



INSTYTUT TECHNIKI BUDOWLANEJ
PL 00-611 WARSZAWA, ul. Filtrowa 1, www.itb.pl

CZŁONEK EOTA i UEAtc



KRAJOWA OCENA TECHNICZNA ITB-KOT-2017/0032 wydanie 3

Niniejsza Krajowa Ocena Techniczna została wydana zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie krajowych ocen technicznych (Dz. U. z 2016 r., poz. 1968) przez Instytut Techniki Budowlanej w Warszawie, na wniosek:

PFEIFER Polska Sp. z o.o.
ul. Wrocławska 68, 55-330 Krępiec k/Wrocławia

Krajowa Ocena Techniczna ITB-KOT-2017/0032 wydanie 3 stanowi pozytywną ocenę właściwości użytkowych poniższych wyrobów budowlanych do zamierzonego zastosowania:

Belki hybrydowe PFEIFER Hybridbeam®

Data ważności Krajowej Oceny Technicznej:
26 września 2028 r.



DYREKTOR
Instytutu Techniki Budowlanej


dr inż. Robert Geryło

Warszawa, 26 września 2023 r.

Dokument Krajowej Oceny Technicznej ITB-KOT-2017/0032 wydanie 3 zawiera 41 stron, w tym 4 Załączniki. Krajowa Ocena Techniczna ITB-KOT-2017/0032 wydanie 3 zastępuje Krajową Ocenę Techniczną ITB-KOT-2017/0032 wydanie 2. Tekst tego dokumentu można kopiować tylko w całości. Publikowanie lub upowszechnianie w każdej innej formie fragmentów tekstu Krajowej Oceny Technicznej wymaga pisemnego uzgodnienia z Instytutem Techniki Budowlanej.

Instytut Techniki Budowlanej

ul. Filtrowa 1, 00-611 Warszawa

tel.: 22 825 04 71; NIP: 525 000 93 58; KRS: 0000158785

1. OPIS TECHNICZNY WYROBU

Niniejsza Krajowa Ocena Techniczna obejmuje belki hybrydowe PFEIFER Hybridbeam®: BHM, BHR i BHS, stosowane jako tzw. belki „ukryte”, stanowiące podparcie dla żebrowych płyt stropowych (oznaczenie typu wyrobu według tablic na rysunkach A3 ÷ A5, w Załączniku A).

Belki hybrydowe PFEIFER Hybridbeam® są produkowane przez Pfeifer Steel Production Poland Sp. z o.o., ul. Wrocławska 68, 55-330 Krępice k/Wrocławia, w zakładzie produkcyjnym w Polsce. Upoważnionym przedstawicielem producenta jest PFEIFER Polska Sp. z o.o., ul. Wrocławska 68, 55-330 Krępice k/Wrocławia.

Belka hybrydowa PFEIFER Hybridbeam® jest złożona z profilu stalowego, wypełnionego betonem, z ułożonymi prętami zbrojeniowymi. Do bocznych ścianek profilu są przyspawane (od wewnątrz) trzpienie stalowe z główkami, których zadaniem jest zapewnienie współpracy pomiędzy profilem stalowym a betonem. W bocznych ściankach profilu znajdują się okrągłe otwory, umożliwiające wykonanie w belkach poziomych kanałów w kształcie walca (rysunek A1, w Załączniku A).

Wymiary belek hybrydowych PFEIFER Hybridbeam® z dwiema półkami (belki pośrednie) i z jedną półką (belki skrajne) oraz belek specjalnych (bez półek) podano w tablicach na rysunkach A3 ÷ A5, w Załączniku A. Odchyłki wymiarów nietolerowanych belek hybrydowych odpowiadają wymaganiom klasy EXC2 według normy PN-EN 1090-2:2018.

Profile stalowe belek hybrydowych PFEIFER Hybridbeam® są wykonane ze stali zwykłej, węglowej gatunku S420 lub S460 według normy PN-EN 10025-3:2019, S355 według normy PN-EN 10025-2:2019, S355MC, S355NC, S420MC, S420NC lub S460MC według normy PN-EN 10149-2:2014 lub PN-EN 10149-3:2014. Żebrowane pręty zbrojenia podłużnego belek hybrydowych PFEIFER Hybridbeam® są wykonane ze stali zwykłej, węglowej, o granicy plastyczności $f_{yk} = 500$ MPa, klasy ciągliwości B lub C według normy PN-EN 1992-1-1:2008 (Eurokod 2). Ilość i rozstaw prętów zbrojeniowych są ustalane w zależności od projektowanej nośności belki. Trzpienie stalowe z główkami według normy PN-EN ISO 13918:2018 są wykonane ze stali zwykłej, węglowej, o poniższych minimalnych właściwościach mechanicznych półproduktu (materiału po umocnieniu na zimno lecz przed spęceniem główki trzpienia):

- nominalna wytrzymałość na rozciąganie ≥ 450 N/mm²,
- granica plastyczności ≥ 350 N/mm²,
- wydłużenie przy zerwaniu $\geq 15\%$.

Profil stalowy jest wypełniony betonem klasy C60/75 według normy PN-EN 206+A2:2021. Z uwagi na odporność ogniową, dolna powierzchnia belki może być dodatkowo zabezpieczona jedną z reaktywnych powłok do zabezpieczeń ogniochronnych elementów stalowych, według p. 2.

Kształt, wymiary oraz przykłady zastosowania belek hybrydowych PFEIFER Hybridbeam® przedstawiono w Załączniku A. Minimalne pola powierzchni przekroju zbrojenia zespalającego (trzpienia stalowe z główkami) podano w tablicy C1, w Załączniku C.

2. ZAMIERZONE ZASTOSOWANIE WYROBU

Belki hybrydowe PFEIFER Hybridbeam® są przeznaczone do stosowania jako tzw. belki „ukryte”, stanowiące podparcie dla żelbetowych płyt stropowych, prefabrykowanych lub monolitycznych.

Na rysunku A6 pokazano przykłady zastosowania belek hybrydowych PFEIFER Hybridbeam®, a na rysunku A7, w Załączniku A – przykłady ukształtowania połączenia belki z płytami stropowymi kanałowymi, w przypadku stropów o różnej wysokości oraz w przypadku stropów z nadbetonem.

Na rysunku A6, w Załączniku A, pokazano zbrojenie zszywające, układane w kanałach poziomych belek, zapewniające współpracę belek i stropów. Belki z dwiema półkami (belki pośrednie) są stosowane w środkowej części stropu, belki z jedną półką (belki skrajne) na obrzeżach stropu, natomiast belki specjalne (bez półek) do przenoszenia obciążeń liniowych lub skupionych występujących w osi belki.

Stan graniczny nośności belek hybrydowych PFEIFER Hybridbeam® należy sprawdzać w fazie montażu oraz w fazie eksploatacji (rysunek B1, w Załączniku B).

W fazie montażu należy przyjąć przekrój obliczeniowy belki hybrydowej PFEIFER Hybridbeam® osłabionej otworami montażowymi (rysunek B2, w Załączniku B).

W fazie eksploatacji należy przyjąć przekrój obliczeniowy pełnej belki (bez osłabienia otworami montażowymi, rysunek B3, w Załączniku B).

W fazie montażu należy sprawdzić:

- nośność na zginanie belki w przekroju w środku rozpiętości przęsła,
- nośność na ścinanie belki w przekroju przypodporowym,
- nośność na skręcanie belki w przekroju przypodporowym.

Sprawdzenie nośności na zginanie należy przeprowadzić według normy PN-EN 1994-1-1:2008 (Eurokod 4), sprawdzenie nośności na ścinanie według norm PN-EN 1994-1-1:2008 (Eurokod 4) i PN-EN 1993-1-1:2006 (Eurokod 3), a sprawdzenie nośności na skręcanie według norm PN-EN 1994-1-1:2008 (Eurokod 4) i PN-EN 1992-1-1:2008 (Eurokod 2).

W fazie eksploatacji należy:

- sprawdzić nośność na zginanie belki bez uwzględnienia współpracujących części stropu,
- wyznaczyć szerokość współpracujących części stropu,
- sprawdzić ugięcie belki z uwzględnieniem współpracujących części stropu.

Sprawdzenie nośności na zginanie i sprawdzenie ugięcia belki należy przeprowadzić według normy PN-EN 1994-1-1:2008 (Eurokod 4). Wyznaczenie szerokości współpracujących części stropu należy przeprowadzić według norm PN-EN 1992-1-1:2008 (Eurokod 2) i PN-EN 1994-1-1:2008 (Eurokod 4).

Minimalne pole powierzchni przekroju zbrojenia zszywającego belkę ze stropem, w postaci żebrowanych prętów zbrojeniowych ze stali zwykłej, węglowej, o granicy plastyczności $f_{yk} = 500$ MPa, klasy ciągliwości B według normy PN-EN 1992-1-1:2008, podano w p. 3.

Klasa betonu wypełniającego kanały poziome w belkach, wypełniającego złącza pomiędzy belką a stropem oraz wypełniającego kanały stropu prefabrykowanego, kanałowego (tzw. betonu zalewowego) nie powinna być mniejsza niż C20/25 według normy PN-EN 206+A2:2021, a średnica kruszywa użytego do produkcji tego betonu nie powinna być większa niż 8 mm. Długość odcinka wypełnienia kanału w stropie kanałowym (po obu stronach belki) nie powinna być mniejsza niż 35 cm.

Z uwagi na warunki pożarowe (w stanie pożaru) należy:

- wyznaczyć szerokość współpracujących części stropu,
- sprawdzić nośność na zginanie belki w stanie pożaru w środku rozpiętości przęsła, z uwzględnieniem współpracujących części stropu,
- sprawdzić nośność na ścinanie belki w stanie pożaru w przekroju przypodporowym.

Sprawdzenie nośności belki w stanie pożaru należy przeprowadzić według normy PN-EN 1994-1-2:2008 (Eurokod 4).

Odporność ogniową belek PFEIFER Hybridbeam® BHM, BHR i BHS z zabezpieczeniem ogniochronnym, podaną w p. 3 i w Załączniku C (tablice C2 ÷ C6), uzyskuje się poprzez wykonanie zewnętrznego zabezpieczenia ogniochronnego dolnej powierzchni belki jednym z poniższych systemów ogniochronnych (rysunek B4, w Załączniku B):

- Firefilm FC2, produkowanym przez Carboline Norge AS, według ETA-21/0732,
- HENSOTHERM® 910KS, produkowanym przez RUDOLF HENSEL GMBH, według ETA-20/1260,
- Sika® Unitherm® Platinum, produkowanym przez Sika Deutschland GmbH, według ETA-20/1159,
- Sika® Unitherm® Platinum-120, produkowanym przez Sika Deutschland GmbH, według ETA-20/1162,
- STEELGUARD 751 lub STEELGUARD 851, produkowanym przez PPG Coatings Europe BV, według ETA-22/0574.

Odporność ogniową belek PFEIFER Hybridbeam® BHM: BHM 20-300, BHM 27-400, BHM 32-450, BHM 40-500, BHM 45-500 i BHM 50-650, ze stali gatunku S355, S420 i S460, podaną w p. 3, uzyskuje się również poprzez zastosowanie określonej w tabelicy 1 minimalnej ilości zbrojenia dolnego (podstawowego i dodatkowego).

Tablica 1

Poz.	Oznaczenie belki	Zbrojenie dolne podstawowe ¹⁾			Zbrojenie dolne dodatkowe ¹⁾			Nośność obliczeniowa belki podczas pożaru R90, kNm		
		Liczba prętów, n	Średnica pręta, d _d [mm]	Pole przekroju pręta, A _{s,d} [mm ²]	Liczba prętów, n	Średnica pręta, d _d [mm]	Pole przekroju pręta, A _{s,d} [mm ²]	Stal S355, S355MC i S355NC	Stal S420, S420MC i S420NC	Stal S460 i S460MC
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	BHM 20-300	2	16	201,1	4	20	314,2	142,4	154,3	161,4
2	BHM 27-400	4	16	201,1	5	25	490,9	365,5	386,0	399,1
3	BHM 32-450	4	20	314,2	6	32	804,2	709,3	756,9	787,1
4	BHM 40-500	4	25	490,9	7	32	804,2	1209,3	1291,0	1339,8
5	BHM 45-500	5	25	490,9	7	32	804,2	1464,7	1566,1	1626,7
6	BHM 50-650	7	25	490,9	9	32	804,2	2075,5	2207,8	2287,3

¹⁾ minimalna ilość zbrojenia dolnego (podstawowego i dodatkowego) powinna być zgodna z obliczeniami nośności belki w fazie montażu i eksploatacji, zgodnie z p. 2

Rozkłady temperatur przy nagrzewaniu stropu z belkami hybrydowymi BHM i BHR podano w tablicach D1 ÷ D18, w Załączniku D.

Belki hybrydowe PFEIFER Hybridbeam® powinny być stosowane zgodnie z projektem technicznym, opracowanym z uwzględnieniem polskich norm i przepisów budowlanych, ustaleń niniejszej Krajowej Oceny Technicznej oraz zgodnie z instrukcją producenta, dotyczącą warunków wykonywania podparć płyt stropowych z użyciem ww. belek.

3. WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWE WYROBU I METODY ZASTOSOWANE DO ICH OCENY

3.1. Właściwości użytkowe wyrobu

3.1.1. Minimalne pola powierzchni przekroju zbrojenia zespalającego belek PFEIFER Hybridbeam® BHM, BHR i BHS. Minimalne pola powierzchni przekroju zbrojenia zespalającego belek PFEIFER Hybridbeam® BHM, BHR i BHS podano tablicy C1, w Załączniku C.

3.1.2. Minimalne pole powierzchni przekroju zbrojenia zszywającego belkę PFEIFER Hybridbeam® BHM i BHR ze stropem. Minimalne pole powierzchni przekroju zbrojenia zszywającego belkę PFEIFER Hybridbeam® BHM i BHR ze stropem nie powinno być mniejsze niż 226 mm²/mb belki.

3.1.3. Klasyfikacja w zakresie odporności ogniowej belek PFEIFER Hybridbeam® BHM, BHR i BHS. Klasyfikację w zakresie odporności ogniowej belek PFEIFER Hybridbeam® BHM, BHR i BHS, z zabezpieczeniem ogniochronnym według p. 2, według kryteriów zawartych w normie PN-EN 13501-2:2016, podano w tablicach C2 + C6, w Załączniku C.

Belki PFEIFER Hybridbeam® BHM, z minimalną ilością zbrojenia dolnego według tablicy 1, zostały sklasyfikowane w klasie odporności ogniowej R90 według normy PN-EN 13501-2:2016.

3.2. Metody zastosowane do oceny właściwości użytkowych

Badanie odporności ogniowej belek PFEIFER Hybridbeam® wykonuje się według normy PN-EN 1363-1:2002.

4. PAKOWANIE, TRANSPORT I SKŁADOWANIE ORAZ SPOSÓB ZNAKOWANIA WYROBU

Belki hybrydowe PFEIFER Hybridbeam® powinny być dostarczane oraz przechowywane i transportowane w sposób zapewniający niezmienną ich właściwości technicznych.

Sposób znakowania wyrobów znakiem budowlanym powinien być zgodny z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. z 2023 r., poz. 873).

Oznakowaniu wyrobu znakiem budowlanym powinny towarzyszyć następujące informacje:

- dwie ostatnie cyfry roku, w którym znak budowlany został po raz pierwszy umieszczony na wyrobie budowlanym,
- nazwa i adres siedziby producenta lub znak identyfikacyjny pozwalający jednoznacznie określić nazwę i adres siedziby producenta,
- nazwa i oznaczenie typu wyrobu budowlanego,
- numer i rok wydania krajowej oceny technicznej, zgodnie z którą zostały zadeklarowane właściwości użytkowe (ITB-KOT-2017/0032 wydanie 3),
- numer krajowej deklaracji właściwości użytkowych,
- poziom lub klasa zadeklarowanych właściwości użytkowych,
- nazwa jednostki certyfikującej, która uczestniczyła w ocenie i weryfikacji stałości właściwości użytkowych wyrobu budowlanego,

- adres strony internetowej producenta, jeżeli krajowa deklaracja właściwości użytkowych jest na niej udostępniona.

Wraz z krajową deklaracją właściwości użytkowych powinna być dostarczana albo udostępniana w odpowiednich przypadkach karta charakterystyki i/lub informacje o substancjach niebezpiecznych zawartych w wyrobie budowlanym, o których mowa w art. 31 lub 33 rozporządzenia (WE) nr 1907/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH) i utworzenia Europejskiej Agencji Chemikaliów.

Ponadto oznakowanie wyrobu budowlanego, stanowiącego mieszaninę niebezpieczną według rozporządzenia REACH, powinno być zgodne z wymaganiami rozporządzenia (WE) nr 1272/2008 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin (CLP), zmieniającego i uchylającego dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniającego rozporządzenie (WE) nr 1907/2006.

5. OCENA I WERYFIKACJA STAŁOŚCI WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWYCH

5.1. Krajowy system oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. z 2023 r., poz. 873) ma zastosowanie system 2+ oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych.

5.2. Badanie typu

Właściwości użytkowe, ocenione w p. 3, stanowią badanie typu wyrobu, dopóki nie nastąpią zmiany surowców, składników, linii produkcyjnej lub zakładu produkcyjnego.

5.3. Zakładowa kontrola produkcji

Producent powinien mieć wdrożony system zakładowej kontroli produkcji w zakładzie produkcyjnym. Wszystkie elementy tego systemu, wymagania i postanowienia, przyjęte przez producenta, powinny być dokumentowane w sposób systematyczny, w formie zasad i procedur, włącznie z zapisami z prowadzonych badań. Zakładowa kontrola produkcji powinna być dostosowana do technologii produkcji i zapewniać utrzymanie w produkcji seryjnej deklarowanych właściwości użytkowych wyrobu.

Zakładowa kontrola produkcji obejmuje specyfikację i sprawdzanie surowców i składników, kontrolę i badania w procesie wytwarzania oraz badania kontrolne (według p. 5.4), prowadzone przez producenta zgodnie z ustalonym planem badań oraz według zasad i procedur określonych w dokumentacji zakładowej kontroli produkcji.

Wyniki kontroli produkcji powinny być systematycznie rejestrowane. Zapisy rejestru powinny potwierdzać, że wyroby spełniają kryteria oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych. Poszczególne wyroby lub partie wyrobów i związane z nimi szczegóły produkcyjne muszą być w pełni możliwe do identyfikacji i odtworzenia.

5.4. Badania kontrolne

Badania kontrolne obejmują sprawdzenie kształtu i wymiarów belek.

5.5. Częstotliwość badań

Badania kontrolne powinny być prowadzone zgodnie z ustalonym planem badań, ale nie rzadziej niż dla każdej partii wyrobów. Wielkość partii wyrobów powinna być określona w dokumentacji zakładowej kontroli produkcji.

6. POUCZENIE

6.1. Krajowa Ocena Techniczna ITB-KOT-2017/0032 wydanie 3 zastępuje Krajową Ocenę Techniczną ITB-KOT-2017/0032 wydanie 2.

6.2. Krajowa Ocena Techniczna ITB-KOT-2017/0032 wydanie 3 jest pozytywną oceną właściwości użytkowych tych zasadniczych charakterystyk belek hybrydowych PFEIFER Hybridbeam®, które zgodnie z zamierzonym zastosowaniem, wynikającym z postanowień Oceny, mają wpływ na spełnienie wymagań podstawowych przez obiekty budowlane, w których wyrób będzie zastosowany.

6.3. Krajowa Ocena Techniczna ITB-KOT-2017/0032 wydanie 3 nie jest dokumentem upoważniającym do oznakowania wyrobu budowlanego znakiem budowlanym.

Zgodnie z ustawą z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2021 r., poz. 1213) wyroby, których dotyczy niniejsza Krajowa Ocena Techniczna, mogą być wprowadzone do obrotu lub udostępniane na rynku krajowym, jeżeli producent dokonał oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych, sporządził krajową deklarację właściwości użytkowych zgodnie z Krajową Oceną Techniczną ITB-KOT-2017/0032 wydanie 3 i oznakował wyroby znakiem budowlanym, zgodnie z obowiązującymi przepisami.

6.4. Krajowa Ocena Techniczna ITB-KOT-2017/0032 wydanie 3 nie narusza uprawnień wynikających z przepisów o ochronie własności przemysłowej, a w szczególności ustawy z dnia 30 czerwca 2000 r. – Prawo własności przemysłowej (Dz. U. z 2023 r., poz. 1170). Zapewnienie tych uprawnień należy do obowiązków korzystających z niniejszej Krajowej Oceny Technicznej ITB.

6.5. ITB wydając Krajową Ocenę Techniczną nie bierze odpowiedzialności za ewentualne naruszenie praw wyłącznych i nabytych.

6.6. Krajowa Ocena Techniczna nie zwalnia producenta wyrobów od odpowiedzialności za ich prawidłową jakość, a wykonawców robót budowlanych od odpowiedzialności za ich właściwe zastosowanie.

6.7. Ważność Krajowej Oceny Technicznej może być przedłużana na kolejne okresy, nie dłuższe niż 5 lat.

7. WYKAZ DOKUMENTÓW WYKORZYSTANYCH W POSTĘPOWANIU

7.1. Raporty, sprawozdania z badań, oceny, klasyfikacje

1. NZK.411.33.2023 00393.06.PW. Opinia specjalistyczna dotycząca trzpieni z główkami. Zakład Konstrukcji Budowlanych, Geotechniki i Betonu ITB, Warszawa 2023 r.
2. NZK.423.6.2021 07279.03.PL. Opinia specjalistyczna dotycząca zakresu planowanych zmian w Krajowej Ocenie Technicznej dla belek hybrydowych PFEIFER Hybridbeam. Zakład Konstrukcji Budowlanych, Geotechniki i Betonu ITB, Warszawa 2022 r.
3. 01381/22/Z00NZP. Klasyfikacja w zakresie odporności ogniowej belek Hybridbeam® BHM, BHR i BHS firmy Jordahl & Pfeifer. Zakład Badań Ogniowych ITB, Warszawa 2022 r.
4. 01442/21/Z00NZP. Analizy numeryczne przepływu ciepła w warunkach pożaru standardowego belek Hybridbeam® BHM i BHR. Zakład Badań Ogniowych ITB, Warszawa 2021 r.
5. 01651/20/Z00NZP/B. Klasyfikacja w zakresie odporności ogniowej belek Hybridbeam® BH firmy Jordahl & Pfeifer. Zakład Badań Ogniowych ITB, Warszawa 2021 r.
6. 00970/20/Z00NZP. Klasyfikacja w zakresie odporności ogniowej belek Hybridbeam® BH firmy Jordahl & Pfeifer. Zakład Badań Ogniowych ITB, Warszawa 2020 r.
7. 06006/16/R39NZK. Opinia specjalistyczna opracowanego przez firmę Jordahl & Pfeifer projektu 18 typów belek Hybridbeam® BH oznaczonych symbolami od BH 20-200 do BH 50-550, w celu opracowania Aprobaty Technicznej ITB. Zakład Konstrukcji Budowlanych i Geotechniki ITB, Warszawa 2016 r.

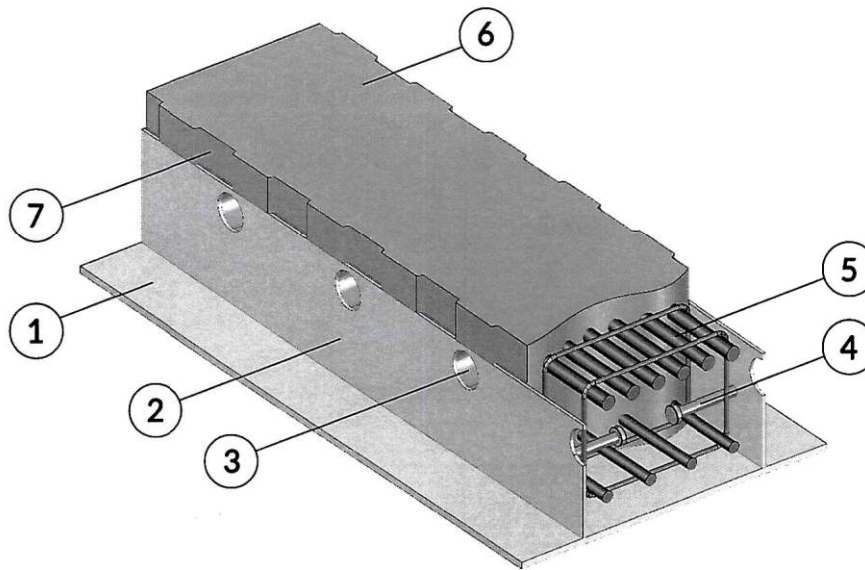
7.2. Normy i dokumenty związane

PN-EN 206+A2:2021	<i>Beton. Część 1: Wymagania, właściwości użytkowe, produkcja i zgodność</i>
PN-EN 1363-1:2002	<i>Badania odporności ogniowej. Część 1. Wymagania ogólne</i>
PN-EN 1090-2:2018	<i>Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych. Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych</i>
PN-EN 10025-2:2019	<i>Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych. Część 2: Warunki techniczne dostawy stali konstrukcyjnych niestopowych</i>
PN-EN 10025-3:2019	<i>Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych. Część 3: Warunki techniczne dostawy spawalnych stali konstrukcyjnych drobnoziarnistych po normalizowaniu/walcowaniu normalizującym</i>
PN-EN 10149-2:2014	<i>Wyroby płaskie walcowane na gorąco ze stali o podwyższonej granicy plastyczności do obróbki plastycznej na zimno. Część 2: Warunki techniczne dostawy wyrobów walcowanych termomechanicznie</i>
PN-EN 10149-3:2014	<i>Wyroby płaskie walcowane na gorąco ze stali o podwyższonej granicy plastyczności do obróbki plastycznej na zimno. Część 3: Warunki techniczne dostawy wyrobów normalizowanych lub walcowanych normalizująco</i>
PN-EN 13501-2:2016	<i>Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków. Część 2: Klasyfikacja na podstawie wyników odporności ogniowej w wyłączeniu instalacji wentylacyjnej</i>

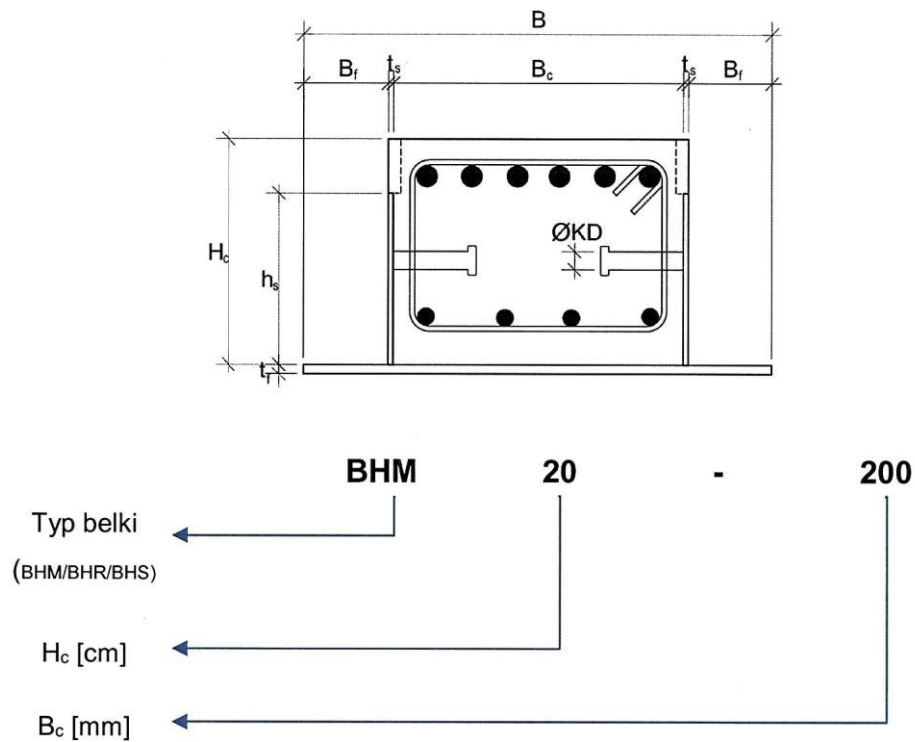
PN-EN 1992-1-1:2008	<i>Eurokod 2. Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1. Reguły ogólne i reguły dla budynków</i>
PN-EN 1993-1-1:2006	<i>Eurokod 3. Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1. Reguły ogólne i reguły dla budynków</i>
PN-EN 1994-1-1:2008	<i>Eurokod 4. Projektowanie zespolonych konstrukcji stalowo-betonowych. Część 1-1. Reguły ogólne i reguły dla budynków (z aneksami)</i>
PN-EN 1994-1-2:2008	<i>Eurokod 4. Projektowanie zespolonych konstrukcji stalowo-betonowych. Część 1-2: Reguły ogólne. Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe</i>
PN-EN ISO 13915:2013	<i>Spawanie. Kołki i pierścienie ceramiczne do zgrzewania łukowego kołków</i>
ETA-21/0732	<i>Firefilm FC2</i>
ETA-20/1260	<i>HENSOTHERM® 910 KS</i>
ETA-20/1159	<i>Sika® Unitherm® Platinum</i>
ETA-20/1162	<i>Sika® Unitherm® Platinum-120</i>
ETA-20/1312	<i>STEELGUARD 751, STEELGUARD 851</i>
ITB-KOT-2017/0032 wydanie 2	<i>Belki Hybridbeam® BH</i>

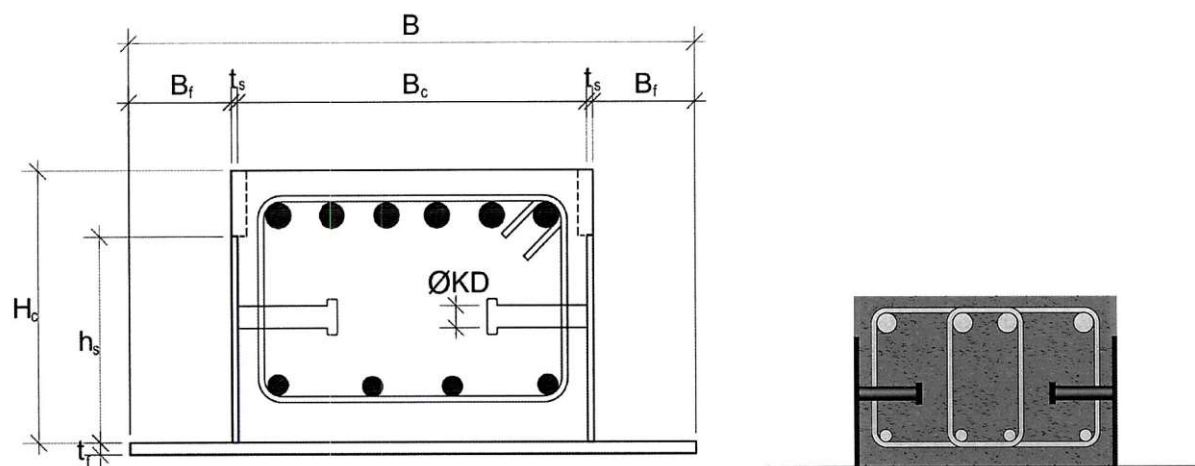
ZAŁĄCZNIKI

Załącznik A.	Kształt, wymiary oraz przykłady zastosowania belek PFEIFER Hybridbeam®.....	11
Załącznik B.	Przekroje poprzeczne belek PFEIFER Hybridbeam® z opartymi na nich płytami stropowymi, w fazie montażu i eksploatacji	17
Załącznik C.	Mnimalne pola powierzchni przekroju zbrojenia zespalającego belek PFEIFER Hybridbeam® oraz klasyfikacje w zakresie odporności ogniowej belek.....	19
Załącznik D.	Rozkład temperatur przy nagrzewaniu stropu z belkami PFEIFER Hybridbeam® BHM i BHR	22

Załącznik A.

Rysunek A1. Belka hybrydowa PFEIFER Hybridbeam® BHM

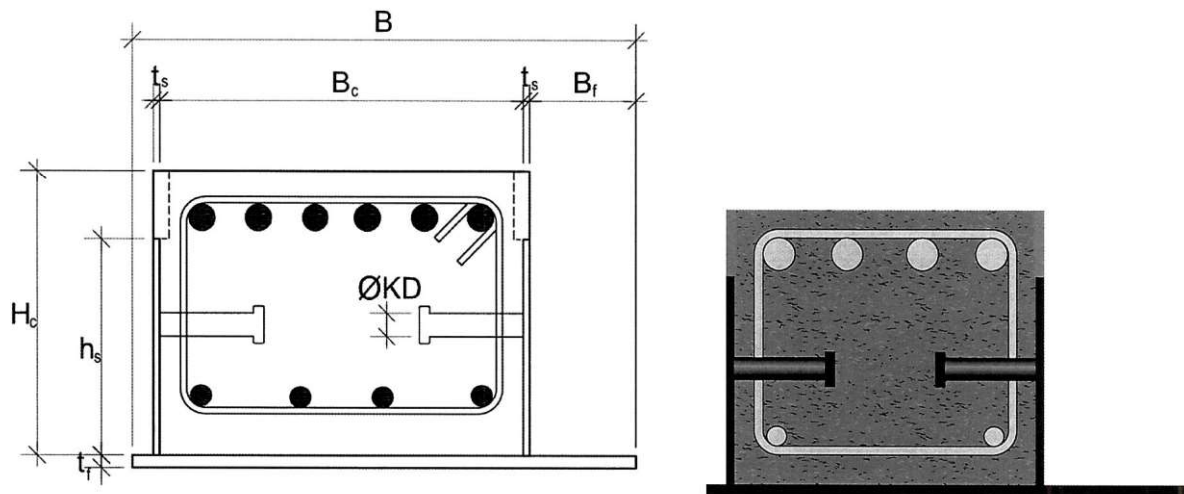
1 – pas dolny profilu stalowego, 2 – środnik profilu stalowego, 3 – otwór w profilu stalowym, 4 – trzpień stalowy z główką, 5 – pręt zbrojeniowy, 6 – beton belki, 7 – powierzchnia z wrębami


Rysunek A2. Przykładowe oznaczenie belki hybrydowej PFEIFER Hybridbeam® BHM



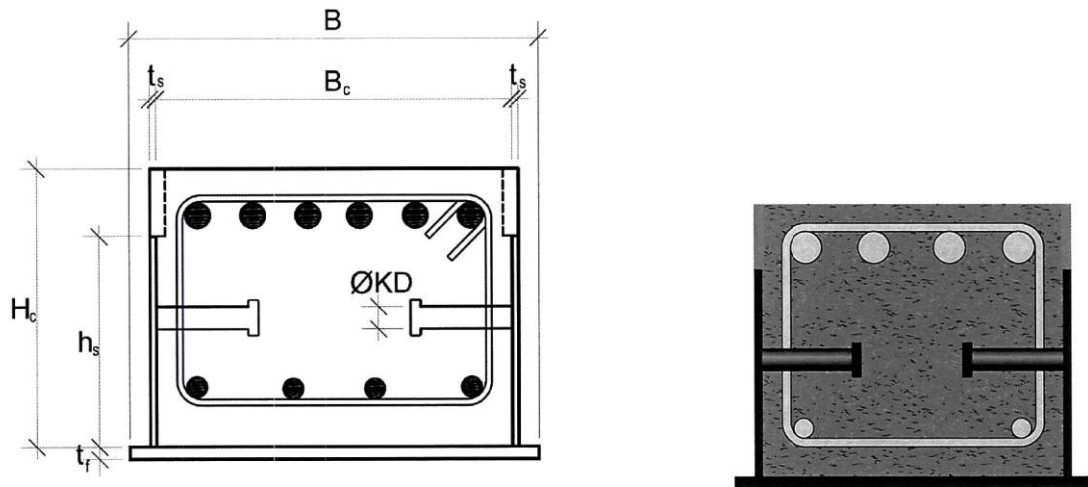
Poz.	Oznaczenie typu belki	B, mm	B _c , mm	B _f , mm	H _c , mm	h _s , mm	t _r , mm	t _s , mm	Ø KD, mm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	BHM 20	492 ÷ 1156	200 ÷ 700	140 ÷ 220	200 ÷ 260	160	12 ÷ 20	6 ÷ 8	13 ÷ 16
2	BHM 27	492 ÷ 1156	200 ÷ 700	140 ÷ 220	270 ÷ 310	205	12 ÷ 20	6 ÷ 8	16 ÷ 19
3	BHM 32	556 ÷ 1240	200 ÷ 700	170 ÷ 250	320 ÷ 390	255	12 ÷ 20	8 ÷ 20	19 ÷ 22
4	BHM 40	556 ÷ 1240	200 ÷ 700	170 ÷ 250	400 ÷ 440	300	12 ÷ 30	8 ÷ 20	22
5	BHM 45	556 ÷ 1240	200 ÷ 700	170 ÷ 250	450 ÷ 490	300 ÷ 325	12 ÷ 30	8 ÷ 20	22
6	BHM 50	556 ÷ 1240	200 ÷ 700	170 ÷ 250	500 ÷ 540	300 ÷ 350	12 ÷ 30	8 ÷ 20	22 ÷ 25

Rysunek A3. Belka hybrydowa PFEIFER (z dwiema półkami) Hybridbeam® BHM (belka pośrednia)
(stosowana w części środkowej stropu)



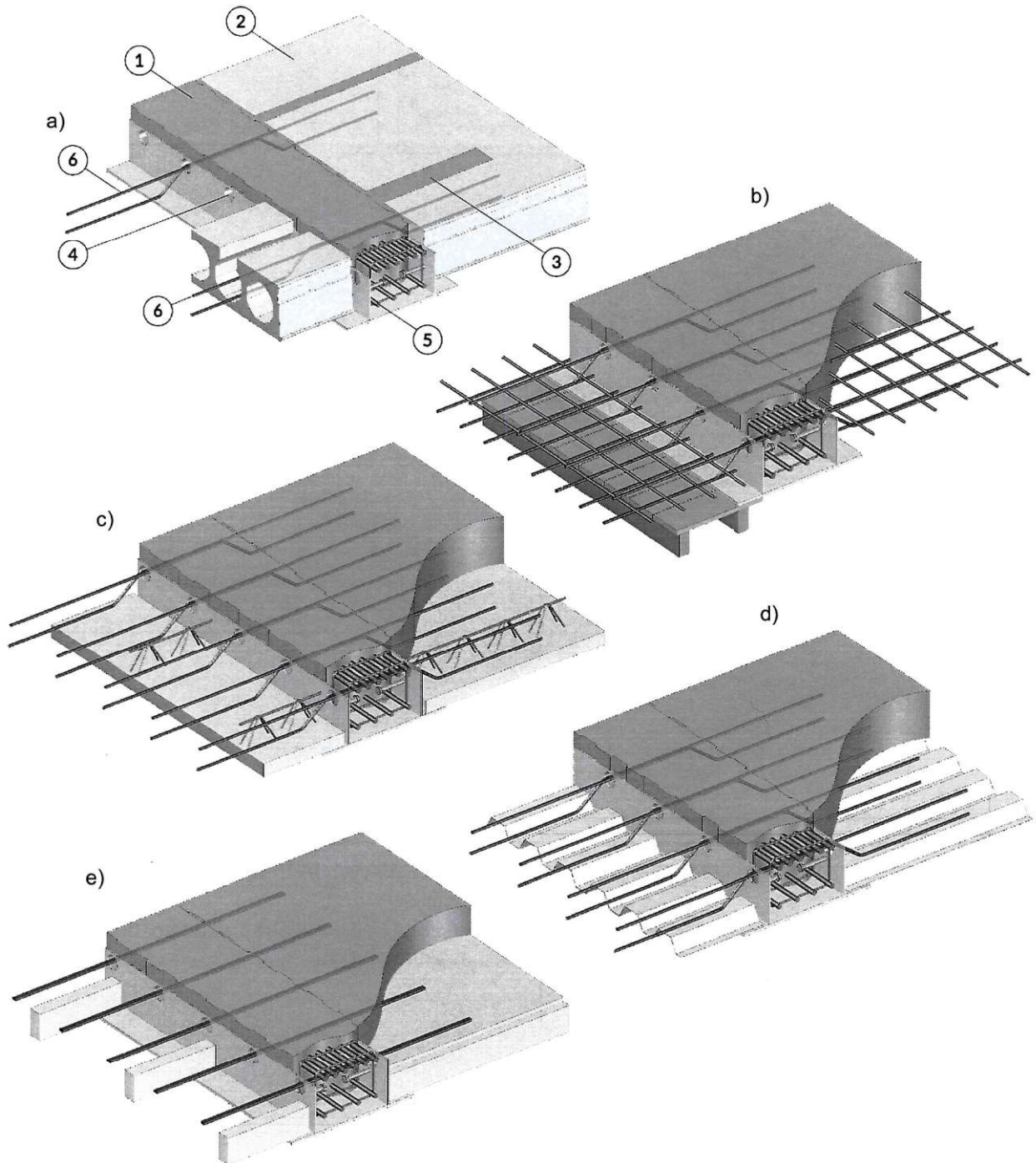
Poz.	Oznaczenie typu belki	B, mm	B _c , mm	B _f , mm	H _c , mm	h _s , mm	t _f , mm	t _s , mm	Ø KD, mm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	BHR 20	367 ÷ 951	200 ÷ 700	140 ÷ 220	200 ÷ 260	160	12 ÷ 20	6 ÷ 8	13 ÷ 16
2	BHR 27	367 ÷ 951	200 ÷ 700	140 ÷ 220	270 ÷ 310	205	12 ÷ 20	6 ÷ 8	16 ÷ 19
3	BHR 32	401 ÷ 1005	200 ÷ 700	170 ÷ 250	320 ÷ 390	255	12 ÷ 20	8 ÷ 20	19 ÷ 22
4	BHR 40	401 ÷ 1005	200 ÷ 700	170 ÷ 250	400 ÷ 440	300	12 ÷ 30	8 ÷ 20	22
5	BHR 45	401 ÷ 1005	200 ÷ 700	170 ÷ 250	450 ÷ 490	300 ÷ 325	12 ÷ 30	8 ÷ 20	22
6	BHR 50	401 ÷ 1005	200 ÷ 700	170 ÷ 250	500 ÷ 540	300 ÷ 350	12 ÷ 30	8 ÷ 20	22 ÷ 25

Rysunek A4. Belka hybrydowa PFEIFER (z jedną półką) Hybridbeam® BHR (belka skrajna)
(stosowana na obrzeżach stropu)



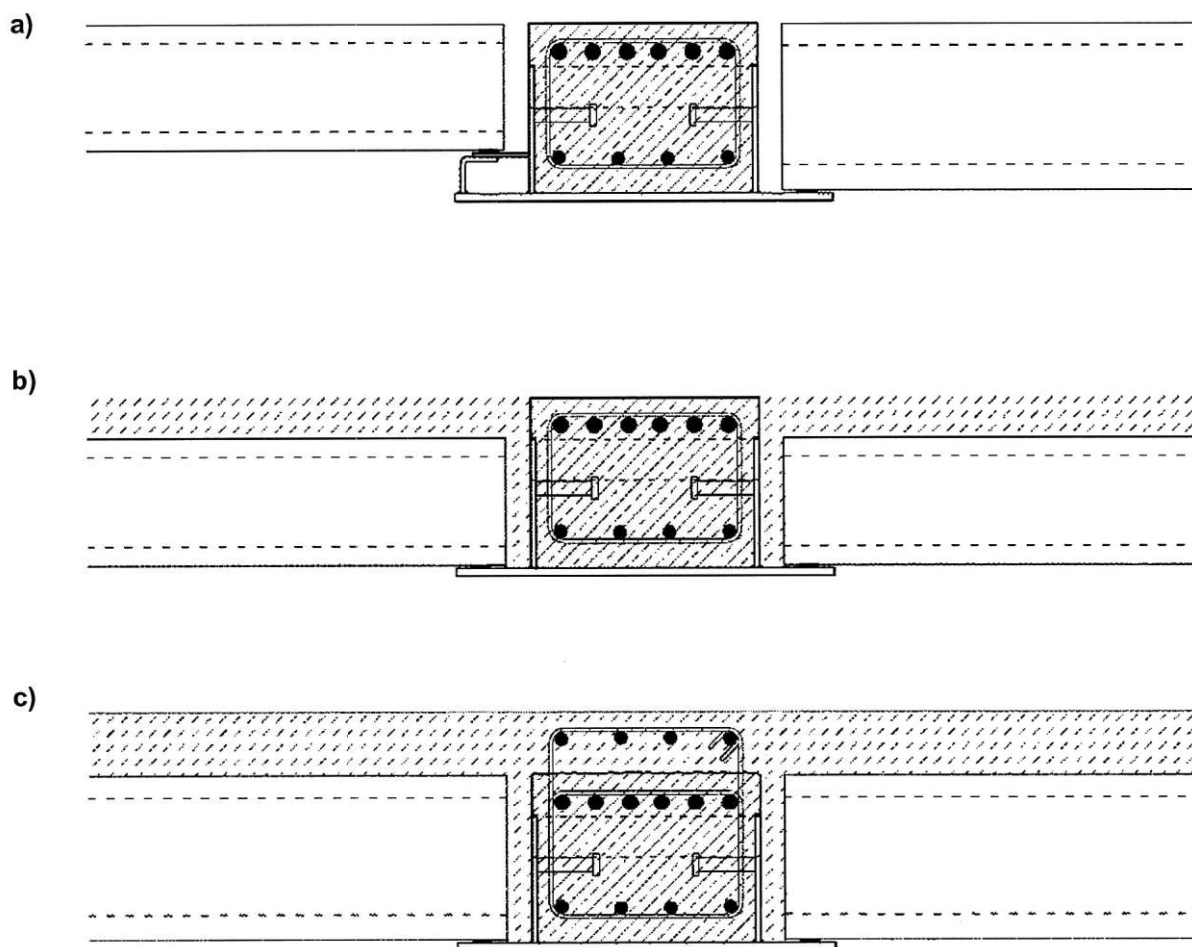
Poz.	Oznaczenie typu belki	B, mm	B _c , mm	H _c , mm	h _s , mm	t _f , mm	t _s , mm	Ø KD, mm
1	2	3	4	6	7	8	9	10
1	BHS 20	242 ÷ 746	200 ÷ 700	200 ÷ 260	160	12 ÷ 20	6 ÷ 8	13 ÷ 16
2	BHS 27	242 ÷ 746	200 ÷ 700	270 ÷ 310	205	12 ÷ 20	6 ÷ 8	16 ÷ 19
3	BHS 32	246 ÷ 770	200 ÷ 700	320 ÷ 390	255	12 ÷ 20	8 ÷ 20	19 ÷ 22
4	BHS 40	246 ÷ 770	200 ÷ 700	400 ÷ 440	300	12 ÷ 30	8 ÷ 20	22
5	BHS 45	246 ÷ 770	200 ÷ 700	450 ÷ 490	300 ÷ 325	12 ÷ 30	8 ÷ 20	22
6	BHS 50	246 ÷ 770	200 ÷ 700	500 ÷ 540	300 ÷ 350	12 ÷ 30	8 ÷ 20	22 ÷ 25

Rysunek A5. Belka hybrydowa PFEIFER (bez póltek) Hybridbeam® BHS (belka specjalna)



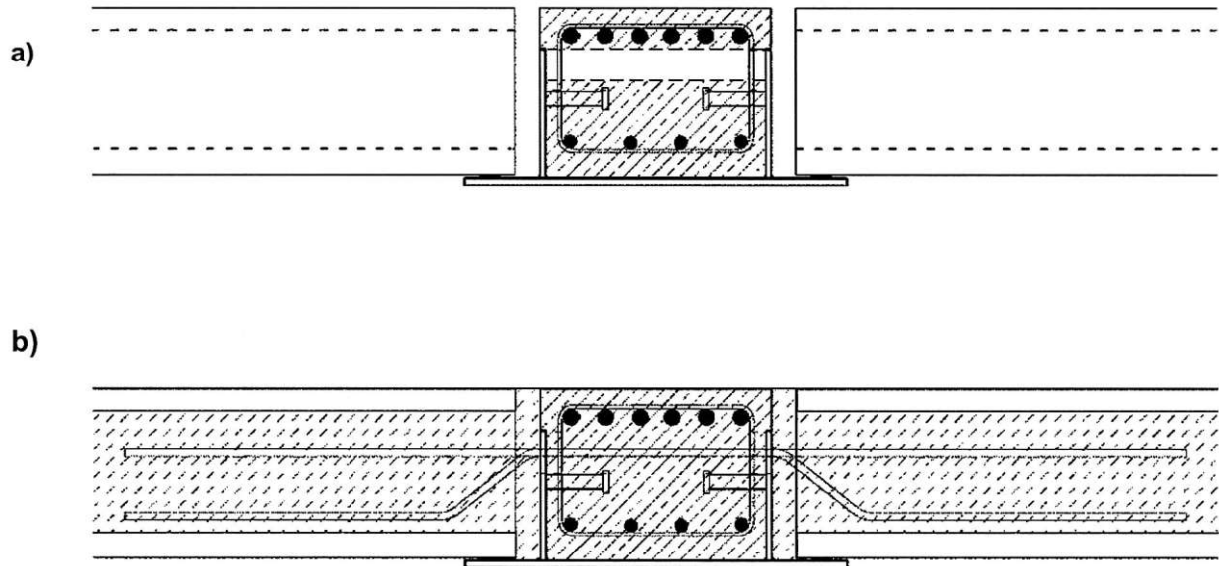
Rysunek A6. Przykłady zastosowania belek hybrydowych PFEIFER Hybridbeam®

- a) jako podparcie stropów żelbetowych, prefabrykowanych, kanałowych; b) jako podparcie stropów monolitycznych; c) jako podparcie stropów żelbetowych, monolitycznych, typu Filigran; d) jako podparcie stropów żelbetowych monolitycznych, z szalunkiem traconym w postaci blachy trapezowej; e) jako podparcie stropów żelbetowych, monolitycznych, z żebrami drewnianymi
- 1 – belka PFEIFER Hybridbeam®, 2 – płyta stropowa, 3 – beton wypełniający otwarte kanały w płycie stropowej, 4 – otwór w belce, 5 – zbrojenie podłużne belki, 6 – zbrojenie zszycujące

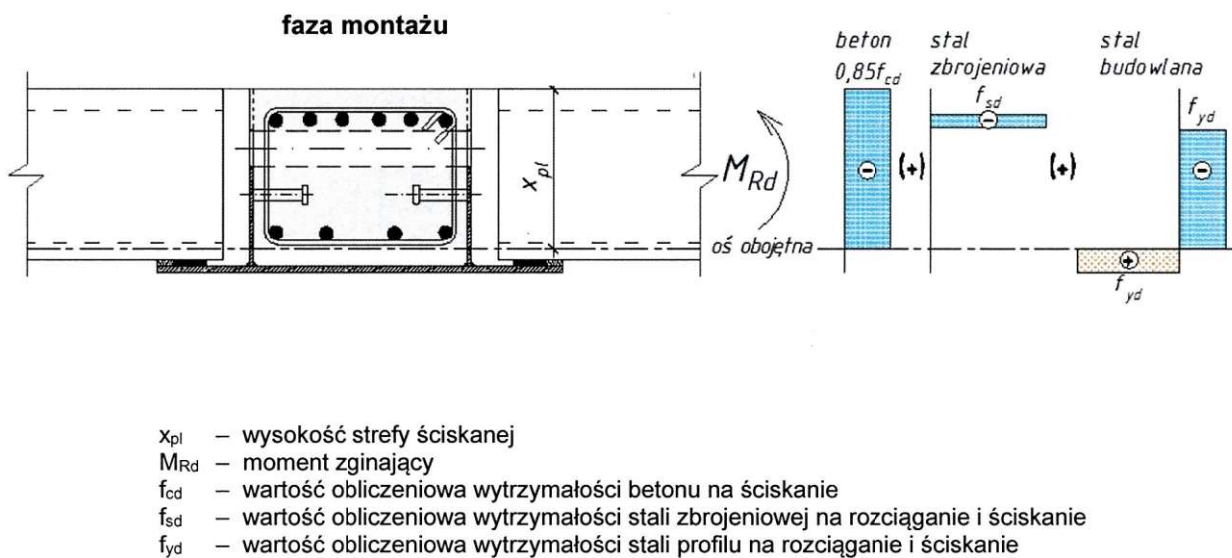


Rysunek A7. Przykłady ukształtowania połączenia belek hybrydowych PFEIFER Hybridbeam® z płytami stropowymi, kanałowymi

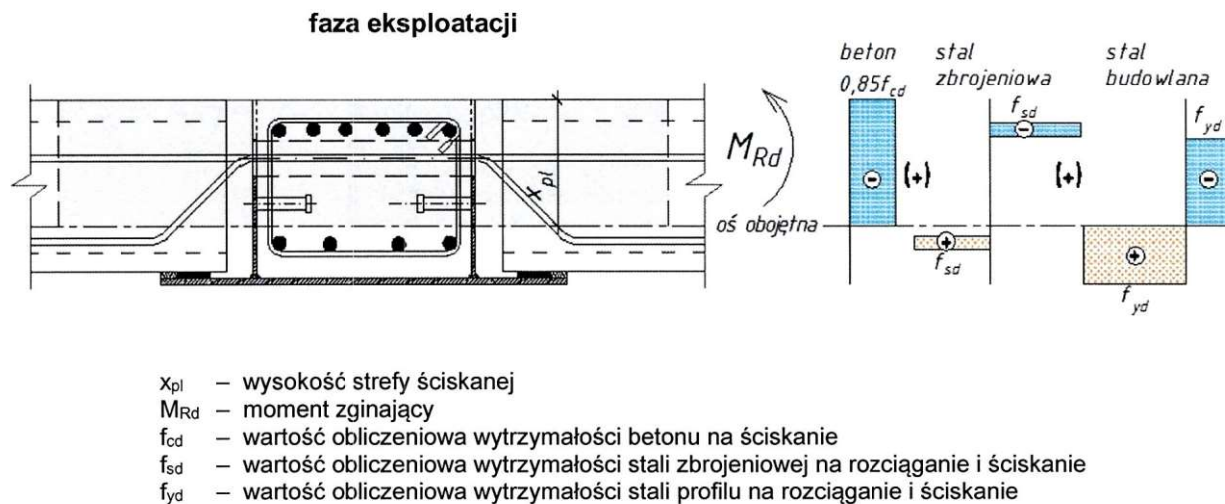
- a) oparcie płyt o różnych wysokościach; b) podwyższona belka licująca z nadbetonem płyt;
c) belka zespolona z nadbetonem płyt

Załącznik B.


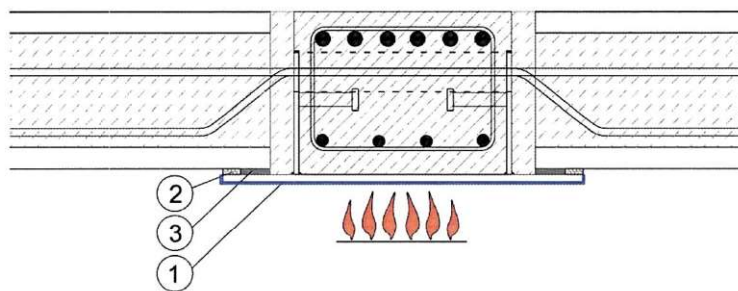
Rysunek B1. Przekrój poprzeczny belki hybrydowej PFEIFER Hybridbeam® z opartymi na niej płytami stropowymi w fazie montażu i w fazie eksploatacji
 a) faza montażu; b) faza eksploatacji



Rysunek B2. Obliczeniowy przekrój poprzeczny belki hybrydowej PFEIFER Hybridbeam® w fazie montażu



Rysunek B3. Obliczeniowy przekrój poprzeczny belki hybrydowej PFEIFER Hybridbeam® w fazie eksploatacji ze współpracującymi fragmentami płyt stropowych



Rysunek B4. Przekrój poprzeczny belki hybrydowej PFEIFER Hybridbeam® BHM i BHR z opartymi na niej płytami stropowymi, z zabezpieczeniem ogniochronnym

- 1 – zabezpieczenie ogniochronne zgodnie z p. 2,
- 2 – wełna mineralna o szerokości 30 mm i gęstości min. 95 kg/m³,
- 3 – podkładka elastomerowa o grubości 10 mm

Załącznik C.
Tablica C1. Minimalne pola powierzchni przekroju zbrojenia zespalającego belek hybrydowych PFEIFER Hybridbeam®

Poz.	Oznaczenie typu belki	Minimalne pole powierzchni przekroju zbrojenia zespalającego ⁽¹⁾ , mm ² /mb
1	2	3
1	BHM / BHR / BHS 20	2041
2	BHM / BHR / BHS 27	2512
3	BHM / BHR / BHS 32	2983
4	BHM / BHR / BHS 40	3454
5	BHM / BHR / BHS 45	3454
6	BHM / BHR / BHS 50	3454

(1) zbrojenie w postaci trzpieni stalowych z główkami według PN-EN ISO 13918:2018, ze stali zwykłej, węglowej, o poniższych minimalnych właściwościach mechanicznych (materiał po umocnieniu na zimno, przed spęzczeniem główki trzpienia):

- nominalna wytrzymałość na rozciąganie $\geq 450 \text{ N/mm}^2$
- granica plastyczności $\geq 350 \text{ N/mm}^2$
- wydłużenie przy zerwaniu $\geq 15\%$

Tablica C2. Klasyfikacja w zakresie odporności ogniowej belek hybrydowych PFEIFER Hybridbeam® BHM, BHR i BHS, zabezpieczonych wyrobem Firefilm FC2

Poz.	Klasa odporności ogniowej	Grubość DFT warstwy pęczniającej wyrobu Firefilm FC2 [mm] w zależności od temperatury krytycznej stali profilu belki				
		550°C	600°C	650°C	700°C	750°C
1	2	3	4	5	6	7
Belki PFEIFER Hybridbeam® BHM i BHR						
1	R30	0	0	0	0	0
2	R60	0,731	0,588	0,510	0,510	0,510
3	R90	1,704	1,164	0,975	0,814	0,668
4	R120	2,920	2,458	1,976	1,549	1,093
Belki PFEIFER Hybridbeam® BHS						
5	R30	0	0	0	0	0
6	R60	0,857	0,687	0,549	0,477	0,477
7	R90	1,839	1,448	1,135	0,947	0,771
8	R120	3,411	2,843	2,348	1,730	1,313

Tablica C3. Klasyfikacja w zakresie odporności ogniowej belek hybrydowych PFEIFER Hybridbeam® BHM, BHR i BHS, zabezpieczonych wyrobem HENSOTHERM® 910KS

Poz.	Klasa odporności ogniowej	Grubość DFT warstwy pęczniającej wyrobu HENSOTHERM® 910KS [mm] w zależności od temperatury krytycznej stali profilu belki				
		550°C	600°C	650°C	700°C	750°C
1	2	3	4	5	6	7
Belki PFEIFER Hybridbeam® BHM i BHR						
1	R30	0	0	0	0	0
2	R60	0,809	0,655	0,544	0,495	0,495
Belki PFEIFER Hybridbeam® BHS						
3	R30	0	0	0	0	0
4	R60	1,276	1,041	0,836	0,687	0,587

Tablica C4. Klasyfikacja w zakresie odporności ogniowej belek hybrydowych PFEIFER Hybridbeam® BHM, BHR i BHS, zabezpieczonych wyrobem Sika® Unitherm® Platinum

Poz.	Klasa odporności ogniowej	Grubość DFT warstwy pęczniającej wyrobu Sika® Unitherm® Platinum [mm] w zależności od temperatury krytycznej stali profilu belki				
		550°C	600°C	650°C	700°C	750°C
1	2	3	4	5	6	7
Belki PFEIFER Hybridbeam® BHM i BHR						
1	R30	0	0	0	0	0
2	R60	1,848	1,603	1,344	1,073	0,757
3	R90	3,731	3,481	3,204	2,904	2,534
Belki PFEIFER Hybridbeam® BHS						
4	R30	0	0	0	0	0
5	R60	2,628	2,294	1,949	1,598	1,200
6	R90	-	-	4,259	3,850	3,364

Tablica C5. Klasyfikacja w zakresie odporności ogniowej belek hybrydowych PFEIFER Hybridbeam® BHM, BHR i BHS, zabezpieczonych wyrobem Sika® Unitherm® Platinum-120

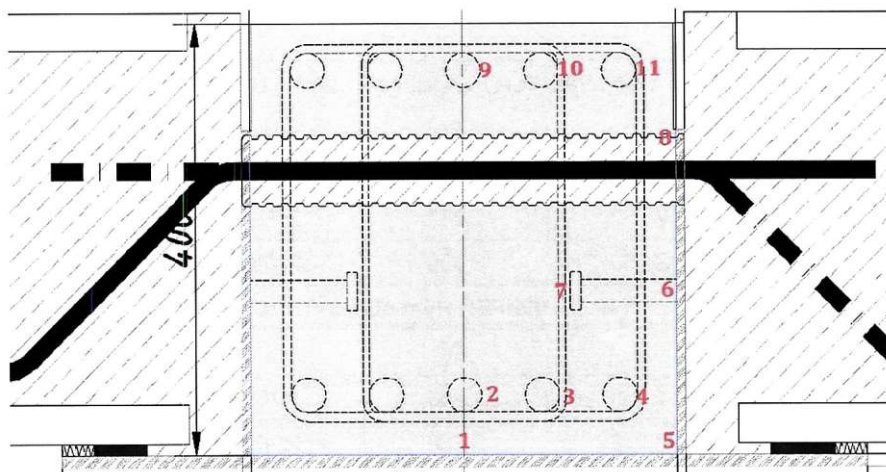
Poz.	Klasa odporności ogniowej	Grubość DFT warstwy pęczniającej wyrobu Sika® Unitherm® Platinum-120 [mm] w zależności od temperatury krytycznej stali profilu belki				
		550°C	600°C	650°C	700°C	750°C
1	2	3	4	5	6	7
Belki PFEIFER Hybridbeam® BHM i BHR						
1	R30	0	0	0	0	0
2	R60	1,758	1,758	1,758	1,758	1,758
3	R90	2,552	2,288	2,057	1,930	1,818
4	R120	3,956	3,385	2,740	2,740	2,621
Belki PFEIFER Hybridbeam® BHS						
5	R30	0	0	0	0	0
6	R60	1,758	1,758	1,758	1,758	1,758
7	R90	3,016	2,656	2,365	2,216	2,086
8	R120	5,698	4,289	3,458	3,204	3,067

Tablica C6. Klasyfikacja w zakresie odporności ogniowej belek hybrydowych PFEIFER Hybridbeam® BHM, BHR i BHS, zabezpieczonych wyrobem STEELGUARD 751 lub STEELGUARD 851

Poz.	Klasa odporności ogniowej	Grubość DFT warstwy pęczniającej wyrobu STEELGUARD 751 lub STEELGUARD 851 [mm] w zależności od temperatury krytycznej stali profilu belki				
		550°C	600°C	650°C	700°C	750°C
1	2	3	4	5	6	7
Belki PFEIFER Hybridbeam® BHM i BHR						
1	R30	0	0	0	0	0
2	R60	1,415	1,415	1,415	1,415	1,415
3	R90	1,479	1,415	1,415	1,415	1,415
4	R120	2,461	2,080	1,822	1,577	1,415
Belki PFEIFER Hybridbeam® BHS						
5	R30	0	0	0	0	0
6	R60	1,415	1,415	1,415	1,415	1,415
7	R90	1,998	1,656	1,415	1,415	1,415
8	R120	3,546	2,644	2,453	2,219	1,841

Załącznik D.

Rozkład temperatur w punktach pomiarowych belki według rys. D1, przy jednostronnym nagrzewaniu stropu z belkami PFEIFER Hybridbeam® BHM od spodu, do 180 minut, podano w tablicach D1 ÷ D12.



Rys. D1. Lokalizacja punktów odczytu temperatur w belkach BHM

1. w środku wysokości półki dolnej kształtownika stalowego części dolnej
2. w środku przekroju środkowego pręta zbrojeniowego części dolnej
3. w środku przekroju pręta zbrojeniowego między prętem środkowym a skrajnym części dolnej
4. w środku przekroju skrajnego pręta zbrojeniowego części dolnej
5. w narożniku półki dolnej i środka kształtownika stalowego na styku z betonem
6. w trzpieniu stalowym na styku ze środkiem
7. w trzpieniu stalowym na jego końcu
8. w pręcie stalowym w jego połowie wysokości
9. w środku przekroju środkowego pręta zbrojeniowego części górnej
10. w środku przekroju pręta zbrojeniowego między prętem środkowym a skrajnym części górnej
11. w środku przekroju skrajnego pręta zbrojeniowego części górnej

Objaśnienia oznaczeń w tablicach D1 ÷ D12:

z - pionowa współrzędna elementu przekroju określona od górnej powierzchni półki dolnej

T_e - temperatura w określonym punkcie elementu przekroju

$k_{y,e}$ - współczynnik redukcji granicy plastyczności stali przy temperaturze T_e w punkcie czasu t

Klasa odporności ogniowej R30					Klasa odporności ogniowej R60					Klasa odporności ogniowej R90					Klasa odporności ogniowej R120					Klasa odporności ogniowej R180				
nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	środnik	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	środnik	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	środnik	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	środnik	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	środnik
5	0,00	523,80	0,71		5	0,00	728,30	0,20		5	0,00	859,10	0,08		5	0,00	859,10	0,08		5	0,00	1015,90	0,04	
6	101,50	115,20	1,00		6	101,50	225,50	1,00		6	101,50	312,80	1,00		6	101,50	382,70	1,00		6	101,50	490,20	0,80	
8	130,00	94,20	1,00		8	130,00	191,20	1,00		8	130,00	272,40	1,00		8	130,00	339,40	1,00		8	130,00	444,50	0,90	
półka dolna					półka dolna					półka dolna					półka dolna									
1	-6,00	619,00	0,42		1	-6,00	844,50	0,09		1	-6,00	960,10	0,05		1	-6,00	1007,60	0,04		1	-6,00	1081,90	0,02	
5	-6,00	523,80	0,78		5	-6,00	728,30	0,20		5	-6,00	859,10	0,08		5	-6,00	859,10	0,08		5	-6,00	1015,90	0,04	
trzpienie stalowe					trzpienie stalowe					trzpienie stalowe					trzpienie stalowe									
6	101,50	115,20	1,00		6	101,50	225,50	1,00		6	101,50	312,90	1,00		6	101,50	382,70	1,00		6	101,50	490,20	0,80	
7	101,50	27,20	1,00		7	101,50	71,60	1,00		7	101,50	124,50	1,00		7	101,50	187,10	1,00		7	101,50	302,90	1,00	
zbrojenie dolne					zbrojenie dolne					zbrojenie dolne					zbrojenie dolne									
2	48,00	85,50	1,00		2	48,00	205,80	1,00		2	48,00	315,00	1,00		2	48,00	403,90	0,99		2	48,00	538,40	0,66	
3	48,00	90,75	1,00		3	48,00	219,80	1,00		3	48,00	331,80	1,00		3	48,00	421,35	0,95		3	48,00	555,00	0,61	
4	48,00	96,00	1,00		4	48,00	233,80	1,00		4	48,00	348,60	1,00		4	48,00	438,80	0,91		4	48,00	571,60	0,56	
zbrojenie górne					zbrojenie górne					zbrojenie górne					zbrojenie górne									
9	162,00	20,50	1,00		9	162,00	30,90	1,00		9	162,00	56,40	1,00		9	162,00	87,50	1,00		9	162,00	151,30	1,00	
10	162,00	22,05	1,00		10	162,00	38,35	1,00		10	162,00	67,50	1,00		10	162,00	100,35	1,00		10	162,00	169,40	1,00	
11	162,00	23,60	1,00		11	162,00	45,80	1,00		11	162,00	78,60	1,00		11	162,00	113,20	1,00		11	162,00	187,50	1,00	

Tablica D1. Rozkład temperatur przy jednostronnym nagrzewaniu stropu z belkami BHM 20-200 od spodu, przez 30 + 180 minut

Klasa odporności ogniowej R30				Klasa odporności ogniowej R60				Klasa odporności ogniowej R90				Klasa odporności ogniowej R120				Klasa odporności ogniowej R180			
nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}
średnik				średnik				średnik				średnik				średnik			
5	0,00	542,80	0,71	5	0,00	729,20	0,20	5	0,00	859,30	0,08	5	0,00	927,90	0,05	5	0,00	1015,50	0,04
6	101,50	115,40	1,00	6	101,50	225,70	1,00	6	101,50	312,90	1,00	6	101,50	382,30	1,00	6	101,50	488,30	0,59
8	130,00	94,4	1,00	8	130,00	191,40	1,00	8	130,00	272,40	1,00	8	130,00	338,90	1,00	8	130,00	442,40	0,91
półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna			
1	-6,00	631,00	0,40	1	-6,00	853,30	0,19	1	-6,00	952,00	0,05	1	-6,00	1007,90	0,04	1	-6,00	1081,00	0,02
5	-6,00	524,80	0,71	5	-6,00	729,20	0,20	5	-6,00	859,30	0,08	5	-6,00	927,90	0,05	5	-6,00	1015,50	0,04
trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe			
6	101,50	115,40	1,00	6	101,50	225,70	1,00	6	101,50	312,90	1,00	6	101,50	382,30	1,00	6	101,50	488,30	0,59
7	101,50	28,20	1,00	7	101,50	71,90	1,00	7	101,50	122,80	1,00	7	101,50	181,10	1,00	7	101,50	285,70	1,00
zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne			
2	48,00	85,70	1,00	2	48,00	200,00	1,00	2	48,00	299,50	1,00	2	48,00	379,20	1,00	2	48,00	500,90	0,78
3	48,00	85,90	1,00	3	48,00	203,00	1,00	3	48,00	306,80	1,00	3	48,00	389,50	1,00	3	48,00	514,30	0,74
4	48,00	96,30	1,00	4	48,00	234,20	1,00	4	48,00	347,80	1,00	4	48,00	436,10	0,92	4	48,00	564,50	0,58
zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne			
9	162,00	20,10	1,00	9	162,00	24,40	1,00	9	162,00	39,00	1,00	9	162,00	61,20	1,00	9	162,00	110,30	1,00
10	162,00	20,30	1,00	10	162,00	27,40	1,00	10	162,00	46,10	1,00	10	162,00	71,10	1,00	10	162,00	123,80	1,00
11	162,00	23,60	1,00	11	162,00	45,40	1,00	11	162,00	76,50	1,00	11	162,00	109,30	1,00	11	162,00	177,90	1,00

Tablica D2. Rozkład temperatur przy jednostronnym nagrzewaniu stropu z belkami BHM 20-300 od spodu, przez 30 + 180 minut

Klasa odporności ogniowej R30				Klasa odporności ogniowej R60				Klasa odporności ogniowej R90				Klasa odporności ogniowej R120				Klasa odporności ogniowej R180			
nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}
średnik				średnik				średnik				średnik				średnik			
5	0,00	547,70	0,63	5	0,00	755,00	0,16	5	0,00	882,90	0,07	5	0,00	948,30	0,05	5	0,00	1031,90	0,03
6	115,00	90,30	1,00	6	115,00	178,30	1,00	6	115,00	249,10	1,00	6	115,00	307,10	1,00	6	115,00	399,20	1,00
8	160,00	53,10	1,00	8	160,00	112,60	1,00	8	160,00	164,90	1,00	8	160,00	212,50	1,00	8	160,00	293,90	1,00
półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna			
1	-6,00	631,00	0,40	1	-6,00	853,10	0,08	1	-6,00	951,70	0,03	1	-6,00	1007,50	0,04	1	-6,00	1080,60	0,02
5	-6,00	547,70	0,63	5	-6,00	755,00	0,16	5	-6,00	882,90	0,07	5	-6,00	948,30	0,05	5	-6,00	1031,90	0,03
trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe			
6	115,00	115,40	1,00	6	115,00	178,30	1,00	6	115,00	249,10	1,00	6	115,00	307,10	1,00	6	115,00	399,20	1,00
7	115,00	23,00	1,00	7	115,00	48,70	1,00	7	115,00	86,30	1,00	7	115,00	181,10	1,00	7	115,00	211,90	1,00
zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne			
2	50,50	79,00	1,00	2	50,50	187,00	1,00	2	50,50	280,60	1,00	2	50,50	379,20	1,00	2	50,50	466,90	0,85
3	50,50	79,20	1,00	3	50,50	187,80	1,00	3	50,50	285,20	1,00	3	50,50	364,50	1,00	3	50,50	485,50	0,81
4	50,50	88,70	1,00	4	50,50	217,00	1,00	4	50,50	325,70	1,00	4	50,50	410,90	0,98	4	50,50	534,70	0,68
zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne			
9	226,00	20,00	1,00	9	226,00	20,50	1,00	9	226,00	23,70	1,00	9	226,00	31,50	1,00	9	226,00	57,20	1,00
10	226,00	20,25	1,00	10	226,00	23,35	1,00	10	226,00	28,35	1,00	10	226,00	71,10	1,00	10	226,00	72,95	1,00
11	226,00	20,50	1,00	11	226,00	26,20	1,00	11	226,00	33,00	1,00	11	226,00	53,30	1,00	11	226,00	88,70	1,00

Tablica D3. Rozkład temperatur przy jednostronnym nagrzewaniu stropu z belkami BHM 27-300 od spodu, przez 30 + 180 minut

Klasa odporności ogniowej R30				Klasa odporności ogniowej R60				Klasa odporności ogniowej R90				Klasa odporności ogniowej R120				Klasa odporności ogniowej R180			
nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}
średnik				średnik				średnik				średnik				średnik			
5	0,00	524,60	0,70	5	0,00	727,20	0,20	5	0,00	856,10	0,08	5	0,00	923,60	0,06	5	0,00	1010,10	0,04
6	115,00	90,30	1,00	6	115,00	178,30	1,00	6	115,00	249,10	1,00	6	115,00	307,10	1,00	6	115,00	399,00	1,00
8	160,00	53,20	1,00	8	160,00	112,60	1,00	8	160,00	164,90	1,00	8	160,00	212,50	1,00	8	160,00	293,60	1,00
półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna			
1	-6,00	637,90	0,38	1	-6,00	857,40	0,08	1	-6,00	952,80	0,05	1	-6,00	1007,80	0,04	1	-6,00	1080,20	0,02
5	-6,00	524,60	0,70	5	-6,00	727,20	0,20	5	-6,00	856,10	0,08	5	-6,00	923,60	0,06	5	-6,00	1010,10	0,04
trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe			
6	115,00	90,30	1,00	6	115,00	178,30	1,00	6	115,00	249,10	1,00	6	115,00	307,10	1,00	6	115,00	399,00	1,00
7	115,00	22,90	1,00	7	115,00	48,30	1,00	7	115,00	85,60	1,00	7	115,00	124,20	1,00	7	115,00	208,10	1,00
zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne			
2	50,50	79,40	1,00	2	50,50	187,00	1,00	2	50,50	280,60	1,00	2	50,50	355,30	1,00	2	50,50	468,00	0,85
3	50,50	79,40	1,00	3	50,50	187,80	1,00	3	50,50	284,30	1,00	3	50,50	362,30	1,00	3	50,50	480,30	0,82
4	50,50	88,80	1,00	4	50,50	217,20	1,00	4	50,50	326,00	1,00	4	50,50	411,10	0,98	4	50,50	534,50	0,67
zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne			
9	226,00	20,00	1,00	9	226,00	20,20	1,00	9	226,00	21,80	1,00	9	226,00	26,30	1,00	9	226,00	43,80	1,00
10	226,00	20,25	1,00	10	226,00	20,60	1,00	10	226,00	24,00	1,00	10	226,00	31,20	1,00	10	226,00	53,80	1,00
11	226,00	20,20	1,00	11	226,00	26,20	1,00	11	226,00	38,00	1,00	11	226,00	53,80	1,00	11	226,00	87,30	1,00

Tablica D4. Rozkład temperatur przy jednostronnym nagrzewaniu stropu z belkami BHM 27-450 od spodu, przez 30 + 180 minut

Klasa odporności ogniowej R30				Klasa odporności ogniowej R60				Klasa odporności ogniowej R90				Klasa odporności ogniowej R120				Klasa odporności ogniowej R180			
nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}
średnik				średnik				średnik				średnik				średnik			
5	0,00	522,20	0,71	5	0,00	724,50	0,20	5	0,00	853,70	0,07	5	0,00	921,00	0,06	5	0,00	1007,00	0,04
6	140,00	66,10	1,00	6	140,00	132,90	1,00	6	140,00	189,20	1,00	6	140,00	237,10	1,00	6	140,00	315,10	1,00
8	160,00	32,30	1,00	8	160,00	64,70	1,00	8	160,00	97,90	1,00	8	160,00	128,50	1,00	8	160,00	293,90	1,00
półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna			
1	-6,00	630,40	0,40	1	-6,00	851,60	0,08	1	-6,00	950,10	0,03	1	-6,00	1005,90	0,04	1	-6,00	1079,20	0,02
5	-6,00	522,20	0,63	5	-6,00	724,50	0,20	5	-6,00	853,70	0,07	5	-6,00	921,00	0,06	5	-6,00	1007,00	0,04
trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe			
6	140,00	66,10	1,00	6	140,00	132,90	1,00	6	140,00	189,20	1,00	6	140,00	307,10	1,00	6	140,00	399,20	1,00
7	140,00	21,10	1,00	7	140,00	35,70	1,00	7	140,00	63,40	1,00	7	140,00	93,80	1,00	7	140,00	211,90	1,00
zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne			
2	54,00	71,00	1,00	2	54,00	169,70	1,00	2	54,00	259,30	1,00	2	54,00	330,40	1,00	2	54,00	447,50	0,90
3	54,00	71,10	1,00	3	54,00	170,70	1,00	3	54,00	263,00	1,00	3	54,00	340,10	1,00	3	54,00	459,30	0,87
4	54,00	79,10	1,00	4	54,00	195,70	1,00	4	54,00	298,30	1,00	4	54,00	380,20	0,98	4	54,00	501,00	0,78
zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne			
9	279,50	20,00	1,00	9	279,50	20,20	1,00	9	279,50	21,00	1,00	9	279,50	24,70	1,00	9	279,50	30,40	1,00
10	279,50	20,10	1,00	10	279,50	21,35	1,00	10	279,50	21,80	1,00	10	279,50	25,50	1,00	10	279,50	40,80	1,00
11	279,50	20,20	1,00	11	279,50	22,50	1,00	11	279,50	28,60	1,00	11	279,50	37,50	1,00	11	279,50	59,90	1,00

Tablica D5. Rozkład temperatur przy jednostronnym nagrzewaniu stropu z belkami BHM 32-300 od spodu, przez 30 ± 180 minut

Klasa odporności ogniowej R30				Klasa odporności ogniowej R60				Klasa odporności ogniowej R90				Klasa odporności ogniowej R120				Klasa odporności ogniowej R180			
nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}
średnik				średnik				średnik				średnik				średnik			
5	0,00	522,40	0,71	5	0,00	724,80	0,20	5	0,00	853,90	0,08	5	0,00	921,10	0,06	5	0,00	1007,00	0,04
6	140,00	66,10	1,00	6	140,00	132,90	1,00	6	140,00	189,20	1,00	6	140,00	237,10	1,00	6	140,00	314,90	1,00
8	160,00	35,50	1,00	8	160,00	72,20	1,00	8	160,00	97,90	1,00	8	160,00	128,50	1,00	8	160,00	201,10	1,00
półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna			
1	-6,00	639,30	0,38	1	-6,00	857,90	0,08	1	-6,00	852,80	0,05	1	-6,00	1007,60	0,04	1	-6,00	1080,00	0,02
5	-6,00	522,40	0,71	5	-6,00	724,80	0,20	5	-6,00	853,90	0,08	5	-6,00	921,10	0,06	5	-6,00	1007,00	0,04
trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe			
6	140,00	66,10	1,00	6	140,00	132,90	1,00	6	140,00	189,20	1,00	6	140,00	307,10	1,00	6	140,00	314,90	1,00
7	140,00	20,90	1,00	7	140,00	33,10	1,00	7	140,00	63,40	1,00	7	140,00	93,80	1,00	7	140,00	143,90	1,00
zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne			
2	54,00	71,50	1,00	2	54,00	169,70	1,00	2	54,00	258,00	1,00	2	54,00	330,40	1,00	2	54,00	442,40	0,91
3	54,00	71,40	1,00	3	54,00	171,00	1,00	3	54,00	262,50	1,00	3	54,00	340,10	1,00	3	54,00	454,60	0,88
4	54,00	79,20	1,00	4	54,00	195,90	1,00	4	54,00	298,60	1,00	4	54,00	380,20	0,98	4	54,00	500,90	0,78
zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne			
9	279,50	20,00	1,00	9	279,50	20,00	1,00	9	279,50	20,30	1,00	9	279,50	24,70	1,00	9	279,50	29,60	1,00
10	279,50	20,10	1,00	10	279,50	21,30	1,00	10	279,50	24,55	1,00	10	279,50	25,50	1,00	10	279,50	45,00	1,00
11	279,50	20,20	1,00	11	279,50	22,60	1,00	11	279,50	28,80	1,00	11	279,50	37,50	1,00	11	279,50	60,40	1,00

Tablica D6. Rozkład temperatur przy jednostronnym nagrzewaniu stropu z belkami BHM 32-450 od spodu, przez 30 + 180 minut

Klasa odporności ogniowej R30				Klasa odporności ogniowej R60				Klasa odporności ogniowej R90				Klasa odporności ogniowej R120				Klasa odporności ogniowej R180			
nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}
środek				środek				środek				środek				środek			
5	0,00	522,40	0,71	5	0,00	724,60	0,20	5	0,00	853,60	0,08	5	0,00	920,70	0,06	5	0,00	1006,30	0,04
6	150,00	58,30	1,00	6	150,00	117,60	1,00	6	150,00	167,50	1,00	6	150,00	210,90	1,00	6	150,00	281,90	1,00
8	267,00	23,80	1,00	8	267,00	39,20	1,00	8	267,00	97,90	1,00	8	267,00	79,20	1,00	8	267,00	116,60	1,00
półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna			
1	-6,00	636,30	0,37	1	-6,00	855,60	0,08	1	-6,00	951,40	0,05	1	-6,00	1006,50	0,04	1	-6,00	1079,10	0,02
5	-6,00	522,40	0,71	5	-6,00	724,60	0,20	5	-6,00	853,60	0,08	5	-6,00	920,70	0,06	5	-6,00	1006,30	0,04
trzępnie stalowe				trzępnie stalowe				trzępnie stalowe				trzępnie stalowe				trzępnie stalowe			
6	150,00	58,30	1,00	6	150,00	117,40	1,00	6	150,00	167,50	1,00	6	150,00	210,90	1,00	6	150,00	281,90	1,00
7	150,00	20,60	1,00	7	150,00	31,20	1,00	7	150,00	63,40	1,00	7	150,00	80,30	1,00	7	150,00	134,90	1,00
zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne			
2	54,00	71,40	1,00	2	54,00	169,70	1,00	2	54,00	258,00	1,00	2	54,00	330,80	1,00	2	54,00	443,10	0,91
3	54,00	71,80	1,00	3	54,00	171,50	1,00	3	54,00	262,60	1,00	3	54,00	337,90	1,00	3	54,00	453,90	0,88
4	54,00	79,40	1,00	4	54,00	196,40	1,00	4	54,00	299,10	1,00	4	54,00	380,90	1,00	4	54,00	500,80	0,78
zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne			
9	356,00	20,00	1,00	9	356,00	20,00	1,00	9	356,00	20,00	1,00	9	356,00	20,30	1,00	9	356,00	22,50	1,00
10	356,00	20,00	1,00	10	356,00	20,00	1,00	10	356,00	20,20	1,00	10	356,00	21,00	1,00	10	356,00	24,80	1,00
11	356,00	20,00	1,00	11	356,00	20,40	1,00	11	356,00	21,70	1,00	11	356,00	24,40	1,00	11	356,00	32,90	1,00

Tablica D7. Rozkład temperatur przy jednostronnym nagrzewaniu stropu z belkami BHM 40-400 od spodu, przez 30 ÷ 180 minut

Klasa odporności ogniowej R30				Klasa odporności ogniowej R60				Klasa odporności ogniowej R90				Klasa odporności ogniowej R120				Klasa odporności ogniowej R180			
nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}
5	0,00	522,30	0,71	5	0,00	724,60	0,20	5	0,00	853,50	0,08	5	0,00	920,60	0,06	5	0,00	1006,20	0,04
6	150,00	55,40	1,00	6	150,00	111,80	1,00	6	150,00	160,10	1,00	6	150,00	202,30	1,00	6	150,00	272,00	1,00
8	267,00	24,40	1,00	8	267,00	39,20	1,00	8	267,00	97,90	1,00	8	267,00	82,40	1,00	8	267,00	121,10	1,00
półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna			
1	-6,00	637,80	0,37	1	-6,00	854,60	0,08	1	-6,00	948,80	0,05	1	-6,00	1003,50	0,04	1	-6,00	1076,20	0,02
5	-6,00	522,30	0,71	5	-6,00	724,60	0,20	5	-6,00	853,50	0,08	5	-6,00	920,60	0,06	5	-6,00	1006,20	0,04
trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe			
6	150,00	55,40	1,00	6	150,00	111,80	1,00	6	150,00	160,10	1,00	6	150,00	202,30	1,00	6	150,00	272,60	1,00
7	150,00	20,60	1,00	7	150,00	31,70	1,00	7	150,00	55,30	1,00	7	150,00	82,50	1,00	7	150,00	138,60	1,00
zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne			
2	54,00	63,00	1,00	2	54,00	147,90	1,00	2	54,00	224,50	1,00	2	54,00	290,30	1,00	2	54,00	395,80	0,91
3	54,00	71,40	1,00	3	54,00	170,40	1,00	3	54,00	260,90	1,00	3	54,00	335,40	1,00	3	54,00	450,90	0,88
4	54,00	79,20	1,00	4	54,00	195,80	1,00	4	54,00	298,10	1,00	4	54,00	379,50	1,00	4	54,00	498,90	0,78
zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne			
9	356,00	20,00	1,00	9	356,00	20,00	1,00	9	356,00	20,00	1,00	9	356,00	20,10	1,00	9	356,00	21,50	1,00
10	356,00	20,00	1,00	10	356,00	20,00	1,00	10	356,00	20,00	1,00	10	356,00	20,30	1,00	10	356,00	22,30	1,00
11	356,00	20,00	1,00	11	356,00	20,40	1,00	11	356,00	21,70	1,00	11	356,00	24,40	1,00	11	356,00	32,90	1,00

Tablica D8. Rozkład temperatur przy jednostronnym nagrzewaniu stropu z belkami BHM 40-500 od spodu, przez 30 + 180 minut

Klasa odporności ogniowej R30				Klasa odporności ogniowej R60				Klasa odporności ogniowej R90				Klasa odporności ogniowej R120				Klasa odporności ogniowej R180			
nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}
średnik				średnik				średnik				średnik				średnik			
5	0,00	522,40	0,71	5	0,00	724,60	0,20	5	0,00	853,60	0,08	5	0,00	920,60	0,06	5	0,00	1006,20	0,04
6	150,00	55,40	1,00	6	150,00	111,40	1,00	6	150,00	159,30	1,00	6	150,00	200,80	1,00	6	150,00	269,20	1,00
8	317,00	23,40	1,00	8	317,00	36,80	1,00	8	317,00	97,90	1,00	8	317,00	72,30	1,00	8	317,00	107,00	1,00
półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna			
1	-6,00	636,20	0,37	1	-6,00	855,30	0,08	1	-6,00	951,10	0,05	1	-6,00	1006,20	0,04	1	-6,00	1078,90	0,02
5	-6,00	522,40	0,71	5	-6,00	724,60	0,20	5	-6,00	853,60	0,08	5	-6,00	920,60	0,06	5	-6,00	1006,02	0,04
trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe			
6	150,00	55,40	1,00	6	150,00	111,40	1,00	6	150,00	159,30	1,00	6	150,00	200,80	1,00	6	150,00	269,20	1,00
7	150,00	20,30	1,00	7	150,00	27,50	1,00	7	150,00	45,40	1,00	7	150,00	68,30	1,00	7	150,00	116,00	1,00
zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne			
2	54,00	71,80	1,00	2	54,00	170,20	1,00	2	54,00	258,70	1,00	2	54,00	290,30	1,00	2	54,00	443,80	0,90
3	54,00	71,40	1,00	3	54,00	170,40	1,00	3	54,00	260,60	1,00	3	54,00	335,40	1,00	3	54,00	450,50	0,89
4	54,00	79,50	1,00	4	54,00	196,60	1,00	4	54,00	299,30	1,00	4	54,00	379,50	0,98	4	54,00	500,90	0,78
zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne			
9	406,00	20,00	1,00	9	406,00	20,00	1,00	9	406,00	20,00	1,00	9	406,00	20,10	1,00	9	406,00	21,00	1,00
10	406,00	20,00	1,00	10	406,00	20,00	1,00	10	406,00	20,10	1,00	10	406,00	20,30	1,00	10	406,00	21,80	1,00
11	406,00	20,00	1,00	11	406,00	20,10	1,00	11	406,00	20,50	1,00	11	406,00	21,60	1,00	11	406,00	25,70	1,00

Tablica D9. Rozkład temperatur przy jednostronnym nagrzewaniu stropu z belkami BHM 45-400 od spodu, przez 30 ÷ 180 minut

Klasa odporności ogniowej R30				Klasa odporności ogniowej R60				Klasa odporności ogniowej R90				Klasa odporności ogniowej R120				Klasa odporności ogniowej R180			
nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}
środnik				środnik				środnik				środnik				środnik			
5	0,00	522,30	0,71	5	0,00	724,60	0,20	5	0,00	853,50	0,08	5	0,00	920,50	0,06	5	0,00	1006,10	0,04
6	150,00	58,30	1,00	6	150,00	111,40	1,00	6	150,00	166,70	1,00	6	150,00	209,50	1,00	6	150,00	279,60	1,00
8	317,00	23,40	1,00	8	317,00	34,50	1,00	8	317,00	50,30	1,00	8	317,00	67,20	1,00	8	317,00	100,00	1,00
półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna			
1	-6,00	637,80	0,38	1	-6,00	854,30	0,08	1	-6,00	948,80	0,05	1	-6,00	1003,50	0,04	1	-6,00	1076,10	0,02
5	-6,00	522,30	0,71	5	-6,00	724,60	0,20	5	-6,00	853,50	0,08	5	-6,00	820,50	0,06	5	-6,00	1006,10	0,04
trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe			
6	150,00	58,30	1,00	6	150,00	117,10	1,00	6	150,00	166,70	1,00	6	150,00	209,70	1,00	6	150,00	279,60	1,00
7	150,00	20,50	1,00	7	150,00	30,10	1,00	7	150,00	51,50	1,00	7	150,00	77,10	1,00	7	150,00	130,10	1,00
zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne			
2	54,00	62,60	1,00	2	54,00	147,30	1,00	2	54,00	223,70	1,00	2	54,00	290,30	1,00	2	54,00	395,10	1,00
3	54,00	71,00	1,00	3	54,00	169,60	1,00	3	54,00	259,70	1,00	3	54,00	335,40	1,00	3	54,00	449,90	0,89
4	54,00	79,70	1,00	4	54,00	196,60	1,00	4	54,00	299,00	1,00	4	54,00	379,50	1,00	4	54,00	499,70	0,78
zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne			
9	406,00	20,00	1,00	9	406,00	20,00	1,00	9	406,00	20,00	1,00	9	406,00	20,00	1,00	9	406,00	20,50	1,00
10	406,00	20,00	1,00	10	406,00	20,00	1,00	10	406,00	20,10	1,00	10	406,00	20,10	1,00	10	406,00	20,80	1,00
11	406,00	20,00	1,00	11	406,00	20,10	1,00	11	406,00	20,50	1,00	11	406,00	21,50	1,00	11	406,00	25,60	1,00

Tablica D10. Rozkład temperatur przy jednostronnym nagrzewaniu stropu z belkami BHM 45-500 od spodu, przez 30 ± 180 minut

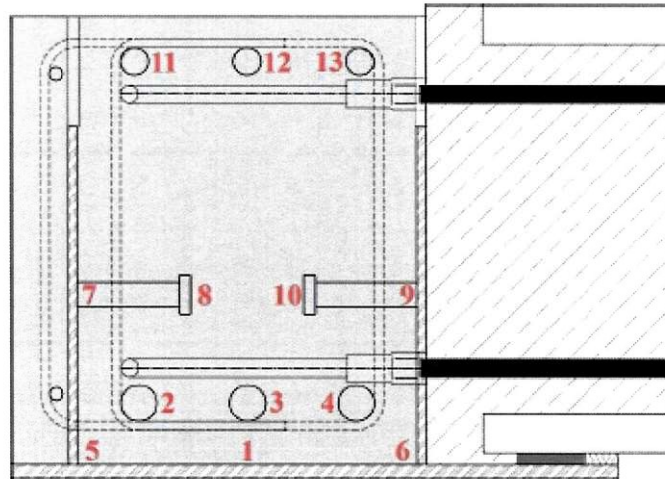
Klasa odporności ogniowej R30				Klasa odporności ogniowej R60				Klasa odporności ogniowej R90				Klasa odporności ogniowej R120				Klasa odporności ogniowej R180			
nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}
średnik				średnik				średnik				średnik				średnik			
5	0,00	504,40	0,77	5	0,00	709,80	0,22	5	0,00	852,00	0,08	5	0,00	920,60	0,06	5	0,00	1006,50	0,04
6	175,00	43,00	1,00	6	175,00	87,30	1,00	6	175,00	127,00	1,00	6	175,00	162,80	1,00	6	175,00	223,80	1,00
8	347,00	21,60	1,00	8	347,00	30,00	1,00	8	347,00	97,90	1,00	8	347,00	56,10	1,00	8	347,00	84,10	1,00
półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna			
1	-6,00	603,90	0,46	1	-6,00	834,90	0,09	1	-6,00	946,60	0,05	1	-6,00	1003,40	0,04	1	-6,00	1077,20	0,02
5	-6,00	504,40	0,77	5	-6,00	709,80	0,22	5	-6,00	852,00	0,08	5	-6,00	920,60	0,06	5	-6,00	1006,50	0,04
trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe			
6	175,00	43,00	1,00	6	175,00	87,30	1,00	6	175,00	127,00	1,00	6	175,00	162,80	1,00	6	175,00	223,80	1,00
7	175,00	21,60	1,00	7	175,00	22,80	1,00	7	175,00	32,70	1,00	7	175,00	48,30	1,00	7	175,00	85,30	1,00
zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne			
2	54,00	71,80	1,00	2	54,00	164,10	1,00	2	54,00	252,40	1,00	2	54,00	326,10	1,00	2	54,00	439,80	0,91
3	54,00	71,40	1,00	3	54,00	165,50	1,00	3	54,00	255,60	1,00	3	54,00	331,40	1,00	3	54,00	447,80	0,89
4	54,00	79,50	1,00	4	54,00	191,40	1,00	4	54,00	294,20	1,00	4	54,00	377,30	1,00	4	54,00	498,50	0,78
zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne			
9	456,00	20,00	1,00	9	456,00	20,00	1,00	9	456,00	20,00	1,00	9	456,00	20,00	1,00	9	456,00	20,40	1,00
10	456,00	20,00	1,00	10	456,00	20,00	1,00	10	456,00	20,00	1,00	10	456,00	20,10	1,00	10	456,00	20,70	1,00
11	456,00	20,00	1,00	11	456,00	20,00	1,00	11	456,00	20,10	1,00	11	456,00	20,50	1,00	11	456,00	22,30	1,00

Tablica D11. Rozkład temperatur przy jednostronnym nagrzewaniu stropu z belkami BHM 50-400 od spodu, przez 30 ÷ 180 minut

Klasa odporności ogniowej R30				Klasa odporności ogniowej R60				Klasa odporności ogniowej R90				Klasa odporności ogniowej R120				Klasa odporności ogniowej R180			
nr	z, mm	Te, °C	ky,e	nr	z, mm	Te, °C	ky,e	nr	z, mm	Te, °C	ky,e	nr	z, mm	Te, °C	ky,e	nr	z, mm	Te, °C	ky,e
środek				środek				środek				środek				środek			
5	0,00	504,20	0,77	5	0,00	708,90	0,22	5	0,00	850,40	0,08	5	0,00	918,80	0,06	5	0,00	1004,80	0,04
6	175,00	43,00	1,00	6	175,00	87,50	1,00	6	175,00	127,30	1,00	6	175,00	163,40	1,00	6	175,00	225,20	1,00
8	347,00	21,60	1,00	8	347,00	30,00	1,00	8	347,00	42,40	1,00	8	347,00	56,20	1,00	8	347,00	84,60	1,00
półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna			
1	-6,00	607,10	0,45	1	-6,00	835,40	0,09	1	-6,00	944,80	0,06	1	-6,00	1000,80	0,04	1	-6,00	1074,20	0,03
5	-6,00	504,20	0,77	5	-6,00	708,90	0,22	5	-6,00	850,40	0,08	5	-6,00	918,80	0,06	5	-6,00	1004,80	0,04
trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe				trzpienie stalowe			
6	175,00	43,00	1,00	6	175,00	87,30	1,00	6	175,00	127,30	1,00	6	175,00	163,40	1,00	6	175,00	225,20	1,00
7	175,00	20,10	1,00	7	175,00	23,60	1,00	7	175,00	35,20	1,00	7	175,00	52,30	1,00	7	175,00	91,30	1,00
zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne			
2	54,00	60,30	1,00	2	54,00	144,00	1,00	2	54,00	220,10	1,00	2	54,00	285,80	1,00	2	54,00	390,00	0,91
3	54,00	59,60	1,00	3	54,00	143,00	1,00	3	54,00	219,30	1,00	3	54,00	285,40	1,00	3	54,00	390,80	0,89
4	54,00	64,50	1,00	4	54,00	160,40	1,00	4	54,00	248,70	1,00	4	54,00	323,80	1,00	4	54,00	439,30	0,91
zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne			
9	456,00	20,00	1,00	9	456,00	20,00	1,00	9	456,00	20,00	1,00	9	456,00	20,00	1,00	9	456,00	20,10	1,00
10	456,00	20,00	1,00	10	456,00	20,00	1,00	10	456,00	20,00	1,00	10	456,00	20,10	1,00	10	456,00	20,20	1,00
11	456,00	20,00	1,00	11	456,00	20,00	1,00	11	456,00	20,10	1,00	11	456,00	20,50	1,00	11	456,00	22,30	1,00

Tablica D12. Rozkład temperatur przy jednostronnym nagrzewaniu stropu z belkami BHM 50-650 od spodu, przez 30 + 180 minut

Rozkład temperatur w punktach pomiarowych według rys. D2, przy dwustronnym nagrzewaniu stropu z belkami PFEIFER Hybridbeam® BHR od spodu i od krawędzi bocznej, do 180 minut, podano w tablicach D13 ÷ D18.



Rys. D2. Lokalizacja punktów odczytu temperatur w belkach BHR

1. w środku wysokości półki dolnej kształtownika stalowego części dolnej
2. w środku przekroju skrajnego lewego pręta zbrojeniowego części dolnej
3. w środku przekroju środkowego pręta zbrojeniowego części dolnej
4. w środku przekroju skrajnego prawego pręta zbrojeniowego części dolnej
5. w lewym narożniku półki dolnej i środkiem kształtownika stalowego na styku z betonem
6. w prawym narożniku półki dolnej i środkiem kształtownika stalowego na styku z betonem
7. w lewym trzpieniu stalowym na styku ze środkiem
8. w lewym trzpieniu stalowym na jego końcu
9. w prawym trzpieniu stalowym na styku ze środkiem
10. w prawym trzpieniu stalowym na jego końcu
11. w środku przekroju skrajnego lewego pręta zbrojeniowego części górnej
12. w środku przekroju środkowego pręta zbrojeniowego części górnej
13. w środku przekroju skrajnego prawego pręta zbrojeniowego części górnej

Objaśnienia oznaczeń w tablicach D13 ÷ D18:

z - pionowa współrzędna elementu przekroju określona od górnej powierzchni półki dolnej

T_e - temperatura w określonym punkcie elementu przekroju

$k_{y,e}$ - współczynnik redukcji granicy plastyczności stali przy temperaturze T_e w punkcie czasu t



Klasa odporności ogniowej R30				Klasa odporności ogniowej R60				Klasa odporności ogniowej R90				Klasa odporności ogniowej R120				Klasa odporności ogniowej R180			
nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}
lewa strona średnika				lewa strona średnika				lewa strona średnika				lewa strona średnika				lewa strona średnika			
5	0,00	558,20	0,60	5	0,00	780,70	0,13	5	0,00	901,40	0,06	5	0,00	968,30	0,05	5	0,00	1052,60	0,03
7	100,00	172,20	1,00	7	100,00	359,10	1,00	7	100,00	488,60	0,81	7	100,00	581,80	0,53	7	100,00	710,00	0,22
prawa strona średnika				prawa strona średnika				prawa strona średnika				prawa strona średnika				prawa strona średnika			
6	0,00	524,80	0,70	6	0,00	729,30	0,17	6	0,00	859,40	0,08	6	0,00	928,00	0,05	6	0,00	1015,70	0,04
9	100,00	115,40	1,00	9	100,00	225,60	1,00	9	100,00	115,20	1,00	9	100,00	382,40	1,00	9	100,00	489,00	0,80
półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna			
1	-6,00	628,20	0,40	1	-6,00	852,30	0,08	1	-6,00	952,80	0,05	1	-6,00	1009,20	0,04	1	-6,00	1082,70	0,02
5	-6,00	558,20	0,60	5	-6,00	780,70	0,13	5	-6,00	901,40	0,06	5	-6,00	968,30	0,05	5	-6,00	1052,60	0,03
6	-6,00	524,80	0,70	6	-6,00	729,30	0,17	6	-6,00	859,40	0,08	6	-6,00	928,00	0,05	6	-6,00	1015,70	0,04
trzępnie stalowe – lewa strona				trzępnie stalowe – lewa strona				trzępnie stalowe – lewa strona				trzępnie stalowe – lewa strona				trzępnie stalowe – lewa strona			
7	100,00	172,20	1,00	7	100,00	359,10	1,00	7	100,00	488,60	0,81	7	100,00	581,80	0,53	7	100,00	710,00	0,22
8	100,00	28,80	1,00	8	100,00	78,00	1,00	8	100,00	138,90	1,00	8	100,00	211,20	1,00	8	100,00	336,40	1,00
trzępnie stalowe – prawa strona				trzępnie stalowe – prawa strona				trzępnie stalowe – prawa strona				trzępnie stalowe – prawa strona				trzępnie stalowe – prawa strona			
9	100,00	115,40	1,00	9	100,00	225,60	1,00	9	100,00	312,90	1,00	9	100,00	382,40	1,00	9	100,00	489,00	0,80
10	100,00	27,70	1,00	10	100,00	70,50	1,00	10	100,00	121,60	1,00	10	100,00	181,20	1,00	10	100,00	292,10	1,00
zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne			
2	48,00	85,50	1,00	2	48,00	251,30	1,00	2	48,00	379,00	1,00	2	48,00	478,80	0,83	2	48,00	624,80	0,41
3	48,00	90,75	1,00	3	48,00	202,40	1,00	3	48,00	306,70	1,00	3	48,00	392,30	1,00	3	48,00	525,30	0,70
4	48,00	96,00	1,00	4	48,00	234,60	1,00	4	48,00	346,70	1,00	4	48,00	437,70	0,92	4	48,00	568,40	0,57
zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne			
11	162,00	28,80	1,00	11	162,00	70,30	1,00	11	162,00	121,50	1,00	11	162,00	175,10	1,00	11	162,00	274,40	1,00
12	162,00	20,20	1,00	12	162,00	27,30	1,00	12	162,00	48,80	1,00	12	162,00	78,20	1,00	12	162,00	139,40	1,00
13	162,00	23,70	1,00	13	162,00	45,60	1,00	13	162,00	77,40	1,00	13	162,00	111,20	1,00	13	162,00	182,80	1,00

Tablica D13. Rozkład temperatur przy dwustronnym nagrzewaniu stropu z belkami BHR 20-250 od spodu i od krawędzi bocznej, przez 30 + 180 minut

Klasa odporności ogniowej R30			Klasa odporności ogniowej R60			Klasa odporności ogniowej R90			Klasa odporności ogniowej R120			Klasa odporności ogniowej R180			
nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}
lewa strona średnika			lewa strona średnika			lewa strona średnika			lewa strona średnika			lewa strona średnika			
5	0,00	557,80	0,60	5	0,00	778,90	0,14	5	0,00	899,10	0,06	5	0,00	966,00	0,05
7	115,00	147,80	1,00	7	115,00	319,00	1,00	7	115,00	442,40	0,91	7	115,00	533,80	0,68
prawa strona średnika			prawa strona średnika			prawa strona średnika			prawa strona średnika			prawa strona średnika			
6	0,00	524,40	0,70	6	0,00	727,10	0,20	6	0,00	856,10	0,08	6	0,00	923,70	0,06
9	115,00	90,30	1,00	9	115,00	178,30	1,00	9	115,00	249,10	1,00	9	115,00	307,30	1,00
półka dolna			półka dolna			półka dolna			półka dolna			półka dolna			
1	-6,00	629,60	0,40	1	-6,00	852,30	0,08	1	-6,00	952,20	0,05	1	-6,00	1008,40	0,04
5	-6,00	557,80	0,60	5	-6,00	778,90	0,14	5	-6,00	899,10	0,06	5	-6,00	966,00	0,05
6	-6,00	524,40	0,70	6	-6,00	727,10	0,20	6	-6,00	856,10	0,08	6	-6,00	923,70	0,06
trzpienie stalowe – lewa strona			trzpienie stalowe – lewa strona			trzpienie stalowe – lewa strona			trzpienie stalowe – lewa strona			trzpienie stalowe – lewa strona			
7	115,00	147,80	1,00	7	115,00	359,10	1,00	7	115,00	442,40	0,91	7	115,00	533,80	0,68
8	115,00	23,00	1,00	8	115,00	51,30	1,00	8	115,00	94,10	1,00	8	115,00	141,90	1,00
trzpienie stalowe – prawa strona			trzpienie stalowe – prawa strona			trzpienie stalowe – prawa strona			trzpienie stalowe – prawa strona			trzpienie stalowe – prawa strona			
9	115,00	90,30	1,00	9	115,00	178,30	1,00	9	115,00	249,10	1,00	9	115,00	307,30	1,00
10	115,00	22,80	1,00	10	115,00	48,10	1,00	10	115,00	86,60	1,00	10	115,00	127,50	1,00
zbrojenie dolne			zbrojenie dolne			zbrojenie dolne			zbrojenie dolne			zbrojenie dolne			
2	50,50	92,10	1,00	2	50,50	232,40	1,00	2	50,50	354,90	1,00	2	50,50	452,20	0,89
3	50,50	79,60	1,00	3	50,50	188,80	1,00	3	50,50	288,10	1,00	3	50,50	370,50	1,00
4	50,50	88,30	1,00	4	50,50	216,50	1,00	4	50,50	325,30	1,00	4	50,50	410,80	0,98
zbrojenie górne			zbrojenie górne			zbrojenie górne			zbrojenie górne			zbrojenie górne			
11	229,50	25,10	1,00	11	229,50	53,50	1,00	11	229,50	90,70	1,00	11	229,50	128,10	1,00
12	229,50	22,85	1,00	12	229,50	39,95	1,00	12	229,50	64,60	1,00	12	229,50	91,45	1,00
13	229,50	20,60	1,00	13	229,50	26,40	1,00	13	229,50	38,50	1,00	13	229,50	54,80	1,00
11	229,50	200,90	1,00	11	229,50	200,90	1,00	11	229,50	200,90	1,00	11	229,50	200,90	1,00
12	229,50	146,75	1,00	12	229,50	146,75	1,00	12	229,50	146,75	1,00	12	229,50	146,75	1,00
13	229,50	92,60	1,00	13	229,50	92,60	1,00	13	229,50	92,60	1,00	13	229,50	92,60	1,00

Tablica D14. Rozkład temperatur przy dwustronnym nagrzewaniu stropu z belkami BHR 27-265 od spodu i od krawędzi bocznej, przez 30 ÷ 180 minut

Klasa odporności ogniowej R30				Klasa odporności ogniowej R60				Klasa odporności ogniowej R90				Klasa odporności ogniowej R120				Klasa odporności ogniowej R180			
nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}
lewa strona średnika				lewa strona średnika				lewa strona średnika				lewa strona średnika				lewa strona średnika			
5	0,00	557,70	0,60	5	0,00	778,50	0,14	5	0,00	898,50	0,06	5	0,00	965,20	0,05	5	0,00	1049,50	0,03
7	140,00	124,00	1,00	7	140,00	278,60	1,00	7	140,00	394,40	1,00	7	140,00	482,30	0,82	7	140,00	609,50	0,45
prawa strona średnika				prawa strona średnika				prawa strona średnika				prawa strona średnika				prawa strona średnika			
6	0,00	522,30	0,71	6	0,00	725,20	0,20	6	0,00	954,60	0,08	6	0,00	921,80	0,06	6	0,00	1007,70	0,04
9	140,00	64,30	1,00	9	140,00	129,70	1,00	9	140,00	184,90	1,00	9	140,00	232,20	1,00	9	140,00	309,80	0,80
półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna			
1	-6,00	629,40	0,40	1	-6,00	852,50	0,08	1	-6,00	952,20	0,05	1	-6,00	1008,30	0,04	1	-6,00	1081,70	0,02
5	-6,00	557,70	0,60	5	-6,00	778,50	0,14	5	-6,00	898,50	0,06	5	-6,00	965,20	0,05	5	-6,00	1049,50	0,03
6	-6,00	522,30	0,71	6	-6,00	725,20	0,20	6	-6,00	854,60	0,08	6	-6,00	921,80	0,06	6	-6,00	1007,70	0,04
trzępnie stalowe – lewa strona				trzępnie stalowe – lewa strona				trzępnie stalowe – lewa strona				trzępnie stalowe – lewa strona				trzępnie stalowe – lewa strona			
7	140,00	124,00	1,00	7	140,00	278,60	1,00	7	140,00	394,40	1,00	7	140,00	482,30	0,82	7	140,00	609,50	0,45
8	140,00	20,90	1,00	8	140,00	36,90	1,00	8	140,00	69,40	1,00	8	140,00	105,00	1,00	8	140,00	193,00	1,00
trzępnie stalowe – prawa strona				trzępnie stalowe – prawa strona				trzępnie stalowe – prawa strona				trzępnie stalowe – prawa strona				trzępnie stalowe – prawa strona			
9	140,00	64,30	1,00	9	140,00	129,70	1,00	9	140,00	184,90	1,00	9	140,00	232,20	1,00	9	140,00	309,80	1,00
10	140,00	20,70	1,00	10	140,00	33,10	1,00	10	140,00	59,70	1,00	10	140,00	90,90	1,00	10	140,00	159,40	1,00
zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne			
2	50,50	92,40	1,00	2	50,50	232,70	1,00	2	50,50	354,90	1,00	2	50,50	451,80	0,89	2	50,50	595,00	0,49
3	50,50	78,80	1,00	3	50,50	187,50	1,00	3	50,50	286,50	1,00	3	50,50	368,70	1,00	3	50,50	497,10	0,79
4	50,50	88,50	1,00	4	50,50	216,70	1,00	4	50,50	325,10	1,00	4	50,50	410,00	0,98	4	50,50	53,50	0,68
zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne			
11	279,50	24,90	1,00	11	279,50	51,40	1,00	11	279,50	85,70	1,00	11	279,50	119,70	1,00	11	279,50	184,60	1,00
12	279,50	22,50	1,00	12	279,50	37,05	1,00	12	279,50	57,45	1,00	12	279,50	79,50	1,00	12	279,50	125,20	1,00
13	279,50	20,20	1,00	13	279,50	22,70	1,00	13	279,50	29,20	1,00	13	279,50	39,30	1,00	13	279,50	65,80	1,00

Tablica D15. Rozkład temperatur przy dwustronnym nagrzewaniu stropu z belkami BHR 32-265 od spodu i od krawędzi bocznej, przez 30 + 180 minut

Klasa odporności ogniowej R30				Klasa odporności ogniowej R60				Klasa odporności ogniowej R90				Klasa odporności ogniowej R120				Klasa odporności ogniowej R180			
nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}
lewa strona śródnika				lewa strona śródnika				lewa strona śródnika				lewa strona śródnika				lewa strona śródnika			
5	0,00	557,70	0,60	5	0,00	778,00	0,14	5	0,00	897,80	0,06	5	0,00	964,30	0,05	5	0,00	1048,60	0,03
7	150,00	124,00	1,00	7	150,00	278,60	1,00	7	150,00	375,50	1,00	7	150,00	451,70	0,86	7	150,00	588,20	0,51
prawa strona śródnika				prawa strona śródnika				prawa strona śródnika				prawa strona śródnika				prawa strona śródnika			
6	0,00	522,30	0,71	6	0,00	724,70	0,20	6	0,00	853,60	0,08	6	0,00	920,80	0,06	6	0,00	1006,40	0,04
9	150,00	90,30	1,00	9	150,00	225,60	1,00	9	150,00	115,20	1,00	9	150,00	202,20	1,00	9	150,00	272,00	1,00
półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna			
1	-6,00	632,50	0,40	1	-6,00	854,00	0,08	1	-6,00	951,90	0,05	1	-6,00	1007,60	0,04	1	-6,00	1080,70	0,02
5	-6,00	557,70	0,60	5	-6,00	778,00	0,14	5	-6,00	897,80	0,06	5	-6,00	964,30	0,05	5	-6,00	1048,60	0,03
6	-6,00	522,30	0,71	6	-6,00	724,70	0,20	6	-6,00	853,60	0,08	6	-6,00	920,80	0,06	6	-6,00	1006,40	0,04
trzępienie stalowe – lewa strona				trzępienie stalowe – lewa strona				trzępienie stalowe – lewa strona				trzępienie stalowe – lewa strona				trzępienie stalowe – lewa strona			
7	150,00	115,90	1,00	7	150,00	263,20	1,00	7	150,00	375,50	1,00	7	150,00	461,70	0,86	7	150,00	588,20	0,51
8	150,00	20,60	1,00	8	150,00	33,40	1,00	8	150,00	61,70	1,00	8	150,00	94,40	1,00	8	150,00	170,70	1,00
trzępienie stalowe – prawa strona				trzępienie stalowe – prawa strona				trzępienie stalowe – prawa strona				trzępienie stalowe – prawa strona				trzępienie stalowe – prawa strona			
9	150,00	55,40	1,00	9	150,00	111,80	1,00	9	150,00	160,10	1,00	9	150,00	202,20	1,00	9	150,00	272,00	1,00
10	150,00	20,40	1,00	10	150,00	29,20	1,00	10	150,00	50,10	1,00	10	150,00	76,10	1,00	10	150,00	130,80	1,00
zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne			
2	54,00	83,20	1,00	2	54,00	211,50	1,00	2	54,00	327,60	1,00	2	54,00	421,70	0,95	2	54,00	562,10	0,59
3	54,00	71,80	1,00	3	54,00	171,40	1,00	3	54,00	262,90	1,00	3	54,00	340,10	1,00	3	54,00	462,10	0,86
4	54,00	79,10	1,00	4	54,00	195,90	1,00	4	54,00	298,70	1,00	4	54,00	380,70	1,00	4	54,00	501,40	0,78
zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne			
11	359,50	24,50	1,00	11	359,50	49,30	1,00	11	359,50	80,90	1,00	11	359,50	111,50	1,00	11	359,50	167,80	1,00
12	359,50	20,00	1,00	12	359,50	20,50	1,00	12	359,50	23,30	1,00	12	359,50	28,90	1,00	12	359,50	46,50	1,00
13	359,50	20,00	1,00	13	359,50	20,30	1,00	13	359,50	21,80	1,00	13	359,50	24,70	1,00	13	359,50	35,20	1,00

Tablica D16. Rozkład temperatur przy dwustronnym nagrzewaniu stropu z belkami BHR 40-300 od spodu i od krawędzi bocznej, przez 30 + 180 minut

Klasa odporności ogniowej R30				Klasa odporności ogniowej R60				Klasa odporności ogniowej R90				Klasa odporności ogniowej R120				Klasa odporności ogniowej R180			
nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}
lewa strona środka				lewa strona środka				lewa strona środka				lewa strona środka				lewa strona środka			
5	0,00	557,90	0,60	5	0,00	778,00	0,14	5	0,00	897,70	0,06	5	0,00	964,20	0,05	5	0,00	1048,50	0,03
7	150,00	118,40	1,00	7	150,00	267,70	1,00	7	150,00	380,50	1,00	7	150,00	466,90	0,85	7	150,00	593,40	0,49
prawa strona środka				prawa strona środka				prawa strona środka				prawa strona środka				prawa strona środka			
6	0,00	522,30	0,71	6	0,00	724,70	0,20	6	0,00	853,50	0,08	6	0,00	920,60	0,06	6	0,00	1006,10	0,04
9	150,00	58,30	1,00	9	150,00	225,60	1,00	9	150,00	115,20	1,00	9	150,00	202,20	1,00	9	150,00	272,00	1,00
półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna			
1	-6,00	363,90	0,40	1	-6,00	856,00	0,08	1	-6,00	951,60	0,05	1	-6,00	1006,70	0,04	1	-6,00	1079,40	0,02
5	-6,00	557,90	0,60	5	-6,00	778,00	0,14	5	-6,00	897,70	0,06	5	-6,00	964,20	0,05	5	-6,00	1048,50	0,03
6	-6,00	522,30	0,71	6	-6,00	724,60	0,20	6	-6,00	853,50	0,08	6	-6,00	920,60	0,06	6	-6,00	1006,10	0,04
trzępnie stalowe – lewa strona				trzępnie stalowe – lewa strona				trzępnie stalowe – lewa strona				trzępnie stalowe – lewa strona				trzępnie stalowe – lewa strona			
7	150,00	118,40	1,00	7	150,00	267,70	1,00	7	150,00	380,50	1,00	7	150,00	466,90	0,85	7	150,00	593,40	0,49
8	150,00	20,50	1,00	8	150,00	30,30	1,00	8	150,00	54,00	1,00	8	150,00	83,20	1,00	8	150,00	147,30	1,00
trzępnie stalowe – prawa strona				trzępnie stalowe – prawa strona				trzępnie stalowe – prawa strona				trzępnie stalowe – prawa strona				trzępnie stalowe – prawa strona			
9	150,00	58,30	1,00	9	150,00	117,10	1,00	9	150,00	166,70	1,00	9	150,00	209,50	1,00	9	150,00	279,40	1,00
10	150,00	20,40	1,00	10	150,00	28,90	1,00	10	150,00	48,70	1,00	10	150,00	73,10	1,00	10	150,00	124,10	1,00
zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne			
2	54,00	83,20	1,00	2	54,00	211,50	1,00	2	54,00	327,40	1,00	2	54,00	421,20	0,95	2	54,00	560,80	0,59
3	54,00	72,00	1,00	3	54,00	170,80	1,00	3	54,00	259,50	1,00	3	54,00	332,60	1,00	3	54,00	446,40	0,90
4	54,00	79,20	1,00	4	54,00	196,00	1,00	4	54,00	298,70	1,00	4	54,00	380,40	1,00	4	54,00	500,10	0,78
zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne			
11	359,50	23,90	1,00	11	359,50	46,20	1,00	11	359,50	75,60	1,00	11	359,50	104,50	1,00	11	359,50	156,20	1,00
12	359,50	21,95	1,00	12	359,50	33,15	1,00	12	359,50	48,50	1,00	12	359,50	63,50	1,00	12	359,50	91,00	1,00
13	359,50	20,00	1,00	13	359,50	20,10	1,00	13	359,50	20,50	1,00	13	359,50	21,60	1,00	13	359,50	25,80	1,00

Tablica D17. Rozkład temperatur przy dwustronnym nagrzewaniu stropu z belkami BHR 45-400 od spodu i od krawędzi bocznej, przez 30 + 180 minut

Klasa odporności ogniowej R30				Klasa odporności ogniowej R60				Klasa odporności ogniowej R90				Klasa odporności ogniowej R120				Klasa odporności ogniowej R180			
nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}	nr	z, mm	T _e , °C	k _{y,e}
lewa strona średnika				lewa strona średnika				lewa strona średnika				lewa strona średnika				lewa strona średnika			
5	0,00	542,70	0,65	5	0,00	766,50	0,15	5	0,00	896,60	0,06	5	0,00	963,90	0,05	5	0,00	1048,40	0,03
7	150,00	103,80	1,00	7	150,00	239,40	1,00	7	150,00	346,30	1,00	7	150,00	430,00	0,93	7	150,00	554,30	0,61
prawa strona średnika				prawa strona średnika				prawa strona średnika				prawa strona średnika				prawa strona średnika			
6	0,00	504,40	0,77	6	0,00	709,70	0,22	6	0,00	851,90	0,08	6	0,00	920,50	0,06	6	0,00	1006,40	0,04
9	150,00	43,00	1,00	9	150,00	87,40	1,00	9	150,00	127,10	1,00	9	150,00	202,20	1,00	9	150,00	272,00	1,00
półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna				półka dolna			
1	-6,00	606,80	0,45	1	-6,00	836,90	0,09	1	-6,00	947,10	0,05	1	-6,00	1003,60	0,04	1	-6,00	1077,10	0,02
5	-6,00	542,70	0,65	5	-6,00	766,50	0,15	5	-6,00	896,60	0,06	5	-6,00	963,90	0,05	5	-6,00	1048,40	0,03
6	-6,00	504,40	0,77	6	-6,00	709,70	0,22	6	-6,00	851,90	0,08	6	-6,00	920,50	0,06	6	-6,00	1006,40	0,04
trzpienie stalowe – lewa strona				trzpienie stalowe – lewa strona				trzpienie stalowe – lewa strona				trzpienie stalowe – lewa strona				trzpienie stalowe – lewa strona			
7	150,00	103,80	1,00	7	150,00	239,40	1,00	7	150,00	346,30	1,00	7	150,00	430,00	0,93	7	150,00	554,30	0,61
8	150,00	20,10	1,00	8	150,00	24,40	1,00	8	150,00	39,20	1,00	8	150,00	61,30	1,00	8	150,00	109,80	1,00
trzpienie stalowe – prawa strona				trzpienie stalowe – prawa strona				trzpienie stalowe – prawa strona				trzpienie stalowe – prawa strona				trzpienie stalowe – prawa strona			
9	150,00	43,00	1,00	9	150,00	87,40	1,00	9	150,00	127,10	1,00	9	150,00	162,80	1,00	9	150,00	223,90	1,00
10	150,00	20,10	1,00	10	150,00	23,40	1,00	10	150,00	34,70	1,00	10	150,00	51,50	1,00	10	150,00	90,30	1,00
zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne				zbrojenie dolne			
2	54,00	79,80	1,00	2	54,00	206,30	1,00	2	54,00	322,20	1,00	2	54,00	416,80	0,96	2	54,00	557,30	0,60
3	54,00	68,60	1,00	3	54,00	165,50	1,00	3	54,00	253,60	1,00	3	54,00	326,70	1,00	3	54,00	438,60	0,92
4	54,00	75,40	1,00	4	54,00	190,00	1,00	4	54,00	292,50	1,00	4	54,00	375,20	1,00	4	54,00	496,20	0,79
zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne				zbrojenie górne			
11	359,50	23,90	1,00	11	359,50	46,10	1,00	11	359,50	75,00	1,00	11	359,50	103,40	1,00	11	359,50	153,90	1,00
12	359,50	21,95	1,00	12	359,50	20,00	1,00	12	359,50	20,10	1,00	12	359,50	20,50	1,00	12	359,50	23,20	1,00
13	359,50	20,00	1,00	13	359,50	20,00	1,00	13	359,50	20,10	1,00	13	359,50	20,50	1,00	13	359,50	22,30	1,00

Tablica D18. Rozkład temperatur przy dwustronnym nagrzewaniu stropu z belkami BHR 50-500 od spodu i od krawędzi bocznej, przez 30 + 180 minut