

DVOKOMPONENTNO EPOKSIDNO LJEPILO

POUZDANO

Njegova učinkovitost potvrđuje se upotrebom već 35 godina u gradnji drvenih konstrukcija. Dostupan je u ulošcima od 400 ml za praktičnu i brzu upotrebu te količinama od 3 l i 5 l za veće volumene.

UČINKOVITO

Dvokomponentno epoksidno ljepilo visokih svojstava. Omogućava izvođenje spojeva nepromjenjivom čvrstoćom za mehaničke sustave spajanja.

SVAKODNEVNA UPOTREBA

Prikladno je i za svakodnevnu upotrebu kao što su popravci, punjenje rupa ili obnavljanje dotrajalih drvenih dijelova.



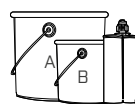
VIDEO



CALCULATION
TOOL

CE
EN 1504-4

OBLICI



u bačvicama od 3 l i 5 l ili u ulošcima od 400 ml

PRIMJENA

može se nanositi prskanjem, kistom, pištoljem, filtriranjem ili lopaticom ovisno o viskoznosti

VIDEOZAPIS

Skenirajte kôd QR i pogledajte videozapis na našem kanalu usluge YouTube



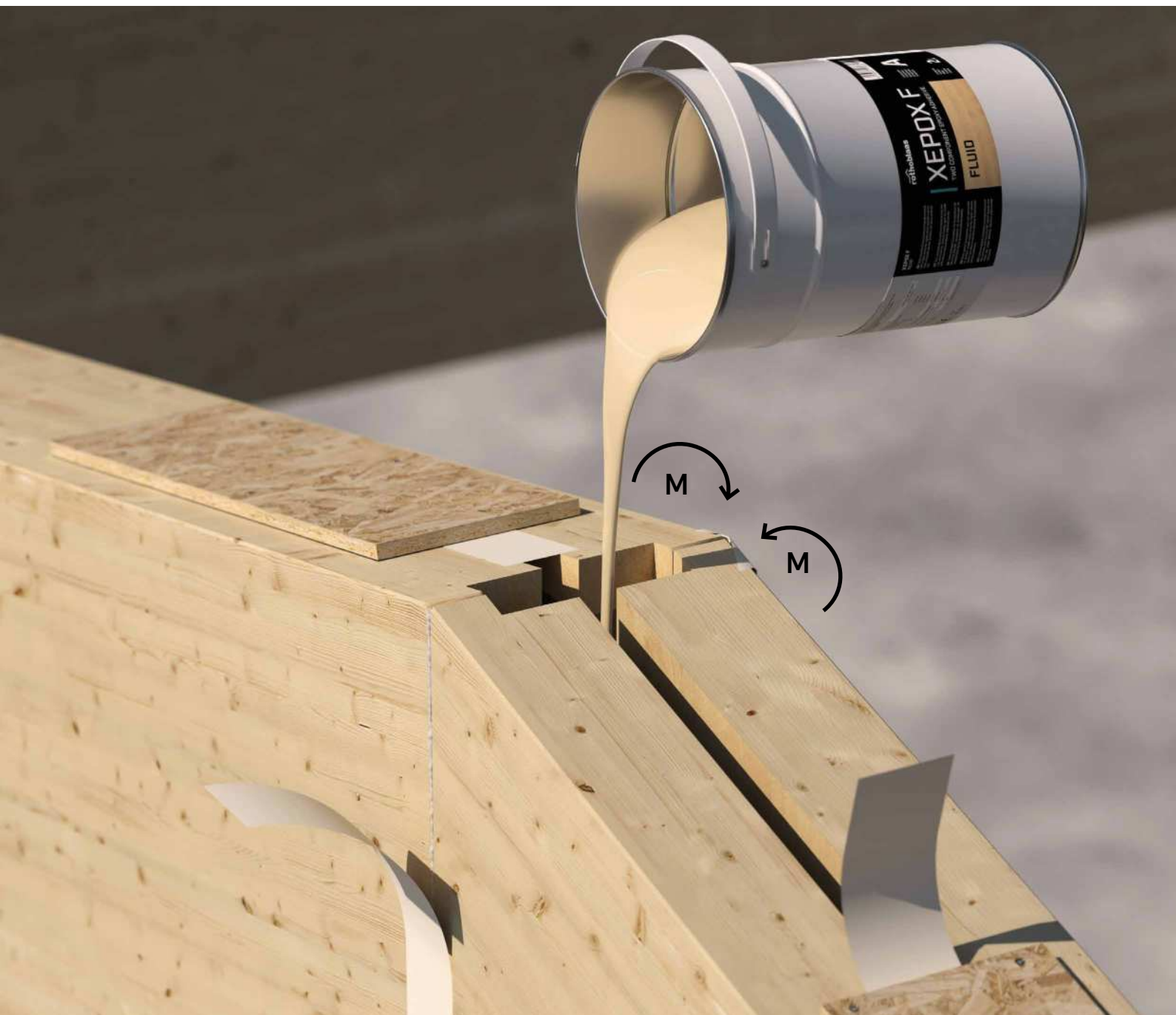
PODRUČJA PRIMJENE

Lijepljeni spojevi za panel-ploče, grede, stupove, spone i podupirače.

Primjena sa zalijepljenim šipkama.

Primjena upotrebom lijepljenih ploča za izvođenje čvrstih spojeva otpornih na smik, zakretni moment i aksijalno djelovanje.

Popravljanje ili učvršćivanje dotrajalih drvenih elemenata.



STRUKTURALNO

Izvršno je za izvođenje višesmjernih čvrstih spojeva s lijepljenim pločama ili šipkama.

STATIČNO UČVRŠĆIVANJE

Može se primjenjivati za rekonstrukciju drvenog materijala u kombinaciji s metalnim šipkama i drugim materijalima.

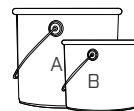
KODOVI I DIMENZIJE

XEPOX P - temeljni premaz

Dvokomponentno epoksidno ljepilo veoma niske viskoznosti i povećanog svojstva vlaženja za konstrukcijska ojačanja od ugljičnih vlakana ili stakla. Korisno za zaštitu ispijeskarenih limova SA2,5/SA3 (ISO 8501) i za konstrukciju umetaka FRP (Fiber Reinforced Polymers). Nanosi se valjkom, prskanjem i kistom.

KOD	opis	sadržaj [ml]	pakiranja	kom.
XEPOXP3000	P – temeljni premaz	A + B = 3000	posude	1

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

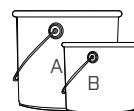


XEPOX L - tekuće ljepilo

Dvokomponentno epoksidno ljepilo za strukturnu primjenu, vrlo tekuće, primjenjivo za lijepljenje u okomitim, vrlo dubokim rupama i za spojeve s nevidljivim umetcima u vrlo širokim glodanim područjima ili s vrlo malim međuprostorima (1 mm ili više), uvijek uz prethodno vrlo pažljivo punjenje fuga. Može se lijepiti i ubrizgavati.

KOD	opis	sadržaj [ml]	pakiranja	kom.
XEPOXL3000	L – tekuće	A + B = 3000	posude	1
XEPOXL5000	L – tekuće	A + B = 5000	posude	1

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



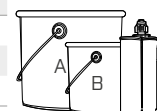
XEPOX F - fluidno ljepilo

Dvokomponentno epoksidno fluidno ljepilo za strukturne primjene, primjenjivo za ubrizgavanje u rupe i usjeke uz prethodno punjenje fuga. Savršeno je za učvršćivanje savijenih spojnih elemenata u drvo (sustav Turrini-Piazza) na podovima od drva-cementa i na novim gredama i na starim gredama. Prostor između metala i drva približno je 2 mm ili više. Može se lijepiti i ubrizgavati (primjenom uložka).

KOD	opis	sadržaj [ml]	pakiranja	kom.
XEPOXF400⁽¹⁾	F – fluidno	400	uložak	1
XEPOXF3000	F – fluidno	A + B = 3000	posude	1
XEPOXF5000	F – fluidno	A + B = 5000	posude	1

⁽¹⁾ jedna (1) mlaznica miješalice STINGXP uključena je za svaki uložak XEPOXF400

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



XEPOX D - gusto ljepilo

Dvokomponentno tiksotropno epoksidno ljepilo (gusto) za strukturne primjene, primjenjivo za ubrizgavanje ponajviše u vodoravne ili okomite rupe u gredama od lameliranog drva, masivnog drva, u zidovima i armiranom betonu. Može se ubrizgavati (primjenom uložka).

KOD	opis	sadržaj [ml]	pakiranja	kom.
XEPOXD400⁽¹⁾	D – gusto	400	uložak	1

⁽¹⁾ jedna (1) mlaznica miješalice STINGXP uključena je za svaki uložak XEPOXD400

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

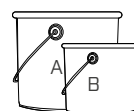


XEPOX G - gelasto ljepilo

Dvokomponentno epoksidno ljepilo za strukturne primjene, primjenjivo pomoću lopatice također i na okomitim površinama i u oblikovanju velikih ili nepravilnih debljina. Prikladno za velike drvene površine složene uvis i lijepljenje strukturnih pojačanja s staklenim ili ugljičnim vlaknima te za čvrste ručke (presvlake) od drva ili metala. Nanosi se lopaticom.

KOD	opis	sadržaj [ml]	pakiranja	kom.
XEPOXG3000	G – gelasto	A + B = 3000	posude	1

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



DODATNI PROIZVODI - DODATNA OPREMA

KOD	opis	kom.
MAMDB	posebni pištolj za dvokomponentno ljepilo	1
STINGXP	zamjenska mlaznica za dvokomponentno ljepilo	1

PODRUČJA PRIMJENE

Smjesom komponenata A i B izaziva se egzotermička reakcija (stvaranje topline), koja nakon što očvrсне, predstavlja trodimenzionalnu strukturu izuzetnih svojstava poput: trajnosti tijekom vremena, interakcije s odsutnom vlagom, izvrsne toplinske stabilnosti, velike krutosti i otpornosti.

Različitim se viskoznostima proizvoda XEPOX jamči višenamjenska uporaba za različite tipove spojeva kako za nove konstrukcije, tako i za građevinske obnove. Uporabom u kombinaciji sa čelikom, posebno limom koji je ispijeskaren ili probušen i šipkama, omogućava se postizanje visokog otpora u ograničenim debljinama.

1. TRENUTAČNI NEPREKINUTI SPOJ



2. DVOSMJERNI ILI TROSMJERNI SPOJEVI



3. POLUDRVENI SPOJEVI



4. OŽIVLJAVANJE DIJELOVA U LOŠEM STANJU



ESTETSKA POBOLJŠANJA

Formatom uložka omogućava se i njegovu uporaba za estetske aranžmane i lijepljenje u malim količinama.



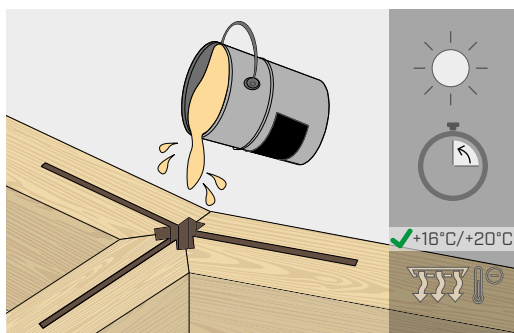


ČUVANJE LJEPILA

Epoksidna ljepila treba čuvati sve do trenutka upotrebe pri umjerenoj temperaturi bilo da je riječ o zimi ili ljetu (savršena je temperatura oko +16 °C / +20 °C).

Ekstremnim temperaturama olakšava se razdvajanje pojedinačnih kemijskih komponenti povećavajući rizik od nepravilnog miješanja. Ako ostavite ambalaže izložene sunčevu zračenju, znatno se smanjuje vrijeme polimerizacije proizvoda.

Temperaturama skladištenja nižim od 10 °C povećava se viskoznost ljepila i znatno se otežava ekstruzija ili perkolacija.



NANOŠENJE LJEPILA

Temperaturom okoline znatno se utječe na vremena stvrdnjavanja. Savjetuje se obavljati konstrukcijska lijepljenja pri temperaturi okoline $T > +10$ °C. Idealno je oko 20 °C. Ako je temperatura previše niska, treba zagrijati ambalaže barem sat vremena prije upotrebe i planirati dulje vrijeme prije primjene opterećenja. Ako je riječ o previsokim temperaturama (> 35 °C), lijepljenje se obavlja na svježim područjima i izbjegavaju se najtopliji sati u danu uzimajući u obzir bitno smanjenje vremena stvrdnjavanja. Ako se ne pridržavate gore navedenih uputa, postoji rizik od izostanka statičkog radnog učinka spoja.



OBRADA RUPA I GLODANIH POVRŠINA

Prije nego što se nanese ljepilo, rupe i udubljenja u drvu treba zaštititi od oborinske vode ili povećane atmosferske vlage te očistiti stlačenim zrakom.

Ako su dijelovi koje valja premazati smolom mokri ili vrlo vlažni, obvezno ih valja osušiti.

Uporaba ljepila XEPOX namijenjena je za drvo, s udjelom vlage od drva približno 18%.

TEHNIČKE KARAKTERISTIKE

Svojstvo	Norme		XEPOX P	XEPOX L	XEPOX F	XEPOX D	XEPOX G
Specifična masa	ASTM D 792-66	[kg/dm ³]	≈ 1,10	≈ 1,40	≈ 1,45	≈ 2,00	≈ 1,90
Stehiometrijski omjer u volumenu (A:B) ⁽¹⁾	-	-	100 : 50 ⁽²⁾	100 : 50	100 : 50	100 : 50	100 : 50
Viskoznost (25°C)	-	[mPa·s]	A = 1100 B = 250	A = 2300 B = 800	A = 14000 B = 11000	A = 300000 B = 300000	A = 450000 B = 13000
Pot life (23 °C ± 2°C) ⁽³⁾	ERL 13-70	[min]	50 ÷ 60	50 ÷ 60	50 ÷ 60	50 ÷ 60	60 ÷ 70
Temperatura primjene	-	[°C]	10 ÷ 35	10 ÷ 35	10 ÷ 35	10 ÷ 35	10 ÷ 35
Temperatura staklastog prijelaza	EN ISO 11357-2	[°C]	66	61	59	57	63
Normalna napetost prijanjanja (srednja vrijednost) σ_0	EN 12188	[N/mm ²]	21	27	25	19	23
Otpornost na kosi smik pri stlačivanju pod kutom od 50° $\sigma_{0,50^\circ}$	EN 12188	[N/mm ²]	94	69	93	55	102
Otpornost na kosi smik pri stlačivanju pod kutom od 60° $\sigma_{0,60^\circ}$	EN 12188	[N/mm ²]	106	88	101	80	109
Otpornost na kosi smik pri stlačivanju pod kutom od 70° $\sigma_{0,70^\circ}$	EN 12188	[N/mm ²]	121	103	115	95	116
Otpornost na vlak ⁽⁴⁾	EN 13412	[N/mm ²]	95	88	85	84	94
Srednji modul elastičnosti pod tlakom	EN 13412	[N/mm ²]	3438	3098	3937	3824	5764
Koeficijent toplinske ekspanzije ⁽⁵⁾	EN 1770	[m/m°C]	7,0 x 10 ⁻⁵	7,0 x 10 ⁻⁵	6,0 x 10 ⁻⁵	6,0 x 10 ⁻⁵	5,0 x 10 ⁻⁵
Jedinično lomno opterećenje prilikom smicanja ⁽⁶⁾	ASTM D638	[N/mm ²]	40	36	30	28	30
Srednji modul elastičnosti prilikom povlačenja ⁽⁶⁾	ASTM D638	[N/mm ²]	3300	4600	4600	6600	7900
Jedinično lomno opterećenje prilikom savijanja ⁽⁶⁾	ASTM D790	[N/mm ²]	86	64	38	46	46
Srednji modul elastičnosti prilikom savijanja ⁽⁶⁾	ASTM D790	[N/mm ²]	2400	3700	2600	5400	5400
Jedinično lomno opterećenje prilikom smicanja (šilo) ⁽⁶⁾	ASTM D732	[N/mm ²]	28	29	27	19	25

NAPOMENE

⁽¹⁾ Komponente su pakirane u prethodno određenim dozama koje su spremne za uporabu. Odnos u volumenu e ne u težini.

⁽²⁾ Prikladno je upotrebljavati ne više od jedne litre miješanog XEPOX P odjednom. Omjer je između komponenti A:B u težini otprilike 100:44,4

⁽³⁾ Pojmom vremena uporabljivosti (pot-life) podrazumijeva se vrijeme potrebno da se početna viskoznost mješavine udvostruči ili četverostruči. Riječ je o vremenu tijekom kojeg se smola može upotrebljavati nakon miješanja sa sredstvom za stvrdnjavanje. Razlikuje se od vremena primjene (working life) koje znači vrijeme na raspolaganju operateru za nanošenje smole i rukovanje njom (oko 25 – 30 min).

⁽⁴⁾ Prosječna vrijednost (za tri (3) obavljena ispitivanja) na kraju ciklusa dovoda/odvoda.

⁽⁵⁾ Koeficijent toplinskog širenja u rasponu od -20 °C do +40 °C prema normi UNI EN1770.

⁽⁶⁾ Prosječna vrijednosti obavljenih ispitivanja istraživačkih kampanja: „Inovativni spojevi za drvene konstrukcijske elemente“ – Politecnico di Milano.

• XEPOX je registrirani žig Europske unije br. 018146096.

SPOJEVI SA ZALIJEPLJENIM ŠIPKAMA

Navode se indikacije sadržane u normi DIN 1052:2008 i talijanskim normama CNR DT 207:2018.

NAČIN IZRAČUNAVANJA | OTPORNOST NA VLAK

Otpornost prilikom povlačenja šipke promjera d koji je:

$$R_{ax,d} = \min \begin{cases} f_{y,d} \cdot A_{res} & \text{pucanje čelične šipke} \\ \pi \cdot d \cdot l_{ad} \cdot f_{v,d} & \text{pucanje sučelja drvo-ljepilo} \\ f_{t,0,d} \cdot A_{eff} & \text{pucanje strane drva} \end{cases}$$



gdje:

$f_{y,d}$ je projektna otpornost na razvlačenje čelične šipke [N/mm²]

A_{res} je područje otpornosti čelične šipke [mm²]

d je nazivni promjer čelične šipke [mm]

l_{ad} je dužina lijepljenja čelične šipke [mm]

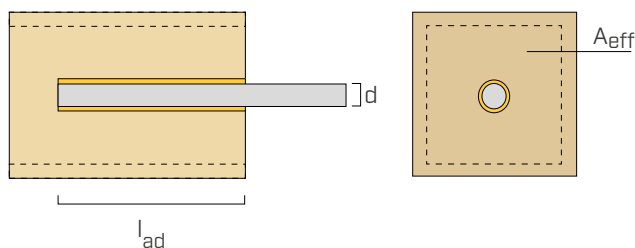
$f_{v,d}$ je projektna otpornost na smik lijepljenja [N/mm²]

$f_{t,0,d}$ je projektna otpornost na vuču paralelno s vlaknima drva [N/mm²]

A_{eff} je stvarno područje pucanja drva [mm²]



Stvarno područje A_{eff} ne smije biti veće od područja jednakog kvadratu drva strane $6 \cdot d$ i u svakom slučaju ne smije biti veće od stvarne geometrije.



Karakteristična otpornost na smik $f_{v,k}$ ovisi o dužini lijepljenja:

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

Za kut lijepljenja α u odnosu na smjer vlakana postoji:

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

NAČIN IZRAČUNAVANJA | OTPORNOSTI NA SMIK

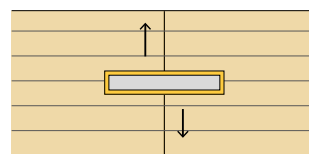
Otpornost šipke na smicanje može se izračunati poznati formulama Johansen za svornjake sljedećim postupcima.

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



Kada je riječ o šipkama koje su okomito zalijepljene na vlakno, otpornost na oblaganje može se povećati do najviše 25 %.

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



Za šipke zalijepljene **paralelno** za vlakna otpornost na gnječenje jednaka je 10 % vrijednosti okomito na vlakna.

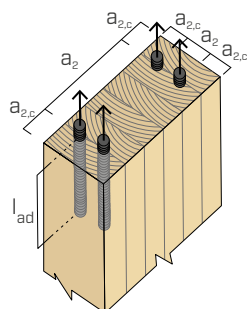
Učinak šupljine izračunava se kao otpornost sučelja drvo-ljepilo. Za postizanje otpornosti zalijepljene šipke pod kutom lijepljenja α u odnosu na vlakna dopuštena je linearna interpolacija između otpornih vrijednosti $\alpha = 0^\circ$ i $\alpha = 90^\circ$.

MONTAŽA

MINIMALNE UDALJENOSTI ZA ŠIPKE SA SMIČNIM NAPREZANJEM

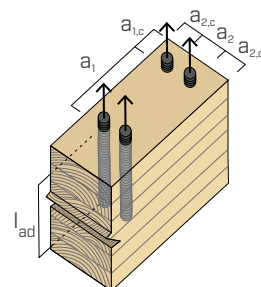
Šipke zalijepljene // za vlakna

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



Šipke zalijepljene $\perp$ za vlakna

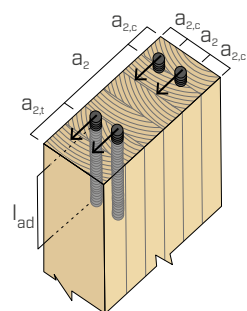
a_1	$4 \cdot d$
a_2	$4 \cdot d$
$a_{1,c}$	$2,5 \cdot d$
$a_{2,c}$	$2,5 \cdot d$



MINIMALNE UDALJENOSTI ZA ŠIPKE SA SMIČNIM NAPREZANJEM

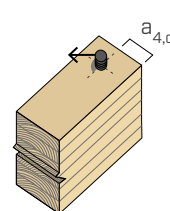
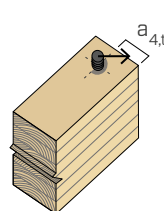
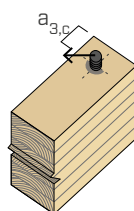
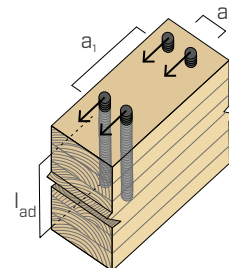
Šipke zalijepljene // za vlakna

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



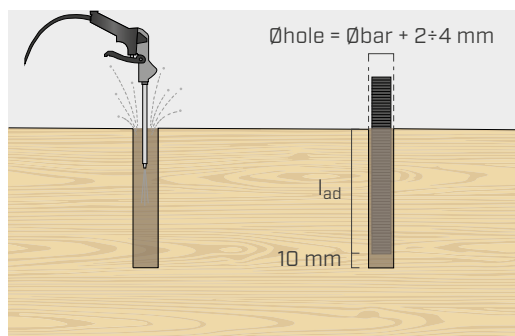
Šipke zalijepljene $\perp$ za vlakna

a_1	$5 \cdot d$
a_2	$3 \cdot d$
$a_{3,t}$	$7 \cdot d$
$a_{3,c}$	$3 \cdot d$
$a_{4,t}$	$3 \cdot d$
$a_{4,c}$	$3 \cdot d$



ZALIJEPLJENE ŠIPKE - UPUTE ZA POSTAVLJANJE

1. MOGUĆNOST (vrijedi samo za okomita lijepljenja)



BUŠENJE RUPE

Savjetuje se izbušiti slijepu rupu promjera jednakog promjeru šipke s navojima uvećanog za $2 \div 4$ mm. Svrdlo bušilice mora biti čisto i suho kako bi se uklonila moguća onečišćenja kojima bi se moglo utjecati na postupak polimerizacije. Jednako tako, šipka mora biti potpuno čista i ne smije sadržavati tragove ulja ili vode na površini. Rupu treba očistiti stlačenim zrakom kako bi se uklonili ostaci ili prašina.

Uzima se u obzir dužina rupe jednaka dužini lijepljenja dobivena na osnovi izračunā uvećana za 10 mm.

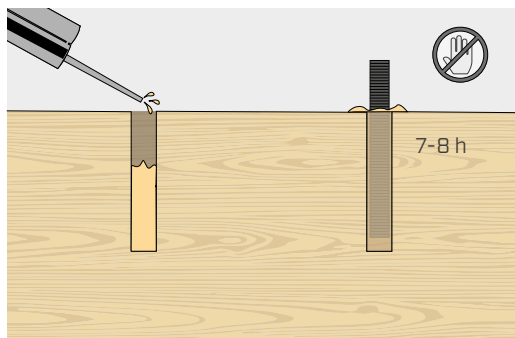


PRIPREMA LJEPILA

Nakon što obučete sav potrebni OZO, uklonite prsten za zatvaranje i zaštitni čep s uložka, ugradite mlaznicu STINGXP za miješanje i pričvrstite je vraćanjem prstena za zatvaranje.

Preporučuje se upotreba pravilno pohranjenih uložaka prema navedenom na prethodnim stranicama.

Umetnite uložak u pištolj MAMMOTH DOUBLE. Započnite s dovodenjem smole odlažući je u zasebnu posudu dok mješavina ne postane homogena i dok na njoj ne bude neželjenih linija. Miješanje dviju komponenata smatra se pravilnim samo kada je boja smole homogena.



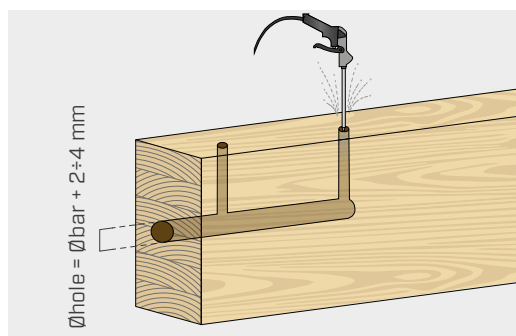
PUNJENJE RUPE I POSTAVLJANJE ŠIPKE

Napunite rupu potrebnom količinom ljepila. Savjetuje se malo premašiti količinu smole kako biste bili sigurni da nema zarobljenih mjehurića zraka. Manji nedostatak smole može se nadoknaditi nakon umetanja šipke. Polagano umećite šipku okretanjem u smjeru kazaljke na satu i stavite je do kraja u rupu. Od pomoći može biti označivanje flomasterom dubine umetanja na šipci. Idealna je situacija da ostane barem 1 cm između krajnjeg dijela šipke i dna rupe.

Pravocrtnost šipke može se namještati do 15 minuta nakon umetanja. Kako bi šipka ostala mirna, može se upotrijebiti element za zadržavanje. Tijekom sljedećih 7 ili 8 sati ne smijete dodirivati ni drvo ni šipku ili djelovati silom na njih.

Savjetuje se ostaviti manju količinu smole koja se prelijeva iz rupe kako bi se nadoknadilo moguće upijanje drvom. Višak ljepila možete očistiti krpom ili špatulom.

2. MOGUĆNOST – PREPORUČENA (vrijedi za okomito ili vodoravno lijepljenje s brtvljenjem)

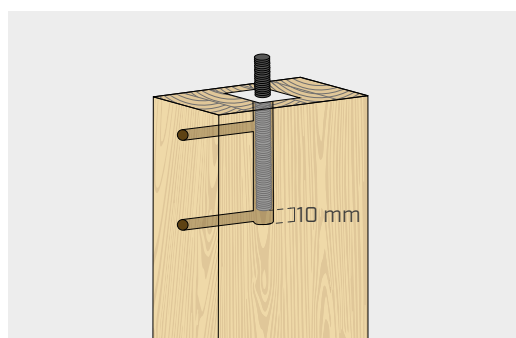


BUŠENJE RUPE

Savjetuje se izbušiti slijepu rupu promjera jednakog promjeru šipke s navojima uvećanog za $2 \div 4$ mm. Svrdlo bušilice mora biti čisto i suho kako bi se uklonila moguća onečišćenja kojima bi se moglo utjecati na postupak polimerizacije. Jednako tako, šipka mora biti potpuno čista i ne smije sadržavati tragove ulja ili vode na površini.

Izbušite dvije rupe okomite na svaku slijepu rupu: jednu za ubrizgavanje (kod baze glavne rupe), a drugu za odzračivanje (u blizini glavne rupe). Sve tri (3) rupe moraju biti potpuno čiste i ne smiju sadržavati ostatke ili prašinu. Savjetuje se upotreba pištolja sa stlačenim zrakom kako bi se provjerilo jesu li međusobno povezane.

Uzima se u obzir dužina glavne rupe jednaka dužini lijepljenja dobivena na osnovi izračunā uvećana za 10 mm.

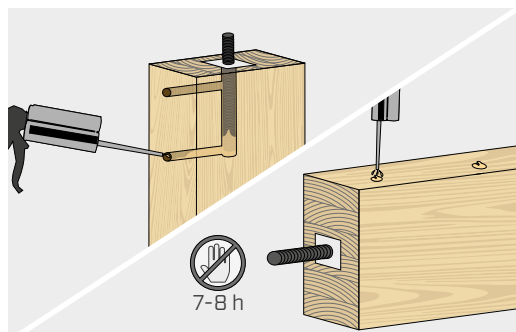


POSTAVLJANJE ŠIPKE

Umetnite šipku u rupu. Idealna je situacija da ostane barem 1 cm između krajnjeg dijela šipke i dna rupe. Od pomoći može biti označivanje flomasterom potrebne dužine umetanja na šipci.

Kako bi se šipka potpuno centrirala, možete upotrijebiti potporni element. Zabrtvite ulaz rupe oko šipke s navodima pazeći da ne umećete materijal za brtvljenje u samu rupu.

Pripazite na moguće pukotine u drvu kroz koje bi smola mogla izlaziti van prije nego što se stvrdne. Jednako tako, smola ne smije izlaziti van zbog manjkavosti sredstva za brtvljenje.



PUNJENJE RUPE

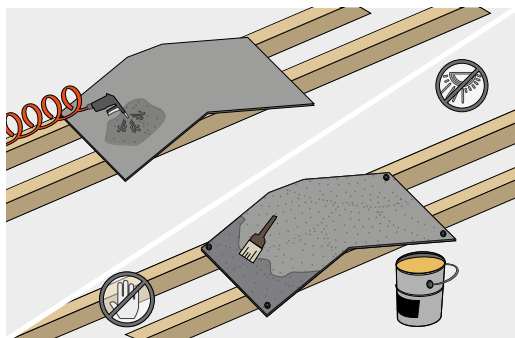
Služeći se rupom za ubrizgavanje u donjem dijelu ubrizgavajte smolu dok ne počne izlaziti iz rupe za odzračivanje. Punjenjem odozdo omogućava se punjenje rupe bez nastanka mjehurića zraka.

Ako se šipka održava u vodoravnom položaju, punjenje se obavlja ubrizgavanjem iz gornje rupe.

Dodajte ljepila ako primijetite smanjivanje razine ljepila (zbog zakašnjenog izlaženja zraka ili gubitaka). Začepite rupe za odzračivanje i ubrizgavanje drvenim tiplama te očistite višak smole.

Pravocrtnost šipke može se namještati do 15 minuta nakon ubrizgavanja smole.

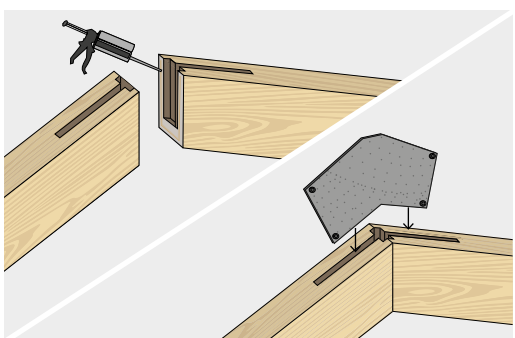
Tijekom sljedećih 7 ili 8 sati ne smijete dodirivati ni drvo ni šipku ili djelovati silom na njih.



PRIPREMANJE METALNE PODLOGE

Metalne umetke treba ponovno očistiti i odmastiti. Na cijeloj njihovoj površini ne smije biti tragova ulja ili vode.

Glatki se limovi mogu probušiti ili se obraditi pjeskarenjem stupnja SA2,5 / SA3 te zatim zaštititi slojem XEPOX P kako bi se izbjegla njihova oksidacija. Kako bi se zajamčio točan položaj umetaka unutar užljebljenja, preporučuje se postavljanje odstoynih podloški na metalne umetke tijekom polimerizacije zaštitnog sloja. Zaštitite metalne površine od izravnog sunčeva zračenja.



PRIPREMANJE DRVENE PODLOGE

Savjetuje se izvođenje užljebljenja za svaku metalnu potporu debljine jednake debljini ploče uvećane za $4 \div 6$ mm ($2 \div 3$ mm ljepila po strani). Užljebljenje mora biti potpuno čisto i ne smije sadržavati ostatke ili prašinu. Preporučuje se omogućiti „upotrební“ jastučić ljepila koji se izrađuje upotrebom prikladnog užljebljenja na gornjem dijelu konstrukcijskih drvenih elemenata kao jamstvo funkcionalnosti doticajnog sustava.

U blizini okomitih kutova stavite neprekinute vrpce kartonske ljepljive trake oko $2 \div 3$ mm od ruba. Nakon što umetnete ploče u užljebljenje, upotrijebite neprekinuto uže octenog silikona i zalijepite ga i na površine zaštićene trakom. Ekstradosalna užljebljenja elemenata pod nagibom treba zabrtviti drvenim daskama prije primjenjivanja smole. Samo krajnji dio najviše točke užljebljenja ostaje otkriven kako bi se moglo obaviti lijepljenje.

Treba izbjegavati onečišćenja između brtvila i smole.

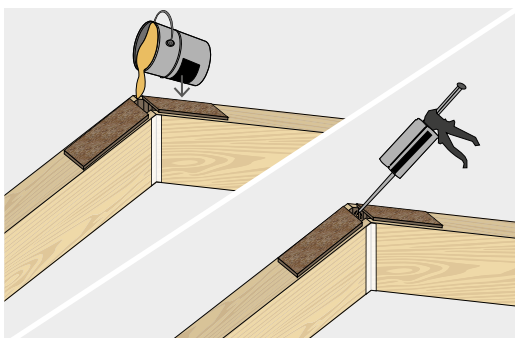
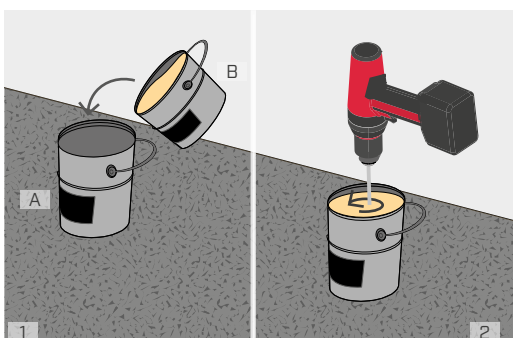


IZVOĐENJE SPOJA

Obucite potrebne OZO-ove prije miješanja.

Proizvodi u bačvicama: po potrebi miješajte sadržaj pojedinačnih pakiranja kako bi se spojile čvrste i tekuće tvari smjesa da se dobiju homogeni proizvodi. Ponovno ulijte komponentu B u bačvicu koja sadrži komponentu A. Miješajte odgovarajućom miješalicom s dvostrukim propelerom postavljenom na elektronički uređaj (ili metalnom mutlicom) dok ne dobijete mješavinu homogene boje. Ne smiju se vidjeti bijele linije ili dijelovi obojeni drugom bojom unutar posude. Nakon toga, ulijte smjesu dobivenu u užljebljenje izravno iz bačvice za miješanje (mješavina) ili uzmite proizvod i rasporedite ga lopaticom.

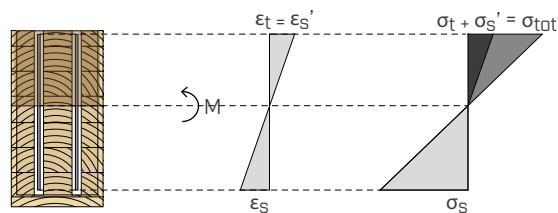
Proizvod u ulošcima: umetnite uložak s mlaznicom u pištolj MAMMOTH DOUBLE pazeci da provjerite je li se čvrsto smjestio u unutrašnjosti ležišta. Započnite s dovođenjem smole odlažući je u zasebnu posudu dok mješavina ne postane homogena i dok na njoj ne bude neželjenih linija. Miješanje dviju komponenata smatra se pravilnim samo kada je boja smole homogena.



TRENUTAČNI SPOJEVI UPORABOM LIMOVA

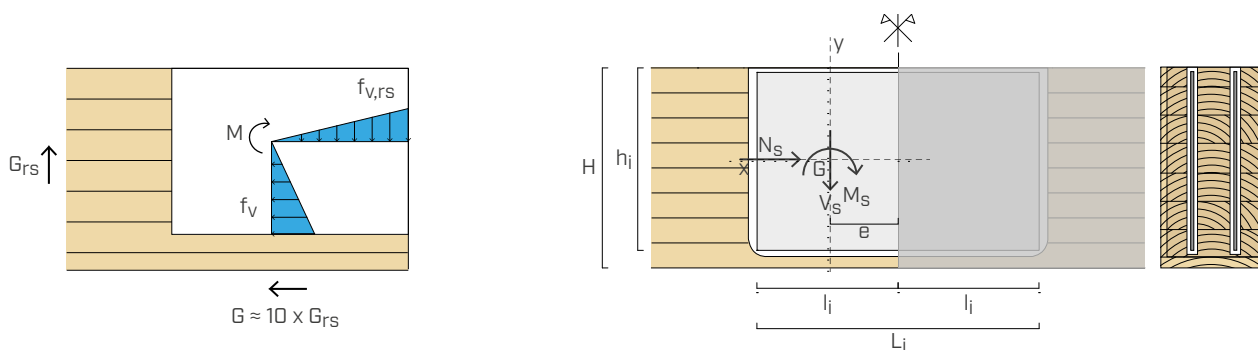
NAČIN IZRAČUNAVANJA | PRESJEK GLAVE

Naprezanja zbog zateznog momenta i aksijalnog naprezanja određuju se homogenizacijom materijalâ presjeka primjenom hipoteze o očuvanju ravnih presjeka. Naprezanje posmika ublažavaju same pločice. Također je potrebno provjeriti naprezanja koja djeluju na presjek drvenih izravno na usjeke.



NAČIN IZRAČUNAVANJA | DISTRIBUCIJA ZATEZNOG MOMENTA U INTERAKCIJI ČELIK-LJEPILO-DRVO

Zatezni moment raspoređuje se na broj sučelja (jedna (1) ploča = dva (2) sučelja), a zatim se raščlanjuje na opterećenja pri čemu se uzimaju u obzir i polarna inercija oko središta gravitacije i različite čvrstoće drva. Tako se postižu maksimalna tangencijalna naprezanja u pravokutnom i paralelnom smjeru vlakana koja se provjeravaju u njihovoj interakciji.



Polarni inercijski trenutak polovine umetka s obzirom na središte gravitacije koji je izmjeren modulima za rezanje drva:

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

Izračunavanje tangencijalnih naprezanja i kombinirana provjera:

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

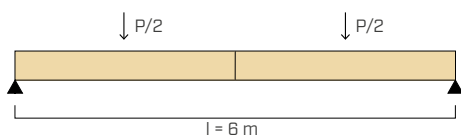
$$\tau_{max,vert} = \frac{(M_d + M_{T,Ed}) \cdot e}{2 \cdot n_i \cdot J_p^*} \cdot G_{rs} + \frac{V_d}{2 \cdot n_i \cdot A_i}$$

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

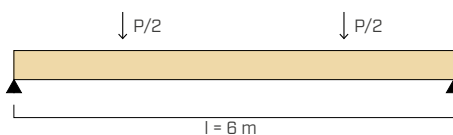
KRUTOST SPOJEVA

Momentnim spojevima izvedenim upotrebom epoksidnih ljepila XEPOX jamči se povećana čvrstoća spojenih elemenata. Uspoređujući gredu s jednostavnom potporom sastavljenu od dvaju drvenih elemenata momentno spojenih upotrebom ploče i smole XEPOX s kontinuiranom gredom s jednostavnom potpornom jednakog raspona i presjeka koje se podvrgavaju jednakoj konfiguraciji opterećenja može se primijetiti da se momentnim spojem omogućavaju čvrstoća i momentni prijenos koji se približavaju onima kontinuirane grede.

EKSPERIMENTALNO



REFERENCIJA (cijela greda, izračunano)



$$\frac{M_{test}}{M_{Rif}} = 0,90$$

$$\frac{E_{test}}{E_{Rif}} = 0,77$$

Eksperimentalno izmjereni otklon na opterećenje loma jednak je 55 mm. Elastični otklon cijele grede izračunat za jednako opterećenje jednak je 33 mm. Povećanje okomitog pomicanja grede spojene u blizini pucanja spoja vjerojatno je 1/270. Imajte na umu da se takve vrijednosti ne mogu uspoređivati s vrijednostima otklona koje se obično upotrebljavaju u projektiranju kada se otklon procjenjuje u uvjetima rada, a u krajnjim graničnim uvjetima.

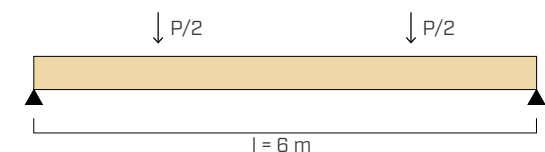
Vrijednosti dobivene na osnovi ispitivanja nisu karakteristične vrijednosti i trebaju se smatrati isključivo indikacijskim vrijednostima normalnog djelovanja momentnih spojeva s epoksidnim smolama i pločama.

DRVO OSJETLJIVO NA STLAČIVANJE U PREDJELU GLAVE

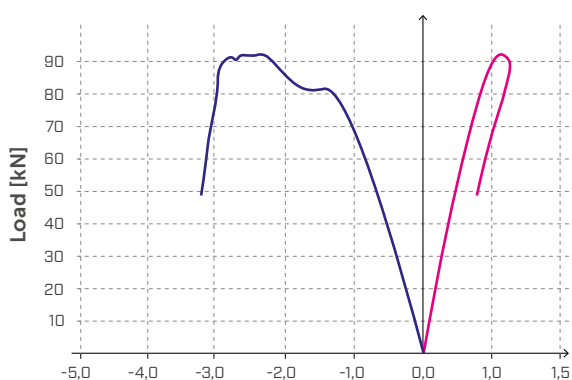
Na dvama grafičkim prikazima u nastavku prikazuju se vodoravni pomaci vlakana komprimiranih u dijelu glave spoja koji su nastali na osnovi ispitivanja obavljenih pri ustanovi Politecnico di Milano.

Dva ispitivanja provela su se na dvama momentnim spojevima izvedenima XEPOX-om i metalnim umetcima (pogledajte primjer na sljedećim stranicama). Prisutnosti ležaja smole srednje debljine (5 – 10 mm) zajamčio se doticaj između dvaju dijelova glave. U obama slučajevima vidljivo je kako je veće pomicanje prisutno u zategnutim vlaknima, a time se potvrđuje hipotetički izračun prema kojem, ako postoji doticaj između dvaju dijelova, i drvo reagira na stlačivanje s metalnim umetcima pri čemu se neutralna os pomiče prema gore.

PRVI PRIMJER

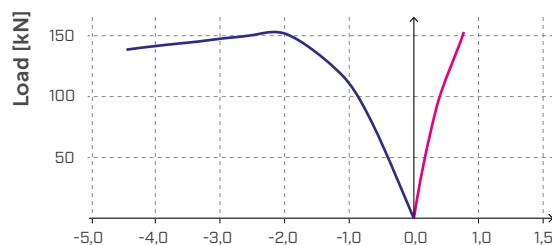
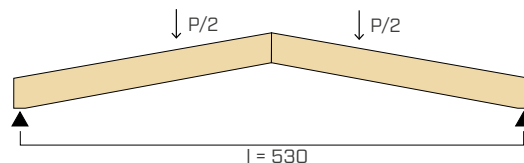


— GORNJA STRANA
— DONJA STRANA



Horizontal displacement in the middle section [mm]

DRUGI PRIMJER



Horizontal displacement in the middle section [mm]

PRIMJER PRORAČUNA

Navodi se usporedba rezultata ispitivanja na savijanje u četirima (4) točkama u laboratorijima ustanove Politecnico di Milano i rezultata izračuna istog momentnog spoja sa zalijepljenim pločama.

Prema faktoru f nadotpornosti izračunanom kao odnos između ispitnog i izračunanog momenta otpora postoji znatna sigurnosna margina u izračunu spojeva.

Vrijednost dobivena u ispitivanju nije karakteristična vrijednost i ne smije se smatrati uporabnom vrijednosti u projektu.

PRVI PRIMJER | NEPREKIDNI SPOJ

GEOMETRIJA PETLJE: GREDA I LIMOV

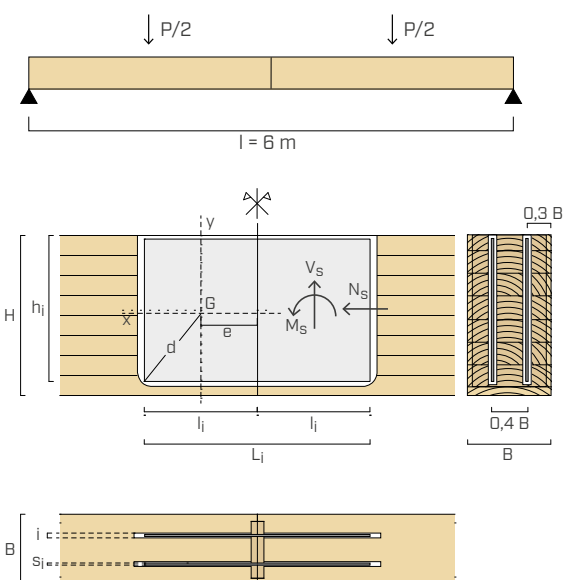
n_i	2 mm	B	200 mm
S_i	5 mm	H	360 mm
h_i	320 mm	B_n	178 mm
l_i	400 mm	α_1	0 °
e	200 mm		

MATERIJALI I PODATCI O PROJEKTU

Razred čelika	S275
γ_{M0}	1

Metalni umetci koju su ispijeskareni stupnjem SA2,5/SA3 (ISO8501).

Razred drva	GL24h
$f_{c,0,k}$	24,0 MPa
$f_{c,90,k}$	2,1 MPa
$f_{v,k}$	3,5 MPa
$f_{v,rs}$	1,2 MPa
k_{mod}	1,1
γ_M	1,3



UPORABA PROIZVODA XEPOX

Zaštita metalnih umetaka od oksidacije primjenom proizvoda XEPOX P. Uporaba ljepila XEPOX F ili XEPOX L.

PROJEKTNA OPTEREĆENJA NA SPOJU

M_d	primijenjeni projektni moment	50,9 kNm
V_d	primijenjeni projektni smik	0 kN
N_d	primijenjeno aksijalno djelovanje	0 kN

ISPITIVANJA

PROVJERA SPOJA GLAVE ^{[1], [2]}			
			% provjere
σ_t	najveće kompresijsko opterećenje strane drva	10,2 MPa	50 %
σ_s	najveće kompresijsko opterećenje strane čelika	179,4 MPa	65 %
$\sigma_{s'}$	najveće vučno opterećenje strane čelika	256,9 MPa	93 %

PROVJERA ČISTOG DIJELA DRVA			
			% provjere
$\sigma_{t,m}$	najveće fleksijsko opterećenje strane drva	13,2 MPa	65 %
$F_{t,local}$	najveće vučno opterećenje strane drva	242,1 kN	100 %

PROVJERA NAJVEĆEG TANGENCIJALNOG OPTEREĆENJA NA KONTAKTNIM POVRŠINAMA ^{[3],[4]}			
			% provjere
J_p^*	ponderirani modul polarne inercije	$8,50 \cdot 10^{11} \text{ Nmm}^2$	
$\tau_{max,hor}^{(3)}$	najveće tangencijalno i opterećenje (smik)	1,58 MPa	53 %
$\tau_{max,vert}^{(3)}$	najveće tangencijalno i opterećenje (rolling shear)	0,2 MPa	19 %
provjera kombiniranog opterećenja			57 %

USPOREDBA IZRAČUNANE OTPORNOSTI I ISPITNE OTPORNOSTI			
Krizni način spoja:			% provjere
Najveće vučno opterećenje strane drva			100 %
$M_d = M_{Rd}$	projektni moment otpornosti	50,9 kNm	
M_{TEST}	ispitni moment otpornosti (Politecnico Milano)	94,1 kNm	
f	čimbenik prekoračenja otpornosti	1,8	

LEGENDA:			
n_i	broj umetaka	e	ekscentričnost između težišta lima i spoja glave
S_i	debljina metalnih umetaka	J_p^*	ponderirani moment polarne inercije polovine umetka
h_i	visina metalnih umetaka	$f_{c,o,k}$	karakteristična otpornost na kompresiju paralelnu s vlaknima
l_i	duljina uvlačenja metalnih umetaka	$f_{c,90,k}$	karakteristična otpornost na kompresiju okomit s vlaknima
B	osnovica grede	$f_{v,k}$	karakteristični otpor na smicanje
H	visina grede	$f_{v,rs}$	karakteristična otpornost na posmik okomit na vlakna (rolling shear)
B_n	širina grede bez usjeka	M_{TEST}	posljednji moment otpornosti ispitani pri institutu Politecnico di Milano
α_1	kut nagiba greda	f	čimbenik prekoračenja otpornosti ($f = M_{TEST}/M_{Rd}$)

NAPOMENE

Koeficijenti k_{mod} i γ_M trebaju se primijeniti s obzirom na normu koja je upotrijebljena za proračun.

Napominje se da su izračuni obavljani uzimajući u obzir vrijednosti k_{mod} i γ_M prema normi EN 1995-1-1 i γ_{M0} prema normi EN 1993-1-1.

⁽¹⁾ Proračun presjeka obavljen je uzimajući u obzir elastične-linearne veze za sve materijale. Treba napomenuti da u slučaju aksijalnih i smičnih opterećenja treba provjeriti kombinaciju tih sila.

⁽²⁾ U ovom proračunu smatra se da jastučićem od smole omogućava potpuni kontakt presjeka kontaktnog dijela te stoga drvo može reagirati pod pritiskom. U slučaju nepostojanja jastučića preporučuje se provjeriti samo metalni umetak kao reagens primjenjivanjem formule s geometrijskim parametrima umetka:

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

⁽³⁾ Ne treba zaboraviti da ljepila XEPOX obilježavaju karakteristične otpornosti na smik i vuču koje se ne mijenjaju s vremenom i koje su izuzetno superiorne u odnosu na otpornosti drva. Iz tog razloga provjera torzijske čvrstoće kontaktnog dijela obavlja se samo procjenom drvene strane pri čemu se uzima u obzir sama provjera za ljepilo.

⁽⁴⁾ Smično naprezanje „ τ ” integracije ljepilo-čelik-drvo, koji se prenosi na drvo, izračunava se u najvećoj vrijednosti u slučaju paralelnog ili okomitog nagiba na drvena vlakna. Takva se naprezanja uspoređuju sa smičnom otpornošću drva i sa smičnom otpornošću za posmik okomit na vlakna (rolling shear). Treba uzeti u obzir i doprinos transportnog momenta M_{TED} nastao zbog smičnog naprezanja (ako postoji).

- XEPOX je registrirani žig Europske unije br. 018146096.