

Mniej znaczy więcej

Hybridbeam®

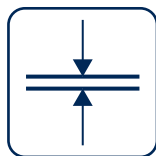


PFEIFER

Mniej znaczy więcej



Mniejsza wysokość kondygnacji przy zachowaniu parametrów użytkowych



Eliminacja wystających podciągów - gładki strop



Lżejszy strop



Zmniejszone zapotrzebowanie na „szarą” energię w produkcji, transporcie, montażu i pracach wykończeniowych



Elementy demontowalne - możliwość ponownego wykorzystania belek w kolejnych konstrukcjach



Hybridbeam®

stalowo-betonowa belka zespolona
zintegrowana w wysokości stropu

PFEIFER



Spis treści

Belka hybrydowa Hybridbeam®	5
Podwójne zespolenie	6
Rodzaje belek hybrydowych	8
Nośności belek hybrydowych	10
Zrównoważony rozwój	12
Stropy „bezpodciągowe” z belkami hybrydowymi	14
Stropy z prefabrykowanych płyt zespolonych na belkach hybrydowych	16
Stropy drewniane lub zespolone drewniano-betonowe na belkach hybrydowych	20
Stropy kanałowe na belkach hybrydowych	26
Stropy monolityczne z belkami hybrydowymi	30
Zespolone stropy żelbetowe na blasze trapezowej na belkach hybrydowych	32
Połączenie wzajemne belek hybrydowych	34
Połączenia belek hybrydowych z konstrukcją obiektu – oparcie bezpośrednie	36
Połączenia belek hybrydowych z konstrukcją obiektu – oparcie pośrednie	40
Dylatacje konstrukcyjne na belkach hybrydowych	42
Montaż belek hybrydowych	44
Zabezpieczenie antykorozyjne belek hybrydowych	48
Odporność ogniowa belek hybrydowych	50



Belka hybrydowa Hybridbeam®



Zrównoważony rozwój

- Idealna współpraca materiałów o wysokich właściwościach mechanicznych
- Płaska powierzchnia stropu
- Minimalna ilość stali dzięki wykorzystaniu zespolenia wysoko wytrzymałych materiałów
- Możliwość ponownego wykorzystania w obiekcie budowlanym
- Materiały użyte do produkcji belek nadają się w 100% do recyklingu i wykorzystania w produkcji surowców budowlanych; stali i betonu



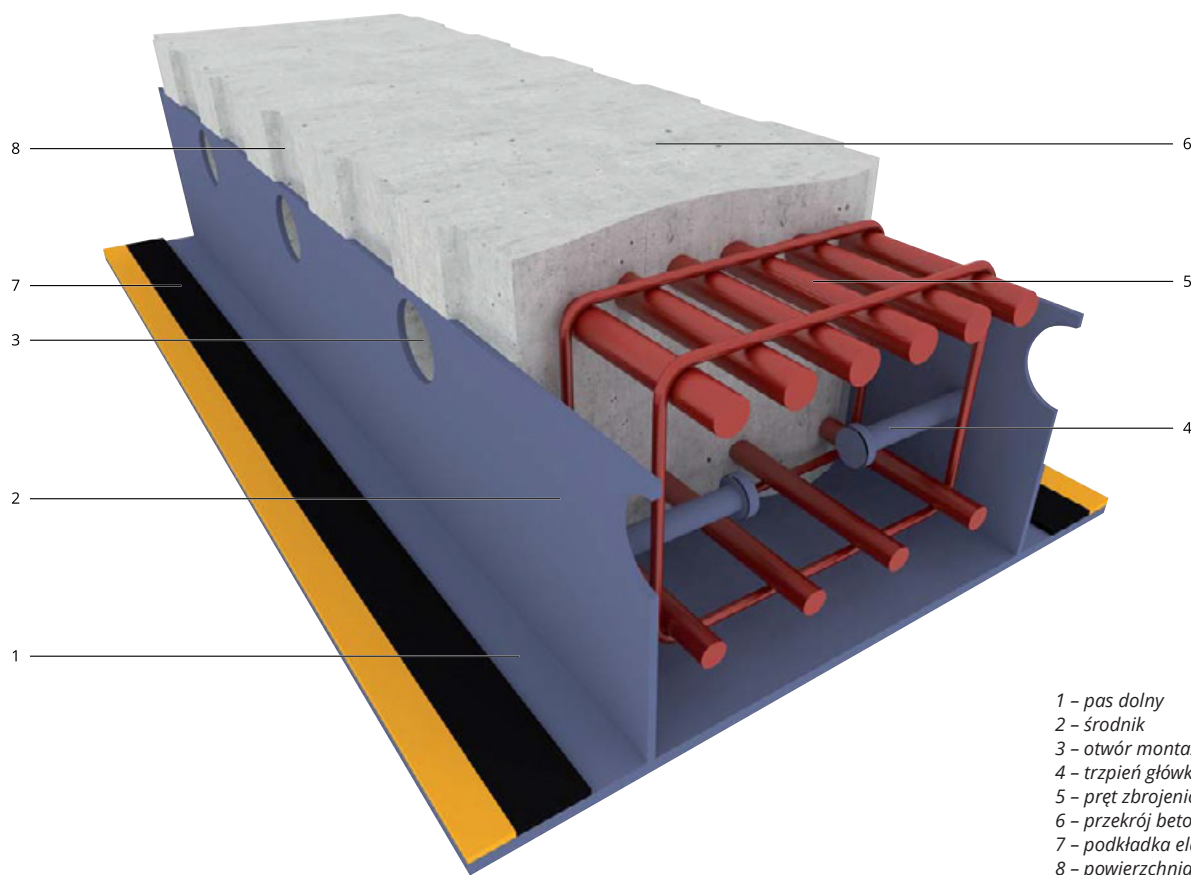
Ekonomia

- Optymalne wykorzystanie obiektu
- Możliwość zastosowania we wszystkich znanych konstrukcjach stropowych
- Szybki i pozbawiony podpór montaż
- Redukcja prac betonowych na budowie
- Wolne przestrzenie pod instalacje
- Elastyczna kolejność montażu
- Wysoki stopień prefabrykacji – kompozyt gotowy do montażu
- Skrócenie czasu budowy



Niezawodność

- Wysoka sztywność skrętna i na zginanie już w fazie montażu
- Zabezpieczenia antykorozyjne i przeciwpożarowe zgodne z normami budowlanymi
- Certyfikowana produkcja wg EN 1090
- Nośność potwierdzona badaniami technicznymi
- Elastyczność w zakresie połączeń z innymi elementami ustroju nośnego obiektu
- Pełne wsparcie techniczne na etapie projektowania i realizacji obiektu



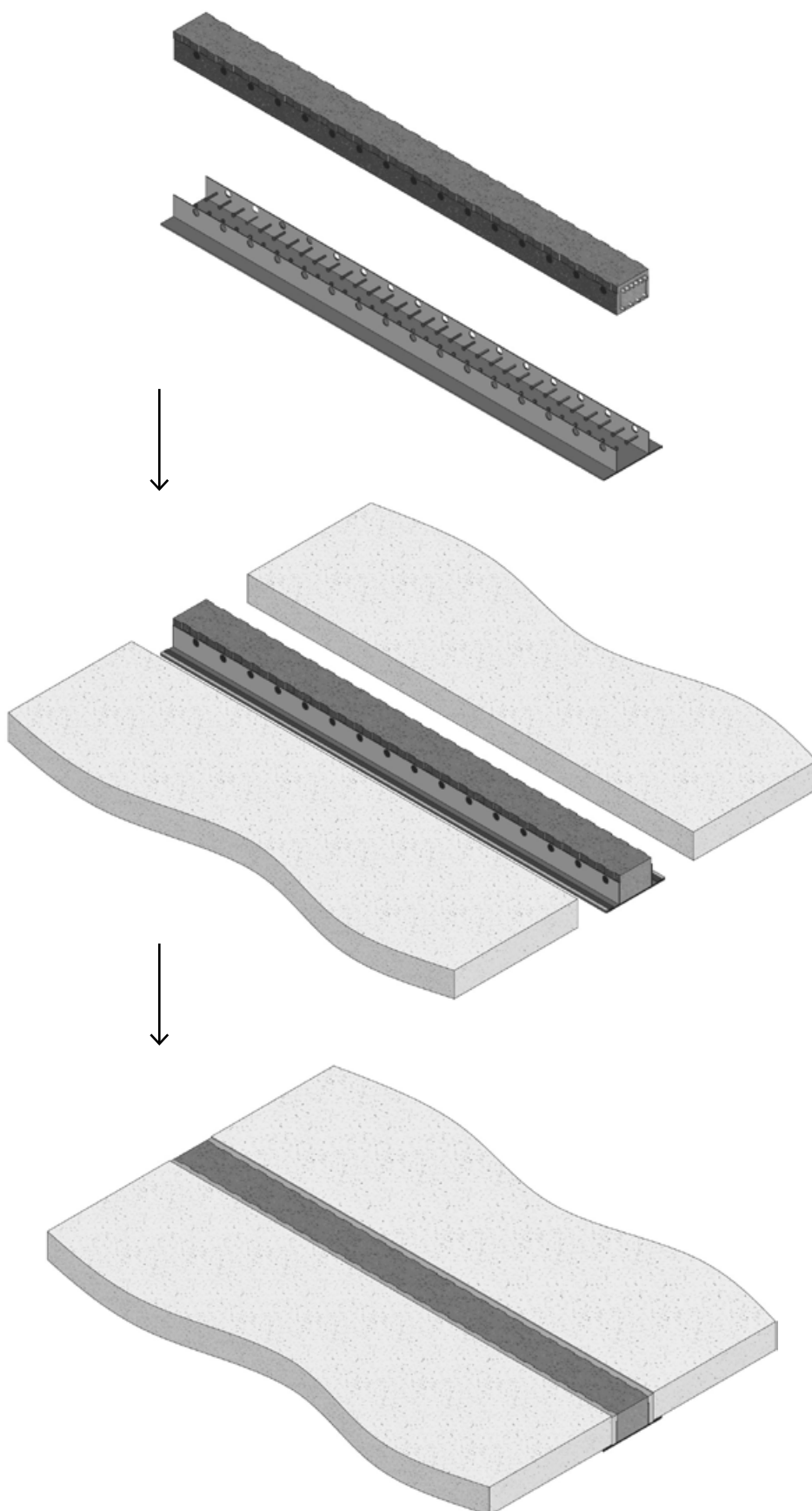
Podwójne zespolenie

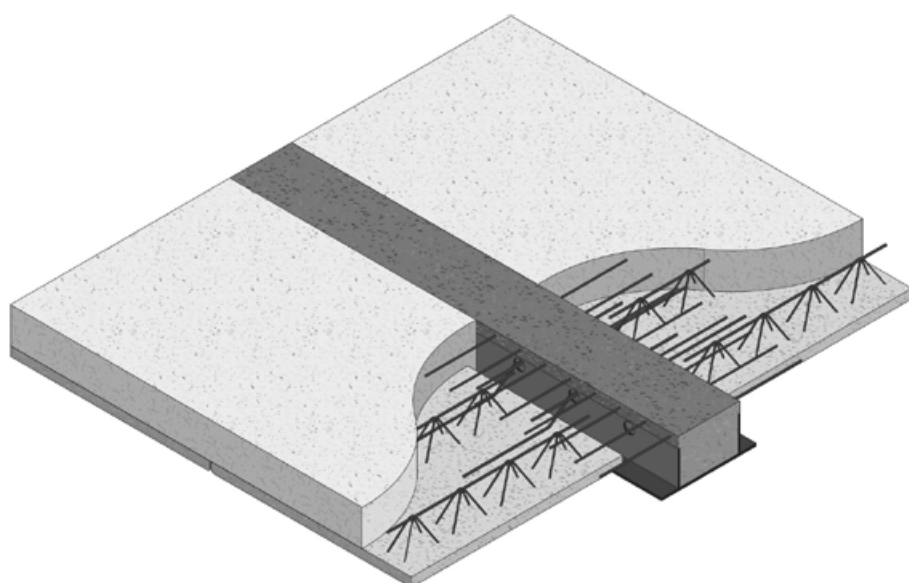
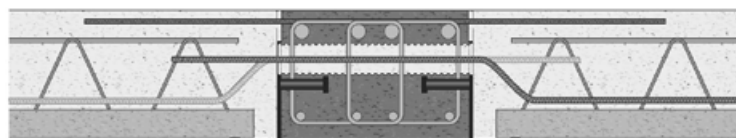
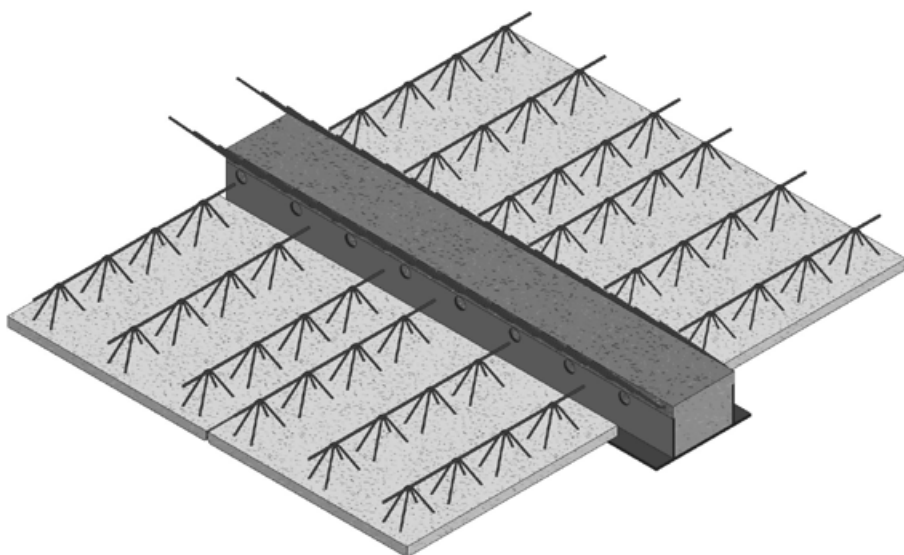
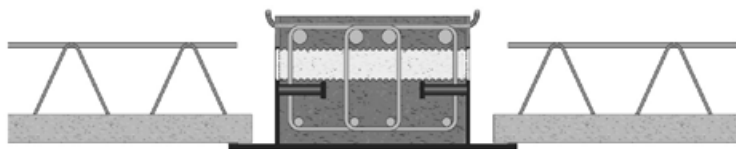
Efektywne zespolenie materiałów budowlanych o różnych właściwościach fizycznych umożliwia uzyskanie optymalnego rozwiązania konstrukcyjnego. Belka hybrydowa **Hybridbeam®** osiąga wysoki stopień efektywności dzięki optymalnemu wykorzystaniu w przekroju konstrukcyjnym właściwości poszczególnych jej składników – zbrojonego betonu i stali budowlanej. Zamysłem twórców belki **Hybridbeam®** była minimalizacja przekroju stali konstrukcyjnej przy niskiej wysokości oraz dużej wytrzymałości na zginanie, ścinanie oraz skręcanie.

Wykorzystano zatem zespolenie tych dwóch materiałów konstrukcyjnych – stali i betonu. Parametry belki można porównać z tradycyjnym podciągami żelbetowym, który dla osiągnięcia jej nośności potrzebuje dwukrotnie większej wysokości i wysokiego stopnia zbrojenia elementu. Zespolenie staje się więc rozwiązaniem ekonomicznym, pozwalającym na zmniejszenie zapotrzebowania na ilość materiału do spełnienia zaplanowanych zadań konstrukcyjnych.

Konglomerat tych materiałów o odpowiednio dobranych parametrach i geometrii przekroju tworzy element budowlany – belkę nośną dla układu konstrukcyjnego w budynku. Belka ta stanowi dźwigar zespolony i może samodzielnie współpracować przy odpowiednim połączeniu z pozostałymi częściami konstrukcji. W trakcie montażu przenosi niezawodnie obciążenia montażowe procesu budowlanego. Po zespoleniu ze stropem zwiększa swoją nośność i w fazie użytkowania współpracuje z konstrukcją obiektu, przenosząc zaprojektowane obciążenia.

Element zespolony, jakim jest belka, to idealny przykład realizacji postulatu zrównoważonego rozwoju. Belka hybrydowa w okresie użytkowania obiektu nie wymaga dodatkowych nakładów na jej utrzymanie. Po okresie życia budynku w prosty sposób daje się odspoić od pozostałych elementów konstrukcji obiektu i może ponownie znaleźć swoje zastosowanie w innej konstrukcji budowlanej. Zachowuje przy tym swoje parametry wytrzymałościowe.





Stalowy korpus belki dzięki zastosowaniu trzpieni główkowych ulega zespoleniu z jej przekrojem żelbetowym jeszcze na etapie produkcji. Po stwardnieniu betonu belka osiąga swoją nośność i sztywność montażową. Nośność montażowa jest wystarczająca do przeniesienia obciążeń zginających belkę elementami stropowymi wraz z ewentualnym obciążeniem nadbetonem i obciążeniem technologicznym, opieranymi na wspornikach utworzonych przez półkę. Belka osiąga również wystarczającą sztywność na skręcanie będące rezultatem jednostronnego obciążenia w fazie montażu. Konieczność zamocowania jej na podporze ze względu na siły skręcające podlega odrębnym sprawdzeniom obliczeniowym.

Po ułożeniu stropu, połączeniu go zbrojeniem z korpusem belki i zalaniu betonem fug pomiędzy ścianami pionowymi belek i czołowymi płyt stropowych (wykonaniu ewentualnie nadbetonu) oraz osiągnięciu ich wytrzymałości projektowej otrzymujemy zespolenie belki ze stropem zarówno poprzez wytworzone kanały zazbrojone w belce, jak i poprzez mechaniczne zadyblowanie belki ze stropem w jego górnej części.

Rodzaje belek hybrydowych

Belka zespolona **Hybridbeam®** jest prefabrykowanym elementem nośnym, wykorzystywanym jako płaski podciąg do realizacji stropów typu *slim floor* – zintegrowanych stropów o niewielkiej wysokości konstrukcyjnej. W podstawowym wykonaniu belki **Hybridbeam®** mieszczą się w wysokości stropu.

Belki wykonywane są z wysokiej jakości materiałów:

- przekrój stalowy: stal S 460 N, zgodnie z normą PN-EN 10025:2007;
- przekrój żelbetowy: stal zbrojeniowa B 500 B (C) + beton wysokowartościowy HPC – C 60/75;
- trzpienie główkowe do zespolenia: stal S 235 J2 + C 450 zgodnie z PN-EN 10025:2007.

Oznaczenia:

H_c : wysokość belki od górnej powierzchni półki dolnej [cm]; wysokości belek mogą być swobodnie dopasowane do różnych programów produkcji stropów prefabrykowanych (np. sprężonych płyt kanałowych 20, 27, 32, 40, 45 i 50); belki projektowane są w wysokościach odpowiednich do przekroju projektowanego stropu,

B_h : szerokość rdzenia belki łącznie z grubością środników (zewnątrzna szerokość korpusu belki) [mm] – 200–700 mm; szerokość belki dopasowana do danej konstrukcji stropowej,

W: rodzaj belki w danym projekcie – 1–99,

L: długość belki [cm] – standardowo przyjmuje się belki do długości maks. 1600 cm.

Parametry geometrii przekroju:

B: szerokość całkowita pasa dolnego belki [mm],

B_f : pracująca szerokość oparcia elementu stropowego [mm] – 15–300 mm,

t_f : grubość półki dolnej [mm] – 10–20 mm,

t_s : grubość środnika belki [mm] – 6–20 mm,

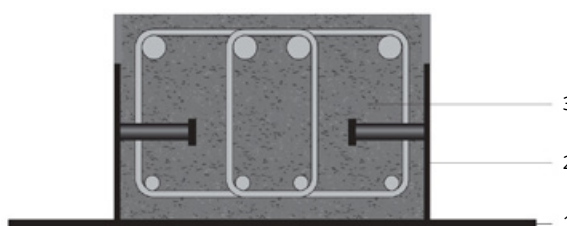
h_s : wysokość środnika [mm] – 120–400 mm,

D_o : średnica otworu w belce [mm] – 40–80 mm.

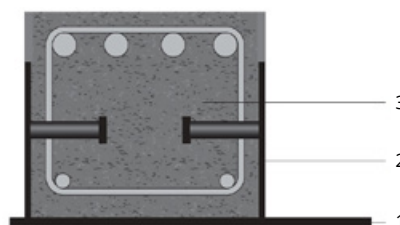
Belka pośrednia **BHM** posiada obustronną półkę dolną służącą do podparcia stropu. Krawędzie stropu wspierają belki krawędziowe **BHR**, posiadające z jednej strony półkę dla oparcia stropu, a z drugiej zakończone są środnikiem do wysokości konstrukcyjnej belki. W przypadku stosowania belek pośrednich do

przenoszenia obciążeń skupionych, np. ze słupów lub belek pobocznych wspieranych przez belkę główną, lub gdy przekazywanie obciążenia od stropu odbywa się na górnej powierzchni belki, stosujemy belki specjalne **BHS**.

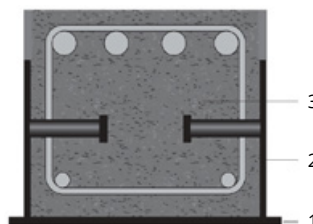
BHM – belka środkowa – oznaczenie: **BHM** H_c - B_h -W-L



BHR – belka krawędziowa – oznaczenie: **BHR** H_c - B_h -W-L



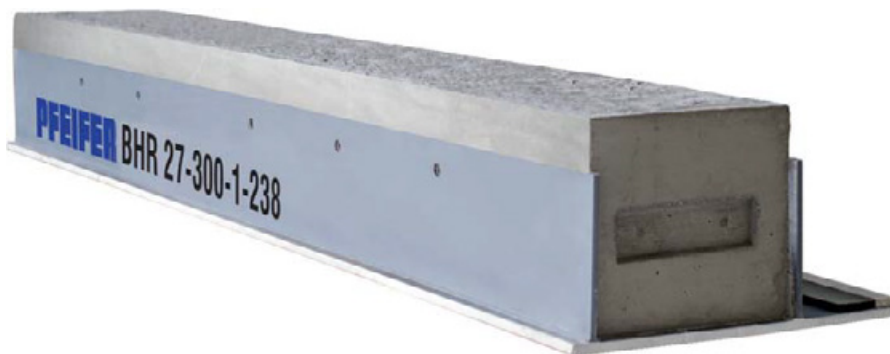
BHS – belka specjalna – oznaczenie: **BHS** H_c - B_h -W-L



1 – półka dolna o grubości t_f i wysięgu B_f ; całkowita szerokość B
2 – środniki o grubości t_s i wysokości h_s
3 – rdzeń betonowy o szerokości B_h i wysokości H_c



BHM – belka środkowa



BHR – belka krawędziowa



BHS – belka specjalna

Nośności belek hybrydowych

Wymiarowanie belek Hybridbeam®

Belki hybrydowe **Hybridbeam®** wymiarowane są na podstawie algorytmów obliczeniowych zawartych w europejskich normach technicznych – EC Eurokod z wykorzystaniem współczynników korekcyjnych określonych na podstawie badań empirycznych. Do czasu opublikowania pomocniczego programu obliczeniowego dokładne wymiarowanie stropów z belkami hybrydowymi **Hybridbeam®** realizowane jest w centrum doradczo-technicznym w firmie PFEIFER Steel Production Poland Sp. z o.o. Przesyłane do naszych inżynierów dane podlegają weryfikacji pod kątem ich kompletności oraz analizie obliczeniowej. Obliczenia te pozwalają zweryfikować wstępne założenia Klienta w zakresie doboru belki, a przy zamówieniu stanowią dokumentację służącą do weryfikacji projektu i jego realizacji.

Wstępny dobór belek

Dla wstępnego doboru belek można skorzystać z nomogramu zamieszczonego na kolejnej stronie lub uproszczonego kalkulatora doboru przekroju belki zamieszczonego na stronie www.hybridbeam.eu. W tym celu konieczne są orientacyjne dane:

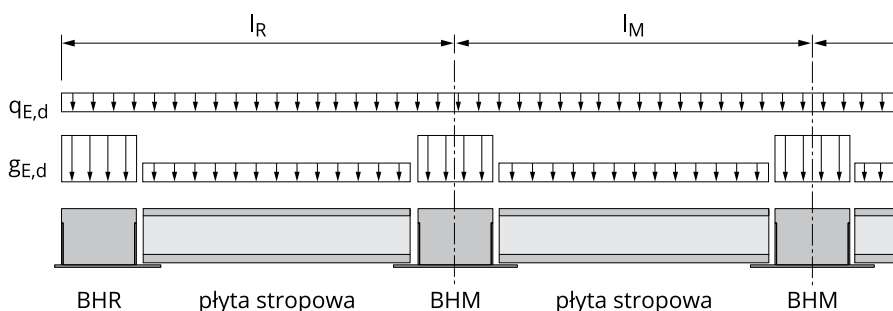
- schemat rozpiętości stropu (dobieranej belki i pól stropowych l_M i l_R opartych na belce),
- wysokość (grubość) planowanej płyty stropowej; z reguły dobieramy wysokość belki w wysokości planowanej grubości prefabrykowanej płyty stropowej lub jako niższą wartość w przypadku stosowania schematów stropu z wykorzystaniem nadbetonu,
- ciężar własny stropu wraz z warstwami wykończeniowymi wyrażony jako wartość obliczeniowa $g_{E,d}$ [kN/m²] (nie potrzebujemy uwzględniać ciężaru własnego belki, który został już niezależnie uwzględniony w obliczeniach krzywych nośności),
- obciążenia zmienne (użytkowe i dodatkowe) wyrażone jako wartość obliczeniowa $q_{E,d}$ [kN/m²].

Dysponując tak przygotowanymi danymi, w pierwszym kroku określamy szerokość strefy wpływu jako połowę sumy rozpię-

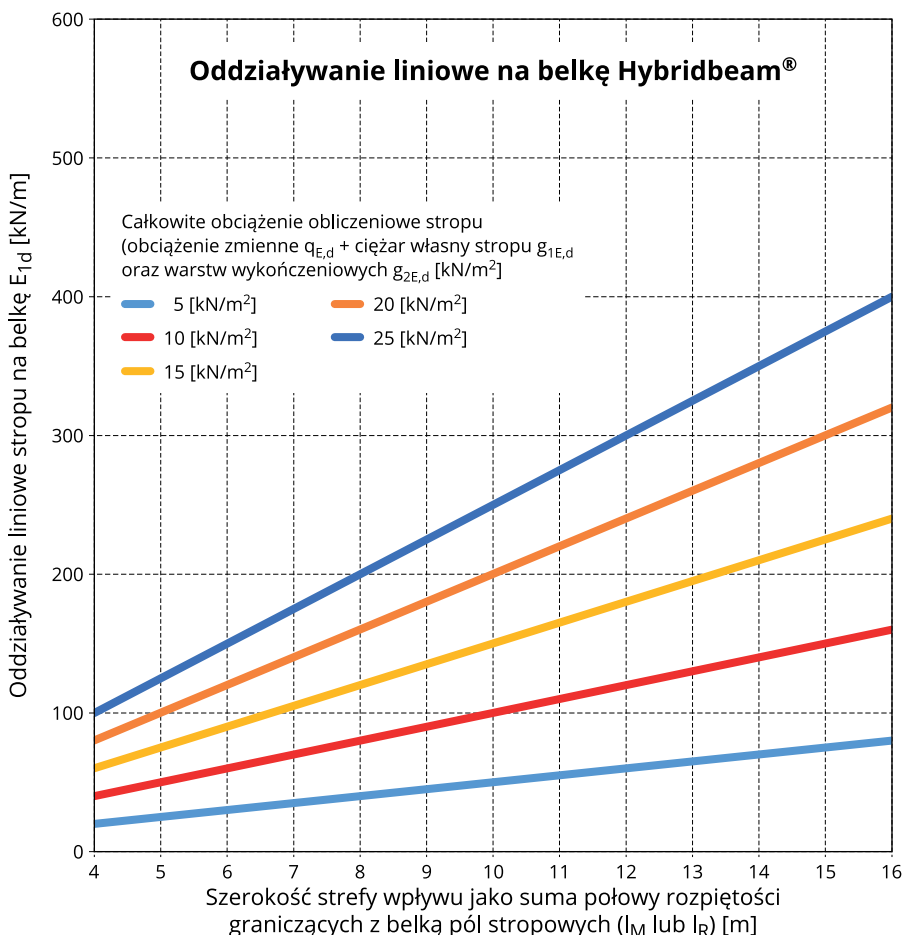
tości wspieranych belką pól stropowych. W kolejnym kroku wyliczamy lub odczytujemy z poniższego diagramu wartość oddziaływania liniowego stropu na belkę $E_{1,d}$ [kN/m] w zależności od wyznaczonej szerokości strefy wpływu oraz obciążeń stałych i zmiennych.

Po odczytaniu (wyznaczeniu) oddziaływania liniowego stropu na belkę

$E_{1,d}$ [kN/m] w zależności od rozpiętości danej belki znajdujemy zakres belek umożliwiających zrealizowanie zadania projektowego. Na diagramie podano zakres belek bez ich podziału na belki skrajne lub środkowe z orientacyjnymi wysokościami [cm] oraz najszerszymi w danym standardzie rdzeniami belek [mm].

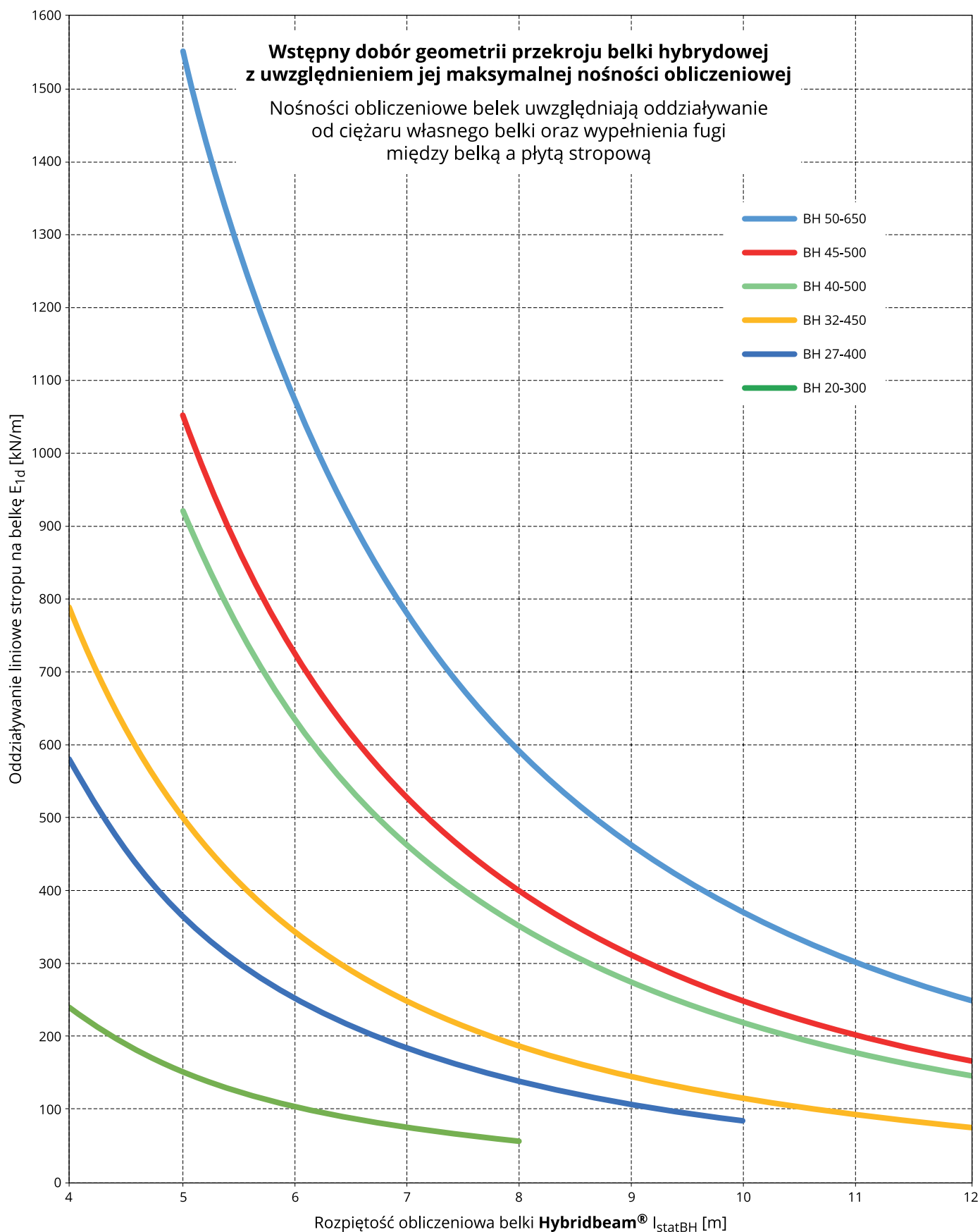


System statyczny stropu opartego na belkach **Hybridbeam®** z parametrami niezbędnymi do ich wstępnego doboru



Wstępny dobór geometrii przekroju belki hybrydowej z uwzględnieniem jej maksymalnej nośności obliczeniowej

Nośności obliczeniowe belek uwzględniają oddziaływanie od ciężaru własnego belki oraz wypełnienia fugi między belką a płytą stropową



Zrównoważony rozwój

Ochrona środowiska naturalnego to jedno z największych wyzwań współczesnego świata. Niezależnie od naszej działalności i związanego z nią oddziaływania na środowisko zachowanie równowagi i szacunek dla otaczającej nas przyrody powinny być wyznacznikiem naszego rozwoju. Dlatego jednym z najważniejszych postulatów dla współczesnego budownictwa jest zrównoważony rozwój, czyli zachowanie równowagi pomiędzy interesami gospodarki, środowiska i społeczeństwa.

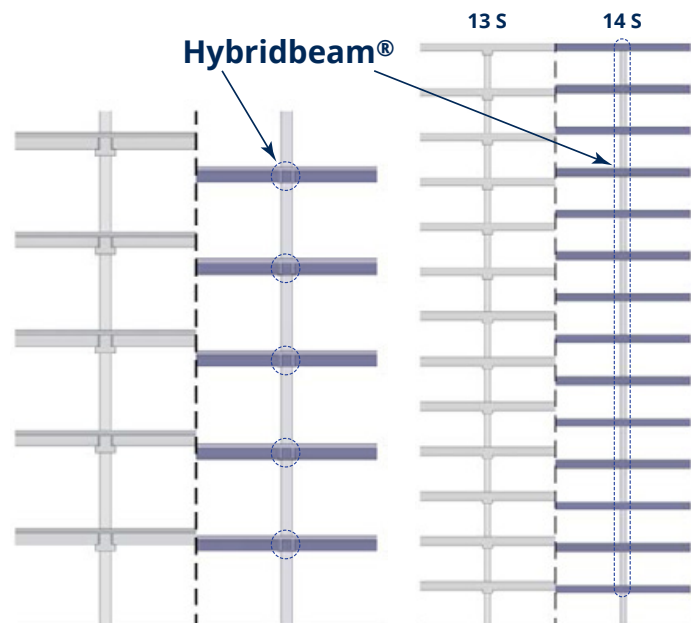


Budownictwo jest jedną z najbardziej energochłonnych gałęzi gospodarki. Przy realizacji obiektów budowlanych zużywamy wiele surowców kopalnych.

Pojawiają się zatem pytania, w którym kierunku powinniśmy podążać przy planowaniu kolejnych inwestycji budowlanych. I choć metody działania mogą być różne, to podstawowe wytyczne dla współczesnego budownictwa są wspólne:

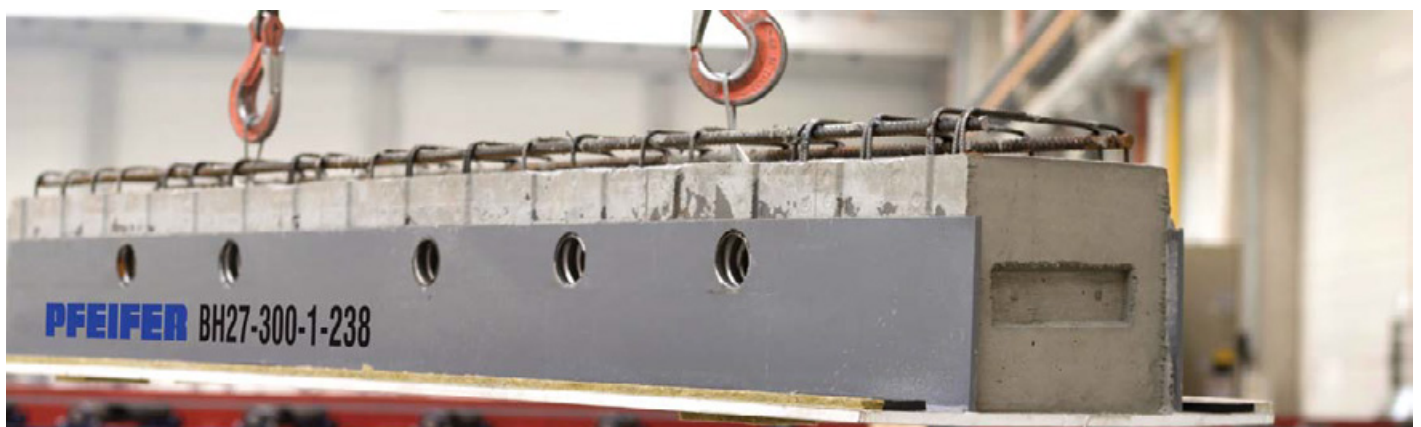
- Ograniczać potrzeby materiałowe, bazując w jak największym stopniu na materiałach i surowcach już wykorzystywanych do wykonania obiektów budowlanych.
- Realizować obiekty o jak najmniejszym zapotrzebowaniu na tzw. „szarą” energię (pochodzącą ze spalania kopalin) w trakcie ich użytkowania.
- Do wznoszenia nowych obiektów ponownie wykorzystywać elementy budowlane zastosowane w obiektach demontowanych.
- Stosować w produkcji materiały gwarantujące ich powrót po recyklingu do procesu produkcji.
- Zmniejszać energochłonność procesu wznoszenia obiektów.
- Obniżyć hałas przy produkcji budowlanej i realizacji obiektów.
- Wznosić obiekty nierozprzestrzeniające hałasu i drgań.

Stropy płaskie z zastosowaniem belek hybrydowych umożliwiają efektywne wykorzystanie kubatury obiektu. To dzięki temu możliwe jest uzyskanie jego oczekiwanej funkcjonalności przy optymalnym zapotrzebowaniu na energię w trakcie użytkowania.



„Z mniej uczynić więcej”

Belkę hybrydową **Hybridbeam®** opracowano jako rozwiązanie w największym stopniu wykorzystujące współpracę zespolonego przekroju stalowego ze zbrojonym przekrojem betonowym. Zadaniem twórców było znalezienie rozwiązania problemu konstrukcyjnego belki ukrytej w wysokości płyty stropowej przy jednoczesnym zminimalizowaniu ilości stali w przekroju. Zatem już u podstaw leżało założenie – „z mniej uczynić więcej”. Dzięki temu udało się ograniczyć udział stali w przekroju nawet do 3,5%.





Eliminacja lub zmniejszenie wysokości wystających podciągów pod stropem ułatwia prowadzenie instalacji przy optymalnym zużyciu materiałów oraz wykorzystaniu zasobów ludzkich.






Stropy płaskie ograniczają nakłady na prace wykończeniowe w obiekcie i przyczyniają się do oszczędności energii w trakcie jego wznoszenia.

Produkcja przemysłowa elementów budowlanych ogranicza nakłady procesów na budowie. Dzięki zastosowaniu energooszczędnych technologii oraz inwestycji w produkcję własnej zielonej energii z elektrowni fotowoltaicznej przyczyniamy się do zmniejszenia emisji CO₂.

PFEIFER współpracuje z dostawcami używającymi do produkcji stali surowce pochodzące w dużej mierze z recyklingu oraz stosującymi energooszczędne procesy przetwórcze.

Nasze belki hybrydowe **Hybridbeam**[®] zastosowane w pierwotnym obiekcie budowlanym w pełni nadają się do ponownego ich wykorzystania w kolejnym budynku. Pozostałe elementy niewykorzystane w tym procesie w 100% nadają się do recyklingu i wykorzystania w produkcji stali lub betonu.

Belki hybrydowe mogą więc być zaprojektowane jako konstrukcja obiektów demontowalnych. Elastyczność w stosowaniu łączników śrubowych do płyt stropowych oraz konstrukcji nośnej budynku w prosty mechaniczny sposób umożliwia ich powtórne wykorzystanie w nowym obiekcie.

Oznaczenie	Grupa nr	Zawartość masy betonu C60/75 w grupie belek hybrydowych
 Hybridbeam [®]	1+	>70%
 Hybridbeam [®]	1	65-70%
 Hybridbeam [®]	2	60-65%
 Hybridbeam [®]	3	55-60%
 Hybridbeam [®]	4	<55%

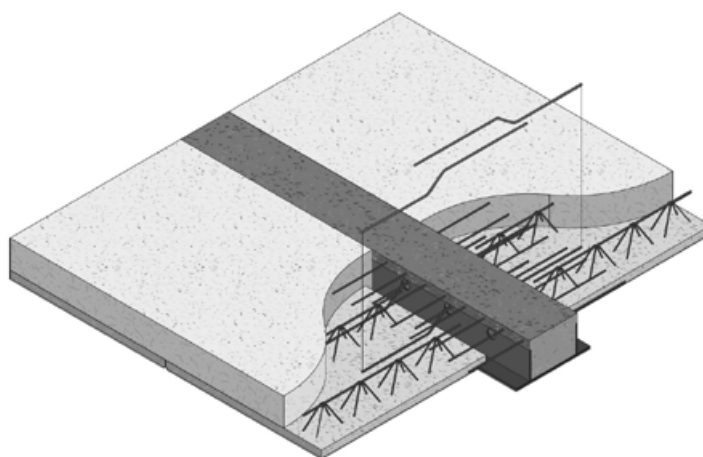
Charakterystyki środowiskowe dla pięciu grup belek o różnej zawartości betonu w całości produktu.

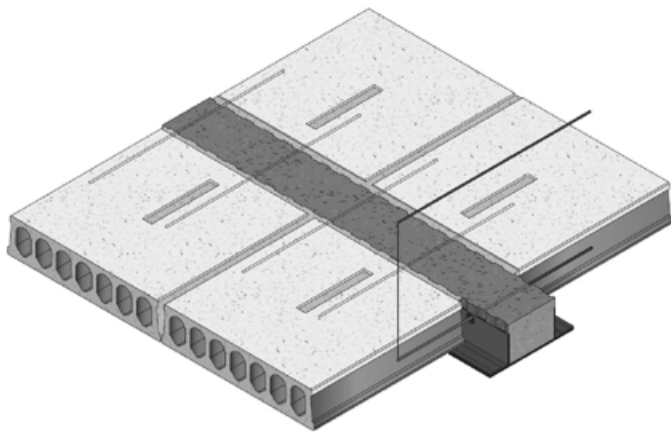
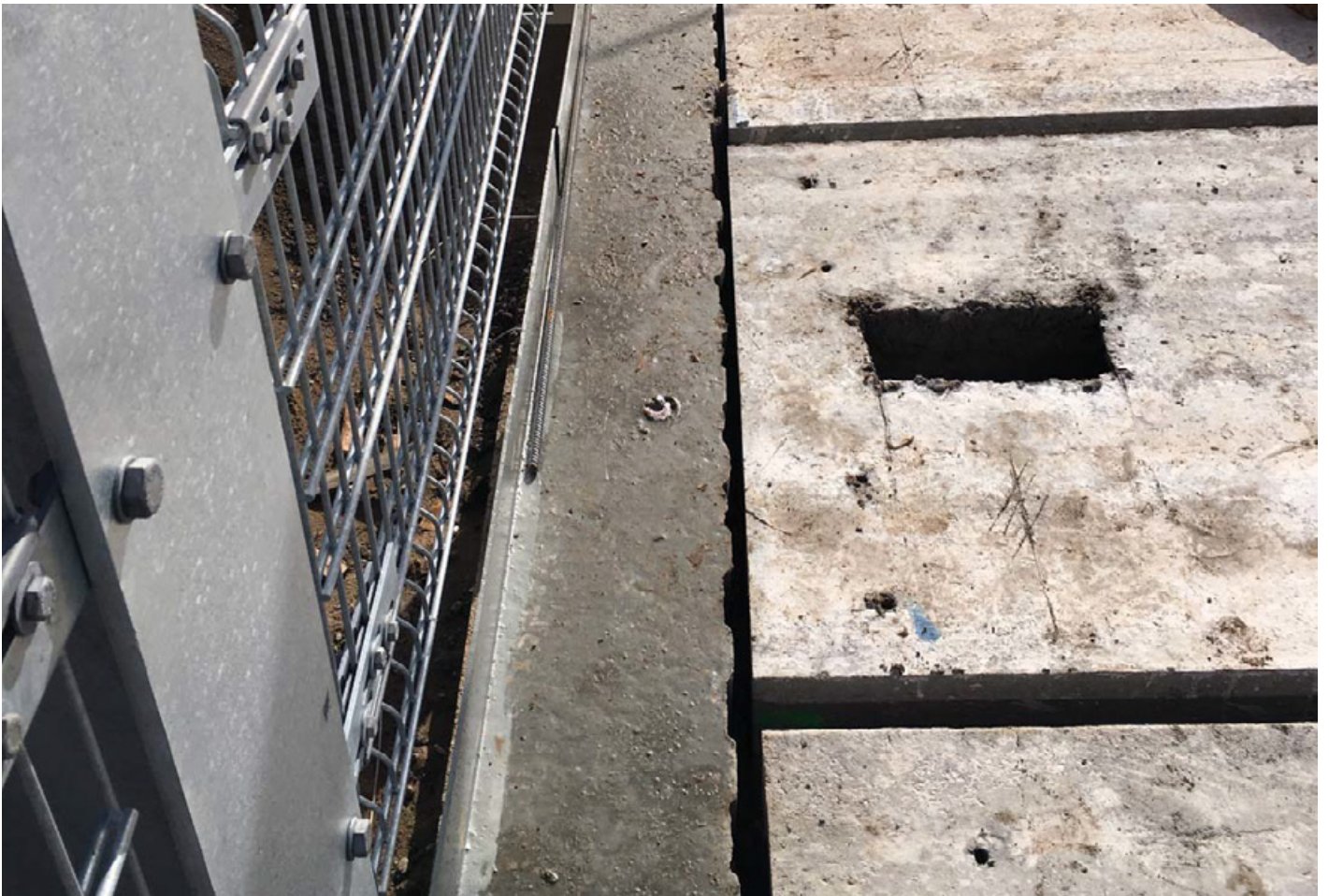
Stropy „bezpodciągowe” z belkami hybrydowymi

Belki hybrydowe **Hybridbeam®** stanowią uniwersalny nośny element konstrukcyjny stropu. Współpracują ze wszystkimi rodzajami konstrukcji stropowych – od konstrukcji monolitycznych z betonu, poprzez zespolone stropy z prefabrykatów żelbetowych płaskich (np. typu filigran), stropy z płyt kanałowych sprężonych, po stropy zespolone drewniano-betonowe. Świetnie sprawdzają się w konstrukcjach stropów drewnianych (dla tzw. suchego montażu), stanowiąc uzupełnienie ekologicznej konstrukcji drewnianej. Stosowane są również w konstrukcjach stropów zespolonych stalowo-żelbetowych oraz stropów zespolonych wykonywanych na blasze trapezowej.

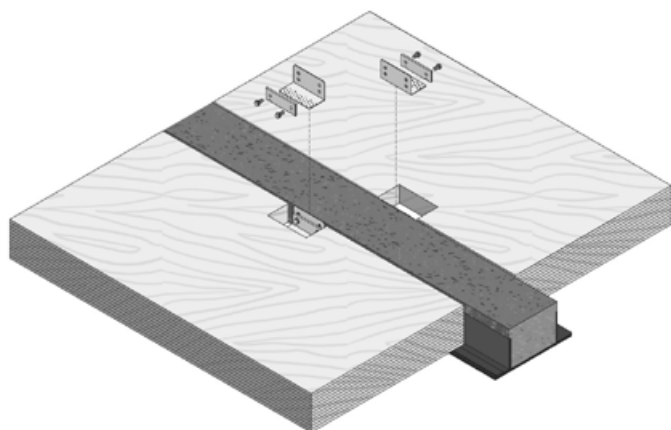
Ze względu na charakterystykę współpracy belki z płytą stropową możemy wyróżnić następujące rodzaje zespolenia belki ze stropem:

Stropy w pełni zespolone z belką hybrydową (wykorzystujące maksymalne możliwości w zakresie nośności stropu), gdzie mamy do czynienia z zespoleniem belki poprzez zastosowanie zbrojenia zespalającego wbudowanego na etapie produkcji belki (lub dokładanego w trakcie montażu płyt stropowych na budowie).





Stropy częściowo zespolone z belką, w których stosujemy regularne punktowe połączenia z płytą stropową w postaci zbrojenia, zbrojonych dybli betonowych lub innych łączników mechanicznych.



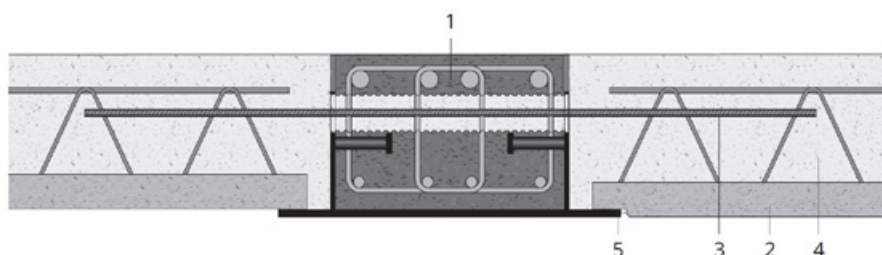
Stropy, dla których nie uwzględnia się zespolenia z belką hybridową w obliczeniu nośności stropu. Połączenie płyty stropowej ma na celu jedynie połączenie montażowe lub podwieszenie płyty stropowej do rdzenia belki w trakcie pożaru.

Stropy z prefabrykowanych płyt zespolonych na belkach hybrydowych

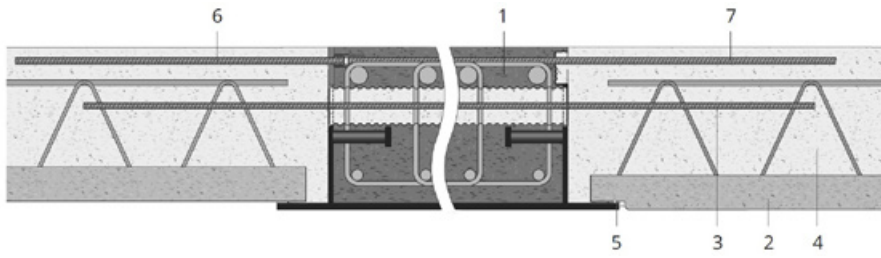
W wielu rozwiązaniach stropowych stosuje się prefabrykowane płyty zespolone jako nośny element szalunkowy dla zespolonej – monolitycznej – konstrukcji stropu. Standardowe płyty zespolone (niesprężone) produkowane są o grubości od 7 do 8 cm płyty prefabrykowanej i rozpiętości do ok. 9 metrów. Takie stropy wymagają od pewnej rozpiętości (ustalanej przez statyka obiektu) dodatkowego podparcia podczas montażu oraz w trakcie dojrzewania betonu wypełniającego. W przypadku stosowania sprężonych płyt zespolonych grubość prefabrykatu przekracza 10 cm, a rozpiętości tych płyt dochodzą do 12 metrów. Dla większości sprężonych płyt prefabrykowanych nie jest przewidywane podparcie montażowe jak dla elementów niesprężonych.

W klasycznym rozwiązaniu belka hybrydowa równa jest wysokości zaprojektowanej płyty stropowej. W przypadku stropu opartego swobodnie na belce hybrydowej stosujemy ewentualnie zbrojenie zszywające proste (3) przeprowadzone przez rurę karbowaną w belce lub wkręcane do łącznika zbrojeniowego. W połączeniu z belką hybrydową możliwe jest też osiągnięcie stropu „idealnie” gładkiego poprzez formowanie płyt zespolonych z wybraniem w rejonie oparcia na belce, jak to przedstawiono po prawej stronie rysunków.

Belka hybrydowa w połączeniu z jednoprzęsłowym stropem monolitycznym na płytach prefabrykowanych



Belka hybrydowa z uciągnięciem zbrojenia nadbetonu wbudowanego w bocznej powierzchni belki



Belki hybrydowe umożliwiają przyjęcie dla płyt stropowych schematów wieloprzęsłowych. W przypadku belek hybrydowych o wysokości równej grubości płyty stropowej dla uciągnięcia zbrojenia górnego płyty stosujemy łączniki zbrojeniowe wkręcane (6) lub zbrojenie odginane (7).

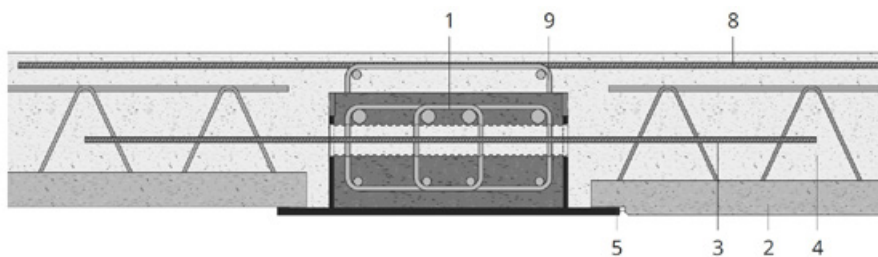


- 1 – belka hybrydowa
- 2 – zespolona płyta żelbetowa lub sprężona
- 3 – zbrojenie zespajające belkę i strop
- 4 – nadbeton
- 5 – możliwe wykonanie czoła płyt stropowych z wybraniem $h = -15$ mm dla tzw. ukrytego oparcia płyty
- 6 – zbrojenie wkręcane na budowie do uciągnięcia ze zbrojeniem górnym nadbetonu
- 7 – zbrojenie odginane na budowie do uciągnięcia ze zbrojeniem górnym nadbetonu
- 8 – pręty górne nadbetonu wbudowane na budowie
- 9 – wbudowane w belkę zbrojenie zespajające z nadbetonem
- 10 – przewyższenie belki hybrydowej ponad górną krawędź płyty stropowej
- 11 – beton podłużnego podwyższonego oparcia dla płyt kanałowych



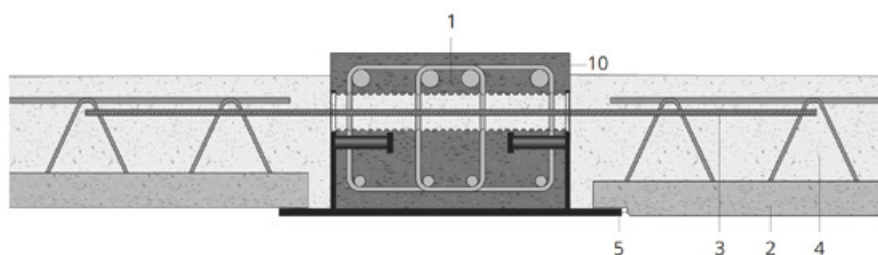
Belka hybrydowa w stropie płytowym wieloprzęsłowym

W najprostszej sytuacji dla stropów wieloprzęsłowych, gdy belka jest niższa od grubości łącznej płyty stropowej o ok. 8 cm, możemy przeprowadzić górne zbrojenie płyty (8) nad belką w poziomie wystawionych z belki strzemion zszywających (9), spiętych zbrojeniem podłużnym.

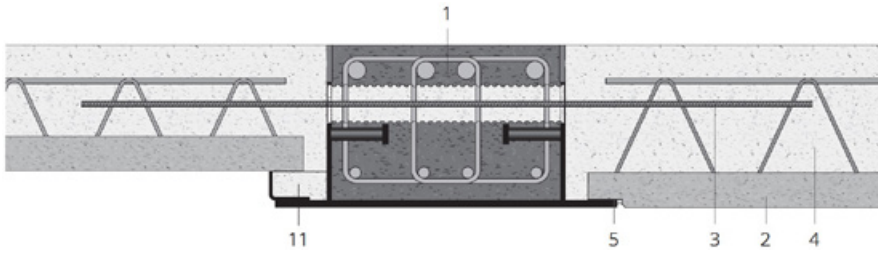


W niektórych przypadkach ze względów statycznych wysokość belki hybrydowej może przekraczać założoną grubość płyty stropowej. W zależności od możliwości i wymagań projektanta obiektu możliwe jest wyniesienie górnej krawędzi belki powyżej górnej krawędzi płyty stropowej (10). Ewentualne zespolenie z górnym zbrojeniem płyty stropowej (o ile jest konieczne) następuje poprzez zastosowanie odginanych lub wkręcanych łączników zbrojeniowych.

Belka hybrydowa wystająca ponad krawędź górną stropu



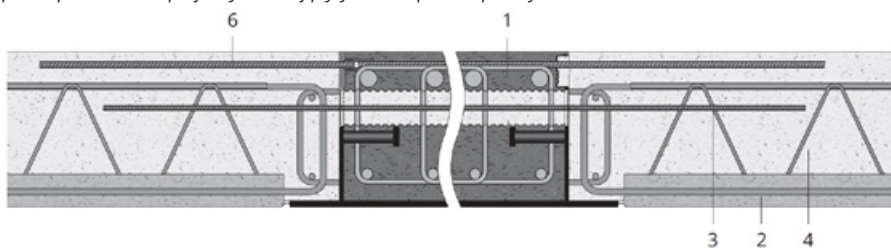
Oparcie podwyższone płyty prefabrykowanej



Jeżeli wysokość konstrukcyjna belki przewyższa grubość płyty stropowej, stosujemy najczęściej tzw. oparcie podwyższone płyty. Prefabrykat opiera się w takiej sytuacji na podłużnym wsporniku liniowym (11) – zabetonowanym w zakładzie wytwórczym lub na budowie.



Oparcie podwieszane prefabrykowanej płyty dla stropów zespolonych



Standardowa głębokość oparcia płyt stropowych wynosi od 70 do 90 mm. Nie stosujemy w tym przypadku podkładek elastomerowych pod prefabrykaty. W przypadku tzw. oparcia podwieszanego należy uwzględnić w szerokości oparcia również czołowe pręty zespalające oraz dodatkowe zbrojenie podwieszające dla stropu w przekroju belki lub montowane nad jej przekrojem w przypadku belek niskich.

Stropy drewniane lub zespolone drewniano-betonowe na belkach hybrydowych

Doskonałe parametry techniczne drewna coraz częściej zwracają uwagę współczesnych projektantów. Ponadto, poszukując rozwiązań konstrukcji minimalizujących zapotrzebowanie na energię i niskoemisyjnych rozwiązań CO₂, nie sposób pominąć właściwości naturalnego materiału, jakim jest drewno. Proces jego przygotowania do konstrukcji budowlanej charakteryzuje się stosunkowo najmniejszą emisją CO₂ spośród znanych materiałów budowlanych. Również ciężar właściwy drewna jest wielokrotnie mniejszy niż pozostałych materiałów stosowanych w konstrukcji stropów. To wszystko sprawia, że staje się on coraz bardziej popularnym materiałem we współczesnych konstrukcjach.

Z punktu widzenia klasyfikacji konstrukcji stropowych wykonanych na bazie drewna możemy wyróżnić dwie grupy podstawowe:

- stropy drewniane,
- zespolone stropy drewniano-betonowe.

W zależności od rodzaju płyty stropowej można je podzielić na:

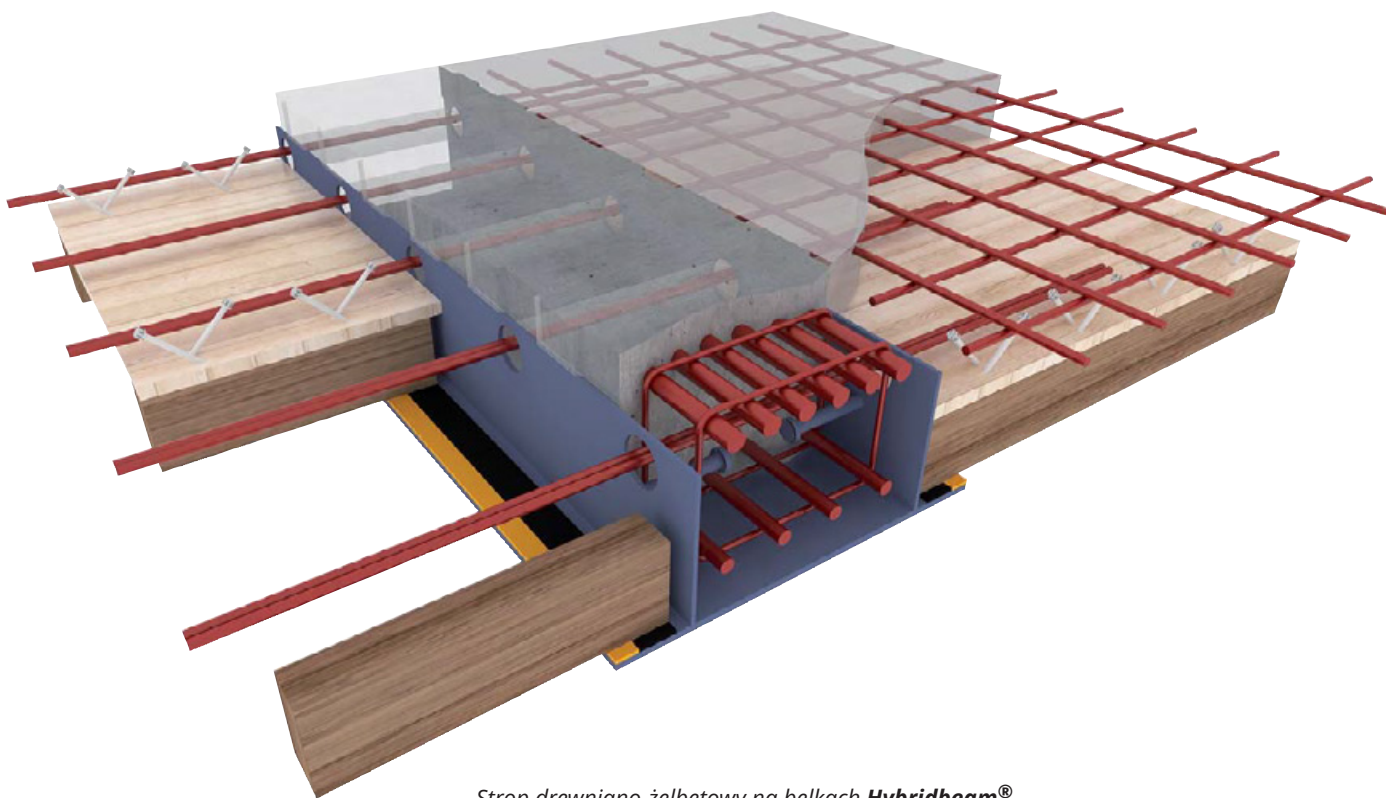
- stropy płaskie z klejonych płyt drewnianych (prefabrykowane pasma z klejonych warstw drewna); tego rodzaju stropy mogą być również zespolone z betonem w zakładzie prefabrykacji lub na budowie,
- stropy belkowe (belki połączone z płytami drewnianymi lub zespolone z płytą betonową); występują jako prefabrykaty lub wykonywane są w całości na budowie,
- stropy drewniane kanałowe (wykonywane z zamkniętych pasm kanałowych).

W zależności od sposobu montażu tych stropów można je podzielić na:

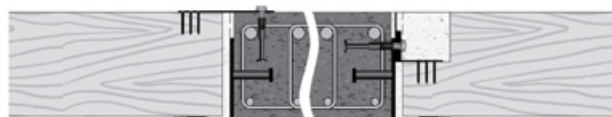
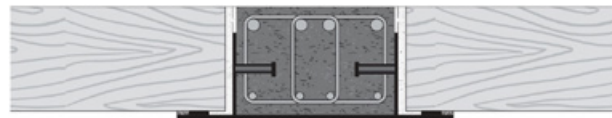
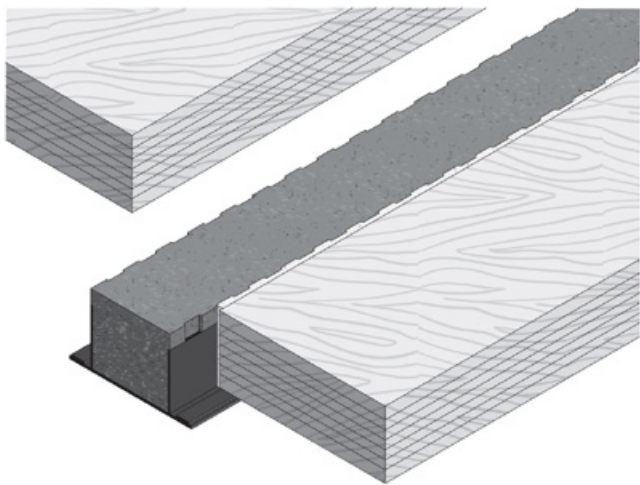
- stropy montowane na sucho (prefabrykaty drewniane lub elementy drewniane montowane na budowie),
- stropy montowane na sucho niewielkimi wylewkami uzupełniającymi (prefabrykaty drewniane lub zespolone prefabrykaty drewniano-betonowe),
- stropy montowane i zespalane na budowie na mokro (nadbeton wykonywany jest na budowie na wykonanej płycie drewnianej).

Stosowanie betonu w konstrukcji stropu drewnianego związane jest z optymalnym wykorzystaniem lekkiej konstrukcji drewnianej samonośnej już na etapie montażu oraz betonu zwiększającego nośność tarczy stropowej i gwarantującego uzyskanie odpowiednich parametrów tłumiących drgania i hałas.

Belki hybrydowe **Hybridbeam®** w niezawodny sposób mogą być wykorzystywane w tego typu konstrukcjach. Ze względu na wysoką nośność i sztywność gwarantują sprawne oparcie płyt stropowych oraz realizację połączenia ich z belką. Belki **Hybridbeam®** doskonale współpracują z płytą stropową, przekazując zaplanowane siły poziome w tarczy stropowej. Poprzez zastosowanie odpowiednich łączników lub zbrojenia w stropach zespolonych gwarantują też uzyskanie odpowiedniej klasy odporności ogniowej. W przypadku stropów belkowych średniki belek hybrydowych, dodatkowo zabezpieczone przed nagrzewaniem się w trakcie pożaru, są odpowiednią otuliną betonu.

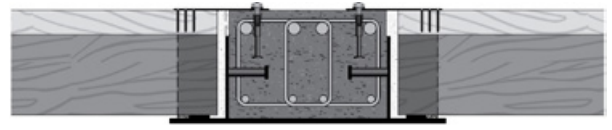
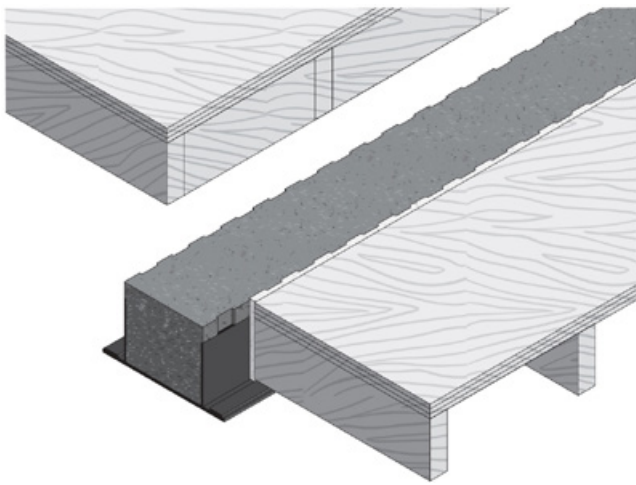


Strop drewniano-żelbetowy na belkach **Hybridbeam®**



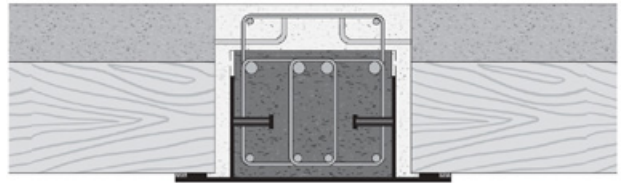
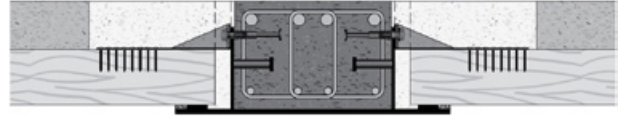
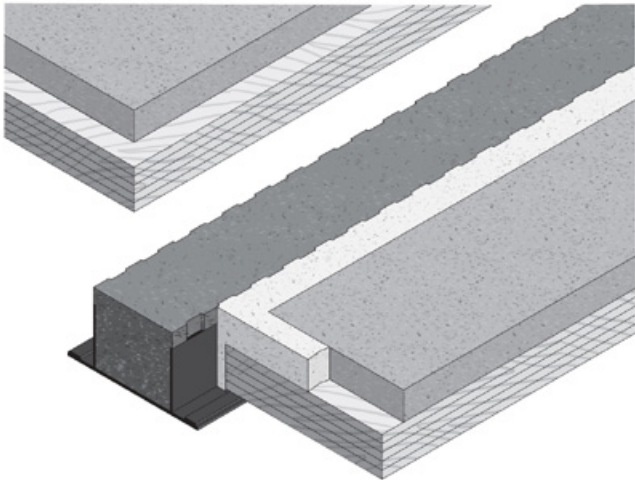
Stropy drewniane. Płyty drewniane.



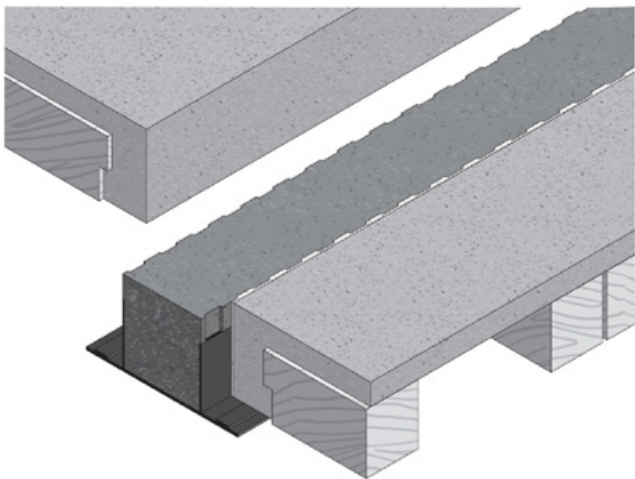


Stropy drewniane. Żebra drewniane.

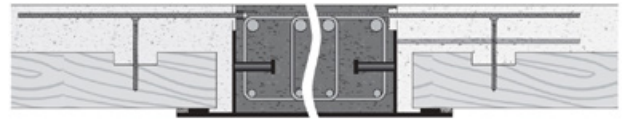
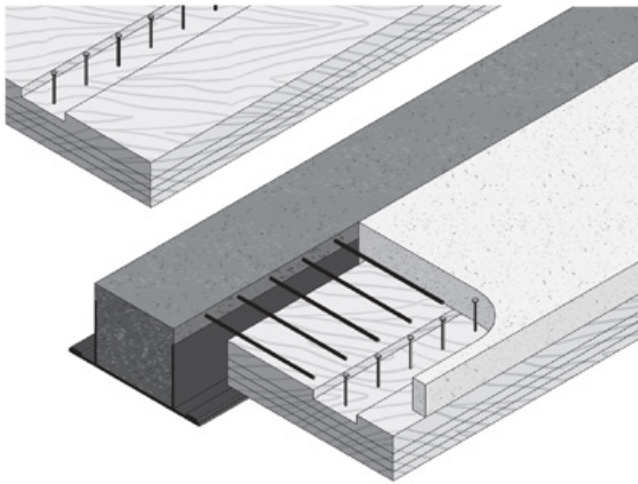




Stropy zespolone drewniano-betonowe (część betonowa prefabrykowana). Płyty drewniane.

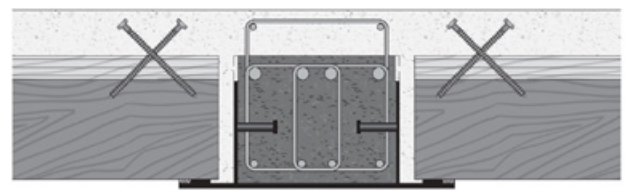
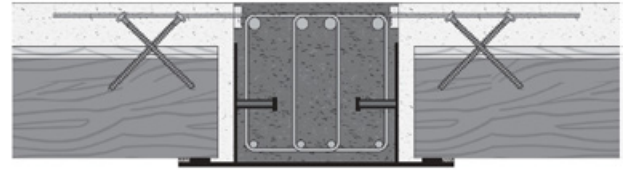
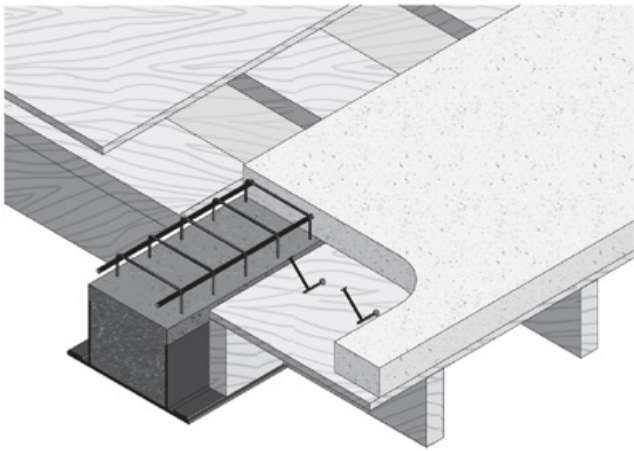


Stropy zespolone drewniano-betonowe (część betonowa prefabrykowana). Żebra drewniane.



Stropy zespolone drewniano-betonowe (część betonowa wylewana na mokro). Płyty drewniane.





Stropy zespolone drewniano-betonowe (część betonowa wylewana na mokro). Żebra drewniane.



Stropy kanałowe na belkach hybrydowych

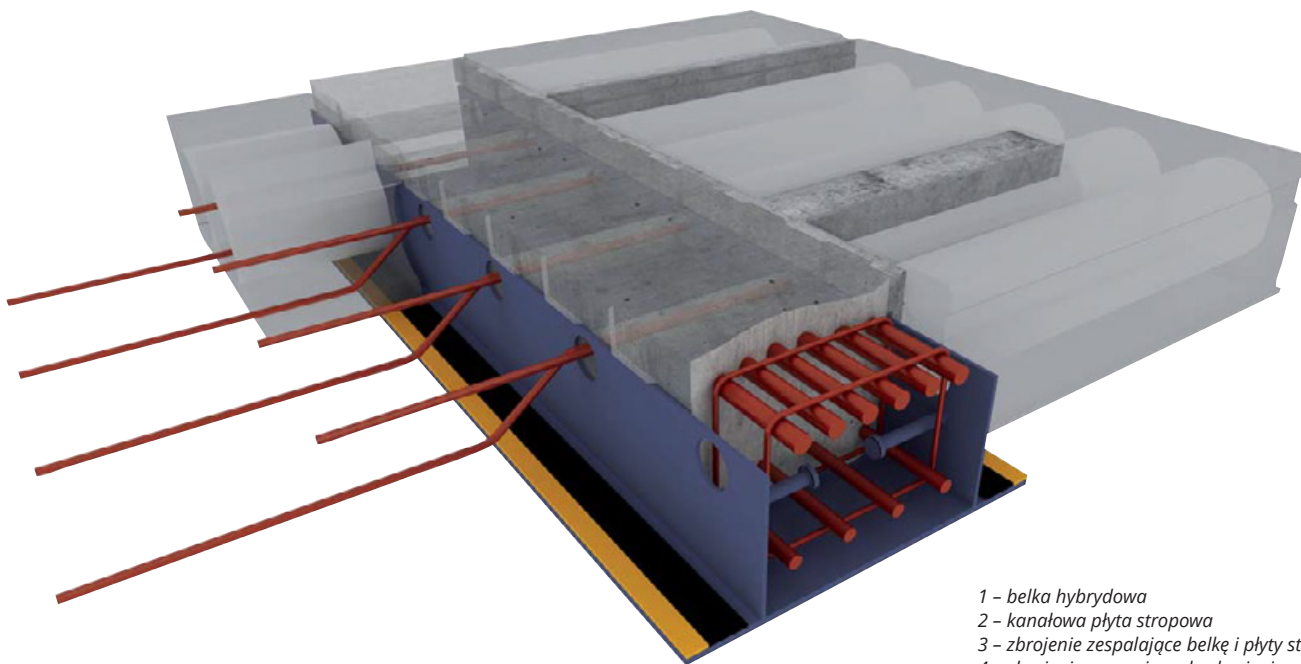
Belki hybrydowe **Hybridbeam®** mogą być stosowane w połączeniu z kanałowymi prefabrykowanymi płytami stropowymi w wielu różnych kombinacjach w zależności od wymagań obliczeń statycznych. Poniżej charakterystyczne przekroje belek dla podstawowych kilku wariantów:

- belka hybrydowa równa wysokości stosowanej płyty kanałowej,

- strop kanałowy z nadbetonem konstrukcyjnym i strzemiionami zszewającymi wbudowanymi do belki hybrydowej,
- uciąglenie zbrojenia z nadbetonem stropu nad płytami kanałowymi w przypadku belki wyższej niż opierane na niej kanałowe płyty stropowe,
- belka konstrukcyjnie niższa od stoso-

wanych płyt stropowych i z wypełnieniem pozostałej przestrzeni nadbetonem do poziomu górnej krawędzi stropu,

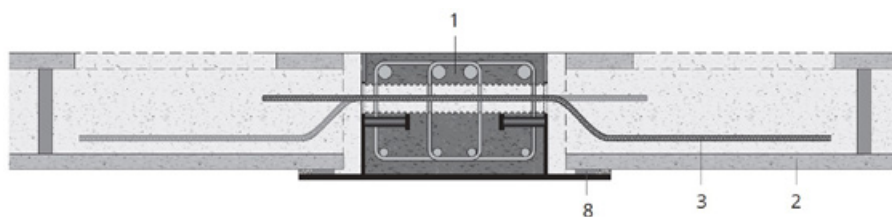
- belka hybrydowa ze względów konstrukcyjnych wyższa niż grubość stosowanych płyt kanałowych; oparcie płyt kanałowych tzw. podniesione – na podłużnym wsporniku belki.

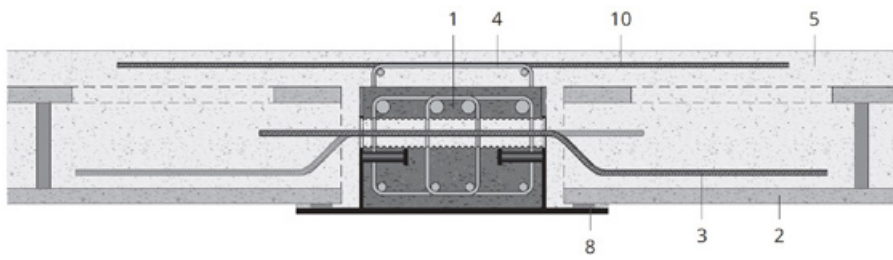


Strop ze sprężonych płyt kanałowych oparty na belkach **Hybridbeam®**

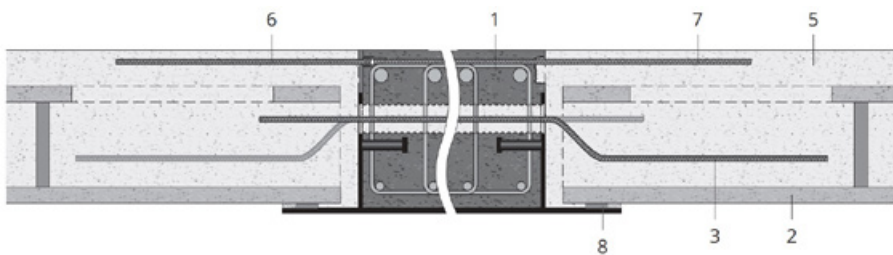
- 1 – belka hybrydowa
- 2 – kanałowa płyta stropowa
- 3 – zbrojenie zespalające belkę i płyty stropowe
- 4 – zbrojenie zszewujące do zbrojenia nadbetonu
- 5 – nadbeton
- 6 – zbrojenie wkręcane na budowie do uciąglenia ze zbrojeniem górnym nadbetonu
- 7 – zbrojenie odginane na budowie zabetonowane w belce do uciąglenia ze zbrojeniem górnym nadbetonu
- 8 – podkładka elastomerowa
- 9 – beton podłużnego podwyższonego oparcia dla płyt kanałowych
- 10 – pręty górne nadbetonu montowane na budowie

Belka hybrydowa z płytami kanałowymi o tej samej wysokości konstrukcyjnej

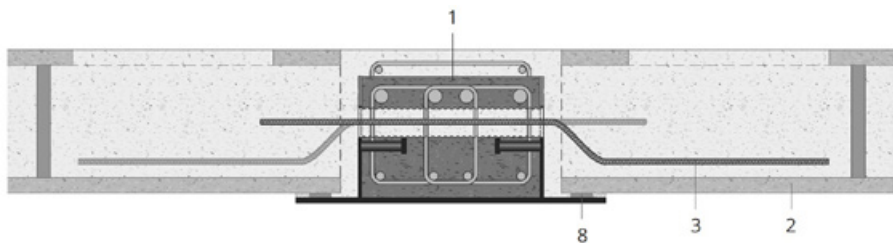




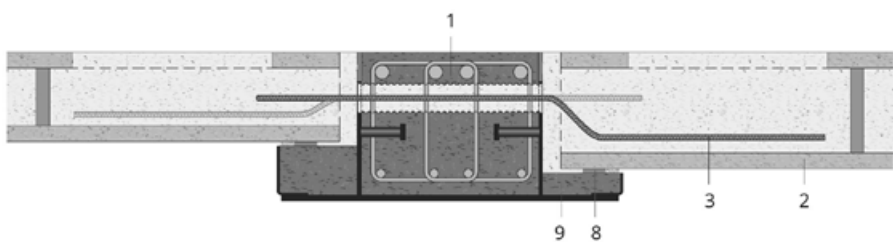
Belka hybrydowa w stropie z płyt kanałowych o takiej samej wysokości jak belka. Nadbeton konstrukcyjny nad stropem. Przy grubości nadbetonu powyżej 8 cm możliwe wystawienie strzemion zszywających z przekroju belki



Belka hybrydowa o wysokości równej wysokości płyt stropowych z nadbetonem oraz wariantowo pokazanymi możliwościami ucięcia zbrojenia z górnym zbrojeniem płyty stropowej (7 – zbrojenie odginane, 6 – zbrojenie wkręcane)



Belka hybrydowa z wbudowanym zbrojeniem zszywającym do nadbetonu w przypadku płyt stropowych wyższych niż 8 cm od wysokości konstrukcyjnej belki



Belka hybrydowa z podwyższonym oparciem dla płyt stropowych (oparcie dostosowane do danej wysokości płyty kanałowej)

Stropy ze sprężonych płyt kanałowych na belkach zespolonych

Popularne rozwiązanie sprawdzone w wielu konstrukcjach obiektów na całym świecie. Sprężone płyty kanałowe umożliwiają realizację najłżejszych stropów pod względem ciężaru własnego konstrukcji. Są też elementem bardzo wytrzymałym pod względem nośności na zginanie stropu. W zakresie przenoszenia sił poprzecznych istnieją pewne ograniczenia w przypadku uwzględnienia oparcia płyty na podatnej belce. W tym celu stosowane są różne metody ich wymiarowania gwarantujące uzyskanie bezpiecznej

nośności. W połączeniu z zespoloną belką hybrydową umożliwiają uzyskanie płaskich stropów typu *slim floor* o dużej rozpiętości, co wpływa na bardzo efektywne wykorzystanie przestrzeni kondygnacji użytkowej. W zależności od potrzeb stosuje się:

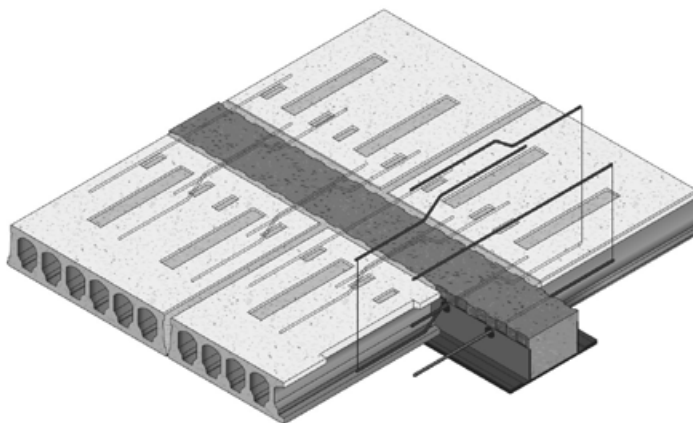
- pełne zespolenie stropu (A),
- częściowe zespolenie stropu (B),
- zespolenie ze stropem dla uzyskania odpowiedniej sztywności giętnej (C).

Dzięki zintegrowanej z belką podkładce elastomerowej uzyskujemy możliwość efektywnego montażu płyt stropowych

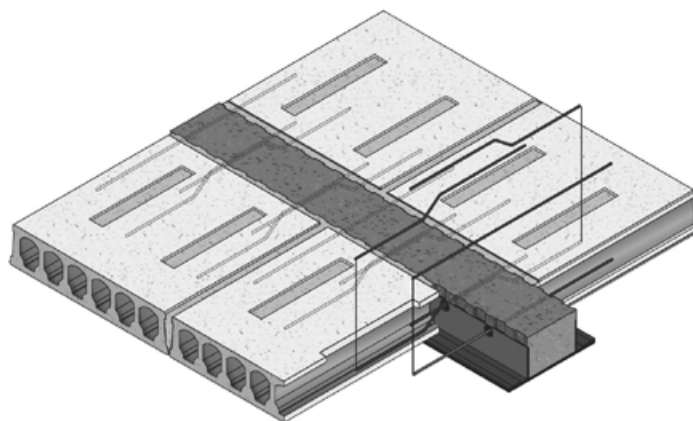
bez dodatkowych nakładów. Stropy te wykonuje się bez potrzeby dodatkowego podparcia montażowego.

W każdym z opisanych na kolejnej stronie przypadków niezależnie od zespolenia realizowanego poprzez wbudowane w belkę i płyty zbrojenie uzyskujemy dodatkowo zespolenie mechaniczne. Dzięki suwakowym wrębom w górnej części belki redystrybucja poziomych naprężeń z korpusu belki na strop jest możliwa mimo zarysowania lub rozwarcia górnych odcinków fug między stropem a belką.

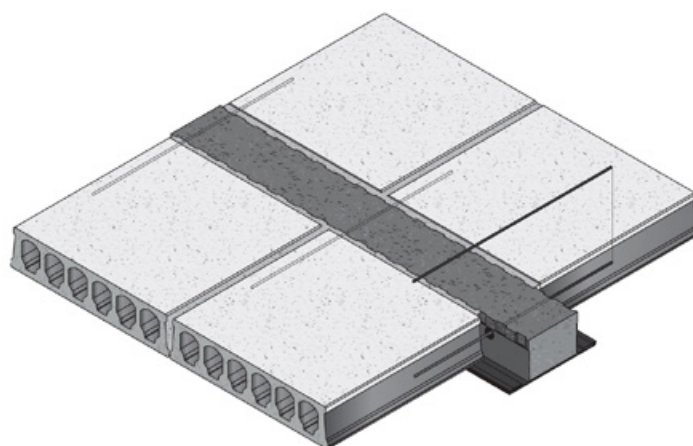
A – Pełne zespolenie stropu z belką; stosujemy zbrojenie zespalające zarówno w szczelinach montażowych pomiędzy płytami, jak i w dwóch środkowych (otwartych) kanałach płyty. Pozostałe kanały płyty wypełniamy betonem zalewowym w trakcie betonowania fugi w stropie na głębokość 35 cm. Pręty zespalające przekładamy przez kanały pozostawione w belce hybrydowej lub wkręcamy do uprzednio zabetonowanych gwintowanych gniazd w belkach hybrydowych.



B – Zespolenie częściowe z belką; rozwiązanie podobne jak w wariantcie A – betonem wypełnia się jedynie otwarte kanały, lecz bez zalania kanałów w stropie do głębokości 35 cm.



C – Brak uwzględnienia zespolenia belki ze stropem z płyt kanałowych dla celów nośności belki (jedynie w zakresie zwiększenia sztywności układu nośnego). W takim przypadku stosujemy zbrojenie zespalające belkę ze stropem jedynie według wytycznych producenta płyt (najczęściej w fugach pomiędzy płytami). W płycie kanałowej nie otwieramy i nie zalewamy kanałów na etapie wypełniania szczeliny montażowej pomiędzy płytą a belką. Wypełnienie kanałów betonem zalewowym następuje na głębokość tzw. deklini zamykających płytę oraz w skrajnych płytach – jeden otwarty i zabroniony kanał na długości co najmniej 80 cm.

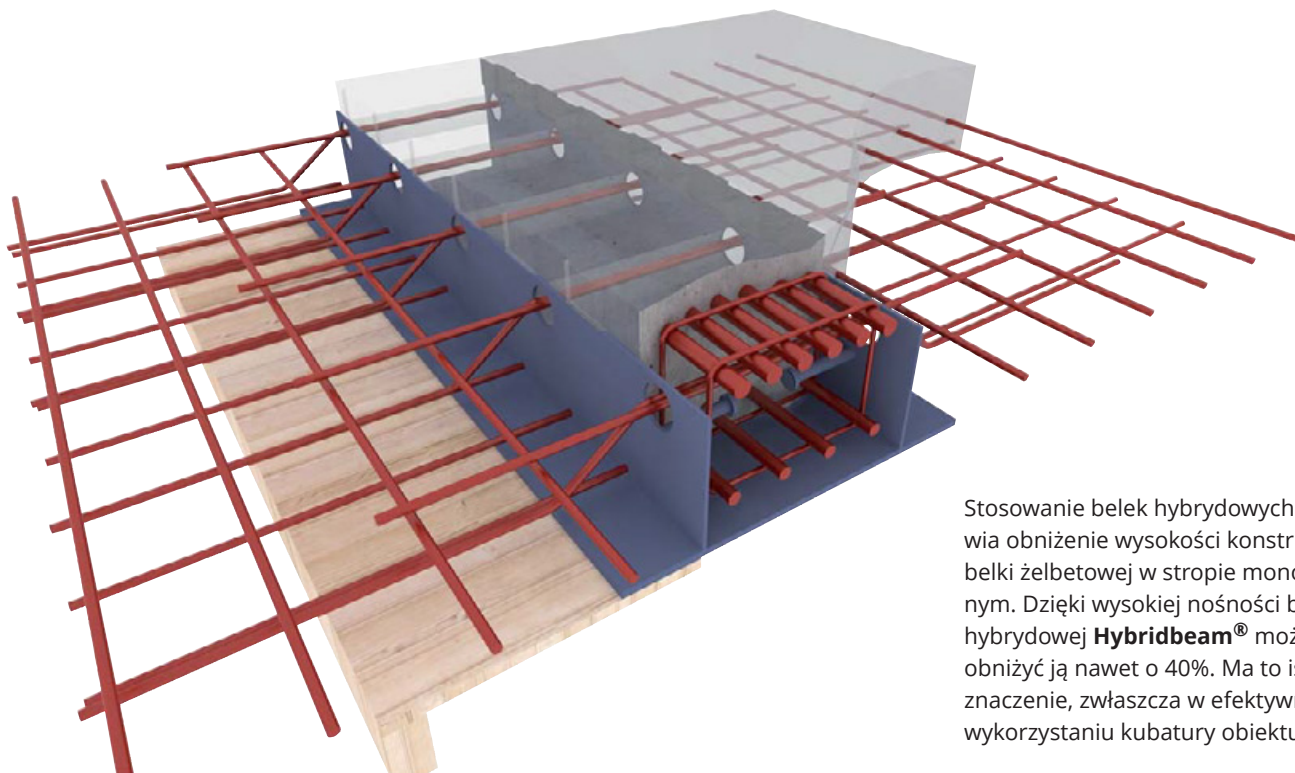




Stropy monolityczne z belkami hybrydowymi

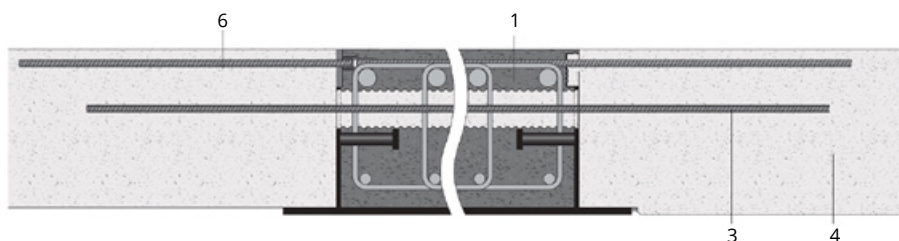
W konstrukcjach stropów monolitycznych – belkowo- płytowych lub z tzw. pasmami usztywniającymi – mogą być z powodzeniem wykorzystywane belki hybrydowe. Ich zastosowanie pozwala niejednokrotnie wyeliminować problem przebiecia stropu w rejonie podpory (słup, narożnik ściany) lub zmniejszyć wysokość podciągu czy też grubość pasma. Zspolenie belki ze stropem monolitycznym można uzyskać dzięki różnorodnym technikom połączeń; od uciążenia zbrojenia z przekrojem belki w formie odginanej, przez stosowanie wkładek zbrojeniowych czy też zbrojenie dokręcane w zabetonowane w przekrój belki łączniki zbrojeniowe.





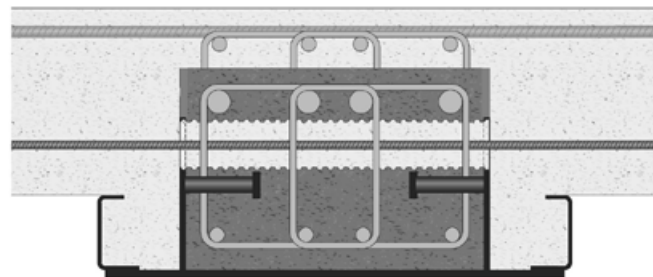
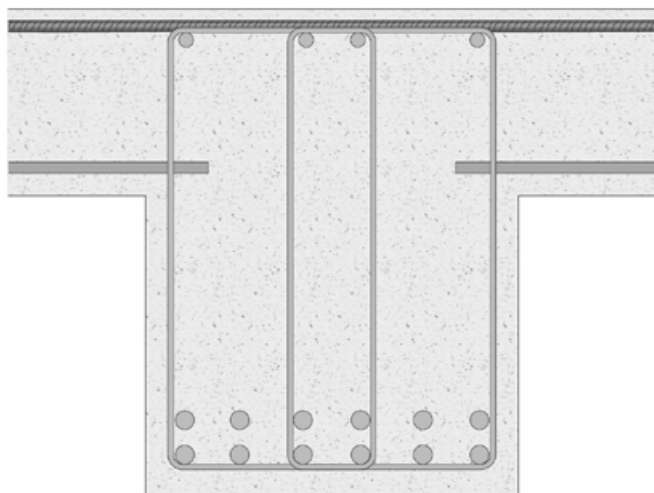
Stosowanie belek hybrydowych umożliwia obniżenie wysokości konstrukcyjnej belki żelbetowej w stropie monolitycznym. Dzięki wysokiej nośności belki hybrydowej **Hybridbeam®** można obniżyć ją nawet o 40%. Ma to istotne znaczenie, zwłaszcza w efektywnym wykorzystaniu kubatury obiektu.

Strop monolityczny na belkach **Hybridbeam®**



Belka hybrydowa ze stropem monolitycznym

- 1 - belka hybrydowa
- 3 - zbrojenie zespalające belkę i strop
- 4 - beton stropu
- 6 - zbrojenie wkręcane (lub odginane) na budowie do uciążlenia ze zbrojeniem górnym stropu



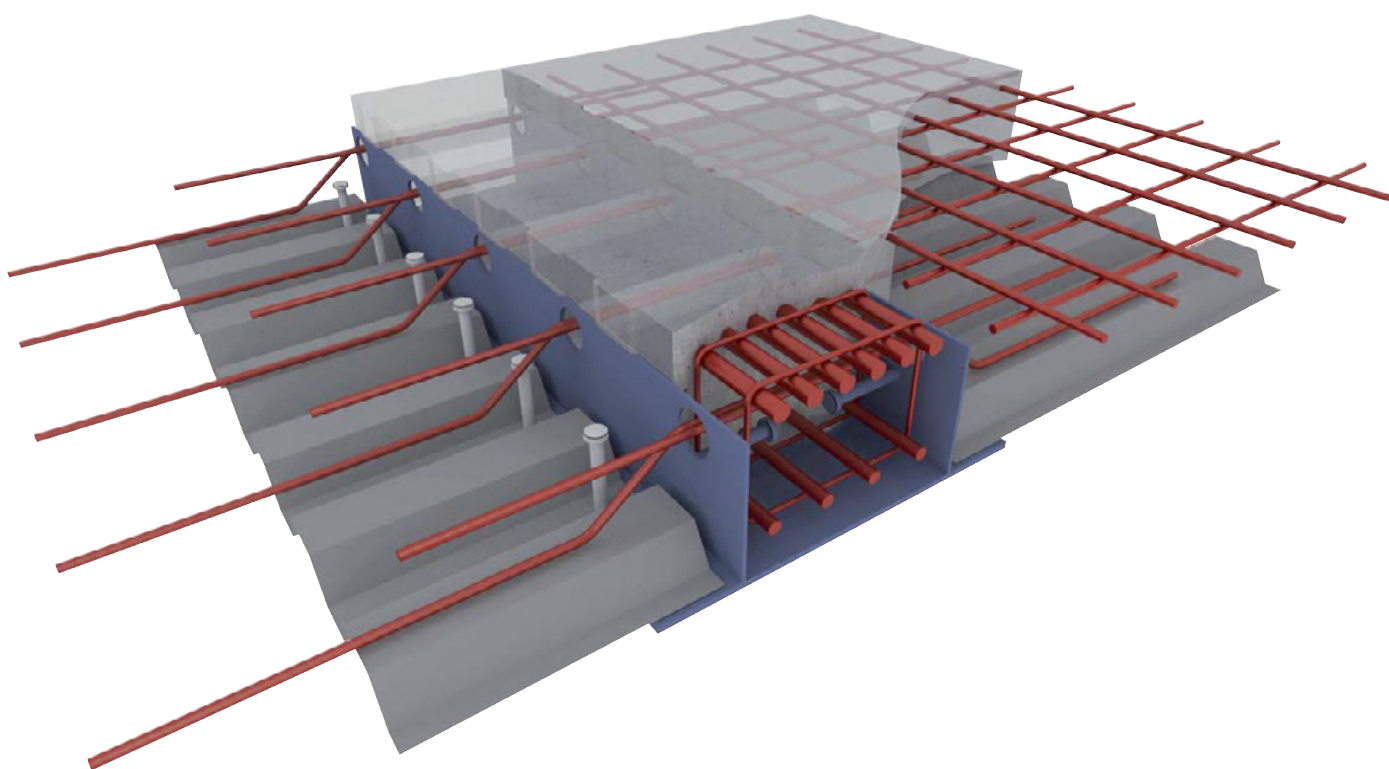
Zespalone stropy żelbetowe na blasze trapezowej na belkach hybrydowych

W poszukiwaniu efektywnego przekroju płyty stropowej projektanci sięgają do stropów betonowych zespolonych na blasze o profilu falistym lub trapezowym. Dzięki kombinacji betonu i stali uzyskuje się stropy łączące w najbardziej efektywny sposób zalety tych materiałów. Stropy te świetnie spełniają wymagania dotyczące odporności ogniowej i stanowią odpowiednią barierę dźwiękową pomiędzy pomieszczeniami. Umożliwiają przenoszenie nie tylko obciążeń statycznych, ale też dynamicznych. Stropy te charakteryzują się niskim parametrem ilości konstrukcji do jej powierzchni (odpowiednik stropów gęsto żebrowanych).

Dla uzyskania możliwie niskiej wysokości konstrukcyjnej całego stropu wskazane jest zastosowanie belki hybrydowej jako belki nośnej – podciągu. W takim przekroju blacha trapezowa opierana jest montażowo na półkach belek hybrydowych i w razie potrzeby podpierana według wytycznych stropu na długości swojego przęsła. Konieczne zbrojenie

stropu jest przeprowadzane przez otwory konstrukcyjne belki hybrydowej lub jako kontynuacja zbrojenia odginanego lub wkręcanego zamontowanego w przekroju belki. Po wykonaniu zbrojenia płyty stropowej następuje zabetonowanie stropu. Należy zadbać o właściwe zespolenie płyty stropowej z półką dolną belki, a przed betonowaniem odpowiednio

uszczelnić przekrój przed wyciekami mleczka cementowego. Zespolenie z belką osiągnięte jest za pomocą trzpieni główkowych spawanych do półki belki w wytwórni. Dolne kanały blachy w pasmach oparcia otrzymują perforacje, przez które w czasie układania blach przechodzą trzpienie główkowe.

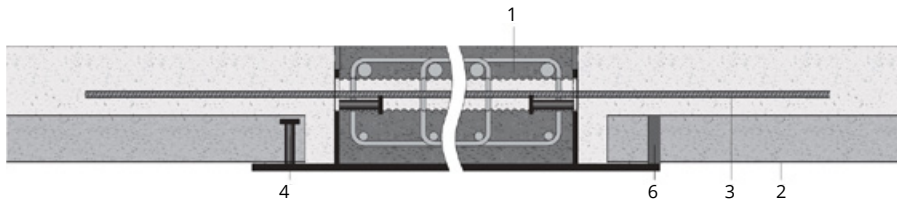


Zespolony strop żelbetowy na blasze trapezowej oparty na belkach **Hybridbeam®**

- 1 – belka hybrydowa
- 2 – blacha trapezowa
- 3 – zbrojenie zespalające belkę i strop wbudowane na budowie
- 4 – bolce główkowe zespalające blachę z półką dolną belki
- 5 – wbudowane w belkę zbrojenie zespalające z betonem
- 6 – uszczelka dla szalowania otworów w blasze trapezowej

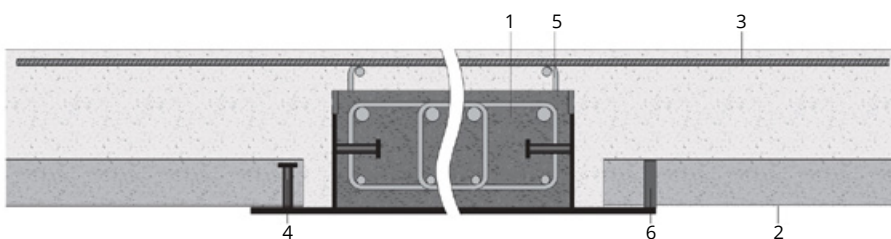


Belka hybrydowa dla zespolonych płyt stropowych na blasze trapezowej o wysokości równej płycie stropowej



W przypadku belek hybrydowych, których wysokość konstrukcyjna równa jest wysokości konstrukcyjnej stropu, dysponujemy możliwością uciąglenia zbrojenia górnego płyty poprzez zbrojenie odginane lub dokręcane do łączników zabetonowanych w przekroju belki. Zbrojenie dolne płyty możemy dodatkowo zespolić za pomocą prętów w środkowej części przekroju belki.

Belka hybrydowa dla zespolonych płyt stropowych na blasze trapezowej o niższej wysokości niż płyta stropowa



Dla belek hybrydowych o niższej wysokości niż konstrukcja stropu realizację schematu ciągłej płyty stropowej uzyskuje się poprzez przepuszczenie zbrojenia płyty nad wspierającą belką, a następnie zalanie betonem. Zespolenie z belką uzyskuje się dzięki wypuszczonym z korpusu belki strzemionom.

Połączenie wzajemne belek hybrydowych

Połączenie belek hybrydowych na ich długości w tzw. przegubach Gerbera

W konstrukcji często mamy do czynienia z belkami wieloprzęsłowymi – ciągłymi. W takim przypadku stosujemy belki „przewieszane” nad podporą łączone wzajemnie ze sobą. Miejsce tego połączenia następuje najczęściej w tzw. przegubie Gerbera. W zależności od rodzaju połączenia przenoszą one:

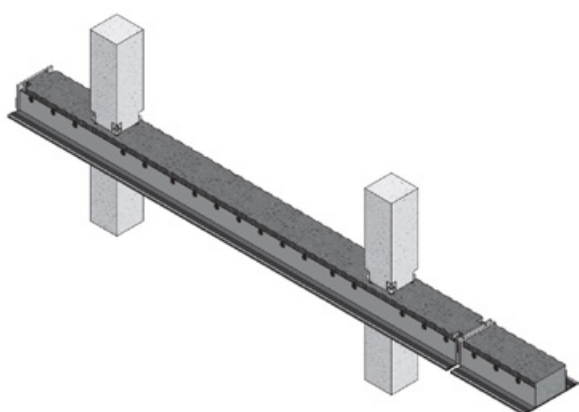
- obciążenia poprzeczne pomiędzy belkami w kierunku pionowym,
- dodatkowo obciążenia rozciągające wzdłuż osi belki.

Wykształcony węzeł Gerbera dzięki geometrii blach transferowych pozwala również przenosić siły w kierunku

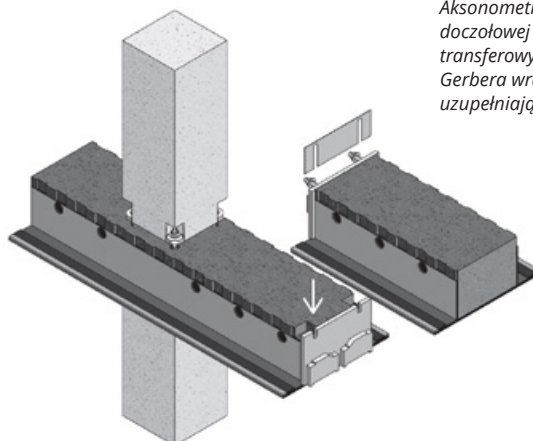
poprzecznym do osi belki powstające podczas montażu od obciążeń montażowych. Siły w połączeniu poprzez blachy doczołowe przekazywane są na przekrój zespolony belki poprzez trwałe połączenie z pasem dolnym i środnikami belek oraz ewentualnie dodatkowo poprzez zakotwienie blachy w przekroju betonowym. Połączenie to jest tzw. połączeniem dokładnym. Niewielkie szczeliny pomiędzy blachą doczołową i blachami transferowymi należy dokładnie wypełnić przed skręceniem połączenia za pomocą blach uzupełniających w odpowiedniej grubości, które dostarczane są wraz z belką. Śruby te w fazie eksploatacji mogą przenosić również pewne obciążenia rozciągające w osi podłużnej belek.

Systematyka połączeń gerberowskich

Typ	Do wysokości belki od [cm]	Maksymalna siła poprzeczna i V_{Rd} [kN]
G 20	20	270
G 27	27	360
G 32	32	520
G 40	40	570
G 45	45	660
G 50	50	840



Belka ciągła przewieszona nad podporą



Aksonometria blachy doczołowej z blachami transferowymi w przegubie Gerbera wraz z blachami uzupełniającymi i śrubami

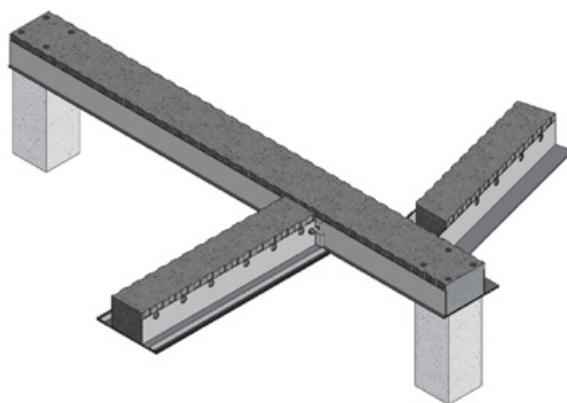


Połączenia wzajemne belek położonych pod kątem

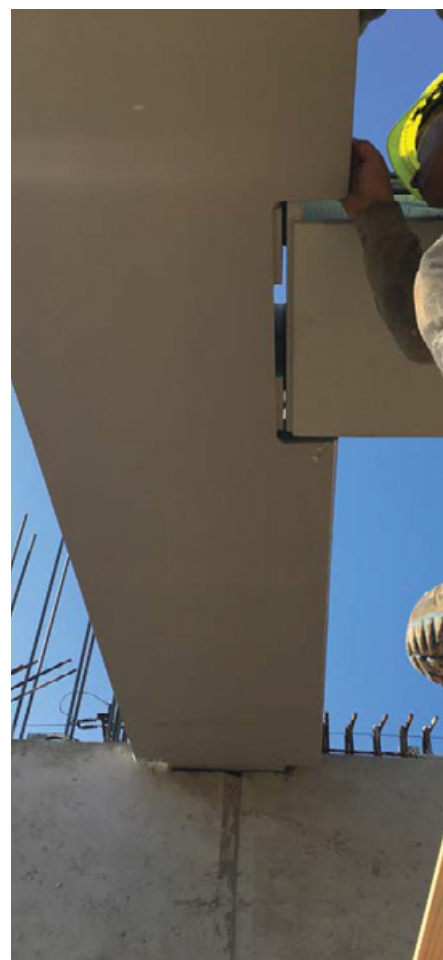
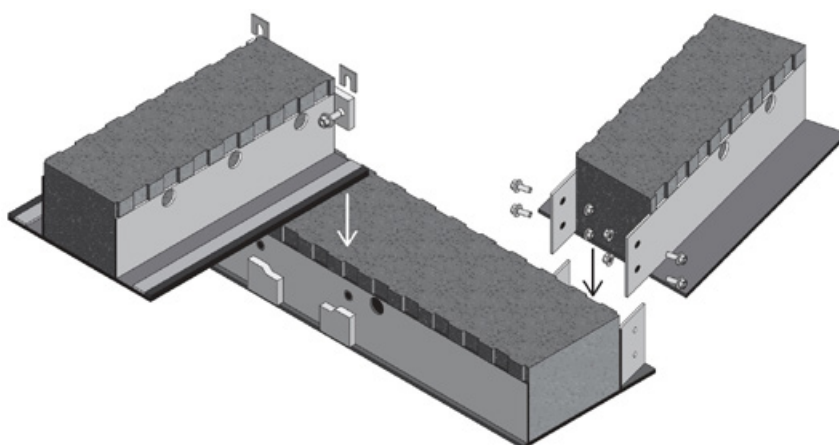
W realizacji ustroju konstrukcyjnego mamy często do czynienia z koniecznością połączenia belek pod różnym kątem.

W tym przypadku przekazujemy siły poprzeczne z belki pobocznej na wspierającą ją belkę główną. Stosujemy tutaj proste rozwiązania znane z konstrukcji stalowych.

Belka poprzeczna dochodząca pod kątem do belki podpierającej



Aksonometria połączenia poprzecznego belek hybrydowych



Połączenia belek hybrydowych z konstrukcją obiektu – oparcie bezpośrednie

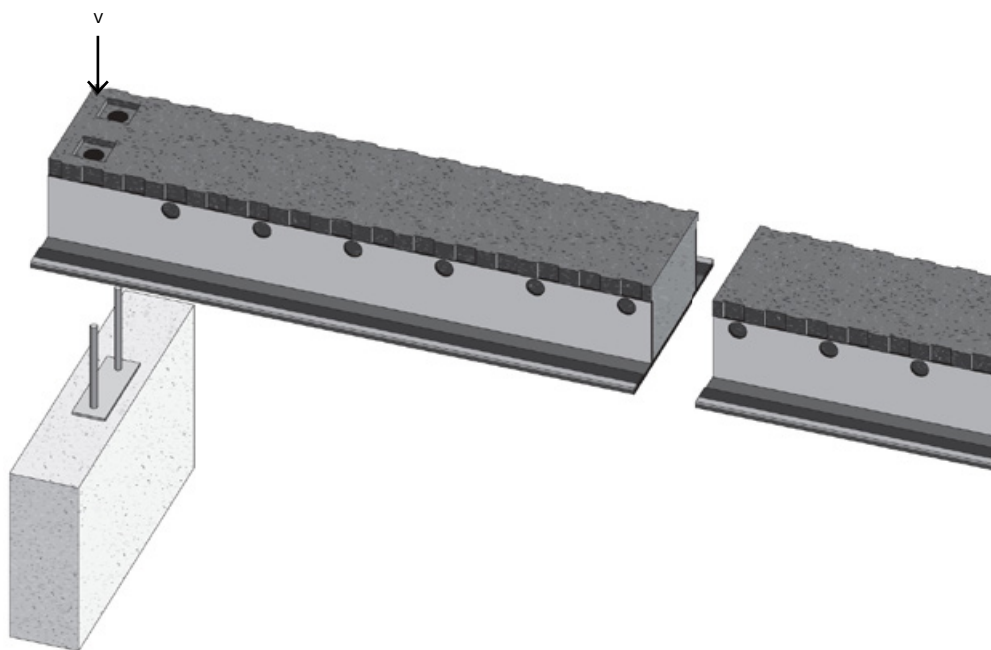
Belki stropowe stanowią jeden z podstawowych elementów konstrukcji obiektu. Przekazują obciążenia ze stropów na pionowe elementy konstrukcyjne, takie jak słupy, ściany lub belki poprzeczne. Wzajemne połączenie belek powinno spełniać zakładany schemat statyczny konstrukcji.

Istnieje wiele możliwych rozwiązań oparcia belek na słupach lub ścianach. Wybór odpowiedniego rodzaju oparcia zależy od wielkości sił podporowych, uwarunkowań projektowych (np. rozmieszczenie pionowego zbrojenia w węzle podporowym, sztywności itp.), a także wymagań architektonicznych estetyki połączenia.

Przekazując obciążenia na podpierające belkę elementy konstrukcyjne, należy zwrócić szczególną uwagę na wywołane tym oddziaływaniami naprężenia w stykających się powierzchniach. W zależności od konkretnej sytuacji statycznej oraz powierzchni oparcia belki rozróżniamy **oparcie bezpośrednie** lub **pośrednie**.

Oparcie bezpośrednie belek

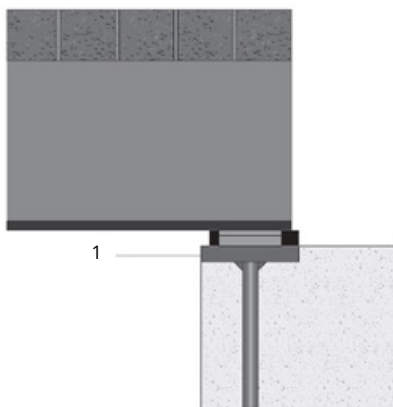
Hybridbeam® stosujemy wszędzie tam, gdzie z punktu widzenia konstrukcyjnego możliwy jest montaż belki na elemencie wsporczym (ściana, głowica słupa czy wspornik słupa) – (A). Oparcie bezpośrednie wymaga sprawdzenia docisku belki do elementu wsporczego. Powierzchnia aktywnie pracująca w przejściu tych oddziaływań powinna być pomniejszona o ewentualne powierzchnie krawędziowe. Należy zagwarantować, aby w wyniku tych naprężeń nie doszło do ewentualnego uszkodzenia krawędzi elementu wsporczego.



A – Schemat belki opieranej na głowicy słupa/ściany z jednej strony i na wsporniku słupa z drugiej strony

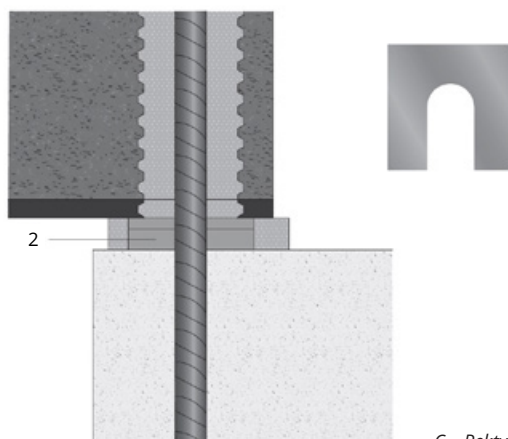


W przypadku, gdy naprężenia te przekraczają dozwoloną wartość na docisk, należy posłużyć się blachami transferowymi, które w efektywny sposób zwiększają powierzchnię przekazania obciążeń i umożliwiają ich redystrybucję w zaprojektowanym przez statyka miejscu. Na rysunku (B) pokazano przykładowe możliwości realizacji takiego oparcia.

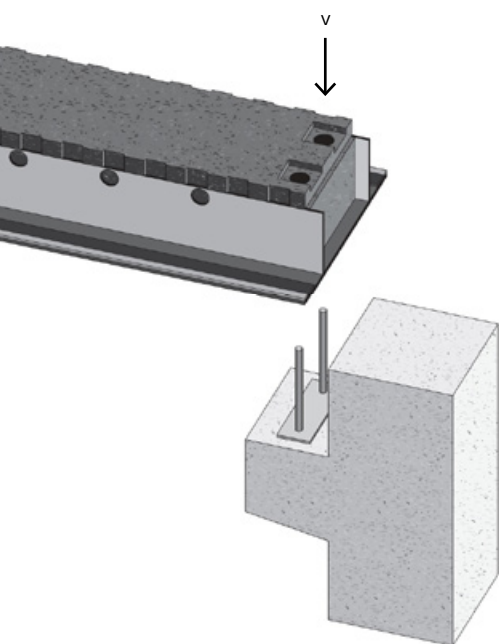


B – Oparcie belki na blachach transferowych

1 – blacha transferowa
2 – podkładka typu U



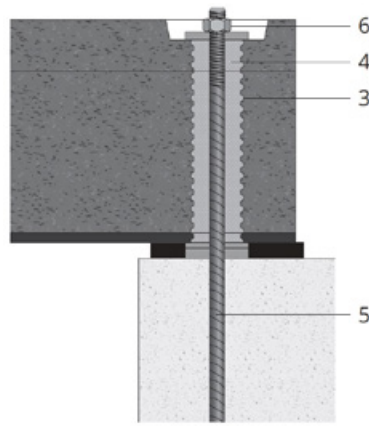
C – Rektyfikacja wysokości na blachach typu U



Konstrukcja wsporcza wykonywana jest na budowie w tzw. tolerancji budowlanej. W zależności od jej charakteru (konstrukcja stalowa lub betonowa) mamy do czynienia z odchyleniami górnej krawędzi elementu wspierającego względem projektu od 5 do nawet 20 mm. Należy przy tym zaznaczyć, że powinny być to tolerancje w tzw. minusie (poziom wykonania jest niższy od projektowanego). Rektyfikacja wysokości podparcia belek realizowana jest za pomocą blach dystansowych typu „U” – (C). Blachy te zakładają możliwość przeprowadzenia przez ich przekrój dodatkowych elementów kotwiących belkę.



W celu uzyskania usztywnienia oparcia dla celów montażowych lub zakotwienia belki na podporze stosujemy łączniki gwintowane lub nagwintowane pręty zbrojeniowe wraz z odpowiednimi podkładkami i nakrętkami – (D). W takim przypadku w górnej części belki wykształcane jest na etapie produkcji wybranie montażowe, umożliwiające odpowiednie umieszczenie podkładki i nakrętki bez konieczności wyprowadzania ich powyżej krawędzi elementu. Dzięki takiemu połączeniu uzyskujemy wystarczającą sztywność skrętną belki dla montażu bez potrzeby jej podpierania.

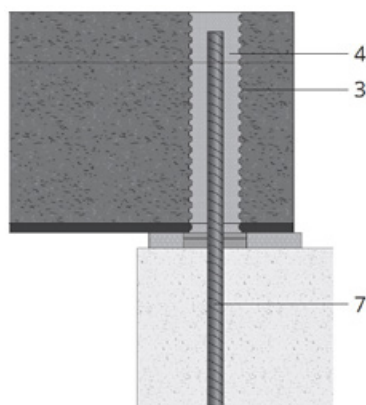


D – Usztywnienie montażowe – mechaniczne dokręcenie belki z góry; rura stalowa przelotowa

- 3 – rura karbowana
- 4 – zaprawa niskokurczliwa wysokowytrzymała
- 5 – kotwa lub pręt nagwintowany
- 6 – nakrętka z podkładką



W sytuacji, gdy montaż płyt stropowych opieranych na belkach nie jest prowadzony równoległe z montażem belek, możliwe jest zastosowanie prostego zakotwienia montażowego na tzw. wytyk. W belce wykonane są wybrania z karbowanych rur metalowych. W elemencie wsporczym wystawiamy zbrojenie kotwiące na określonej w projekcie wysokości. Po zgodnym z projektem usytuowaniu belki uszczelniamy szczelinę montażową oparcia i wykonujemy zalanie gniazd w rurach karbowanych zaprawą niskokurczliwą o wysokiej wytrzymałości. Po uzyskaniu wytrzymałości tej zaprawy na poziomie 20–25 MPa uzyskujemy wystarczające do montażu usztywnienie skrętne w oparciu belki.

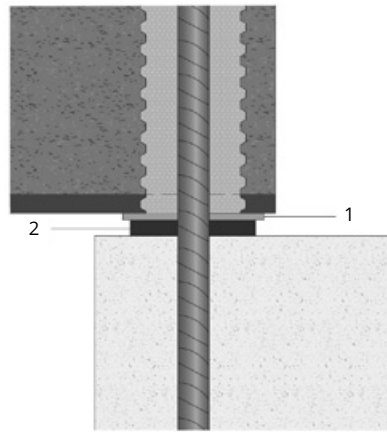


E – Usztywnienie montażowe poprzez zalanie w rurach karbowanych

- 3 – rura karbowana
- 4 – zaprawa niskokurczliwa wysokowytrzymała
- 7 – pręt zbrojeniowy

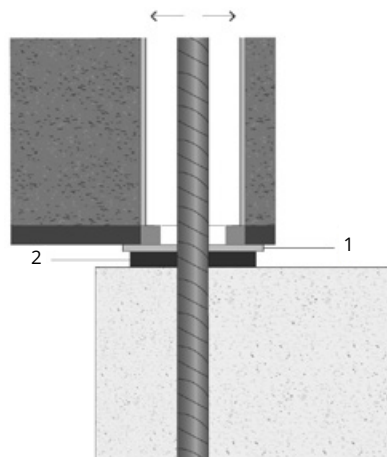
F – Oparcie belki na podkładce elastomerowej

1 – podkładka stalowa rektyfikacyjna
2 – ślizgowa podkładka elastomerowa



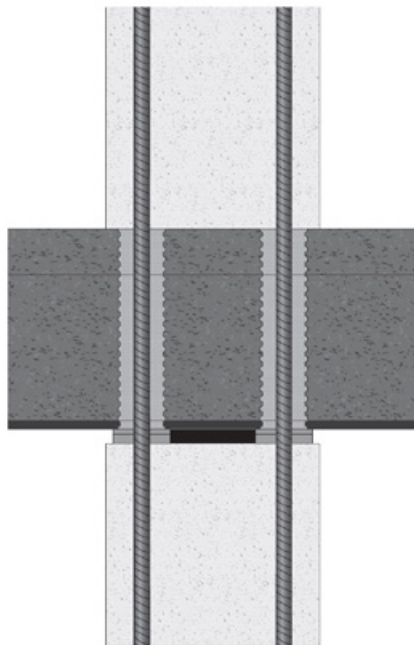
G – Oparcie belki na podkładce przesuwnej (dylatacje) w rurach prostokątnych

1 – podkładka stalowa rektyfikacyjna
2 – ślizgowa podkładka elastomerowa



W szczególnych przypadkach możliwe jest zastosowanie do oparcia belek hybrydowych podkładek elastomerowych o odpowiedniej nośności – (F). Zastosowanie podkładki elastomerowej jest wskazane tam, gdzie pozwalają na to naprężenia dociskowe oraz konieczne jest tzw. oparcie elastyczne. Elastomer układany jest z reguły od strony elementu wsporczego dla ewentualnego wyrównania powierzchni dociskanych.

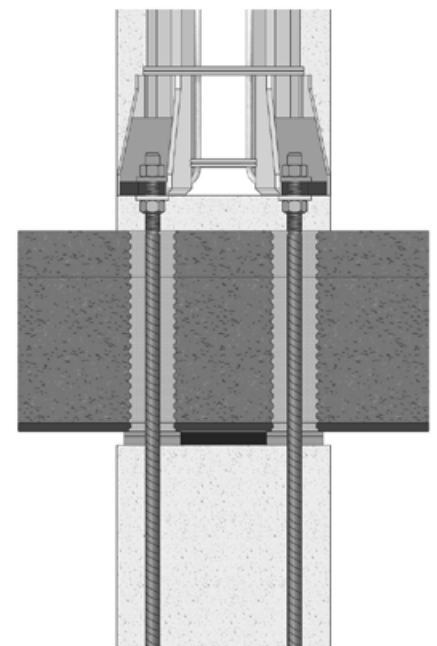
Zastosowanie elastomeru jest szczególnie wskazane w przypadku konieczności realizacji przemieszczenia poziomego belki w kierunku jej osi podłużnej – w tzw. dylatacji. W takim przypadku należy zaprojektować oparcie z zastosowaniem podkładki elastomerowej przesuwnej lub (jeżeli naprężenia dociskające są większe niż nośność obliczeniowa podkładki elastomerowej) łożysko wykonane z blach umożliwiających ten przesuw – (G).



H – Uciąglenie zbrojenia do górnego elementu monolitycznego przeprowadzonego przez belkę lub w pobliżu belki

← W przypadku potrzeby przeprowadzenia zbrojenia z dolnego ustroju nośnego do górnych, monolitycznych elementów konstrukcyjnych możliwe jest jego przeprowadzenie przez pionowe rury karbowane zabetonowane w belce lub otwory w półce dolnej belki – (H). Takie rozwiązanie umożliwia wykonanie elementów ciągłych pionowych przechodzących przez przekrój belki.

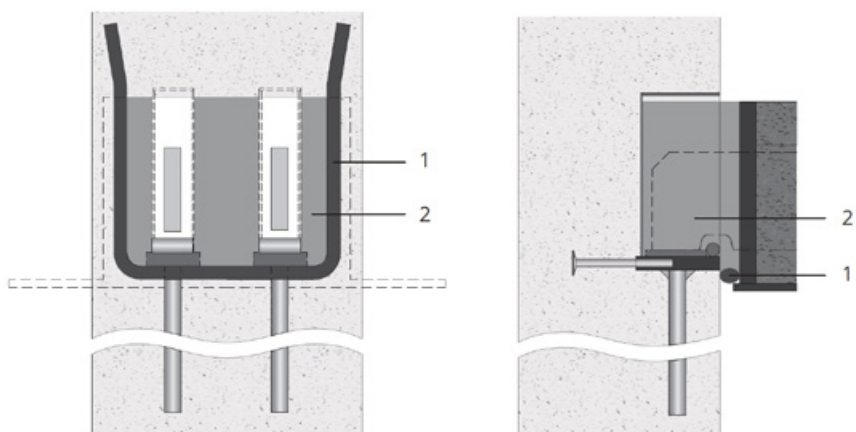
→ Dla elementów prefabrykowanych (np. słupów) montowanych nad belkami w rejonie ich oparcia możliwe są połączenia wzajemne konstrukcji z wykorzystaniem podpór słupowych PCC PFEIFER oraz kotew fundamentowych PGS PFEIFER – (I). To rozwiązanie zapobiega odrywaniu krawędzi belki na skutek skręcania na podporze i jednocześnie oszczędza wykonywania podlewki.



I – Połączenie elementu prefabrykowanego nad belką za pomocą podpór PCC

Połączenia belek hybrydowych z konstrukcją obiektu – oparcie pośrednie

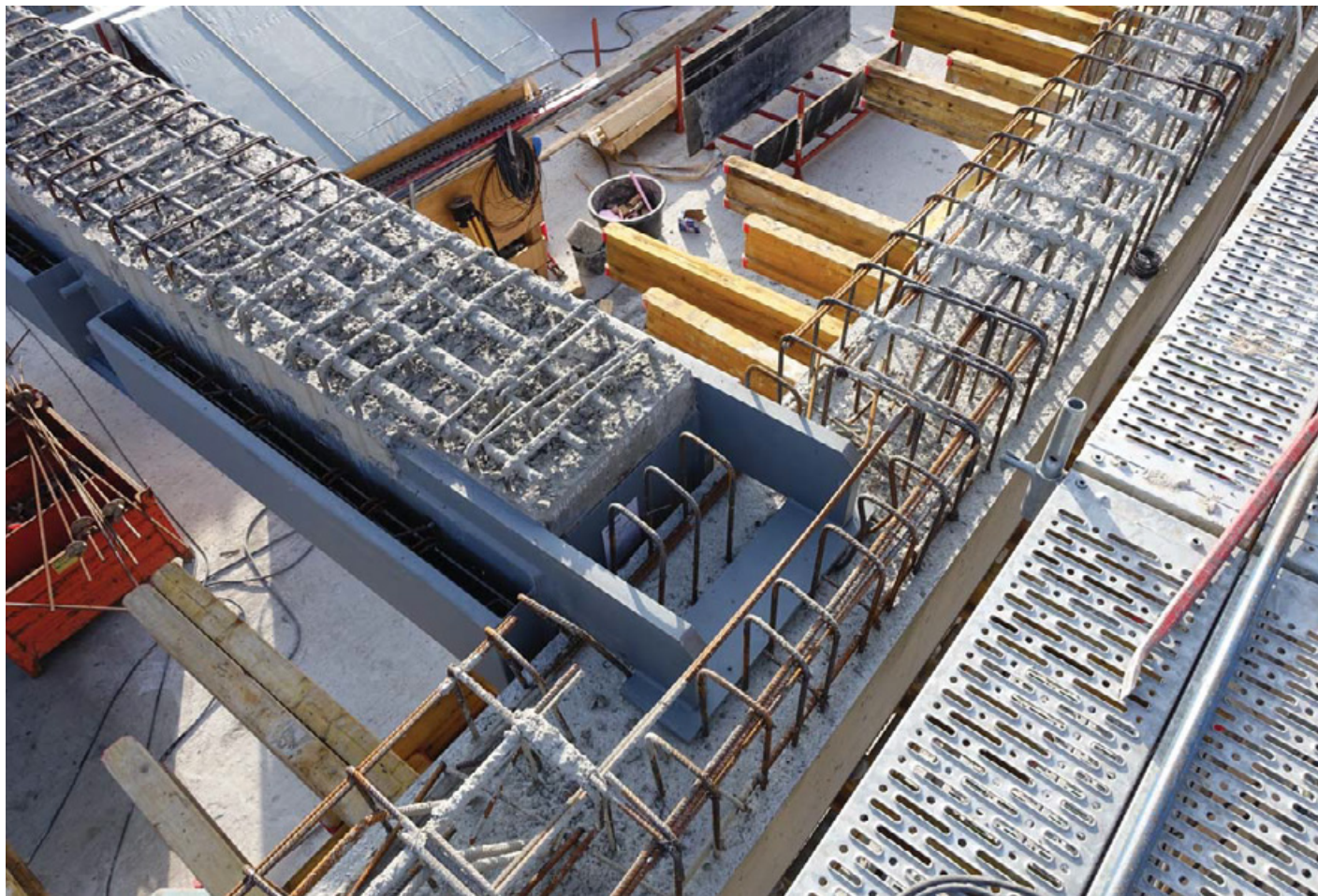
Oparcia pośrednie, nazywane inaczej połączeniami ukrytymi, dają możliwość osiągnięcia estetycznego efektu oparcia. Po zakończeniu prac montażowych nie są widoczne dla użytkownika żadne elementy wsparcia; odnosimy wrażenie wzajemnego przenikania się elementów konstrukcyjnych. Zastosowanie oparcia pośredniego jest niezwykle pożądane zwłaszcza w sytuacjach podyktowanych wymaganiami architekta, koniecznością doczołowego montażu belek z prefabrykatami lub koniecznością przeprowadzenia w węzle dużej ilości pionowych prętów uciągających zbrojenie. Przekazanie obciążeń poprzecznych realizowane jest w oparciu pośrednim przez przedłużone i wzmocnione środniki belki lub poprzez tzw. łączniki ukryte, tj. noże z blach stalowych zintegrowane z przekrojem belki. W celu przekazania skoncentrowanych naprężeń dociskających na elementy wsparcia stosujemy **blachy transferowe** wyposażone w razie potrzeby w **otwarte** lub **zamknięte kieszenie słupowe**.

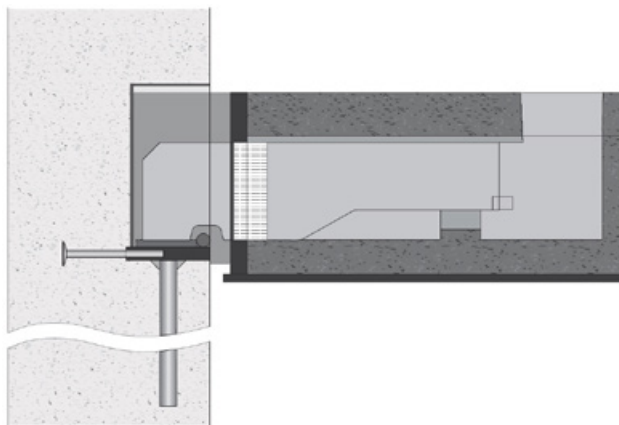


A – Technologia zalewania szczelin zaprawą niskokurczliwą

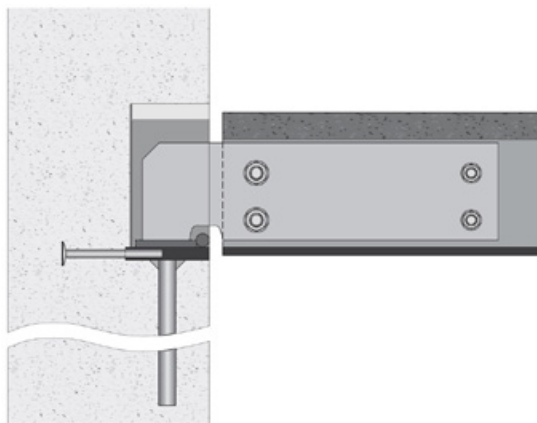
Dzięki stosowaniu par łączników możliwe jest przekazywanie w węzle dużych momentów skręcających bez konieczności użycia dodatkowych zabezpieczeń montażowych. Szczeliny montażowe i kieszenie słupowe zalewane są niskokurczliwym betonem o wysokiej wytrzymałości – (A). Tak wykonane połączenie zdolne jest do przenoszenia obciążeń bezpośrednio po zakończeniu procesu instalacji.

- 1 – sznur silikonowy
- 2 – zaprawa niskokurczliwa wysokowytrzymała

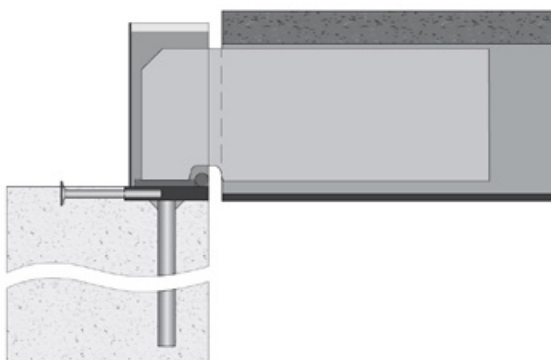




B - Oparcie na nożach wysuwanych z belki



C - Oparcie na nożach dokręcanych do belki



D - Oparcie na nożach dospawanych do środka

Zamknięte kieszenie słupowe stosujemy w przypadku połączenia doczołowego (do słupa, ściany lub belki). W tym celu w belkach hybrydowych wbudowywane są w specjalnych kieszeniach belkowych noże wysuwane - (B). Noże te wysuwają się do przygotowanych uprzednio kieszeni słupowych po osiągnięciu przez belkę zaprojektowanej pozycji montażowej. Po wysunięciu noży belka osiąga swoją nośność montażową. Dalsze użycie belki dla montażu stropu wymaga jednak uprzedniego zalania szczeliny montażowej odpowiednią zaprawą. W tabeli przedstawiono standardowe nośności dla oparcia pośredniego z zastosowaniem noży stalowych.

Typ belki	Maksymalne oddziaływanie V_{Ed} [kN] na podporze
BH 27	600
BH 32	850
BH 40	950
BH 45	1100
BH 50	1400

W niektórych sytuacjach, gdy przekrój elementu wsporczonego nie pozwala na zastosowanie noży wysuwanych, możemy stosować połączenie mechaniczne poprzez dokręcenie noży do przekroju belki - (C). Dla otwartych kieszeni słupowych można też użyć noży dospawanych do środka belki - (D).

Dylatacje konstrukcyjne na belkach hybrydowych

Stropy, niezależnie od rodzaju konstrukcji, mogą być swobodnie dylatowane na półce dolnej belki hybrydowej lub poprzez zdylatowanie samego oparcia belki.

Dylatacje płyt stropowych

W celu wykształcenia konstrukcyjnej szczeliny dylatacyjnej oparcie belki w tym rejonie ulega poszerzeniu, tak aby zapewnić zaplanowaną jego szerokość z uwzględnieniem rodzaju stropu oraz pozostawić przestrzeń dla jego przesuwu poprzecznie do osi belki. Dla stropów kanałowych zaleca się dodatkowo zaprojektowanie wieńca żelbetowego zintegrowanego ze stropem o szerokości min. 120 mm. Pozostałe stropy zespolone (na płytach prefabrykowanych czy też na blasze trapezowej oraz stropy monolityczne) nie wymagają dodatkowego wieńca w tym obszarze.

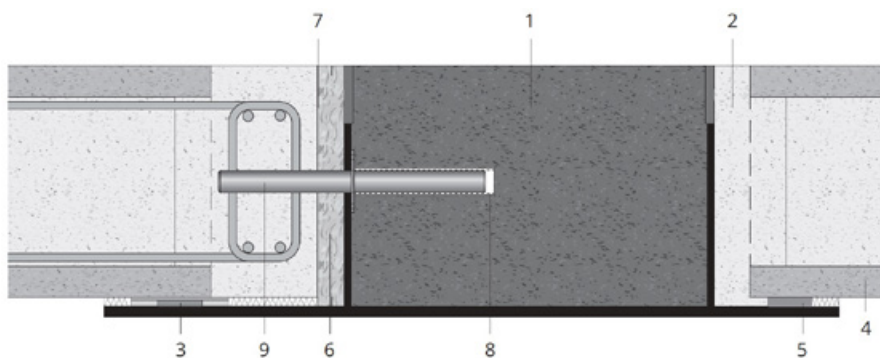
W przypadku stropów drewnianych i zespolonych stropów drewniano-betonowych (na płytach drewnianych) podkładkę przewidziano bezpośrednio pod płytami z drewna. W przypadku stropów zespolonych drewniano-betonowych, żebrowych opieranych na półce dolnej należy zaprojektować podkładki przesuwne pod żebra drewniane lub – o ile to możliwe – pod wyciągniętą poza lico płytę betonową (jak dla stropów monolitycznych).

Na półce dolnej przewidziano pasmową podkładkę dylatacyjną o nośności dobranej do obciążenia liniowego płyty stropowej, a dla zapewnienia nośności w szczelinie dylatacyjnej na wypadek pożaru – dodatkowe trzpienie dylatacyjne montowane w rdzeniu belki. W samej szczelinie zaprojektowano warstwę z wełny mineralnej w celu umożliwienia przemieszczania się płyty stropowej.

Dylatacje pod belkami hybrydowymi

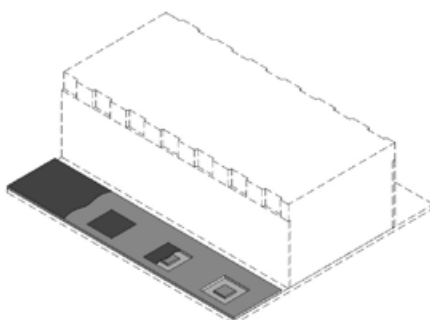
W przypadku realizacji przesuwu w dylatacji stropu wraz z belkami podkładki dylatacyjne projektujemy w miejscu oparcia belki. W zależności od sytuacji oparcia oraz wielkości reakcji podporowej stosujemy podkładki z wykorzystaniem elastomerów ślizgowych lub z zastosowaniem łożysk stalowych.

Oparcie bezpośrednie belek umożliwia wykorzystanie większej powierzchni oparcia dźwigara. Naprężenia dociskowe z reguły umożliwiają zastosowanie elastomero-ego podkładu ślizgowego. W oparciu pośrednim noże podporowe są wyposażone w dospawane prostopadłe blaszane stopy. Powierzchnia tych stóp uzależniona jest od powierzchni oparcia. Przesuw dokonuje się poprzez pokonanie siły tarcia stykających się blach. W tym przypadku zaleca się smarowanie powierzchni blach.

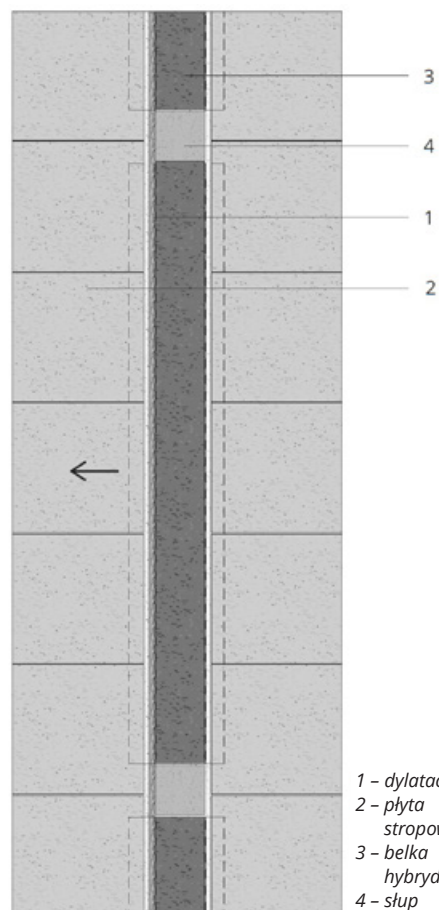


Dylatacja stropu na belkach hybrydowych

- 1 – belka hybrydowa
- 2 – beton zalewowy
- 3 – podkładka pasmowa przesuwna
- 4 – płyta stropowa
- 5 – podkładka elastomerowa 10 × 50
- 6 – szczelina dylatacyjna (wypełnienie wełną)
- 7 – krawędź stropu (dla stropów z płyt kanałowych wieńiec o szer. min. 120 mm)
- 8 – tuleja trzpienia przesuwnego
- 9 – trzpień przesuwny

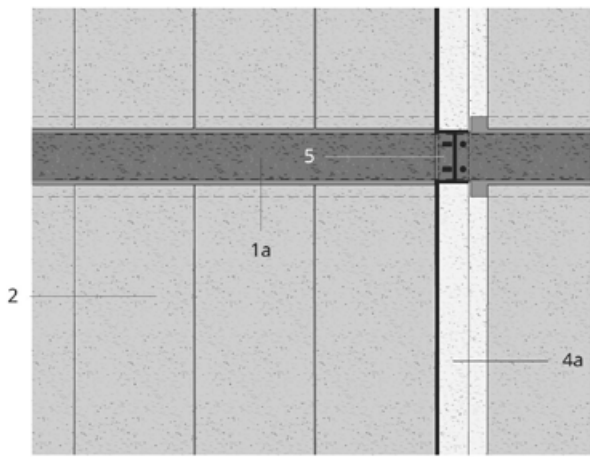


Dylatacyjna podkładka pasmowa



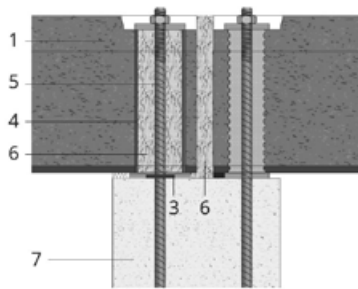
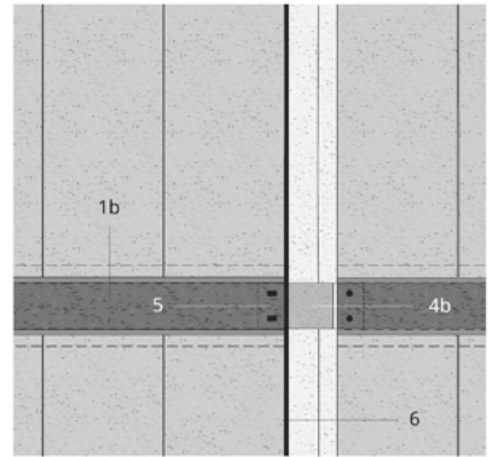
- 1 – dylatacja
- 2 – płyta stropowa
- 3 – belka hybrydowa
- 4 – słup

Rzut stropu dylatowanego

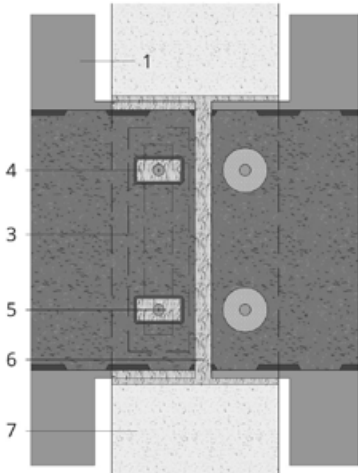
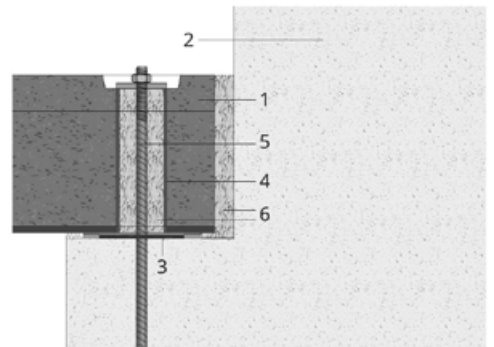


- 1a – belka na ścianie
- 1b – belka na wsporniku słupa
- 2 – płyta stropowa
- 4a – ściana nośna
- 4b – słup
- 5 – oparcie dylatacyjne belki
- 6 – dylatacja

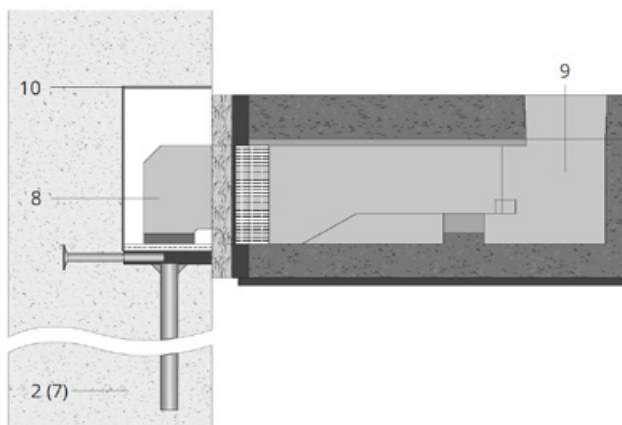
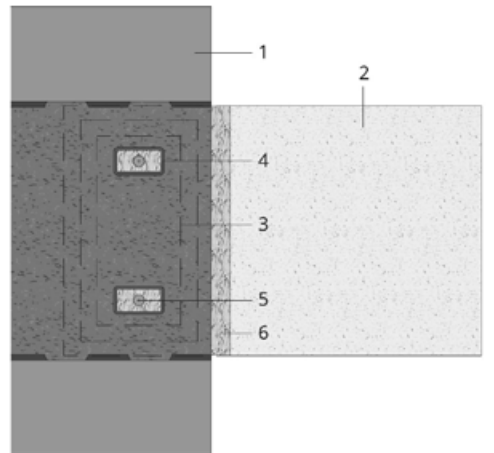
Rzut stropu na dylatowanych belkach: na ścianie (po lewej), na słupie (po prawej)



- 1 – belka hybrydowa
- 2 – słup
- 3 – ślizgowa podkładka elastomerowa
- 4 – rura prostokątna zabezpieczająca na montażu
- 5 – trzpień kotwiący
- 6 – wełna
- 7 – ściana
- 8 – nóż wysuwany z dospawaną blaszką
- 9 – zaprawa
- 10 – kieszeń słupa zamknięta



Dylatacja pomiędzy belką a podporą w oparciu bezpośrednim (na ścianie – po lewej, na wsporniku – po prawej)



Dylatacja pomiędzy belką a podporą w oparciu pośrednim; zamknięte kieszenie słupowe

Montaż belek hybrydowych

Montaż belek hybrydowych jest podobny do montażu elementów prefabrykowanych oraz w niektórych sytuacjach – konstrukcyjnych elementów stalowych.

Przygotowanie do montażu belek hybrydowych

Przed przystąpieniem do montażu należy dokonać odbioru elementów konstrukcyjnych obiektu pod kątem właściwego przygotowania punktów montażowych:

- właściwy poziom górnej krawędzi konstrukcyjnej,
- zgodność z projektem położenia elementów służących do oparcia (blachy transferowe, kieszenie słupowe) lub zakotwienia belek (pręty kotwiące),
- położenie elementów zbrojenia przenikających przez korpus żelbetowy belek.

W przypadku stwierdzenia odchyłek przekraczających dozwolone tolerancje montażowe należy przed montażem wprowadzić korekty doprowadzające do stanu zgodnego z projektem z uwzględnieniem tolerancji wbudowania; powierzchnie oparcia położone zbyt

wysoko należy doprowadzić do stanu -10 mm względem poziomu montażu poprzez ich skucie (zgrószkowanie) lub zeszlifowanie (powierzchnie blach transferowych). W przypadku zbyt dużego obniżenia względem poziomu oparcia, powstającą różnicę można zniwelować, stosując dodatkowe podkładki stalowe o odpowiedniej grubości i powierzchni. Standardowo belki hybrydowe dostarczane są z pakietem dedykowanych blach montażowych o łącznej grubości 10 mm dla danego oparcia. W przypadku położenia elementów wbudowanych w sposób uniemożliwiający montaż belek (wykraczający poza tolerancje) należy przeprowadzić prace korygujące ich położenie, lub w indywidualny sposób podjąć decyzję o koniecznych naprawach. Po skorygowaniu błędów w wykonanych elementach konstrukcyjnych zaleca się tuż przed samym montażem wcześniejsze zamontowanie blach dystansowych do docelowego (projektowego) poziomu posadowienia.

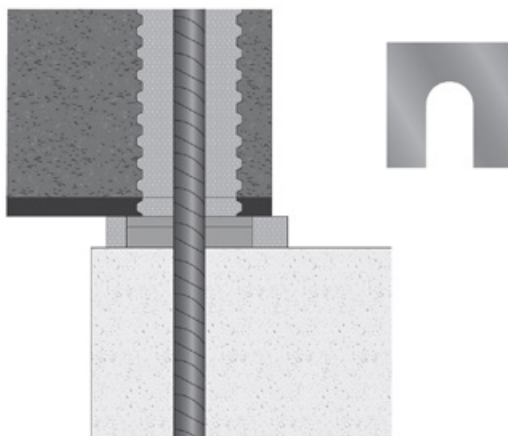
Belki hybrydowe dostarczane na budowę montowane są z reguły bezpośrednio

ze środków transportu. W przypadku, gdyby musiały być uprzednio złożone na placu budowy, należy przestrzegać poniższych warunków składowania. Miejsce składowania powinno być wstępnie wyrównane i niepodatne na obciążenia wynikające z wagi elementu. Belki nie mogą być składowane na podłożu, którego nierówności przekraczają 5–8 cm (mogą doprowadzić do zabrudzenia lub uszkodzenia powłoki malarskiej belek). Belki standardowo wyposażone są w tzw. „krawędziaki” transportowe zamocowane tymczasowo do półki dolnej, chroniące powierzchnię spodnią belki, jednocześnie umożliwiając ich wielokrotne przekładanie na placu budowy. Kantówki te należy zdjąć w trakcie początkowego procesu podnoszenia belki do miejsca montażu. Belki hybrydowe mogą być składowane wielopiętrowo jedna na drugiej – krawędziaki transportowe muszą znajdować się w położeniu nad sobą – pod warunkiem zagwarantowania odpowiedniej stabilności i nośności podłoża (np. płyta fundamentowa, utwardzony warstwa betonu





Zalewanie szczelin i połączeń montażowych



Rektyfikacja belki za pomocą blach dystansowych „U”

lub płytą betonową plac budowy, strop). Zabrania się układania belek bezpośrednio na gruncie lub bezpośrednio jedna na drugiej bez przekładek dystansowych.

Przed przystąpieniem do montażu należy wizualnie dokonać sprawdzenia pod względem zgodności oznakowania elementu z dokumentem dostawy oraz projektem. Przed montażem belek należy sprawdzić również otwory montażowe w elementach, a w przypadku stwierdzenia zabrudzeń niezwłocznie je oczyścić lub udroźnić.

W celu sprawnego przeprowadzenia montażu należy przed jego rozpoczęciem przygotować następujące materiały i narzędzia montażowe:

- klucze o odpowiednim, zgodnym z rysunkiem wykonawczym rozmiarze do dokręcenia śrub na podporze,
- zestaw podkładek stalowych do rektyfikacji o grubościach 10, 5, 2 i 1 mm,
- beton/zaprawę niskokurczliwą (o klasie wytrzymałości nie niższej niż klasa betonu użytego do wykonania prefabrykatu) do zalania szczelin montażowych,
- sznur silikonowy do uszczelnienia zalewanych złączy lub inny materiał uszczelniający.

Montaż belki hybrydowej

Belkę należy podnosić urządzeniem dźwigowym, posługując się zawieszem o odpowiedniej, sprawdzonej nośności i długości. Belkę należy mocować do zawiesia przy pomocy przystosowanych do tego celu haków transportowych wbudowanych w jej korpus przez producenta. Podnoszenia belek może dokonywać tylko wykwalifikowany personel montażowy. Inny sposób podnoszenia belek może grozić ich uszkodzeniem mechanicznym lub zagrożeniu bezpieczeństwa montażu. Wyklucza się montaż przy użyciu tzw. wideł transportowych. Można stosować pasy transportowe po uzgodnieniu sposobu transportu z dostawcą.

Belkę należy ostrożnie opuścić na podporę. W przypadku zakotwienia belek w miejscu oparcia pręty gwintowane wprowadzone z głowicy lub wspornika elementu konstrukcyjnego powinny wsunąć się w otwory montażowe w belkach bez kolizji. W górnej płaszczyźnie belek nad otworami wykonuje się odpowiednie zagłębienia zapewniające ukrycie trzpienia, górnej podkładki i nakrętki w gabarytach belki. Następnie – w zależności od wybranego sposobu oparcia – należy

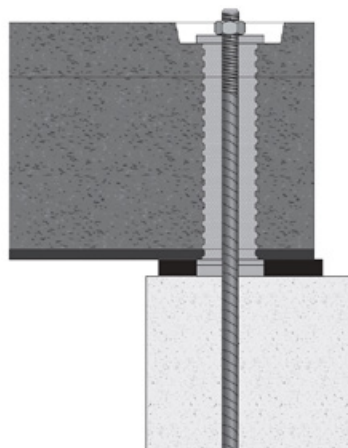
przystąpić do mocowania łączników. Dalsze czynności montażowe są zależne od użytych łączników.

W przypadku oparcia pośredniego w otwartych kieszeniach słupowych należy zadbać o właściwe usytuowanie przedłużonych średnic belek w gniazdach. Dla oparcia doczołowego należy naprowadzić belkę do czoła wbudowanych kieszeni słupowych i wysunąć za pomocą pręta wbudowane w belkę ruchome noże, aby znalazły się w odpowiedniej pozycji montażu i oprzeć belkę na nożach wsuniętych w kieszenie słupowe.

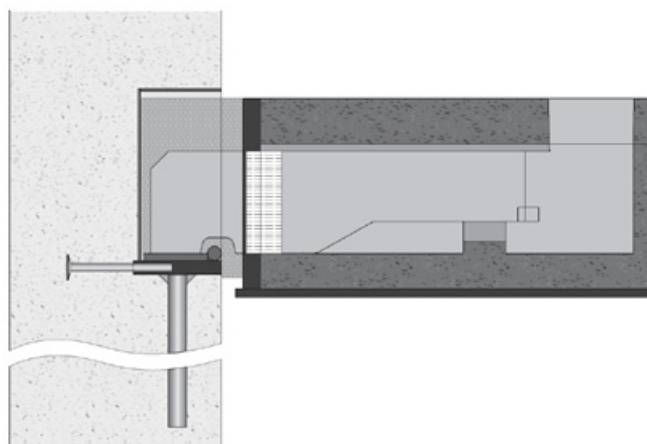
Po wykonaniu montażu „na sucho” należy za pomocą sznura silikonowego uszczelnić szczeliny montażowe i wypełnić je odpowiednio przygotowaną zaprawą/betonem niskokurczliwym według instrukcji producenta.

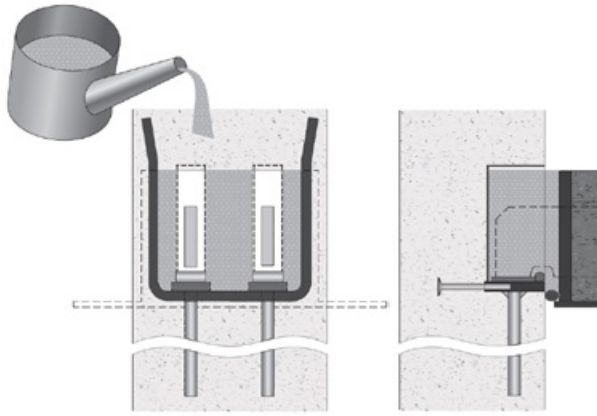
Po ułożeniu belek, ich rektyfikacji i umocowaniu mechanicznym na podporach lub uzyskaniu wytrzymałości montażowej zaprawy w zalanych szczelinach montażowych oparcь pośrednich można przystąpić do układania płyt stropowych zgodnie z planem. Standardowe belki zespolone **Hybridbeam®** nie wymagają stosowania podpór pośrednich.

Zamocowana i zabezpieczona śrubami belka **Hybridbeam®** z zalanymi betonem szczelinami montażowymi

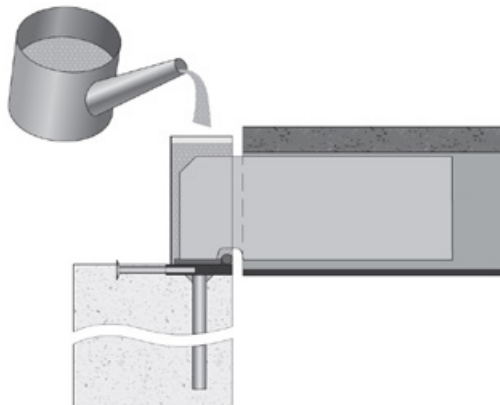


Montaż belki na nożach wysuwanych





Wypełnienie szczeliny doczołowej przy połączeniu ukrytym



Wypełnienie szczeliny na montażu w kieszeniach otwartych



Zabezpieczenie antykorozyjne belek hybrydowych

Belka hybrydowa **Hybridbeam®** jest zespolonym prefabrykatem stalowo-żelbetowym. Stosowana jest w obiektach o różnym przeznaczeniu. W standardowym wykonaniu belki ofertowane są z tzw. krótkotrwałym zabezpieczeniem widocznych elementów stalowych poprzez zastosowanie warstwy farby podkładowej o grubości 60–80 mikronów. Na etapie prac wykończeniowych widoczna powierzchnia stalowa półki dolnej pokrywana jest farbami według specyfikacji architekta.

W zależności od potrzeb belki mogą być zabezpieczane fabrycznie dla innej klasy agresywności środowiska. Dotyczy to szczególnie pomieszczeń wilgotnych

lub w których mamy do czynienia z agresywnym oddziaływaniem wilgoci i związków chemicznych. Ma to również zastosowanie w przypadku obiektów zewnętrznych, gdzie elementy konstrukcyjne narażone są na działanie środowiska zewnętrznego. Chodzi tutaj głównie o związki soli (w strefach nadmorskich) lub parkingi.

PFEIFER – jako jedna z niewielu firm – oferuje rozwiązanie zabezpieczające przed korozją w postaci cynkowania ogniowego powierzchni stalowych belki. To rozwiązanie – szczególnie popularne w parkingach wielopoziomowych – gwarantuje wysoką długotrwałość zabezpieczenia i odporność na tzw. uszkodzenia montażowe

w trakcie instalacji belek w konstrukcji obiektu. W razie potrzeby elementy te pokrywane są dodatkowo farbami według specyfikacji projektu.

Standardowym sposobem zabezpieczenia powierzchni stalowych jest wykonanie ich pokrycia odpowiednimi farbami. Powierzchnia elementów przygotowanych do pokrycia farbą powinna być przed malowaniem odpowiednio przygotowana poprzez np. śrutowanie. W tym zakresie postępujemy zgodnie z ustaleniami aktualnego wydania normy EN-ISO 12944. Norma ta wskazuje na następujące klasy agresywności oraz obszary ich występowania:

Klasa agresywności	Konstrukcje zewnętrzne	Konstrukcje wewnętrzne
C1 – bardzo mała	Nie dotyczy	Obiekty ogrzewane i o czystej atmosferze
C2 – mała	Obiekty nieogrzewane z wysoką kondensacją wilgotności	Atmosfera o niewielkim zanieczyszczeniu
C3 – średnia	Przemysłowe obiekty produkcyjne o wysokim stopniu wilgotności	Atmosfera miejska i przemysłowa (średnie zanieczyszczenie tlenkiem siarki (IV) – np. w obszarach przybrzeżnych o małym zasoleniu)
C4 – duża	Zakłady chemiczne, baseny	Obszary przemysłowe i przybrzeżne o dużym zasoleniu
C5 – bardzo duża (C5-I – przemysłowa, C5-M – morska)	Obiekty z ciągłą kondensacją i o dużym zanieczyszczeniu powietrza	Obszary przemysłowe o wysokiej wilgotności i agresywnej atmosferze, również powietrza terenów przybrzeżnych
CX – ekstremalnie wysoka	Budowle przemysłowe o ekstremalnym stopniu wilgotności i agresywnej atmosferze	Obszary przybrzeżne o wysokim zasoleniu, obszary przemysłowe o ekstremalnym – tropikalnym – stopniu wilgotności



Na podstawie doświadczeń producentów farb antykorozyjnych można uzyskać trwałość powłok antykorozyjnych przekraczającą nawet 25 lat. W praktyce stosujemy często klasyfikację trwałości dla powłok antykorozyjnych:

- niska (L) – do 7 lat,
- średnia (M) – 7–15 lat,
- wysoka (H) – 15–25 lat,
- bardzo wysoka (VH) – powyżej 25 lat.

Belki hybrydowe **Hybridbeam®** produkowane są według wymagań podanych w projekcie z zastosowaniem technologii przygotowania powierzchni i malowania podanych w normie EN-ISO 12944 oraz wytycznych producenta farby dla oczekiwanego przez Klienta okresu trwałości.

W konkretnych przypadkach, o ile istnieją dodatkowe oczekiwania Klienta, warstwa wierzchnia pokrycia wykonywana jest według uzgodnionego koloru na podstawie dysponowanego wzornika barw.



Odporność ogniowa belek hybrydowych

Bełki hybrydowe **Hybridbeam®** z powo-
dzeniem mogą być stosowane w kon-
strukcjach stropowych o wymaganej klasie
ognioodporności do 120 minut. Odpor-
ność konstrukcji belki poddanej działaniu
ognia jest uzależniona od temperatury
poszczególnych elementów nośnych belki
w czasie pożaru. W przypadku działania
ognia od góry zespolone bełki hybrydowe
Hybridbeam® poprzez zastosowanie
odpowiedniego otulenia górnego zbroje-
nia nośnego nie wymagają dodatkowych
zabiegów związanych z ochroną przeciw-
pożarową – w przeciwieństwie do kon-
strukcji wykorzystujących w tym obszarze
stalowe przekroje ściskane lub rozcią-
gane. Oddziaływanie wysokiej temperatury
w trakcie pożaru może dotyczyć jedynie
półki dolnej (dla belek środkowych), półki
dolnej i ściany bocznej (dla belek krawę-
dziowych) oraz półki dolnej obu ścian
bocznych (dla belek specjalnych) lub
bełki wykorzystywanych do współpracy
ze stropami żebrowymi.

Dla konstrukcji w klasie odporności
ogniowej do 30 minut bełki hybrydowe
nie wymagają żadnego dodatkowego
zabezpieczenia ogniowego w postaci
dodatkowego zbrojenia lub powłoki
ogniochronnej. Dla wyższych klas
przyjmuje się dwie metody ustalenia
klasy ognioodporności belki współpra-
cującej z płytą stropową:

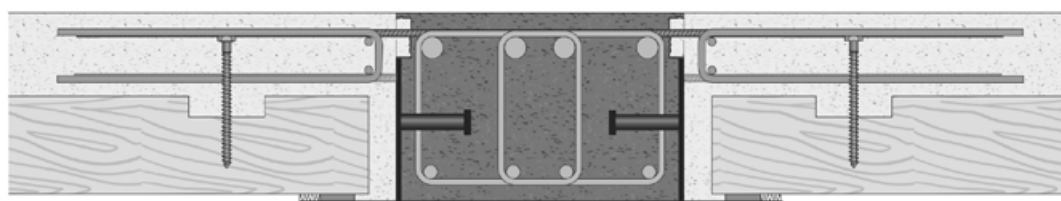
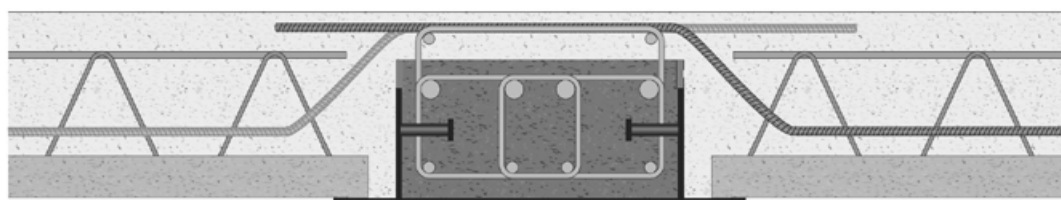
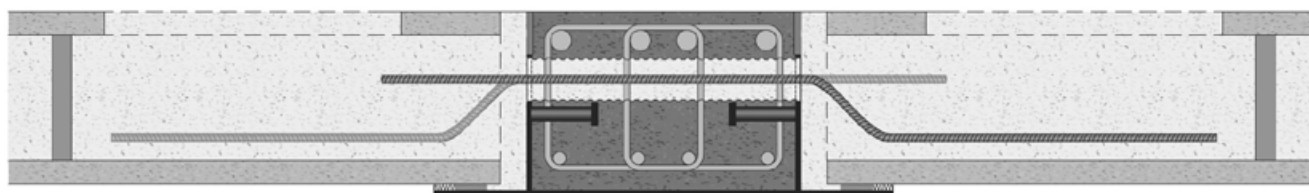
A: Wymiarowanie przekroju belki na obciążenie ogniowe według norm:

- PN-EN 1991-1-2:2006. Eurokod 1:
Oddziaływania na konstrukcje.
Część 1-2: Oddziaływania ogólne –
Oddziaływania na konstrukcje
w warunkach pożaru.
- PN-EN 1992-1-2:2008. Eurokod 2:
Projektowanie konstrukcji z betonu.
Część 1-2: Reguły ogólne – Projekto-
wanie z uwagi na warunki pożarowe.
- PN-EN 1993-1-2:2007. Eurokod 3:
Projektowanie konstrukcji stalowych.

Część 1-2: Reguły ogólne – Obliczanie
konstrukcji z uwagi na warunki
pożarowe.

- PN-EN 1994-1-2:2008. Eurokod 4:
Projektowanie zespolonych konstrukcji
stalowo- betonowych. Część 1-2:
Reguły ogólne – Projektowanie
z uwagi na warunki pożarowe.

Przy obliczeniach stosujemy metodę
uproszczoną lub dokładną z wykorzysta-
niem opracowanych na podstawie analiz
numerycznych izoterm temperatur
w przekroju belki w zależności od czasu
trwania pożaru. W zależności od tempe-
raty w przekroju na podstawie wymie-
nionych norm wyznaczamy współczynniki
redukcji granicy plastyczności stali, co
pozwala na wyznaczenie nośności belek.
Dla uzyskania koniecznych parametrów
nośności belki stosuje się w strefie roz-
ciąganej dodatkowe zbrojenie podłużne
zastępujące działanie stali budowlanej
półki dolnej, która ulega uplastycznieniu



pod wpływem obciążenia temperaturowego. W takim przypadku dla przeniesienia zredukowanych naprężeń od oparcia płyty stropowej na belce w trakcie działania pożaru stosujemy również dodatkowe zbrojenie podwieszające (tzw. zbrojenie awaryjne) lub odpowiednio dobrane do konstrukcji stropu łączniki (np. w przypadku stropów drewnianych). Zbrojenie to ulega uaktywnieniu w czasie pożaru i przenosi obciążenia na korpus belki.

B: Zabezpieczenie stalowych powierzchni belki nieosłoniętych stropem przez zastosowanie powłok ognioochronnych lub specjalnych okładzin

Niektórzy producenci farb ognioochronnych dysponują certyfikatami trwałości tych powłok przekraczającymi nawet 25 lat. O trwałości powłok decyduje przede wszystkim właściwe zabezpiecze-

nie antykorozyjne ich podkładu oraz działanie bezpośrednie szkodliwych czynników atmosferycznych.

W naszych technologiach stosujemy jedynie produkty sprawdzonych dostawców farb, aby dostarczyć Klientowi pewność zabezpieczenia.

Zabezpieczenie pożarowe konstrukcji stalowej niesie ze sobą dodatkowe zalety związane w ewentualnym jej ponownym wykorzystaniu po ustaniu działania pożaru. Jest to bardzo istotny czynnik w zagadnieniu tzw. zrównoważonego rozwoju. Chroniona warstwą reaktywnej farby konstrukcja poddana działaniu ognia nie doznaje odkształceń i deformacji eliminujących jej niezawodne stosowanie po dokonaniu prac remontowych. Warto to rozważyć przy projektowaniu obiektu. Może to również wpływać na obniżenie stawki ubezpieczeniowej dla budynku.

Elementy konstrukcyjne podlegają systematycznym okresowym oględzinom

regulowanym odrębnymi przepisami. Ma to miejsce z reguły przy tzw. okresowych przeglądach stanu technicznego obiektu. W przypadku powłok ognioochronnych zasady takiego przeglądu opisano w instrukcji użytkowania obiektu. Polega to z reguły na obserwacji powłoki ognioochronnej we wskazanym polu referencyjnym na podstawie podanych parametrów przeglądu. Jest to podobne do przeglądu stanu technicznego innych elementów konstrukcyjnych (obserwacja zarysowania elementów betonowych lub powłoki antykorozyjnej elementów stalowych). W przypadku stwierdzenia uszkodzenia takiej powłoki należy uzgodnić technologię naprawy zgodnie z instrukcją producenta powłoki.

W warunkach budowlanych w niektórych przypadkach wykonawcy stosują zabezpieczenie tego typu powierzchni stalowych na budowie poprzez stosowanie odpowiednich okładzin mineralnych według technologii danego producenta.



Dodatkowe ewentualne zabezpieczenie przeciwpożarowe zewnętrzne (powłoka lub okładzina) w klasie R60–R120 belek hybrydowych Hybridbeam®.



© Willy Johannes Bau GmbH & Co. KG

PFEIFER Polska Sp. z o.o.
ul. Wrocławska 68
55-330 Krępace k. Wrocławia
tel. +48 71 30 23 300
sekretariat@pfeifer.pl
www.hybridbeam.eu



03/2023 PL