XEPOX

KÉTKOMPONENSŰ EPOXIRAGASZTÓ

VIDEO

CE EN 1504-4

MEGBÍZHATÓ

Tartósságát tanúsítja, hogy már 30 éve használják faszerkezetek építésénél.

NAGY TELJESÍTMÉNYŰ

Kiváló teljesítményt nyújtó, kétkomponensű epoxiragasztó. A ragasztó rendkívül jó ellenállásának köszönhetően az átlapolások ellenállása kizárólag a faanyagtól függ.

SOKOLDALÚ

Praktikusan és gyorsan használható patronos változatban, valamint 3 és 5 literes kiszerelésben, nagyobb kiterjedésű kötésekhez.

JELLEMZŐK

FOCUS	szerkezeti ragasztások
TÍPUSOK	rudakkal, illetve perforált vagy homokfúvott lemezekkel megvalósított kötések
TELJESKÖRŰ	5 termék, amely minden telepítési igénynek képes eleget tenni
ALKALMAZÁSOK	a viszkozitástól függően felvihető spricceléssel, ecsettel, becsorgatás útján vagy spatulával

VIDEO
Olvassa be a QR-kódot, és tekintse meg a videót a YouTube-csatornánkon

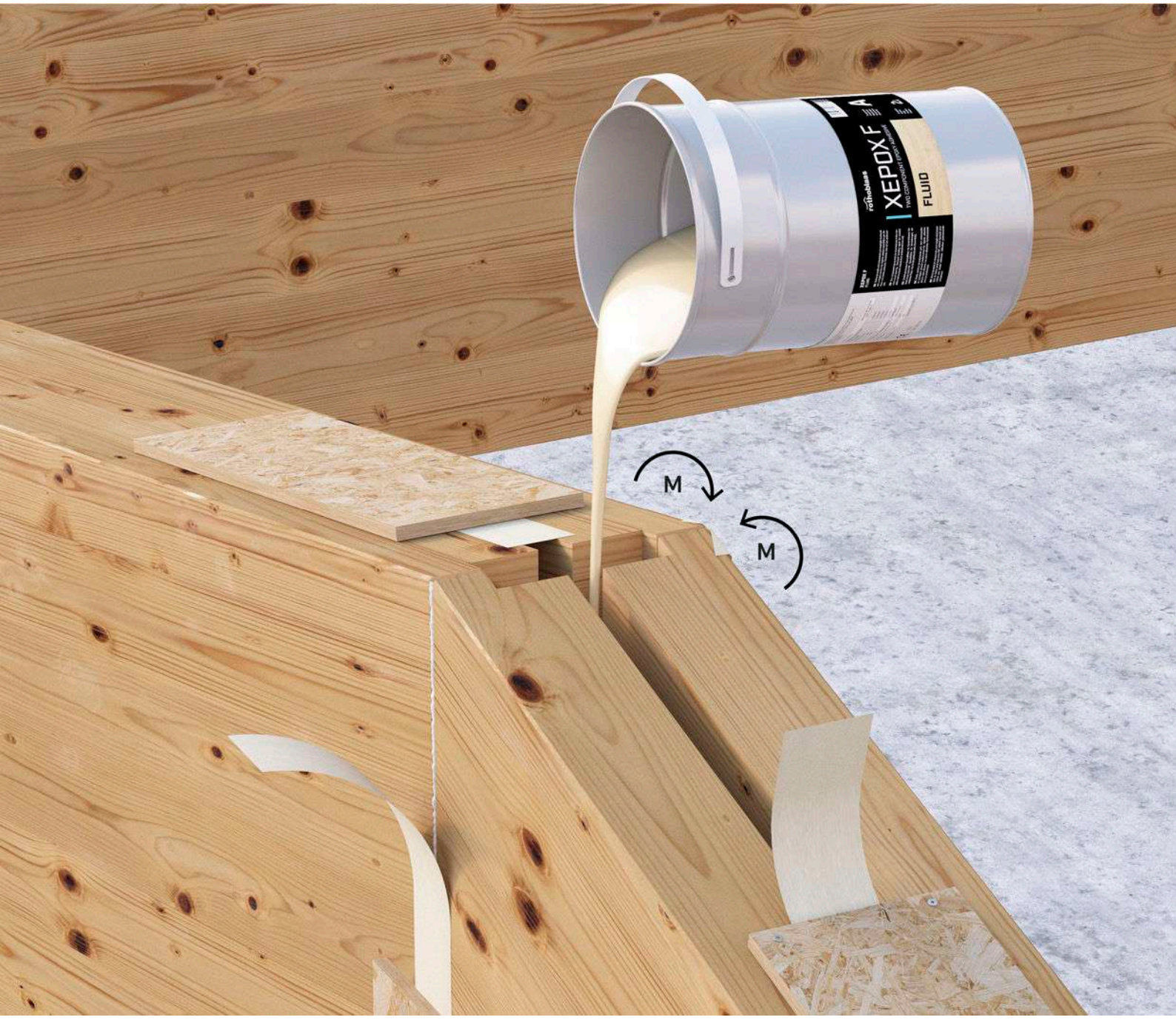
ANYAG

Kétkomponensű epoxiragasztó.

ALKALMAZÁSI TERÜLETEK

Nyírókötések, tengelyirányú hatás és nyomaték, amely a következőkön valósítható meg:

- tömörfa és laminált fa
- CLT
- beton



SZERKEZETI

Ideális többirányú merev kötések megvalósításához.

STATIKAI STABILIZÁLÁS

Alkalmazható a faanyag rekonstrukciójához, fémrudakkal vagy más anyagokkal kombinálva.

KÓDOK ÉS MÉRETEK

VÖDÖR

KÓD	leírás	tartalom [ml]	db.
XEPOXP3000	P – alapozó	A + B = 3000	1
XEPOXL3000	L – folyékony	A + B = 3000	1
XEPOXL5000		A + B = 5000	1
XEPOXF3000	F – fluid	A + B = 3000	1
XEPOXF5000		A + B = 5000	1
XEPOXG3000	G – gél	A + B = 3000	1

PATRON

KÓD	leírás	tartalom [ml]	db.
XEPOXF400	F – fluid	400	1
XEPOXD400	D – sűrű	400	1

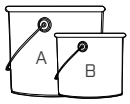
TOVÁBBI TERMÉKEK - TARTOZÉKOK

KÓD	leírás	db.
MAMDB	kinyomó pisztoly dupla patronokhoz	1
STINGXP	keverőcsőr	1

ALKALMAZÁSOK

XEPOX P – alapozó

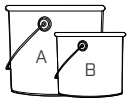
Nagyon alacsony viszkozitású kétkomponensű epoxiragasztó,nagyfokú nedvesítő hatás szén-vagy üvegszálas textillel történő szerkezeti erősítésnél. Alkalmazható homokfúvott lemezek védelmére is SA2,5/SA3 (ISO 8501) és FKP (Fiber Reinforced Polymers) betétek építéséhez is. Felvihető hengerrel, spricceléssel és ecsettel.
Eredeti, zárt csomagolásban, +5°C és +30°C közötti hőmérsékleten 36 hónapig tartható el.



Az A komponens besorolása: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2. A B komponens besorolása: Acute Tox. 4; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1;Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

XEPOX L – folyékony

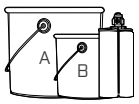
Kétkomponensű epoxi ragasztó, szerkezeti munkákhoz, nagyon híg, alkalmazható beöntve függőleges nagyon mély furatokba, és nagyméretű, rejtett kötésekhez kiterjedt bemarással, vagy, nagyon keskeny fugákhoz (1 mm vagy nagyobb), minden esetben a fugák előzetes lezárásával.
Önthető és befecskendezhető. Eredeti, zárt csomagolásban, +5°C és +30°C közötti hőmérsékleten 36 hónapig tartható el.



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

XEPOX F – fluid

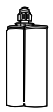
Kétkomponensű folyékony epoxi ragasztó, szerkezeti munkákhoz, a furatokba és bemarásokba injektálható, a fugák előzetes lezárása után. Ajánlott hajlított csatlakozók (Turrini-Piazza rendszer) fához erősítéséhez együttműködő fa-beton födémekben, mind új, mind már meglévő gerendákkal; a fa és fém közötti távolság kb. 2 mm vagy több. Becsorgatás a bemarások függőleges furataiba, a lemez vagy rúd alakú fémbetétek behelyezése után. Önthető és patronból befecskendezhető. Eredeti, zárt csomagolásban, +5°C és 30°C közötti hőmérsékleten 36 hónapig tartható el.



Az A komponens besorolása: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2. A B komponens besorolása: STOT RE 2; Skin Corr. 1A; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

XEPOX D – sűrű

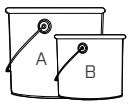
Kétkomponensű állékony (sűrű) epoxiragasztó, szerkezeti munkákhoz, alkalmazható mindenekelőtt vízszintes vagy függőleges furatokba injektálva ragasztott fagerendák, tömör fa, téglafal vagy vasbeton esetén.
Patronból befecskendezhető.
Eredeti, zárt csomagolásban, +5°C és +30°C közötti hőmérsékleten 36 hónapig tartható el.



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

XEPOX G – gél

Kétkomponensű epoxi ragasztó, szerkezeti munkákhoz, alkalmazható spatulával függőleges felületeken is, és jelentős vagy szabálytalan vastagságoknál is. Alkalmas kiterjedt farétegzésekhez, és szerkezeti erősítések ragasztásához üveg-vagy szénszálas szövettel, fa vagy fém lefogásához.
Spatulával kenhető. Eredeti, zárt csomagolásban, +5°C és +30°C közötti hőmérsékleten 36 hónapig tartható el.



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

MŰSZAKI JELLEMZŐK

Tulajdonság	Szabvány		XEPOX P	XEPOX L	XEPOX F	XEPOX D	XEPOX G
Fajsúly	**ASTM D 792-66**		≈ 1,10	≈ 1,40	≈ 1,45	≈ 2,00	≈ 1,90
Sztöchiometrikus keverési arány, térfogatban (A/B) [1]	-		100 : 50 [2]	100 : 50	100 : 50	100 : 50	100 : 50
Fazékidő 23 ± 2° 150 cc	**ERL 13-70**	[min]	-	50 ÷ 60	50 ÷ 60	50 ÷ 60	60 ÷ 70
A keverék eldolgozhatósági ideje	**ERL 13-70**	[min]	25 ÷ 30	25 ÷ 30	25 ÷ 30	25 ÷ 30	-
Felviteli hőmérséklet (max. 90% relatív páratartalom)	-	[°C]	10 ÷ 35	10 ÷ 35	10 ÷ 35	5 ÷ 40	5 ÷ 40
Javasolt vastagság	-	[mm]	0,1 ÷ 2	1 ÷ 2	2 ÷ 4	2 ÷ 6	1 ÷ 10
Normál tapadási feszültség σ	**EN 12188**	[N/mm^2]	21	27	25	19	23
Ferde nyírással szembeni ellenállás σ_0 50°	**EN 12188**	[N/mm^2]	94	70	93	55	102
Ferde nyírással szembeni ellenállás σ_0 60°	**EN 12188**	[N/mm^2]	106	88	101	80	109
Ferde nyírással szembeni ellenállás σ_0 70°	**EN 12188**	[N/mm^2]	121	103	115	95	116
Nyíróellenállás – tapadás τ	**EN 12188**	[N/mm^2]	39	27	36	27	37
Összenyomással szembeni egységes szakítószilárdság [3]	**EN 13412**	[N/mm^2]	83	88	85	84	94
Átlagos rugalmassági modulus, összenyomott állapotban	**EN 13412**	[N/mm^2]	3438	3098	3937	3824	5764
Hőtágulási együttható (a -20°C/+40°C tartományban)	**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}
Húzással szembeni egységes szakítószilárdság [4]	**ASTM D638**	[N/mm^2]	40	36	30	28	30
Átlagos rugalmassági modulus, húzás esetén[4]	**ASTM D638**	[N/mm^2]	3300	4600	4600	6600	7900
Hajlítással szembeni egységes szakítószilárdság [4]	**ASTM D790**	[N/mm^2]	86	64	38	46	46
Átlagos rugalmassági modulus, hajlítás esetén[4]	**ASTM D790**	[N/mm^2]	2400	3700	2600	5400	5400
Nyírással szembeni egységes szakítószilárdság (punch tool)[4]	**ASTM D732**	[N/mm^2]	28	28	28	19	25
Viszkozitás	-	[mPa·s]	A = 1100 B = 250	A = 2300 B = 800	A = 14000 B = 11500	A = 300000 B = 300000	A = 450000 B = 13000

MEGJEGYZÉS:

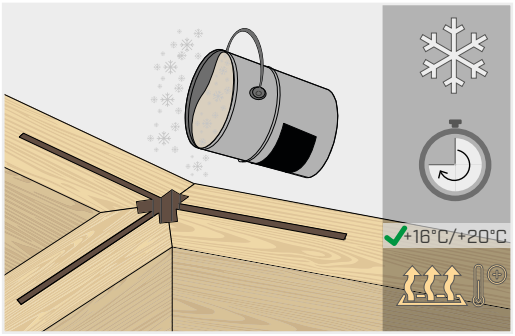
[1] A komponensek használatra készen, előre adagolt mennyiségben vannak csomagolva. Az arány a térfogatokra (nem a súlyra) vonatkozik.

[2] Érdemes egyszerre legfeljebb egy liter kikevert terméket használni. Az A és B komponensek aránya súlyban kb. 100:44,4.

[3] Átlagos érték a terhelési/tehermentesítési ciklusok végén.

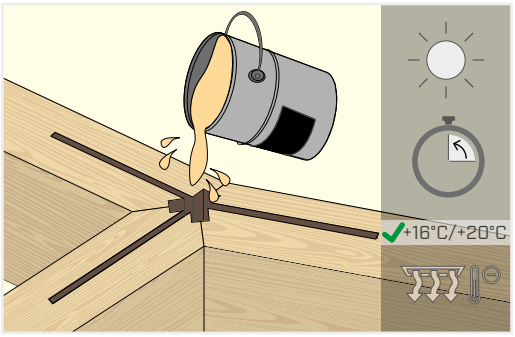
[4] A Politecnico di Milano „Collegamenti innovativi per elementi strutturali lignei" (Fa szerkezeti elemek innovatív csatlakozási megoldásai) című kutatási programjának teszteredményei.

ALKALMAZÁSI ÉS TÁROLÁSI HŐMÉRSÉKLET



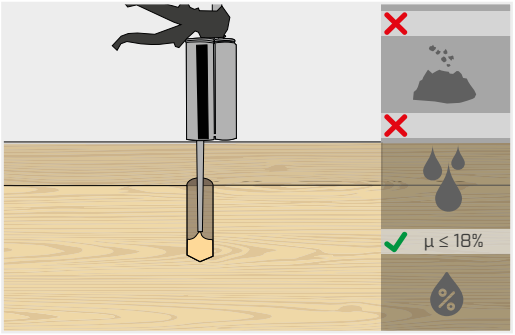
RAGASZTÓK TÁROLÁSA

Az epoxiragasztókat mérsékelt (kb + 16 °C / + 20 °C) kell tárolni mind télen, mind nyáron, a felhasználásuk pillanatáig. Ne tartsa őket hideg helyen, mert az növeli a ragasztók viszkozitását, és nehézzé válik a tubusból való kinyomása. Ne hagyja napsugárzásnak kitett helyen, mert a termék polimerizációs ideje nagyon lecsökken.



A RAGASZTÓK FELVITELE

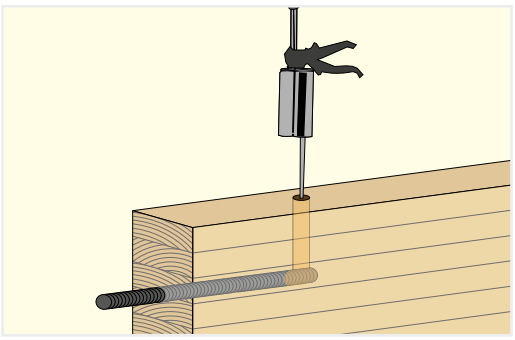
A javasolt felhasználási környezeti hőmérséklet > +10 °C. Ha a környezeti hőmérséklet ennél hidegebb, a használat előtt legalább egy órával fel kell melegíteni a csomagolásokat, vagy a termék becsorgatása előtt fel kell melegíteni a felviteli pontokat és a fémbetéteket. Ezzel szemben ha a hőmérséklet túl magas, a ragasztó becsorgását hűvösben, a nap legmelegebb időszakain kívül kell elvégezni.



FURATOK ÉS BEMARÁSOK KEZELÉSE

A ragasztó felhordása vagy beinjektálása előtt , a fában lévő furatok és üregek csapadéktól és a magas páratartalomtól védettek kell legyenek, és sűrített levegővel ki kell őket tisztítani. Ha a gyantázandó részek nedvesek vagy vizesek lennének, kötelező őket kiszárítani. A XEPOX ragasztók használata megfelelően kiszáradt fa esetén javasolt, azaz, amikor a fa nedvességtartalma hozzávetőlegesen kisebb, mint 18%.

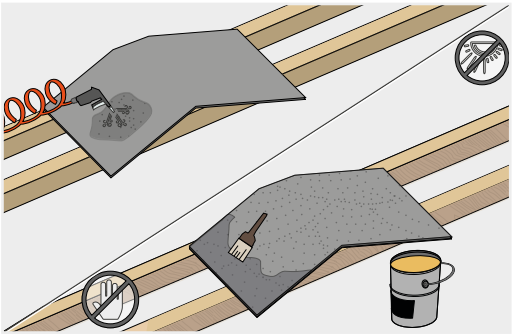
KÖTÉSEK RAGASZTOTT RUDAKKAL



GYANTÁZÁS

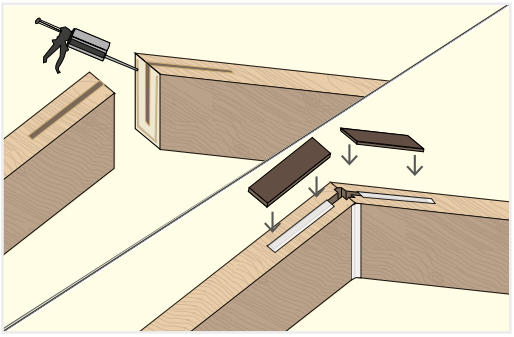
A rudakat alkalmazó kötések kialakíthatók extrúzió útján, kéttengelyes patronok használatával, mivel a gyanta mennyisége csekély. A befecskendezésre kerülő ragasztó mennyiségének szabályozása érdekében vágja le a csőr végét. Hosszú rudak ragasztása esetén javasoljuk, hogy alakítson ki a rúdra merőleges feltöltési furatokat.

NYOMATÉKKÖTÉSEK LEMEZEKKEL



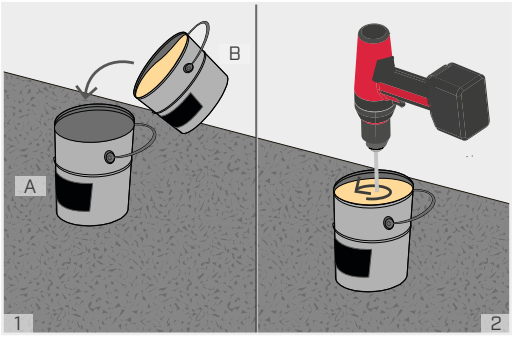
A FÉM TARTÓELEM ELŐKÉSZÍTÉSE

A kötési szerkezetek fémbetétjeinek tisztának és zsírmentesek kell lenniük. A sima lemezeket perforálással vagy SA2,5 / SA3 fokozatú szemcseszórással kell kezelni, majd manuálisan egy réteg XEPOX P felvitelével kell védeni őket az oxidálódással szemben. A fém felületeket védeni kell a közvetlen napsugárzástól, főleg a meleg hónapokban.



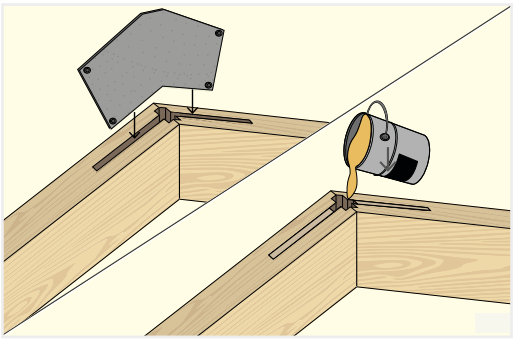
A FA TARTÓELEM ELŐKÉSZÍTÉSE

A függőleges sarkok közelében helyezzen fel folyamatos
papír ragasztócsíkokat, kb. 2–3 mm-re a saroktól. Ezt követően vigyen fel egy megszakítatlan csík szilikon-acetátot, és fejtsen ki nyomást rá úgy, hogy a szalag által védett felületekhez is hozzátapadjon. A ferde helyzetű elemek külső oldalán található bemarások szigeteléséről lécekkel vagy fatáblákkal kell gondoskodni, úgy, hogy csak a bemarások legvége maradjon szabadon, a legmagasabb ponton, ahol be lehet önteni a ragasztót.



A TERMÉK ELŐKÉSZÍTÉSE

A vödrökben lévő termék felhasználásához öntse a keményítőszert (B komponens) az epoxigyantát (A komponens) tartalmazó vödörbe. Keverje erőteljesen össze a két különböző színű komponenst. Javasoljuk, hogy használjon megfelelő, elektromos eszközre szerelt dupla spirálos keverőszárat (alternatív megoldásként használható fém habverőt), amíg a keverék homogén színű nem lesz. A kész keveréket öntse a megfelelő helyre.
Annak érdekében, hogy az anyag eloszlása a hosszabb résekben is egyenletes legyen, öntse azt közvetlenül a keveréshez használt vödörből (öntéses módszer esetén), vagy egy spatula segítségével vegye fel és oszlassa el a terméket.



GYANTÁZÁS

Javasolt az érintkezési rendszer működőképességének további biztosítása érdekében a fa szerkezeti elemek fejrészének területén egy megfelelő bemarás segítségével ragasztóból egy „hasznos" puffert kialakítani. A fémbetétek és a fa közötti távolság javasolt vastagsága oldalanként 2–3 mm. Biztosítandó, hogy a betétek helyzete a bevágásokon belül megfelelő legyen, javasoljuk, hogy a XEPOX P-vel biztosított védelem polimerizációja szakaszában helyezzen fel távtartó alátéteket a betétekre.

XEPOX EPOXIRAGASZTÓK

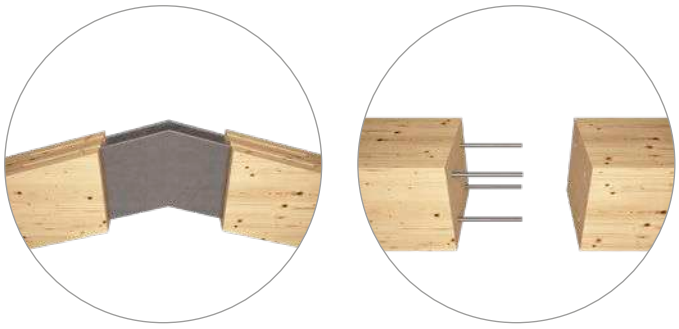
A FAELEMEK KÖZÖTTI KÖTÉSEKHEZ KIFEJLESZTETT, NAGY MÚLTÚ TERMÉKCSALÁD, AMELY KÉPES OPTIMÁLIS MÓDON HELYREÁLLÍTANI AZ ELLENÁLLÁST ÉS A MEREVSÉGET.

A XEPOX epoxiragasztók kétkomponensű gyanták, amelyek összetételét kifejezetten úgy alakították ki, hogy behatoljanak a fa mikroszerkezetébe és nagyon hatékonyan hozzátapadjanak, valamint hogy csökkenteni tudják a gyantákra jellemző kristályosodást.
Az A és a B komponens összekeverése exoterm reakció (hőfejlődéssel jár), és a megkeményedés után háromdimenziós szerkezetet alkot, amely kiváló tulajdonságokkal rendelkezik: időbeli tartósság, interakció a hiányzó nedvességgel, optimális hőstabilitás, nagy fokú merevség és ellenállás.
Az összetétel minden egyes kémiai vagy ásványi elemének speciális szerepe van, és mind együttműködnek a ragasztó teljesítményjellemzőinek elérése érdekében.

ALKALMAZÁSI TERÜLETEK

A különböző viszkozitású XEPOX termékek sokoldalúan használhatók különböző kötéstípusokhoz, legyen szó akár új építményekről, akár szerkezeti helyreállításról. Acéllal, különösen homokfúvott vagy perforált lemezekkel, valamint rudakkal együtt használva nagy fokú ellenállást tesznek lehetővé, kis vastagság mellett is.

1. FOLYTONOSSÁGOT BIZTOSÍTÓ NYOMATÉKKÖTÉS



2. KÉT- VAGY HÁROMUTAS CSATLAKOZÁSOK

3. FAELEMEN BELÜLI KÖTÉS

4. A LEROMLOTT ÁLLAPOTÚ RÉSZEK FELÚJÍTÁSA

ESZTÉTIKAI JAVÍTÁSOK

A patronos kiszerelés révén használható esztétikai javításokhoz és kis mennyiséget igénylő ragasztásokhoz is.

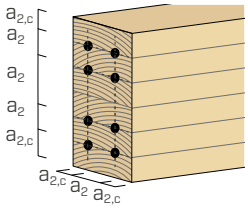
KÖTÉSEK RAGASZTOTT RUDAKKAL

A DIN 1052:2008 szabványban és a CNR DT 207:2018 olasz szabványokban szereplő jelölések vannak feltüntetve.

MINIMÁLIS TÁVOLSÁGOK RUDANKÉNT

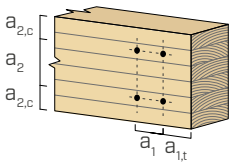
HÚZÁS
A rosthoz // ragasztott rudak

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



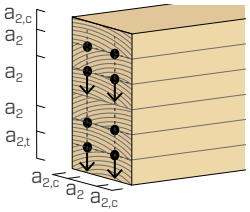
HÚZÁS
A rosthoz ⊥ ragasztott rudak

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



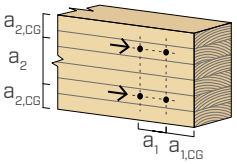
NYÍRÁS
A rosthoz // ragasztott rudak

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



NYÍRÁS
A rosthoz ⊥ ragasztott rudak

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



A minimális beillesztési távolság a következő módon számítható ki:

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

SZÁMÍTÁSI MÓD

SZAKÍTÓSZILÁRDSÁG

Egy d átmérőjű rúd húzószilárdsága a következő módon számítható ki:

$$R_{ax,d} = min \begin{cases} f_{yd} \cdot A_{res} & \text{az acél szakítószilárdsága} \\ \pi \cdot d \cdot l \cdot f_{v,d} & \text{a fa nyírással szembeni szilárdsága} \\ f_{t,0,d} \cdot A_{eff} & \text{a fa húzással szembeni szilárdsága} \end{cases}$$

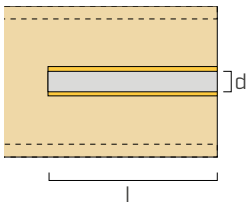
A tényleges terület egy fa négyzetnek felel meg, amelynek egy oldala legfeljebb 6d; a terület az elemek közötti vagy a széltől való kisebb távolság miatt csökken.

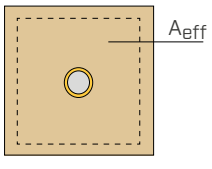
f_{yd} = az acél tervezési szilárdsága

$f_{t,0,d}$ = a fa tervezési szilárdsága húzással szemben

A ragasztás nyíróellenállása ($f_{v,k}$) a beillesztési hossztól függ

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





a rosthoz képest bezárt dőlésszög (α) alapján:

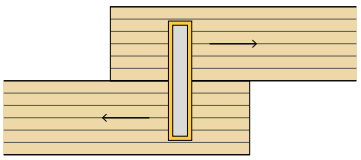
$$f_{v,\alpha,k} = f_{v,k} \cdot (1{,}5 \cdot sin^2\alpha + cos^2\alpha)$$

NYÍRÓELLENÁLLÁS

Egy rúd nyírással szembeni ellenállását Johansen ismert, a csapokra vonatkozó képleteivel lehet kiszámítani, a következők figyelembevételével.

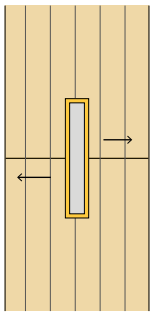
A rostirányhoz képest merőlegesen ragasztott rudak esetében a palástnyomással szembeni ellenállás akár 25%-kal növekedhet.

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



A rostiránnyal párhuzamosan ragasztott rudak palástnyomással szembeni ellenállása a rostirányhoz képest merőleges értéknek 10%-a.

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



A kábelhatás a ragasztásnak a kihúzással szembeni ellenállásaként értelmezhető (b szakadás).
Az α szögben ragasztott rúd ellenállását az α 0° és 90° közötti értékére vonatkozó ellenállások lineáris interpolációjával kaphatjuk meg.

KÍSÉRLETEZÉS

Az alábbiakban egy XEPOX ragasztóval ragaszott rúd kihúzására vonatkozó számítást vetünk össze a bieli egyetemen végzett vizsgálatok eredményével, megmérve a vizsgálat és a számítás eredménye közötti túlterhelhetőségi tényezőt. Ez megmutatja a meglévő biztonsági tartalékot: felhívjuk azonban a figyelmet arra, hogy a vizsgálatból származó érték nem jellemző érték, és hogy nem szabad a tervezés során használati értékként értelmezni.

GEOMETRIAI ADATOK

A mintadarab oldalának hossza	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	

Az acél szakítószilárdsága	162,9	kN
A fa nyírással szembeni szilárdsága	29,0	kN
A fa húzással szembeni szilárdsága	146,2	kN
$R_{ax,d}$ = tervezési tengelyirányú ellenállási hatás	29,0	kN
$R_{ax,d}$ = átlagos kísérleti tengelyirányú ellenállási hatás	96,3	kN
f = túlterhelhetőségi tényező	3,3	

MEGJEGYZÉS:

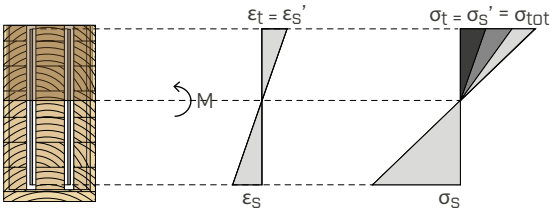
A húzószilárdságot a vizsgálathoz használt mintadarabok átlagos sűrűsége alapján állapították meg.

A számítások során figyelembe vették a k_{mod} és az γ_M értékét az EN 1995 1-1 szerint, továbbá a γ_{M0} értékét az EN 1993 1-1 szerint.

NYOMATÉKKÖTÉSEK LEMEZEKKEL

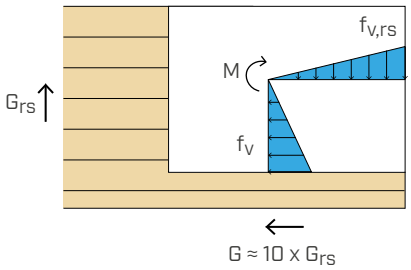
SZÁMÍTÁSI MÓD | FEJRÉSZ

A nyomaték és a tengelyirányú hatás miatti igénybevételeket a keresztmetszet anyagainak homogénként való kezelésével, valamint a sík keresztmetszetek megőrzésének feltételezésével állapítjuk meg. A nyírási igénybevételt kizárólag a lemezek nyelik el. Ellenőrizni kell a fának a bemarásokon kívüli keresztmetszetét érő igénybevételt is.



SZÁMÍTÁSI MÓD | A NYOMATÉK ELOSZLÁSA AZ ACÉL–RAGASZTÓ–FA ÉRINTKEZÉSI FELÜLETÉN

A nyomaték (és az igénybevétel) annyifelé oszlik, ahány érintkezési felület van; figyelembe kell venni a súlypont körüli poláris másodrendű nyomatékot, valamint a fa különböző merevségeit. Így megkapjuk a rostirányhoz képest merőleges és párhuzamos irányú maximális tangenciális feszültségeket, amelyeket egymással való interakciójukban is ellenőrizni kell.



A betét közepére ható poláris másodrendű nyomaték a súlyponthoz képest, a fa nyírási moduljai szerint súlyozva:

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

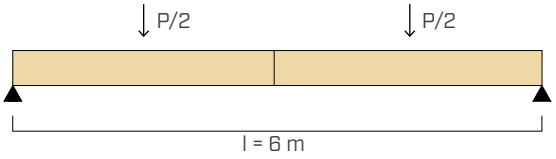
A tangenciális erőhatások kiszámítása és kombinált ellenőrzés:

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

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

KÍSÉRLETEZÉS

Az alábbiakban két XEPOX ragasztóval megvalósított nyomatékkötésre vonatkozó számítást vetünk össze a Politecnico di Milanóban végzett 4 pontos hajlítási vizsgálat eredményével. Megállapítjuk vizsgálat és a számítás közötti **túlterhelhetőségi tényezőt**, amely megmutatja, hogy megfelelő biztonsági tartalék van a kötések számításában. A vizsgálatból származó érték nem **jellemző érték, és nem szabad a tervezés során használati értékként értelmezni.**



MAGYARÁZAT:

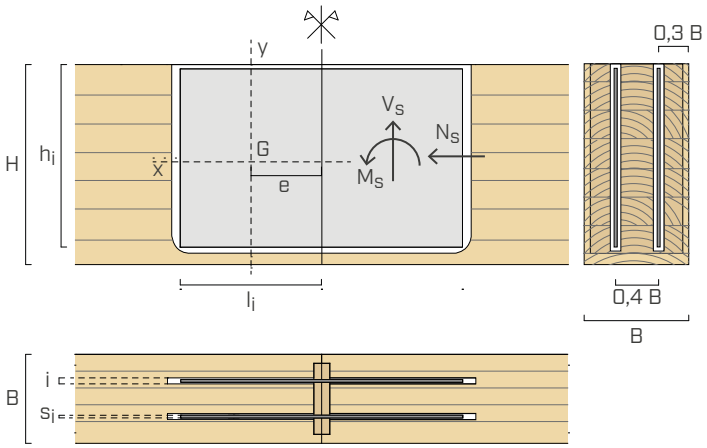
B	a gerenda alapja
H	a gerenda magassága
α_1	a gerendák által bezárt dőlésszög
n_i	a betétek száma
S_i	a fémbetétek vastagsága
h_i	a fémbetétek magassága
l_i	a fémbetétek beillesztési hossza
A_i	a fél betét felülete
e	a lemez súlypontja és a kötésfej közötti excentricitás
B_n	a gerenda szélessége a bemarások nélkül

σ_t	maximális nyomási feszültség a fában
σ_s'	maximális nyomási feszültség az acélban
σ_s	maximális húzási feszültség az acélban
σ_{tm}	maximális hajlítási igénybevétel a fában
$\tau_{max,hor}$	maximális vízszintes tangenciális igénybevétel
$\tau_{max,vert}$	maximális függőleges tangenciális igénybevétel
$f_{v,d}$	nyíróellenállás a rostiránnyal párhuzamosan
$f_{v,rs,d}$	nyíróellenállás a rostirányra merőlegesen
$k_{c,90}$	paraméter az EC 1995 1-1 szabványból

1. PÉLDA | FOLYTONOSSÁGOT BIZTOSÍTÓ KÖTÉS

A CSOMÓPONT GEOMETRIÁJA: GERENDA ÉS LEMEZEK

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			



ANYAGOK ÉS TERVEZÉSI ADATOK

Acél osztálya	**S275**
γ_{M0}	1
A fa osztálya	**GL24h**
k_{mod}	1,1
$\gamma_{M\ timber}$	1,3

SA2,5/SA3 fokozatú szemcseszórással (ISO8501) kezelt fémbetétek.

A XEPOX ALKALMAZÁSA

A betétek oxidációval szembeni védelme a **XEPOX P** segítségével. A **XEPOX F** vagy a **XEPOX L** ragasztó használata.

ELLENŐRZÉSEK

M_d	tervezési alkalmazott nyomaték	**54,3**	**kNm**

A KÖTÉSFEJ ELLENŐRZÉSE[1], [2]		ellenőrzési %
σ_t	10,6 MPa	53 %
$\sigma_{s'}$	185,8 MPa	68 %
σ_s	274,9 MPa	100 %

A FA KERESZTMETSZET ELLENŐRZÉSE A BEMARÁSOK NÉLKÜL		ellenőrzési %
σ_{tm}	14,1 MPa	70 %

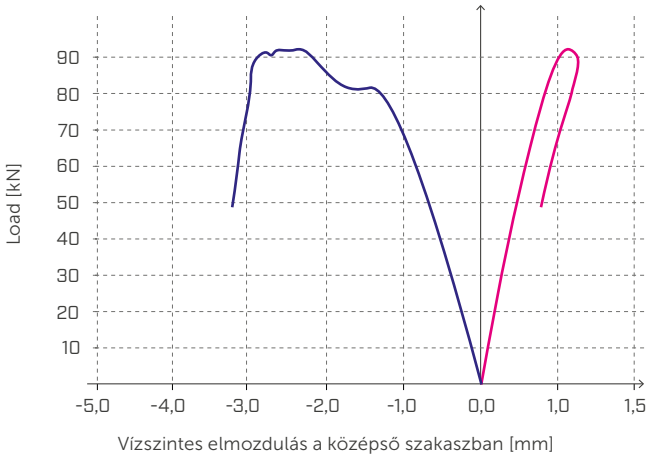
AZ ÉRINTKEZÉSI FELÜLETEKET ÉRŐ MAXIMÁLIS TANGENCIÁLIS FESZÜLTSÉG ELLENŐRZÉSE[3], [4]		ellenőrzési %
J_p*	$8{,}56*10^{11}$ Nmm^2	
$\tau_{max,hor}$[3]	1,7 MPa	57 %
$\tau_{max,vert}$[3]	0,2 MPa	20 %
kombinált ellenőrzés		60 %

$M_d = M_{Rd}$	alkalmazott nyomaték = tervezett ellenálló nyomaték	**54,3**	**kNm**
M_{TEST}	ellenálló nyomaték a teszt alapján	**94,1**	**kNm**
f	túlterhelhetőségi tényező	**1,7**	

ERŐKET ÁBRÁZOLÓ GRAFIKON – ELMOZDULÁS

A feszített és összenyomott rostok vízszintes elmozdulása a középvonalon.

A grafikon a feszítés alatt álló rostok legnagyobb elmozdulását illusztrálja, és igazolja azt a számítási hipotézist, amely szerint a fa az összenyomásra a fémbetétekkel együtt reagál, a semleges tengely felfelé történő elmozdításával.

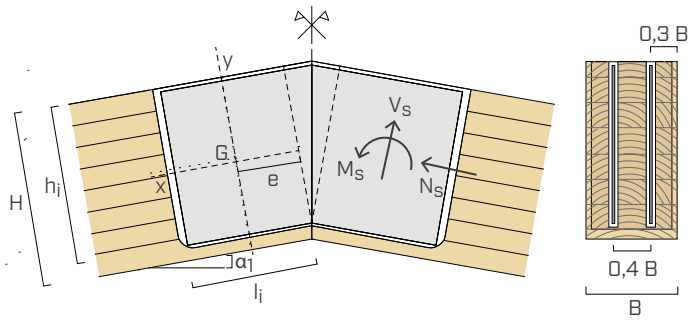


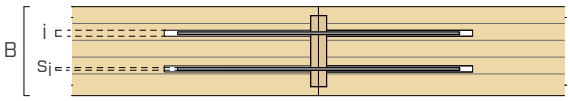
FELSŐ SÁV
ALSÓ SÁV

2. PÉLDA: TÉRDKÖTÉS

A CSOMÓPONT GEOMETRIÁJA: GERENDA ÉS LEMEZEK

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			





ANYAGOK ÉS TERVEZÉSI ADATOK

Acél osztálya	**S275**
γ_{M0}	1
A fa osztálya	**GL32c**
k_{mod}	1,1
$\gamma_{M\ timber}$	1,3

SA2,5/SA3 fokozatú szemcseszórással (ISO8501) kezelt fémbetétek.

A XEPOX ALKALMAZÁSA

A betétek oxidációval szembeni védelme a **XEPOX P** segítségével. A **XEPOX F** vagy a **XEPOX L** ragasztó használata.

ELLENŐRZÉSEK

M_d	tervezési alkalmazott nyomaték	**63,5**	**kNm**

A KÖTÉSFEJ ELLENŐRZÉSE[1], [2]		ellenőrzési %
$k_{c,90}$[A]	1,75	
σ_c	12,7 MPa	100 %
$\sigma_{s'}$	180,7 MPa	66 %
σ_s	262,0 MPa	95 %

A FA KERESZTMETSZET ELLENŐRZÉSE A BEMARÁSOK NÉLKÜL		ellenőrzési %
σ_t	16,7 MPa	62 %

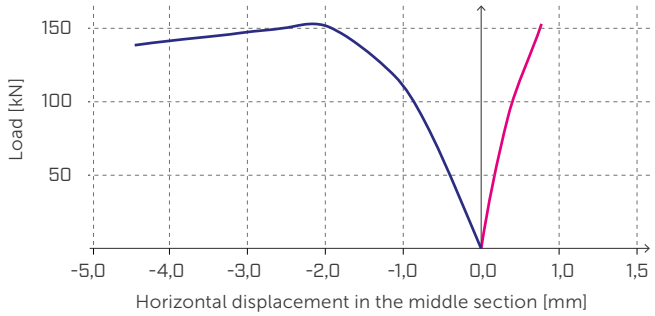
AZ ÉRINTKEZÉSI FELÜLETEKET ÉRŐ MAXIMÁLIS TANGENCIÁLIS FESZÜLTSÉG ELLENŐRZÉSE[3], [4]		ellenőrzési %
J_P*	$1{,}52*10^{12}$ Nmm^2	
$\tau_{max,hor}$[3]	1,1 MPa	38 %
$\tau_{max,vert}$[3]	0,2 MPa	21 %
kombinált ellenőrzés		43 %

$M_d = M_{Rd}$	alkalmazott nyomaték = tervezett ellenálló nyomaték	**63,5**	**kNm**
M_{TEST}	ellenálló nyomaték a teszt alapján	**131,8**	**kNm**
f	túlterhelhetőségi tényező	**2,1**	

ERŐKET ÁBRÁZOLÓ GRAFIKON – ELMOZDULÁS

A feszített és összenyomott rostok vízszintes elmozdulása a középvonalon.

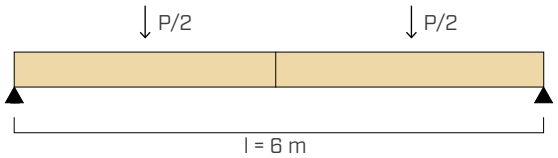
A grafikon a feszítés alatt álló rostok legnagyobb elmozdulását illusztrálja, és igazolja azt a számítási hipotézist, amely szerint a fa az összenyomásra a fémbetétekkel együtt reagál, a semleges tengely felfelé történő elmozdításával.



FELSŐ SÁV
ALSÓ SÁV

A KÖTÉSEK MEREVSÉGE

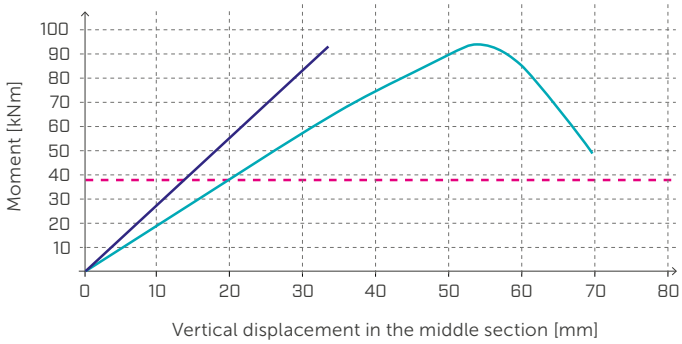
A XEPOX ragasztókkal megvalósított nyomatékkötések optimális merevséget biztosítanak a csatlakoztatott elemek számára. Ennek igazolására összevetjük egy toldás nélküli, azonos fesztávolságú, keresztmetszetű és teherbírású gerendára vonatkozó, analitikus számításból nyert megereszkedési értékeket az 1. számítási példából nyert kísérleti adatokkal.



Ahhoz, hogy a rendelkezésre álló kísérleti adatokból megállapíthassuk a megereszkedés referenciaértékét, meg kell határozni az üzemi terhelést. Ehhez felhasználhatjuk az 1. számítási példában szereplő gerendára vonatkozóan kiszámított ellenálló nyomaték értékét, az 54,5 kNm-t, amely ideális módon megfelel a végső határállapothoz elfogadható maximális igénybevételnek. Ebből az adatból kiindulva és a gerendát érő terhelést életszerűen elosztva, valamint a terhelések erősítési együtthatóit a referencianormák szerint alkalmazva meg lehet határozni az üzem során fellépő maximális igénybevételi nyomatékot.
Egy sík fa tetőt feltételezve, amelyre nem lehet rámenni, a következő terheléseket határozzuk meg.
$p = 1{,}5\ kN/m^2$; $q = 1{,}5\ kN/m^2$
Ebben a hipotézisben a legkedvezőtlenebb üzemi feltételek kombinációja esetén a teljes terhelés a végső határállapotra jellemző terhelés kb. 70%-a.
Ebből következően az üzem során ható maximális nyomaték értéke 54,3 x 0,7 = 38 kNm, ami a toldás nélkül gerenda esetében azonnali 13 mm-es megereszkedést eredményez, míg a kísérleti úton mért megereszkedés értéke 19 mm. Az üzemi függőleges elmozdulás növekedése ez alapján: l/1050.

NYOMATÉKOKAT ÁBRÁZOLÓ GRAFIKON – ELMOZDULÁS

GERENDA XEPOX RAGASZTÓVAL KIALAKÍTOTT KÖTÉSSEL
FOLYTONOS GERENDA
MAXIMÁLIS ÜZEMI NYOMATÉK



MEGJEGYZÉS:

(A) A $k_{c,90}$ egy olyan tényező, amely a Hankinson-féle képletben (EC 1995-1-1, 6.1.5. pont) módosítja a fa nyomással szembeni ellenállását az erőhatás és a szálirány által bezárt szög alapján. A képlet azonban nem veszi figyelembe a fa üregeit kitöltő gyanta stabilizáló hatását a fa rostjaira; a tervező szabadon eldöntheti, hogy növeli-e ezt a tényezőt.

(1) A keresztmetszet kiszámítása az összes anyag rugalmas-lineáris kapcsolatainak figyelembe vételével történt. Szem előtt kell tartani, hogy tengelyirányú és nyíróterhelések esetén ellenőrizni kell ezen erőhatások kombinációját.

(2) Ebben a számításban figyelembe vesszük, hogy a „gyantapuffer" lehetővé teszi a felülettel való teljes érintkezést, ezért a fa képes reagálni az összenyomásra. Ha nem használnak puffert, javasolt ellenőrzést végezni a fémbetéttel mint reagáló elemmel, a betét geometriai paramétereit alkalmazva a következő képletben:

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

(3) Hangsúlyozni kell, hogy a XEPOX ragasztók a faanyag ellenálló képességéhez képest lényegesen jobb húzással és nyírással szembeni ellenállási jellemzőkkel rendelkeznek, amelyek az idő múlásával sem változnak. Ezért, a felületek torziós ellenállásának ellenőrzése csak a fa oldal értékelésével készül, úgy tekintve hogy a ragasztó részéről az ellenőrzés megfelelő.

(4) A fa–ragasztó–acél érintkezési felületének a fának átadott „τ" nyírófeszültsége annak maximális értékében kerül kiszámításra, a fa rostszálaihoz képest párhuzamos vagy merőleges dőlés esetén. Ezeket a feszültségeket összevetjük a fa nyíróellenállásával, illetve a nyíró-rugalmassági („rolling shear") ellenállással. Az itt elvégzett számításnak figyelembe kell vennie a nyírási igénybevételből származó szállítási nyomaték ($M_{T,Ed}$, amennyiben jelen van) értékét.

Hangsúlyozni kell, hogy a számítások során figyelembe vették a k_{mod} és az γ_M értékét az EN 1995 1-1 szerint, továbbá a γ_{M0} értékét az EN 1993 1-1 szerint.