

KLEJ EPOKSYDOWY DWUSKŁADNIKOWY

NIEZAWODNY

O jego trwałości świadczy 35 lat użytkowania w budownictwie drewnianym. Dostępny w tubie 400 ml do praktycznego i szybkiego użycia, w pojemnikach 3-litrowych i 5-litrowych do potąceń o większych rozmiarach.

WYDAJNY

Klej epoksydowy dwuskładnikowy wysokowydajny. Umożliwia wykonanie połączenia o sztywności niemożliwej do osiągnięcia przy użyciu mechanicznych systemów potąceń.

UŻYTKOWANIE CODZIENNE

Nadaje się również do użytku codziennego, na przykład do napraw, wypełniania otworów lub odnawiania uszkodzonych części drewna.



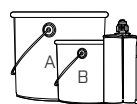
VIDEO



CALCULATION
TOOL

CE
EN 1504-4

FORMATY



w wiadrach o pojemności 3 i 5
litrów lub kartuszach o pojemności
400 ml

ZASTOSOWANIE

do nakładania natryskowego, pędzlem, za pomocą pistoletu, przez rozlewanie lub szpachlę, w zależności od lepkości

WIDEO

Zeskanuj kod QR i obejrzyj film
na naszym kanale YouTube



POLA ZASTOSOWAŃ

Potączenia klejone ptyt, belek, stópów, ściągów i ukośnic.

Stosowanie z prętami.

Stosowanie w potączeniu z płytkami klejonymi w celu wykonania sztywnych potąceń na ścianie, moment i siły osiowe.

Naprawa lub wzmocnienie zniszczonych elementów drewnianych.



KONSTRUKCYJNY

Doskonały do realizacji wielokierunkowych połączeń sztywnych z płytkami lub prętami klejonymi.

ZESCALANIE STATYCZNE

Stosowany w rekonstrukcji elementów drewnianych w połączeniu z prętami metalowymi i innymi materiałami.

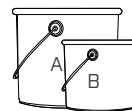
KODY I WYMIARY

XEPOX P - podkład

Klej epoksydowy dwuskładnikowy o bardzo niskiej lepkości oraz dużych właściwościach zwilżających, przeznaczony do wzmocnień konstrukcyjnych wykonywanych z włókien węglowych lub szklanych. Używany do zabezpieczenia blach piaskowych SA2,5/SA3 (ISO 8501) oraz do wykonania elementów wpuszczanych FRP (Fiber Reinforced Polymers). Do nakładania wałkiem, natryskowo lub pędzlem.

KOD	opis	zawartość [ml]	opakowanie	szt.
XEPOXP3000	P - podkład	A + B = 3000	wiaderka	1

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

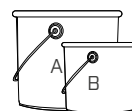


XEPOX L - ciecz

Klej epoksydowy dwuskładnikowy o bardzo płynnej konsystencji, przeznaczony do zastosowań konstrukcyjnych, aplikowany do bardzo głębokich otworów pionowych, a także do potąceń krytych elementów z rozległym frezowaniem lub szerokimi fugami (1 mm lub więcej). Przed użyciem zawsze należy bardzo dokładnie uszczelnić fugi. Do wylewania i wstrzykiwania.

KOD	opis	zawartość [ml]	opakowanie	szt.
XEPOXL3000	L - ciecz	A + B = 3000	wiaderka	1
XEPOXL5000	L - ciecz	A + B = 5000	wiaderka	1

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



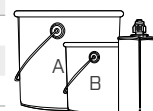
XEPOX F - płyn

Klej epoksydowy dwuskładnikowy o konsystencji płynnej do zastosowań konstrukcyjnych, aplikuje się wstrzykując do otworów i gniazd frezów, po uprzednim uszczelnieniu fug. Często stosowany do przytwierdzania do drewna łączników giętych (system Turrini-Piazza) w stropach współpracujących drewniano-betonowych, zarówno do belek nowych, jak i istniejących. Odległość między metalem a drewnem powinna wynosić ok. 2 mm lub więcej. Do wylewania i wstrzykiwania (z tuby).

KOD	opis	zawartość [ml]	opakowanie	szt.
XEPOXF400⁽¹⁾	F - płyn	400	kartusz	1
XEPOXF3000	F - płyn	A + B = 3000	wiaderka	1
XEPOXF5000	F - płyn	A + B = 5000	wiaderka	1

⁽¹⁾ 1 końcówka mieszająca STINGXP dołączona do każdego kartusza XEPOXF400

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



XEPOX D - gęsty

Klej epoksydowy dwuskładnikowy tiksotropowy (gęsty) do zastosowań konstrukcyjnych. Aplikowany poprzez wstrzykiwanie przede wszystkim do otworów poziomych lub pionowych wykonanych w belkach z drewna klejonego, litego, w ścianach murowanych i w betonie zbrojonym.

Do wstrzykiwania (z tuby).

KOD	opis	zawartość [ml]	opakowanie	szt.
XEPOXD400⁽¹⁾	D - gęsty	400	kartusz	1

⁽¹⁾ 1 końcówka mieszająca STINGXP dołączona do każdego kartusza XEPOXD400

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

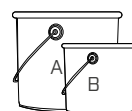


XEPOX G - żel

Klej epoksydowy dwuskładnikowy w żelu do zastosowań strukturalnych. Do nakładania szpachlą na powierzchniach pionowych oraz w przypadku, gdy wymagane są warstwy o dużej grubości lub nieregularne. Odpowiedni do sklepania bardzo rozległych powierzchni drewnianych oraz do wzmocnień konstrukcji z użyciem włókien szklanych lub węglowych, a także do powlekania (element pośredni) drewna i metalu. Do nakładania szpachlą.

KOD	opis	zawartość [ml]	opakowanie	szt.
XEPOXG3000	G-żel	A + B = 3000	wiaderka	1

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



PRODUKTY UZUPEŁNIAJĄCE - AKCESORIA

KOD	opis	szt.
MAMDB	specjalny pistolet do kleju dwuskładnikowego	1
STINGXP	wymienna końcówka do kleju dwuskładnikowego	1

ZAKRES ZASTOSOWANIA

Mieszanka składników A i B powoduje reakcję egzotermiczną (wytwarzanie ciepła), a po utwardzeniu tworzy trójwymiarową strukturę o wyjątkowych właściwościach, takich jak: trwałość, brak interakcji z wilgocią, doskonała stabilność termiczna, duża sztywność i wytrzymałość.

Różne lepkości produktów XEPOX gwarantują wszechstronne zastosowanie do różnych typów połączeń, zarówno do konstrukcji nowych, jak i do rekonstrukcji. Zastosowanie w połączeniu ze stalą, w szczególności piaskowanymi lub perforowanymi płytkami oraz prętami, pozwala na uzyskanie wysokiej wytrzymałości w ograniczonych grubościach.

1. POŁĄCZENIE CIĄGŁE ZGINANE



2. POŁĄCZENIA DWU- LUB TRZYPUNKTOWE



3. POŁĄCZENIE DREWNIANE



4. RENOWACJA USZKODZONYCH ELEMENTÓW

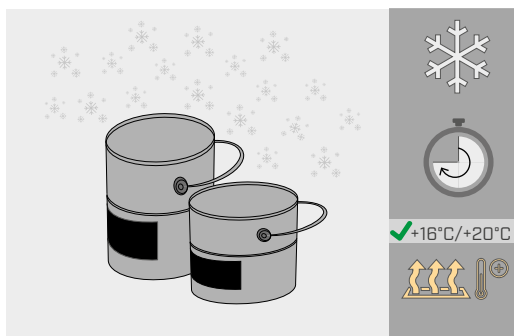


POPRAWA ESTETYKI

Pakowanie w tuby pozwala również na wykorzystywanie kleju do napraw estetycznych i klejenia z wykorzystaniem niewielkich jego ilości.



■ TEMPERATURA NAKŁADANIA I PRZECHOWYWANIA

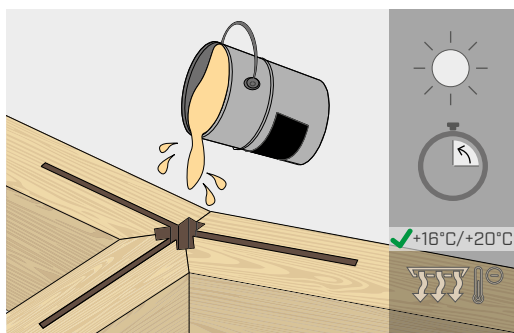


PRZECHOWYWANIE

Kleje epoksydowe muszą być przechowywane i magazynowane do czasu bezpośredniego użycia w umiarkowanej temperaturze, zarówno zimą, jak i latem (najlepiej ok. + 16°C / + 20°C).

Ekstremalne temperatury ułatwiają oddzielanie się poszczególnych składników chemicznych, zwiększając ryzyko nieprawidłowego wymieszania. Pozostawienie opakowań na słońcu znacznie skraca czas utwardzania produktu.

Temperatury przechowywania poniżej 10°C zwiększają lepkość klejów, co znacznie utrudnia ich wyciskanie lub rozlewanie.



NAKŁADANIE KLEJÓW

Temperatura otoczenia ma znaczący wpływ na czas utwardzania. Zaleca się wykonywanie klejenia strukturalnego w temperaturze otoczenia $T > +10^{\circ}\text{C}$, najlepiej ok. 20°C . Jeśli temperatura jest zbyt niska, opakowania należy podgrzać co najmniej godzinę przed użyciem, a przed przyłożeniem obciążenia należy odczekać dłuższy czas. W przypadku temperatur zbyt wysokich ($> 35^{\circ}\text{C}$), klejenie należy przeprowadzać w chłodnych miejscach, unikając najgorętszych godzin dnia, biorąc pod uwagę znaczne skrócenie czasu utwardzania. Jeśli powyższe instrukcje nie będą przestrzegane, istnieje ryzyko, że właściwości statyczne połączenia nie zostaną osiągnięte.



OTWORY I GNIAZDA FREZOWE

Przed nałożeniem kleju, otwory i nacięcia wykonane w drewnie należy zabezpieczyć przed wodą deszczową i wysoką wilgotnością powietrza oraz oczyścić sprężonym powietrzem.

Gdyby ścianki przeznaczone do klejenia okazały się mokre lub zawilgocone konieczne jest uprzednie ich osuszenie.

Stosowanie klejów XEPOX zalecane jest w przypadku drewna, o wilgotności poniżej 18%.

PARAMETRY TECHNICZNE

Właściwości	Norma		XEPOX P	XEPOX L	XEPOX F	XEPOX D	XEPOX G
Ciężar właściwy	ASTM D 792-66	[kg/dm ³]	≈ 1,10	≈ 1,40	≈ 1,45	≈ 2,00	≈ 1,90
Stosunek stechiometryczny objętościowy (A:B) ⁽¹⁾	-	-	100 : 50 ⁽²⁾	100 : 50	100 : 50	100 : 50	100 : 50
Lepkość (25°C)	-	[mPa·s]	A = 1100 B = 250	A = 2300 B = 800	A = 14000 B = 11000	A = 300000 B = 300000	A = 450000 B = 13000
Czas schnięcia (23 °C ± 2°C) ⁽³⁾	ERL 13-70	[min]	50 ÷ 60	50 ÷ 60	50 ÷ 60	50 ÷ 60	60 ÷ 70
Temperatura nakładania	-	[°C]	10 ÷ 35	10 ÷ 35	10 ÷ 35	10 ÷ 35	10 ÷ 35
Temperatura zeszklenia	EN ISO 11357-2	[°C]	66	61	59	57	63
Normalne naprężenie adhezyjne (wart. średnia) σ_0	EN 12188	[N/mm ²]	21	27	25	19	23
Wytrzymałość na ścinanie skośne przy ściskaniu pod kątem 50° $\sigma_{0,50^\circ}$	EN 12188	[N/mm ²]	94	69	93	55	102
Wytrzymałość na ścinanie skośne przy ściskaniu pod kątem 60° $\sigma_{0,60^\circ}$	EN 12188	[N/mm ²]	106	88	101	80	109
Wytrzymałość na ścinanie skośne przy ściskaniu pod kątem 70° $\sigma_{0,70^\circ}$	EN 12188	[N/mm ²]	121	103	115	95	116
Wytrzymałość na ściskanie ⁽⁴⁾	EN 13412	[N/mm ²]	95	88	85	84	94
Średni moduł sprężystości przy ściskaniu	EN 13412	[N/mm ²]	3438	3098	3937	3824	5764
Współczynnik rozszerzalności cieplnej ⁽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
Jednostkowe obciążenie zrywające rozciągania ⁽⁶⁾	ASTM D638	[N/mm ²]	40	36	30	28	30
Średni moduł sprężystości przy rozciąganiu ⁽⁶⁾	ASTM D638	[N/mm ²]	3300	4600	4600	6600	7900
Jednostkowe obciążenie zrywające zginania ⁽⁶⁾	ASTM D790	[N/mm ²]	86	64	38	46	46
Średni moduł elastyczny zginania ⁽⁶⁾	ASTM D790	[N/mm ²]	2400	3700	2600	5400	5400
Jednostkowe obciążenie zrywające ścinania (punch tool) ⁽⁶⁾	ASTM D732	[N/mm ²]	28	29	27	19	25

UWAGI

⁽¹⁾ Składniki pakowane są we wstępnie dozowanych ilościach, gotowe do użycia. Stosunek ten jest objętościowy i nie wagowy.

⁽²⁾ Zaleca się używanie jednorazowo nie więcej, niż jednego litra XEPOX P zmieszanego. Stosunek wagowy składników A:B wynosi około 100:44,4

⁽³⁾ Okres przydatności do użycia odnosi się do czasu wymaganego do dwukrotnego lub czterokrotnego zwiększenia początkowej lepkości mieszaniny. Jest to czas, w którym żywica pozostaje użyteczna po zmieszaniu z utwardzaczem. Różni się on od working life, który jest czasem dostępnym dla operatora na aplikację i obróbkę żywicy (ok. 25-30 min).

⁽⁴⁾ Średnia wartość (z 3 przeprowadzonych prób) na koniec cykli obciążania/odciążania.

⁽⁵⁾ Współczynnik rozszerzalności cieplnej w zakresie od -20°C do +40°C, zgodnie z normą UNI EN 1770.

⁽⁶⁾ Średnia wartość z prób przeprowadzonych w ramach kampanii badawczej: „Innowacyjne połączenia drewnianych elementów konstrukcyjnych” - Politechnika w Mediolanie.

• XEPOX jest zarejestrowany jako znak towarowy Unii Europejskiej nr 018146096.

■ POŁĄCZENIA Z PRĘTAMI KLEJONYMI

Podane zostały zalecenia zawarte w DIN 1052:2008 oraz we włoskich normach CNR DT 207:2018.

SPOSÓB OBLICZANIA | WYTRZYMAŁOŚĆ NA ROZCIĄGANIE

Wytrzymałość na rozciąganie pręta o średnicy d wynosi:

$$R_{ax,d} = \min \begin{cases} f_{y,d} \cdot A_{res} & \text{zerwanie pręta stalowego} \\ \pi \cdot d \cdot l_{ad} \cdot f_{v,d} & \text{zerwanie powierzchni styku drewno - klej} \\ f_{t,0,d} \cdot A_{eff} & \text{zerwanie od strony drewna} \end{cases}$$



gdzie:

$f_{y,d}$ wytrzymałość projektowa na płygnięcie pręta stalowego [N/mm²]

A_{res} powierzchnia wytrzymała pręta stalowego [mm²]

d średnica nominalna pręta stalowego [mm]

l_{ad} długość klejenia pręta stalowego [mm]

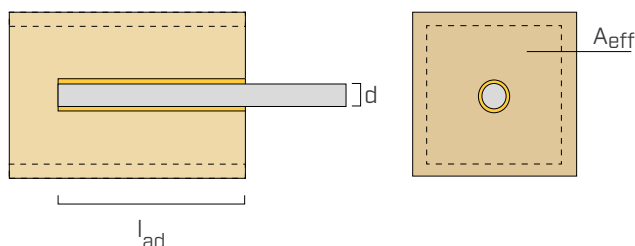
$f_{v,d}$ projektowa wytrzymałość klejenia na ścinanie [N/mm²]

$f_{t,0,d}$ projektowa wytrzymałość na rozciąganie równoległe do włókien drewna [N/mm²]

A_{eff} strefa efektywna zerwania drewna [mm²]



Strefa efektywna A_{eff} nie może być większa niż odpowiadająca kwadratowi drewna o boku $6 \cdot d$, a w każdym razie nie większa niż geometria efektywna.



Wytrzymałość charakterystyczna na ścinanie $f_{v,k}$ zależy od długości klejenia:

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

Dla kąta klejenia α względem kierunku włókien występuje:

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

SPOSÓB OBLICZANIA | WYTRZYMAŁOŚĆ NA ŚCINANIE

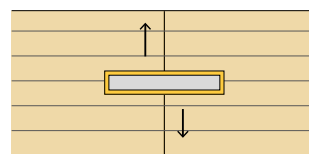
Wytrzymałość pręta na ścinanie można obliczyć za pomocą znanych wzorów Johansena dla wkrętów, z zastosowaniem następujących zasad.

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



W przypadku prętów klejonych **prostopadle do włókna**, wytrzymałość na ścinanie może być zwiększona nawet o 25%.

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



W przypadku prętów klejonych **równolegle do włókien**, wytrzymałość na ścinanie wynosi 10% wartości prostopadłej do włókien.

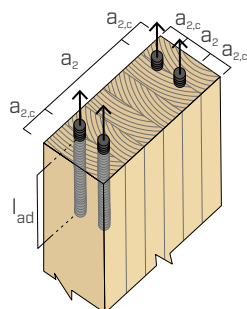
Efekt wgłębienia jest obliczany jako wytrzymałość zapewniania przez powierzchnię styku drewno-klej. Aby uzyskać wytrzymałość pręta klejonego pod kątem α względem włókna, dopuszcza się liniową interpolację pomiędzy wartościami wytrzymałościowymi dla $\alpha=0^\circ$ i $\alpha=90^\circ$.

MONTAŻ

ODLEGŁOŚCI MINIMALNE DLA PRĘTÓW OBCIĄŻONYCH NA ŚCINANIE

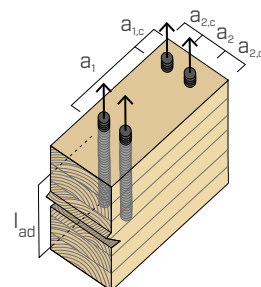
Pręty klejone // do włókien

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



Pręty klejone $\perp$ do włókien

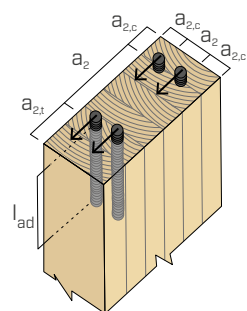
a_1	$4 \cdot d$
a_2	$4 \cdot d$
$a_{1,c}$	$2,5 \cdot d$
$a_{2,c}$	$2,5 \cdot d$



ODLEGŁOŚCI MINIMALNE DLA PRĘTÓW OBCIĄŻONYCH NA ŚCINANIE

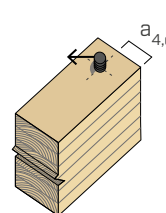
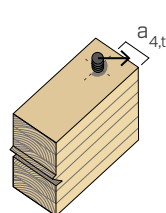
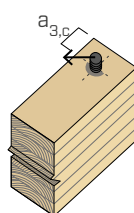
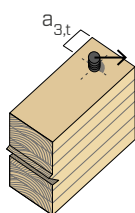
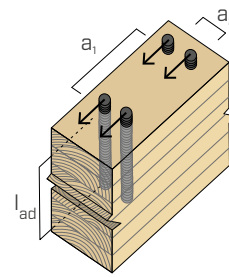
Pręty klejone // do włókien

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



Pręty klejone $\perp$ do włókien

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



■ PRĘTY KLEJONE - INSTRUKCJE UKŁADANIA

OPCJA 1 [dotyczy tylko klejenia pionowego]



WYKONANIE OTWORU

Zaleca się wywiercenie otworu nieprzelotowego o średnicy równej średnicy pręta gwintowanego powiększonej o 2÷4 mm. Wiertło musi być czyste i suche, aby wyeliminować wszelkie zanieczyszczenia, które mogłyby wpłynąć na proces utwardzania. Podobnie pręt musi być idealnie czysty i wolny od jakichkolwiek śladów oleju lub wody na jego powierzchni. Otwór należy oczyścić z wiórów lub pyłu sprężonym powietrzem.

Długość otworu powinna być równa długości klejenia wynikającej z obliczeń, powiększonej o 10 mm.

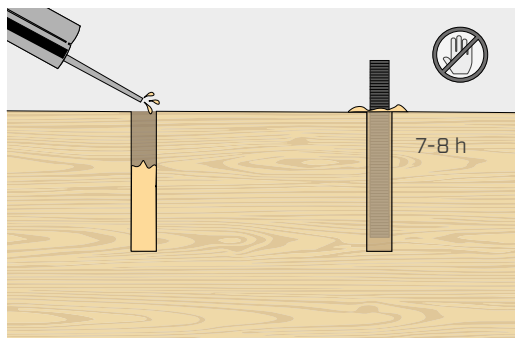


PRZYGOTOWANIE KLEJU

Po założeniu wszystkich niezbędnych środków ochrony indywidualnej należy zdjąć pierścień zamykający i nasadkę ochronną z kartusza, zainstalować końcówkę mieszającą STINGXP, zakładając ponownie pierścień zamykający.

Zaleca się używanie prawidłowo przechowywanych kartuszy, jak wskazano na poprzednich stronach.

Włożyć kartusz do pistoletu MAMMOTH DOUBLE. Rozpocząć dozowanie żywicy, odrzucając żywicę do oddzielnego pojemnika, aż mieszanina będzie jednorodna i pozbawiona smug. Tylko po uzyskaniu jednorodnego koloru żywicy, mieszanie dwóch składników można uznać za prawidłowe.



WYPEŁNIANIE OTWORU I POZYCJONOWANIE PRĘTA

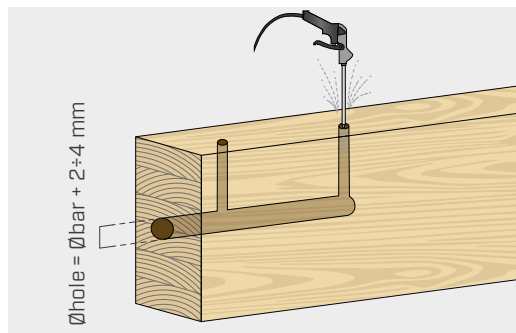
Wypełnić otwór wymaganą ilością kleju. Zaleca się nieznaczne przekroczenie wymaganej ilości żywicy, aby upewnić się, że nie pozostaną uwięzione pęcherzyki powietrza. Niewielki niedobór żywicy można uzupełnić po włożeniu pręta.

Powoli wsunąć pręt, obracając go zgodnie z ruchem wskazówek zegara i zatopić w otworze. Pomocne może być zaznaczenie głębokości włożenia pręta flamastrem. W idealnym przypadku między końcem pręta a dnem otworu powinno pozostać około 1 cm.

Prostoliniowość pręta można regulować do 15 minut po jego wprowadzeniu. Można użyć urządzenia przytrzymującego, aby utrzymać stabilną pozycję pręta.

Przez następne 7 do 8 godzin ani drewno, ani pręt nie powinny być dotykane ani obciążane.

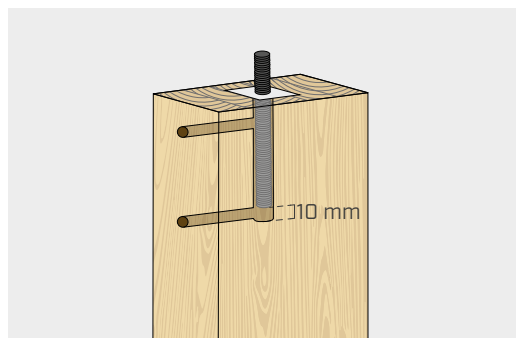
Zaleca się pozostawienie niewielkiej ilości żywicy nad otworem, aby zrekompensować ewentualną absorpcję drewna. Nadmiar kleju można usunąć szmatką lub szpachelką.



WYKONANIE OTWORU

Zaleca się wywiercenie otworu nieprzelotowego o średnicy równej średnicy pręta gwintowanego powiększonej o 2÷4 mm. Wiertło musi być czyste i suche, aby wyeliminować wszelkie zanieczyszczenia, które mogłyby wpłynąć na proces utwardzania. Podobnie pręt musi być idealnie czysty i wolny od jakichkolwiek śladów oleju lub wody na jego powierzchni. Wykonać dwa otwory prostopadłe do każdego otworu nieprzelotowego, jeden otwór wtryskowy (u podstawy otworu głównego) i jeden otwór odpowietrzający (w pobliżu górnej krawędzi otworu głównego). Wszystkie 3 otwory muszą być idealnie czyste, wolne od wiórów i pyłu. Zaleca się użycie pistoletów na sprężone powietrze w celu sprawdzenia, czy wszystkie otwory są połączone.

Długość otworu głównego powinna być równa długości klejenia wynikającej z obliczeń, powiększonej o 10 mm.



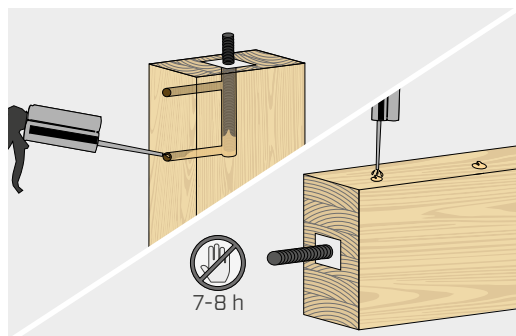
POZYCJONOWANIE PRĘTA

Włożyć pręt do otworu. W idealnym przypadku między końcem pręta a dnem otworu powinno pozostać około 1 cm. Pomocne może być zaznaczenie flamastrem wymaganej długości włożenia pręta.

Można użyć urządzenia podtrzymującego, aby utrzymać pręt idealnie wyśrodkowany.

Uszczelnić wejście otworu wokół pręta gwintowanego, uważając, aby nie umieścić materiału uszczelniającego wewnątrz otworu.

Uważać na wszelkie pęknięcia w drewnie, które mogłyby spowodować wyciek żywicy przed utwardzeniem. Podobnie, uszczelniacz nie może przeciekać w taki sposób, aby powodować wyciek żywicy.



WYPEŁNIANIE OTWORU

Przez dolny otwór wtryskowy wstrzykiwać żywicę, aż wypłynie z otworu odpowietrzającego. Wypełnianie od dołu pozwala na wypełnienie otworu bez pęcherzyków powietrza.

Jeśli pręt jest utrzymywany w pozycji poziomej, napętnianie powinno odbywać się poprzez wstrzykiwanie z otworu górnego.

W przypadku stwierdzenia spadku poziomu kleju, dodać klej (z powodu późnego wycieku powietrza lub nieszczelności). Zatkać otwory odpowietrzające i wtryskowe drewnianymi zaślepkami, usuwając nadmiar żywicy.

Prostoliniowość pręta można regulować do 15 minut po wstrzyknięciu żywicy.

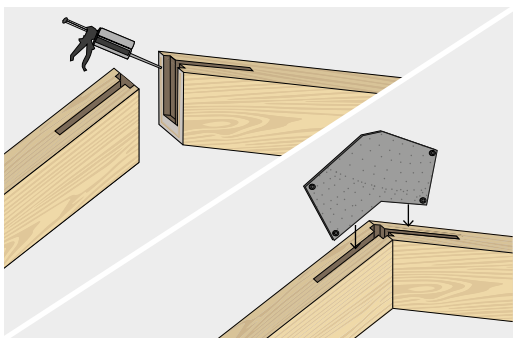
Przez następne 7 do 8 godzin ani drewno, ani pręt nie powinny być dotykane ani obciążane.



PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA METALOWEGO

Metalowe wkładki muszą być oczyszczone i odtuszczone, bez śladów oleju lub wody na całej powierzchni.

Gładkie płytki powinny zostać dodatkowo poddane piaskowaniu o stopniu SA2,5/SA3 i zabezpieczone przed korozją za pomocą jednej warstwy XEPOX P. Aby zapewnić prawidłowe położenie wkładek we frezowaniach, zaleca się umieszczenie podkładek dystansowych na metalowych wkładkach podczas fazy utwardzania warstwy ochronnej. Chronić powierzchnie metalowe przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych.



PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA DREWNIANEGO

Zaleca się wykonanie frezowania dla każdego wspornika metalowego o grubości równej grubości płytki powiększonej o 4÷6 mm (2÷3 mm kleju na stronę). Frez powinien być idealnie czysty, wolny od wiórów i pyłu. Zaleca się zastosowanie również „użytkowej” warstwy kleju na odpowiednim frezowaniu w strefie głowicy drewnianych elementów konstrukcyjnych, zapewniając gwarancję funkcjonalności systemu stykowego.

W pobliżu krawędzi pionowych przykleić ciągłe paski papierowej taśmy samoprzylepnej w odległości ok. 2÷3 mm od krawędzi. Po włożeniu płytki we frez, nałożyć ciągłą warstwę silikonu octowego i również przykleić ją do powierzchni zabezpieczonych taśmą. Frezowania grzbietowe elementów pochyłych należy przed nałożeniem żywicy uszczelnić drewnianymi deskami. Należy pozostawić odkrytą tylko część końcową frezowań w najwyższym punkcie, aby móc wykonać klejenie.

Należy unikać jakiegokolwiek zanieczyszczenia pomiędzy uszczelniającymi i żywicą.

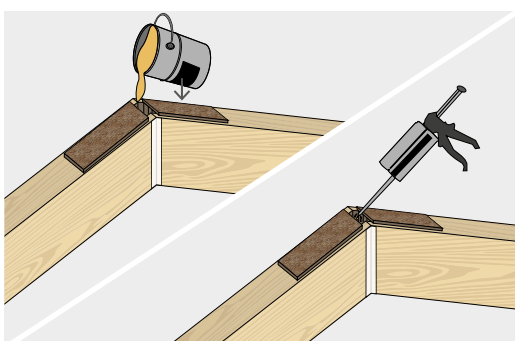
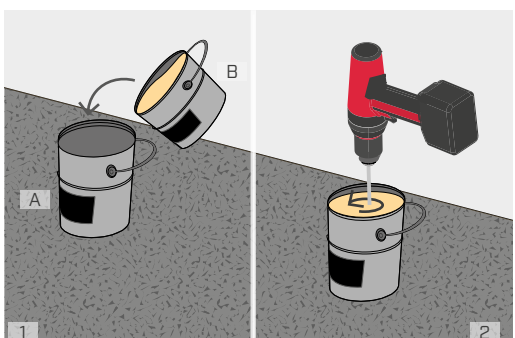


WYKONANIE POŁĄCZENIA

Przed rozpoczęciem mieszania należy założyć wszystkie niezbędne ŚOI.

Produkt w wiadrach: W razie potrzeby wymieszać zawartość poszczególnych opakowań w celu połączenia stałych i ciekłych części składników, aż do uzyskania produktów jednorodnych. Wlać składnik B do wiadra zawierającego składnik A. Mieszać za pomocą odpowiedniego mieszadła z podwójną spiralą, zamontowanego na narzędziu elektrycznym (lub metalowej trzepaczki), aż do uzyskania jednolicie zabarwionej mieszaniny. Wewnątrz pojemnika nie powinny być widoczne białe smugi ani różnokolorowe części. Następnie wlać uzyskaną mieszaninę do frezowania bezpośrednio z wiadra do mieszania (wylewanie) lub pobierać produkt i rozpraszając go szpachlą.

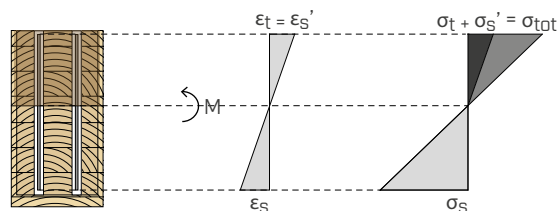
Produkt w kartuszach: Wprowadzić kartusz razem z końcówką do pistoletu MAMMOTH DOUBLE, sprawdzając dokładnie, czy został stabilnie włożony do gniazda. Rozpocząć dozowanie żywicy, odrzucając żywicę do oddzielnego pojemnika, aż mieszanina będzie jednolicie zabarwiona. Tylko po uzyskaniu jednolitego koloru żywicy, mieszanie dwóch składników można uznać za prawidłowe.



POŁĄCZENIA ZGINANE Z PŁYTKAMI

SPOSÓB OBLICZANIA | PRZEKRÓJ GŁÓWICY

Naprężenia wywołane momentem i siłami osiowymi określane są poprzez homogenizację materiałów przekroju, przyjmując zachowanie przekrojów płaskich. Naprężenie ścinające pochłaniane jest tylko przez same płytki. Niezbędne jest również sprawdzenie naprężeń działających na przekrój drewna bez frezowania.



SPOSÓB OBLICZANIA | ROZKŁAD MOMENTU NA STYKU STAL-KLEJ-DREWNO

Moment rozłożony jest na liczbę powierzchni styku (1 płytka = 2 powierzchnie styku), a następnie podzielony na naprężenia, uwzględniając zarówno bezwładność biegunową wokół środka ciężkości, jak i różną sztywność drewna. W ten sposób uzyskuje się maksymalne naprężenia styczne w kierunku prostym i równoległym do włókna, które należy sprawdzić w ich współdziałaniu.



Moment bezwładności biegunowej połowy elementu wpuszczanego względem środka ciężkości, ważony na modułach ścinania drewna:

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

Obliczanie naprężeń stycznych i weryfikacja obciążeń złożonych:

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

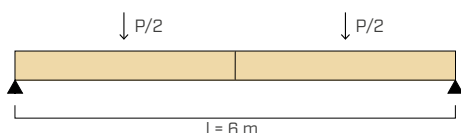
$$\tau_{max,vert} = \frac{(M_d + M_{T,Ed}) \cdot e}{2 \cdot n_i \cdot J_p^*} \cdot G_{rs} + \frac{V_d}{2 \cdot n_i \cdot A_i}$$

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

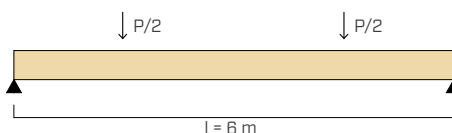
SZTYWNOŚĆ POŁĄCZEŃ

Połączenia zginane wykonane przy użyciu klejów epoksydowych XEPOX gwarantują doskonałą sztywność połączonych elementów. Porównując zachowanie tylko podpartej belki, złożonej z dwóch elementów drewnianych, połączonych na zginanie przy użyciu płytki żywicy XEPOX, z zachowaniem podpartej tylko belki ciągłej o równej rozpiętości i przekroju, nałożonej na tę samą konfigurację obciążenia, można zauważyć, że połączenie zginane gwarantuje sztywność i przenoszenie momentu zbliżone do tych dla belki ciągłej.

PRZYPADEK DOŚWIADCZALNY



PRZYPADEK ODNIESIENIA (cała belka, obliczenie)



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

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

Ugięcie zmierzone doświadczalnie przy obciążeniu niszczącym wynosi około 55 mm; ugięcie sprężyste pełnej belki obliczone dla tego samego obciążenia wynosi 33 mm. Wzrost przemieszczenia pionowego dla belki połączonej w pobliżu zniszczenia połączenia ma zatem miejsce przy wartości $l/270$. Należy zauważyć, że wartości te nie są porównywalne z wartościami ugięcia zwykle stosowanymi w projektowaniu, gdzie ugięcie jest oceniane w warunkach użytkowania, a nie w stanach granicznych ostatecznych.

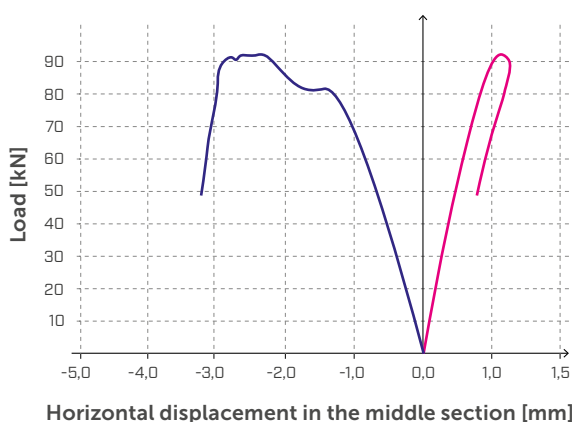
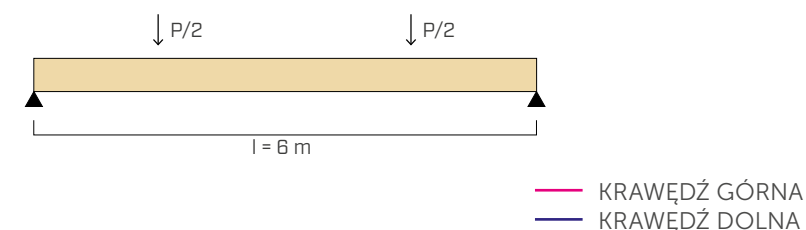
Wartości uzyskane z testów nie są wartościami charakterystycznymi. Należy je rozumieć jedynie jako wartości orientacyjne ogólnego zachowania połączeń zginanych z żywicami epoksydowymi i płytkami.

DREWNO REAGUJĄCE NA ŚCISKANIE W PRZĘKROJU CZOŁOWYM

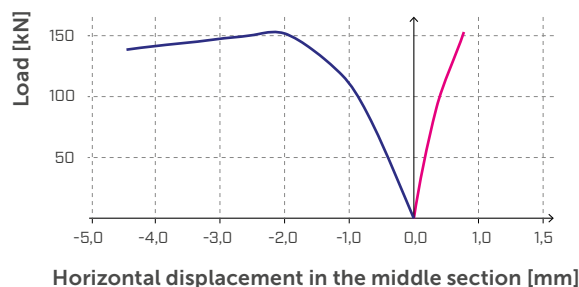
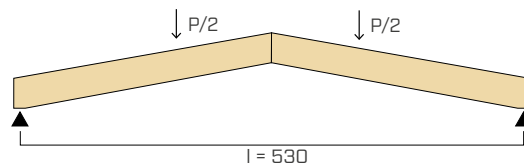
Dwa poniższe wykresy przedstawiają poziome przemieszczenia naprężonych i ściskanych włókien w przekroju czołowym połączenia, zarejestrowane podczas niektórych badań przeprowadzonych na Politechnice w Mediolanie.

Dwa badania obejmowały dwa połączenia zginane wykonane przy użyciu XEPOX i metalowych wkładek (patrz przykład na następnych stronach). Obecność poduszki żywicznej o średniej grubości (5-10 mm) zapewniła kontakt między dwoma przekrojami czołowymi. W obu przypadkach można zauważyć, że największe przemieszczenie występuje w włókach naprężonych, co potwierdza hipotezę obliczeniową, zgodnie z którą, jeśli zapewniony jest kontakt między dwoma przekrojami, drewno reaguje również na ściskanie razem z metalowymi wkładkami, przesuwając oś neutralną w górę.

PRZYKŁAD 1



PRZYKŁAD 2



PRZYKŁAD OBLICZEŃ

Obecnie przedstawione zostaje porównanie wyników 4-punktowych testów zginania, przeprowadzonych w laboratoriach Politechniki Mediolańskiej, z wynikami obliczeń tego samego połączenia zginanego z płytkami klejonymi.

Jak widać na podstawie współczynnika wytrzymałości nadmiarowej f , obliczonego jako stosunek momentu wytrzymałości z badania do obliczonego, istnieje duży margines bezpieczeństwa w obliczeniach tych połączeń.

Wartość wynikająca z badania nie jest wartością charakterystyczną i nie jest przeznaczona do wykorzystania w projekcie.

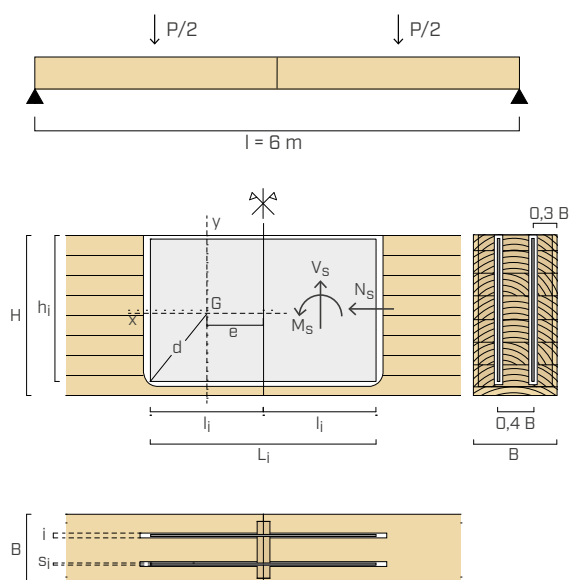
PRZYKŁAD 1 | POŁĄCZENIE CIĄGŁE

GEOMETRIA WĘZŁA: BELKA I PŁYTKI

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		

MATERIAŁY I DANE PROJEKTOWE

Klasa stali	S275
γ_{M0}	1
Metalowe elementy wpuszczane piaskowane w stopniu SA2,5/SA3 (ISO8501).	
Klasa drewna	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



WYKORZYSTANIE XEPOX

Ochrona wkładek metalowych przed korozją z użyciem XEPOX P. Wykorzystanie kleju XEPOX F lub XEPOX L.

OBCIĄŻENIA PROJEKTOWE DZIAŁAJĄCE NA POŁĄCZENIE

M_d	zastosowany moment projektowy	50,9 kNm
V_d	zastosowane ścinanie projektowe	0 kN
N_d	zastosowane oddziaływanie osiowe	0 kN

WERYFIKACJE

WERYFIKACJA POŁĄCZENIA CZOŁOWEGO ^{[1], [2]}			
			% weryfikacji
σ_t	maksymalne naprężenie ściskające po stronie drewna	10,2 MPa	50 %
σ_s	maksymalne naprężenie ściskające po stronie stali	179,4 MPa	65 %
σ_{s'}	maksymalne naprężenie rozciągające po stronie stali	256,9 MPa	93 %

WERYFIKACJA PRZEKROJU NETTO DREWNA			
			% weryfikacji
σ_{t,m}	maksymalne naprężenie zginania po stronie drewna	13,2 MPa	65 %
F_{t,local}	maksymalne obciążenie rozciągające po stronie drewna	242,1 kN	100 %

WERYFIKACJA MAKSYMALNEGO NAPRĘŻENIA STYCZNEGO NA POWIERZCHNIACH STYKU ^{[3],[4]}			
			% weryfikacji
J_p*	ważony biegunowy moment bezwładności	8,50 · 10 ¹¹ Nmm ²	
τ_{max,hor}⁽³⁾	maksymalne naprężenie styczne (ściananie)	1,58 MPa	53 %
τ_{max,vert}⁽³⁾	maksymalne naprężenie styczne (rolling shear)	0,2 MPa	19 %
weryfikacja naprężeń połączonej			57 %

PORÓWNANIE WYTRZYMAŁOŚCI OBLICZENIOWEJ I WYTRZYMAŁOŚCI Z BADAŃ			
Tryb kryzysowy połączenia:			% weryfikacji
Maksymalne obciążenie rozciągające po stronie drewna			100 %
M_d = M_{Rd}	moment wytrzymałości projektowy	50,9 kNm	
M_{TEST}	moment wytrzymałości z badań (Politechnika w Mediolanie)	94,1 kNm	
f	współczynnik wytrzymałości nadmiarowej	1,8	

LEGENDA:			
n_i	liczba elementów wpuszczanych	e	mimośród pomiędzy środkiem ciężkości płytki a połączeniem czołowym
S_i	grubość metalowych elementów wpuszczanych	J_p*	ważony moment biegunowy bezwładności połowy wkładki
h_i	wysokość metalowych elementów wpuszczanych	f_{c,o,k}	wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie równoległe do włókien
l_i	długość zakotwienia elementów wpuszczanych	f_{c,90,k}	wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie prostopadłe do włókien
B	podstawa belki	f_{v,k}	wytrzymałość charakterystyczna na ścinanie
H	wysokość belki	f_{v,rs}	wytrzymałość charakterystyczna na rolling shear
B_n	szerokość belki pomniejszona o frezowanie	M_{TEST}	najwyższy moment wytrzymałości z badań przeprowadzonych na Politechnice w Mediolanie
α₁	kąt nachylenia belek	f	współczynnik wytrzymałości nadmiarowej (f = M _{TEST} /M _{Rd})

UWAGI	
Współczynniki k _{mod} i γ _M należy przyjąć zgodnie z obowiązującą normą używaną w obliczeniach.	
Należy zauważyć, że obliczenia zostały wykonane z uwzględnieniem wartości k _{mod} i γ _M zgodnie z normą EN 1995-1-1 oraz γ _{M0} zgodnie z normą EN 1993-1-1.	
(1) Obliczenia przekroju zostały przeprowadzone z uwzględnieniem wiązań sprężysto-liniowych dla wszystkich materiałów. Należy pamiętać, że – w przypadku obciążeń osiowych i ścinających – konieczne jest sprawdzenie kombinacji tych obciążeń.	(3) Należy zauważyć, że kleje XEPOX wyróżniają się wytrzymałością charakterystyczną na ścinanie i rozciąganie, która pozostaje niezmienną w czasie i jest znacznie wyższa niż wytrzymałość oferowana przez materiał drewniany. Z tego powodu weryfikację wytrzymałości na skręcanie połączeń między elementami klejonymi należy przeprowadzić, oceniając tylko część drewnianą, uznając weryfikację kleju jako pozytywną.
(2) W tych obliczeniach przyjmuje się, że poduszka z żywicy pozwala na pełny kontakt na całym przekroju styku, a zatem drewno może reagować na ściskanie. W przypadku niewykonania poduszki zaleca się sprawdzenie jako odczynnik tylko metalowego elementu wpuszczanego, stosując z parametrami geometrycznymi elementu wpuszczanego wzór:	(4) Przenoszone na drewno naprężenie ścinające „τ” połączenia drewno-klej-stal obliczane jest w jego maksymalnej wartości w przypadku nachylenia równoległego lub prostopadłego do włókien drzewna. Naprężenia te są porównywane odpowiednio z wytrzymałością na ścinanie w drewnie i wytrzymałością na ścinanie rolling shear. Należy również wziąć pod uwagę udział momentu transportowego M _{T,ED} , wynikającego z naprężeń ścinających, jeśli występują.
$f_{yd} \leq \frac{M_d}{\frac{B \cdot h^2}{6}}$	• XEPOX jest zarejestrowany jako znak towarowy Unii Europejskiej nr 018146096.