pakirane v predodmerjenih količinah in so pripravljene za uporabo. Razmerje je glede na volumen (ne na težo).

[2] Priporočljivo je uporabljati največ en liter mešanega izdelka naenkrat. Razmerje med komponentama A:B glede na težo je približno 100:44,4.

[3] Povprečna vrednost ob koncu ciklov obremenitve/razbremenitve.

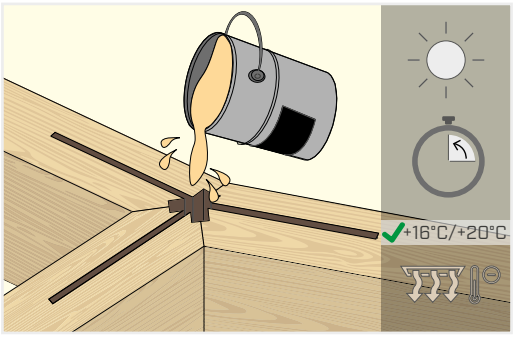
[4] Testne vrednosti raziskave "Inovativni spoji lesenih strukturnih elementov" - Politecnico di Milano.

TEMPERATURE ZA VGRADNJO IN SKLADIŠČENJE



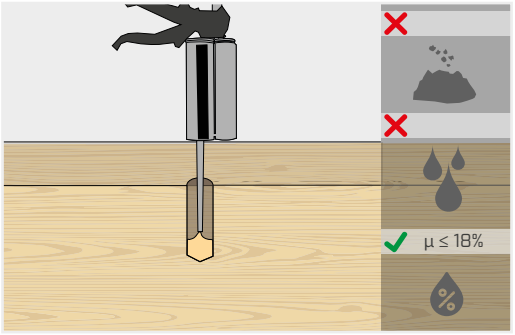
SKLADIŠČENJE LEPIL

Epoksidna lepila se morajo hraniti pri zmerni temperaturi (okoli +16 °C / +20 °C) tako pozimi kot poleti, vse do trenutka njihove uporabe. Ne shranjujte embalaže na hladnem, saj se lahko zaradi tega poveča viskoznost lepil, zaradi česar lahko postane problematično prelivanje iz veder ali iztiskanje iz kartuš. Ne puščajte embalaže na neposredni sončni svetlobi, saj bi se lahko zaradi pregretja izdelka čas polimerizacije bistveno skrajšal.



NANOS LEPIL

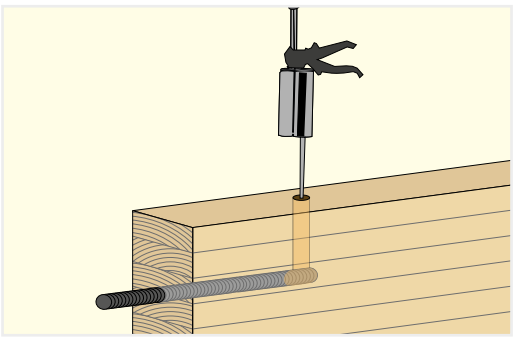
Priporočena temperatura v okolici nanašanja je > +10 °C. Če je temperatura prenizka, je treba embalažo segreti vsaj eno uro pred uporabo lepil ali pa pred samim nanosom z vlivanjem segreti mesto nanosa in kovinske vložke. Če pa so temperature previsoke, je potrebno lepilo vlivati v hladnem okolju, zato se izogibajte najbolj vročim uram dneva.



OBDELAVA LUKENJ IN REZKANIH PREDELOV

Pred vlivanjem ali vbrizganjem lepila je potrebno luknje in vdolbine na lesu zaščititi pred deževnico ali preveliko stopnjo vlage v zraku in očistiti s curkom stisnjenega zraka. Če so deli, kjer se bo nanašalo lepilo, mokri ali zelo vlažni, jih morate obvezno posušiti. Lepila XEPOX so primerna za uporabo na ustrezno posušenem lesu s približno stopnjo vlažnosti manj kot 18%.

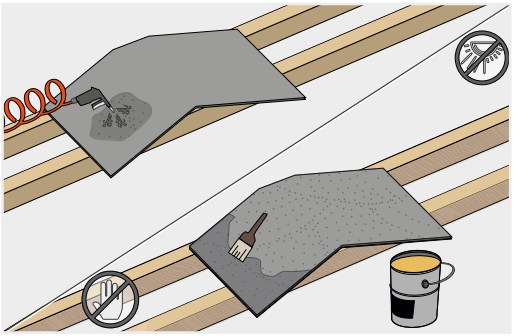
SPOJI Z LEPLJENIMI PALICAMI



NANOS SMOLE

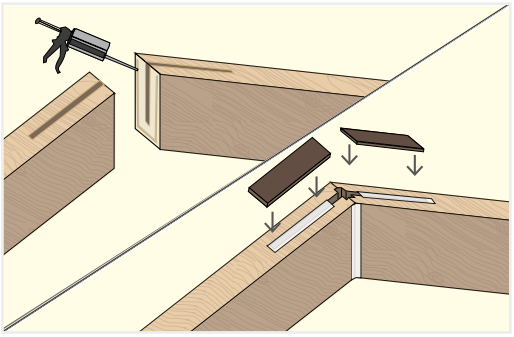
Spoje s palicami je zaradi majhnih količin smole mogoče izvesti z ekstruzijo z dvoosnimi vložki. Če želite prilagoditi količino lepila, ki ga boste vbrizgali, odrežite vrh dulca. Za lepljenje dolgih palic je priporočljivo izdelati izvrtine za polnjenje pravokotno na palico.

MOMENTNI SPOJI S PLOŠČAMI



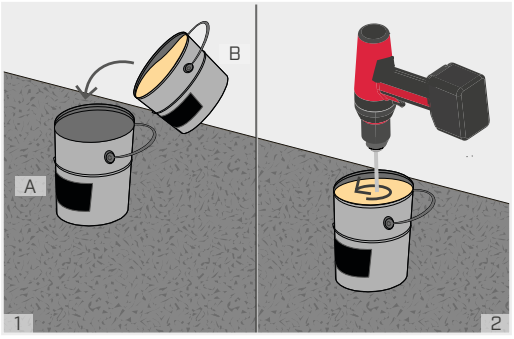
PRIPRAVA KOVINSKE PODLAGE

Kovinski vložki za armiranje spojev morajo biti očiščeni in razmaščeni. Gladko pločevino je potrebno peskati na stopnjo SA2,5/SA3, nato pa zaščiti z nanosom XEPOX P, tako da se prepreči rjavenje. Predvsem v vročih mesecih je potrebno zaščititi kovinske površine pred neposrednimi sončnimi žarki.



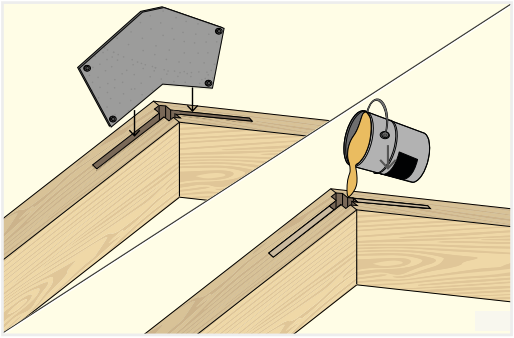
PRIPRAVA LESENE PODLAGE

V bližini navpičnih robov uporabite neprekinjene trakove papirnega lepilnega traku, ki jih namestite na razdalji približno 2 ÷ 3 mm od roba. Nato namestite neprekinjeno vrvico iz ocetnega silikona in jo pritisnite, tako da se bo oprijela tudi povvršin, ki so zaščitene s trakom.Zunanje rezkane predele nagnjenih elementov je treba zatesniti z lesenimi letvicami ali letvami, pri čemer je treba pustiti odkrito samo najvišjo točko na koncih rezkanih predelov, v katero boste vlivali lepilo.



PRIPRAVA IZDELKA

Pri uporabi izdelka v vedrih je treba naliti trdilec (komponenta B) v vedro, ki vsebuje epoksidno smolo (komponenta A). Temeljito premešajte obe komponenti različnih barv. Priporočamo primeren mešalnik z dvojno spiralo, vgrajeno na električno orodje (uporabite lahko tudi kovinski mešalec), dokler ne nastane enakomerno obarvana zmes. Nato nalijte nastalo zmes.
Za porazdelitev v daljše razpoke nalijte zmes neposredno iz lonca, v katerem ste jo pripravili, če gre za postopek z vlivanjem, ali nanesite nekaj izdelka in ga razmažite z lopatico.



NANOS SMOLE

Priporočljivo je predvideti "uporabno" blazinico lepila, ki bo izdelana z ustreznim rezkanjem v soležnem delu konstrukcijskih elementov, kar bo zagotovilo dodatno učinkovitost na stikih. Priporočljiva debelina vmesnih prostorov med kovinskimi vložki in lesom je 2÷3 mm na vsaki strani. Da bi zagotovili pravilen položaj vložkov v zarezah, je priporočljivo v fazi polimerizacije zaščite s XEPOX P namestiti distančne podložke na vložke.

EPOKSIDNA LEPILA XEPOX

ŽE DOLGA LETA PRISOTNA LINIJA IZDELKOV ZA SPOJE MED LESENIMI ELEMENTI, KI ZAGOTAVLJAJO IZJEMNO TRDNOST IN TOGOST

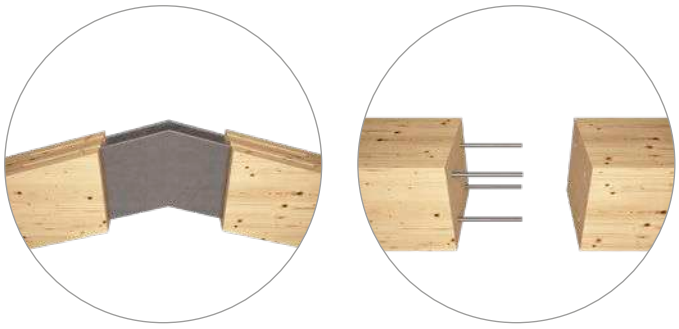
Epoksi lepila XEPOX so dvokomponentne smole, ki so posebej zasnovane tako, da prodirajo v mikrostrukturo lesa in se zelo učinkovito sprimejo z njo ter zmanjšujejo značilno kristalizacijo smol.

V zmesi komponent A in B se sproži eksotermična reakcija (razvoj toplote) in ko se zmes utrdi, tvori tridimenzionalno strukturo z izjemnimi lastnostmi, kot so: obstojnost skozi čas, interakcija z odsotno vlago, odlična toplotna stabilnost, velika togost in odpornost.
Vsak kemični ali mineralni element formulacije ima točno določeno vlogo, vsi skupaj pa prispevajo k doseganju zahtevanih lastnosti lepila.

PODROČJA UPORABE

Zaradi različnih stopenj viskoznosti so izdelki XEPOX vsestransko uporabni za različne vrste spojev, tako za nove konstrukcije kot tudi za konstrukcijske prenove. Uporaba v kombinaciji z jeklom, zlasti s peskanimi ali luknjanimi ploščami ter palicami, zagotavlja visoko odpornost pri majhnih debelinah.

1. NEPREKINJEN MOMENTNI SPOJ



2. SPOJI Z DVEMA ALI TREMI VIJAKI

3. LESNI SPOJ

4. OBNOVA PROPADLIH DELOV

ESTETSKE IZBOLJŠAVE

Pakiranje v kartuši omogoča uporabo izdelka tudi za estetske popravke in za lepljenje z manjšimi količinami izdelka.

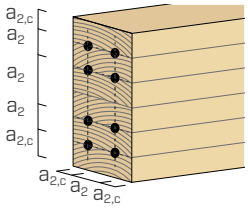
SPOJI Z LEPLJENIMI PALICAMI

Navedeni podatki so vsebovani v standardu DIN 1052:2008 in v italijanskem predpisu CNR DT 207:2018.

MINIMALNE RAZDALJE ZA PALICE

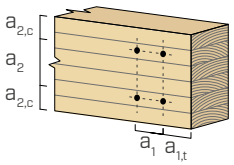
IZVLEK
Prilepljene palice // vlakna

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



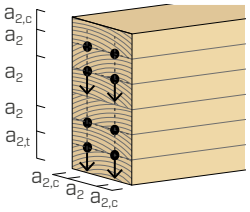
IZVLEK
Palice, prilepljene ⊥ na vlakna

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



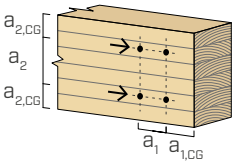
REZ
Prilepljene palice // vlakna

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



REZ
Palice, prilepljene ⊥ na vlakna

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



Najmanjša dolžina vgradnje je:

$$l_{min} = max \begin{Bmatrix} 0{,}5\ d^2 \\ 10\ d \end{Bmatrix}$$

NAČIN IZRAČUNA

NATEZNA TRDNOST

Natezna trdnost palice s premerom d je:

$$R_{ax,d} = min \begin{cases} f_{yd} \cdot A_{res} & \text{zlom jekla} \\ \pi \cdot d \cdot l \cdot f_{v,d} & \text{zlom lesa zaradi strižne obremenitve} \\ f_{t,0,d} \cdot A_{eff} & \text{zlom lesa zaradi natezne obremenitve} \end{cases}$$

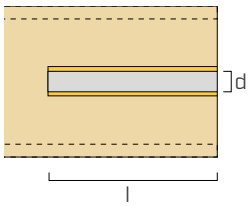
Za učinkovito območje šteje kvadrat lesa z največjo dolžino stranice 6d; če so razdalje med elementi ali od roba krajše, se to območje se zmanjša.

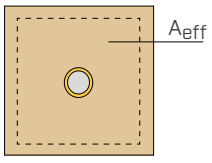
f_{yd} = projektna trdnost jekla

$f_{t,0,d}$ = natezna projektna trdnost lesa

Strižna trdnost zlepljenega spoja $f_{v,k}$ je odvisna od dolžine vgradnje

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





pri kotu α naklona glede na vlakna je:

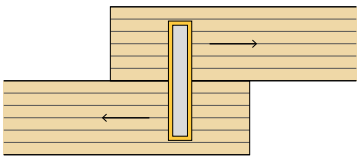
$$f_{v,\alpha,k} = f_{v,k} \cdot (1{,}5 \cdot sin^2\alpha + cos^2\alpha)$$

STRIŽNA TRDNOST

Strižno trdnost palice je mogoče izračunati z znanimi Johansenovimi formulami za vijake ob upoštevanjem naslednjih ukrepov.

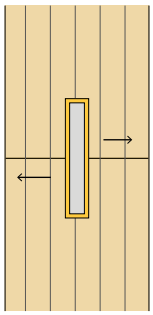
Pri palicah, ki so lepljene pravokotno na vlakno, je mogoče odpornost na tlačni stres povečati do 25%.

$f_{h,k\perp} = f_{h,k} + 25\%$



Odpornost na tlačni stres za palice, prilepljene vzporedno z vlakni, je 10% vrednosti za palice, lepljene pravokotno na vlakna.

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



Votli učinek se ovrednoti kot trdnost lepljenega spoja na izvlek (lom b). Da dobimo trdnost palice, prilepljene pod kotom α, je dovoljeno linearno interpolirati vrednosti odpornosti za kot α na 0° in 90°.

PRESKUŠANJE

Prikazan je izračun izvleka palice, prilepljene z lepilom XEPOX, in primerjava rezultata s preskusi, opravljenimi na Univerzi v Bielu, pri čemer se meri količnik rezerve trdnosti med preskusom in izračunom. To kaže na obstoječo varnostno mejo: vendar je treba upoštevati, da vrednost, ki izhaja iz preskusa, ni značilna vrednost in ni predvidena kot uporabna projektna vrednost.

GEOMETRIJSKI PODATKI

Stran vzorca	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	

Zlom jekla	162,9	kN
Zlom lesa zaradi strižne obremenitve	29,0	kN
Zlom lesa zaradi natezne obremenitve	146,2	kN
$R_{ax,d}$ = projektna osna odpornost	29,0	kN
$R_{ax,d}$ = povprečna preizkusna osna odpornost	96,3	kN
f = količnik rezerve trdnosti	3,3	

OPOMBE:

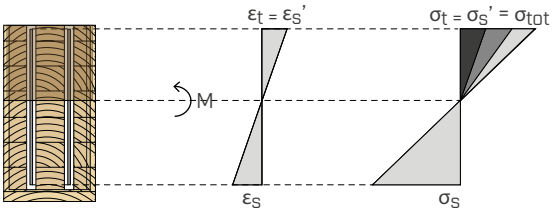
Natezna trdnost je izračunana na podlagi povprečne gostote vzorcev, uporabljenih za preskuse.

Izračuni so opravljeni z upoštevanjem vrednosti k_{mod} e γ_M v skladu s standardom EN 1995 1-1, in γ_{M0} v skladu s standardom EN 1993 1-1.

MOMENTNI SPOJI S PLOŠČAMI

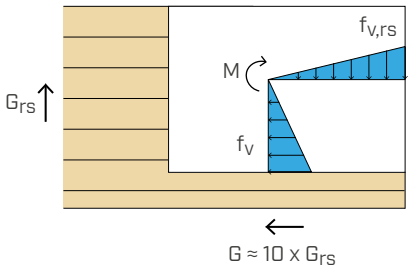
NAČIN IZRAČUNA | SOLEŽNI DEL

Napetosti zaradi navora in osnega delovanja se določajo s homogenizacijo materialov odseka ob predpostavki ohranitve ravnih odsekov. Strižni stres absorbirajo samo plošče. Prav tako je treba preveriti napetosti, ki delujejo na odseku lesa brez upoštevanja rezkanih predelov.



NAČIN IZRAČUNA | PORAZDELITEV NAVORA NA STIČNI POVRŠINI JEKLO-LEPILO-LES

Navor se porazdeli po številu stičnih površin in nato razdeli na sile, pri čemer je treba upoštevati tako polarni odpornostni moment okoli težišča kot tudi različne togosti lesa. Največje tangente napetosti dobimo v pravokotni in vzporedni smeri vlaken, preveriti pa jih je treba tudi v njihovem medsebojnem delovanju.



Polarni vztrajnostni moment polovice vložka glede na težišče, prilagojen glede na strižne module lesa:

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

Izračun tangentnih napetosti in kombinirano preverjanje:

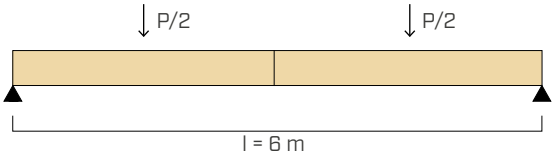
$$\tau_{max,hor} = \frac{(M_d + M_{T,Ed})}{2 \cdot n_i \cdot J_P^*} \cdot \frac{h}{2} \cdot G + \frac{N_d}{2\ n_i\ A_i}$$

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

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

PRESKUŠANJE

Prikazan je izračun za dva momentna spoja, izvedena z uporabo lepila XEPOX, in primerjava rezultata s preskusi 4-točkovnega upogiba, opravljenimi na inštitutu Politecnico di Milano. Določi se **količnik rezerve trdnosti** med preskusom in izračunom, ki kaže na dobro stopnjo varnosti pri izračunu spojev. Vrednost, ki izhaja iz preskusa, **ni značilna vrednost in ni predvidena kot uporabna projektna vrednost.**



LEGENDA:

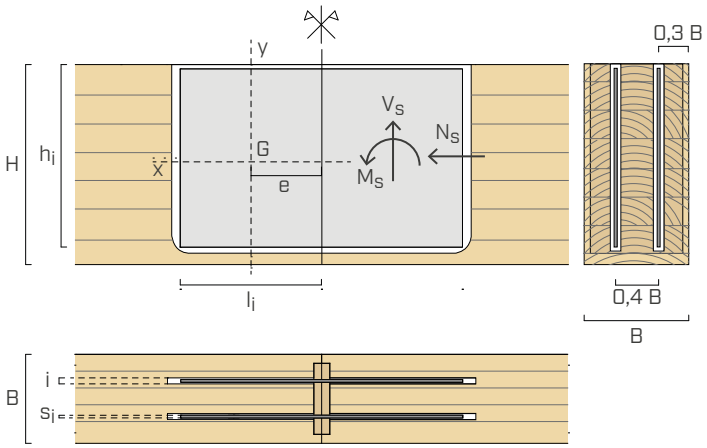
B	podnožje tramu
H	višina tramu
α_1	kot nagiba tramov
n_i	število vložkov
S_i	debelina kovinskih vložkov
h_i	višina kovinskih vložkov
l_i	vgradna dolžina kovinskih vložkov
A_i	površina polovice vložka
e	ekscentričnost med težiščem plošče in soležnim spojem
B_n	širina tramu brez upoštevanja rezkanih predelov

σ_t	največja tlačna napetost v lesu
σ_s'	največja tlačna napetost v jeklu
σ_s	največja natezna napetost v jeklu
σ_{tm}	največja upogibna napetost v lesu
$\tau_{max,hor}$	največja horizontalna tangentna napetost
$\tau_{max,vert}$	največja vertikalna tangentna napetost
$f_{v,d}$	strižna trdnost vzporedno na vlakna
$f_{v,rs,d}$	strižna trdnost pravokotno na vlakna
$k_{c,90}$	parameter po EC 1995 1-1

PRIMER 1 | NEPREKINJEN SPOJ

GEOMETRIJA VOZLIŠČA: TRAM IN PLOŠČE

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			



MATERIALI IN PROJEKTNI PODATKI

Razred jekla	**S275**
γ_{M0}	1
Razred lesa	**GL24h**
k_{mod}	1,1
$\gamma_{M\ timber}$	1,3

Peskani kovinski vložki stopnje SA2,5/SA3 (ISO8501).

UPORABA LEPIL XEPOX

Zaščita vložkov pred oksidacijo z **XEPOX P**. Uporaba lepila **XEPOX F** ali **XEPOX L**.

PREVERJANJA

M_d	uporabljen projektni moment	**54,3 kNm**

PREVERJANJE SOLEŽNEGA SPOJA[1], [2]		% preverjanja
σ_t	10,6 MPa	53 %
$\sigma_{s'}$	185,8 MPa	68 %
σ_s	274,9 MPa	100 %

PREVERJANJE LESENEGA ODSEKA BREZ REZKANIH PREDELOV		% preverjanja
σ_{tm}	14,1 MPa	70 %

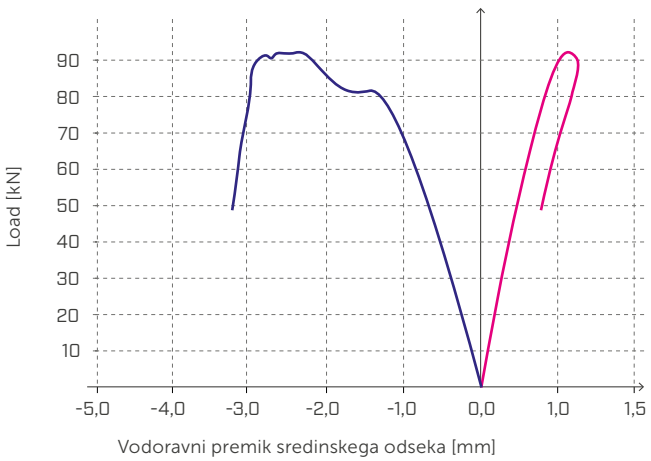
PREVERJANJE NAJVEČJE TANGENTNE NAPETOSTI NA STIČNIH PLOSKVAH[3], [4]		% preverjanja
J_p*	$8{,}56*10^{11}$ Nmm^2	
$\tau_{max,hor}$[3]	1,7 MPa	57 %
$\tau_{max,vert}$[3]	0,2 MPa	20 %
kombinirano preverjanje		60 %

$M_d = M_{Rd}$	uporabljen moment = projektni odpornostni moment	**54,3 kNm**
$M_{PREIZKUS}$	odpornostni moment v preizkusu	**94,1 kNm**
f	količnik rezerve trdnosti	**1,7**

GRAF SILA - PREMIK

Vodoravni premik napetih in stisnjenih vlaken v sredinskem odseku.

Na grafu je prikazan največji premik napetih vlaken, ki potrjuje predpostavko o izračunu, v skladu s katero kateri les reagira na stiskanje skupaj s kovinskimi vložki, pri čemer se nevtralna os premakne navzgor.

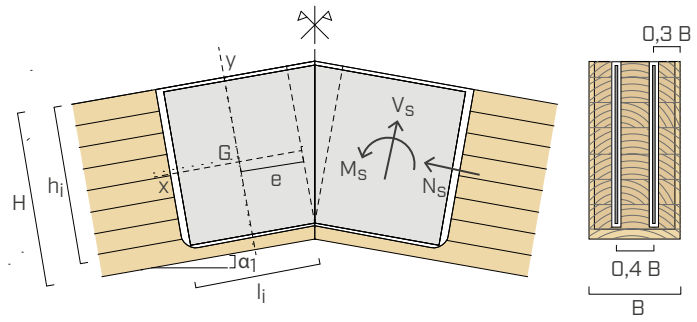


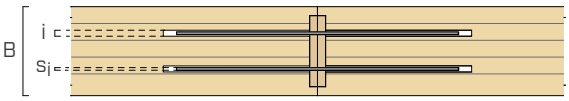
ZGORNJI ROB
SPODNJI ROB

PRIMER 2: KOLENSKI SPOJ

GEOMETRIJA VOZLIŠČA: TRAM IN PLOŠČE

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			





MATERIALI IN PROJEKTNI PODATKI

Razred jekla	**S275**
γ_{M0}	1
Razred lesa	**GL32c**
k_{mod}	1,1
$\gamma_{M\ timber}$	1,3

Peskani kovinski vložki stopnje SA2,5/SA3 (ISO8501).

UPORABA LEPIL XEPOX

Zaščita vložkov pred oksidacijo z **XEPOX P**. Uporaba lepila **XEPOX F** ali **XEPOX L**.

PREVERJANJA

M_d	uporabljen projektni moment	**63,5 kNm**

PREVERJANJE SOLEŽNEGA SPOJA[1], [2]		
		% preverjanja
$k_{c,90}$(A)	1,75	
σ_c	12,7 MPa	100 %
$\sigma_{s'}$	180,7 MPa	66 %
σ_s	262,0 MPa	95 %

PREVERJANJE LESENEGA ODSEKA BREZ REZKANIH PREDELOV		
		% preverjanja
σ_t	16,7 MPa	62 %

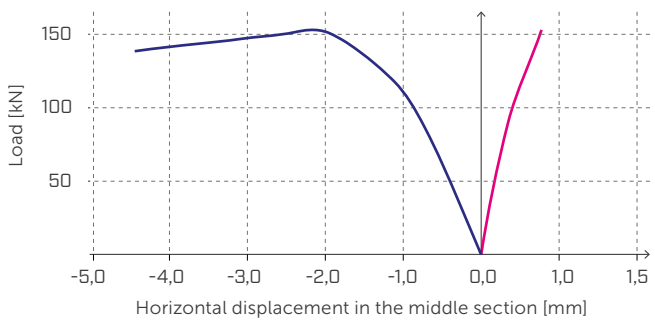
PREVERJANJE NAJVEČJE TANGENTNE NAPETOSTI NA STIČNIH PLOSKVAH[3], [4]		
		% preverjanja
J_P*	1,52*10^{12} Nmm^2	
$\tau_{max,hor}$(3)	1,1 MPa	38 %
$\tau_{max,vert}$(3)	0,2 MPa	21 %
kombinirano preverjanje		43 %

$M_d = M_{Rd}$	uporabljen moment = projektni odpornostni moment	**63,5 kNm**
$M_{PREIZKUS}$	odpornostni moment v preizkusu	**131,8 kNm**
f	količnik rezerve trdnosti	**2,1**

GRAF SILA - PREMIK

Vodoravni premik napetih in stisnjenih vlaken v sredinskem odseku.

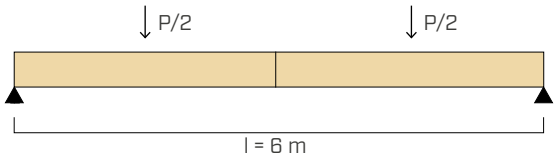
Na grafu je prikazan največji premik napetih vlaken, ki potrjuje predpostavko o izračunu, v skladu s katero kateri les reagira na stiskanje skupaj s kovinskimi vložki, pri čemer se nevtralna os premakne navzgor.



ZGORNJI ROB
SPODNJI ROB

TOGOST SPOJEV

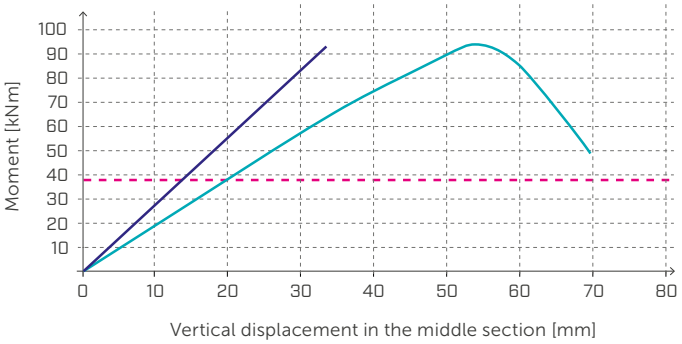
Momentni spoji, izdelani z lepilom XEPOX, zagotavljajo odlično togost spojenih elementov. To potrjujejo vrednosti puščic, pridobljene iz analitičnih izračunov za nespojen tram z enako širino, presekom in obremenitvijo, v primerjavi z eksperimentalnimi podatki iz izračuna 1.



Za opredelitev referenčne vrednosti puščice iz razpoložljivih poskusnih podatkov je treba določiti delovno obremenitev. Za izračun tega podatka je mogoče upoštevati odpornostni moment 54,5 kNm, izračunan za tram iz izračuna 1, ki v idealnem primeru ustreza največji sprejemljivi obremenitvi v stanju skrajne meje. Izhajajoč iz tega podatka in z dodelitvijo dejanske porazdelitve obremenitev na tramu je mogoče določiti največji obremenitveni moment vgrajenega tramu z uporabo količnikov ojačanja obremenitev v skladu z referenčnim standardom.
Ob predpostavki, da načrtujemo izvedbo ravne nepohodne lesene kritine, je mogoče izračunati naslednje obremenitve.
$p = 1{,}5\ kN/m^2$; $q = 1{,}5\ kN/m^2$
Ob tej predpostavki je skupna obremenitev, v najslabših vgradnih pogojih, približno 70% obremenitve v stanju skrajne meje. Posledično je največji trenutni delovni moment vgrajenega elementa 54,3 x 0,7 = 38 kNm, kar povzroči trenutni premik približno 13 mm za nespojen tram, medtem ko je premik, merjen eksperimentalno, 19 mm. Povečanje premika vgrajenega elementa v navpični smeri je torej: l/1050.

GRAF MOMENT - PREMIK

TRAM S SPOJEM XEPOX
KONTINUIRAN TRAM
NAJVEČJI DELOVNI MOMENT



OPOMBE:

(A) $k_{c,90}$ je faktor, ki modulira tlačno trdnost lesa glede na kot trdnosti vlaken v Hankinsonovi formuli (ES 1995-1-1, točka 6.1.5). Vendar formula ne upošteva stabilizacije lesnih vlaken, ki jo zagotavlja smola, s katero so zapolnjeni prazni prostori v lesu; načrtovalec lahko po potrebi poveča ta faktor.

(1) Izračun preseka je bil opravljen z upoštevanjem elastično-linearnih vezi za vse materiale. Treba je opozoriti, da je pri osnih in strižnih obremenitvah treba preveriti kombinacijo teh sil.

(2) Pri tem izračunu šteje, da dodatna 'blazinica' smole zagotovi popoln stik s stično ploskvijo in da torej lahko les reagira na stiskanje. V primeru, da ni poskrbljeno za takšno dodatno 'blazinico' je priporočljivo preveriti sam kovinski vložek kot reagent, pri čemer je treba skupaj z geometrijskimi parametri vložka uporabiti formulo:

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

(3) Treba je opozoriti, da so se lepila XEPOX odlikujejo po nateznih in strižnih trdnosti, ki so bistveno večje od uporov, ki jih nudi material les, in ki se v času ne spreminjajo. Zaradi tega se preizkus torzijske trdnosti stičnih ploskev opravi samo na strani lesa, saj šteje, da je isti preizkus za lepilo uspešno opravljen.

(4) Strižno napetost "τ" mest stika les-lepilo-jeklo, ki se prenaša na les, izračunamo v svoji največji vrednosti v primeru vzporednega nagiba ali pravokotne lege glede na lesna vlakna. Te napetosti se primerjajo glede na strižno trdnost lesa in odpornost na t.i. "rolling shear". Pri tem izračunu je treba upoštevati tudi velikost prenosnega momenta $M_{T,Ed}$ ki izhaja iz strižne napetosti, če je prisoten.

Poudarjamo, da so izračuni so opravljeni z upoštevanjem vrednosti k_{mod} e γ_M v skladu s standardom EN 1995 1-1, in γ_{M0} v skladu s standardom EN 1993 1-1.