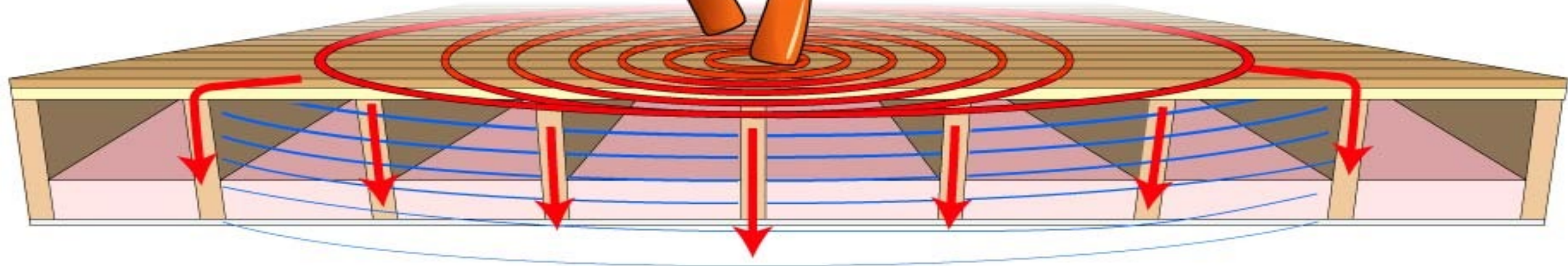


MiTek[®]

Analiza drgań stropów drewnianych



MiTek Pamir



*Eurokod (Podstawy projektowania konstrukcji) oraz Eurokod 5
wymagają od projektanta sprawdzenia drgań, które należą do
STANÓW GRANICZNYCH UŻYTKOWALNOŚCI .*

STANY GRANICZNE UŻYTKOWALNOŚCI (SLS)

Sprawdzając $E_k \leq C_k$ należy posługiwać się kryteriami
użytkowości (C_k) dotyczącymi :

- **Ugięć wpływających na**

- wygląd,
- komfort użytkowników lub
- funkcji konstrukcji (w tym funkcjonowania maszyn i instalacji),
lub powodujących uszkodzenia obudowy.

- **Drgań**

- powodujących dyskomfort ludzi,
- ograniczających przydatności użytkową konstrukcji.

- **Uszkodzeń, wpływających negatywnie na**

- wygląd,
- trwałość,
- funkcjonowanie konstrukcji.

E_k , C_k - odpowiednio wartości: charakterystyczne efektu oddziaływań i
ograniczeń z warunku użytkowości.

W rozdziale 7. Eurokodu 5 znajdziemy wymagania dotyczące projektowania stropów drewnianych ze względu na drgania.

7.3 Drgania

7.3.1 Postanowienia ogólne

(1) P Należy upewnić się, że przewidywalne oddziaływania na dany element lub konstrukcję nie generują drgań, które mogą wpływać na stan konstrukcji lub powodować niedopuszczalne niedogodności dla jej użytkowników.

(2) Należy oszacować – obliczeniowo lub za pomocą pomiarów – poziom drgań, uwzględniając przewidywaną sztywność elementu lub konstrukcji, jak również modalny współczynnik tłumienia.

(3) W przypadku stropów, jeżeli nie wykazano, że inne wartości są odpowiedniejsze, należy przyjąć modalny współczynnik tłumienia $\zeta = 0,01$ (tzn. 1 %).

7.3.3 Stropy w budynkach mieszkalnych

(1) W przypadku stropów o częstotliwości podstawowej poniżej 8 Hz ($f_1 \leq 8$ Hz), usytuowanych w budynkach mieszkalnych, należy przeprowadzić badania specjalne.

(2) W przypadku stropów o częstotliwości podstawowej ponad 8 Hz ($f_1 > 8$ Hz), usytuowanych w budynkach mieszkalnych, należy spełnić następujące warunki:

$$\frac{w}{F} \leq a \quad \text{w mm/kN} \quad (7.3)$$

oraz

$$v \leq b^{(f_1 \tau^{-1})} \quad \text{w m/(Ns}^2\text{)} \quad (7.4)$$

gdzie:

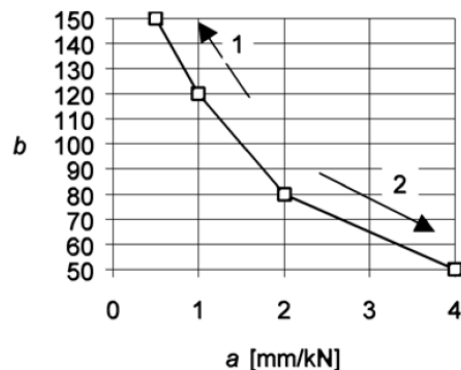
w – maksymalne chwilowe pionowe ugięcie od pionowego statycznego obciążenia skupionego F przyłożonego w dowolnym punkcie stropu, z uwzględnieniem rozkładu obciążeń,

v – odpowiedź prędkości na impuls jednostkowy, tzn. maksymalna wartość prędkości pionowych drgań stropu (w m/s) wywołanych idealnym impulsem jednostkowym (1 Ns), zastosowanym w odpowiednim punkcie stropu, takim, by uzyskać maksymalną odpowiedź. Częstotliwości większe niż 40 Hz można pominąć,

ζ – modalny współczynnik tłumienia.

Obliczanie drgań stropów jest dość pracochłonne oraz wymaga skomplikowanych obliczeń więc decydując się na program do projektowania konstrukcji drewnianych warto upewnić się czy wykonuje on takie kalkulacje zgodnie zobowiązującymi normami.

UWAGA: Zalecane zakresy wartości granicznych a i b , jak również zalecaną zależność między a i b , przedstawiono na Rysunku 7.2. Informacje o wartościach ustalonych na poziomie krajowym można zamieścić w załączniku krajowym.



Rysunek 7.2 – Zalecane wartości i proporcje a i b

(3) Obliczenia opisane w 7.3.3(2) należy prowadzić, przyjmując założenie, że strop nie jest obciążony, tzn. przyjmując, że masa jest równa ciężarowi własnemu stropu i innym oddziaływaniom stałym.

(4) W przypadku stropów prostokątnych o całkowitych wymiarach rzutu $\ell \times b$, swobodnie opartych na czterech bokach, których konstrukcje stanowią drewniane belki stropowe o rozpiętości ℓ , przybliżoną wartość częstotliwości podstawowej f_1 można określić ze wzoru

$$f_1 = \frac{\pi}{2\ell^2} \sqrt{\frac{(EI)_\ell}{m}} \quad (7.5)$$

gdzie:

m – masa jednostki powierzchni stropu, w kg/m^2 ,

ℓ – rozpiętość stropu, w m,

$(EI)_\ell$ – sztywność zastępcza płyty przy zginaniu, określona względem osi prostopadłej do belek stropowych, w Nm^2/m .

Objaśnienia:

(1) Wyniki korzystniejsze

(2) Wyniki mniej korzystne

Rysunek 7.2 – Zalecane wartości i proporcje a i b

Program Pamir wykonuje obliczenia drgań stropów zgodnie z Eurokodem 5. Projektant ma różne opcje, które wpływają na zwiększenie sztywności stropu oraz redukcję drgań. Możliwy jest wybór współpracy słupka poddasza z belką usztywniającą, włączenie do współpracy poszycia stropu, sufitu oraz wybór rodzaju płyty.

Wprowadzane wartości będą miały wpływ na rezultaty drgań zgodnie ze wzorami zamieszczonymi w normach.

✓ Sprawdzenie drgań

Użyj prEN 1995-1-1: Drgania

Limit ugięcia

Współpraca słupka poddasza

Położenie symbolu:

Współpraca poszycia stropu

Współpraca sufitu

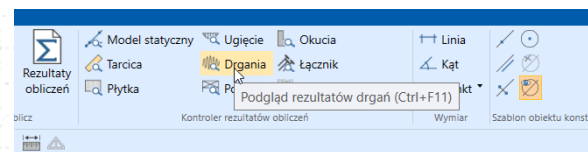
Oblicz ciężar

Całkowity ciężar:

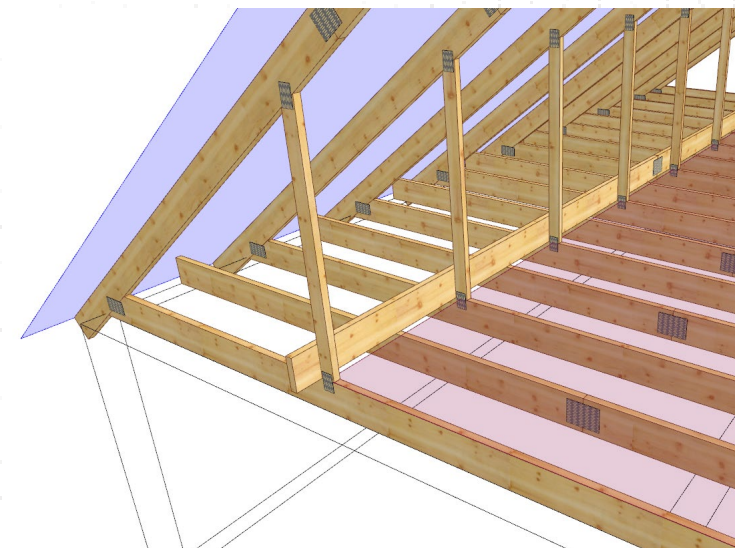
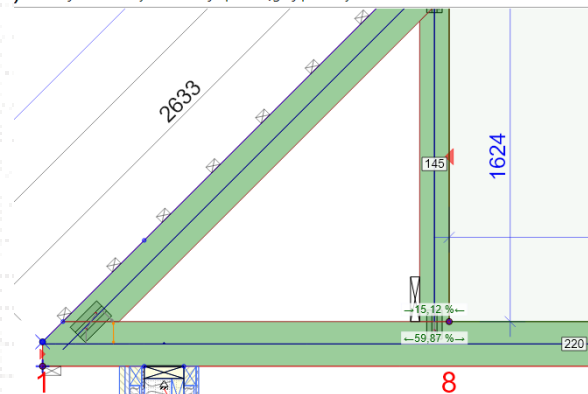
Długość stropu:

Wybór regionu

Typ	Materiał	Grubość	Może współpracować	Moduł E
Poszycie stropu	OSB 3 22mm	22 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	3500 N/mm ²
Sufit	Brak	0 mm	<input type="checkbox"/>	0 N/mm ²



) Kliknij na obiekty lub kliknij i przeciągnij pole wyboru.



MiTek Pamir

Po wykonaniu obliczeń otrzymujemy wyniki dla każdego wiązara. W tabelce obok widoczne są przykładowe rezultaty obliczenia drgań pasa dolnego dla wiązara attykowego.

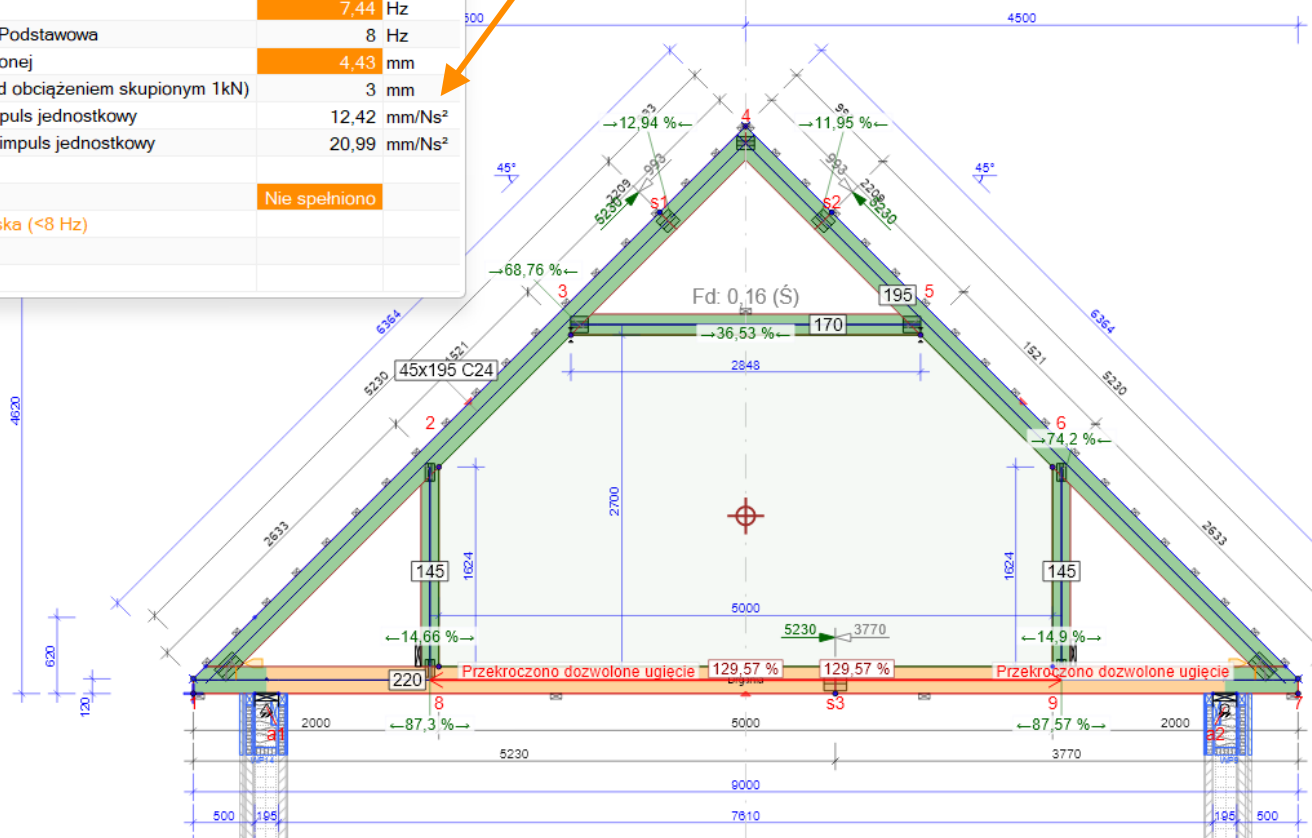
W tabeli po prawej stronie widoczne są rezultaty obliczeń drgań dla pasa dolnego wiązara attykowego.

Odkośnikami oznaczono wzory, które występują w normie Eurokod 5.

$$f_1 = \frac{\pi}{2l^2} \sqrt{\frac{(EI)_l}{m}}$$

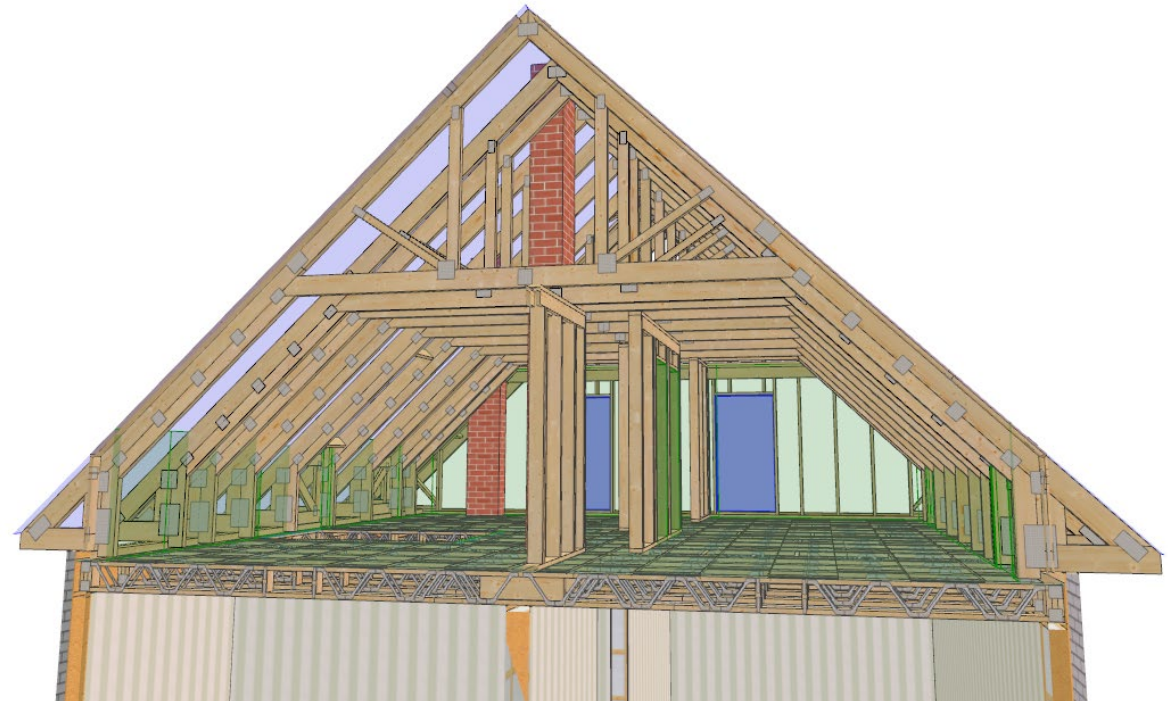
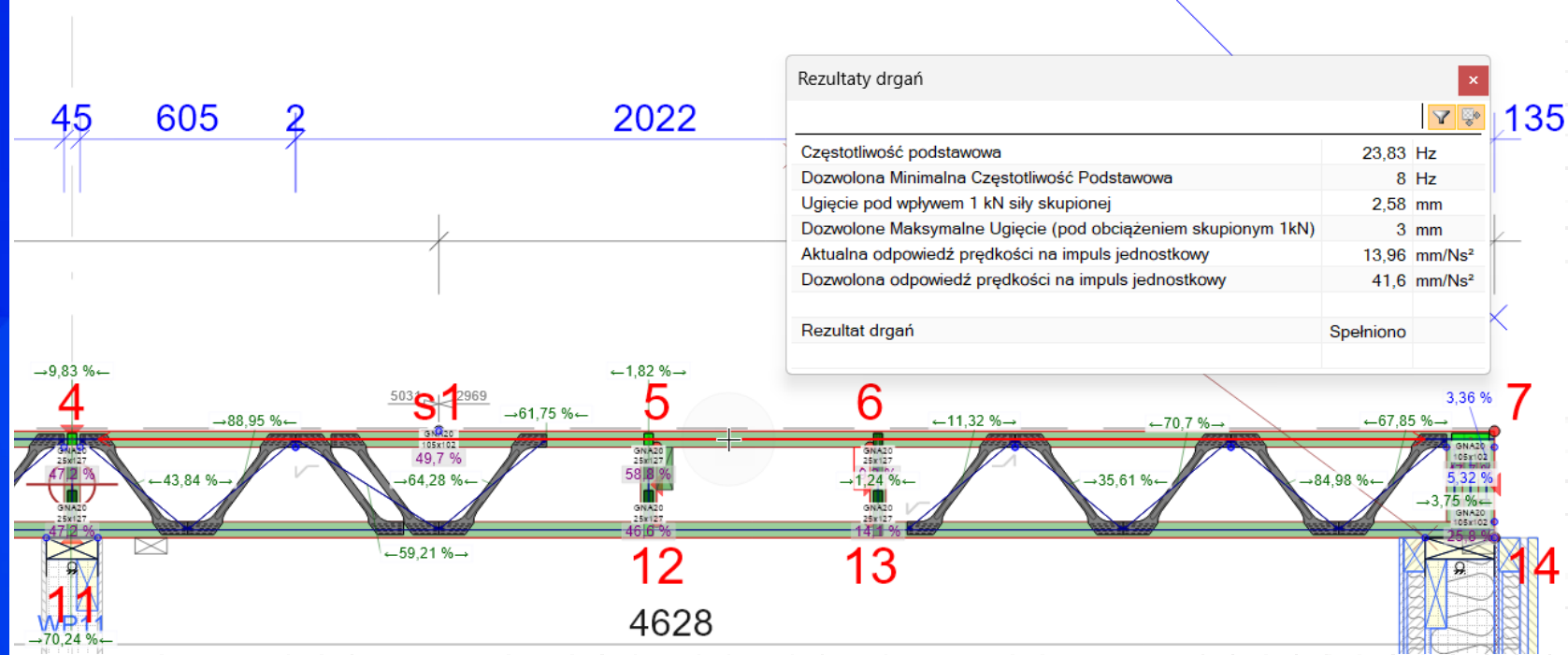
$$v = \frac{4(0,4 + 0,6 n_{40})}{mbl + 200}$$

Rezultaty drgań	
Częstotliwość podstawowa	7,44 Hz
Dozwolona Minimalna Częstotliwość Podstawowa	8 Hz
Ugięcie pod wpływem 1 kN siły skupionej	4,43 mm
Dozwolone Maksymalne Ugięcie (pod obciążeniem skupionym 1kN)	3 mm
Aktualna odpowiedź prędkości na impuls jednostkowy	12,42 mm/Ns ²
Dozwolona odpowiedź prędkości na impuls jednostkowy	20,99 mm/Ns ²
Rezultat drgań	Nie spełniono
Częstotliwość podstawowa jest za niska (<8 Hz)	
Ugięcie jest za duże (>3 mm)	



MiTek Pamir

Drgania sprawdzane są również dla stropów z belek Posi. Są to belki, które zbudowane są z drewnianych pasów oraz stalowych krzyżulców. Belki te mogą występować oddzielnie lub stanowić część pasa dolnego wiązara attykowego.

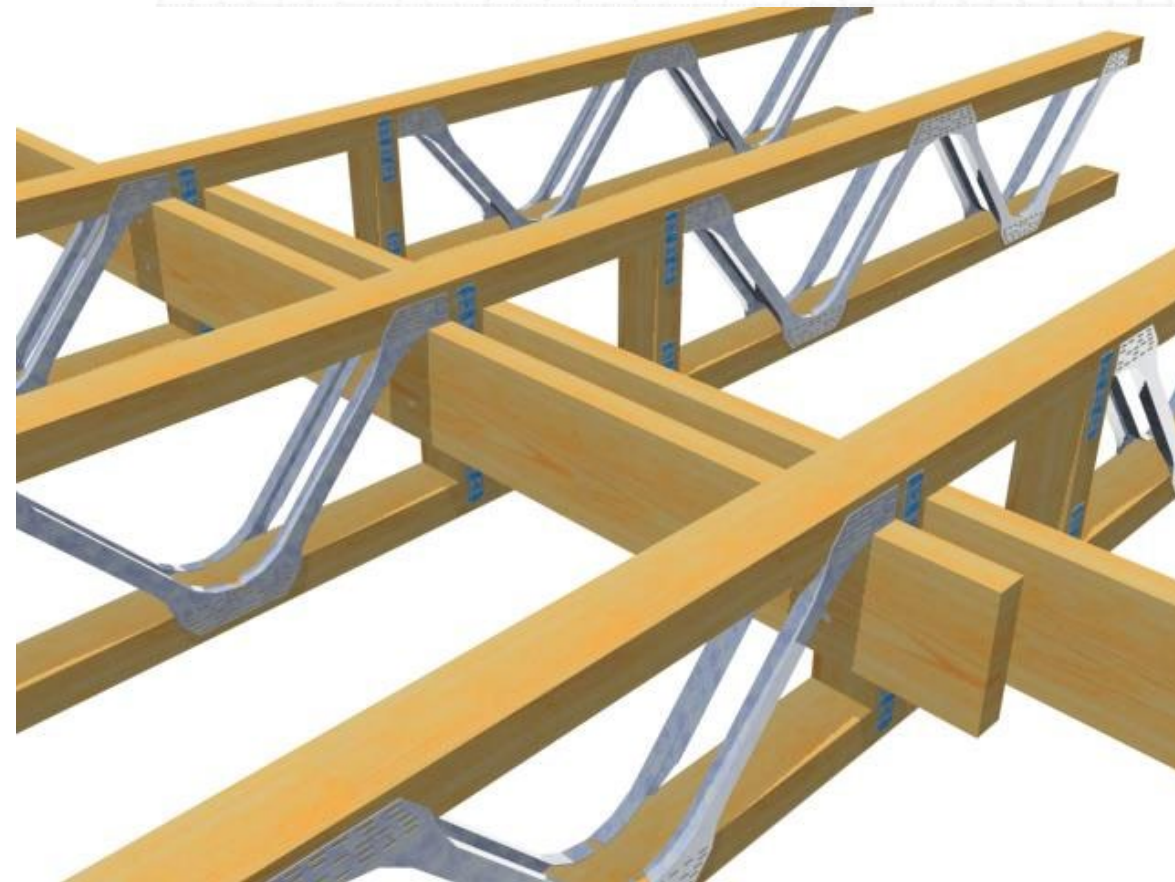
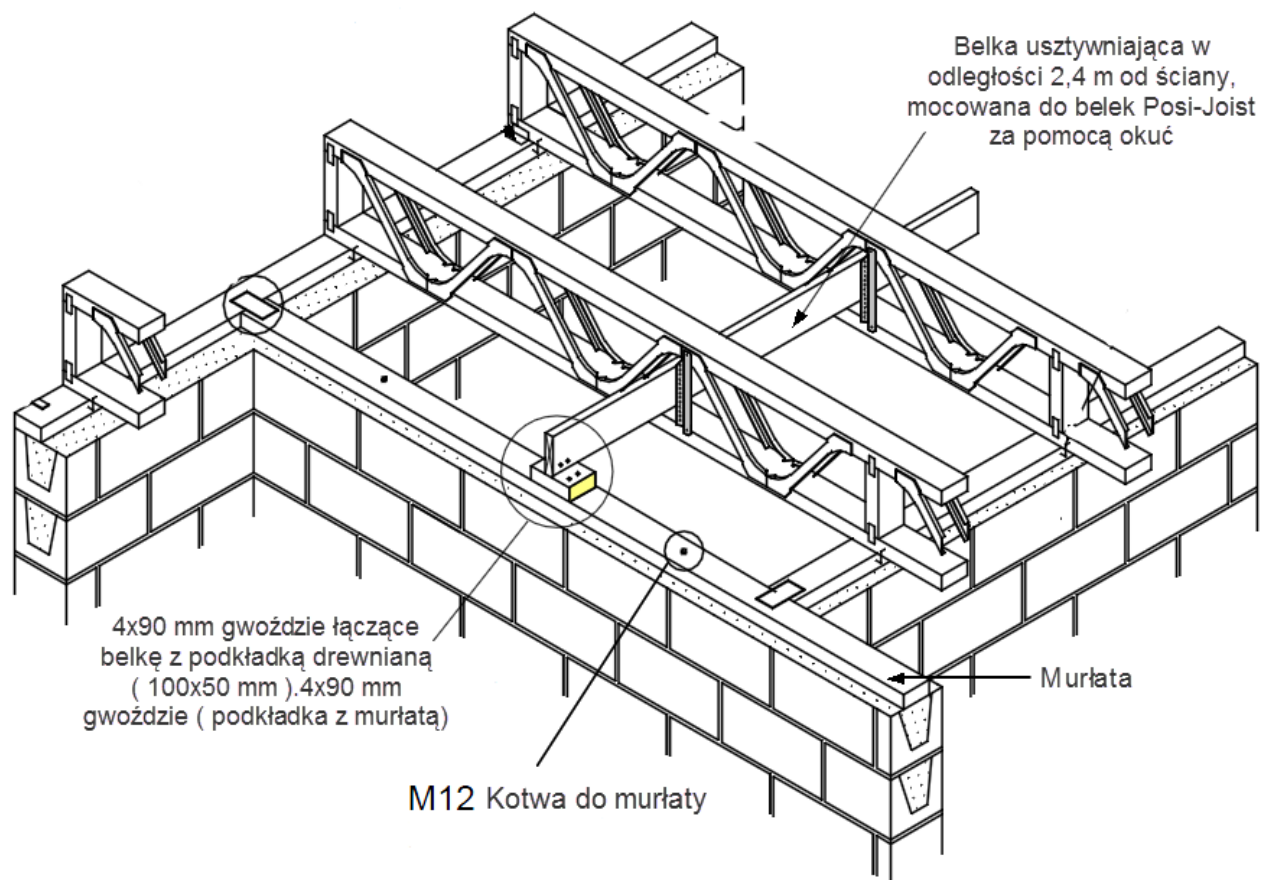


MiTek Pamir



Do redukcji drgań w belkach POSI wykorzystuje się drewniane żebra rozdzielcze. Powinny one być stosowane w rozstawie nie większym niż 2,4 m. Żebra rozdzielcze znacząco podnoszą sztywność stropu oraz tłumią drgania.

Rozwiązanie oparcia żebra rozdzielczego na murłacie



Zalecane wymiary przekroju belki usztywniającej podano w tabeli. Belka usztywniająca mocowana jest do pionowych słupków dwoma gwoździami 3.1x75mm. Belki łączone są mijankowo.



WYMIARY USZTYWNIENIŃ POPRZECZNYCH BELEK POSI-JOIST

WYMIAR KRZYŻULCA	MIN. WYMIAR PRZEKROJU USZTYWNIENIA
PS8 & PS9	35 x 97 mm
PS10	35 x 120 mm
PS12	35 x 145 mm
PS14 & PS16	Min 35 x 145 mm *

* WYŻSZY PRZEKRÓJ ZWIĘKSZA SZTYWNOŚĆ STROPU