XEPOX®

DVOUSLOŽKOVÉ EPOXIDOVÉ LEPIDLO

VIDEO

CALCULATION TOOL

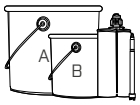
CE
EN 1504-4

SPOLEHLIVÁ
Jeho účinnost je ověřena 35 lety používání v dřevostavbách. Je k dispozici v kartuších 400 ml pro praktické a rychlé použití, nebo v 3litrovém a 5litrovém formátu pro spoje o větších rozměrech.

ÚČINNÉ
Vysoce účinné dvousložkové epoxidové lepidlo. Umožňuje spojení s tuhostí, která je u mechanických spojovacích systémů nedosažitelná.

KAŽDODENNÍ POUŽITÍ
Vhodná i pro každodenní použití, například pro opravy, vyplňování děr nebo obnovu poškozených částí dřeva.

FORMÁTY



v nádobách o objemu 3 a 5 litrů
nebo v kartuších o objemu 400 ml

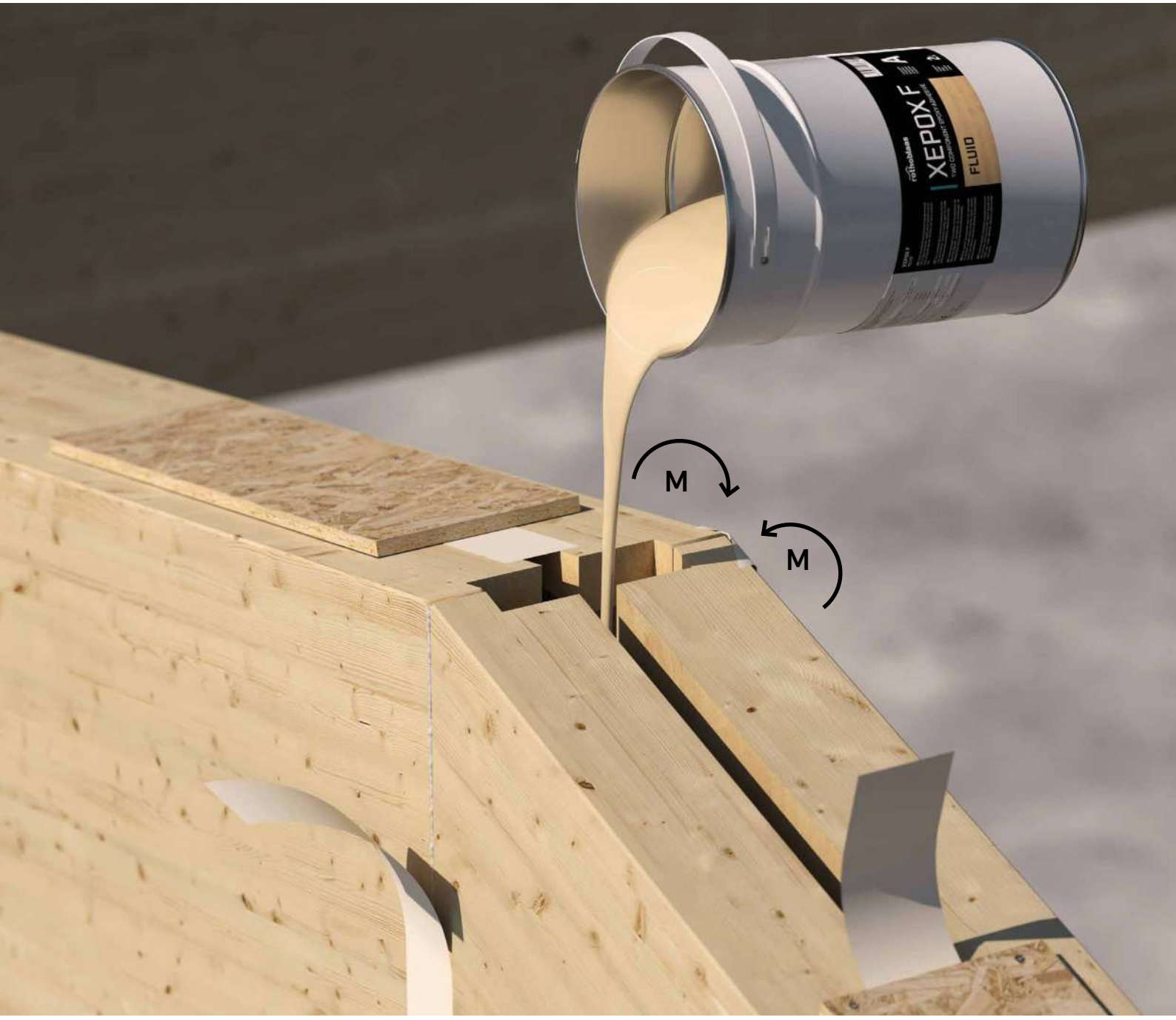
POUŽITÍ

lze aplikovat nastříkáním, štětcem, pistolí, perkolací nebo stěrkou v závislosti na viskozitě

VIDEO
Načtěte kód QR a prohlédněte si video na našem kanálu YouTube

OBLASTI POUŽITÍ

Lepené spoje pro panely, nosníky, sloupy, táhla a vzpěry.
Použití s lepenými tyčemi.
Použití s lepenými deskami pro tuhé spoje odolné v tahu a ohybu a pro axiálně namáhané spoje.
Oprava nebo zpevnění poškozených dřevěných prvků.



KONSTRUKČNÍ

Vynikající pro vytváření vícesměrných tuhých spojů s lepenými deskami nebo tyčemi.

STATICKÉ ZPEVNĚNÍ

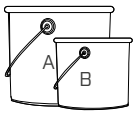
Použitelné na rekonstrukci dřevěného materiálu v kombinaci s kovovými tyčemi a jinými materiály.

KÓDY A ROZMĚRY

XEPOX P - primer

Dvousložkové epoxidové lepidlo s velmi nízkou viskozitou a vysokou smáčivostí pro konstrukční výztuže z uhlíkových nebo skleněných vláken. Užitečné pro ochranu pískovaných plechů SA2,5/SA3 (ISO 8501) a pro konstrukci vložek FRP (Fiber Reinforced Polymers). Lze nanášet válečkem, nastříkáním a štětcem.

KÓD	popis	objem [ml]	balení	ks.
XEPOXP3000	P - primer	A + B = 3000	nádobky	1

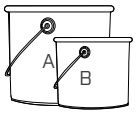


Klasifikace složky A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2; Klasifikace složky B: Acute Tox. 4; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

XEPOX L - tekutý

Dvousložkové epoxidové lepidlo pro konstrukční aplikace, velmi tekuté, používané pro lepení ve svislých velmi hlubokých otvorech a kloubech se skrytými vložkami, nebo s velmi malými mezerami (1 mm nebo vyšší), vždy po pečlivém utěsnění mezer. Tekuté a vstřikovatelné.

KÓD	popis	objem [ml]	balení	ks.
XEPOXL3000	L - tekutý	A + B = 3000	nádobky	1
XEPOXL5000	L - tekutý	A + B = 5000	nádobky	1

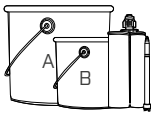


Klasifikace složky A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2; Klasifikace složky B: Repr. 1B; Acute Tox. 4; STOT RE 2; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1.

XEPOX F - fluidní

Dvousložkové epoxidové lepidlo pro konstrukční aplikace, použitelné pro vstřikování do otvorů a frézování, po utěsnění mezer. Ideální pro lepení ohýbaných spojů (systém Turrini-Piazza) v dřevobetonových stropech, na nových i stávajících nosnících; mezera mezi kovem a dřevem přibližně 2 mm nebo více. Tekuté a vstřikovatelné (pomocí zásobníku).

KÓD	popis	objem [ml]	balení	ks.
XEPOXF400[(1)]	F - fluidní	400	kartuše	1
XEPOXF3000	F - fluidní	A + B = 3000	nádobky	1
XEPOXF5000	F - fluidní	A + B = 5000	nádobky	1



[(1)] S každou kartuší XEPOXF400 je k dispozici 1 směšovací tryska STINGXP.
Klasifikace složky A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1A; Aquatic Chronic 2; Klasifikace složky B: Repr. 1B; Acute Tox. 4; STOT RE 2; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1A.

XEPOX D - hustý

Dvousložkové tixotropní epoxidové lepidlo (husté) pro konstrukční aplikace, použitelné vstřikováním zejména do horizontálních nebo vertikálních otvorů v nosnících z laminovaného dřeva, masivního dřeva, do zdiva a železobetonu.
Vstřikovatelné (pomocí zásobníku).

KÓD	popis	objem [ml]	balení	ks.
XEPOXD400[(1)]	D - hustý	400	kartuše	1

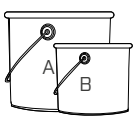
[(1)] S každou kartuší XEPOXD400 je k dispozici 1 směšovací tryska STINGXP.

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

XEPOX G - gel

Dvousložkové epoxidové gelové lepidlo pro konstrukční použití, použité stěrkou i na svislých plochách a při tvorbě silných nebo nepravidelných vrstev. Vhodný pro velmi rozsáhlé překrývání dřeva a lepení konstrukčních výztuží se skleněnými nebo uhlíkovými vlákny a pro dřevěné nebo kovové plátování. Roztíratelné.

KÓD	popis	objem [ml]	balení	ks.
XEPOXG3000	G-gel	A + B = 3000	nádobky	1



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

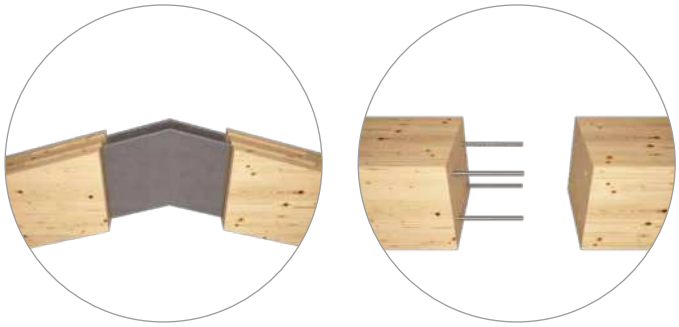
DOPLŇKOVÉ VÝROBKY - PŘÍSLUŠENSTVÍ

KÓD	popis	ks.
MAMDB	speciální pistole pro dvousložkové lepidlo	1
STINGXP	náhradní tryska pro dvousložkové lepidlo	1

OBLAST POUŽITÍ

Smícháním složek A a B dojde k exotermické reakci (vzniku tepla) a po ztvrdnutí k vytvoření trojrozměrné struktury s výjimečnými vlastnostmi, a to trvanlivostí, vzájemnému působení bez vlhkosti, optimální tepelné stabilitě a skvělé tuhosti a pevnosti. Různá viskozita výrobků XEPOX umožňuje univerzální použití u různých typů spojů, jak u nových staveb, tak při obnově konstrukcí. Použití spolu s ocelí, zejména pískovanými nebo děrovanými deskami a tyčemi, umožňuje dosáhnout vysoké odolnosti i při omezené tloušťce.

1. SOUVISLÝ MOMENTOVÝ SPOJ



2. DVOJCESTNÁ ČI TROJCESTNÁ SPOJENÍ

3. SPOJ UVNITŘ DŘEVA

4. REKONSTRUKCE POŠKOZENÝCH ČÁSTÍ

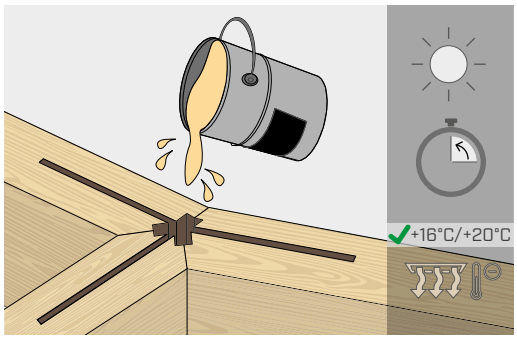
ESTETICKÁ VYLEPŠENÍ

Formát zásobníku umožňuje také použití v případě vysokých nároků na estetiku a lepení v malém množství.

TEPLOTY POUŽITÍ A SKLADOVÁNÍ

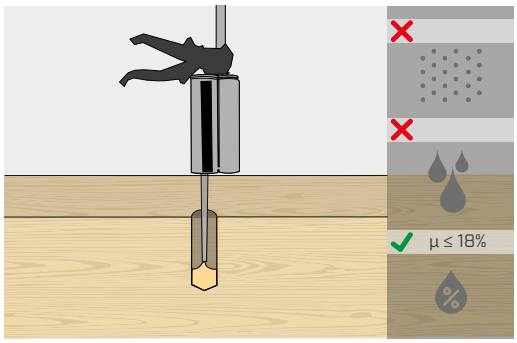
USKLADNĚNÍ LEPIDEL

Epoxidová lepidla je třeba skladovat a uchovávat až do doby okamžitého použití při běžné teplotě v zimě i v létě (ideálně kolem +16 °C / +20 °C). Extrémní teploty usnadňují oddělování jednotlivých chemických složek a zvyšují riziko nesprávného smíchání. Ponechání obalů na slunci výrazně zkracuje dobu polymerizace výrobku.
Skladovací teploty nižší než 10 °C zvyšují viskozitu lepidel, což velmi ztěžuje vytlačování nebo perkolaci.



NANÁŠENÍ LEPIDEL

Okolní teplota má značný vliv na dobu vytvrzování. Konstrukční lepení se doporučuje provádět při teplotě okolí T>+10 °C, ideálně kolem 20 °C. Pokud je teplota příliš nízká, je třeba obaly před použitím alespoň hodinu zahřát a před zatížením počkat delší dobu. Při příliš vysokých teplotách (> 35 °C) by se mělo lepení provádět v chladných prostorech a vyhýbat se nejteplejším hodinám dne s ohledem na výrazné zkrácení doby vytvrzování. Při nedodržení výše uvedených předpisů hrozí, že nebude dosaženo statických vlastností spoje.



OŠETŘENÍ OTVORŮ A FRÉZOVÁNÍ

Před nanesením lepidla je třeba otvory a drážky ve dřevě ochránit před dešťovou vodou nebo vysokou vlhkostí vzduchu a vyčistit je stlačeným vzduchem. Pokud pryskyřicové strany jsou mokré nebo velmi mokré, je povinné, aby byly osušené.
Lepidla XEPOX jsou určena k použití na dřevu s úrovní vlhkosti dřeva přibližně pod 18 %.

TECHNICKÉ VLASTNOSTI

Vlastnosti	Předpisy		XEPOX P	XEPOX L	XEPOX F	XEPOX D	XEPOX G
Specifická hmotnost	ASTM D 792-66	[kg/dm^3]	≈ 1,10	≈ 1,40	≈ 1,45	≈ 2,00	≈ 1,90
Stechiometrický poměr v objemu (A:B) [1]	-	-	100 : 50 [2]	100 : 50	100 : 50	100 : 50	100 : 50
Viskozita (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
Teplota aplikace	-	[°C]	10 ÷ 35	10 ÷ 35	10 ÷ 35	10 ÷ 35	10 ÷ 35
Teplota skelného přechodu	EN ISO 11357-2	[°C]	66	61	59	57	63
Normální adhezní napětí (prům. hodnota) σ_0	EN 12188	[N/mm^2]	21	27	25	19	23
Pevnost v šikmém smyku v tlaku pod úhlem 50° $\sigma_{0,50°}$	EN 12188	[N/mm^2]	94	69	93	55	102
Pevnost v šikmém smyku v tlaku pod úhlem 60° $\sigma_{0,60°}$	EN 12188	[N/mm^2]	106	88	101	80	109
Pevnost v šikmém smyku v tlaku pod úhlem 70° $\sigma_{0,70°}$	EN 12188	[N/mm^2]	121	103	115	95	116
Pevnost v tlaku[4]	EN 13412	[N/mm^2]	95	88	85	84	94
Průměrný modul pružnosti v tlaku	EN 13412	[N/mm^2]	3438	3098	3937	3824	5764
Součinitel tepelné roztažnosti[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}
Jednotkové zatížení na mezi pevnosti v tahu[6]	ASTM D638	[N/mm^2]	40	36	30	28	30
Průměrný modul pružnosti v tahu[6]	ASTM D638	[N/mm^2]	3300	4600	4600	6600	7900
Jednotkové zatížení na mezi pevnosti v ohybu[6]	ASTM D790	[N/mm^2]	86	64	38	46	46
Průměrný modul pružnosti v ohybu[6]	ASTM D790	[N/mm^2]	2400	3700	2600	5400	5400
Jednotkové zatížení na mezi pevnosti ve smyku (punch tool)[6]	ASTM D732	[N/mm^2]	28	29	27	19	25

POZNÁMKY

[1] Složky jsou zabaleny v předem dávkovaných množstvích připravených k použití. Poměr je vyjádřen v objemu a ne v hmotnosti.

[2] Je vhodné nepoužívat více než litr XEPOX P namíchaného najednou. Poměr mezi složkami A:B vyjádřený hmotností je zhruba 100:44,4

[3] Termínem Pot-life se rozumí doba potřebná k tomu, aby se počáteční viskozita směsi zdvojnásobila nebo zčtyřnásobila. Je to doba, po kterou zůstává pryskyřice použitelná po smíchání s tvrdidlem. Liší se od doby zpracovatelnosti, což je doba, kterou má obsluha k dispozici pro použití a manipulaci s pryskyřicí (přibližně 25-30 min).

[4] Průměrná hodnota (za 3 provedené zkoušky) na konci cyklů zatížení/uvolnění.

[5] Součinitel tepelné roztažnosti v rozsahu od -20 °C do +40 °C podle normy UNI EN 1770.

[6] Průměrná hodnota ze zkoušek provedených v rámci výzkumné kampaně: „Inovativní spoje pro dřevěné konstrukční prvky" - Vysoké učení technické v Miláně (Politecnico di Milano).

- XEPOX je registrován jako ochranná známka Evropské unie č. 018146096.

SPOJE S NALEPENÝMI TYČEMI

Uvádíme údaje uvedené v normě DIN 1052:2008 a v italských normách CNR DT 207:2018.

ZPŮSOB VÝPOČTU | PEVNOST V TAHU

Pevnost tyče o průměru d v tahu se rovná:

$$R_{ax,d} = min \begin{cases} f_{y,d} \cdot A_{res} & \text{porušení ocelové tyče} \\ \pi \cdot d \cdot l_{ad} \cdot f_{v,d} & \text{porušení rozhraní dřevo - lepidlo} \\ f_{t,0,d} \cdot A_{eff} & \text{porušení na straně dřeva} \end{cases}$$

kde:

f_{yd} je návrhová mez kluzu ocelové tyče [N/mm^2]

A_{res} je odolná plocha ocelové tyče [mm^2]

d je jmenovitý průměr ocelové tyče [mm]

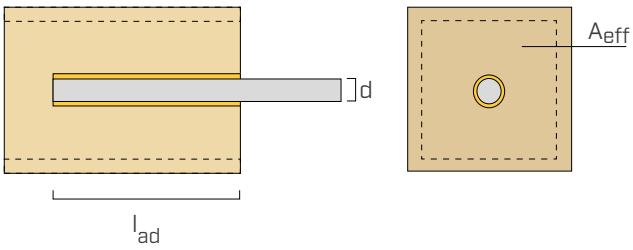
l_{ad} je délka lepeného spoje ocelové tyče [mm]

$f_{v,d}$ je návrhová pevnost ve smyku lepeného spoje [N/mm^2]

$f_{t,0,d}$ je návrhová pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny dřeva [N/mm^2]

A_{eff} je účinná plocha porušení dřeva [mm^2]

Účinná plocha A_{eff} nesmí být větší než plocha odpovídající čtverci dřeva o straně 6·d a v žádném případě nesmí být větší než účinná geometrie.



Charakteristická pevnost ve smyku $f_{v,k}$ závisí na délce lepeného spoje:

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

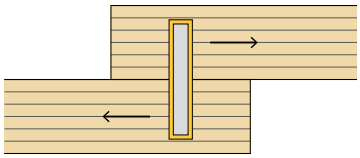
Při úhlu lepeného spoje α vzhledem ke směru vláken dojde k:

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

ZPŮSOB VÝPOČTU | PEVNOST VE SMYKU

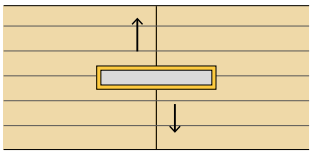
Pevnost tyče ve smyku lze vypočítat pomocí známých Johansenových vzorců pro šrouby za následujících podmínek.

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



U tyčí **přilepených kolmo k vláknu může** být odpor v otlačení zvýšen až na 25 %.

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



Pro tyče lepené **rovnoběžně s vláknem** se odolnost rovná 10 % hodnoty kolmé na vlákno.

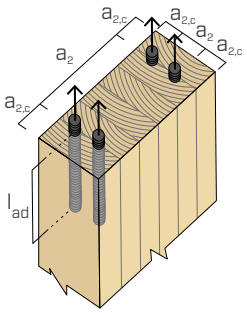
Dutinový efekt se vypočítá jako pevnost daná rozhraním dřevo-lepidlo. Pro získání pevnosti tyče přilepené pod úhlem α vzhledem k vláknu je přípustná lineární interpolace mezi hodnotami pevnosti pro α=0° a α=90°.

INSTALACE

MINIMÁLNÍ VZDÁLENOSTI PRO TYČE NAMÁHANÉ V TAHU

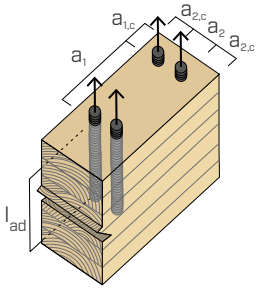
Tyče lepené // k vláknu

a_2	5·d
$a_{2,c}$	2,5·d



Tyče lepené ⊥ k vláknu

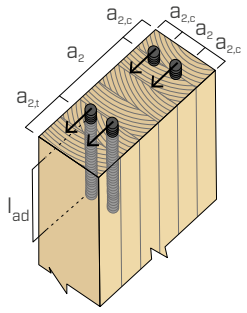
a_1	4·d
a_2	4·d
$a_{1,c}$	2,5·d
$a_{2,c}$	2,5·d



MINIMÁLNÍ VZDÁLENOSTI PRO TYČE NAMÁHANÉ STŘIHEM

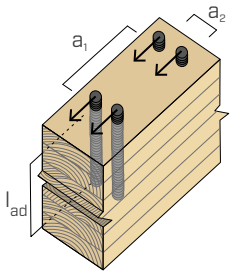
Tyče lepené // k vláknu

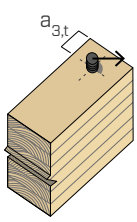
a_2	5·d
$a_{2,c}$	2,5·d
$a_{2,t}$	4·d

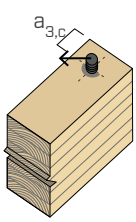


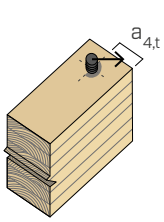
Tyče lepené ⊥ k vláknu

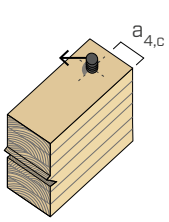
a_1	5·d
a_2	3·d
$a_{3,t}$	7·d
$a_{3,c}$	3·d
$a_{4,t}$	3·d
$a_{4,c}$	3·d





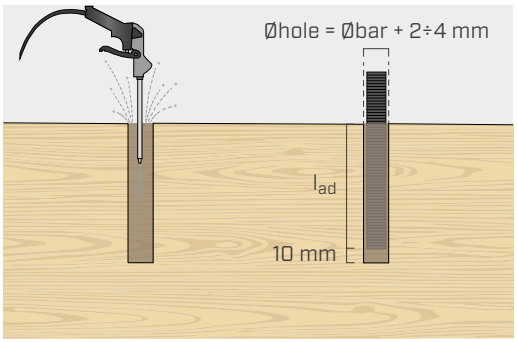






LEPENÉ TYČE - POKYNY PRO MONTÁŽ

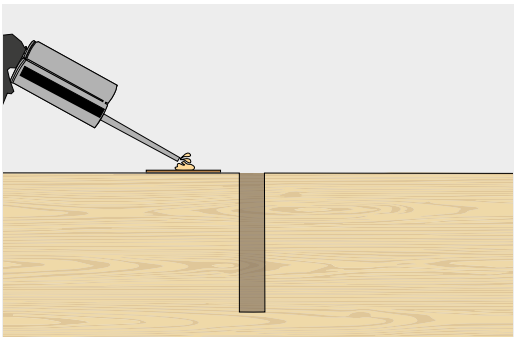
MOŽNOST 1 (platná pouze pro svislé lepení)



VYVRTÁNÍ OTVORU

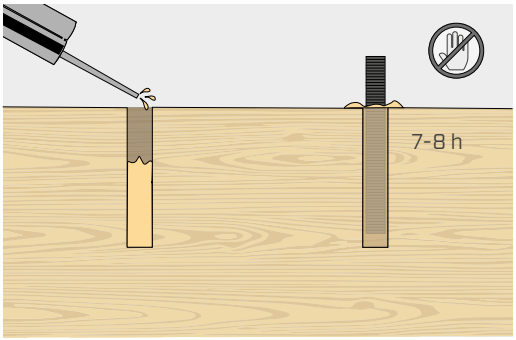
Doporučujeme vyvrtat slepý otvor o průměru rovnajícímu se průměru závitové tyče + 2÷4 mm. Vrták musí být čistý a suchý, aby se vyloučilo znečištění, které by mohlo ovlivnit proces polymerizace. I tyč musí být dokonale čistá a bez jakýchkoli stop oleje nebo vody na povrchu. Z otvoru se musí stlačeným vzduchem odstranit třísky nebo prach.

Je třeba zvážit délku otvoru rovnající se délce lepeného spoje odvozené z výpočtů, zvětšenou o 10 mm.



PŘÍPRAVA LEPIDLA

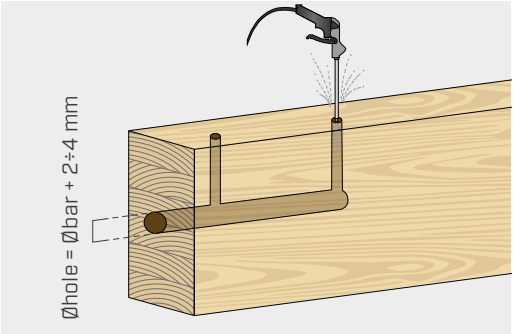
Opatřete si všechny nezbytné osobní ochranné prostředky a sejměte z kartuše těsnicí kroužek a ochranný kryt, nasaďte směšovací trysku STIN-GXP a zajistěte ji těsnicím kroužkem.
Doporučujeme používat správně skladované kartuše, jak je uvedeno na předchozích stránkách.
Vložte kartuš do pistole MAMMOTH DOUBLE. Začněte vypouštět pryskyřici do nachystané nádoby, dokud nebude směs homogenní a bez šmouh. Teprve když bude barva pryskyřice homogenní, lze považovat smíchání obou složek za správné.



VYPLNĚNÍ OTVORU A UMÍSTĚNÍ TYČE

Vyplňte otvor požadovaným množstvím lepidla. Doporučujeme použít trochu více pryskyřice, abyste měli jistotu, že v otvoru nezůstanou žádné vzduchové bubliny. Mírný nedostatek pryskyřice lze odstranit po vložení tyče.
Pomalu zasuňte tyč otáčením ve směru hodinových ručiček a ponořte ji do otvoru. Může být užitečné si na tyči fixem vyznačit hloubku zasunutí. V ideálním případě by měl mezi koncem tyče a dnem otvoru zůstat asi 1 cm.
Tyč lze vyrovnat do 15 minut po jejím zasunutí do otvoru. K udržení tyče ve stabilní poloze lze použít přidržovací zařízení.
Po dobu následujících 7 až 8 hodin by se dřeva ani tyče neměl nikdo dotýkat a ani by se neměly nijak namáhat.
Doporučujeme nechat z otvoru vytéct malé množství pryskyřice, aby se vyrovnala případná absorpce dřeva. Přebytečné lepidlo se může setřít hadříkem nebo špachtlí.

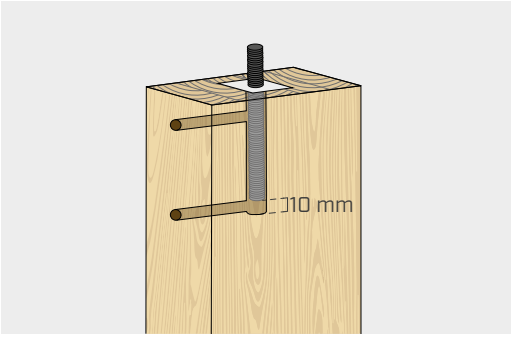
MOŽNOST 2 - DOPORUČENÁ (platí pro vertikální nebo horizontální lepení s těsněním)



VYVRTÁNÍ OTVORU

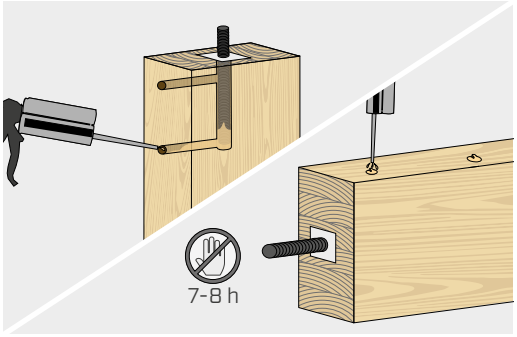
Doporučujeme vyvrtat slepý otvor o průměru rovnajícímu se průměru závitové tyče + 2÷4 mm. Vrták musí být čistý a suchý, aby se vyloučilo znečištění, které by mohlo ovlivnit proces polymerizace. I tyč musí být dokonale čistá a bez jakýchkoli stop oleje nebo vody na povrchu.
Vyvrtejte dva otvory kolmo ke každému slepému otvoru, jeden vstřikovací otvor (u paty hlavního otvoru) a jeden odvzdušňovací otvor (v horní části hlavního otvoru). Všechny 3 otvory musí být dokonale čisté, bez třísek nebo prachu. Doporučujeme použít vzduchové pistole pro kontrolu, zda jsou všechny otvory propojeny.

Je třeba zvážit délku hlavního otvoru rovnající se délce lepeného spoje odvozené z výpočtů, zvětšenou o 10 mm.



UMÍSTĚNÍ TYČE

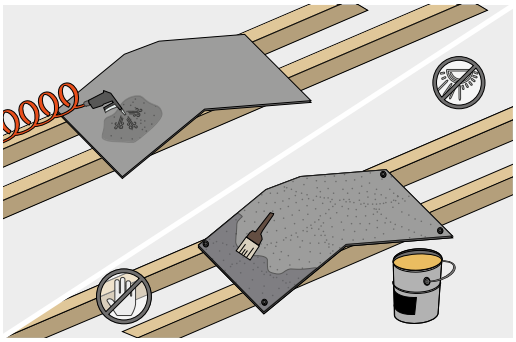
Zasuňte tyč do otvoru. V ideálním případě by měl mezi koncem tyče a dnem otvoru zůstat asi 1 cm. Může být užitečné si na tyči fixem vyznačit požadovanou délku zasunutí.
Můžete použít podpěrné zařízení, abyste tyč dokonale vystředili.
Utěsněte vstup do otvoru kolem závitové tyče a dbejte na to, aby se těsnicí materiál nedostal do otvoru.
Dávejte pozor na případné praskliny ve dřevě, které by mohly způsobit únik pryskyřice před vytvrzením. Stejně tak nesmí dojít k netěsnostem tmelu, aby pryskyřice nevytekla.



VYPLNĚNÍ OTVORU

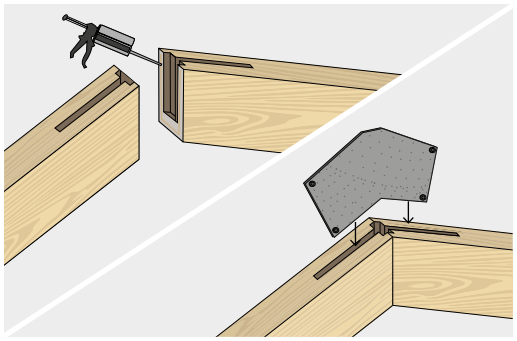
Spodním vstřikovacím otvorem vstřikujte pryskyřici tak dlouho, dokud nezačne vytékat z odvzdušňovacího otvoru. Plnění zespodu umožňuje vyplnit otvor bez vzduchových bublin.
Pokud je tyč ve vodorovné poloze, mělo by se plnění provádět vstřikováním z horního otvoru.
Pokud zaznamenáte pokles hladiny lepidla (v důsledku pozdního úniku vzduchu nebo netěsnosti), přidejte lepidlo. Ucpěte odvzdušňovací a vstřikovací otvory dřevěnými zátkami a očistěte je od přebytečné pryskyřice.
Tyč lze vyrovnat do 15 minut po vstříknutí pryskyřice.
Po dobu následujících 7 až 8 hodin by se dřeva ani tyče neměl nikdo dotýkat a ani by se neměly nijak namáhat.

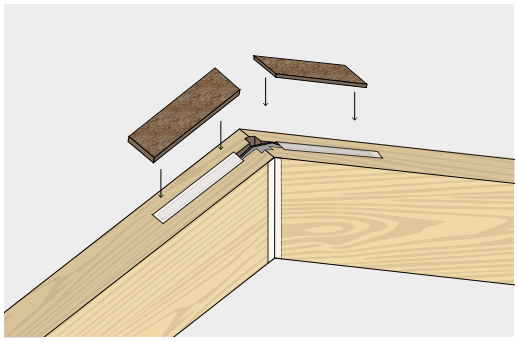
MOMENTOVÉ SPOJE S DESKAMI



PŘÍPRAVA KOVOVÉ PODPĚRY

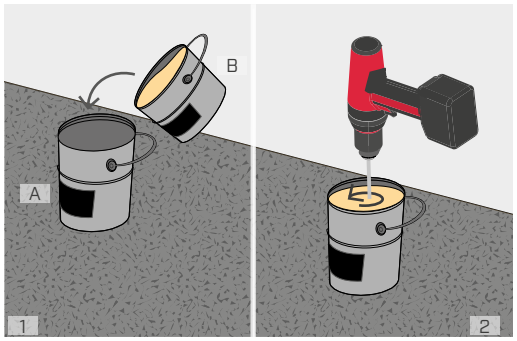
Kovové vložky musí být očištěny a odmaštěny, zbaveny všech stop oleje nebo vody po celém povrchu.
Hladké plechy lze provrtat nebo musí být pískově ošetřené stupněm SA2,5/SA3 a poté chráněné vrstvou výrobku XEPOX P, aby se zabránilo jejich oxidaci. Pro zajištění správné polohy vložek uvnitř vyfrézovaných zářezů se doporučuje během fáze vytvrzování ochranné vrstvy umístit na kovové vložky distanční podložky. Chraňte kovové povrchy před přímým slunečním zářením.

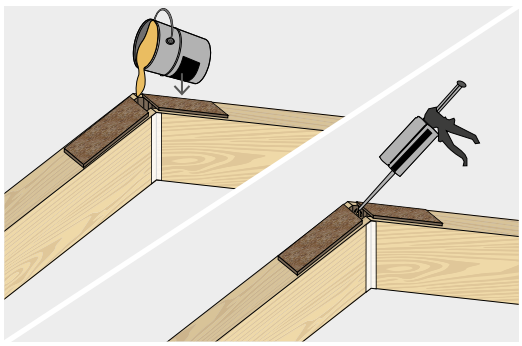




PŘÍPRAVA DŘEVĚNÉ PODPĚRY

Pro každou kovovou podpěru je vhodné vyfrézovat drážku o tloušťce rovnající se tloušťce desky zvětšené o 4÷6 mm (2÷3 mm lepidla na každé straně). Drážka by měla být dokonale čistá, bez třísek a prachu. Doporučujeme také použít „užitečnou" lepicí podložku, která se vytvoří pomocí příslušné drážky v horní části dřevěných prvků, aby byla zaručena funkčnost kontaktního systému.
V blízkosti svislých hran nalepte přibližně 2÷3 mm od hrany souvislé proužky papírové lepicí pásky. Po vložení desky do vyfrézované drážky naneste souvislou vrstvu octového silikonu a přilepte ji také na plochy chráněné páskou. Extradosové drážky šikmých prvků je třeba před nanesením pryskyřice utěsnit dřevěnými deskami. Pouze konec drážek v nejvyšším bodě by měl zůstat nezakrytý, aby bylo možné provést lepení. Je třeba zabránit jakémukoli znečištění mezi tmely a pryskyřicí.





VYTVOŘENÍ SPOJE

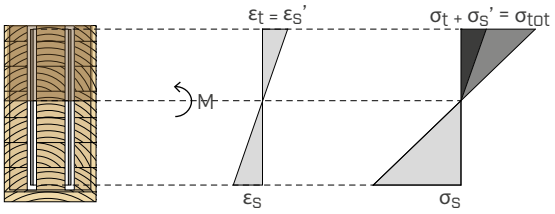
Před zahájením míchání si nasaďte všechny potřebné osobní ochranné prostředky.
Výrobek v nádobách: V případě potřeby promíchejte obsah jednotlivých balení tak, aby došlo ke sloučení pevných a kapalných částí směsí, dokud nevzniknou homogenní výrobky. Složku B nalijte do nádoby obsahující složku A. Míchejte vhodným elektricky namontovaným dvoušroubovým míchadlem (nebo kovovou metlou), dokud nezískáte homogenně zbarvenou směs. Uvnitř nádoby by neměly být viditelné bílé pruhy nebo různobarevné části. Získanou směs pak nalijte do vyfrézované drážky přímo z míchacího bubnu (nalití) nebo výrobek naneste a rozetřete stěrkou.

Výrobek v kartuších: Vložte kartuši včetně trysky do pistole MAMMOTH DOUBLE a dbejte na její správné usazení. Začněte vypouštět pryskyřici do nachystané nádoby, dokud nebude směs homogenní a bez šmouh. Teprve když bude barva pryskyřice homogenní, lze považovat smíchání obou složek za správné.

MOMENTOVÉ SPOJE S DESKAMI

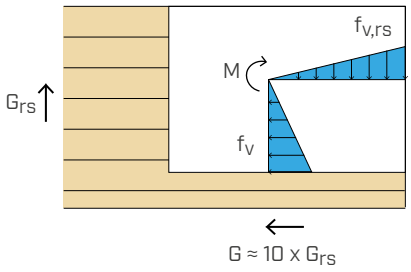
ZPŮSOB VÝPOČTU | PRŮŘEZ HLAVY

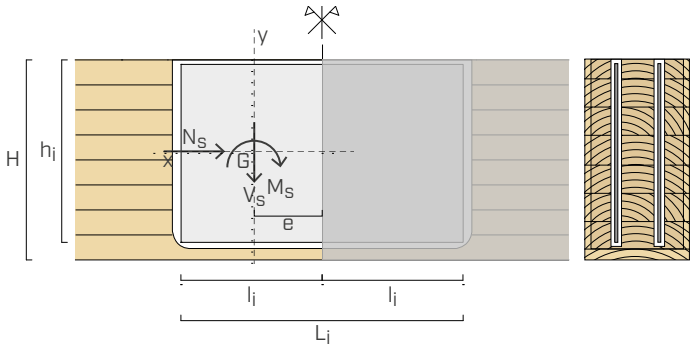
Momentové a axiální síly se stanoví tak, že se materiály učiní stejnorodými za předpokladu zachování rovných průřezů. Námaha ve smyku je absorbována pouze deskami. Je třeba si ověřit také námahu působící na průřez dřeva bez vyfrézování.



ZPŮSOB VÝPOČTU | ROZLOŽENÍ MOMENTU NA STYČNÉ PLOŠE OCEL-LEPIDLO-DŘEVO

Moment je rozdělen na počet styčných povrchů (1 deska = 2 styčné povrchy) a poté je rozložen podle namáhání s ohledem jak na polární setrvačnost kolem těžiště, tak různou pevnost dřeva. Takto získáme maximální tečné napětí v pravoúhlém a rovnoběžném směru vzhledem ke vláknění, které se ověří v jejich vzájemném působení.





Polární moment setrvačnosti poloviny vložky vzhledem k těžišti, vážený na smykových modulech dřeva:

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

Výpočet tečného namáhání a kombinované ověření:

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

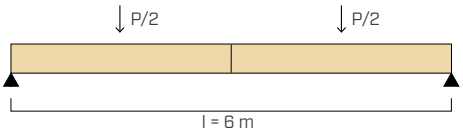
$$\tau_{max,vert} = \frac{(M_d + M_{T,Ed}) \cdot e}{2 \cdot n_i \cdot J_P^*} \cdot G_{rs} + \frac{V_d}{2\ n_i\ A_i}$$

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

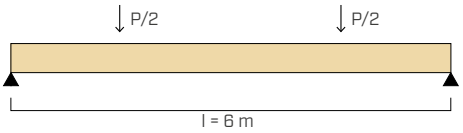
TUHOST SPOJŮ

Spoje odolné vůči ohybovému momentu vytvořené pomocí epoxidových lepidel XEPOX zaručují vysokou pevnost spojených prvků. Porovnáme-li chování prostě podepřeného nosníku složeného ze dvou dřevěných prvků spojených momentovým spojem s použitím desky a pryskyřice XEPOX s chováním prostě podepřeného spojitého nosníku stejného rozpětí a průřezu, namáhaného stejnou konfigurací zatížení, zjistíme, že momentový spoj zaručuje tuhost a přenos momentu, které se blíží tuhosti a přenosu momentu celistvého nosníku.

EXPERIMENTÁLNÍ



REFERENCE (celý nosník, vypočítaná)



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

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

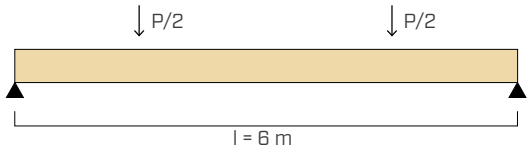
Experimentálně naměřený průhyb při zatížení je přibližně 55 mm; pružný průhyb celého nosníku vypočtený pro stejné zatížení je 33 mm. Zvýšení svislého posunu spojeného nosníku v blízkosti porušení spoje je tedy l/270. Je třeba poznamenat, že tyto hodnoty nejsou srovnatelné s hodnotami průhybu běžně používanými při navrhování, kdy se průhyb posuzuje za provozních podmínek, a nikoli při mezních stavech únosnosti.

Hodnoty získané při zkouškách nejsou charakteristickými hodnotami a je třeba je chápat pouze jako orientační hodnoty obecného chování momentových spojů z epoxidové pryskyřice a desek.

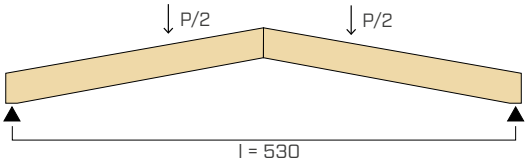
DŘEVO REAGUJÍCÍ NA TLAK V ČELNÍ ČÁSTI

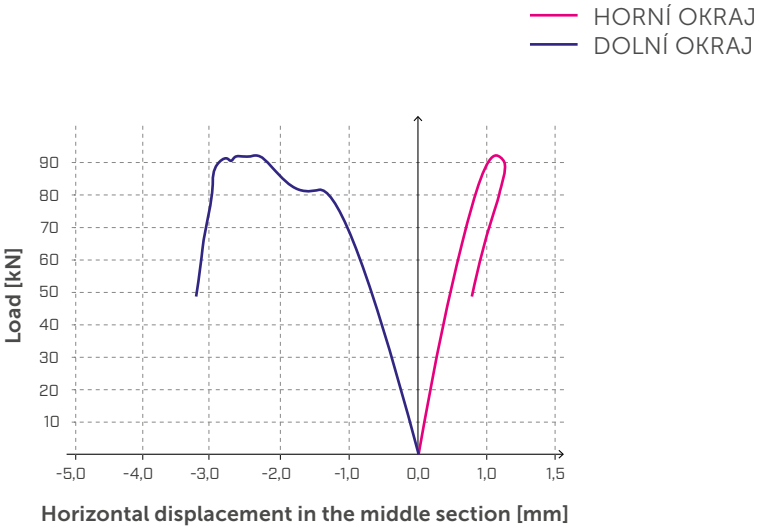
Následující dva grafy ukazují vodorovné posuny napjatých a stlačených vláken v čelní části spoje, zaznamenané během některých zkoušek provedených na Vysokém učení technickém v Miláně (Politecnico di Milano).
Tyto dvě zkoušky se týkaly dvou momentových spojů vytvořených pomocí lepidla XEPOX a kovových vložek (viz příklad na následujících stránkách). Přítomnost pryskyřičné podložky střední tloušťky (5-10 mm) zajistila kontakt mezi oběma čelními částmi. V obou případech je patrné, že k největšímu posunu dochází v napjatých vláknech, což potvrzuje výpočetní hypotézu, podle níž, je-li zajištěn kontakt mezi oběma profily, dřevo reaguje také v tlaku společně s kovovými vložkami, čímž se neutrální osa posouvá směrem nahoru.

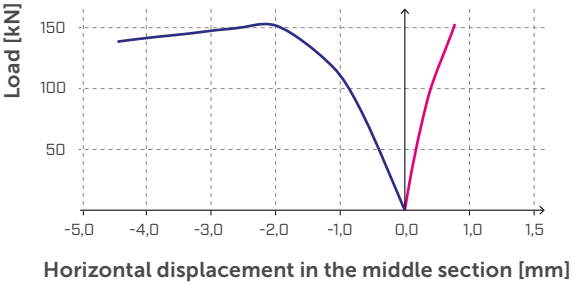
PŘÍKLAD 1



PŘÍKLAD 2







PŘÍKLAD VÝPOČTU

Nyní je uvedeno srovnání výsledků čtyřbodových zkoušek namáhání ohybem provedených v laboratořích Vysokého učení technického v Miláně (Politecnico di Milano) a výsledků výpočtu stejného momentového spoje s lepenými deskami.
Jak je patrné z faktoru pevnosti f, který se vypočítá jako poměr mezi odolným momentem ze zkoušek a vypočteným momentem, při výpočtu těchto spojů existuje dobrá bezpečnostní rezerva.
Hodnota získaná při zkoušce není charakteristickou hodnotou a nesmí se považovat za hodnotu, která by se měla použít při návrhu.

PŘÍKLAD 1 | SOUVISLÉ SPOJE

GEOMETRIE UZLU: NOSNÍK A DESKY

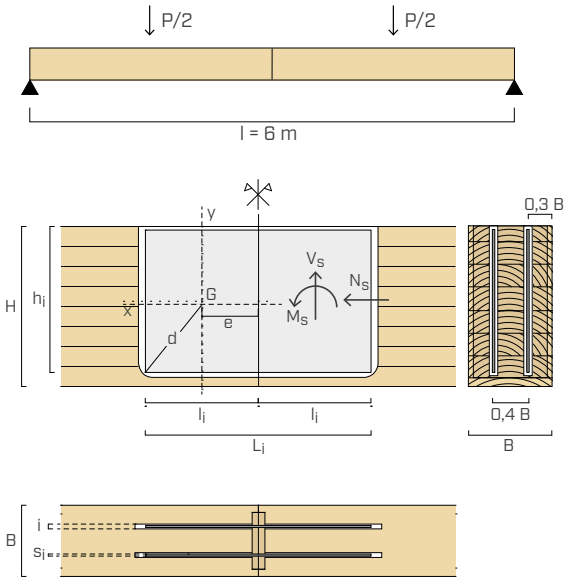
n_i	2	mm	**B**	200	mm
S_i	5	mm	**H**	360	mm
h_i	320	mm	B_n	178	mm
l_i	400	mm	α_1	0	°
e	200	mm			

MATERIÁLY A PROJEKTOVÉ ÚDAJE

Třída oceli	**S275**	
γ_{M0}	1	

Pískované kovové vložky ve stupni SA2,5/SA3 (ISO8501).

Třída dřeva	**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	



POUŽITÍ XEPOXU

Ochrana kovových vložek před oxidací pomocí **XEPOX P**. Použití lepidla **XEPOX F** nebo **XEPOX L**.

NÁVRHOVÁ ZATÍŽENÍ PŮSOBÍCÍ NA SPOJ

M_d	uplatněný projektový moment	**50,9**	**kNm**
V_d	návrhový smyk	**0**	**kN**
N_d	axiální působení	**0**	**kN**

OVĚŘENÍ

OVĚŘENÍ HLAVOVÉHO SPOJE[1], [2]

			% ověření
σ_t	maximální tlakové napětí na straně dřeva	10,2 MPa	50 %
σ_s	maximální tlakové napětí na straně oceli	179,4 MPa	65 %
$\sigma_{s'}$	maximální tahové napětí na straně dřeva	256,9 MPa	93 %

OVĚŘENÍ ČISTÉHO PRŮŘEZU DŘEVA

			% ověření
$\sigma_{t,m}$	maximální ohybové napětí na straně dřeva	13,2 MPa	65 %
$F_{t,local}$	maximální tahové zatížení na straně dřeva	242,1 kN	100 %

OVĚŘENÍ MAXIMÁLNÍHO TEČNÉHO NAPĚTÍ NA STYČNÝCH PLOCHÁCH [3],[4]

			% ověření
J_p^*	vážený polární modul setrvačnosti	$8{,}50 \cdot 10^{11}$ Nmm^2	
$\tau_{max,hor}$[3]	maximální tangenciální napětí (ve smyku)	1,58 MPa	53 %
$\tau_{max,vert}$[3]	maximální tangenciální napětí (valivý smyk)	0,2 MPa	19 %
ověření kombinovaného napětí			**57 %**

POROVNÁNÍ VYPOČTENÉ A ZKUŠEBNÍ PEVNOSTI

Krizový režim spojení:	% ověření
Maximální tahové zatížení na straně dřeva	100 %

$M_d = M_{Rd}$	návrhový moment pevnosti	**50,9**	**kNm**
M_{TEST}	moment pevnosti ze zkoušek (Politecnico Milano)	**94,1**	**kNm**
f	**faktor přetížení**	**1,8**	

LEGENDA:

n_i	počet vložek	e	excentricita mezi těžištěm desky a hlavovým spojem
S_i	tloušťka kovových vložek	J_{p*}	vážená polovina vložky polární moment setrvačnosti
h_i	výška kovových vložek	$f_{c,o,k}$	charakteristická pevnost v tlaku rovnoběžně s vláknem
l_i	ložná délka kovových vložek	$f_{c,90,k}$	charakteristická pevnost v tlaku kolmo k vláknu
B	základna nosníku	$f_{v,k}$	charakteristická pevnost ve smyku
H	výška nosníku	$f_{v,rs}$	charakteristická pevnost ve valivém smyku
B_n	šířka nosníku bez vyfrézování	M_{TEST}	mezní moment pevnosti ze zkoušek provedených při Vysokém učení technickém v Miláně (Politecnico di Milano)
α_1	úhel náklonu nosníků	f	faktor přetížení ($f = M_{TEST}/M_{Rd}$)

POZNÁMKY

Koeficienty k_{mod} a γ_M musí být použity v souladu s platnými předpisy uplatněnými pro výpočet.

Upřesňujeme, že výpočty byly provedeny s ohledem na hodnoty k_{mod} a γ_M podle normy EN 1995-1-1 a γ_{M0} podle normy EN 1993-1-1.

(1) Výpočet průřezu byl proveden s ohledem na pružnostně-lineární vazby u všech materiálů. Vezměte prosím na vědomí, že v případě axiálního a smykového zatížení je třeba ověřit kombinaci tohoto namáhání.

(2) V tomto výpočtu se počítá s tím, že pryskyřicový polštářek umožní plný kontakt s průřezem styčné plochy, a dřevo tak bude moci reagovat na tlak. V případě nevytvoření polštářku doporučujeme ověřit pouze kovovou vložku jako reagens a s geometrickými parametry vložky uplatnit vzorec:

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

(3) Je třeba poznamenat, že lepidla XEPOX se vyznačují charakteristickými pevnostmi ve smyku a tahu, které se v průběhu času nemění a jsou výrazně vyšší než pevnosti, které nabízí dřevěný materiál. Z tohoto důvodu se ověření torzní pevnosti styčných ploch provádí zhodnocením pouze dřevěné strany, přičemž totéž ověření se u lepidla považuje za vyhovující.

(4) Smykové napětí "τ" styčné plochy dřevo - lepidlo - ocel přenesené na dřevo se v případě paralelního nebo kolmého naklonění vzhledem k dřevěným vláknům vypočítá v jeho maximální hodnotě. Tato napětí jsou srovnávána s pevností ve smyku u dřeva, resp. s pevností ve valivém smyku (rolling shear). Měl by se rovněž zohlednit podíl transportního momentu $MT,ED_{T,ED}$ vyplývajícího z napětí ve smyku, pokud existuje.

- XEPOX je registrován jako ochranná známka Evropské unie č. 018146096.