

STRUNOBETONOWE SPRĘŻONE PŁYTY STROPOWE „HC”
Wytyczne projektowania stropów

WYTYCZNE PROJEKTOWANIA STROPÓW Z PŁYT SPRĘŻONYCH „HC”

PORADNIK PROJEKTANTA

Wydanie piąte, luty 2018

AUTOR OPRACOWANIA: mgr inż. Grzegorz Troszczyński

Spis treści

0.	PODSTAWA WYKONANIA DOKUMENTACJI	5
0.1.	Podstawa formalna	5
0.2.	Podstawa merytoryczna	5
1.	CHARAKTERYSTYKA STRUNOBETONOWYCH PŁYT I STROPÓW Z PŁYT HC	6
1.1.	Charakterystyka geometryczno-materiałowa płyt HC	6
1.1.1.	Ukształtowanie przekrojów płyt HC	6
1.1.2.	Możliwości kształtowania geometrii przekroju płyt HC i stropów	8
1.1.3.	Materiały	9
1.2.	Obszary stosowania płyt HC	10
1.2.1.	Przeznaczenie płyt HC	10
1.2.2.	Zakres stosowania płyt ze względu na trwałość stropów	10
1.2.3.	Odporność ogniowa stropów z płyt HC	11
1.3.	Asortyment płyt HC	12
1.3.1.	Warianty zbrojenia płyt HC160	12
1.3.2.	Warianty zbrojenia płyt HC200	13
1.3.3.	Warianty zbrojenia płyt HC200A	13
1.3.4.	Warianty zbrojenia płyt HC220	13
1.3.5.	Warianty zbrojenia płyt HC265	14
1.3.6.	Warianty zbrojenia płyt HC320	14
1.3.7.	Warianty zbrojenia płyt HC400	16
1.3.8.	Warianty zbrojenia płyt HC400A	17
1.3.9.	Warianty zbrojenia płyt HC500	18
1.4.	Kształtowanie płyt pochodnych	19
1.4.1.	Ogólne wytyczne	19
1.4.2.	Wykonywanie otworów w płytach	24
1.4.3.	Wycięcia przypodporowe w płytach HC	25
1.4.4.	Wycięcia przęsłowe w płytach HC	25
1.4.5.	Płyty o złożonej perforacji	25
1.4.6.	Zwężone pasma płyt	26
1.4.7.	Płyty docinane poprzecznie	29
1.5.	Jakość i dokładność wykonania	29
1.5.1.	Tolerancje wykonania prefabrykatów	29
1.5.2.	Standard wykonania	30
1.6.	Dane techniczne płyt i stropów z płyt HC	32
1.7.	Cechy mechaniczne i geometryczne płyt HC	33
1.8.	Właściwości izolacyjne stropów z płyt HC	39
1.8.1.	Izolacyjność termiczna stropów	39
1.8.2.	Izolacyjność akustyczna stropów	39
2.	NOŚNOŚĆ PŁYT HC POD OBCIĄŻENIEM RÓWNOMIERNYM	40
2.1.	Obliczenia statyczne	40
2.1.1.	Zakres obliczeń statycznych	40
2.1.2.	Ustalanie wartości obciążeń	40

2.2. Nośność płyt podstawowych	41
2.2.1. Weryfikacja nośności płyt HC	41
2.2.2. Tabele dopuszczalnych obciążeń płyt HC160	43
2.2.3. Tabele dopuszczalnych obciążeń płyt HC200 i HC200A	46
2.2.4. Tabele dopuszczalnych obciążeń płyt HC220	51
2.2.5. Tabele dopuszczalnych obciążeń płyt HC265	53
2.2.6. Tabele dopuszczalnych obciążeń płyt HC320	58
2.2.7. Tabele dopuszczalnych obciążeń płyt HC400	66
2.2.8. Tabele dopuszczalnych obciążeń płyt HC400A	72
2.2.9. Tabele dopuszczalnych obciążeń płyt HC500	75
2.3. Nośność płyt perforowanych	81
2.3.1. Podstawowe informacje	81
2.3.2. Współczynniki korekcyjne	81
2.3.3. Płyty z wycięciami przypodporowymi	82
2.3.4. Płyty z wycięciami przęsłowymi	83
2.3.5. Nośności płyt perforowanych w sytuacji wyjątkowej	84
2.4. Nośność płyt docinanych wzdłużnie i poprzecznie	84
3. NOŚNOŚĆ PŁYT HC OBCIĄŻONYCH NIERÓWNOMIERNIE	85
3.1. Ogólne wytyczne	85
3.1.1. Podstawowe informacje	85
3.1.2. Nośność cięgien sprężających	86
3.1.3. Wykresy sił wewnętrznych	87
3.2. Nośność płyt podstawowych w sytuacji trwalej	88
3.2.1. Sprawdzanie nośności płyt na zginanie	88
3.2.2. Sprawdzanie nośności na ścinanie	89
3.3. Nośność płyt perforowanych w sytuacji trwalej	90
3.3.1. Ogólne zasady obliczeń	90
3.3.2. Ograniczenia	90
3.3.3. Płyty z wycięciami przypodporowymi	90
3.3.4. Płyty z wycięciami przęsłowymi	90
3.4. Nośność płyt w sytuacji wyjątkowej	90
3.5. Ugięcia płyt HC	91
3.6. Nośność lokalna płyt HC	91
3.6.1. Istota nośności lokalnej	91
3.6.2. Nośność na ścinanie porzeczne do konturu	91
3.6.3. Nośność płyt HC na przebicie	92
3.6.4. Nośność na przebicie poziomych ścianek płyt HC	95
3.7. Analiza ustrojów z wbudowanymi belkami podporowymi	96
3.7.1. Informacje ogólne	96
3.7.2. Nośność płyt zawieszanych na belkach podporowych	96
3.7.3. Weryfikacja nośności belek podporowych	96
3.7.4. Analiza statyczno-wytrzymałościowa płyt wsporczych	96
3.7.5. Weryfikacja nośności lokalnej płyt wsporczych	99
4. WARUNKI STOSOWANIA PŁYT HC W UKŁADACH ŚCIANOWYCH	100
4.1. Ogólne wytyczne	100
4.1.1. Podstawowe informacje	100
4.1.2. Zasady obliczeń statycznych płyt utwierdzonych	100
4.1.3. Czynniki generujące momenty ujemne w płytach HC	100

4.2.	Warunki rysoodporności dla płyt częściowo utwierdzonych	101
4.3.	Specjalne rozwiązania konstrukcyjne	102
4.3.1.	Ograniczenie utwierdzenia płyt HC w ścianach	102
4.3.2.	Wzmacnianie strefy przypodporowej płyt HC	103
4.4.	Stosowanie płyt perforowanych	104
5.	WSPÓŁPRACA POPRZECZNA PŁYT	105
5.1.	Informacje podstawowe	105
5.2.	Rozdział obciążenia skupionego	105
5.3.	Rozdział obciążenia liniowego	106
6.	KONSTRUOWANIE STROPÓW Z PŁYT HC	108
6.1.	Ogólne wytyczne	108
6.2.	Węzły podporowe stropów	108
6.2.1.	Podstawowe wymagania	108
6.2.2.	Wieńce stropów	109
6.2.3.	Oparcie płyt HC na belkach stalowych i żelbetowych	109
6.2.4.	Oparcie płyt HC na ścianach	110
6.3.	Boczne zamki	111
6.3.1.	Podłużne styki między płytami	111
6.3.2.	Węzły boczne	111
6.4.	Zestawianie płyt HC w stropach	111
6.5.	Duże otwory w stropach	111
6.6.	Sposoby realizacji obciążeń skupionych	113
7.	SKŁADOWANIE, TRANSPORT I MONTAŻ PŁYT	115
7.1.	Składowanie płyt w stosach	115
7.2.	Wytyczne transportu płyt HC	115
7.2.1.	Transport bliski	115
7.2.2.	Transport daleki	115
7.3.	Montaż płyt HC	116
7.4.	Prace końcowe związane z wykonaniem stropów	116

0. PODSTAWA WYKONANIA DOKUMENTACJI

0.1. Podstawa formalna

Niniejsze opracowanie zostało wykonane na podstawie zamówienia z 22. listopada 2017 r., o numerze: FABUD WKB/737/2017 (zamawiający: FABUD Wytwórnia Konstrukcji Betonowych S.A, ul. Wyzwolenia 2, 41-103 Siemianowice Śląskie).

0.2. Podstawa merytoryczna

W celu wykonania niniejszego opracowania wykorzystano następujące dokumenty, materiały źródłowe i publikacje:

- 1) PN-EN 1990:2004 Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji
- 2) PN-EN 1990:2004/Ap1:2004
- 3) PN-EN 1991-1-1(2)(3)(4)(5)(6)(7) Oddziaływania na konstrukcje
- 4) PN-EN 1992-1-1:2004 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
- 5) PN-EN 1992-1-2:2004 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu - Część 1-2: Reguły ogólne - Projektowanie na warunki pożarowe
- 6) PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie
- 7) PN-EN 13369:2013 Wspólne wymagania dla prefabrykatów z betonu
- 8) PN-EN 13369:2005/AC:2005
- 9) PN-EN 13369:2005/A1:2006
- 10) PN-EN 1168:2011 Prefabrykaty z betonu - Płyty kanałowe
- 11) PN-EN 206-1:2003 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- 12) PN-86/B-06712 Kruszywa mineralne do betonu
- 13) PN-B-06712/A1:1997
- 14) PN-EN 197-1:2002 Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku
- 15) PN-B-12390:2001 Badania betonu
- 16) Manual for the design of hollow core slabs (second edition), Precast/Prestressed Concrete Institute, Chicago 1998
- 17) Ajdukiewicz A., Mames J.: Konstrukcje z betonu sprężonego, Polski Cement, Kraków 2004
- 18) Precast prestressed hollow core slabs. FIP Recommendations, Thomas Telford, London 1998
- 19) PN ISO 3443:1994 Tolerancje w budownictwie
- 20) Mianowski K.: Praca naukowo-badawcza 16/KS-48/74, część I, Płyty z wycięciami, ITB Warszawa 1977
- 21) Mianowski K., Sikora J.: Wybrane zagadnienia z dziedziny wytrzymałości stropów SP, ITB Warszawa 1983
- 22) Special design considerations for precast prestressed hollow core floors. FIP Guide to Good Practice, January 1999
- 23) Praca zbiorowa, red. Knauff M.: Podstawy projektowania konstrukcji żelbetowych i sprężonych według Eurokodu 2, Sekcja Konstrukcji Betonowych KILiW PAN, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2006
- 24) Troszczyński G.: Projekt techniczny strunobetonowych płyt HC. Tom 1÷9. Biuro konstrukcyjne STEELCO, Wrocław 2016÷2018 (maszynopis)
- 25) PETRA. Support for Hollow-Core Slabs for Floor Openings. Technical manual.
- 26) PN-EN ISO 6946:2008 Komponenty budowlane i ich elementy. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania
- 27) PN-EN ISO 717-1:2013-08 Akustyka. Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Część 1: Izolacyjność od dźwięków powietrznych
- 28) PN-EN 12354-1:2002 Akustyka budowlana. Określenie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów. Część 1: Izolacyjność od dźwięków powietrznych między pomieszczeniami
- 29) Szudrowicz B.: Podstawy kształtowania izolacyjności akustycznej pomieszczeń w budynkach mieszkalnych, ITB Warszawa 1992
- 30) Szudrowicz B.: Metody obliczania izolacyjności akustycznej między pomieszczeniami w budynkach według PN-EN 12354-1:2002 i PN-EN 12354-2:2002
- 31) Troszczyński G: Opinia techniczna w sprawie izolacyjności cieplnej i akustycznej przegród budowlanych konstruowanych z płyt stropowych HC, Biuro konstrukcyjne STEELCO, Wrocław 2017 (maszynopis)

1. CHARAKTERYSTYKA STRUNOBETONOWYCH PŁYT I STROPÓW Z PŁYT HC

1.1. Charakterystyka geometryczno-materiałowa płyt HC

1.1.1. Ukształtowanie przekrojów płyt HC

Przedmiotowe płyty to prefabrykowane, strunobetonowe elementy przeznaczone do konstruowania stropów w budynkach o różnorodnej funkcji i konstrukcji.

Podstawowy asortyment systemu strunobetonowych płyt stropowych HC tworzy siedem typów płyt kanałowych o nominalnej wysokości: 160 mm, 200 mm, 220 mm, 265 mm, 320 mm, 400 mm i 500 mm, przy czym płyty o wysokości 200 mm i 400 mm są wytwarzane w dwóch odmianach, zróżnicowanych pod względem ukształtowania przekroju. Odpowiednio do wysokości i geometrii przekroju, płyty zostały oznaczone symbolami: HC160, HC200, HC200A, HC220, HC265, HC320, HC400, HC400A i HC500.

Wszystkie płyty HC mają jednakową szerokość modułową, równą 1200 mm. W zależności od typu, posiadają odpowiednio siedem, sześć, pięć lub cztery podłużne wydrążenia (kanały), rozmieszczone równomiernie na szerokości prefabrykatu i symetrycznie względem pionowej płaszczyzny środkowej. W płytach HC160, HC200A i HC220 wydrążonych jest siedem kanałów o owalnym przekroju poprzecznym, w rozstawie osiowym 157 mm. Płyty HC200 mają sześć okrągłych kanałów o średnicy 155 mm. Kanały w tych płytach są umieszczone dokładnie w środku wysokości, w rozstawie osiowym 189 mm. Płyty HC265 mają pięć kanałów o przekroju koła średnicy 194 mm, ściętego po bokach i u dołu płaszczyznami na głębokość 5 mm. Osiowy rozstaw kanałów w tych płytach wynosi 224 mm. W płytach HC320, HC400, HC400A i HC500 są cztery kanały o owalnym przekroju poprzecznym, rozmieszczone w rozstawie osiowym 283 mm. Kanały w tych płytach mają wysokość odpowiednio: 250 mm, 320 mm, 310 mm i 387 mm.

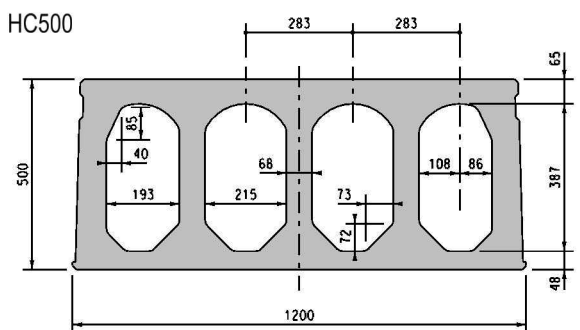
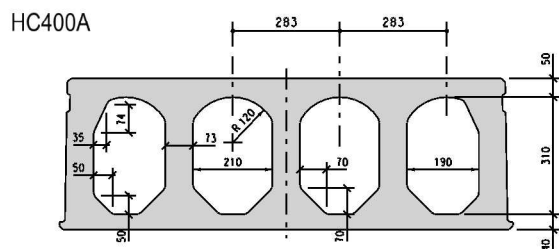
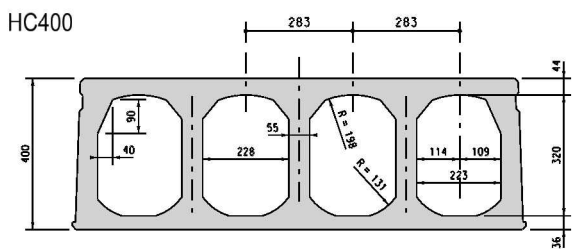
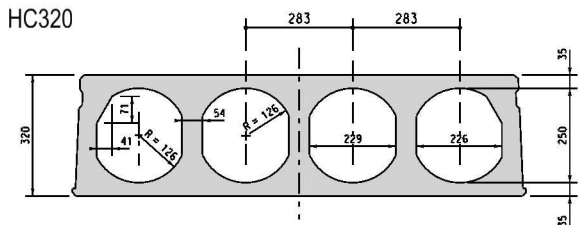
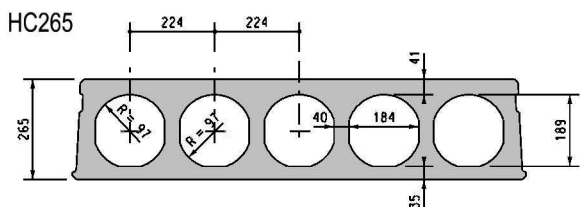
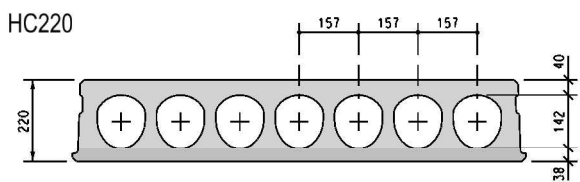
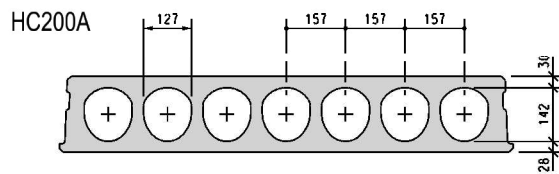
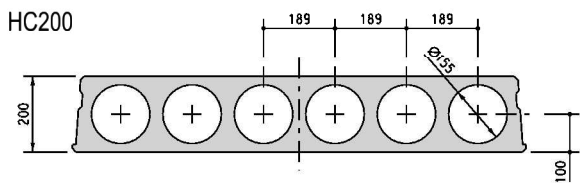
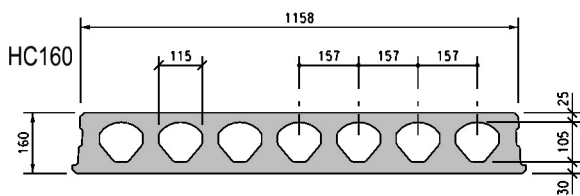
W bocznych powierzchniach płyt HC uformowane są podłużne wręby o wysokości 50 mm i głębokości 8 mm. Dzięki tym wrębom, po wypełnieniu na budowie styków płyt betonem, między sąsiadującymi prefabrykatami powstaje rodzaj zamka (dybla), zdolnego przenieść siły poprzeczne, jakie mogą powstawać w stykach przy nierównomiernym obciążeniu stropu (rozdz.5). Wręby pozwalają również przenosić płyty chwytakami (zob. pkt.7.2.1).

Wszystkie płyty HC mają przekroje poprzeczne niezmiennie na całej długości prefabrykatów (z wyjątkiem szczególnych przypadków, opisanych w rozdz.1.4). Ta cecha płyt HC jest wymuszona technologią produkcji. Płyty wytwarzane są metodą wytłaczania (ekstruzji) betonu na podłożach torów naciągowych. Urządzenie formujące (ekstruder) pobiera mieszankę betonową o konsystencji wilgotnej i za pomocą podajników ślimakowych tłoczy ją przez „ustnik”, którego kształt jest negatywem przekroju formowanych płyt. Przesuwając się wzdłuż toru, urządzenie pozostawia za sobą właściwie uformowaną „wstęgę” zagęszczonego betonu, która po związaniu cementu i sprężeniu jest cięta piłą tarczową na odcinki o wymaganej długości. W ten sposób powstają pojedyncze prefabrykaty. Istnieje także możliwość podłużnego i poprzecznego (ukośnego) docinania prefabrykatów, w celu uzyskania płyt zwężonych oraz płyt o kształcie rzutu innym niż prostokątny (rozdz.1.4). Taki sposób dzielenia wstęgi pozwala otrzymywać płyty o praktycznie dowolnej długości, z zakresu limitowanego względami statyczno-wytrzymałościowymi. I tak, granice przedziałów rozpiętości płyt HC są następujące:

- płyty HC160: od 2,4 m do 9,0 m,
- płyty HC200: od 2,4 m do 10,8 m,
- płyty HC200A: od 2,4 m do 11,1 m,
- płyty HC220: od 2,4 m do 10,5 m,
- płyty HC265: od 3,0 m do 13,2 m,
- płyty HC320: od 3,0 m do 17,1 m,
- płyty HC400: od 3,0 m do 18,6 m,
- płyty HC400A: od 3,0 m do 18,3 m,
- płyty HC500: od 3,0 m do 20,7 m.

W płytach można ponadto wykonać różnego rodzaju perforację pionową, w celu uniknięcia kolizji stropów z innymi elementami konstrukcji budynku i instalacji (rozdz.1.4).

Przekroje poprzeczne wszystkich płyt HC przedstawia rys.1.1.



Rys.1.1. Przekroje poprzeczne płyt HC

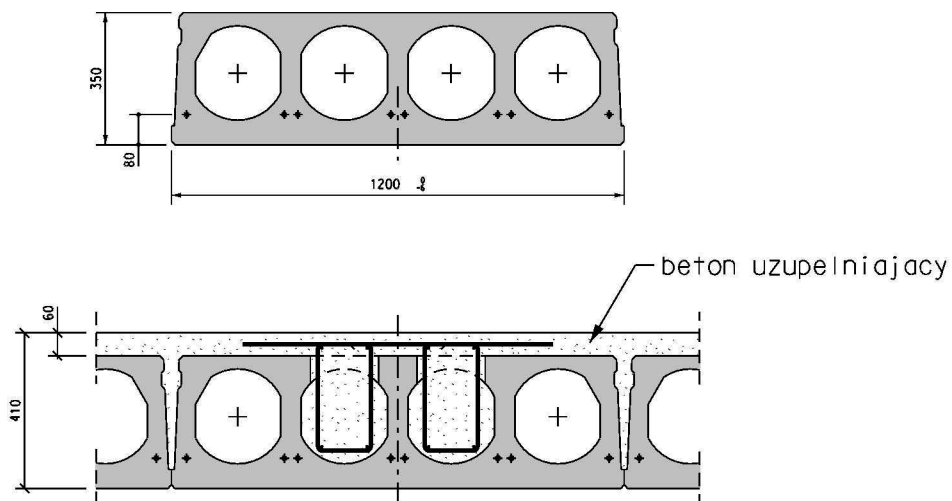
W dalszej części tego opracowania, w celu usystematyzowania pojęć, wprowadza się podział płyt HC na płyty podstawowe i płyty pochodne. Za płyty podstawowe uważać należy płyty prostokątne w planie, o pełnej szerokości przekroju (1200 mm), bez jakiegokolwiek perforacji. Płyty, które tych warunków nie spełniają, są płytami pochodnymi. Wykonuje się je z płyt podstawowych w procesie obróbki wtórnej.

Płyty HC zbrojone są wyłącznie w kierunku podłużnym, strunami sprężającymi w postaci siedmiodrutowych splotów, wykonanych z drutów gładkich. Struny są wstępnie naprężane tak, że wartość naprężeń wstępnych w stali w żadnym przypadku nie przekracza 1200 MPa. Dla płyt HC200 zaprojektowano dwa warianty zbrojenia sprężającego, dla płyt HC160 i HC200A – po trzy warianty, dla płyt HC220 - dwa, dla płyt HC265 - pięć wariantów, dla płyt HC320 - osiem, dla płyt HC400 i HC500 - po sześć wariantów zbrojeń, a dla płyt HC400A – trzy. Poszczególne warianty różnią się liczbą i średnicą zastosowanych splotów (rozdz.1.3) i ich rozmieszczeniem na planie przekroju poprzecznego. Niektóre warianty charakteryzuje zwiększona grubość otulenia strun betonem, czego skutkiem jest wyższa odporność ogniowa (pkt.1.2.3) oraz zwiększona trwałość eksploatacyjna (pkt.1.2.2). Poza zbrojeniem sprężającym w płytach HC nie przewidziano żadnego zbrojenia uzupełniającego ze stali zwykłej, jak strzemion czy prętów rozdzielczych, a także prętów służących do integracji płyt z konstrukcją nośną budynku. Jest to podyktowane ograniczeniami opisanej wyżej technologii produkcji (pkt.1.1.1). Brakiem zbrojenia scalającego płyty wymuszona jest z kolei konieczność stosowania specjalnych rozwiązań konstrukcyjnych w węzłach podporowych oraz w innych miejscach kontaktu płyt z elementami konstrukcji budynku (rozdz.6).

Płyty nie mają także wbudowanych na stałe żadnych uchwytów transportowych, przez co do transportu bliskiego używać należy specjalnych uchwytów zaciskowych lub zawiesi pętlowych (rozdz.7).

1.1.2. Możliwości kształtowania geometrii przekroju płyt HC i stropów

(1) W ramach systemu płyt HC istnieje, w ograniczonym zakresie, możliwość indywidualnego kształtowania geometrii przekrojów płyt. Taką możliwość stwarza technologia ekstruzji, stosowana do formowania prefabrykatów. Urządzenie formujące płyty może zostać uniesione o kilka centymetrów ponad podłoże, co realizuje się poprzez zamianę standardowych kół jezdnych urządzenia na koła o większym promieniu. Taki zabieg pozwala formować płyty o wysokości większej niż standardowe, opisane w pkt.1.1.1. Odpowiednio uniesione zostają również rdzenie formujące podłużne wydrążenia przekroju. Przykładem płyty formowanej w ten sposób jest płyta HC350 (odmiana płyty HC320), przedstawiona na rys.1.2.



Rys.1.2 Płyta HC350 i strop zespolony o odporności ogniowej REI240

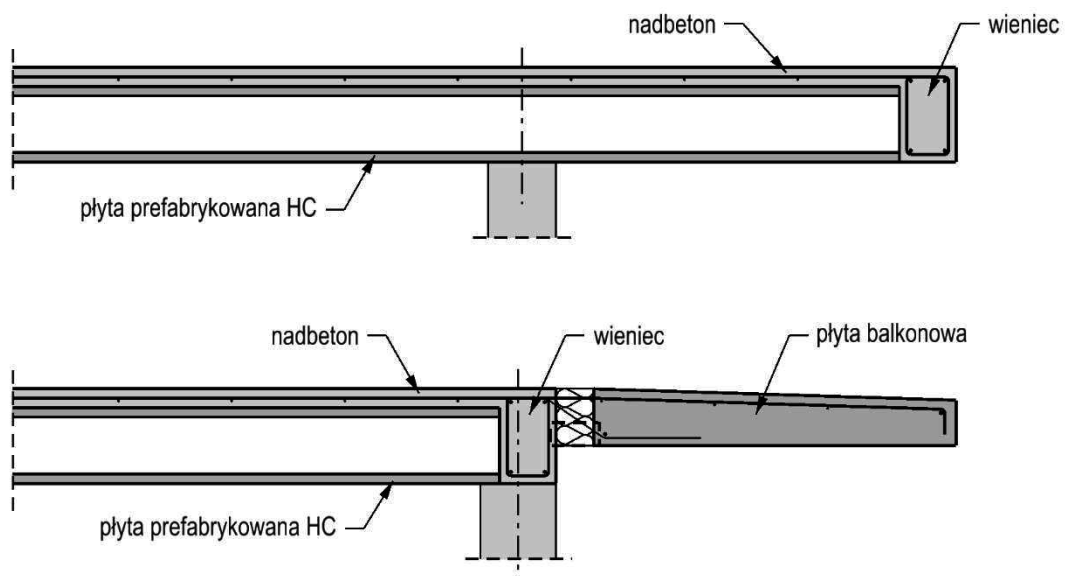
Opisany wyżej sposób kształtowania wysokości płyt może być stosowany w celu zwiększenia wysokości konstrukcyjnej płyt, i tym samym ich nośności, lub w celu pogrubienia betonowej otuliny zbrojenia sprężającego. Pogrubienie otuliny ma zwykle na celu podwyższenie trwałości stropu, zwłaszcza w warunkach pożaru. Jeżeli dodatkowo zastosuje się inne rozwiązania techniczne, jak wzmocnienie stref przypodporowych i zbrojenie nadbeton konstrukcyjny, można uzyskać stropy o klasie odporności ogniowej nawet do REI240 (rys.1.2).

(2) Oprócz wymienionego wyżej sposobu kształtowania przekroju stropu, istnieje również możliwość wykorzystania płyt HC w zespolonych ustrojach stropowych (jak na rys.1.2). Dodając na budowie do płyt warstwę nadbetonu, i zapewniając jej odpowiednie scalenie z prefabrykatami w jednolity ustrój, można elastycznie kształtować wysokość konstrukcyjną stropu.

Wykonanie na płytach warstwy nadbetonu otwiera też inne możliwości wykorzystania tych prefabrykatów. Nadbeton stwarza warunki do wbudowania lokalnie zbrojenia górnego dla przeniesienia momentów odwrotnych, co pozwala projektować stropy z przewieszeniem (rys.1.3). Prefabrykowane płyty wykorzystywane w tego typu ustrojach również muszą posiadać odpowiednio silne zbrojenie górne, dla przeniesienia momentów odwrotnych w stadium realizacji i zabezpieczenia betonu przed zarysowaniem na górnej powierzchni pod ciężarem świeżego nadbetonu i obciążeniem technologicznym. Na ogół konieczne jest wówczas także wykonanie odpowiedniego wzmocnienia nośności na ścinanie stref przypodporowych.

Alternatywnym zastosowaniem warstwy nadbetonu jest jej wykorzystanie do zakotwienia w stropie prefabrykowanych lub monolitycznych płyt balkonowych, także tych wyposażonych w termozolacyjne łączniki balkonowe, niezbędne dla redukcji mostków cieplnych. Przykłady opisanych wyżej rozwiązań przedstawiono na rys.1.3.

Ustroje zespolone z płyt HC należy projektować indywidualnie. Ten rodzaj konstrukcji nie jest skatalogowany.



Rys.1.3 Przykłady rozwiązań stropów zespolonych z przewieszeniem nad podporą

Opisane w tym punkcie płyty i konstrukcje zespolone nie są skatalogowane; są projektowane i wykonywane przez FABUD indywidualnie, odpowiednio do warunków w jakich mają być zastosowane.

1.1.3. Materiały

Wszystkie płyty HC produkowane są z betonu zwykłego klasy C50/60 (wyjątkowo z betonu C60/75), wytwarzanego zgodnie z normą [11]. Do produkcji mieszanki betonowej wykorzystywane są wyłącznie kruszywa mineralne o maksymalnym uziarnieniu 16 mm. Jako spoiwo stosowany jest cement portlandzki CEM II 52,5N oraz CEM II 52,5R (obydwa klasy R wg normy [4]).

Do sprężania płyt HC używane są siedmiodrutowe sploty wykonane ze stali Y1860, o dwóch średnicach: $\varnothing 9,3$ mm (3/8"), o strukturze wewnętrznej: $1\varnothing 3,17+6\varnothing 3,08$ mm, oraz $\varnothing 12,5$ mm (1/2"), o budowie: $1\varnothing 4,25+6\varnothing 4,10$ mm. Sploty $\varnothing 9,3$ mm są wykorzystywane tylko w płytach HC320, HC400, HC400A i HC500 jako zbrojenie górne. Jako zbrojenie główne (dolne) płyt HC używane są wyłącznie sploty o średnicy $\varnothing 12,5$ mm.

1.2. Obszary stosowania płyt HC

1.2.1. Przeznaczenie płyt HC

Płyty HC przeznaczone są wyłącznie do konstruowania stropów i stropodachów. Mogą być stosowane w budynkach o różnorodnej konstrukcji nośnej (żelbetowej, stalowej, murej) i dowolnej funkcji, pod warunkiem obciążenia stropu obciążeniem statycznym, tzn. takim, którego wartość zmienia się powoli, nie wywołując w płytach sił bezwładności. Obciążenie nie może również powodować cyklicznych amplitud naprężeń w prefabrykatkach (w zbrojeniu), które wymagałyby uwzględnienia wpływu zjawisk zmęczeniowych na wytrzymałość stropów.

Obciążenie powinno działać prostopadle do powierzchni płyt. Jeżeli sposób użytkowania stropu wymaga uwzględnienia obciążeń poziomych, stycznych do powierzchni płyt (np. siły hamowania pojazdów), na płytach należy przewidzieć krzyżowo zbrojoną warstwę betonu klasy co najmniej C20/25 o grubości nie mniejszej niż 50 mm.

Formalnie obszary stosowania płyt HC określają kategorie użytkowania powierzchni, zdefiniowane w normie PN-EN 1991-1-1:2004. Kategorie użytkowania, odpowiednie dla poszczególnych typów płyt HC zestawiono w tabl.1.1.

Tabl.1.1 Kategorie użytkowania odpowiednie dla płyt HC

Typ płyty	Kategoria użytkowania											
	A	B	C	D	E1	E2	F	G	H	I	FL1	FL2
HC160	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-
HC200, HC200A	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-
HC220	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-
HC265	+	+	+	+	+	+/-	+	-	+	+	-	-
HC320	+	+	+	+	+	+/-	+	o	+	+	o	-
HC400, HC400A	+	+	+	+	+	+/-	+	+	+	+	+	+
HC500	+	+	+	+	+	+/-	+	+	+	+	+	+

+ ... można stosować bez żadnych ograniczeń
 - ... nie należy stosować
 +/- ... można stosować warunkowo, jeżeli oddziaływania zainstalowanych na stropie maszyn i urządzeń nie powodują obciążeń cyklicznych, które wymagałyby uwzględnienia zjawisk zmęczeniowych
 o ... z dodatkową płytą krzyżowo zbrojonego nadbetonu o grubości nie mniejszej niż 80 mm i wzmocnieniem stref przypodporowych

Płyty HC należy stosować przede wszystkim w budynkach szkieletowych o konstrukcji żelbetowej lub stalowej, gdzie zapewniona jest swoboda obrotu płyt na podporach. Schemat statyczny belki swobodnie podpartej powinien być podstawowym schematem pracy płyt HC. Płyty HC mogą być również stosowane w układach ścianowych, jako częściowo zamocowane pod wpływem nacisku ściany wyższej kondygnacji. W takim przypadku, ze względu na wrażliwość przypodporowych stref płyt HC na zarysowanie, które może skutkować gwałtowną utratą nośności na ścinanie, należy wykazać obliczeniowo, że pod wpływem ujemnego momentu utwierdzenia nie nastąpi zarysowanie górnej strefy przekroju przypodporowego (rozdz.4). Alternatywnie zastosować można odpowiednie zabiegi konstrukcyjne eliminujące utwierdzenie płyt na podporach lub zapobiegające utracie nośności na ścinanie przekrojów przypodporowych, po zarysowaniu momentem ujemnym.

Płyty można także stosować w budynkach lokalizowanych na terenach objętych wpływami eksploatacji górniczej oraz na terenach, na których mogą wystąpić nierównomierne osiadania podpór lub inne ruchy podłoża (np. grunty ekspansywne) mogące wywołać w stropach siły rozciągające. W takich przypadkach, możliwość zastosowania płyt HC należy rozważyć indywidualnie i ewentualnie zastosować w stropie specjalne rozwiązania konstrukcyjne, które pozwolą bezpiecznie użytkować płyty (np. dodatkowe, ciągłe zbrojenie styków płyt lub dwukierunkowo zbrojona warstwa nadbetonu).

1.2.2. Zakres stosowania płyt ze względu na trwałość stropów

Zastosowana w płytach HC ochrona materiałowo-strukturalna, w szczególności: klasa wytrzymałości betonu, rodzaj i zawartość cementu w betonie, maksymalny stosunek wodno-cementowy oraz grubość otuliny ciągłych sprężających, określa dopuszczalny zakres stosowania płyt HC ze względu na trwałość stropów w warunkach normalnej eksploatacji.

Trwałość eksploatacyjna płyt HC pozostaje w ścisłej relacji z ich odpornością ogniową, ponieważ trwałość eksploatacyjną i odporność ogniową konstrukcji (pkt.1.2.3) zabezpiecza się tymi samymi środkami technicznymi - przede wszystkim odpowiednim otuleniem zbrojenia betonem. W związku z tym, podane dalej wytyczne dotyczące warunków stosowania płyt, uzależniono od nominalnej odporności ogniowej ich wariantów zbrojenia (zob. też pkt.1.3).

Przy założonym okresie eksploatacji płyt nie dłuższym niż 50 lat (kategoria projektowanego okresu użytkowania wg normy [1] nie wyższa niż 4), płyty będą miały zapewnioną odpowiednią trwałość w klasach ekspozycji [4] wskazanych w tabl.1.2. Dopuszczalny obszar stosowania płyt HC,

podany w tabl.1.2, otrzymano po zredukowaniu na podstawie normy [4] klasy konstrukcji z S4 do S2, co ma związek z zastosowaniem wysokiej klasy wytrzymałości betonu (por. pkt.2.2.3) oraz z zapewnieniem odpowiedniej kontroli jakości betonu w wytwórni.

Tabl.1.2 Dopuszczalne klasy ekspozycji dla płyt HC przy klasie konstrukcji S2

Typ płyty	Warianty	Klasa ekspozycji [4] [11]						
		X0/XC1	XC2/XC3	XC4	XD1/XS1	XD2/XS2	XD3/XS3	XA
HC160	REI60	+	+	-	-	-	-	o
HC200, HC200A	REI60	+	+	-	-	-	-	o
HC220	REI120	+	+	+	+	+	+	o
HC265	REI60	+	+	-	-	-	-	o
	REI120	+	+	-	-	-	-	o
HC320	REI60	+	+	-	-	-	-	o
	REI120	+	+	+	+	+	-	o
HC400	REI60	+	+	-	-	-	-	o
	REI120	+	+	+	+	-	-	o
HC400A	REI120	+	+	+	-	-	-	o
HC500	REI60	+	+	-	-	-	-	o
	REI120	+	+	+	-	-	-	o

+ ... można stosować bez żadnych ograniczeń
 - ... nie należy stosować bez dodatkowej ochrony powierzchniowej; z ochrony powierzchniowej można zrezygnować, jeżeli projektowany okres użytkowania będzie krótszy niż 50 lat (klasa konstrukcji niższa niż S2)
 o ... zawsze należy zastosować dodatkową ochronę powierzchniową, bez względu na klasę konstrukcji

W przypadkach oznaczonych symbolem (+) płyty HC mogą być stosowane bez specjalnej ochrony powierzchniowej. W innych przypadkach, aby płyty mogły być wykorzystane jako element konstrukcji nośnej stropu, na ich sufitowej powierzchni, ekspozycyjnej na działanie czynnika korozyjnego, należy zaprojektować i wykonać szczelną powłokę ochronną (trwałą izolację), odporną na działanie czynnika korozyjnego, która zapewni odpowiednią ochronę betonu i stali sprężającej przed szkodliwym wpływem agresywnych substancji, jakie mogłyby wnikać do wnętrza betonu i kanałów ze środowiska zewnętrznego.

W przypadkach oznaczonych w tabl.1.2 symbolem (-) ochrony powierzchniowej można nie stosować, jeżeli projektowany okres użytkowania płyt będzie krótszy niż 50 lat (zredukowana klasa konstrukcji niższa niż S2). Należy wówczas przypisać płytom rzeczywistą klasę konstrukcji (uwzględniając wytyczne podane w tabl.4.3N normy [4]), a następnie, na podstawie tabl.4.5N tej normy sprawdzić niezbędną grubość otuliny stali sprężającej. Jeżeli grubości betonowej otuliny strun zaprojektowane w płytach HC (pkt.1.3), z uwzględnieniem zadanych tolerancji ułożenia strun (pkt.1.5.1), spełniają wymagania określone w normie [4], płyty mogą zostać wbudowane bez dodatkowej ochrony powierzchniowej.

Gdyby projektowany okres użytkowania płyt miał być dłuższy niż 50 lat (klasa konstrukcji S5 lub S6), płyty HC o odporności ogniowej REI60 mogą być zastosowane wyłącznie w klasach ekspozycji X0 i XC1, natomiast pozostałe warianty płyt również w klasach ekspozycji XC2 i XC3. W innych, bardziej agresywnych klasach ekspozycji przewidzieć należy ochronę powierzchniową.

Płyty HC nie mogą być permanentnie wystawione na bezpośrednie działanie opadów atmosferycznych podczas ich eksploatacji (klasa ekspozycji XC4). Jest to dopuszczalne tylko czasowo, podczas okresu składowania i wznoszenia obiektu budowlanego.

Nie należy użytkować płyt niewykończonych od góry, niezależnie od klasy ścieralności, w jakiej płyty miałyby być eksploatowane, ponieważ działanie abrazyjny wpłynie negatywnie na trwałość i nośność stropów z płyt HC (przedwczesne wyczerpanie nośności). Ścieranie górnej powierzchni może być szkodliwe zarówno dla ogólnej nośności płyty jako dźwigara nośnego stropu, jak również lokalnej nośności ścianek jej przekroju. Bezpośrednie użytkowanie niewykończonych powierzchni stwarza też niebezpieczeństwo przebiccia sklepienia kanałów (zwłaszcza, gdy górna ścianka została wcześniej zredukowana). Zarówno redukcja grubości płyty (zmniejszenie wysokości konstrukcyjnej przekroju), jak i utrata półki górnej wskutek przebiccia, są niedopuszczalne w kontekście założeń przyjętych w dokumentacji projektowej [24]. Z tego względu, górną powierzchnię stropów z płyt HC należy zawsze przygotować do użytkowania. Odpowiednie wytyczne zamieszczono w pkt.7.4.

1.2.3. Odporność ogniowa stropów z płyt HC

Płyty HC zostały zaprojektowane w dwóch klasach odporności ogniowej: REI60 i REI120, co było podyktowane wymaganiami polskiego prawa budowlanego.

Nominalną odporność ogniową płyt HC oszacowano na podstawie porównania dwóch cech geometrycznych przekroju płyt z wymaganiami normy [5], ustanowionymi dla serii klas odporności ogniowej. Kryterium oceny odporności ogniowej stanowiły: średnia odległość głównego (dolnego) zbrojenia sprężającego od dolnej powierzchni płyt (ekspozycyjnej na działanie ognia podczas pożaru)

oraz grubość zastępczej płyty pełnej, którą wyznaczono na podstawie normy [10]. Na takiej podstawie, w dokumentacji technicznej [24], poszczególne warianty zbrojenia płyt HC zostały zakwalifikowane do dwóch klas odporności (nośności, izolacyjności i szczelności) ogniowej: REI60 oraz REI120.

Adekwatnie do udokumentowanej odporności ogniowej każdy wariant zbrojenia płyt HC (pkt.1.3) został dalej oznaczony dodatkowym symbolem, identyfikującym jego nośność, izolacyjność i szczelność ogniową.

Dla każdego wariantu zbrojenia płyt wykonano następnie, na podstawie norm [5] i [10], odpowiednie obliczenia termiczne, na podstawie których określono nośność płyt osłabionych temperaturą pożaru (wg krzywej standardowej N), odpowiednio, po 60 lub po 120 minutach ekspozycji na ogień (zob. pkt.2.2).

Na odporność ogniową stropów wpływa również szczelność i izolacyjność ogniowa złączy między płytami, a także odpowiednie połączenie płyt z podporami, niezbędne z punktu widzenia nośności ogniowej stref przypodporowych (zob. pkt.6.2).

Szczelność bocznych złączy oceniono na podstawie pkt.4.6 normy [5], porównując cechy geometryczne złączy poszczególnych typów płyt HC z odpowiednimi wymaganiami normowymi. Uwzględniając tolerancję wykonania płyt (pkt.1.5.1), szerokość spoinowanej od dołu części złącza (lub pozostawionej bez wypełnienia) nie będzie przekraczać 6 mm. Z kolei, część złącza wypełniana na budowie od góry drobnoziarnistym betonem (zob. pkt.6.3), będzie miała grubość (głębokość) nie mniejszą niż 180 mm (w stropach z płyt HC200). Obydwie badane wielkości geometryczne spełniają wymagania normatywne dla klasy szczelności ogniowej co najmniej EI120 [5]. Zapewnieniu szczelności i izolacyjności ogniowej złączy sprzyjać będzie ponadto sposób, w jaki ukształtowane zostały powierzchnie boczne styków (wręby na bocznych powierzchniach prefabrykatów; por. pkt.1.1.1).

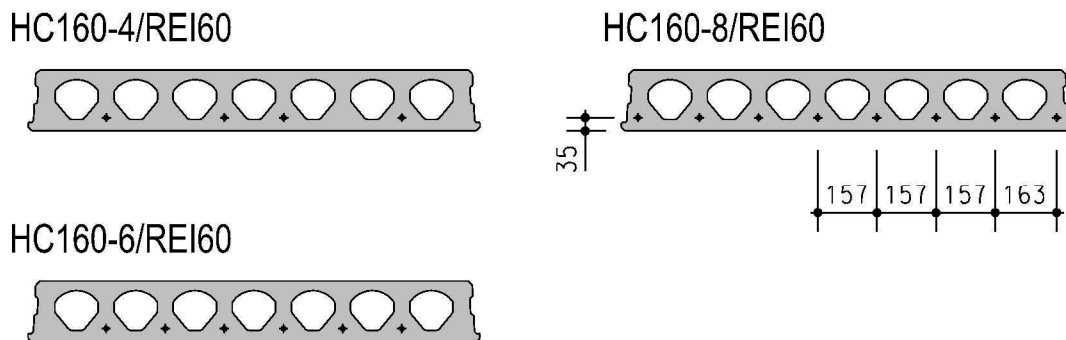
W związku z tym, jeżeli spełnione zostaną również wymagania opisane w pkt.6.2, przyjęć można, że odporność ogniowa stropów będzie co najmniej taka sama, jak odporność ogniowa prefabrykowanych płyt HC, z których strop zostanie skonstruowany.

1.3. Asortyment płyt HC

1.3.1. Warianty zbrojenia płyt HC160

Płyty HC160 zaprojektowane zostały w trzech wariantach zbrojenia sprężającego, które różnią się liczbą podłużnych cięgien sprężających i ich rozmieszczeniem w przekroju (rys.1.4).

Poszczególne warianty zostały oznaczone symbolami HC160-4/REI60, HC160-6/REI60 i HC160-8/REI60, gdzie liczba po symbolu typu odpowiada liczbie strun zbrojenia sprężającego.

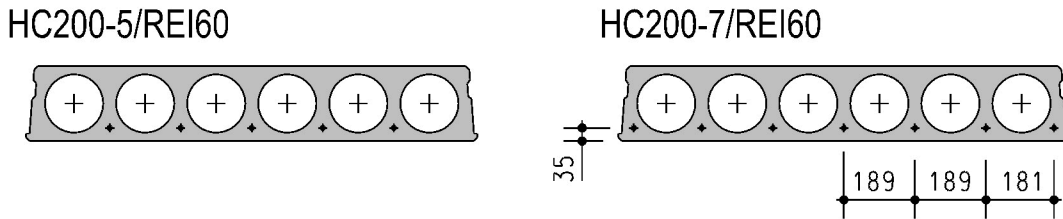


Rys.1.4. Warianty zbrojenia płyt HC160

W każdym wariantcie zbrojenia, płyty HC160 zbrojone są wyłącznie dołem. W kolejnych wariantach zastosowano odpowiednio: 4, 6 i 8-cięgien $\varnothing 12,5$ mm. Na szerokości przekroju poprzecznego, cięgna zostały umieszczone dokładnie w środkowych płaszczyznach poszczególnych żeber płyt (z wyjątkiem żeber skrajnych), w taki sposób, że w żadnym z wariantów nie występuje więcej niż jedno cięgno w obrębie jednego żebra; w dwóch najsłabszych wariantach występują natomiast żebra pozbawione zbrojenia podłużnego. W każdym przypadku, cięgna sprężające rozmieszczone są w jednej warstwie. Struny umieszczono w odległości osiowej 35 mm od dolnej powierzchni prefabrykatu (osiowo).

1.3.2. Warianty zbrojenia płyt HC200

Płyty HC200 zaprojektowane zostały w dwóch wariantach zbrojenia sprężającego (rys.1.5). Warianty zostały oznaczone symbolami HC200-5/REI60 i HC200-7/REI60, gdzie liczba po symbolu typu odpowiada liczbie strun zbrojenia sprężającego.

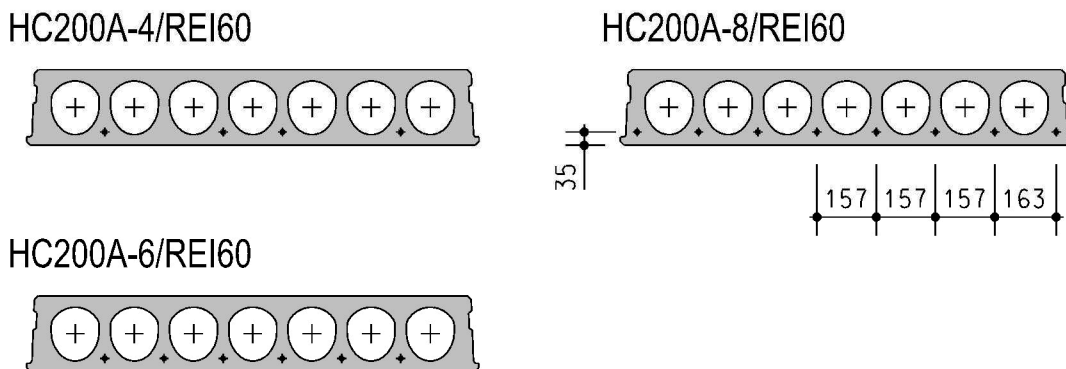


Rys.1.5. Warianty zbrojenia płyt HC200

W każdym wariantcie zbrojenia, płyty HC200 zbrojone są wyłącznie dołem. W kolejnych wariantach zastosowano odpowiednio: 5 i 7-cięgien $\varnothing 12,5$ mm. Struny rozplanowano analogicznie jak w płytach HC160.

1.3.3. Warianty zbrojenia płyt HC200A

Trzy warianty zbrojenia płyt HC200A są uzupełnieniem wariantów zbrojenia płyt HC200. Poszczególne warianty oznaczone zostały jako: HC200A-4/REI60, HC200A-6/REI60 i HC200A-8/REI60, gdzie liczba po symbolu typu odpowiada liczbie strun zbrojenia głównego (rys.1.6).

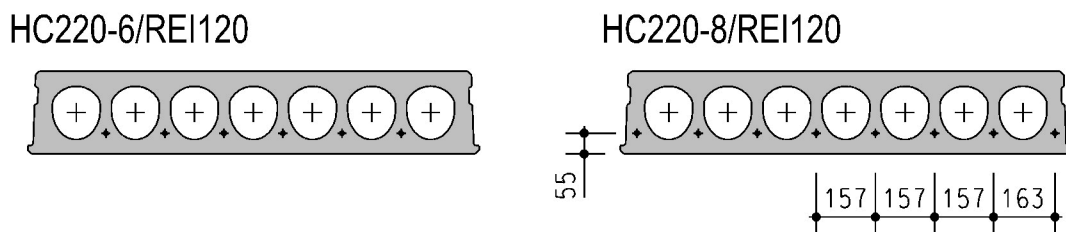


Rys.1.6. Warianty zbrojenia płyt HC200A

W każdym wariantcie zbrojenia, płyty HC200A zbrojone są wyłącznie dołem. W poszczególnych wariantach zastosowano odpowiednio: 4, 6 i 8-strun $\varnothing 12,5$ mm. Struny rozplanowano analogicznie jak w płytach HC200.

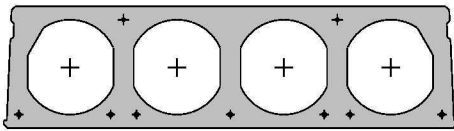
1.3.4. Warianty zbrojenia płyt HC220

Płyty HC220 są odmianą płyt HC200A. Mają identyczną topologię i ukształtowanie kanałów lecz zwiększoną wysokości oraz grubość otuliny zbrojenia (rys.1.7). Uzyskano w ten sposób wyższą odporność ogniową płyt. Zaprojektowane dwa warianty zbrojeń oznaczono jako: HC220-6/REI120 i HC220-8/REI120, odpowiednio do liczby strun zbrojenia dolnego.

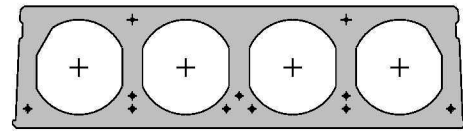


Rys.1.7. Warianty zbrojenia płyt HC220

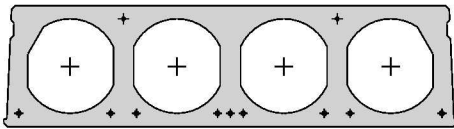
HC320-7/REI60



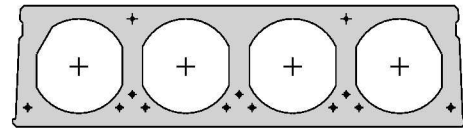
HC320-9/REI120



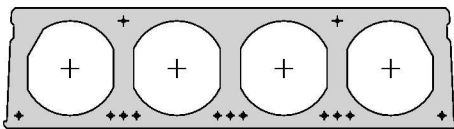
HC320-9/REI60



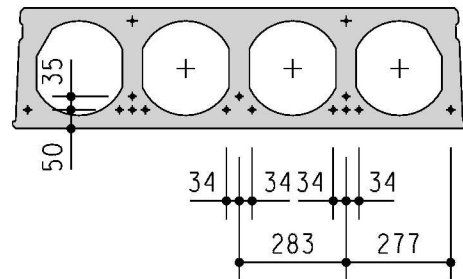
HC320-11/REI120



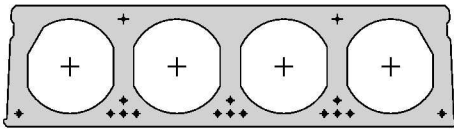
HC320-11/REI60



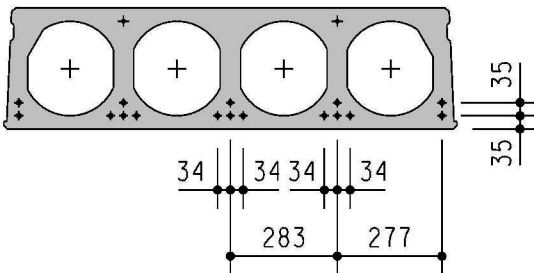
HC320-13/REI120



HC320-14/REI60



HC320-16/REI60



Rys.1.9. Warianty zbrojenia płyt HC320

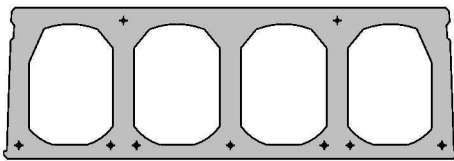
We wszystkich wariantach zbrojenia płyt HC320, jako zbrojenie główne (dolne), zastosowane zostały cięgna w postaci siedmiodrutowych splotów o nominalnej średnicy zewnętrznej $\varnothing 12,5$ mm, ze stali Y1860. W wariantach HC320-7/REI60, HC320-9/REI60 i HC320-11/REI60 dolne cięgna sprężające ułożone są w jednej warstwie, oddalonej od dolnej powierzchni prefabrykatu o 35 mm (osiowo). W pozostałych wariantach, dolne struny rozłożono w dwóch warstwach. W wariantach zbrojenia HC320-14/REI60 i HC320-16/REI60 warstwy zbrojenia umieszczono w odległości odpowiednio: 35 mm i 70 mm od spodu prefabrykatu, natomiast w wariantach o zwiększonej odporności ogniowej HC320-9/REI120, HC320-11/REI120 i HC320-13/REI120 w odległości: 50 mm i 85 mm. Na szerokości przekroju poprzecznego, dolne cięgna sprężające zostały umieszczone pojedynczo lub w grupach liczących po dwie, trzy lub cztery struny. Pojedyncze struny, jak również grupy strun, skoncentrowano przy środkowych płaszczyznach żeber (średników).

W każdym z wariantów, gdy długość płyty przekracza 13,0 m, oprócz strun głównego zbrojenia sprężającego, umieszczono dodatkowe zbrojenie w górnej strefie przekroju, ściskanej podczas normalnej eksploatacji. Zbrojenie górne wprowadzono w celu zabezpieczenia przed złamaniem odwrotnym momentem zginającym płyt długich podczas ich przenoszenia i montażu (pkt.7.2.1). W każdym przypadku jako zbrojenie górne zastosowano dwie struny $\varnothing 9,3$ mm, ze stali Y1860. Górne struny umieszczono w dwóch przedskrajnych żebrach płyt, w odległości 35 mm od górnej powierzchni płyt (osiowo), dokładnie w środkowej płaszczyźnie żeber.

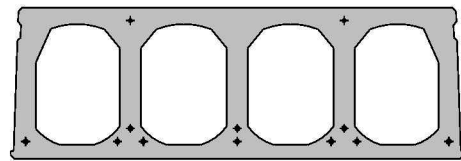
1.3.7. Warianty zbrojenia płyt HC400

Dla płyt HC400 zaprojektowanych zostało sześć wariantów zbrojenia sprężającego, zróżnicowanych pod względem liczby cięgien sprężających i ich rozłożeniem na planie przekroju poprzecznego (rys.1.10). Warianty oznaczone zostały symbolami: HC400-7/REI60, HC400-9/REI60, HC400-11/REI60, HC400-14/REI60, HC400-10/REI120 i HC400-11/REI120, gdzie liczba po symbolu typu jest liczbą strun zbrojenia głównego (dolnego).

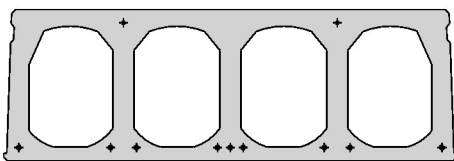
HC400-7/REI60



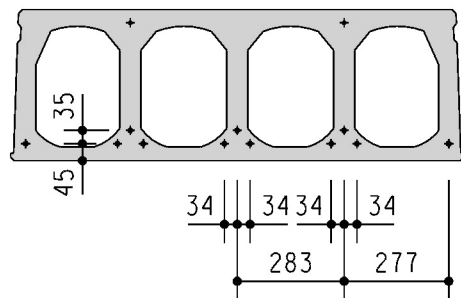
HC400-10/REI120



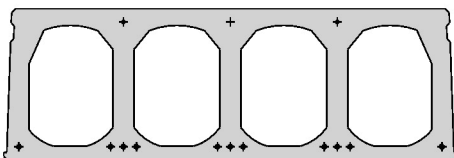
HC400-9/REI60



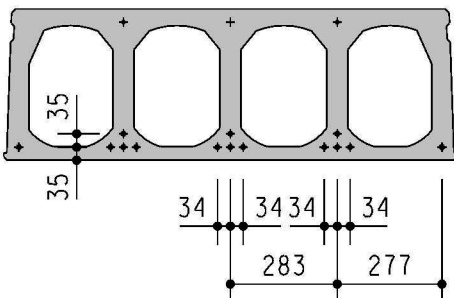
HC400-11/REI120



HC400-11/REI60



HC400-14/REI60



Rys.1.10. Warianty zbrojenia płyt HC400

W każdym wariantcie zbrojenia, płyty HC400 zbrojone są dołem siedmiodrutowymi splotami o średnicy $\varnothing 12,5$ mm, ze stali Y1860. W wariantach HC400-7/REI60, HC400-9/REI60 i HC400-11/REI60 dolne cięgna sprężające rozmieszczone są w jednej warstwie, w odległości osiowej 35 mm od spodu prefabrykatu. W pozostałych dwóch wariantach, dolne struny rozłożone są w dwóch warstwach. W wariantcie zbrojenia HC400-14/REI60 warstwy zbrojenia umieszczono w odległości 35 mm i 70 mm od dolnej krawędzi przekroju, natomiast w wariantach o wyższej odporności ogniowej HC400-10/REI120 i HC400-11/REI120 - w odległości: 45 mm i 80 mm. Na szerokości przekroju poprzecznego, cięgna sprężające zostały umieszczone pojedynczo lub w grupach liczących po dwie, trzy lub cztery struny. Struny skoncentrowane są przy środkowych płaszczyznach środników płyt.

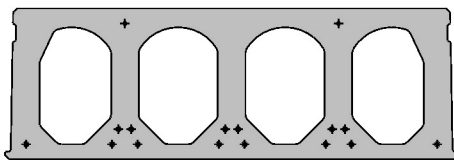
Oprócz strun zbrojenia głównego, we wszystkich wariantach wprowadzono zbrojenie górne, złożone z dwóch strun w postaci siedmiodrutowych splotów o średnicy $\varnothing 9,3$ mm ze stali Y1860 S7. Cięgna górne zaprojektowano tylko w przypadkach, w których długość płyty przekracza 13,0 m (płyty krótsze nie posiadają zbrojenia górnego). Struny zostały ułożone w płaszczyznach środkowych dwóch przedskrajnych żeber płyty, w odległości 35 mm od górnej powierzchni prefabrykatu. Nie wprowadzono żadnego dodatkowego oznaczenia wariantu ze względu na istnienie lub brak zbrojenia górnego.

Zbrojenie górne nie pełni żadnej funkcji konstrukcyjnej podczas eksploatacji płyt HC400 w ustroju stropowym. Zostało wprowadzone w celu zabezpieczenia przed złamaniem momentem odwrotnym płyt długich, podczas ich przenoszenia chwytakami, gdy te są podwieszane do trawersy znacznie krótszej niż długość podnoszonego prefabrykatu.

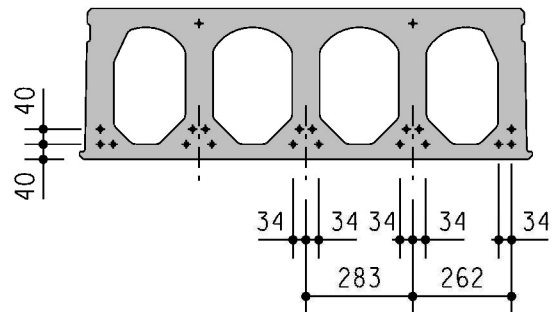
1.3.8. Warianty zbrojenia płyt HC400A

Płyty HC400A są wzmocnioną wersją płyt HC400. Większą wytrzymałość tych płyt uzyskano poprzez pogrubienie ścianek przekroju, co pozwoliło zmieścić większą liczbę strun z jednoczesnym pogrubieniem ich otuliny. Zaprojektowano trzy warianty zbrojeń płyt HC400A (rys. 1.11), zróżnicowane pod względem liczby strun i ich rozłożenia na planie przekroju, wszystkie w klasie odporności ogniowej REI120. Kolejne warianty oznaczono symbolami HC400A-14/REI120, HC400A-16/REI120 oraz HC400A-18/REI120, odpowiednio do liczby strun zbrojenia głównego.

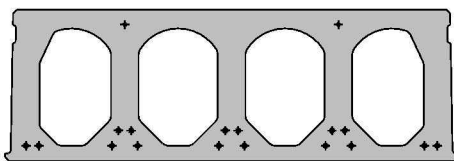
HC400A-14/REI120



HC400A-18/REI120



HC400A-16/REI120



Rys.1.11. Warianty zbrojenia płyt HC400A

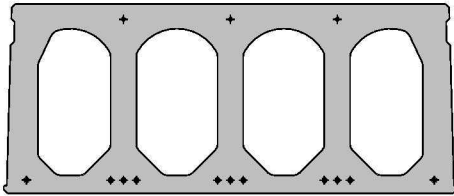
We wszystkich wariantach dolne cięgna sprężające rozmieszczone są w dwóch warstwach, w odległości osiowej 40 mm i 80 mm od sufitowej powierzchni prefabrykatu. Struny skoncentrowane są w grupach umieszczonych przy środkowych płaszczyznach środników płyt. W każdym wariantcie wewnętrzne żebra zbrojone są czterema strunami, natomiast w zebrach skrajnych umieszczono jedną-, dwie- lub trzy struny, różnicując w ten sposób zbrojenie płyt.

Oprócz strun zbrojenia głównego, we wszystkich wariantach wprowadzono zbrojenie górne, złożone z dwóch strun – gdy długość płyt nie przekracza 15,5 m (rys.1.11), albo z trzech strun – w przypadku płyt dłuższych. Górne struny zostały ułożone w płaszczyznach środkowych wewnętrznych żeber płyty, w odległości 40 mm od górnej powierzchni prefabrykatu. Nie wprowadzono żadnego dodatkowego oznaczenia wariantu ze względu na istnienie lub brak zbrojenia górnego.

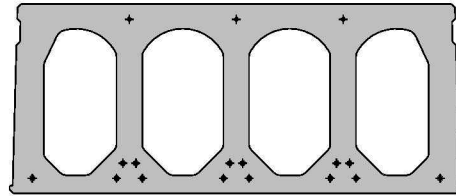
1.3.9. Warianty zbrojenia płyt HC500

Płyty HC500 zaprojektowano w sześciu wariantach zbrojenia sprężającego, o zróżnicowanej liczbie i rozkładzie strun na planie przekroju poprzecznego (rys.1.12). Kolejne warianty zostały oznaczone symbolami HC500-11/REI60, HC500-15/REI60, HC500-17/REI60, HC500-19/REI60, HC500-14/REI120 i HC500-19/REI120, gdzie liczba po symbolu typu odpowiada liczbie strun zbrojenia głównego (dolnego).

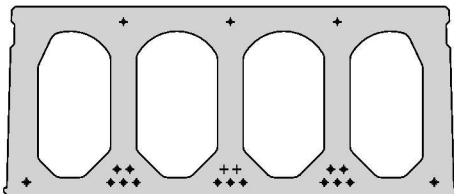
HC500-11/R60



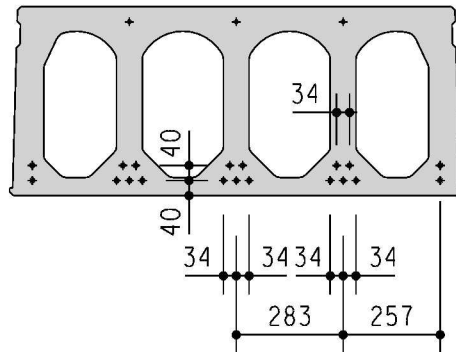
HC500-14/R120



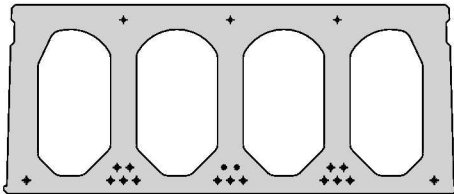
HC500-15/R60



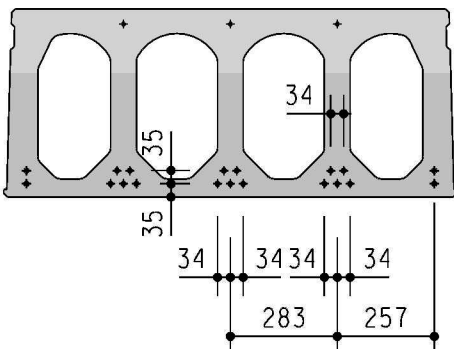
HC500-19/R120



HC500-17/R60



HC500-19/R60



Rys.1.12. Warianty zbrojenia płyt HC500

Płyty HC500 zbrojone są dołem (zbrojenie główne), ciągniami w postaci siedmiodrutowych splotów o nominalnej średnicy $\varnothing 12,5$ mm, wykonanych ze stali Y1860. W wariantach zbrojenia HC500-11/R60 dolne ciągnia sprężające rozmieszczone są w jednej warstwie, oddalonych od dolnej powierzchni prefabrykatu o 35 mm (osiowo). W pozostałych wariantach, dolne struny rozłożone są w dwóch warstwach. W wariantach zbrojenia HC500-15/REI60, HC500-17/REI60 i HC500-19/REI60 warstwy

zbrojenia umieszczono w odległości odpowiednio: 35 mm i 70 mm od spodu prefabrykatu, natomiast w wariantach o podwyższonej odporności ogniowej HC500-14/REI120 i HC500-19/REI120 - w odległości: 40 mm i 80 mm. Na szerokości przekroju poprzecznego, dolne ciągnia sprężające zostały umieszczone pojedynczo lub pogrupowane po dwie, trzy lub pięć sztuk. Struny skoncentrowane są przy środkowych płaszczyznach żeber (średników) płyt.

Oprócz strun zbrojenia głównego, we wszystkich wariantach występuje również dodatkowe zbrojenie w górnej strefie przekroju, ściskanej podczas normalnej eksploatacji. Zbrojenie górne wbudowano w celu zabezpieczenia przed zarysowaniem betonu przy górnej powierzchni prefabrykatów w stadium początkowym, bezpośrednio po sprężeniu, oraz w celu zabezpieczenia płyt długich przed złamaniem momentem odwrotnym podczas podnoszenia (pkt.7.2.1). W każdym z wariantów płyt HC500 jako zbrojenie górne zastosowano sploty o średnicy $\varnothing 9,3$ mm, po dwie lub trzy sztuki, w zależności od długości prefabrykatu. - Przy długości mniejszej od 13,0 m umieszczono dwie struny, a przy długości większej niż 13,0 m - trzy. Wyjątek stanowi płyta HC500-14/REI120, której górne zbrojenie składa się z dwóch strun $\varnothing 9,3$ mm, gdy długość elementu przekracza 13,0 m; przy mniejszej długości płyta zbrojenia górnego nie posiada.

W przypadkach, w których górne zbrojenie stanowią dwie struny, zostały one umieszczone w dwóch przedskrajnych żebrach przekroju płyt; gdy natomiast górną występują trzy struny, są one umieszczone we wszystkich żebrach wewnętrznych (żebra skrajne nie są zbrojone górną). Struny górne są umieszczone w odległości 40 mm od górnej powierzchni płyt (osiowo), dokładnie w środkowej płaszczyźnie żeber.

1.4. Kształtowanie płyt pochodnych

1.4.1. Ogólne wytyczne

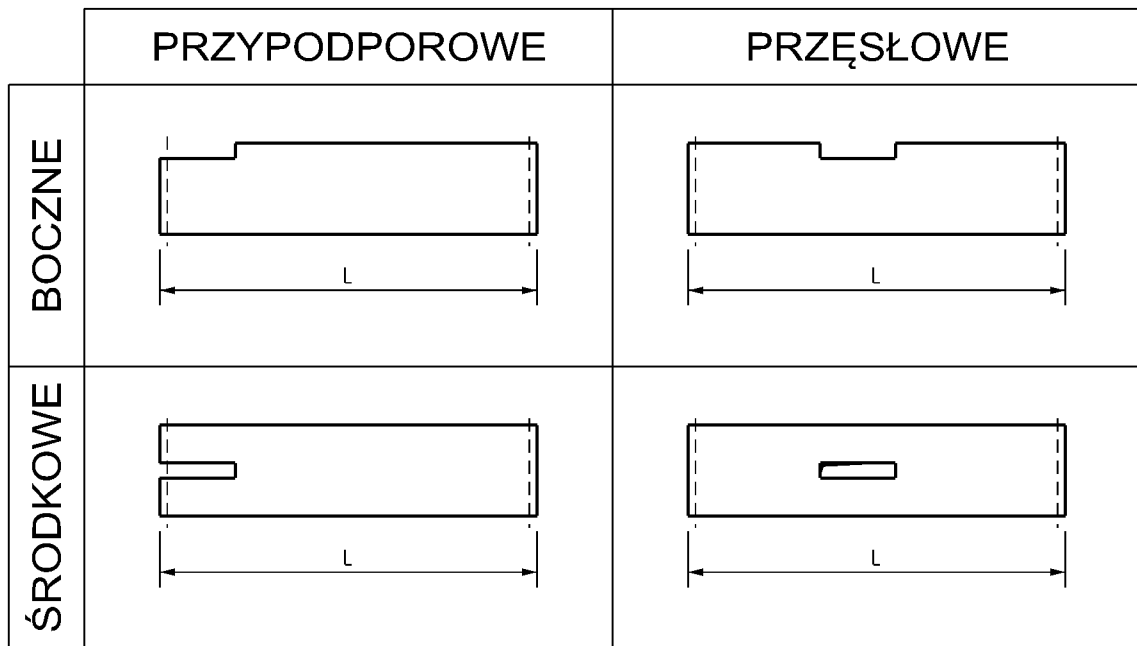
Płyty HC można w szerokim zakresie kształtować wtórnie, dostosowując je do lokalnych warunków, z jakimi najczęściej można się spotkać w projektowanych budynkach. Płyty można kształtować poprzez wzdlużne lub poprzeczne docinanie płyt podstawowych oraz poprzez wykonanie w nich wycięć i otworów (perforowanie). W wyniku takich zabiegów otrzymuje się płyty określane dalej jako płyty pochodne HC.

Płyty pochodne stanowią uzupełnienie asortymentu płyt podstawowych, ułatwiając konstruowanie stropów w miejscach szczególnych, jak wszelkie nieregularności, a w szczególności w miejscach kolizji stropów z innymi elementami budynku. Pionowa perforacja płyt umożliwia przeprowadzenie przez strop różnego rodzaju przewodów lub zblokowanych pionów instalacyjnych (szachtów), a także omińnięcie pionowych elementów konstrukcji nośnej budynku, takich jak słupy lub pilastry. Poprzeczne docinanie prefabrykatów podstawowych daje możliwość wykonania płyt o kształcie nieprostokątnym, takim jak trapezowy, rombowy lub w kształcie nieregularnego czworoboku. Płyty docinane poprzecznie ułatwiają przede wszystkim wykonanie stropów w budynkach o nieprostokątnym, kształcie rzutu poziomego. W wyniku podłużnego przecięcia płyty podstawowej otrzymuje się natomiast zwężone pasma płyt, o szerokości mniejszej niż moduł 1200 mm. Zwężone pasma płyt pozwalają dopasować plan rozmieszczenia płyt do rzeczywistej szerokości traktów lub naw budynku.

Płyta pochodna może być wykonana z dowolnej płyty podstawowej HC, z podłużnym zbrojeniem sprężającym zgodnym z jednym z wariantów zbrojenia (pkt.1.3), chyba że dalej wprowadzono ograniczenie, wykluczające użycie danego wariantu zbrojenia w szczególnych sytuacjach. Perforację oraz podłużne i poprzeczne docinanie płyt można projektować tylko zgodnie z wytycznymi podanymi w dalszej części tego podrozdziału.

W płytach HC można wykonać dwa podstawowe rodzaje perforacji: okrągłe lub podłużne otwory oraz prostokątne wycięcia.

Pod pojęciem otwór rozumieć należy taką perforację, która nie narusza struktury żeber płyty (pionowych średników), tj. wykonaną w półce dolnej lub/i górnej, względnie na wskroś całej płyty, lecz przez jeden z podłużnych kanałów (pkt.1.4.2). Za wycięcia natomiast uważać należy perforację, polegającą na usunięciu z podstawowego prefabrykatu odcinka jednego lub dwóch żeber (średników). Ze względu na miejsce występowania rozróżnia się wycięcia przypodporowe (pkt.1.4.3) oraz wycięcia przesłowe (pkt.1.4.4). Te z kolei mogą być wykonane jako wycięcia boczne, naruszające jedno z dwóch skrajnych żeber płyty, lub środkowe, powstałe po usunięciu odcinka jednego lub kilku żeber wewnętrznych. Wszystkie rodzaje wycięć, jakie można wykonać w płytach HC zilustrowano ogólnie na rys.1.13.



Rys.1.13 Dopuszczalne rodzaje wycięć w płytach HC

Otwory w płytach HC mogą być wykonywane w wytwórni lub na budowie. Jeżeli otwory mają zostać wykonane na budowie, to powinny być wiercone mechanicznie, przy użyciu bezударowej wiertnicy z wiertłem koronowym o odpowiedniej średnicy. Ze względu na niebezpieczeństwo spowodowania uszkodzeń żeber lub odłupania otulin strun, nie dopuszcza się przebijania otworów w płytach HC. Wycięcia w płytach HC oraz poprzeczne i podłużne docinanie można wykonywać wyłącznie w wytwórni.

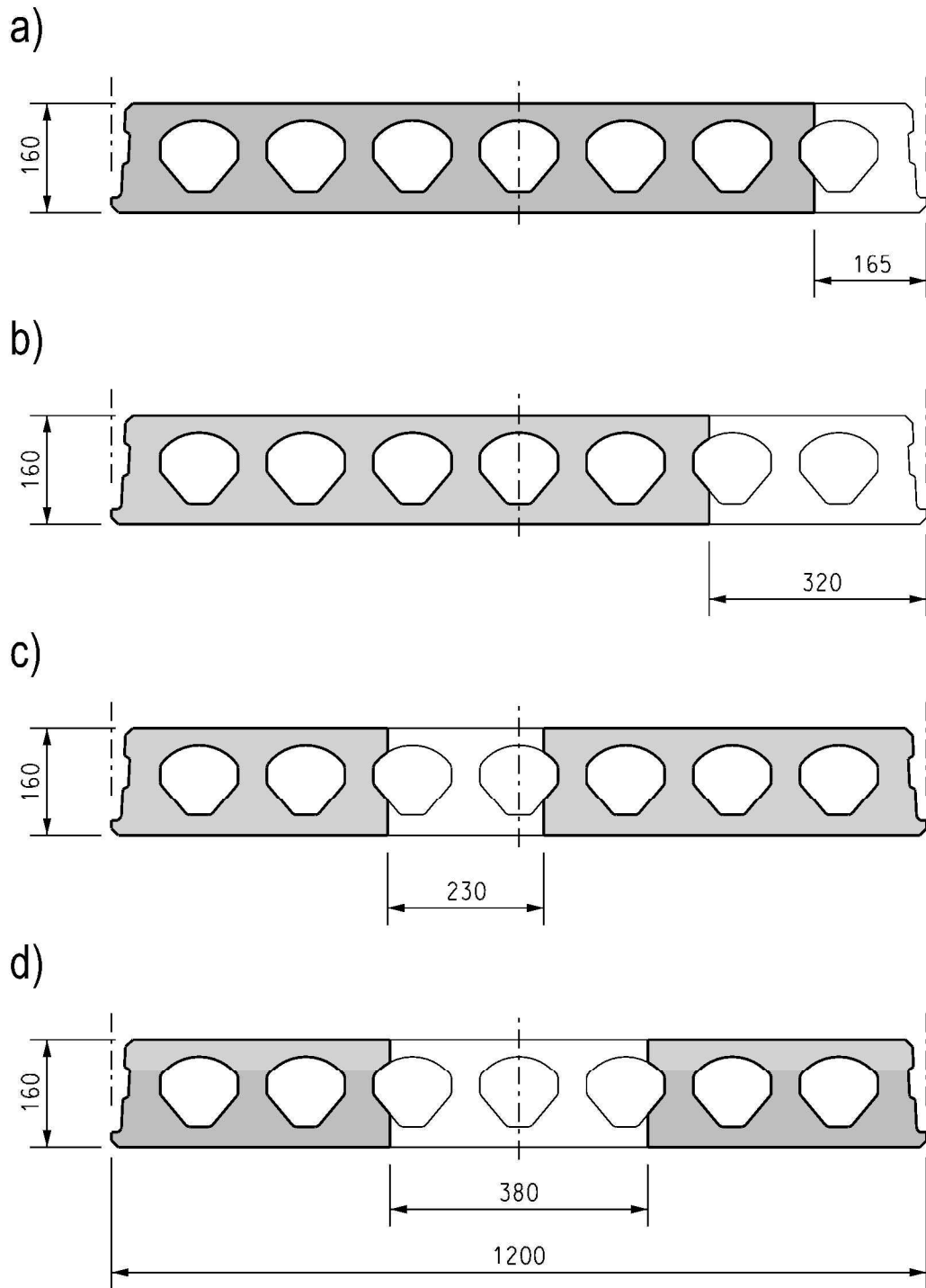
Zarówno otwory, jak i wycięcia w płytach, a także zwężone pasma płyt, mogą być wykonywane, tylko w ściśle określonych wymiarach, które dla każdego typu płyt HC zestawiono w tabl.1.3.

Tabl.1.3 Zestawienie dopuszczalnych szerokości wycięć, szerokości pasm oraz średnic otworów [mm]

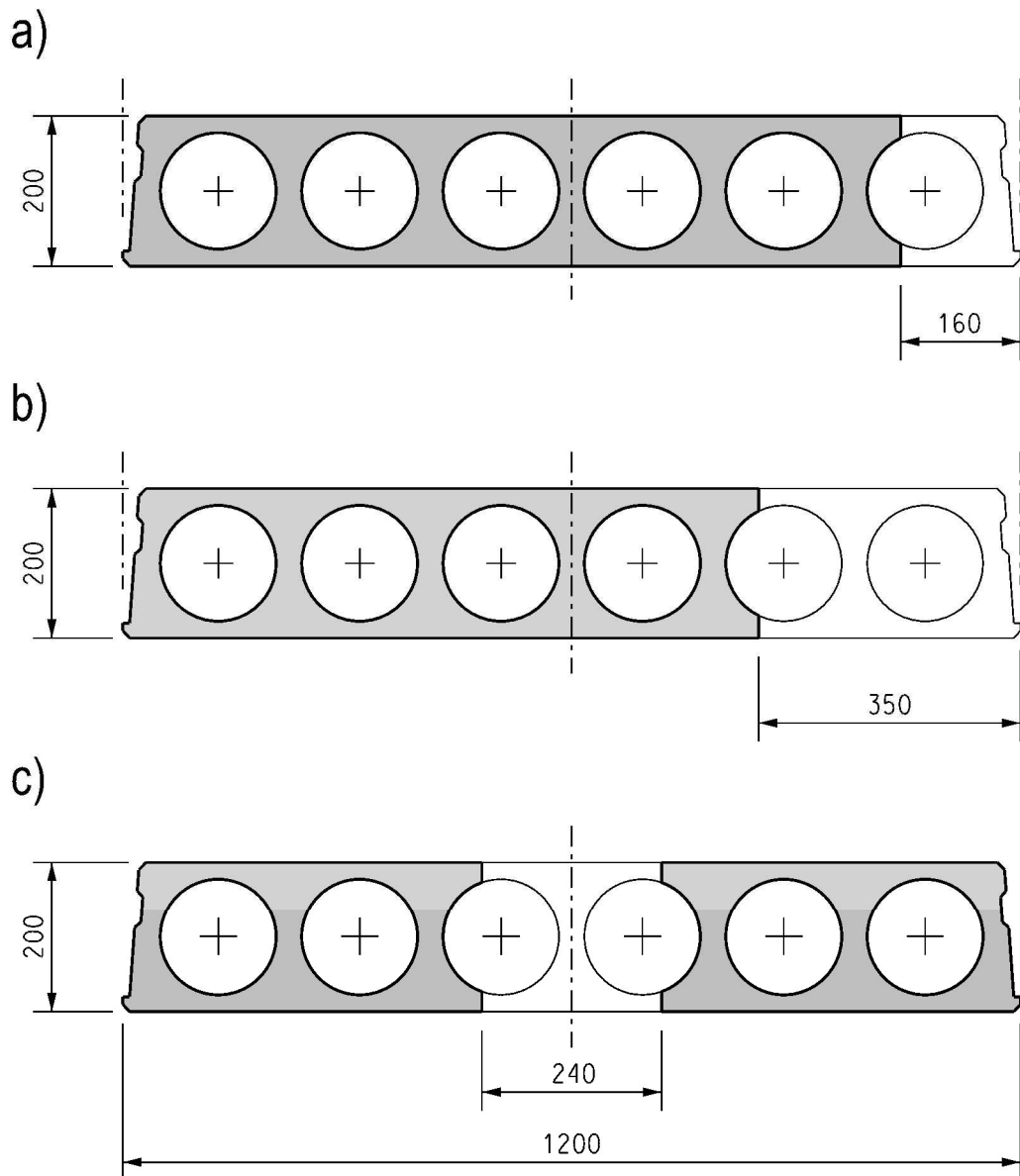
Typ płyty	Rodzaj i szerokość wycięcia								Max średnica otworów	Szerokości zwężonych pasm	
	przy podporach				przez słupy					min	max
	boczne		środkowe		boczne		środkowe				
HC160 HC200A HC220	165	320	230	380	165	320	230	380	80	400	1110
HC200	160	350 ¹⁾	240	-	160	-	240	-	100	445	1080
HC265	210	420 ¹⁾	230	-	210	-	230	-	120	540	1065
HC320 HC400 HC400A HC500	240	-	280	-	240	-	280	-	140	385	1025

¹⁾ - nie należy stosować w warunkach częściowego zamocowania płyt na podporach (por. rozdz.4.4)

Na rys.1.14÷1.17 pokazano przekroje poprzeczne płyt ilustrujące wszystkie rodzaje wycięć (przy podporach i przez słupy) możliwe do wykonania w płytach HC. Ilustracja wycięć w płytach HC160 przedstawiona na rys.1.14 dotyczy wszystkich siedmiokanałowych płyt: HC160, HC200A i HC220. Z kolei, wycięcia dopuszczalne w płytach czterokanałowych: HC320, HC400, HC400A i HC500, pokazano na rys.1.17 na przykładzie płyt HC320.

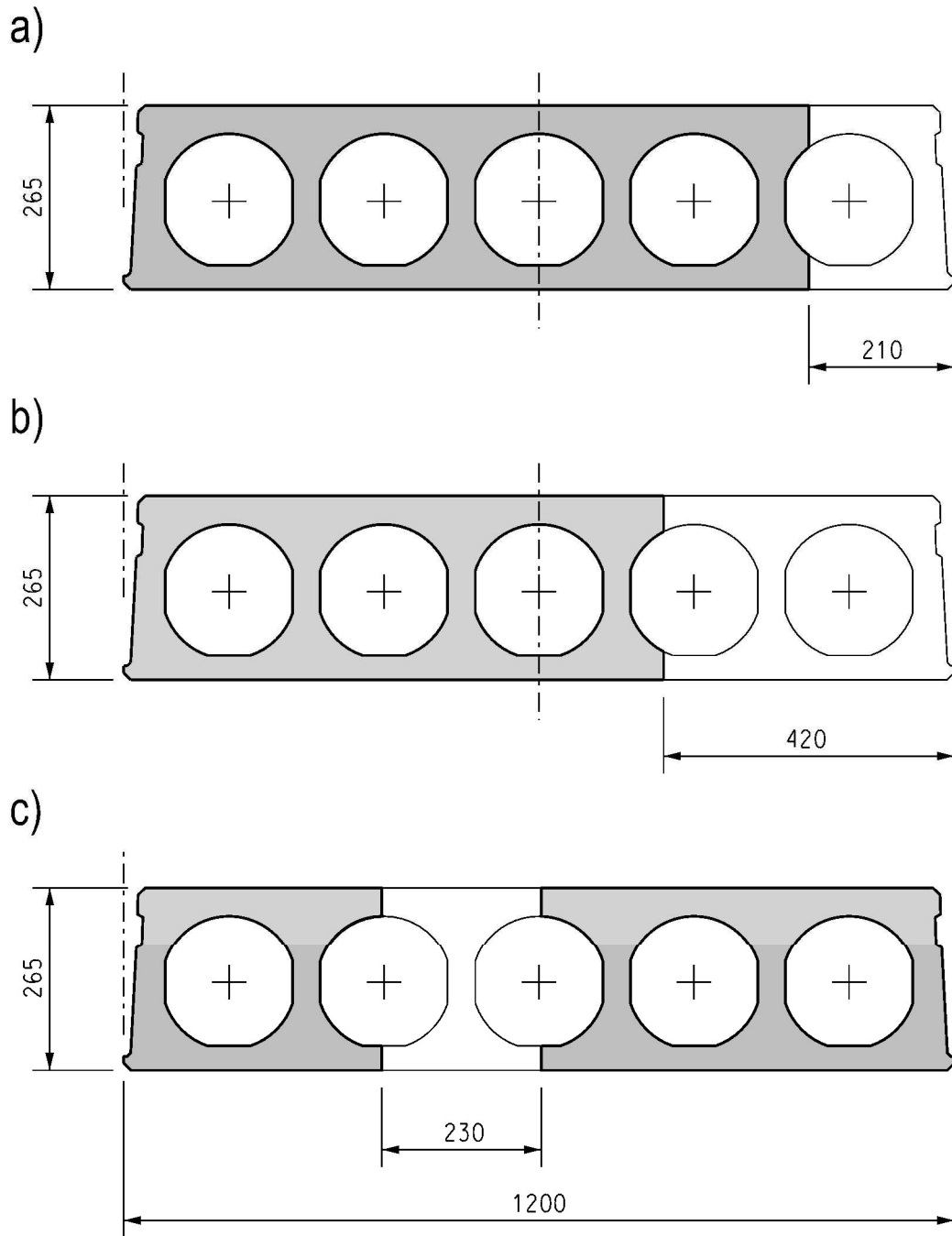


Rys.1.14 Przekroje poprzeczne płyt HC160 w miejscach wycięć:
 (a) (b) wycięcia boczne, przypodporowe i przęsłowe
 (c) (d) wycięcia środkowe, przypodporowe i przęsłowe



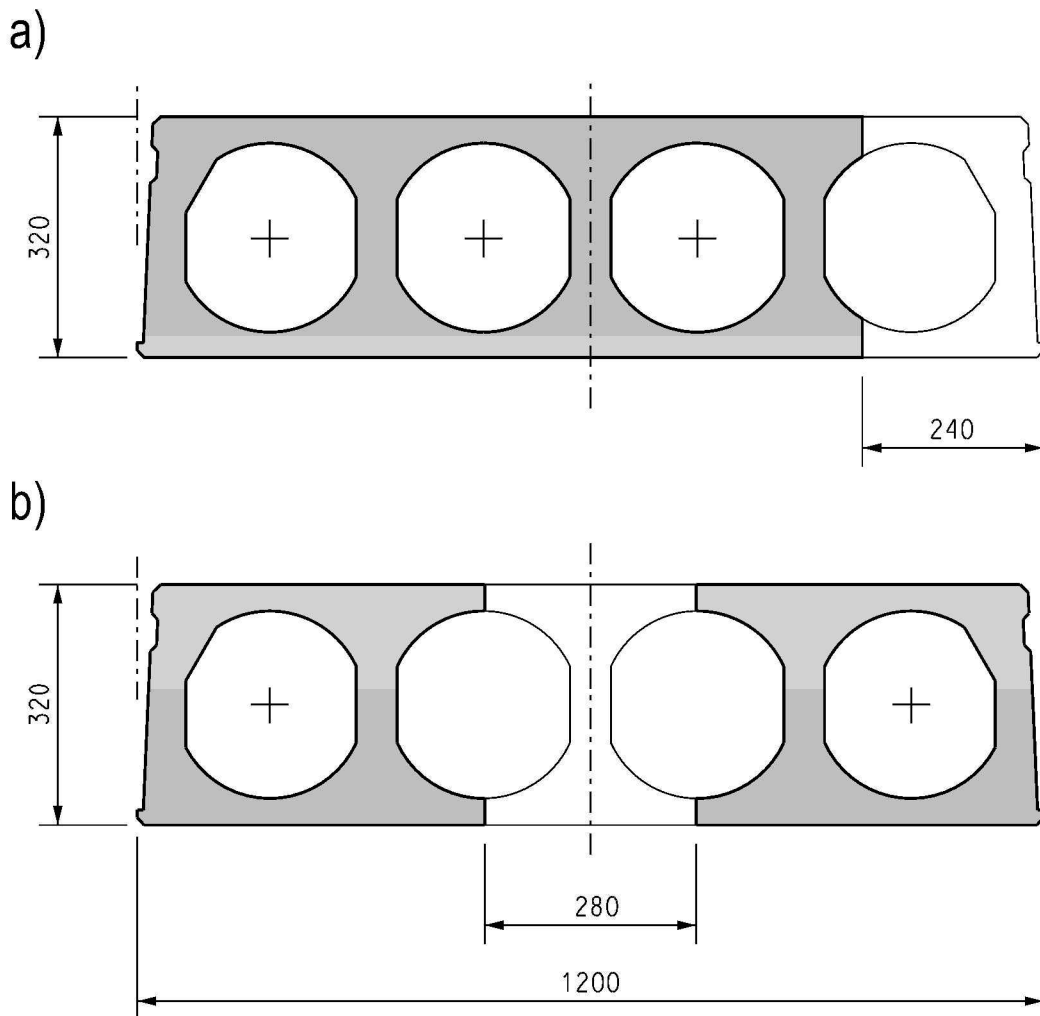
Rys.1.15 Przekroje poprzeczne płyt HC200 w miejscach wycięć:

- (a) wycięcia boczne, przypodporowe i przęsłowe
- (b) wycięcia boczne przypodporowe
- (c) wycięcia środkowe, przypodporowe i przęsłowe



Rys.1.16 Przekroje poprzeczne płyt HC265 w miejscach wycięć:

- (a) wycięcia boczne, przypodporowe i przęsłowe
- (b) wycięcia boczne, przypodporowe
- (c) wycięcia środkowe, przypodporowe i przęsłowe



Rys.1.17 Przekroje poprzeczne płyt HC320 w miejscach wycięć:
 (a) wycięcia boczne, przypodporowe i przęsłowe
 (b) wycięcia środkowe, przypodporowe i przęsłowe

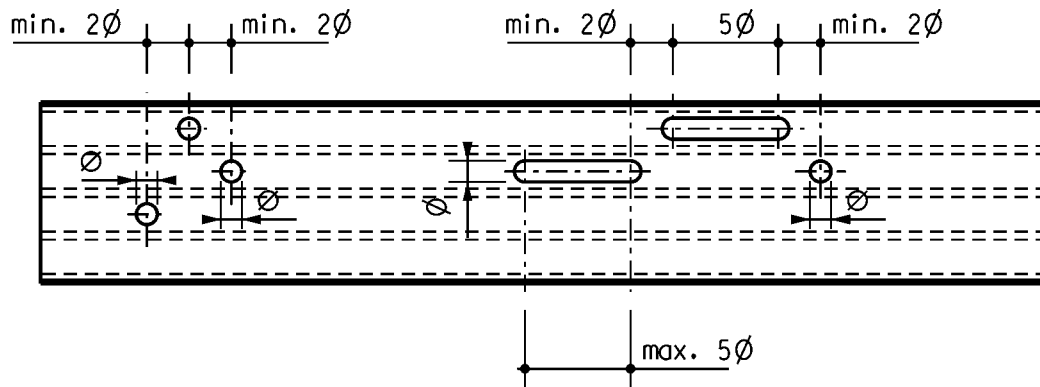
Poszczególne rodzaje perforacji, jakie można wykonać w płytach HC, oraz zasady prawidłowego rozmieszczania otworów i wycięć na planie płyt opisano szczegółowo w kolejnych punktach tego podrozdziału.

1.4.2. Wykonywanie otworów w płytach

Wszelkie otwory w płytach HC należy rozmieszczać w taki sposób, by ich oś pionowa znajdowała się dokładnie w płaszczyźnie osi jednego z podłużnych kanałów płyty. Średnica otworów okrągłych oraz szerokość otworów podłużnych (mierzona w kierunku szerokości płyty) nie może być większa od maksymalnej, podanej dla każdego typu płyt HC w tabl.1.3. Otwory podłużne powinny mieć wyokrąglone zakończenia, których średnica powinna być równa szerokości otworu. Długość otworów podłużnych, mierzona między środkami wyokrągleń, nie powinna być większa niż pięć dopuszczalnych średnic.

Zezwala się na wykonywanie wielu otworów w jednym prefabrykacie podstawowym, przy czym żaden przekrój poprzeczny płyty nie powinien być osłabiony więcej niż jednym otworem. Ponadto, otworów nie należy projektować i wykonywać na tych odcinkach płyt, które zostały już osłabione wycięciem przypodporowym lub przęsłowym (pkt.1.4.3 i pkt.1.4.4).

Na rys.1.18 zilustrowano zasady, których należy przestrzegać przy rozmieszczaniu otworów na planie płyt HC, aby nie powodować osłabienia płyt.



Rys.1.18 Zasady rozmieszczania otworów w płytach HC

1.4.3. Wycięcia przypodporowe w płytach HC

Wycięcie przypodporowe powstaje w wyniku usunięcia z prefabrykatu podstawowego końcowego (przypodporowego) odcinka jednego lub dwóch żeber płyty, wraz z półkami. Wykonanie wycięcia przypodporowego wiąże się z naruszeniem podporowej krawędzi płyty, co powoduje, że skrócone żebra płyty nie są bezpośrednio oparte na podporze.

Obydwa rodzaje wycięć przypodporowych w płytach HC (boczne i środkowe) mogą być wykonywane tylko w rozmiarach (szerokościach), które dla każdego typu płyt HC zostały określone w tabl.1.3 i pokazane na rys.1.14÷1.17. W każdym przypadku długość wycięcia przypodporowego, mierzona równoległe do długości płyty, nie może być większa niż 130 cm i jednocześnie nie powinna być większa niż 0,15 długości płyty.

1.4.4. Wycięcia przeszłowe w płytach HC

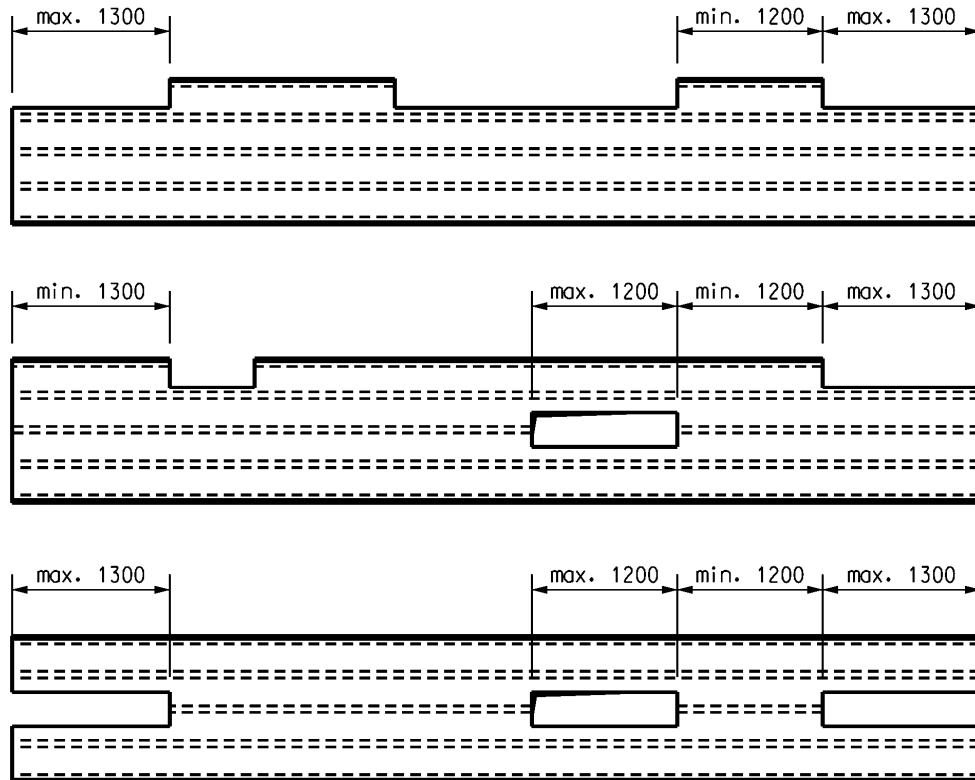
Wycięcie przeszłowe powstaje po usunięciu z podstawowego prefabrykatu odcinka jednego z żeber w środkowej części płyty, bez naruszania podporowych krawędzi i końcowych, przypodporowych odcinków jej żeber na długości 130 cm. Wycięcia przeszłowe w płytach HC, podobnie jak wycięcia przypodporowe, mogą być wykonane tylko w ściśle określonym rozmiarze, podanym w tabl.1.3 i na rys.1.14÷1.17. Długość wycięć przeszłowych bocznych może być dowolna, natomiast wycięcia przeszłowe środkowe nie powinny być dłuższe niż 120 cm. Muszą być przy tym zachowane ograniczenia podane wyżej, dotyczące położenia wycięć przeszłowych na długości płyty, oraz wymagania określone w pkt.1.4.5 dla przypadków jednoczesnego stosowania kilku wycięć w obrębie jednego prefabrykatu.

1.4.5. Płyty o złożonej perforacji

Dopuszcza się, aby w jednej płycie HC było wykonanych kilka wycięć. W takim przypadku każde z wycięć musi spełniać wymagania określone w pkt.1.4.3 i pkt.1.4.4, a ponadto muszą być zachowane następujące wymagania dodatkowe:

- 1) przy jednej podporze można wykonać tylko jedno wycięcie przypodporowe,
- 2) jeżeli przy jednej podporze płyty jest wykonane przypodporowe wycięcie środkowe, to przy drugiej podporze nie można wykonać przypodporowego wycięcia bocznego; można natomiast wykonać przypodporowe wycięcie środkowe,
- 3) w jednym prefabrykacie można wykonać kilka wycięć bocznych (dwa przypodporowe i kilka przeszłowych), przy czym wszystkie powinny być wykonane przy tej samej bocznej krawędzi płyty, a odstęp między wycięciem przypodporowym a najbliższym wycięciem przeszłowym, mierzony wzdłuż płyty, nie może być mniejszy niż 120 cm; niedopuszczalne jest naruszanie wycięciami obydwu bocznych krawędzi płyty,
- 4) w jednym prefabrykacie można wykonać kilka wycięć środkowych (dwa przypodporowe i kilka przeszłowych), przy czym odstęp między sąsiednimi wycięciami, mierzony wzdłuż płyty, nie może być mniejszy niż 120 cm,
- 5) w jednym prefabrykacie można wykonać kilka wycięć przeszłowych (bocznych i środkowych), przy czym odstęp między kolejnymi wycięciami, mierzony wzdłuż płyty, nie może być mniejszy niż 120 cm.

Opisane wyżej reguły, według których rozmieszczać należy wycięcia w płytach HC, zilustrowano na rys.1.19.

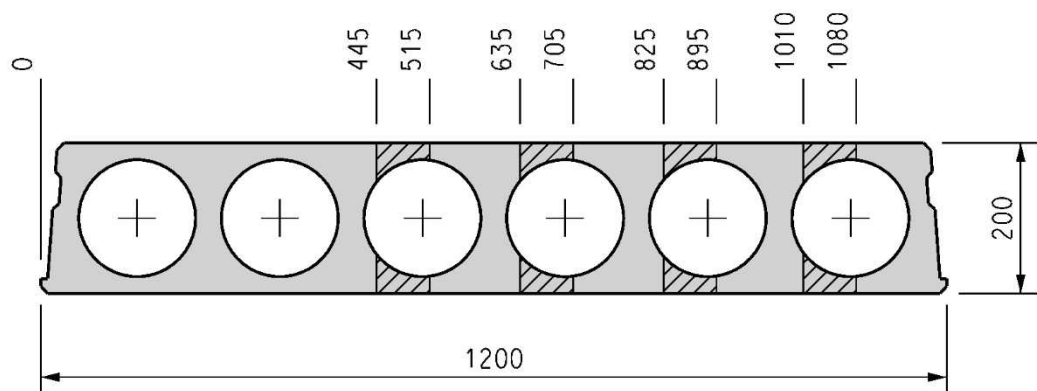


Rys.1.19 Zasady rozmieszczenie wielu wycięć na planie płyt HC

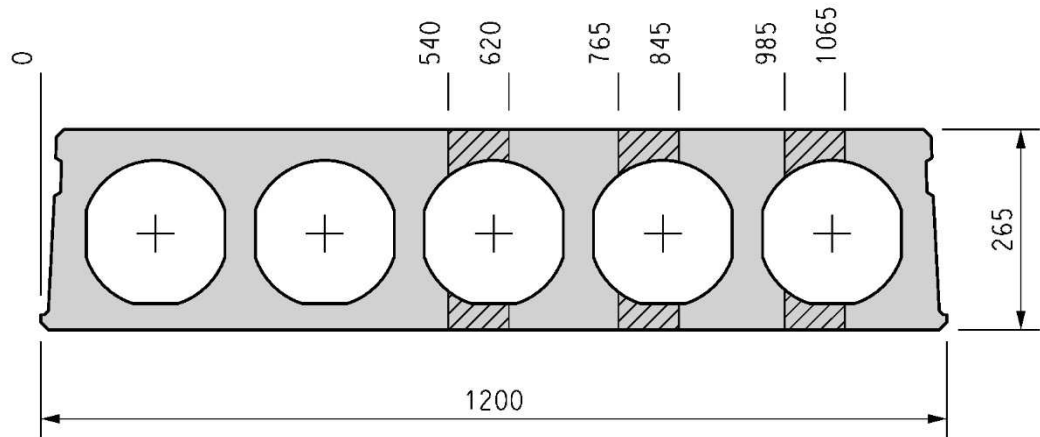
1.4.6. Zwężone pasma płyt

Poprzez podłużne rozcięcie prefabrykatów podstawowych można wykonać pasma płyt HC o szerokości mniejszej niż standardowe 120 cm. Płyty HC przecinać można wzdłuż jednego z podłużnych kanałów, co daje możliwość wykonania pasm w znacznym zakresie szerokości. Graniczne wymiary pasm jakie otrzymuje się po przecięciu płyty podstawowej podano dla każdego typu płyt HC w tabl.1.3, natomiast na rys.1.20÷1.23 pokazano schematy rozkroju płyt podstawowych. Zakreskowane pola to obszary, w których dopuszczalne jest cięcie podłużne prefabrykatów.

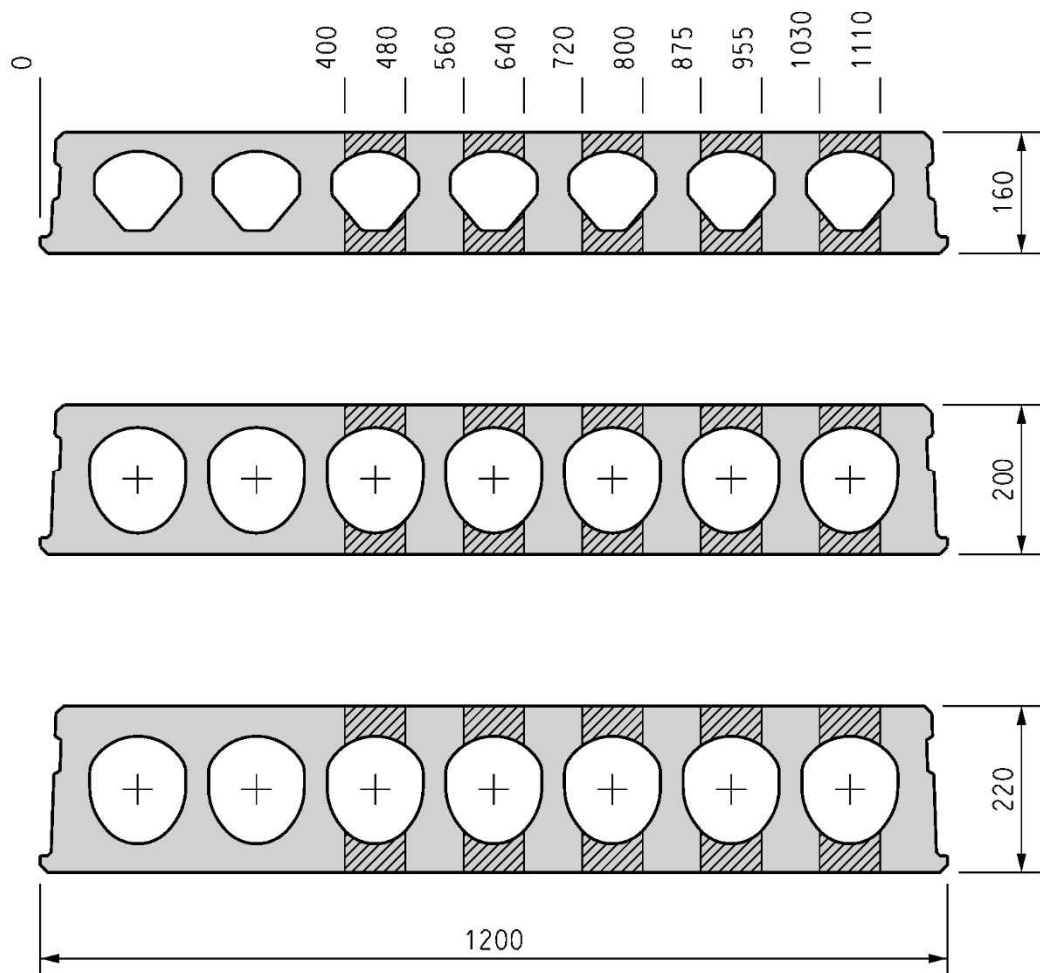
W płytach zwężonych nie dopuszcza się wykonywania żadnych wycięć, można natomiast wykonać w nich otwory, zgodnie z wytycznymi podanymi w pkt.1.4.2, z ograniczeniem ich średnicy lub szerokości (w przypadku otworów podłużnych) do połowy dopuszczalnej wartości, podanej w tabl.1.3.



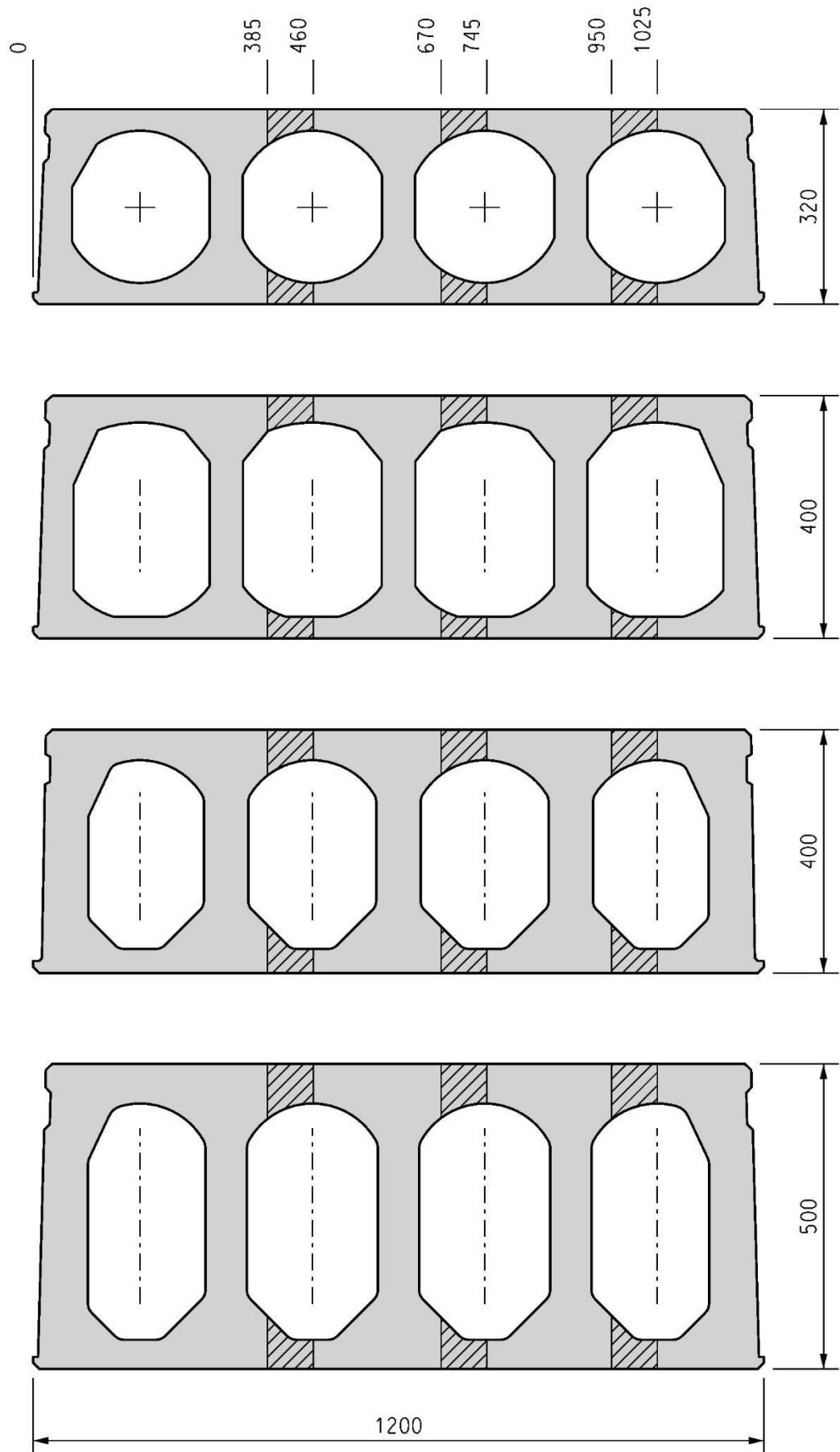
Rys.1.20 Schemat rozkroju płyt HC200



Rys.1.21 Schemat rozkroju płyt HC265



Rys.1.22 Schemat rozkroju płyt HC160, HC200A i HC220

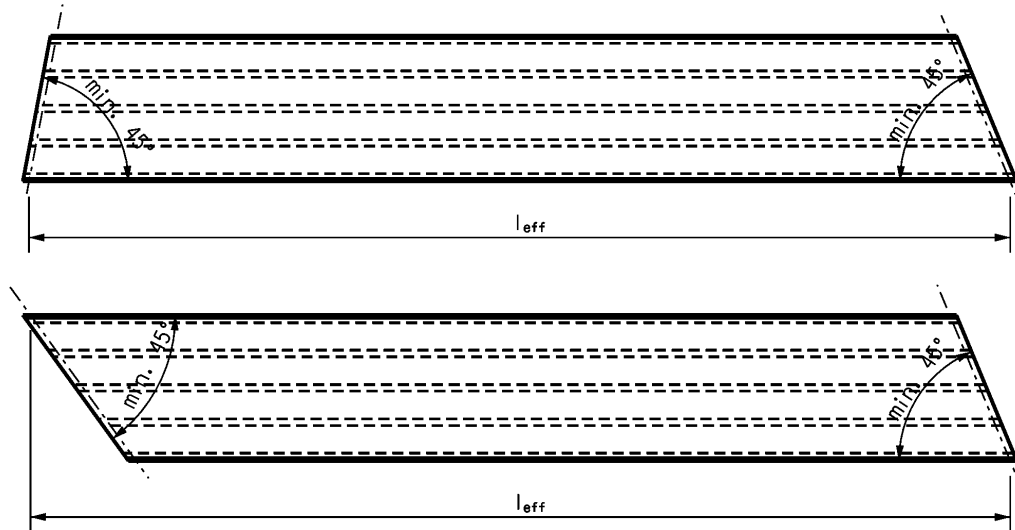


Rys.1.23 Schemat rozkroju płyt HC320, HC400, HC400A i HC500

1.4.7. Płyty docinane poprzecznie

Z płyt podstawowych HC, niezależnie od typu i wariantu zbrojenia, można wykonywać prefabrykaty o nieprostokątnym planie, tj. płyty, których krawędzie podporowe nie są prostopadłe do krawędzi bocznych. W ten sposób wykonać można płyty o kształcie trapezowym, równoległobocznym lub w kształcie innego (nieregularnego) czworoboku. Płyty nieprostokątne należy projektować w taki sposób, aby kąt ostry zawarty pomiędzy krawędziami podporowymi a bocznymi był nie mniejszy niż 45° . Dopuszcza się również ukośne docinanie pasm zwężonych, wykonanych według opisu w pkt.1.4.6.

Na rys.1.20 pokazano przykłady płyt HC o nieprostokątnym rzucie poziomym, jakie można otrzymać w wyniku poprzecznego docięcia pod kątem prefabrykatu podstawowego.



Rys.1.24 Przykłady płyt HC docinanych poprzecznie

1.5. Jakość i dokładność wykonania

1.5.1. Tolerancje wykonania prefabrykatów

Podane na rys.1.1 wymiary przekrojów płyt są wymiarami nominalnymi. Na skutek nieuniknionych niedokładności wykonania, rzeczywiste wymiary wyprodukowanych prefabrykatów mogą w niedużym zakresie różnić się od wartości nominalnych.

(1) Odchylenia podstawowych wymiarów płyt podstawowych, wynikające ze specyfiki technologii wytwarzania, mogą mieć następujące wartości (zgodnie z normą [10]):

- wysokość płyty: (- 5, + 10 mm) - płyty HC200 i HC220; ± 15 mm - pozostałe płyty,
- szerokość płyt podstawowych: (- 6 mm, + 0),
- szerokość każdego z żeber (granicy górnej nie określa się): - 10 mm,
- grubość półki nad i pod kanałami: (-10 mm, + 15 mm),
- krzywizna pozioma: 5 mm + $l/2000$,
- różnica wstępnego ugięcia sąsiadujących płyt: 5 mm.

(2) Odchylenia podstawowych wymiarów płyt pochodnych:

- szerokość płyt zwężonych przez podłużne docinanie: ± 10 mm,
- krzywizna pozioma: 10 mm + $l/2000$,
- położenie osi otworu lub krawędzi wycięcia na długości płyty (niezależnie od technologii wykonania; zob. pkt.1.5.2): ± 25 mm,
- długość wycięcia: ± 25 mm,
- szerokość wycięcia: ± 10 mm.

(3) Odchyłki położenia cięgien sprężających w płytach HC względem położenia nominalnego nie przekraczają następujących wartości: (na podstawie normy [10]):

- w kierunku pionowym każdego pojedynczego cięgna dolnego, ułożonego w najniższej warstwie (grubość otuliny struny): (+ 10 mm; - 3 mm),
- w kierunku pionowym każdego cięgna dolnego, ułożonego w drugiej warstwie: ± 3 mm,
- w kierunku pionowym każdego pojedynczego cięgna górnego: (+ 3 mm; - 5 mm),
- w kierunku poziomym dowolnego cięgna w żebrach środkowych: ± 5 mm,
- w kierunku poziomym w żebrach skrajnych: + 5 mm - w stronę kanału, 0 - w stronę bocznej krawędzi.

Długość płyt HC jest zapewniona z tolerancją: ± 25 mm. Wyjątkowo, płyty przeznaczone dla budownictwa mieszkaniowego realizowanego w technologii wielkopłytowej są wytwarzane z tolerancją długości: ± 10 mm. W przypadku płyt nominalnie prostokątnych, długości dwóch przekątnych płyty mogą różnić się o 10 mm. Podane wyżej odchyłki wymiarów planu płyt obowiązują na dolnej powierzchni prefabrykatów; na powierzchni górnej mogą być nieco większe.

1.5.2. Standard wykonania

(1) Sprężone płyty stropowe HC wytwarzane są na podłożach torów naciągowych. Do formowania betonu stosowana jest technologia ekstruzji betonu (pkt.1.1.1). W uformowanej w ten sposób wstędze betonu wykonuje się następnie, w drugim etapie technologicznym, potrzebną perforację (por. pkt.1.4), a wstęgę dzieli się poprzez mechaniczne cięcie na odcinki płyt o potrzebnej długości. Perforację wykonuje się, albo na mokro, przed związaniem betonu, gdy beton nie posiada jeszcze cech ciała stałego, albo w stwardniałym betonie. W pierwszym przypadku świeży beton usuwa się ręcznymi narzędziami, formując potrzebne wycięcia i otwory. W drugim przypadku beton wycina się mechanicznie lub wierci w nim potrzebne otwory. Do cięcia używa się zwykle szlifierek kątowych z tarczą typu flex, a do wiercenia - wiertnicy bezударowej z wiertłem koronowym. Płyty zwężone otrzymuje się przez podłużne przecięcie płyty podstawowej, po całkowitym związaniu betonu. Do tego celu używa się piły tarczowej. Wszelkie cięcie stwardniałego betonu wykonuje się na głębokość sięgającą nie niżej niż 10 mm od podłoża toru.

Scharakteryzowane wyżej techniki kształtowania płyt HC decydują o niektórych cechach gotowych prefabrykatów (stanie ich krawędzi i powierzchni), które określa się ogólnie jako standard wykonania płyt.

(2) Podczas normalnego procesu produkcji płyt otrzymuje się idealnie równą i gładką powierzchnię dolną prefabrykatów (powierzchnia formowana na stalowym podłożu). Uwieczone w mieszance betonowej powietrze może, wskutek niedowibrowania mieszanki, pozostawiać drobne pęcherze (pory) na sufitowej powierzchni płyt. Barwa powierzchni sufitowej jest zwykle niejednorodna, szara. Trwałe przebarwienia wynikają zwykle z nierównomiernego rozplywu mleka cementowego podczas zagęszczania mieszanki na podłożu. Mają one zwykle formę podłużnych pasów. Są też widoczne ślady po drewnianych przekładkach, stosowanych do odseparowania płyt podczas ich składowania w stosach (zob. pkt.7.1). Ponadto, na dolnej powierzchni płyt mogą pojawić się czasowo przebarwienia w formie ciemnoszarych plam, które są skutkiem stosowania w procesie produkcji preparatów antyadhezyjnych, zapobiegających przywieraniu betonu do podłoża torów. Tego typu przebarwienia z upływem czasu zanikają wskutek sublimacji tych substancji do otoczenia. Fot.1.1 przedstawia obraz dolnych powierzchni, typowy dla płyt HC.



Fot.1.1 Typowy obraz przebarwień na dolnych powierzchniach płyt

Urządzenie formujące beton kształtuje również dostatecznie gładką i równą powierzchnię górną prefabrykatów, której stan zbliżony jest do powierzchni zacieranych ręcznie na gładko. Świeża mieszanka betonowa może następnie ugiąć się nieznacznie pod własnym ciężarem nad kanałami, po opuszczeniu ustnika ekstrudera, powodując wtórne deformacje górnej powierzchni. Nierówności powierzchni (pofalowania rozumiane jako odchylenia od płaskości) w kierunku poprzecznym do długości płyt nie przekraczają zwykle głębokości 3 mm.

Górnym powierzchniom płyt można ponadto nadać celowo szorstką fakturę, jeżeli wymaga tego ich przeznaczenie. Zwykle ten zabieg stosuje się w płytach przeznaczonych do stropów zespolonych (zob. rys.1.2).

(3) Stan krawędzi uzależniony jest od techniki, jaką zastosowano przy jej formowaniu. Dolne krawędzie podporowe oraz krawędzie boczne, powstałe wskutek podłużnego rozcięcia płyty podstawowej, są na ogół nierówne i poszarpane, ponieważ podczas cięcia beton nie zostaje przecięty na całą głębokość. Aby nie uszkodzić podłoża torów naciągowych, tarcza piły prowadzona jest na wysokości około 1 cm powyżej podłoża. Niedocięty beton zostaje następnie przełamany, co skutkuje nierównościami na krawędziach przełomu oraz brakiem, charakterystycznego dla płyt pełnych, fazowania dolnych krawędzi bocznych. Oprócz tego, przy tych krawędziach powstawać mogą także odpryski betonu, których głębokość (w pionie i w poziomie) nie przekracza na ogół 20 mm. Lokalnie mogą powstawać odpryski betonu o większej głębokości. Ilustracją standardu krawędzi, typowego dla płyt docinanych, jest fot.1.2.



Fot.1.2 Stan krawędzi płyt przy powierzchniach ciętych

Wycięcia i otwory mogą być wykonane na mokro w świeżym betonie lub wycięte (wywiercone) w związanym betonie. Krawędzie wycięć i otworów wykonanych w świeżym betonie są na ogół nierówne i lekko zdeformowane. Typowy stan tych krawędzi, otrzymanych taką techniką, ilustrują fot.1.3 i fot.1.4.



Fot.1.3 Stan krawędzi wycięć wykonanych na mokro



Fot.1.4 Stan otworów wykonanych na mokro

Opisany wyżej i zilustrowany fotografiami stan powierzchni oraz niektórych krawędzi płyt nie jest wadą tych wyrobów. Jest to stan typowy dla prefabrykatów, jaki uzyskuje się w procesie technologicznym stosowanym w wytwórni.

(4) W płytach mogą być wykonane od dołu otwory odwadniające po jednym na końcach każdego kanału (wyjątkowo także w środku przęsła), dla odprowadzenia wody opadowej, jaka mogłaby gromadzić się we wnętrzach kanałów. Otwory można zamknąć dopiero po zabezpieczeniu budynku przed bezpośrednim działaniem opadów atmosferycznych.

1.6. Dane techniczne płyt i stropów z płyt HC

W tabl.1.4 zestawiono podstawowe dane techniczne płyt oraz stropów skonstruowanych z płyt HC. Dane dla płyt podano na 1 mb prefabrykatu podstawowego, natomiast dane odnoszące się do stropów zostały przeliczone na 1 m² powierzchni. Ciężar płyt i stropu został obliczony dla betonu o ciężarze objętościowym 24 kN/m³. W zestawieniach dla stropów, uwzględniono beton wypełniający podłużne styki między płytami.

Tabl.1.4. Dane techniczne płyt i stropów z płyt HC

Typ płyty	Klasa odporności ogniowej	Oznaczenie wariantu zbrojenia	Zbrojenie główne	Ciężar		Beton w spoinie [dm ³ /m]
				prefabrykat	strop	
				[kN/m]	[kN/m ²]	
HC160	REI60	HC160-4/REI60	4Ø12,5	2,94	2,57	5,7
		HC160-6/REI60	6Ø12,5			
		HC160-8/REI60	8Ø12,5			
HC200	REI60	HC200-5/REI60	5Ø12,5	2,88	2,54	6,3
		HC200-7/REI60	7Ø12,5			
HC200A	REI60	HC200A-4/REI60	4Ø12,5	3,15	2,77	7,1
		HC200A-6/REI60	6Ø12,5			
		HC200A-8/REI60	8Ø12,5			
HC220	REI120	HC220-6/REI120	6Ø12,5	3,71	3,25	7,7
		HC220-8/REI120	8Ø12,5			
HC265	REI60	HC265-8/REI60	8Ø12,5	3,95	3,47	8,6
		HC265-10/REI60	10Ø12,5			
		HC265-12/REI60	12Ø12,5			
	REI120	HC265-8/REI120	8Ø12,5			
HC265-10/REI120		10Ø12,5				
HC320	REI60	HC320-7/REI60	7Ø12,5	4,45	3,90	9,5
		HC320-9/REI60	9Ø12,5			
		HC320-11/REI60	11Ø12,5			
		HC320-14/REI60	14Ø12,5			
	REI120	HC320-16/REI60	16Ø12,5			
		HC320-9/REI120	9Ø12,5			
		HC320-11/REI120	11Ø12,5			
HC400	REI60	HC320-13/REI120	13Ø12,5			
		HC400-7/REI60	7Ø12,5	4,95	4,37	11,8
		HC400-9/REI60	9Ø12,5			
		HC400-11/REI60	11Ø12,5			
	HC400-14/REI60	14Ø12,5				
REI120	HC400-10/REI120	10Ø12,5				
	HC400-11/REI120	11Ø12,5				
HC400A	REI120	HC400-14/REI120	14Ø12,5	6,01	5,30	14,3
		HC400A-16/REI120	16Ø12,5			
		HC400A-18/REI120	18Ø12,5			
HC500	REI60	HC500-11/REI60	11Ø12,5	7,30	6,39	15,1
		HC500-15/REI60	15Ø12,5			
		HC500-17/REI60	17Ø12,5			
		HC500-19/REI60	19Ø12,5			
	REI120	HC500-14/REI120	14Ø12,5			
		HC500-19/REI120	19Ø12,5			

1.7. Cechy mechaniczne i geometryczne płyt HC

W tabl.1.5 zestawiono wartości wszystkich wielkości statycznych, w tabl.1.6 wielkości geometrycznych, a w tabl.1.7 innych cech mechanicznych, niezbędnych przy weryfikacji wytrzymałości płyt HC (rozdz.2÷4). Wielkości statyczne związane z nośnością przekrojów obliczono przyjmując następujące wartości częściowych współczynników bezpieczeństwa (współczynników materiałowych):

- współczynnik materiałowy dla stali sprężającej: $\gamma_s = 1,15$,
- współczynnik materiałowy dla betonu: $\gamma_c = 1,35$, $\alpha_{cc} = \alpha_{ct} = 1,0$.

Główne (dolne) zbrojenie sprężające płyt HC jest w ramach każdego wariantu zbrojenia stałe na długości płyty, niezależnie od jej długości. Ta reguła nie dotyczy natomiast strun górnego zbrojenia sprężającego. W płytach HC320, HC400, HC400A i HC500, w których oprócz zbrojenia dolnego wprowadzono struny w górnej strefie przekroju, liczba tych strun w ramach tego samego wariantu zbrojenia jest zróżnicowana, i uzależniona od długości prefabrykatu (pkt.1.3). Graniczną długością, przy której

następuje zmiana intensywności zbrojenia górnego jest 13,0 m (15,5 m – w płytach HC400A), co jest zdeterminowane cechami zespołu zawiesia używanego do montażu i transportu bliskiego płyt (pkt.7.2.1) oraz względami statyczno-wytrzymałościowymi płyt w stadium sprężania. Zmiana zbrojenia górnego wpływa w pewnym stopniu na wartości cech geometrycznych i wielkości statycznych przekrojów płyt HC. W obliczeniach zostało to uwzględnione, i w tabl.1.5÷1.6 podane zostały wartości odpowiednich wielkości odrębnie dla płyt krótszych niż 13,0 m (15,5 m) i dla płyt dłuższych.

Wielkości zestawione w tabl.1.5 i tabl.1.6 są cechami, charakteryzującymi kompletne płyty HC, jako dźwigary nośne stropów. Oprócz nich, w tabl.1.7 zestawiono wartości tych cech mechanicznych, które charakteryzują elementy składowe płyt (ścianki). Są one istotne w analizie nośności lokalnej płyt HC (zob. pkt.3.6).

Tabl.1.5. Wielkości statyczne płyt HC

Wariant płyty	Wielkości statyczne								
	Spręż.	Ścinanie			Zginanie				
	$P_{m,\infty}$	$V_{Rd,c}$	$V_{Rd,1}$	$V_{Rd,fi}$	M_{Rd}	M_{dec}	M_{cr}	M_{sm}	$M_{Rd,fi}$
	[kN]	[kN]			[kNm]				
HC160-4/REI60	330,1	83,3	55,8	58,3	66,4	25,3	43,8	45,6	43,0
HC160-6/REI60	475,1	87,6	68,5	61,3	96,6	36,3	54,7	68,1	62,6
HC160-8/REI60	608,9	91,4	79,4	64,0	122,7	46,4	64,7	89,8	79,5
HC200-5/REI60	398,5	71,6	56,0	46,5	109,9	44,2	69,2	76,6	70,9
HC200-7/REI60	533,4	75,3	66,3	48,9	150,8	59,0	84,0	106,9	97,4
HC200A-4/REI60	328,7	80,2	55,1	52,1	88,7	36,0	62,8	60,9	57,5
HC200A-6/REI60	472,2	84,7	67,4	55,0	130,5	51,6	78,4	91,2	84,6
HC200A-8/REI60	604,2	88,6	77,8	57,6	169,6	65,9	92,7	120,9	109,9
HC220-6/REI120	491,5	91,2	64,9	50,2	130,5	56,9	84,6	91,4	78,3
HC220-8/REI120	636,2	95,4	75,0	52,5	169,7	73,6	99,3	121,6	101,8
HC265-8/REI60	613,4	106,4	84,2	63,9	243,3	97,9	142,1	172,7	157,7
HC265-10/REI60	739,2	110,9	94,1	66,5	299,7	117,9	162,2	215,1	194,2
HC265-12/REI60	874,0	115,4	101,6	69,3	340,0	134,2	178,5	250,9	254,2
HC265-8/REI120	690,5	106,9	82,7	58,8	220,3	97,6	140,2	168,0	118,3
HC265-10/REI120	837,2	111,6	92,8	61,4	270,5	118,2	160,5	208,8	145,2
HC320-7/REI60	606,7	130,3	90,8	78,2	268,0	120,6	183,5	202,4	173,6
> 13,0 m	717,5	136,8	96,4	82,1	268,8	123,9	186,7	212,3	174,2
HC320-9/REI60	689,4	136,3	100,1	81,8	340,9	136,9	200,2	241,8	220,9
> 13,0 m	808,3	143,0	106,1	85,8	341,3	141,9	205,0	253,6	221,2
HC320-11/REI60	815,5	141,8	110,9	85,1	412,1	161,8	225,4	294,9	267,0
> 13,0 m	941,7	148,5	117,2	89,1	412,0	168,6	231,9	308,6	267,0
HC320-14/REI60	1003,6	149,6	123,8	89,7	492,3	191,5	255,1	361,4	380,2
> 13,0 m	1135,9	156,1	130,2	93,6	491,1	199,5	262,9	376,1	379,2
HC320-16/REI60	1114,2	171,3	133,6	102,8	552,2	208,8	277,0	406,4	453,9
> 13,0 m	1242,8	178,4	139,7	107,1	551,0	215,4	283,5	419,7	452,9
HC320-9/REI120	777,6	137,0	98,2	68,5	307,3	141,3	196,8	233,1	206,3
> 13,0 m	885,6	143,1	103,1	71,6	307,7	144,6	199,0	241,4	206,6
HC320-11/REI120	922,8	142,7	109,7	71,4	374,2	169,4	223,6	286,1	248,3
> 13,0 m	1037,4	148,8	114,9	74,4	374,1	174,2	227,4	295,9	248,3
HC320-13/REI120	968,7	147,9	115,8	73,9	434,0	179,0	233,1	315,8	280,4
> 13,0 m	1090,1	154,1	121,4	77,0	432,7	185,1	238,0	327,0	279,6
HC400-7/REI60	609,0	178,3	106,7	98,1	345,8	158,1	246,4	260,7	224,1
> 13,0 m	716,6	187,6	113,3	103,2	346,6	161,3	249,5	272,0	224,6
HC400-9/REI60	725,6	187,2	119,8	102,9	441,2	188,2	277,0	323,4	285,9
> 13,0 m	840,2	196,4	105,7	108,0	441,5	193,5	282,2	337,1	286,1
HC400-11/REI60	859,2	195,2	133,0	107,4	534,9	222,8	312,0	394,7	346,6
> 13,0 m	983,8	204,5	140,6	112,5	534,9	231,0	320,2	411,8	346,5
HC400-14/REI60	1055,6	206,4	149,3	113,5	657,3	265,7	355,3	487,1	507,6
> 13,0 m	1222,9	217,4	159,2	118,4	656,7	284,1	373,5	517,5	507,2
HC400-10/REI120	846,0	192,0	124,9	96,0	459,6	207,3	290,8	347,7	278,9
> 13,0 m	958,0	200,7	131,3	100,4	459,7	212,3	295,1	359,9	279,0
HC400-11/REI120	916,8	196,0	131,6	98,0	504,8	225,4	308,7	383,0	299,5
> 13,0 m	1031,8	204,7	138,2	102,3	504,7	231,4	313,9	396,2	299,5

Tabl.1.5 c.d. Wielkości statyczne płyt HC

Wariant płyty	Wielkości statyczne								
	Spręż.	Ścinanie			Zginanie				
	$P_{m.\infty}$	$V_{Rd.c}$	$V_{Rd.1}$	$V_{Rd.fi}$	M_{Rd}	M_{dec}	M_{cr}	M_{sm}	$M_{Rd.fi}$
	[kN]	[kN]			[kNm]				
HC400A-14/REI120	1197,8	270,2	183,0	135,1	628,1	255,0	352,9	465,7	410,3
> 15,5 m	1296,9	277,4	189,4	138,7	627,8	265,5	363,1	483,7	410,1
HC400A-16/REI120	1347,9	278,2	198,1	139,1	711,1	286,4	384,3	533,6	440,6
> 15,5 m	1468,9	285,9	205,9	142,9	710,2	299,1	396,6	555,0	440,0
HC400A-18/REI120	1478,9	285,7	209,6	142,8	776,1	313,0	410,8	591,0	514,1
> 15,5 m	1602,8	293,3	217,5	146,7	775,1	326,5	423,8	613,0	513,4
HC500-11/REI60	989,3	279,0	178,0	139,5	687,9	289,1	442,6	509,3	445,8
> 13,0 m	1064,2	284,9	183,3	142,5	687,8	296,0	449,4	524,0	445,7
HC500-15/REI60	1119,6	298,6	195,9	149,3	905,7	318,1	472,8	597,6	723,5
> 13,0 m	1207,1	305,3	201,9	152,7	905,2	327,1	481,7	615,4	723,1
HC500-17/REI60	1235,4	307,1	207,8	153,6	1012,0	351,3	506,4	670,2	852,6
> 13,0 m	1327,4	314,0	214,0	157,0	1011,3	361,7	516,8	689,8	852,0
HC500-19/REI60	1358,1	316,0	219,8	158,0	1116,2	382,5	538,2	742,5	979,0
> 13,0 m	1458,9	323,3	226,5	161,6	1115,3	393,7	549,2	763,4	978,3
HC500-14/REI120	976,1	286,7	180,1	129,0	824,1	297,1	448,5	533,3	538,3
> 13,0 m	1120,4	298,3	189,7	134,2	823,1	302,2	453,1	552,1	537,7
HC500-19/REI120	1355,8	315,7	217,2	142,0	1097,6	380,4	532,2	727,3	712,2
> 13,0 m	1450,3	322,5	223,4	145,1	1096,6	391,5	543,0	747,3	711,5

Tabl.1.6. Wielkości geometryczne płyt HC

Wariant płyty	Mimośród	Zbrojenie	Przekrój			Zakotwienie strun	
	z_{cp}	A_p	I_{cs}	W_t	k	l_{pt2}	l_{bpd}
	[cm]	[cm ²]	[cm ⁴]	[cm ³]	[m ⁻¹]	[cm]	
HC160-4/REI60	4,13	3,72	35581	4246	3,45	53	110
HC160-6/REI60	4,10	5,58	35716				
HC160-8/REI60	4,08	7,44	35849				
HC200-5/REI60	6,33	4,65	61738	6054	3,79	52	111
HC200-7/REI60	6,29	6,51	62054				
HC200A-4/REI60	6,30	3,72	65699	6428	3,04	52	111
HC200A-6/REI60	6,27	5,58	66012				
HC200A-8/REI60	6,23	7,44	66322				
HC220-6/REI120	5,30	5,58	91509	8172	3,04	52	111
HC220-8/REI120	5,28	7,44	91731				
HC265-8/REI60	9,97	7,44	148893	11352	2,68	51	112
HC265-10/REI60	9,93	9,30	149679				
HC265-12/REI60	9,31	11,16	149924				
HC265-8/REI120	7,96	7,44	147725			57	107
HC265-10/REI120	7,93	9,30	148232				
HC320-7/REI60	12,22	6,51	245883	15019	2,43	57	107
> 13,0 m	9,48		246606				
HC320-9/REI60	12,17	8,37	247064				
> 13,0 m	9,75		247794				
HC320-11/REI60	12,12	10,23	248236				
> 13,0 m	10,08		248971				
HC320-14/REI60	11,31	13,02	249000				
> 13,0 m	9,73		249742				
HC320-16/REI60	10,96	14,88	249046				
> 13,0 m	9,49		249742				
HC320-9/REI120	9,55	8,37	244994				
> 13,0 m	7,63		245717				
HC320-11/REI120	9,72	10,23	245894				
> 13,0 m	8,10		246623				
HC320-13/REI120	9,82	12,09	246789				
> 13,0 m	8,26		247523				
HC400-7/REI60	16,44	6,51	435347	21569	2,45	57	107
> 13,0 m	12,82		436561				
HC400-9/REI60	16,38	8,37	437486				
> 13,0 m	13,33		438710				
HC400-11/REI60	16,32	10,23	439608				
> 13,0 m	13,76		440842				
HC400-14/REI60	15,49	13,02	441439				
> 13,0 m	13,47		442684				
HC400-10/REI120	14,34	9,30	436051				
> 13,0 m	11,88		437274				
HC400-11/REI120	14,40	10,23	436985				
> 13,0 m	12,14		438213				

Tabl.1.6 c.d. Wielkości geometryczne płyt HC

Wariant płyty	Mimośród	Zbrojenie	Przekrój			Zakotwienie strun			
	z_{cp}	A_p	I_{cs}	W_t	k	l_{pt2}	l_{bpd}		
	[cm]	[cm ²]	[cm ⁴]	[cm ³]	[m ⁻¹]	[cm]			
HC400A-14/REI120 > 15,5 m	12,20	13,02	485358	24363	2,33	54	110		
	11,35		498332						
HC400A-16/REI120 > 15,5 m	12,12	14,88	499705						
	11,20		500291						
HC400A-18/REI120 > 15,5 m	12,03	16,74	500753						
	11,20		501342						
HC500-11/REI160 > 13,0 m	18,27	10,23	950425			37676	2,21	54	110
	16,79		951442						
HC500-15/REI160 > 13,0 m	17,37	13,95	955457						
	15,98		956483						
HC500-17/REI160 > 13,0 m	17,36	15,81	957978						
	16,12		959008						
HC500-19/REI160 > 13,0 m	17,06	17,67	960496						
	15,82		961530						
HC500-14/REI120 > 13,0 m	19,31	13,02	948885						
	15,66		950931						
HC500-19/REI120 > 13,0 m	16,72	17,67	958396						
	15,60		959428						

Znaczenie symboli użytych w tabl.1.5 i tabl.1.6:

- $P_{m,\infty}$ - średnia siła sprężająca po uwzględnieniu wszystkich strat
 $V_{Rd,c}$ - obliczeniowa nośność na ścinanie niezarysowanego regionu strefy przypodporowej
 $V_{Rd,1}$ - obliczeniowa nośność na ścinanie zarysowanego regionu strefy przypodporowej
 $V_{Rd,fi}$ - obliczeniowa nośność na ścinanie strefy przypodporowej osłabionej temperaturą pożaru
 M_{Rd} - obliczeniowa nośność przekroju na zginanie
 M_{dec} - moment wywołujący dekompresję we włóknach betonu oddalonych o 25 mm od powierzchni ciągniętych
 M_{cr} - moment rysujący dla dolnej krawędzi przekroju
 M_{sm} - moment wymuszający rysy o szerokości granicznej 0,2 mm
 $M_{Rd,fi}$ - obliczeniowa nośność na zginanie przekroju osłabionego temperaturą pożaru
 z_{cp} - mimośród siły sprężającej
 A_p - pole przekroju zbrojenia głównego
 I_{cs} - sprowadzony moment bezwładności przekroju
 W_t - wskaźnik zginania dla górnych włókien przekroju
 k - charakterystyka skrętna profilu
 l_{pt2} - efektywna długość zakotwienia strun
 l_{bpd} - obliczeniowa długość zakotwienia strun

Tabl.1.7. Cechy mechaniczne ścianek profili HC

Oznaczenie wariantu	Nośność na jedno cięcie żeber płyt HC				Ścinanie konturu	Przebiecie półki dolnej
	żebro wewnętrzne		żebro skrajne			
	$V_{Rdj,1}$	$V_{Rdj,1.0}$	$V_{Rdj,3}$	$V_{Rdj,3.0}$		
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]		
HC160-4/REI60	18,7	13,9	20,3	15,1	28,5	5,8
HC160-6/REI60	20,8		22,5			
HC160-8/REI60	22,7		24,6			
HC200-5/REI60	20,1	14,1	15,3	10,8	23,3	3,3
HC200-7/REI60	22,0		16,9			
HC200A-4/REI60	16,4	12,4	21,6	16,4	30,0	5,1
HC200A-6/REI60	18,1		23,9			
HC200A-8/REI60	19,7		25,9			
HC220-6/REI120	19,3	13,7	25,3	18,0	40,4	9,4
HC220-8/REI120	20,8		27,4			
HC265-8/REI60	32,5	22,0	35,8	24,1	36,8	5,8
HC265-10/REI60	34,6		38,1			
HC265-12/REI60	36,7		40,4			
HC265-8/REI120	33,8		37,2			
HC265-10/REI120	36,3		39,9			
HC320-7/REI60	51,2	35,8	44,5	31,1	36,3	8,0
HC320-9/REI60	53,2		46,3			
HC320-11/REI60	56,3		49,0			
HC320-14/REI60	60,9		53,0			
HC320-16/REI60	65,8	38,3	57,3	33,3	38,8	8,5
HC320-9/REI120	55,4	35,8	48,2	31,1	36,3	8,0
HC320-11/REI120	59,0		51,3			
HC320-13/REI120	60,0		52,2			
HC400-7/REI60	63,3	45,6	55,2	39,8	41,4	8,4
HC400-9/REI60	66,6		58,1			
HC400-11/REI60	70,3		61,4			
HC400-14/REI60	75,8		66,2			
HC400-10/REI120	70,0		61,1			
HC400-11/REI120	72,0		62,8			
HC400A-14/REI120	97,1	60,5	93,1	58,0	46,6	10,4
HC400A-16/REI120	101,6		97,4			
HC400A-18/REI120	105,4		101,1			
HC500-11/REI60	99,9	70,4	105,8	74,6	58,5	15,0
HC500-15/REI60	103,7		109,8			
HC500-17/REI60	107,0		113,3			
HC500-19/REI60	110,5		117,0			
HC500-14/REI120	99,5		105,3			
HC500-19/REI120	110,5		117,0			

1.8. Właściwości izolacyjne stropów z płyt HC

1.8.1. Izolacyjność termiczna stropów

W tabl.1.8 zestawiono wartości oporów cieplnych przegród skonstruowanych z płyt stropowych HC, jakie można przyjmować do oceny izolacyjności termicznej stropów (por. opinię [31]). Opory cieplne oszacowano dla dwóch kierunków przepływu ciepła: z dołu do góry - w odniesieniu do stropów i stropodachów nad pomieszczeniami ogrzewanymi - i z góry w dół - w odniesieniu do stropów pod pomieszczeniami ogrzewanymi (nad nie ogrzewanymi przestrzeniami i przejazdami). W obydwu przypadkach wpływ konwekcji uwzględniono dla różnicy temperatur po obu stronach przegrody $\Delta T = 10K$.

Podane w tabeli wartości są wartościami uśrednionymi na jednostkę powierzchni stropu kanałowego. Nie uwzględniają one wpływu ewentualnego wypełnienia kanałów betonem, co może mieć niekiedy miejsce w przypadkowych odcinkach, na skutek nadmiernego rozplywu betonu wypełniającego wieńce.

Tabl.1.8 Opór cieplny przegród z płyt HC

Kierunek strumienia ciepła	Opór cieplny przegrody [m ² K/W]								
	HC160	HC200	HC200A	HC220	HC265	HC320	HC400	HC400A	HC500
dół - góra	0,117	0,147	0,145	0,156	0,176	0,189	0,206	0,209	0,235
góra - dół	0,126	0,166	0,162	0,173	0,202	0,219	0,250	0,240	0,278

1.8.2. Izolacyjność akustyczna stropów

Wskaźniki charakteryzujące izolacyjność akustyczną od dźwięków powietrznych poziomych przegród budowlanych skonstruowanych z płyt stropowych HC oszacowano na podstawie norm [27] i [28] oraz publikacji [29] i [30] (por. opinię [31]). Normy [27] i [28] nie odnoszą się bezpośrednio do konstrukcji stropów o strukturze kanałowej. Dlatego, aby oszacować wartości wskaźników izolacyjności akustycznej właściwej stropów z płyt HC, wykorzystano analogię ich konstrukcji z podobnymi stropami żelbetowymi [29], biorąc pod uwagę różnicę jednostkowej masy stropów z płyt HC. Wyznaczone na tej podstawie wartości tych dwóch wskaźników zamieszczono w tabl.1.9. Podane wartości są wartościami prognozowanymi; nie były weryfikowane doświadczalnie.

Tabl.1.9 Wskaźniki izolacyjności akustycznej przegród z płyt HC

Wskaźnik	Prognozowane wartości wskaźników [dB]								
	HC160	HC200	HC200A	HC220	HC265	HC320	HC400	HC400A	HC500
R _w	52±1	52±1	53±1	54±1	55±1	56±1	57±1	58±1	60±1
R _{A1}	50±1	50±1	51±1	52±1	53±1	54±1	55±1	56±1	58±1
R _{A2}	46±1	46±1	47±1	48±1	49±1	50±1	51±1	52±1	54±1

W projektowaniu uwzględnić należy ponadto boczne przenoszenie dźwięków przez przegrody pionowe, na których opiera się strop (ściany nośne) i do których strop przylega. Odpowiednią ocenę wpływu tego zjawiska, w zależności od konstrukcji ścian, można przeprowadzić na podstawie opracowania [30].

2. NOŚNOŚĆ PŁYT HC POD OBCIĄŻENIEM RÓWNOMIERNYM

2.1. Obliczenia statyczne

2.1.1. Zakres obliczeń statycznych

Dla każdego typu i wariantu zbrojenia płyt HC (pkt.1.3) zostały obliczone (pkt.2.2.2 do pkt.2.2.6) dopuszczalne, równomiernie rozłożone, zewnętrzne obciążenia obliczeniowe $p_{d.lim}$, charakterystyczne (częste) $p_{k.lim}$ i charakterystyczne długotrwałe (quasi-stałe) $p_{kt.lim}$, w funkcji efektywnej rozpiętości przęsła stropu l_{eff} , przy założeniu swobodnego podparcia płyty na podporach. Odrębnie oszacowano dopuszczalne obciążenie równomierne w sytuacji wyjątkowej $p_{fi.lim}$, gdy strop osłabiony jest temperaturą pożaru. Jeżeli warunki w jakich mają pracować płyty są zgodne z tym założeniem i nie przewiduje się wykonywania w płytach żadnych wycięć, to zakres obliczeń statycznych można ograniczyć do wykonania zestawienia zewnętrznych obciążeń równomiernych stropu (z pominięciem ciężaru własnego płyt) i sprawdzeniu warunków nośności podanych w pkt.2.2.1. Powyższe dotyczy także płyt z otworami, wykonanymi i rozmieszczonymi zgodnie z zasadami podanymi w pkt.1.4.2, płyt pracujących jako częściowo zamocowane na podporach, a także zwężonych pasm płyt, opisanych w pkt.1.4.6. Dla płyt częściowo zamocowanych należy ponadto sprawdzić dodatkowe warunki podane w rozdz.4. W zestawieniach obciążeń stałych należy zawsze wziąć pod uwagę zróżnicowaną grubość warstwy wyrównawczej (rozdz.6.1), co jest skutkiem wstępnego wygięcia płyt.

W każdym innym przypadku przeprowadzić trzeba pełne obliczenia statyczne przęsła stropu, przyjmując schemat statyczny belki swobodnie podpartej, i uwzględniając w zestawieniu obciążeń ciężar własny stropu (rozdz.1.5). Ponieważ wielkości statyczne i geometryczne płyt HC zostały wyznaczone dla prefabrykatów podstawowych (pkt.1.7), obliczenia statyczne należy wykonać dla pasma stropu o szerokości 1,2 m, równej szerokości modularnej płyt podstawowych. Przy wyznaczaniu momentów przęsłowych w płytach, ewentualne momenty podporowe, wynikające z częściowego utwierdzenia płyty w podporach (rozdz.4), nie powinny być brane pod uwagę. Wyznaczyć należy siły wewnętrzne osobno od kombinacyjnej wartości obciążeń, od wartości częstej i od wartości quasi-stałej.

Rozpiętość obliczeniową l_{eff} przęsła płyty należy ustalać w zależności od rozwiązania węzłów podporowych (pkt.6.2.1). Jeżeli płyty mają zostać oparte na warstwie zaprawy montażowej, teoretyczny punkt podparcia należy przyjąć w środku efektywnej głębokości oparcia płyty na podporze (z uwzględnieniem sfazowania krawędzi podpory). Jeżeli natomiast płyty opiera się na bi-trapezowych taśmach elastomerowych, punkt podparcia definiuje się w środku szerokości podkładki (por. rys.3.1).

2.1.2. Ustalanie wartości obciążeń

W ogólnym przypadku, oprócz obciążeń stałych, na strop oddziaływać może kilka składników obciążeń zmiennych. Rozpatrując stan graniczny nośności płyty w sytuacji trwałej (stan STR) wartość kombinacyjną obciążeń można ustalić jedną z dwóch metod, albo wprost z formuły (metoda bezpośrednia):

$$p_{d.1} = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (2.1)$$

albo na podstawie analizy efektów oddziaływań wymuszonych przez dwie wartości kombinacyjne obciążeń, określone wyrażeniami:

$$p_{d.2a} = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (2.2a)$$

$$p_{d.2b} = \sum_{j \geq 1} \xi_j \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (2.2b)$$

Stosując tą drugą metodę, za miarodajną do oceny stanu granicznego nośności przyjąć należy tą wartość kombinacyjną, która daje bardziej niekorzystne efekty oddziaływań. Wobec prostego schematu statycznego płyt (pkt.2.1.1) i prostego schematu obciążeń (obciążenie równomierne), wartością miarodajną będzie wartość większa, co w zapisie formalnym wyraża formuła:

$$p_{d.2} = \max\{p_{d.2a}; p_{d.2b}\} \quad (2.3)$$

Sytuacją wyjątkową, jaką należy rozważyć w analizie statyczno-wytrzymałościowej konstrukcji stropu w budynku jest pożar. Analizując stan graniczny nośności płyt w sytuacji wyjątkowej pożaru, wartość kombinacyjną obciążeń wyznaczyć należy ze wzoru:

$$p_{d.fi} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad (2.4)$$

Użyte w wyrażeniach (2.1)-(2.4) symbole oznaczają [1]:

- $G_{k,j}$ - wartość charakterystyczna obciążeń stałych,
- $Q_{k,1}$ - wartość charakterystyczna dominującego obciążenia zmiennego,
- $Q_{k,i}$ - wartość charakterystyczna towarzyszących obciążeń zmiennych,
- $\psi_{0,1}$ - współczynnik wartości kombinacyjnej dominującego obciążenia zmiennego,
- $\psi_{0,i}$ - współczynnik wartości kombinacyjnej towarzyszących obciążeń zmiennych,
- $\psi_{1,1}$ - współczynnik wartości częstej dominującego obciążenia zmiennego,
- $\psi_{2,i}$ - współczynnik wartości quasi-stałej towarzyszących obciążeń zmiennych,
- $\gamma_{G,j} = 1,35$ - częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń stałych,
- $\gamma_{Q,1} = \gamma_{Q,i} = 1,5$ - częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń zmiennych,
- $\xi = 0,85$ - współczynnik redukcyjny obciążeń stałych.

Najczęściej stropy w budynkach obciążone są jednym obciążeniem zmiennym, które jest w takim przypadku obciążeniem dominującym. W takiej sytuacji, wyrażenia (2.1)-(2.4) redukują się o ostatni składnik sumy po prawej stronie równości. Towarzyszących obciążeń zmiennych na stropie oczekiwać można wyjątkowo (np. śnieg na stropodachu użytkowym).

W analizie stanów granicznych użyteczności płyt konieczne jest wyznaczenie dwóch kombinacji obciążeń: kombinacji częstej i kombinacji quasi-stałej. Wartość częstą obciążenia należy obliczyć z formuły (znaczenie symboli jak w pkt.2.1.3):

$$p_k = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad (2.5)$$

natomiast wartość quasi-stałą z wyrażenia:

$$p_{kt} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad (2.6)$$

Wartość częsta obciążeń wykorzystywana jest do oceny stanu granicznego rozwarcia rys, a wyjątkowo - gdy stropy pracują w warunkach agresji chłorkowej - także w analizie stanu granicznego dekompresji. Wartość quasi-stała natomiast jest niezbędna w analizie stanu granicznego ugięć i dekompresji.

2.2. Nośność płyt podstawowych

2.2.1. Weryfikacja nośności płyt HC

Nośność płyt HC należy zweryfikować odrębnie w dwóch sytuacjach obliczeniowych: w sytuacji trwałej i w sytuacji wyjątkowej pożaru.

W sytuacji trwałej płyty HC spełniają wymagania stanów granicznych nośności i użyteczności, ustanowione przez normy [4] i [6], gdy spełnione są jednocześnie trzy warunki:

$$p_d \leq p_{d,\text{lim}} + \Delta p \quad (2.7)$$

$$p_k \leq p_{k,\text{lim}} \quad (2.8)$$

$$p_{kt} \leq p_{kt,\text{lim}} \quad (2.9)$$

gdzie: p_d , p_k , p_{kt} - rzeczywiste (projektowane), zewnętrzne obciążenie równomierne płyt [kN/m²], odpowiednio: obliczeniowe (wartość kombinacyjna), charakterystyczne (wartość częsta) i długotrwałe (wartość quasi-stała), wyznaczone na podstawie zestawu norm [3], z uwzględnieniem postanowień normy [1],

$p_{d,\text{lim}}$, $p_{k,\text{lim}}$, $p_{kt,\text{lim}}$ - dopuszczalne równomierne obciążenie płyt [kN/m²], odpowiednio: obliczeniowe, charakterystyczne i długotrwałe, które należy odczytać z tabl.2.1÷2.38, w zależności od typu, wariantu zbrojenia i od efektywnej rozpiętości przęsła.

Zestawione dalej w tabelach nośności wartości dopuszczalnych równomiernych obciążeń limitują nośność, rozumianą jako obciążenie zewnętrzne stropu, które może być bezpiecznie przeniesione przez płyty. Obliczono je z odpowiednich kryteriów, odejmując od wartości granicznej ciężar własny stropu. W przypadku nośności obliczeniowej, wartość graniczną pomniejszono o ciężar

obliczeniowy, będący iloczynem ciężaru charakterystycznego i współczynnika częściowego o wartości równej 1,35. W szczególnym przypadku powodować to może, że obliczenia statyczne konstrukcji stropów i obliczenia przeprowadzone w dokumentacji technicznej płyt będą niespójne. - Jeżeli wartości kombinacyjnej obciążeń nie wyznacza się metodą bezpośrednią, lecz na podstawie analizy efektów oddziaływań (pkt.2.1.2), a miarodajną do oceny stanu granicznego nośności płyty okaże się kombinacja dana wyrażeniem (2.2b), to dla obciążeń stałych (w tym ciężaru własnego stropu) należałoby zastosować współczynnik korekcyjny $\xi = 0,85$. Wartości $p_{d.lim}$ zestawione w tabelach nośności nie uwzględniają takiej korekty. W związku z tym, aby wyeliminować tę niekonsekwencję w wyrażeniu (2.7) wprowadzono składnik Δp , który uwzględnia zróżnicowanie wartości współczynnika częściowego dla obciążeń stałych w zależności od zastosowanej formuły kombinacyjnej.

Jeżeli wartość kombinacyjną obciążeń ustala się na podstawie formuły (2.2b), wartość poprawki obliczyć należy jako (por. pkt.2.1.3):

$$\Delta p = (1,35 - 0,85 \cdot 1,35) \cdot g_k = 0,2 \cdot g_k \quad (2.10)$$

gdzie: g_k - jednostkowy ciężar własny stropu, wg tabl.1.4.

W każdym innym przypadku, a więc gdy wartość kombinacyjną w stanie granicznym nośności przyjmuje się na podstawie wyrażenia (2.1) lub (2.2a), należy przyjąć $\Delta p = 0$.

Dopuszczalne obciążenie długotrwałe $p_{kt.lim}$ należy dobrać odpowiednio do warunków eksploatacji płyt HC: w klasach ekspozycji XC0 lub XC1 - z kolumny 4, a w środowiskach bardziej agresywnych (por. pkt.1.2.2) - z kolumny 5, w tabl.2.1÷2.38. Wynika to z odmiennych wymagań dotyczących rysoodporności, jakie powołane na wstępie normy stawiają konstrukcjom strunobetonowym w różnych warunkach zagrożenia korozją.

Wartości dopuszczalnego obciążenia płyt HC dla rozpiętości pośrednich, nie ujętych bezpośrednio w tabelach, można interpolować liniowo lub przyjmować jak dla górnej granicy przedziału rozpiętości, w którym zawiera się rozpiętość projektowanego przęsła. Ekstrapolacja nośności poza zakres rozpiętości podany w tabl. 2.1÷2.31 jest niedopuszczalna.

W środowisku agresji chlorkowej (klasy ekspozycji XD/XS) norma [4] wymaga, by warunek braku dekompresji w betonowym otoczeniu ciągłym był spełniony pod częstą kombinacją obciążeń. W tych okolicznościach, jeżeli płyty HC miałyby być eksploatowane w klasach ekspozycji XD/XS (por. tabl.1.2, pkt.1.2.2), pozytywne zweryfikowanie warunków (2.8) i (2.9) jest niewystarczające do oceny stanów granicznych. Aby zabezpieczyć przekroje przed dekompresją konieczne jest wykazanie, że ekstremalny moment przęsłowy wywołany częstą kombinacją obciążeń, nie przekroczy momentu dekompresji (por. formułę (3.10) w pkt.3.2.1). W przypadku równomiernego obciążenia stropu ten warunek przyjmuje postać:

$$p_k \leq \frac{8 \cdot M_{dec}}{1,2 \cdot l_{eff}^2} - g_k \quad (2.11)$$

gdzie: p_k - obciążenie jak w formule (2.8),

M_{dec} - moment dekompresji wg tabl.1.5,

l_{eff} - rozpiętość efektywna przęsła stropu,

g_k - jednostkowy ciężar stropu wg tabl.1.4.

Płyty, które warunku (2.11) nie spełniają, nie mogą być wykorzystane w klasach ekspozycji XD/XS.

2.2.2. Tabele dopuszczalnych obciążeń płyt HC160

Poniżej zamieszczono tabele dopuszczalnych obciążeń płyt HC160 w funkcji obliczeniowej rozpiętości przęsła.

Tabl.2.1 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC160-4/REI60

HC160-4/REI60							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
240	57,6	50,3	129,3	26,7	-0,8	-3,0	40,2
270	50,5	39,2	92,1	20,6	-1,0	-3,0	35,2
300	44,8	31,3	68,0	16,2	-1,2	-4,0	29,3
330	37,2	25,5	51,5	13,0	-1,4	-4,0	23,8
360	30,7	21,0	39,9	10,5	-1,5	-5,0	19,6
390	25,6	17,6	31,4	8,60	-1,7	-5,0	16,3
420	21,6	14,8	25,1	7,07	-1,8	-6,0	13,7
450	18,4	12,6	20,3	5,84	-1,9	-6,0	11,6
480	15,8	10,8	16,5	4,84	-2,0	-6,0	9,89
510	13,6	9,26	13,6	4,01	-2,0	-6,0	8,47
540	11,7	8,00	11,2	3,31	-1,9	-5,0	7,28
570	10,2	6,94	9,26	2,72	-1,8	-5,0	6,27
600	8,84	6,02	7,67	2,21	-1,6	-4,0	5,41
630	7,69	5,24	6,07	1,78	-1,3	-3,0	4,67
660	6,70	4,56	4,78	-	-0,8	-1,0	4,02
690	5,84	3,97	3,73	-	-0,3	1,0	3,46
720	5,08	3,45	2,86	-	0,4	4,0	2,97
750	4,41	2,99	2,14	-	1,2	7,0	2,54
780	3,82	2,58	1,63	-	2,2	11,0	2,15
810	-	-	-	-	-	-	-
840	-	-	-	-	-	-	-
870	-	-	-	-	-	-	-
900	-	-	-	-	-	-	-
930	-	-	-	-	-	-	-
960	-	-	-	-	-	-	-
990	-	-	-	-	-	-	-
1020	-	-	-	-	-	-	-
1050	-	-	-	-	-	-	-
1080	-	-	-	-	-	-	-
1110	-	-	-	-	-	-	-
1140	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności) p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys) p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji) p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne) a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.2 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC160-6/REI60

HC160-6/REI60							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
240	60,7	76,2	141,4	39,5	-1,2	-4,0	42,4
270	53,3	59,8	101,6	30,7	-1,5	-5,0	37,1
300	47,3	48,0	75,6	24,4	-1,8	-6,0	33,0
330	42,6	39,2	57,8	19,8	-2,2	-7,0	29,6
360	38,6	32,6	45,2	16,2	-2,5	-8,0	26,9
390	35,3	27,4	35,9	13,5	-2,8	-9,0	24,5
420	32,4	23,3	29,0	11,3	-3,1	-10,0	21,1
450	28,4	20,0	23,7	9,50	-3,4	-10,0	18,1
480	24,5	17,3	19,5	8,06	-3,7	-11,0	15,6
510	21,3	15,1	16,2	6,86	-3,9	-12,0	13,5
540	18,6	13,2	13,5	5,86	-4,1	-12,0	11,8
570	16,4	11,6	11,4	5,01	-4,2	-12,0	10,3
600	14,4	10,2	9,58	4,29	-4,3	-12,0	9,03
630	12,8	9,06	7,81	3,67	-4,2	-12,0	7,96
660	11,3	8,05	6,36	3,13	-4,1	-11,0	7,02
690	10,1	7,17	5,18	2,65	-3,9	-10,0	6,21
720	8,97	6,39	4,19	2,24	-3,5	-8,0	5,49
750	8,00	5,70	3,37	1,87	-3,0	-6,0	4,86
780	7,13	5,10	2,76	1,55	-2,4	-3,0	4,30
810	6,36	4,56	2,24	-	-1,5	0,0	3,80
840	5,67	4,07	1,77	-	-0,5	4,0	3,36
870	-	-	-	-	-	-	-
900	-	-	-	-	-	-	-
930	-	-	-	-	-	-	-
960	-	-	-	-	-	-	-
990	-	-	-	-	-	-	-
1020	-	-	-	-	-	-	-
1050	-	-	-	-	-	-	-
1080	-	-	-	-	-	-	-
1110	-	-	-	-	-	-	-
1140	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.3 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC160-8/REI60

HC160-8/REI60							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
240	63,5	101,4	152,6	51,2	-1,7	-5,0	44,3
270	55,7	79,6	110,4	39,9	-2,1	-6,0	38,9
300	49,6	64,1	82,7	31,9	-2,5	-8,0	34,6
330	44,6	52,6	63,7	26,0	-2,9	-9,0	31,1
360	40,4	43,8	50,1	21,4	-3,4	-10,0	28,2
390	37,0	37,0	40,1	17,9	-3,9	-12,0	25,7
420	34,0	31,6	32,6	15,1	-4,4	-13,0	23,7
450	31,4	27,2	26,8	12,9	-4,9	-15,0	21,9
480	29,2	23,6	22,3	11,0	-5,3	-16,0	20,3
510	27,2	20,7	18,7	9,48	-5,8	-17,0	17,8
540	24,6	18,2	15,7	8,20	-6,2	-18,0	15,6
570	21,7	16,1	13,3	7,12	-6,5	-19,0	13,8
600	19,3	14,3	11,4	6,19	-6,8	-20,0	12,2
630	17,2	12,8	9,41	5,40	-7,1	-20,0	10,8
660	15,3	11,4	7,83	4,71	-7,2	-20,0	9,61
690	13,7	10,3	6,52	4,10	-7,3	-20,0	8,58
720	12,3	9,23	5,42	3,57	-7,2	-19,0	7,67
750	11,1	8,33	4,50	3,11	-7,0	-18,0	6,87
780	9,99	7,53	3,81	2,69	-6,7	-16,0	6,16
810	9,02	6,81	3,21	2,33	-6,3	-14,0	5,52
840	8,14	6,17	2,68	2,00	-5,6	-11,0	4,96
870	7,36	5,60	2,21	1,70	-4,8	-8,0	4,45
900	6,65	5,08	1,80	-	-3,7	-4,0	3,99
930	-	-	-	-	-	-	-
960	-	-	-	-	-	-	-
990	-	-	-	-	-	-	-
1020	-	-	-	-	-	-	-
1050	-	-	-	-	-	-	-
1080	-	-	-	-	-	-	-
1110	-	-	-	-	-	-	-
1140	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

2.2.3. Tabele dopuszczalnych obciążeń płyt HC200 i HC200A

W tabelach 2.4÷2.8 zestawiono wartości dopuszczalnych obciążeń dla płyt HC200 i HC200A, w zależności od obliczeniowej rozpiętości płyty.

Tabl.2.4 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC200-5/REI60

HC200-5/REI60							
l_{eff}	$p_{d,lim}$	$p_{k,lim}$	$p_{kt,lim}$		a_0	a_{∞}	$p_{fi,lim}$
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
240	50,0	86,1	230,1	48,6	-0,9	-3,0	32,2
270	43,6	67,6	164,9	37,9	-1,2	-4,0	28,1
300	38,7	54,3	122,4	30,3	-1,4	-4,0	24,8
330	34,6	44,5	93,5	24,6	-1,7	-5,0	22,2
360	31,3	37,0	73,1	20,3	-1,9	-6,0	20,1
390	28,5	31,2	58,2	16,9	-2,2	-7,0	18,2
420	26,2	26,6	47,1	14,3	-2,5	-8,0	16,7
450	24,1	22,8	38,6	12,1	-2,8	-8,0	15,4
480	22,4	19,8	32,0	10,4	-3,0	-9,0	14,2
510	20,8	17,3	26,7	8,92	-3,3	-10,0	13,2
540	19,4	15,2	22,6	7,69	-3,5	-10,0	12,3
570	18,2	13,4	19,1	6,66	-3,7	-11,0	11,5
600	16,9	11,8	16,3	5,78	-3,9	-11,0	10,6
630	15,0	10,5	13,5	5,02	-4,0	-12,0	9,38
660	13,4	9,37	11,3	4,36	-4,1	-12,0	8,32
690	12,0	8,38	9,39	3,79	-4,1	-12,0	7,40
720	10,7	7,51	7,85	3,28	-4,1	-11,0	6,59
750	9,60	6,74	6,57	2,84	-4,0	-11,0	5,87
780	8,62	6,05	5,66	2,45	-3,8	-10,0	5,24
810	7,74	5,44	4,87	2,09	-3,5	-8,0	4,67
840	6,96	4,90	4,17	1,78	-3,2	-7,0	4,17
870	6,25	4,41	3,56	1,50	-2,7	-5,0	3,71
900	5,62	3,97	3,02	-	-2,1	-3,0	3,30
930	5,04	3,57	2,54	-	-1,3	0,0	2,93
960	4,52	3,21	2,11	-	-0,5	3,0	2,60
990	4,05	2,88	1,73	-	0,6	7,0	2,29
1020	-	-	-	-	-	-	-
1050	-	-	-	-	-	-	-
1080	-	-	-	-	-	-	-
1110	-	-	-	-	-	-	-
1140	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>$p_{d,lim}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>$p_{k,lim}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>$p_{kt,lim}$ - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>$p_{fi,lim}$ - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a_0 - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_{∞} - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.5 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC200-7/REI60

HC200-7/REI60							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
240	52,7	121,2	247,6	65,8	-1,3	-4,0	34,0
270	46,1	95,3	178,6	51,5	-1,6	-5,0	29,6
300	40,8	76,8	133,5	41,3	-2,0	-6,0	26,2
330	36,6	63,0	102,6	33,7	-2,4	-7,0	23,5
360	33,1	52,6	80,7	28,0	-2,8	-8,0	21,2
390	30,2	44,5	64,7	23,5	-3,2	-10,0	19,3
420	27,7	38,1	52,6	19,9	-3,6	-11,0	17,7
450	25,6	32,9	43,4	17,1	-4,1	-12,0	16,3
480	23,7	28,6	36,2	14,7	-4,5	-13,0	15,1
510	22,1	25,1	30,5	12,8	-4,9	-15,0	14,0
540	20,6	22,1	25,9	11,1	-5,4	-16,0	13,1
570	19,3	19,6	22,2	9,75	-5,8	-17,0	12,2
600	18,1	17,5	19,1	8,57	-6,2	-18,0	11,5
630	17,1	15,7	16,0	7,55	-6,6	-19,0	10,8
660	16,1	14,1	13,5	6,68	-6,9	-20,0	10,2
690	15,3	12,7	11,5	5,91	-7,2	-20,0	9,62
720	14,5	11,5	9,74	5,24	-7,4	-21,0	9,11
750	13,8	10,4	8,31	4,64	-7,6	-21,0	8,63
780	13,1	9,43	7,27	4,12	-7,7	-21,0	8,14
810	11,9	8,58	6,37	3,65	-7,7	-21,0	7,36
840	10,8	7,82	5,57	3,23	-7,7	-20,0	6,67
870	9,86	7,14	4,86	2,85	-7,5	-19,0	6,04
900	8,99	6,52	4,24	2,51	-7,3	-18,0	5,48
930	8,20	5,97	3,68	2,20	-6,9	-16,0	4,97
960	7,49	5,46	3,19	1,92	-6,4	-14,0	4,51
990	6,84	5,00	2,74	1,67	-5,7	-12,0	4,09
1020	6,24	4,58	2,34	-	-5,0	-8,0	3,71
1050	5,70	4,20	1,97	-	-4,0	-5,0	3,35
1080	5,20	3,84	1,65	-	-2,9	0,0	3,03
1110	-	-	-	-	-	-	-
1140	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.6 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC200A-4/REI60

HC200A-4/REI60							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
240	56,1	67,7	234,3	38,9	-0,7	-2,0	36,1
270	49,0	52,9	167,0	30,2	-0,9	-3,0	31,5
300	43,4	42,4	123,3	23,9	-1,0	-3,0	27,9
330	38,9	34,6	93,7	19,3	-1,2	-4,0	25,0
360	35,2	28,6	72,8	15,8	-1,4	-4,0	22,5
390	32,1	24,0	57,7	13,1	-1,6	-5,0	20,5
420	29,4	20,4	46,4	10,9	-1,7	-5,0	18,8
450	25,5	17,4	37,8	9,17	-1,9	-6,0	16,2
480	21,9	15,0	31,1	7,74	-2,0	-6,0	13,9
510	19,0	13,0	25,9	6,55	-2,1	-6,0	12,0
540	16,5	11,3	21,7	5,56	-2,2	-7,0	10,4
570	14,5	9,87	18,3	4,72	-2,3	-7,0	9,02
600	12,7	8,66	15,5	4,00	-2,3	-7,0	7,87
630	11,2	7,61	12,6	3,38	-2,3	-6,0	6,88
660	9,83	6,71	10,3	2,85	-2,2	-6,0	6,03
690	8,68	5,92	8,48	2,38	-2,0	-5,0	5,28
720	7,67	5,22	6,95	1,97	-1,8	-4,0	4,62
750	6,77	4,61	5,68	1,61	-1,4	-3,0	4,04
780	5,98	4,07	4,80	-	-1,0	-1,0	3,53
810	5,27	3,58	4,03	-	-0,5	1,0	3,07
840	4,64	3,15	3,36	-	0,1	3,0	2,66
870	4,07	2,76	2,77	-	0,8	6,0	2,29
900	3,56	2,41	2,25	-	1,7	9,0	1,96
930	3,10	2,09	1,79	-	2,7	13,0	1,66
960	-	-	-	-	-	-	-
990	-	-	-	-	-	-	-
1020	-	-	-	-	-	-	-
1050	-	-	-	-	-	-	-
1080	-	-	-	-	-	-	-
1110	-	-	-	-	-	-	-
1140	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.7 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC200A-6/REI60

HC200A-6/REI60							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
240	59,4	102,8	252,9	57,0	-1,0	-3,0	38,3
270	51,9	80,7	181,6	44,5	-1,3	-4,0	33,4
300	46,1	64,9	135,1	35,5	-1,6	-5,0	29,6
330	41,3	53,2	103,4	28,9	-1,9	-6,0	26,5
360	37,4	44,3	80,9	23,9	-2,2	-7,0	24,0
390	34,1	37,4	64,6	20,0	-2,5	-8,0	21,8
420	31,3	31,9	52,3	16,9	-2,8	-9,0	20,0
450	28,9	27,5	43,0	14,4	-3,1	-10,0	18,4
480	26,8	23,8	35,7	12,3	-3,4	-10,0	17,1
510	24,9	20,8	29,9	10,6	-3,7	-11,0	15,9
540	23,3	18,3	25,3	9,17	-4,0	-12,0	14,8
570	21,8	16,2	21,5	7,97	-4,3	-13,0	13,8
600	20,4	14,3	18,4	6,94	-4,5	-13,0	12,9
630	18,2	12,8	15,3	6,05	-4,7	-14,0	11,4
660	16,2	11,4	12,7	5,28	-4,8	-14,0	10,2
690	14,5	10,2	10,7	4,61	-4,9	-14,0	9,07
720	13,1	9,19	8,97	4,03	-5,0	-14,0	8,11
750	11,7	8,28	7,54	3,51	-4,9	-13,0	7,26
780	10,6	7,46	6,52	3,05	-4,8	-13,0	6,50
810	9,52	6,74	5,63	2,64	-4,6	-12,0	5,82
840	8,59	6,09	4,85	2,27	-4,3	-10,0	5,22
870	7,76	5,51	4,16	1,94	-3,8	-9,0	4,68
900	7,00	4,98	3,55	1,64	-3,3	-6,0	4,19
930	6,32	4,50	3,01	-	-2,6	-4,0	3,75
960	5,70	4,07	2,53	-	-1,8	-1,0	3,35
990	5,14	3,68	2,09	-	-0,9	3,0	2,98
1020	4,62	3,32	1,70	-	0,3	7,0	2,65
1050	-	-	-	-	-	-	-
1080	-	-	-	-	-	-	-
1110	-	-	-	-	-	-	-
1140	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności) p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys) p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji) p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne) a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.8 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC200A-8/REI60

HC200A-8/REI60							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
240	62,3	137,2	270,1	73,5	-1,4	-4,0	40,2
270	54,5	107,9	195,2	57,5	-1,7	-5,0	35,1
300	48,4	86,9	146,0	46,1	-2,1	-6,0	31,1
330	43,4	71,4	112,4	37,7	-2,5	-8,0	27,9
360	39,3	59,6	88,5	31,3	-2,9	-9,0	25,2
390	35,8	50,5	71,0	26,3	-3,4	-10,0	23,0
420	32,9	43,2	57,9	22,3	-3,8	-12,0	21,1
450	30,4	37,3	47,8	19,1	-4,3	-13,0	19,4
480	28,2	32,5	39,9	16,5	-4,8	-14,0	18,0
510	26,3	28,5	33,6	14,3	-5,3	-16,0	16,7
540	24,5	25,1	28,6	12,5	-5,7	-17,0	15,6
570	23,0	22,3	24,5	10,9	-6,2	-18,0	14,6
600	21,7	19,9	21,1	9,63	-6,6	-19,0	13,7
630	20,4	17,8	17,7	8,49	-7,0	-20,0	12,9
660	19,3	16,0	15,0	7,51	-7,4	-21,0	12,2
690	18,3	14,5	12,7	6,66	-7,7	-22,0	11,5
720	17,4	13,1	10,8	5,91	-8,0	-23,0	10,9
750	16,4	11,9	9,27	5,25	-8,2	-23,0	10,3
780	14,9	10,8	8,12	4,66	-8,4	-23,0	9,28
810	13,5	9,82	7,11	4,14	-8,4	-23,0	8,40
840	12,3	8,96	6,23	3,67	-8,4	-22,0	7,62
870	11,2	8,18	5,45	3,25	-8,3	-22,0	6,92
900	10,2	7,49	4,75	2,87	-8,1	-20,0	6,28
930	9,34	6,86	4,14	2,52	-7,7	-19,0	5,71
960	8,54	6,28	3,59	2,21	-7,3	-17,0	5,19
990	7,81	5,76	3,09	1,93	-6,7	-14,0	4,71
1020	7,14	5,29	2,64	1,67	-5,9	-11,0	4,28
1050	6,53	4,85	2,24	1,43	-5	-7,0	3,88
1080	5,96	4,45	1,88	1,21	-3,9	-3,0	3,52
1110	5,45	4,08	1,54	1,01	-2,6	2,0	3,18
1140	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

2.2.4. Tabele dopuszczalnych obciążeń płyt HC220

W tabelach 2.9÷2.10 zamieszczono wartości dopuszczalnych obciążeń dla płyt HC220, w funkcji obliczeniowej rozpiętości przęsła.

Tabl.2.9 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC220-6/REI120

HC220-6/REI120							
l_{eff}	$p_{d,lim}$	$p_{k,lim}$	$p_{kt,lim}$		a_0	a_{∞}	$p_{fi,lim}$
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
240	63,6	102,6	326,5	62,7	-0,6	-2,0	34,2
270	55,6	80,4	232,5	48,9	-0,8	-2,0	29,7
300	49,2	64,6	171,5	39,0	-0,9	-3,0	26,2
330	44,1	52,8	130,2	31,7	-1,1	-3,0	23,4
360	39,9	43,9	101,2	26,1	-1,3	-4,0	21,1
390	36,3	37,0	80,2	21,8	-1,4	-4,0	19,1
420	33,3	31,4	64,5	18,4	-1,6	-5,0	17,5
450	30,7	27,0	52,6	15,6	-1,8	-5,0	16,1
480	28,4	23,4	43,4	13,3	-1,9	-6,0	14,8
510	26,4	20,3	36,1	11,5	-2,0	-6,0	13,7
540	24,7	17,8	30,3	9,88	-2,1	-6,0	12,7
570	22,4	15,7	25,6	8,55	-2,2	-6,0	11,9
600	19,8	13,8	21,8	7,41	-2,2	-6,0	11,1
630	17,5	12,3	17,8	6,43	-2,2	-6,0	9,90
660	15,6	10,9	14,7	5,58	-2,2	-6,0	8,73
690	13,9	9,72	12,1	4,84	-2,1	-5,0	7,71
720	12,4	8,68	10,0	4,19	-1,9	-5,0	6,82
750	11,1	7,75	8,26	3,62	-1,7	-4,0	6,03
780	9,92	6,94	7,06	3,11	-1,4	-2,0	5,33
810	8,88	6,21	6,01	2,66	-1,0	-1,0	4,70
840	7,94	5,56	5,10	2,26	-0,5	1,0	4,15
870	7,11	4,98	4,30	1,89	0,1	3,0	3,64
900	6,35	4,45	3,60	1,56	0,8	6,0	3,19
930	5,67	3,97	2,97	-	1,6	9,0	2,78
960	5,05	3,54	2,42	-	2,5	12,0	2,41
990	4,49	3,14	1,92	-	3,6	16,0	2,07
1020	-	-	-	-	-	-	-
1050	-	-	-	-	-	-	-
1080	-	-	-	-	-	-	-
1110	-	-	-	-	-	-	-
1140	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>$p_{d,lim}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności) $p_{k,lim}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys) $p_{kt,lim}$ - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji) $p_{fi,lim}$ - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru a_0 - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne) a_{∞} - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.10 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC220-8/REI120

HC220-8/REI120							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
240	66,8	137,5	342,1	81,9	-0,8	-3,0	35,9
270	58,4	108,0	244,7	64,1	-1,1	-3,0	31,3
300	51,7	86,9	181,4	51,3	-1,3	-4,0	27,6
330	46,4	71,3	138,4	41,9	-1,5	-5,0	24,7
360	42,0	59,4	108,0	34,7	-1,8	-5,0	22,2
390	38,2	50,2	86,0	29,1	-2,0	-6,0	20,2
420	35,1	42,9	69,5	24,7	-2,3	-7,0	18,5
450	32,4	37,0	57,0	21,1	-2,5	-8,0	17,0
480	30,0	32,1	47,2	18,2	-2,8	-8,0	15,7
510	27,9	28,1	39,5	15,8	-3,0	-9,0	14,5
540	26,1	24,7	33,3	13,7	-3,2	-9,0	13,5
570	24,4	21,9	28,3	12,0	-3,4	-10,0	12,6
600	22,9	19,5	24,2	10,5	-3,6	-10,0	11,8
630	21,6	17,4	20,0	9,26	-3,7	-11,0	11,0
660	20,4	15,6	16,7	8,16	-3,8	-11,0	10,4
690	19,3	14,0	14,0	7,21	-3,8	-11,0	9,78
720	17,5	12,6	11,7	6,37	-3,8	-10,0	9,23
750	15,7	11,4	9,82	5,63	-3,8	-10,0	8,72
780	14,2	10,3	8,50	4,97	-3,6	-9,0	7,91
810	12,9	9,32	7,35	4,39	-3,4	-8,0	7,10
840	11,7	8,45	6,35	3,86	-3,1	-7,0	6,37
870	10,6	7,68	5,46	3,39	-2,8	-5,0	5,72
900	9,59	6,97	4,68	2,97	-2,3	-4,0	5,13
930	8,70	6,34	3,99	2,59	-1,7	-1,0	4,60
960	7,90	5,77	3,37	2,24	-0,9	2,0	4,12
990	7,16	5,24	2,82	1,92	-0,1	5,0	3,68
1020	6,49	4,76	2,32	1,63	0,9	8,0	3,28
1050	5,88	4,32	1,88	-	2,0	13,0	2,91
1080	-	-	-	-	-	-	-
1110	-	-	-	-	-	-	-
1140	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

2.2.5. Tabele dopuszczalnych obciążeń płyt HC265

Tabele 2.11÷2.15 zestawiono wartości dopuszczalnych obciążeń płyt HC265, w zależności od obliczeniowej rozpiętości przęśla.

Tabl.2.11 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC265-8/REI60

HC265-8/REI60							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	59,4	124,5	306,5	69,1	-1,5	-5,0	35,0
330	53,1	102,3	234,8	56,6	-1,8	-5,0	31,2
360	48,0	85,5	184,2	47,0	-2,2	-6,0	28,2
390	43,7	72,4	147,4	39,6	-2,5	-7,0	25,6
420	40,1	62,0	119,9	33,7	-2,8	-8,0	23,4
450	36,9	53,6	98,9	29,0	-3,2	-9,0	21,5
480	34,2	46,8	82,6	25,1	-3,6	-10,0	19,9
510	31,8	41,1	69,7	21,8	-4,0	-12,0	18,4
540	29,7	36,3	59,3	19,1	-4,4	-13,0	17,2
570	27,9	32,3	50,9	16,9	-4,7	-14,0	16,1
600	26,2	28,8	43,9	14,9	-5,1	-15,0	15,1
630	24,7	25,9	37,0	13,2	-5,5	-16,0	14,1
660	23,3	23,3	31,4	11,8	-5,9	-17,0	13,3
690	22,0	21,1	26,8	10,5	-6,2	-18,0	12,6
720	20,9	19,1	23,0	9,38	-6,5	-18,0	11,9
750	19,9	17,4	19,8	8,40	-6,8	-19,0	11,3
780	18,9	15,8	17,6	7,53	-7,1	-20,0	10,7
810	18,0	14,4	15,6	6,75	-7,3	-20,0	10,2
840	17,2	13,2	13,9	6,05	-7,5	-21,0	9,65
870	16,4	12,1	12,4	5,43	-7,7	-21,0	9,20
900	15,4	11,1	11,0	4,87	-7,7	-21,0	8,77
930	14,1	10,2	9,86	4,36	-7,8	-21,0	8,37
960	13,0	9,40	8,80	3,89	-7,8	-20,0	7,96
990	11,9	8,66	7,86	3,47	-7,7	-20,0	7,28
1020	10,9	7,98	7,01	3,09	-7,5	-19,0	6,66
1050	10,1	7,36	6,24	2,74	-7,2	-18,0	6,09
1080	9,25	6,79	5,55	2,41	-6,9	-16,0	5,57
1110	8,51	6,26	4,92	2,12	-6,4	-14,0	5,08
1140	7,83	5,78	4,35	1,84	-5,9	-12,0	4,64
1170	7,20	5,33	3,83	1,59	-5,2	-10,0	4,23
1200	6,61	4,92	3,36	-	-4,4	-7,0	3,85
1230	6,07	4,53	2,92	-	-3,5	-3,0	3,50
1260	5,56	4,18	2,52	-	-2,4	1,0	3,17
1290	5,09	3,85	2,15	-	-1,2	5,0	2,87
1320	4,66	3,54	1,81	-	0,1	10,0	2,59
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności) p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys) p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji) p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne) a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.12 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC265-10/REI60

HC265-10/REI60							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	62,1	155,9	323,4	83,9	-1,9	-5,0	36,6
330	55,6	128,3	248,8	68,8	-2,3	-7,0	32,7
360	50,2	107,4	195,9	57,3	-2,7	-8,0	29,5
390	45,7	91,0	157,3	48,4	-3,1	-9,0	26,8
420	42,0	78,1	128,4	41,3	-3,5	-10,0	24,5
450	38,7	67,6	106,3	35,6	-4,0	-12,0	22,6
480	35,9	59,1	89,1	30,9	-4,5	-13,0	20,9
510	33,4	52,0	75,4	27,0	-5,0	-14,0	19,4
540	31,2	46,1	64,4	23,7	-5,5	-16,0	18,1
570	29,2	41,0	55,4	21,0	-6,0	-17,0	16,9
600	27,5	36,7	48,1	18,6	-6,6	-19,0	15,8
630	25,9	33,1	40,7	16,6	-7,1	-20,0	14,9
660	24,5	29,9	34,7	14,9	-7,6	-22,0	14,0
690	23,2	27,1	29,8	13,3	-8,1	-23,0	13,2
720	22,0	24,6	25,8	12,0	-8,6	-24,0	12,5
750	20,9	22,4	22,4	10,8	-9,1	-25,0	11,9
780	19,9	20,5	20,0	9,76	-9,5	-27,0	11,3
810	19,0	18,8	17,8	8,83	-10,0	-28,0	10,7
840	18,1	17,3	16,0	7,99	-10,4	-29,0	10,2
870	17,3	15,9	14,3	7,24	-10,7	-29,0	9,73
900	16,6	14,7	12,9	6,56	-11,0	-30,0	9,29
930	15,9	13,6	11,6	5,95	-11,3	-30,0	8,87
960	15,2	12,5	10,4	5,39	-11,5	-31,0	8,49
990	14,6	11,6	9,36	4,88	-11,6	-31,0	8,12
1020	14,1	10,8	8,43	4,42	-11,7	-31,0	7,78
1050	13,5	10,0	7,59	4,00	-11,7	-30,0	7,46
1080	12,5	9,28	6,82	3,61	-11,6	-29,0	7,16
1110	11,6	8,63	6,13	3,25	-11,4	-28,0	6,87
1140	10,7	8,02	5,50	2,92	-11,1	-27,0	6,52
1170	10,0	7,47	4,92	2,61	-10,7	-25,0	6,01
1200	9,23	6,95	4,39	2,33	-10,2	-23,0	5,55
1230	8,56	6,47	3,91	2,07	-9,6	-21,0	5,11
1260	7,94	6,03	3,46	1,83	-8,9	-18,0	4,71
1290	7,36	5,61	3,05	1,60	-8,0	-14,0	4,34
1320	6,82	5,23	2,67	-	-7,0	-11,0	3,99
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.13 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC265-12/REI60

HC265-12/REI60							
l_{eff}	$p_{d.lim}$	$p_{k.lim}$	$p_{kt.lim}$		a_0	a_{∞}	$p_{fi.lim}$
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	64,5	181,3	333,5	95,2	-2,1	-6,0	38,1
330	57,8	149,3	257,0	78,1	-2,5	-7,0	34,0
360	52,2	125,0	202,8	65,2	-3,0	-9,0	30,7
390	47,6	106,1	163,2	55,1	-3,5	-10,0	27,9
420	43,7	91,1	133,5	47,1	-4,0	-11,0	25,6
450	40,3	78,9	110,7	40,6	-4,5	-13,0	23,5
480	37,4	69,0	92,9	35,3	-5,1	-14,0	21,8
510	34,8	60,8	78,8	30,9	-5,7	-16,0	20,2
540	32,5	53,9	67,4	27,2	-6,3	-18,0	18,9
570	30,5	48,1	58,2	24,1	-6,9	-19,0	17,6
600	28,7	43,1	50,5	21,5	-7,5	-21,0	16,6
630	27,1	38,8	42,9	19,2	-8,1	-23,0	15,6
660	25,6	35,1	36,8	17,2	-8,7	-24,0	14,7
690	24,2	31,9	31,7	15,5	-9,3	-26,0	13,9
720	23,0	29,0	27,5	14,0	-9,9	-28,0	13,1
750	21,9	26,5	24,0	12,6	-10,5	-29,0	12,5
780	20,8	24,3	21,4	11,5	-11,1	-31,0	11,8
810	19,9	22,3	19,2	10,4	-11,6	-32,0	11,3
840	19,0	20,6	17,2	9,45	-12,1	-33,0	10,7
870	18,2	19,0	15,5	8,60	-12,6	-34,0	10,2
900	17,4	17,5	14,0	7,83	-13,1	-35,0	9,78
930	16,7	16,2	12,6	7,14	-13,5	-36,0	9,35
960	16,0	15,0	11,4	6,51	-13,8	-37,0	8,94
990	15,4	14,0	10,3	5,94	-14,1	-37,0	8,57
1020	14,8	13,0	9,28	5,42	-14,3	-38,0	8,21
1050	14,2	12,1	8,39	4,94	-14,5	-38,0	7,88
1080	13,7	11,3	7,58	4,50	-14,5	-37,0	7,56
1110	13,2	10,5	6,85	4,09	-14,5	-37,0	7,27
1140	12,7	9,81	6,18	3,72	-14,4	-36,0	6,99
1170	11,9	9,16	5,57	3,38	-14,2	-35,0	6,72
1200	11,1	8,56	5,01	3,06	-13,9	-33,0	6,47
1230	10,3	8,01	4,49	2,76	-13,5	-31,0	6,23
1260	9,64	7,49	4,02	2,49	-12,9	-29,0	6,00
1290	8,98	7,01	3,58	2,23	-12,2	-26,0	5,79
1320	8,37	6,56	3,18	1,99	-11,4	-23,0	5,58
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>$p_{d.lim}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>$p_{k.lim}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>$p_{kt.lim}$ - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>$p_{fi.lim}$ - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a_0 - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_{∞} - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.14 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC265-8/REI120

HC265-8/REI120							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	59,2	121,0	296,6	68,9	-1,4	-4,0	31,7
330	53,0	99,5	226,8	56,3	-1,6	-5,0	28,3
360	47,9	83,1	177,5	46,8	-1,9	-6,0	25,5
390	43,7	70,3	141,8	39,4	-2,2	-6,0	23,1
420	40,0	60,2	115,1	33,5	-2,5	-7,0	21,1
450	36,9	52,0	94,7	28,8	-2,8	-8,0	19,4
480	34,2	45,4	78,9	24,9	-3,1	-9,0	17,9
510	31,8	39,8	66,5	21,7	-3,4	-10,0	16,6
540	29,7	35,2	56,4	19,0	-3,8	-11,0	15,5
570	27,9	31,2	48,3	16,7	-4,1	-12,0	14,4
600	26,2	27,9	41,6	14,8	-4,4	-13,0	13,5
630	24,7	25,0	34,9	13,1	-4,7	-14,0	12,7
660	23,3	22,5	29,5	11,7	-5,0	-14,0	11,9
690	22,1	20,3	25,0	10,4	-5,2	-15,0	11,2
720	20,9	18,4	21,4	9,28	-5,5	-16,0	10,6
750	19,9	16,7	18,4	8,30	-5,7	-16,0	10,0
780	18,9	15,2	16,2	7,43	-5,8	-16,0	9,51
810	17,7	13,9	14,4	6,65	-6,0	-17,0	8,57
840	16,2	12,7	12,7	5,96	-6,1	-17,0	7,73
870	14,8	11,6	11,3	5,33	-6,1	-16,0	6,97
900	13,5	10,6	10,0	4,77	-6,1	-16,0	6,29
930	12,3	9,77	8,91	4,26	-6,0	-16,0	5,67
960	11,3	8,97	7,91	3,80	-5,8	-15,0	5,11
990	10,3	8,25	7,02	3,38	-5,6	-14,0	4,60
1020	9,47	7,59	6,21	3,00	-5,3	-12,0	4,13
1050	8,67	6,98	5,49	2,65	-4,9	-11,0	3,71
1080	7,94	6,42	4,84	2,32	-4,4	-9,0	3,31
1110	7,27	5,91	4,24	2,03	-3,8	-7,0	2,95
1140	6,65	5,44	3,71	1,75	-3,1	-4,0	2,62
1170	6,08	5,01	3,22	1,50	-2,3	-1,0	2,31
1200	5,55	4,60	2,77	-	-1,3	3,0	2,03
1230	5,06	4,23	2,36	-	-0,3	6,0	1,77
1260	4,60	3,88	1,98	-	1,0	11,0	1,52
1290	4,17	3,56	1,63	-	2,3	16,0	1,29
1320	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.15 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC265-10/REI120

HC265-10/REI120							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	62,0	151,3	311,9	84,1	-1,7	-5,0	33,2
330	55,5	124,5	239,4	69,0	-2,0	-6,0	29,7
360	50,2	104,1	188,1	57,4	-2,4	-7,0	26,7
390	45,8	88,2	150,7	48,5	-2,7	-8,0	24,3
420	42,0	75,7	122,8	41,3	-3,1	-9,0	22,2
450	38,7	65,5	101,5	35,6	-3,5	-10,0	20,4
480	35,9	57,2	84,8	30,9	-4,0	-12,0	18,9
510	33,4	50,3	71,7	27,0	-4,4	-13,0	17,5
540	31,2	44,5	61,1	23,8	-4,8	-14,0	16,3
570	29,3	39,7	52,5	21,0	-5,3	-15,0	15,2
600	27,5	35,5	45,4	18,6	-5,7	-16,0	14,3
630	26,0	31,9	38,3	16,6	-6,1	-18,0	13,4
660	24,5	28,8	32,6	14,8	-6,6	-19,0	12,6
690	23,2	26,1	27,9	13,3	-7,0	-20,0	11,9
720	22,0	23,7	24,0	12,0	-7,4	-21,0	11,2
750	20,9	21,6	20,7	10,8	-7,7	-22,0	10,6
780	19,9	19,7	18,4	9,72	-8,1	-23,0	10,1
810	19,0	18,1	16,4	8,78	-8,4	-23,0	9,57
840	18,2	16,6	14,6	7,94	-8,6	-24,0	9,10
870	17,4	15,3	13,1	7,19	-8,9	-24,0	8,66
900	16,6	14,1	11,7	6,50	-9,0	-25,0	8,25
930	15,9	13,0	10,5	5,89	-9,2	-25,0	7,75
960	14,9	12,0	9,37	5,33	-9,2	-24,0	7,06
990	13,8	11,1	8,39	4,82	-9,2	-24,0	6,43
1020	12,7	10,3	7,51	4,36	-9,1	-23,0	5,86
1050	11,7	9,50	6,71	3,93	-9,0	-22,0	5,34
1080	10,8	8,81	6,00	3,54	-8,7	-21,0	4,86
1110	10,0	8,17	5,34	3,18	-8,4	-20,0	4,41
1140	9,24	7,59	4,75	2,85	-7,9	-18,0	4,01
1170	8,53	7,04	4,21	2,54	-7,3	-15,0	3,63
1200	7,88	6,54	3,71	2,26	-6,7	-13,0	3,28
1230	7,28	6,08	3,25	2,00	-5,9	-10,0	2,96
1260	6,72	5,65	2,84	1,75	-4,9	-6,0	2,66
1290	6,20	5,24	2,45	1,53	-3,8	-2,0	2,38
1320	5,71	4,87	2,10	-	-2,6	3,0	2,11
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

2.2.6. Tabele dopuszczalnych obciążeń płyt HC320

W tabelach 2.16÷2.23 zestawiono wartości dopuszczalnych obciążeń płyt HC320, w funkcji obliczeniowej rozpiętości przęśla.

Tabl.2.16 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC320-7/REI60

HC320-7/REI60							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	74,8	146,1	478,2	85,5	-1,1	-3,0	44,1
330	66,8	120,1	364,8	70,0	-1,3	-4,0	39,4
360	60,3	100,4	285,1	58,3	-1,6	-5,0	35,5
390	54,9	85,0	227,3	49,1	-1,8	-5,0	32,2
420	50,3	72,8	184,4	41,9	-2,1	-6,0	29,4
450	46,4	63,0	151,7	36,0	-2,3	-7,0	27,1
480	42,9	54,9	126,3	31,2	-2,6	-8,0	25,0
510	39,9	48,3	106,4	27,2	-2,9	-8,0	23,2
540	37,3	42,7	90,4	23,9	-3,2	-9,0	21,7
570	35,0	38,0	77,4	21,1	-3,4	-10,0	20,3
600	32,9	33,9	66,8	18,7	-3,7	-11,0	19,0
630	31,0	30,4	56,0	16,6	-4,0	-12,0	17,9
660	29,3	27,4	47,4	14,8	-4,3	-12,0	16,8
690	27,7	24,8	40,3	13,3	-4,5	-13,0	15,9
720	26,3	22,5	34,5	11,9	-4,8	-14,0	15,0
750	25,0	20,5	29,7	10,7	-5,0	-14,0	14,3
780	23,8	18,6	26,4	9,59	-5,2	-15,0	13,5
810	22,0	17,0	23,5	8,63	-5,4	-15,0	12,9
840	20,1	15,6	21,0	7,78	-5,6	-16,0	12,3
870	18,4	14,3	18,8	7,01	-5,7	-16,0	11,5
900	16,9	13,1	16,9	6,31	-5,8	-16,0	10,5
930	15,5	12,1	15,1	5,68	-5,9	-16,0	9,54
960	14,2	11,1	13,6	5,11	-5,9	-16,0	8,72
990	13,0	10,3	12,2	4,59	-5,9	-16,0	7,97
1020	12,0	9,45	11,0	4,12	-5,8	-15,0	7,28
1050	11,0	8,72	9,88	3,68	-5,7	-15,0	6,65
1080	10,1	8,06	8,88	3,29	-5,5	-14,0	6,08
1110	9,31	7,44	7,98	2,92	-5,2	-13,0	5,55
1140	8,55	6,87	7,16	2,58	-4,9	-11,0	5,06
1170	7,86	6,35	6,42	2,27	-4,5	-10,0	4,61
1200	7,21	5,86	5,73	1,98	-4,0	-8,0	4,19
1230	6,62	5,41	5,11	1,71	-3,5	-6,0	3,81
1260	6,06	4,99	4,54	-	-2,8	-4,0	3,45
1290	5,54	4,60	4,02	-	-2,1	-1,0	3,11
1320	5,09	4,28	2,93	-	1,6	11,0	2,82
1350	4,64	3,93	2,51	-	2,7	15,0	2,53
1380	4,22	3,61	2,12	-	3,9	19,0	2,25
1410	3,82	3,31	1,76	-	5,2	24,0	2,00
1440	-	-	-	-	-	-	-
1470	-	-	-	-	-	-	-
1500	-	-	-	-	-	-	-
1530	-	-	-	-	-	-	-
1560	-	-	-	-	-	-	-
1590	-	-	-	-	-	-	-
1620	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności) p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys) p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji) p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne) a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.17 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC320-9/REI60

HC320-9/REI60							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	78,5	175,3	492,7	97,6	-1,3	-4,0	46,4
330	70,2	144,3	376,7	80,0	-1,5	-4,0	41,4
360	63,4	120,7	295,1	66,7	-1,8	-5,0	37,3
390	57,7	102,3	235,7	56,3	-2,1	-6,0	33,9
420	52,9	87,8	191,5	48,1	-2,4	-7,0	31,0
450	48,8	76,0	157,9	41,4	-2,7	-8,0	28,5
480	45,2	66,4	131,8	36,0	-3,0	-9,0	26,4
510	42,1	58,4	111,2	31,5	-3,4	-10,0	24,5
540	39,3	51,7	94,7	27,7	-3,7	-11,0	22,9
570	36,8	46,1	81,3	24,5	-4,1	-12,0	21,4
600	34,7	41,3	70,3	21,8	-4,4	-13,0	20,1
630	32,7	37,1	59,1	19,4	-4,8	-14,0	18,9
660	30,9	33,5	50,2	17,4	-5,1	-15,0	17,8
690	29,3	30,4	42,9	15,6	-5,5	-16,0	16,8
720	27,8	27,6	36,9	14,0	-5,8	-17,0	15,9
750	26,4	25,2	31,9	12,7	-6,1	-17,0	15,1
780	25,2	23,0	28,4	11,4	-6,5	-18,0	14,4
810	24,0	21,1	25,4	10,4	-6,7	-19,0	13,7
840	22,9	19,4	22,7	9,37	-7,0	-20,0	13,0
870	22,0	17,8	20,4	8,50	-7,2	-20,0	12,4
900	21,0	16,5	18,4	7,71	-7,5	-21,0	11,9
930	20,2	15,2	16,5	7,00	-7,6	-21,0	11,4
960	19,4	14,1	14,9	6,35	-7,8	-21,0	10,9
990	18,0	13,0	13,5	5,76	-7,9	-21,0	10,4
1020	16,7	12,1	12,2	5,22	-7,9	-21,0	10,0
1050	15,4	11,2	11,0	4,73	-7,9	-21,0	9,51
1080	14,3	10,4	9,93	4,28	-7,8	-20,0	8,78
1110	13,3	9,65	8,98	3,86	-7,7	-20,0	8,11
1140	12,3	8,97	8,11	3,48	-7,5	-19,0	7,49
1170	11,4	8,35	7,31	3,12	-7,3	-18,0	6,91
1200	10,6	7,77	6,59	2,79	-6,9	-16,0	6,38
1230	9,83	7,23	5,93	2,49	-6,5	-14,0	5,89
1260	9,12	6,73	5,32	2,21	-6,0	-13,0	5,43
1290	8,47	6,26	4,76	1,94	-5,4	-10,0	5,01
1320	7,87	5,86	3,64	1,58	-1,9	1,0	4,62
1350	7,29	5,45	3,19	-	-1,0	4,0	4,24
1380	6,75	5,06	2,77	-	0,1	8,0	3,90
1410	6,25	4,70	2,39	-	1,2	12,0	3,57
1440	5,78	4,37	2,03	-	2,5	17,0	3,26
1470	5,34	4,05	1,69	-	3,9	22,0	2,98
1500	-	-	-	-	-	-	-
1530	-	-	-	-	-	-	-
1560	-	-	-	-	-	-	-
1590	-	-	-	-	-	-	-
1620	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.18 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC320-11/REI60

HC320-11/REI60							
l_{eff}	$p_{d.lim}$	$p_{k.lim}$	$p_{kt.lim}$		a_0	a_{∞}	$p_{fi.lim}$
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	81,9	214,6	513,9	116,0	-1,5	-4,0	48,4
330	73,2	176,8	394,1	95,3	-1,9	-5,0	43,2
360	66,1	148,0	309,5	79,5	-2,2	-6,0	39,0
390	60,2	125,6	248,0	67,3	-2,5	-7,0	35,4
420	55,2	107,9	202,1	57,5	-2,9	-8,0	32,4
450	50,9	93,5	167,0	49,7	-3,3	-9,0	29,8
480	47,2	81,8	139,8	43,2	-3,7	-11,0	27,6
510	44,0	72,1	118,2	37,9	-4,2	-12,0	25,7
540	41,1	63,9	100,9	33,4	-4,6	-13,0	23,9
570	38,6	57,1	86,9	29,6	-5,0	-14,0	22,4
600	36,3	51,2	75,4	26,4	-5,5	-16,0	21,0
630	34,2	46,1	63,7	23,6	-6,0	-17,0	19,8
660	32,4	41,7	54,3	21,2	-6,4	-18,0	18,7
690	30,7	37,9	46,7	19,1	-6,9	-19,0	17,7
720	29,1	34,5	40,4	17,3	-7,4	-21,0	16,7
750	27,7	31,6	35,1	15,7	-7,8	-22,0	15,9
780	26,4	28,9	31,4	14,2	-8,2	-23,0	15,1
810	25,2	26,6	28,1	12,9	-8,7	-24,0	14,4
840	24,1	24,5	25,3	11,8	-9,1	-25,0	13,7
870	23,1	22,6	22,8	10,7	-9,5	-26,0	13,1
900	22,1	20,9	20,6	9,81	-9,9	-27,0	12,5
930	21,2	19,4	18,6	8,97	-10,2	-28,0	12,0
960	20,4	18,0	16,9	8,20	-10,5	-29,0	11,5
990	19,6	16,7	15,3	7,51	-10,8	-29,0	11,0
1020	18,8	15,5	13,9	6,87	-11,0	-29,0	10,6
1050	18,1	14,5	12,6	6,29	-11,2	-30,0	10,2
1080	17,5	13,5	11,5	5,75	-11,3	-30,0	9,76
1110	16,9	12,6	10,5	5,26	-11,4	-30,0	9,39
1140	16,0	11,8	9,50	4,81	-11,4	-29,0	9,04
1170	14,9	11,0	8,64	4,39	-11,3	-29,0	8,71
1200	13,9	10,3	7,85	4,00	-11,2	-28,0	8,40
1230	13,0	9,64	7,13	3,64	-11,0	-27,0	7,92
1260	12,1	9,03	6,47	3,31	-10,8	-26,0	7,37
1290	11,3	8,46	5,86	3,00	-10,4	-24,0	6,85
1320	10,6	7,96	4,70	2,60	-7,1	-14,0	6,37
1350	9,88	7,46	4,21	2,33	-6,4	-11,0	5,92
1380	9,23	6,99	3,75	2,08	-5,6	-8,0	5,50
1410	8,62	6,56	3,32	1,85	-4,7	-5,0	5,11
1440	8,05	6,15	2,92	1,62	-3,7	-1,0	4,74
1470	7,52	5,76	2,56	-	-2,5	3,0	4,39
1500	7,01	5,40	2,21	-	-1,3	8,0	4,06
1530	6,54	5,05	1,89	-	0,2	13,0	3,76
1560	6,09	4,73	1,59	-	1,7	18,0	3,47
1590	-	-	-	-	-	-	-
1620	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>$p_{d.lim}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>$p_{k.lim}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>$p_{kt.lim}$ - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>$p_{fi.lim}$ - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a_0 - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_{∞} - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.19 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC320-14/REI60

HC320-14/REI60							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	86,4	263,9	534,4	138,0	-1,8	-5,0	51,1
330	77,3	217,5	410,9	113,5	-2,2	-6,0	45,7
360	69,9	182,2	323,6	94,8	-2,6	-7,0	41,2
390	63,7	154,8	260,0	80,3	-3	-9,0	37,5
420	58,4	133,0	212,4	68,7	-3,5	-10,0	34,3
450	53,9	115,5	176,0	59,4	-3,9	-11,0	31,6
480	50,0	101,1	147,6	51,8	-4,4	-12,0	29,3
510	46,6	89,2	125,2	45,5	-4,9	-14,0	27,2
540	43,6	79,2	107,1	40,2	-5,5	-15,0	25,4
570	40,9	70,7	92,4	35,8	-6	-17,0	23,8
600	38,5	63,5	80,3	31,9	-6,6	-18,0	22,4
630	36,3	57,3	68,2	28,7	-7,2	-20,0	21,1
660	34,4	51,9	58,5	25,8	-7,8	-22,0	19,9
690	32,6	47,2	50,4	23,3	-8,3	-23,0	18,8
720	31,0	43,1	43,8	21,1	-8,9	-25,0	17,8
750	29,5	39,5	38,3	19,2	-9,5	-26,0	17,0
780	28,1	36,3	34,3	17,5	-10,1	-28,0	16,1
810	26,8	33,4	30,8	16,0	-10,7	-29,0	15,4
840	25,7	30,8	27,8	14,6	-11,2	-31,0	14,7
870	24,6	28,5	25,1	13,4	-11,8	-32,0	14,0
900	23,6	26,4	22,8	12,3	-12,3	-34,0	13,4
930	22,6	24,5	20,7	11,3	-12,8	-35,0	12,8
960	21,7	22,8	18,8	10,4	-13,3	-36,0	12,3
990	20,9	21,3	17,1	9,56	-13,8	-37,0	11,8
1020	20,1	19,8	15,6	8,81	-14,2	-38,0	11,4
1050	19,4	18,5	14,2	8,12	-14,5	-39,0	10,9
1080	18,7	17,3	13,0	7,49	-14,9	-39,0	10,5
1110	18,1	16,2	11,9	6,91	-15,1	-40,0	10,1
1140	17,5	15,2	10,9	6,37	-15,4	-40,0	9,74
1170	16,9	14,3	9,94	5,87	-15,5	-40,0	9,40
1200	16,3	13,4	9,09	5,41	-15,6	-40,0	9,06
1230	15,8	12,6	8,31	4,99	-15,7	-39,0	8,75
1260	15,3	11,9	7,59	4,59	-15,6	-39,0	8,45
1290	14,6	11,2	6,93	4,22	-15,5	-38,0	8,17
1320	13,6	10,5	5,75	3,79	-12,4	-28,0	8,23
1350	12,8	9,93	5,21	3,47	-12	-26,0	7,97
1380	12,0	9,36	4,70	3,17	-11,5	-24,0	7,71
1410	11,3	8,83	4,24	2,89	-10,8	-21,0	7,47
1440	10,6	8,32	3,80	2,63	-10,1	-18,0	7,23
1470	9,96	7,85	3,40	2,38	-9,2	-15,0	7,01
1500	9,36	7,41	3,03	2,15	-8,2	-11,0	6,80
1530	8,80	6,99	2,67	1,93	-7,1	-7,0	6,59
1560	8,26	6,60	2,35	1,72	-5,8	-2,0	6,39
1590	7,76	6,22	2,04	1,53	-4,4	3,0	6,16
1620	7,29	5,87	1,75	-	-2,8	9,0	5,79
1650	-	-	-	-	-	-	-
1680	-	-	-	-	-	-	-
1710	-	-	-	-	-	-	-
1740	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.20 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC320-16/REI60

HC320-16/REI60							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	99,6	297,2	607,6	150,8	-1,8	-5,0	59,0
330	89,2	245,0	466,5	124,0	-2,2	-6,0	52,8
360	80,7	205,4	366,9	103,7	-2,6	-7,0	47,7
390	73,6	174,5	294,4	87,8	-3,0	-8,0	43,4
420	67,6	150,0	240,2	75,2	-3,4	-9,0	39,8
450	62,4	130,2	198,8	65,1	-3,9	-10,0	36,7
480	58,0	114,1	166,7	56,8	-4,4	-11,0	34,1
510	54,1	100,7	141,2	49,9	-4,9	-13,0	31,7
540	50,6	89,4	120,8	44,1	-5,4	-14,0	29,6
570	47,5	79,9	104,2	39,3	-6,0	-15,0	27,8
600	44,8	71,8	90,5	35,1	-6,6	-17,0	26,1
630	42,3	64,8	76,8	31,5	-7,1	-18,0	24,7
660	40,1	58,8	65,7	28,4	-7,7	-20,0	23,3
690	38,0	53,5	56,6	25,7	-8,3	-21,0	22,1
720	36,2	48,8	49,1	23,3	-8,9	-23,0	21,0
750	34,5	44,8	42,9	21,2	-9,5	-24,0	20,0
780	32,9	41,1	38,5	19,4	-10,1	-26,0	19,0
810	31,5	37,9	34,6	17,7	-10,7	-27,0	18,1
840	30,1	35,0	31,2	16,2	-11,3	-29,0	17,3
870	28,9	32,4	28,3	14,9	-11,8	-30,0	16,6
900	27,7	30,1	25,6	13,7	-12,4	-31,0	15,9
930	26,6	27,9	23,3	12,6	-12,9	-32,0	15,3
960	25,6	26,0	21,2	11,6	-13,4	-34,0	14,7
990	24,7	24,3	19,3	10,7	-13,9	-35,0	14,1
1020	23,8	22,7	17,7	9,87	-14,4	-36,0	13,5
1050	23,0	21,2	16,1	9,12	-14,8	-36,0	13,0
1080	22,2	19,9	14,8	8,43	-15,1	-37,0	12,6
1110	21,4	18,6	13,5	7,79	-15,5	-38,0	12,1
1140	20,7	17,5	12,4	7,21	-15,7	-38,0	11,7
1170	20,1	16,4	11,4	6,67	-16,0	-38,0	11,3
1200	19,4	15,5	10,4	6,17	-16,1	-39,0	10,9
1230	18,8	14,6	9,58	5,70	-16,2	-38,0	10,6
1260	18,0	13,7	8,78	5,27	-16,3	-38,0	10,2
1290	16,9	12,9	8,05	4,87	-16,2	-38,0	9,89
1320	15,9	12,2	6,80	4,40	-13,4	-30,0	9,96
1350	15,0	11,5	6,20	4,05	-13,0	-28,0	9,65
1380	14,1	10,9	5,65	3,72	-12,6	-26,0	9,36
1410	13,3	10,3	5,13	3,42	-12,1	-25,0	9,08
1440	12,5	9,72	4,66	3,13	-11,5	-22,0	8,81
1470	11,8	9,19	4,21	2,86	-10,7	-20,0	8,56
1500	11,1	8,69	3,80	2,61	-9,9	-17,0	8,31
1530	10,5	8,22	3,41	2,37	-8,9	-13,0	8,08
1560	9,90	7,78	3,05	2,15	-7,8	-10,0	7,85
1590	9,34	7,36	2,71	1,93	-6,5	-6,0	7,63
1620	8,81	6,97	2,39	1,73	-5,2	-1,0	7,43
1650	8,30	6,59	2,10	1,54	-3,6	4,0	7,22
1680	7,82	6,24	1,82	-	-1,9	9,0	6,85
1710	7,37	5,90	1,55	-	-0,1	15,0	6,48
1740	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.21 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC320-9/REI120

HC320-9/REI120							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4, XD1/XS1, XD2/XS2			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	78,1	168,8	477,0	100,8	-1,1	-3,0	37,8
330	69,9	138,9	364,0	82,7	-1,3	-4,0	33,7
360	63,2	116,2	284,5	68,9	-1,6	-5,0	30,3
390	57,5	98,5	226,8	58,2	-1,8	-5,0	27,5
420	52,8	84,4	183,9	49,7	-2,1	-6,0	25,1
450	48,7	73,1	151,3	42,8	-2,3	-7,0	23,1
480	45,1	63,8	126,1	37,2	-2,6	-8,0	21,3
510	42,0	56,1	106,1	32,5	-2,9	-8,0	19,8
540	39,3	49,7	90,2	28,6	-3,2	-9,0	18,4
570	36,8	44,2	77,3	25,3	-3,5	-10,0	17,2
600	34,6	39,6	66,7	22,5	-3,8	-11,0	16,1
630	32,7	35,6	55,9	20,1	-4,0	-12,0	15,1
660	30,9	32,1	47,3	18,0	-4,3	-12,0	14,2
690	29,3	29,1	40,2	16,1	-4,6	-13,0	13,4
720	27,8	26,4	34,5	14,5	-4,8	-14,0	12,6
750	26,4	24,1	29,7	13,1	-5,1	-14,0	12,0
780	25,2	22,0	26,4	11,8	-5,3	-15,0	11,3
810	24,0	20,1	23,5	10,7	-5,5	-15,0	10,8
840	23,0	18,5	21,0	9,71	-5,7	-16,0	10,2
870	21,9	17,0	18,8	8,81	-5,8	-16,0	9,73
900	20,1	15,6	16,8	7,99	-5,9	-16,0	9,27
930	18,5	14,4	15,1	7,26	-6,0	-16,0	8,84
960	17,0	13,3	13,5	6,59	-6,0	-16,0	8,43
990	15,7	12,3	12,2	5,98	-6,0	-16,0	8,06
1020	14,5	11,4	10,9	5,42	-5,9	-15,0	7,70
1050	13,4	10,5	9,84	4,92	-5,8	-15,0	7,37
1080	12,4	9,77	8,84	4,45	-5,6	-14,0	7,05
1110	11,4	9,06	7,94	4,02	-5,3	-13,0	6,75
1140	10,6	8,41	7,12	3,62	-5,0	-11,0	6,47
1170	9,78	7,80	6,38	3,26	-4,6	-10,0	6,20
1200	9,04	7,25	5,70	2,92	-4,1	-8,0	5,71
1230	8,35	6,73	5,08	2,60	-3,6	-6,0	5,25
1260	7,71	6,24	4,51	2,31	-2,9	-3,0	4,82
1290	7,12	5,79	3,98	2,04	-2,2	-1,0	4,42
1320	6,58	5,39	2,91	1,69	1,4	11,0	4,06
1350	6,06	5,00	2,48	-	2,5	15,0	3,71
1380	5,58	4,63	2,10	-	3,7	19,0	3,38
1410	5,13	4,28	1,74	-	5,1	24,0	3,08
1440	-	-	-	-	-	-	-
1470	-	-	-	-	-	-	-
1500	-	-	-	-	-	-	-
1530	-	-	-	-	-	-	-
1560	-	-	-	-	-	-	-
1590	-	-	-	-	-	-	-
1620	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.22 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC320-11/REI120

HC320-11/REI120							
l_{eff}	$P_{d.lim}$	$P_{k.lim}$	Pkt.lim		a_0	a_{∞}	$P_{fi.lim}$
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4, XD1/XS1, XD2/XS2			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	81,6	208,1	498,0	121,6	-1,4	-4,0	39,6
330	73,1	171,4	381,2	99,9	-1,7	-5,0	35,3
360	66,1	143,4	298,9	83,4	-1,9	-6,0	31,8
390	60,2	121,7	239,1	70,5	-2,3	-7,0	28,8
420	55,2	104,5	194,5	60,3	-2,6	-8,0	26,4
450	51,0	90,6	160,5	52,1	-2,9	-9,0	24,2
480	47,3	79,2	134,1	45,3	-3,3	-10,0	22,4
510	44,0	69,7	113,2	39,8	-3,7	-11,0	20,8
540	41,1	61,8	96,5	35,1	-4,0	-12,0	19,3
570	38,6	55,1	82,9	31,1	-4,4	-13,0	18,1
600	36,3	49,4	71,8	27,7	-4,8	-14,0	16,9
630	34,3	44,5	60,5	24,8	-5,2	-15,0	15,9
660	32,4	40,3	51,5	22,3	-5,6	-16,0	15,0
690	30,7	36,5	44,1	20,1	-6,0	-17,0	14,1
720	29,2	33,3	38,0	18,2	-6,4	-18,0	13,3
750	27,8	30,4	32,9	16,5	-6,7	-19,0	12,6
780	26,5	27,8	29,3	15,0	-7,1	-20,0	12,0
810	25,3	25,6	26,2	13,6	-7,4	-21,0	11,4
840	24,1	23,5	23,5	12,4	-7,8	-22,0	10,8
870	23,1	21,7	21,2	11,3	-8,0	-22,0	10,3
900	22,2	20,0	19,0	10,4	-8,3	-23,0	9,82
930	21,3	18,6	17,2	9,47	-8,5	-23,0	9,37
960	20,4	17,2	15,5	8,67	-8,7	-24,0	8,95
990	19,6	16,0	14,0	7,94	-8,9	-24,0	8,56
1020	18,8	14,8	12,7	7,27	-9,0	-24,0	8,19
1050	17,4	13,8	11,5	6,66	-9,1	-24,0	7,84
1080	16,2	12,9	10,4	6,10	-9,1	-24,0	7,51
1110	15,1	12,0	9,42	5,59	-9,0	-23,0	7,20
1140	14,0	11,2	8,53	5,11	-8,9	-22,0	6,91
1170	13,0	10,5	7,71	4,67	-8,7	-21,0	6,63
1200	12,1	9,76	6,97	4,27	-8,4	-20,0	6,37
1230	11,3	9,12	6,28	3,89	-8,1	-19,0	6,12
1260	10,5	8,53	5,66	3,54	-7,7	-17,0	5,88
1290	9,80	7,98	5,08	3,21	-7,1	-15,0	5,66
1320	9,12	7,48	3,97	2,82	-3,8	-4,0	5,65
1350	8,49	6,99	3,51	2,54	-2,9	-1,0	5,24
1380	7,90	6,54	3,07	2,27	-2,0	3,0	4,85
1410	7,35	6,12	2,67	2,03	-0,9	7,0	4,48
1440	6,84	5,72	2,30	1,79	0,3	11,0	4,14
1470	6,35	5,35	1,96	1,58	1,6	16,0	3,81
1500	5,89	4,99	1,63	-	3,1	21,0	3,51
1530	-	-	-	-	-	-	-
1560	-	-	-	-	-	-	-
1590	-	-	-	-	-	-	-
1620	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>$p_{d.lim}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>$p_{k.lim}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>$p_{kt.lim}$ - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>$p_{fi.lim}$ - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a_0 - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_{∞} - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.23 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC320-13/REI120

HC320-13/REI120							
l _{eff}	P _{d.lim}	P _{k.lim}	P _{kt.lim}		a ₀	a _∞	P _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4, XD1/XS1, XD2/XS2			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	84,8	230,1	506,9	128,7	-1,5	-4,0	41,2
330	75,9	189,6	388,5	105,8	-1,8	-5,0	36,7
360	68,7	158,8	304,9	88,3	-2,1	-6,0	33,1
390	62,6	134,8	244,1	74,7	-2,4	-7,0	30,0
420	57,4	115,7	198,8	64,0	-2,8	-8,0	27,5
450	53,0	100,4	164,2	55,3	-3,2	-9,0	25,3
480	49,2	87,8	137,3	48,1	-3,6	-10,0	23,3
510	45,8	77,4	116,1	42,3	-4,0	-11,0	21,7
540	42,9	68,7	99,1	37,3	-4,4	-13,0	20,2
570	40,2	61,3	85,2	33,1	-4,8	-14,0	18,9
600	37,8	55,0	73,9	29,6	-5,3	-15,0	17,7
630	35,7	49,6	62,4	26,5	-5,7	-16,0	16,6
660	33,8	44,9	53,1	23,8	-6,2	-17,0	15,7
690	32,0	40,7	45,6	21,5	-6,6	-19,0	14,8
720	30,4	37,1	39,4	19,5	-7,0	-20,0	14,0
750	29,0	34,0	34,2	17,7	-7,4	-21,0	13,2
780	27,6	31,1	30,5	16,1	-7,9	-22,0	12,6
810	26,4	28,6	27,4	14,6	-8,3	-23,0	11,9
840	25,2	26,4	24,6	13,4	-8,6	-24,0	11,4
870	24,2	24,4	22,1	12,2	-9,0	-25,0	10,8
900	23,2	22,6	19,9	11,2	-9,3	-25,0	10,3
930	22,2	20,9	18,0	10,3	-9,6	-26,0	9,87
960	21,4	19,4	16,3	9,41	-9,9	-27,0	9,43
990	20,6	18,1	14,8	8,64	-10,1	-27,0	9,02
1020	19,8	16,8	13,4	7,93	-10,3	-27,0	8,64
1050	19,1	15,7	12,2	7,29	-10,4	-27,0	8,28
1080	18,4	14,6	11,0	6,70	-10,5	-27,0	7,94
1110	17,7	13,7	10,0	6,15	-10,6	-27,0	7,62
1140	17,1	12,8	9,09	5,65	-10,5	-27,0	7,32
1170	16,0	12,0	8,25	5,19	-10,4	-26,0	7,03
1200	14,9	11,2	7,48	4,76	-10,3	-25,0	6,76
1230	13,9	10,5	6,77	4,36	-10,0	-24,0	6,50
1260	13,0	9,84	6,13	3,99	-9,7	-22,0	6,25
1290	12,2	9,23	5,53	3,65	-9,3	-20,0	6,02
1320	11,4	8,67	4,39	3,24	-5,9	-10,0	6,08
1350	10,6	8,12	3,91	2,94	-5,2	-7,0	5,86
1380	9,96	7,63	3,46	2,66	-4,3	-4,0	5,65
1410	9,32	7,17	3,04	2,40	-3,4	0,0	5,45
1440	8,72	6,73	2,66	2,15	-2,3	4,0	5,14
1470	8,16	6,30	2,30	1,92	-1,1	9,0	4,78
1500	7,63	5,93	1,96	1,70	0,3	13,0	4,44
1530	7,13	5,56	1,65	1,50	1,8	19,0	4,12
1560	-	-	-	-	-	-	-
1590	-	-	-	-	-	-	-
1620	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

2.2.7. Tabele dopuszczalnych obciążeń płyt HC400

W tabelach 2.24+2.29 zamieszczono wartości dopuszczalnych obciążeń dla płyt HC400, w funkcji obliczeniowej rozpiętości przęsa.

Tabl.2.24 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC400-7/REI60

HC400-7/REI60							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	107,0	188,8	811,1	112,8	-0,8	-3,0	57,7
330	95,5	155,3	617,2	92,5	-1,0	-3,0	51,4
360	86,1	129,9	481,2	77,1	-1,2	-4,0	46,2
390	78,3	110,1	382,9	65,1	-1,4	-4,0	42,0
420	71,7	94,4	309,9	55,6	-1,6	-5,0	38,3
450	66,1	81,7	254,6	47,9	-1,8	-5,0	35,3
480	61,3	71,4	211,8	41,6	-2,0	-6,0	32,6
510	57,0	62,8	178,2	36,4	-2,2	-7,0	30,2
540	53,3	55,6	151,3	32,0	-2,5	-7,0	28,2
570	50,0	49,5	129,6	28,3	-2,7	-8,0	26,4
600	47,0	44,3	111,9	25,2	-3,0	-9,0	24,7
630	44,3	39,8	93,7	22,5	-3,2	-9,0	23,3
660	41,9	35,9	79,1	20,1	-3,4	-10,0	22,0
690	39,8	32,5	67,3	18,1	-3,7	-11,0	20,8
720	37,8	29,5	57,6	16,3	-3,9	-11,0	19,7
750	35,2	26,9	49,7	14,7	-4,1	-12,0	18,7
780	32,1	24,6	44,3	13,3	-4,3	-12,0	17,7
810	29,3	22,5	39,6	12,0	-4,5	-13,0	16,9
840	26,9	20,7	35,5	10,9	-4,7	-13,0	16,1
870	24,6	19,0	31,9	9,87	-4,9	-14,0	15,4
900	22,6	17,5	28,7	8,96	-5,0	-14,0	14,1
930	20,8	16,1	25,9	8,13	-5,2	-15,0	13,0
960	19,2	14,9	23,5	7,38	-5,3	-15,0	11,9
990	17,7	13,8	21,3	6,70	-5,4	-15,0	10,9
1020	16,3	12,8	19,3	6,08	-5,4	-15,0	10,1
1050	15,1	11,8	17,5	5,51	-5,4	-15,0	9,24
1080	14,0	11,0	15,9	4,99	-5,4	-15,0	8,50
1110	12,9	10,2	14,5	4,51	-5,4	-14,0	7,81
1140	11,9	9,43	13,2	4,07	-5,3	-14,0	7,19
1170	11,0	8,76	12,0	3,66	-5,1	-13,0	6,60
1200	10,2	8,13	10,9	3,28	-4,9	-12,0	6,06
1230	9,42	7,55	9,92	2,93	-4,7	-11,0	5,56
1260	8,70	7,01	9,01	2,60	-4,4	-10,0	5,10
1290	8,03	6,51	8,18	2,29	-4,0	-9,0	4,67
1320	7,44	6,09	6,66	1,86	-1,6	-1,0	4,28
1350	6,86	5,65	5,98	1,60	-1,0	1,0	3,91
1380	6,31	5,24	5,36	-	-0,4	3,0	3,55
1410	5,80	4,85	4,79	-	0,3	6,0	3,22
1440	5,32	4,48	4,26	-	1,1	9,0	2,91
1470	4,87	4,14	3,77	-	2,0	12,0	2,62
1500	4,45	3,82	3,31	-	3,0	15,0	2,34
1530	4,05	3,51	2,89	-	4,1	19,0	2,09
1560	3,68	3,23	2,49	-	5,2	23,0	1,84
1590	3,32	2,96	2,12	-	6,5	28,0	1,61
1620	2,99	2,70	1,78	-	7,8	32,0	1,40
1650	-	-	-	-	-	-	-
1680	-	-	-	-	-	-	-
1710	-	-	-	-	-	-	-
1740	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności) p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys) p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji) p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne) a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.25 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC400-9/REI60

HC400-9/REI60							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	112,6	235,3	838,4	135,1	-1,0	-3,0	60,8
330	100,5	193,8	639,5	111,0	-1,2	-4,0	54,2
360	90,6	162,2	499,8	92,6	-1,5	-4,0	48,7
390	82,5	137,7	398,6	78,3	-1,7	-5,0	44,2
420	75,6	118,2	323,4	67,0	-1,9	-6,0	40,5
450	69,7	102,5	266,2	57,9	-2,2	-6,0	37,2
480	64,6	89,6	222,0	50,4	-2,5	-7,0	34,4
510	60,1	78,9	187,1	44,2	-2,8	-8,0	32,0
540	56,2	70,0	159,3	39,0	-3,1	-9,0	29,8
570	52,8	62,4	136,8	34,6	-3,4	-10,0	27,9
600	49,6	56,0	118,3	30,8	-3,7	-11,0	26,2
630	46,9	50,4	99,5	27,6	-4,0	-12,0	24,7
660	44,3	45,6	84,4	24,8	-4,3	-12,0	23,3
690	42,0	41,4	72,1	22,3	-4,6	-13,0	22,0
720	40,0	37,7	62,0	20,2	-4,9	-14,0	20,9
750	38,0	34,4	53,7	18,3	-5,3	-15,0	19,8
780	36,3	31,6	48,0	16,6	-5,6	-16,0	18,8
810	34,7	29,0	43,0	15,1	-5,9	-17,0	18,0
840	33,2	26,7	38,7	13,8	-6,2	-17,0	17,1
870	31,8	24,6	34,9	12,6	-6,4	-18,0	16,4
900	30,5	22,8	31,5	11,5	-6,7	-19,0	15,7
930	28,2	21,1	28,6	10,5	-6,9	-19,0	15,0
960	26,1	19,5	25,9	9,63	-7,2	-20,0	14,4
990	24,2	18,1	23,6	8,82	-7,4	-20,0	13,8
1020	22,5	16,9	21,5	8,08	-7,5	-21,0	13,2
1050	20,9	15,7	19,6	7,40	-7,7	-21,0	12,7
1080	19,4	14,6	17,9	6,78	-7,8	-21,0	12,0
1110	18,1	13,7	16,3	6,20	-7,9	-21,0	11,2
1140	16,8	12,7	14,9	5,68	-7,9	-21,0	10,4
1170	15,7	11,9	13,6	5,19	-7,9	-21,0	9,61
1200	14,6	11,1	12,5	4,74	-7,9	-21,0	8,93
1230	13,6	10,4	11,4	4,32	-7,8	-20,0	8,29
1260	12,7	9,74	10,5	3,93	-7,7	-19,0	7,70
1290	11,9	9,11	9,55	3,57	-7,5	-19,0	7,14
1320	11,1	8,59	7,98	3,09	-5,2	-11,0	6,64
1350	10,3	8,04	7,25	2,78	-4,8	-10,0	6,16
1380	9,64	7,53	6,58	2,49	-4,3	-8,0	5,71
1410	8,99	7,04	5,95	2,21	-3,8	-6,0	5,28
1440	8,38	6,59	5,38	1,96	-3,1	-4,0	4,89
1470	7,80	6,17	4,84	1,72	-2,4	-1,0	4,52
1500	7,26	5,77	4,34	-	-1,7	2,0	4,17
1530	6,75	5,39	3,88	-	-0,8	5,0	3,84
1560	6,28	5,04	3,45	-	0,2	8,0	3,53
1590	5,82	4,70	3,04	-	1,2	12,0	3,23
1620	5,40	4,39	2,67	-	2,4	16,0	2,96
1650	4,99	4,09	2,31	-	3,7	21,0	2,70
1680	4,61	3,81	1,98	-	5,0	25,0	2,45
1710	4,25	3,54	1,67	-	6,5	31,0	2,21
1740	-	-	-	-	-	-	-
1770	-	-	-	-	-	-	-
1800	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności) p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys) p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji) p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne) a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.26 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC400-11/REI60

HC400-11/REI60							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	117,6	288,0	869,2	160,7	-1,2	-4,0	63,6
330	105,0	237,4	664,7	132,1	-1,5	-4,0	56,7
360	94,8	198,9	520,8	110,4	-1,8	-5,0	51,0
390	86,3	168,9	416,4	93,5	-2,1	-6,0	46,3
420	79,1	145,1	338,6	80,1	-2,4	-7,0	42,4
450	72,9	125,9	279,4	69,3	-2,7	-8,0	39,0
480	67,6	110,2	233,5	60,4	-3,0	-9,0	36,1
510	63,0	97,2	197,4	53,1	-3,4	-10,0	33,5
540	58,9	86,3	168,4	46,9	-3,8	-11,0	31,3
570	55,3	77,1	144,9	41,7	-4,1	-12,0	29,3
600	52,0	69,2	125,6	37,3	-4,5	-13,0	27,5
630	49,1	62,4	106,1	33,4	-4,9	-14,0	25,9
660	46,5	56,6	90,3	30,1	-5,3	-15,0	24,5
690	44,1	51,4	77,5	27,2	-5,8	-16,0	23,1
720	41,9	46,9	67,0	24,7	-6,2	-18,0	22,0
750	39,9	43,0	58,3	22,4	-6,6	-19,0	20,9
780	38,1	39,4	52,2	20,5	-7,0	-20,0	19,8
810	36,4	36,3	46,9	18,7	-7,4	-21,0	18,9
840	34,9	33,5	42,3	17,1	-7,8	-22,0	18,1
870	33,4	31,0	38,3	15,7	-8,2	-23,0	17,3
900	32,1	28,7	34,7	14,4	-8,6	-24,0	16,5
930	30,8	26,6	31,5	13,2	-9,0	-25,0	15,8
960	29,6	24,8	28,7	12,2	-9,3	-26,0	15,2
990	28,5	23,1	26,2	11,2	-9,7	-27,0	14,6
1020	27,5	21,5	23,9	10,4	-10,0	-28,0	14,0
1050	26,5	20,1	21,9	9,55	-10,3	-28,0	13,5
1080	24,8	18,8	20,1	8,81	-10,6	-29,0	13,0
1110	23,1	17,6	18,4	8,13	-10,8	-29,0	12,5
1140	21,6	16,5	16,9	7,51	-11,0	-30,0	12,0
1170	20,2	15,5	15,5	6,93	-11,2	-30,0	11,6
1200	18,9	14,5	14,3	6,40	-11,3	-30,0	11,2
1230	17,8	13,6	13,1	5,90	-11,4	-30,0	10,8
1260	16,6	12,8	12,1	5,44	-11,5	-30,0	10,2
1290	15,6	12,1	11,1	5,01	-11,4	-30,0	9,57
1320	14,6	11,4	9,49	4,50	-9,3	-23,0	8,95
1350	13,7	10,7	8,70	4,13	-9,1	-22,0	8,37
1380	12,9	10,1	7,96	3,78	-8,9	-21,0	7,82
1410	12,1	9,52	7,28	3,45	-8,5	-19,0	7,31
1440	11,4	8,97	6,65	3,15	-8,1	-18,0	6,83
1470	10,7	8,45	6,07	2,86	-7,6	-16,0	6,38
1500	10,0	7,97	5,52	2,59	-7,1	-14,0	5,96
1530	9,41	7,51	5,01	2,33	-6,4	-11,0	5,56
1560	8,83	7,08	4,54	2,09	-5,7	-8,0	5,18
1590	8,28	6,67	4,10	1,87	-4,8	-5,0	4,83
1620	7,76	6,28	3,68	1,65	-3,9	-2,0	4,49
1650	7,28	5,92	3,29	-	-2,9	2,0	4,17
1680	6,81	5,57	2,93	-	-1,8	6,0	3,87
1710	6,37	5,25	2,58	-	-0,5	10,0	3,59
1740	5,96	4,94	2,26	-	0,8	15,0	3,32
1770	5,56	4,64	1,96	-	2,3	20,0	3,06
1800	5,18	4,36	1,67	-	3,9	26,0	2,82
1830	-	-	-	-	-	-	-
1860	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.27 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC400-14/REI60

HC400-14/REI60							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	124,3	356,5	902,6	192,5	-1,5	-4,0	67,3
330	111,1	294,0	692,1	158,4	-1,8	-5,0	60,0
360	100,3	246,4	543,7	132,5	-2,1	-6,0	54,1
390	91,3	209,4	435,8	112,3	-2,5	-7,0	49,1
420	83,8	180,1	355,3	96,3	-2,8	-8,0	45,0
450	77,3	156,4	293,9	83,4	-3,2	-9,0	41,4
480	71,7	137,0	246,2	72,9	-3,6	-10,0	38,3
510	66,8	121,0	208,5	64,1	-4,1	-12,0	35,6
540	62,5	107,5	178,3	56,8	-4,5	-13,0	33,3
570	58,7	96,1	153,8	50,6	-5,0	-14,0	31,2
600	55,3	86,4	133,7	45,3	-5,5	-16,0	29,3
630	52,2	78,0	113,3	40,7	-6,0	-17,0	27,6
660	49,4	70,8	96,9	36,7	-6,5	-18,0	26,1
690	46,9	64,4	83,5	33,3	-7,0	-20,0	24,7
720	44,6	58,9	72,5	30,3	-7,6	-21,0	23,4
750	42,5	54,0	63,4	27,6	-8,1	-23,0	22,3
780	40,6	49,6	56,9	25,2	-8,6	-24,0	21,2
810	38,8	45,8	51,3	23,1	-9,2	-26,0	20,2
840	37,1	42,3	46,4	21,2	-9,7	-27,0	19,3
870	35,6	39,2	42,0	19,5	-10,3	-29,0	18,5
900	34,2	36,4	38,2	18,0	-10,8	-30,0	17,7
930	32,9	33,8	34,8	16,6	-11,3	-31,0	17,0
960	31,6	31,5	31,8	15,3	-11,8	-33,0	16,3
990	30,5	29,4	29,1	14,2	-12,3	-34,0	15,6
1020	29,4	27,5	26,7	13,2	-12,8	-35,0	15,0
1050	28,4	25,7	24,5	12,2	-13,3	-36,0	14,5
1080	27,4	24,1	22,5	11,3	-13,7	-37,0	14,0
1110	26,5	22,7	20,7	10,5	-14,1	-38,0	13,5
1140	25,6	21,3	19,1	9,76	-14,5	-39,0	13,0
1170	24,8	20,0	17,6	9,07	-14,9	-40,0	12,5
1200	24,0	18,9	16,3	8,44	-15,2	-41,0	12,1
1230	23,2	17,8	15,0	7,84	-15,5	-41,0	11,7
1260	21,8	16,8	13,9	7,30	-15,7	-42,0	11,3
1290	20,5	15,8	12,8	6,78	-15,9	-42,0	11,0
1320	19,3	15,0	11,2	6,21	-14,1	-36,0	11,1
1350	18,2	14,2	10,3	5,76	-14,1	-36,0	10,7
1380	17,2	13,4	9,48	5,35	-14,0	-35,0	10,4
1410	16,2	12,7	8,74	4,96	-13,9	-34,0	10,1
1440	15,3	12,0	8,05	4,59	-13,7	-33,0	9,77
1470	14,4	11,4	7,41	4,25	-13,5	-32,0	9,48
1500	13,6	10,8	6,81	3,93	-13,2	-30,0	9,21
1530	12,9	10,2	6,25	3,62	-12,8	-29,0	8,95
1560	12,2	9,68	5,73	3,34	-12,3	-27,0	8,69
1590	11,5	9,18	5,25	3,07	-11,7	-24,0	8,45
1620	10,9	8,70	4,79	2,81	-11,1	-22,0	8,22
1650	10,3	8,25	4,36	2,57	-10,3	-19,0	7,99
1680	9,69	7,83	3,96	2,34	-9,5	-16,0	7,67
1710	9,15	7,43	3,58	2,12	-8,5	-12,0	7,25
1740	8,64	7,04	3,23	1,92	-7,4	-8,0	6,86
1770	8,16	6,68	2,89	1,72	-6,3	-4,0	6,48
1800	7,69	6,34	2,57	-	-5,0	1,0	6,12
1830	7,25	6,01	2,28	-	-3,5	6,0	5,79
1860	6,84	5,70	1,99	-	-2,0	12,0	5,46
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
p _{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)							
p _{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)							
p _{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)							
p _{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru							
a ₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)							
a _∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt							

Tabl.2.28 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC400-10/REI120

HC400-10/REI120							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4, XD1/XS1			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	114,7	253,2	838,9	149,2	-1,1	-3,0	55,9
330	102,5	208,6	640,1	122,7	-1,3	-4,0	49,8
360	92,5	174,7	500,4	102,4	-1,5	-4,0	44,9
390	84,2	148,3	399,2	86,7	-1,7	-5,0	40,7
420	77,2	127,3	324,0	74,2	-2,0	-6,0	37,2
450	71,2	110,4	266,8	64,1	-2,3	-7,0	34,2
480	66,1	96,6	222,5	55,9	-2,5	-7,0	31,6
510	61,5	85,1	187,6	49,0	-2,8	-8,0	29,4
540	57,6	75,5	159,8	43,3	-3,1	-9,0	27,4
570	54,0	67,4	137,2	38,5	-3,5	-10,0	25,6
600	50,9	60,4	118,7	34,3	-3,8	-11,0	24,0
630	48,0	54,4	99,9	30,8	-4,1	-12,0	22,6
660	45,4	49,3	84,7	27,7	-4,4	-13,0	21,3
690	43,1	44,7	72,4	25,0	-4,7	-14,0	20,2
720	41,0	40,8	62,4	22,6	-5,1	-15,0	19,1
750	39,0	37,3	54,0	20,5	-5,4	-15,0	18,1
780	37,2	34,2	48,3	18,7	-5,7	-16,0	17,2
810	35,6	31,4	43,3	17,0	-6,0	-17,0	16,4
840	34,1	28,9	38,9	15,6	-6,3	-18,0	15,6
870	32,6	26,7	35,1	14,2	-6,6	-19,0	14,9
900	31,3	24,7	31,7	13,0	-6,9	-19,0	14,3
930	29,6	22,9	28,8	12,0	-7,1	-20,0	13,6
960	27,4	21,2	26,1	11,0	-7,4	-21,0	13,1
990	25,4	19,7	23,8	10,1	-7,6	-21,0	12,5
1020	23,6	18,4	21,6	9,27	-7,8	-22,0	12,0
1050	22,0	17,1	19,7	8,53	-7,9	-22,0	11,5
1080	20,5	16,0	18,0	7,84	-8,1	-22,0	11,1
1110	19,1	14,9	16,5	7,21	-8,2	-22,0	10,7
1140	17,8	13,9	15,1	6,63	-8,2	-22,0	10,0
1170	16,6	13,0	13,8	6,09	-8,2	-22,0	9,27
1200	15,5	12,2	12,6	5,59	-8,2	-22,0	8,60
1230	14,4	11,4	11,5	5,13	-8,1	-21,0	7,98
1260	13,5	10,7	10,6	4,70	-8,0	-20,0	7,40
1290	12,6	10,0	9,65	4,30	-7,9	-20,0	6,86
1320	11,8	9,46	8,08	3,81	-5,6	-12,0	6,36
1350	11,0	8,87	7,35	3,47	-5,2	-11,0	5,89
1380	10,3	8,32	6,67	3,14	-4,8	-9,0	5,46
1410	9,60	7,80	6,04	2,84	-4,2	-7,0	5,04
1440	8,96	7,32	5,46	2,56	-3,6	-5,0	4,66
1470	8,36	6,86	4,92	2,29	-2,9	-2,0	4,30
1500	7,80	6,44	4,42	2,04	-2,2	1,0	3,96
1530	7,27	6,03	3,95	1,80	-1,3	4,0	3,63
1560	6,77	5,65	3,52	-	-0,4	7,0	3,33
1590	6,30	5,29	3,11	-	0,7	11,0	3,05
1620	5,86	4,96	2,73	-	1,8	15,0	2,78
1650	5,44	4,63	2,37	-	3,0	19,0	2,52
1680	5,04	4,33	2,04	-	4,4	24,0	2,28
1710	4,66	4,04	1,73	-	5,9	29,0	2,05
1740	-	-	-	-	-	-	-
1770	-	-	-	-	-	-	-
1800	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
p _{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)							
p _{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)							
p _{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)							
p _{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru							
a ₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)							
a _∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt							

Tabl.2.29 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC400-11/REI120

HC400-11/REI120							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4, XD1/XS1			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	117,2	279,4	854,2	162,7	-1,2	-3,0	57,2
330	104,7	230,2	652,6	133,7	-1,4	-4,0	51,0
360	94,6	192,9	510,8	111,8	-1,6	-5,0	45,9
390	86,1	163,8	408,0	94,6	-1,9	-6,0	41,7
420	79,0	140,7	331,5	81,1	-2,2	-6,0	38,1
450	72,9	122,1	273,4	70,1	-2,5	-7,0	35,0
480	67,6	106,8	228,3	61,1	-2,8	-8,0	32,4
510	63,0	94,2	192,7	53,7	-3,1	-9,0	30,1
540	58,9	83,6	164,3	47,5	-3,5	-10,0	28,0
570	55,3	74,6	141,2	42,2	-3,8	-11,0	26,2
600	52,0	67,0	122,4	37,7	-4,2	-12,0	24,6
630	49,1	60,4	103,1	33,8	-4,6	-13,0	23,2
660	46,5	54,7	87,7	30,5	-4,9	-14,0	21,9
690	44,1	49,7	75,1	27,5	-5,3	-15,0	20,7
720	42,0	45,4	64,8	25,0	-5,7	-16,0	19,6
750	40,0	41,5	56,3	22,7	-6,1	-17,0	18,6
780	38,1	38,1	50,4	20,7	-6,4	-18,0	17,7
810	36,5	35,0	45,2	18,9	-6,8	-19,0	16,8
840	34,9	32,3	40,7	17,3	-7,1	-20,0	16,0
870	33,4	29,9	36,8	15,9	-7,5	-21,0	15,3
900	32,1	27,7	33,3	14,6	-7,8	-22,0	14,6
930	30,8	25,7	30,3	13,4	-8,2	-23,0	14,0
960	29,7	23,8	27,5	12,3	-8,5	-24,0	13,4
990	28,5	22,2	25,1	11,4	-8,7	-24,0	12,9
1020	26,5	20,7	22,9	10,5	-9,0	-25,0	12,4
1050	24,7	19,3	20,9	9,65	-9,2	-25,0	11,9
1080	23,0	18,0	19,1	8,90	-9,4	-26,0	11,4
1110	21,5	16,9	17,5	8,22	-9,6	-26,0	11,0
1140	20,1	15,8	16,0	7,59	-9,8	-26,0	10,6
1170	18,8	14,8	14,7	7,00	-9,9	-26,0	10,2
1200	17,6	13,9	13,5	6,46	-9,9	-26,0	9,56
1230	16,4	13,0	12,4	5,96	-9,9	-26,0	8,89
1260	15,4	12,2	11,4	5,49	-9,9	-26,0	8,27
1290	14,4	11,5	10,4	5,06	-9,8	-25,0	7,69
1320	13,5	10,9	8,84	4,54	-7,7	-18,0	7,15
1350	12,6	10,2	8,07	4,17	-7,4	-17,0	6,64
1380	11,9	9,60	7,36	3,81	-7,0	-16,0	6,17
1410	11,1	9,03	6,71	3,48	-6,6	-14,0	5,73
1440	10,4	8,49	6,10	3,18	-6,1	-12,0	5,32
1470	9,75	7,99	5,53	2,89	-5,5	-10,0	4,93
1500	9,13	7,52	5,01	2,61	-4,9	-7,0	4,56
1530	8,55	7,08	4,52	2,35	-4,1	-4,0	4,22
1560	8,01	6,66	4,06	2,11	-3,3	-1,0	3,89
1590	7,49	6,27	3,64	1,88	-2,4	2,0	3,59
1620	7,00	5,89	3,24	-	-1,3	6,0	3,30
1650	6,54	5,54	2,86	-	-0,2	10,0	3,02
1680	6,10	5,20	2,51	-	1,0	14,0	2,76
1710	5,69	4,89	2,18	-	2,4	19,0	2,52
1740	5,29	4,59	1,87	-	3,8	24,0	2,28
1770	-	-	-	-	-	-	-
1800	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
p _{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)							
p _{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)							
p _{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)							
p _{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru							
a ₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)							
a _∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt							

2.2.8. Tabele dopuszczalnych obciążeń płyt HC400A

Poniżej zamieszczono tabele dopuszczalnych obciążeń płyt HC400A w funkcji obliczeniowej rozpiętości przęśla.

Tabl.2.30 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC400A-14/REI120

HC400A-14/REI120							
l_{eff}	$p_{d.lim}$	$p_{k.lim}$	$p_{kt.lim}$		a_0	a_{∞}	$p_{fi.lim}$
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	162,3	339,6	987,7	183,6	-1,1	-3,0	79,4
330	145,1	279,9	753,8	150,9	-1,3	-4,0	70,8
360	131,1	234,4	589,5	126,0	-1,6	-4,0	63,8
390	119,5	199,0	470,4	106,6	-1,8	-5,0	58,0
420	109,7	170,9	381,8	91,2	-2,1	-6,0	53,1
450	101,2	148,3	314,5	78,8	-2,4	-7,0	48,9
480	94,0	129,8	262,3	68,7	-2,7	-8,0	45,3
510	87,6	114,4	221,3	60,3	-3,0	-9,0	42,1
540	82,0	101,5	188,4	53,2	-3,3	-9,0	39,3
570	77,0	90,6	161,8	47,3	-3,7	-10,0	36,8
600	72,6	81,3	140,0	42,2	-4,0	-11,0	34,6
630	68,6	73,3	117,8	37,8	-4,3	-12,0	32,6
660	65,0	66,4	100,0	34,0	-4,7	-13,0	30,8
690	61,7	60,3	85,5	30,7	-5,0	-14,0	29,1
720	58,7	55,0	73,6	27,8	-5,4	-15,0	27,6
750	55,9	50,3	63,8	25,2	-5,7	-16,0	26,2
780	53,4	46,2	57,0	23,0	-6,0	-17,0	25,0
810	51,1	42,5	51,1	20,9	-6,3	-18,0	23,8
840	48,9	39,2	45,9	19,1	-6,7	-18,0	22,7
870	46,9	36,2	41,4	17,5	-7,0	-19,0	21,7
900	44,5	33,5	37,4	16,0	-7,2	-20,0	20,8
930	41,2	31,1	33,9	14,7	-7,5	-20,0	19,9
960	38,3	28,9	30,8	13,5	-7,7	-21,0	19,1
990	35,6	26,9	28,0	12,4	-8,0	-21,0	18,4
1020	33,1	25,0	25,4	11,4	-8,1	-22,0	17,7
1050	30,8	23,3	23,2	10,5	-8,3	-22,0	17,0
1080	28,7	21,8	21,2	9,61	-8,4	-22,0	16,4
1110	26,8	20,4	19,3	8,83	-8,5	-22,0	15,8
1140	25,0	19,1	17,6	8,12	-8,6	-22,0	15,2
1170	23,4	17,9	16,1	7,46	-8,6	-22,0	14,7
1200	21,9	16,8	14,7	6,84	-8,5	-21,0	13,7
1230	20,5	15,7	13,5	6,28	-8,4	-21,0	12,8
1260	19,2	14,8	12,3	5,75	-8,3	-20,0	11,9
1290	18,0	13,9	11,2	5,26	-8,1	-19,0	11,1
1320	16,9	13,0	10,3	4,80	-7,8	-18,0	10,4
1350	15,8	12,2	9,35	4,37	-7,5	-17,0	9,69
1380	14,8	11,5	8,52	3,97	-7,0	-15,0	9,05
1410	13,9	10,8	7,74	3,60	-6,6	-13,0	8,44
1440	13,0	10,2	7,02	3,24	-6,0	-11,0	7,88
1470	12,2	9,57	6,35	2,91	-5,3	-9,0	7,34
1500	11,4	9,00	5,73	2,60	-4,6	-6,0	6,84
1530	10,7	8,46	5,15	2,31	-3,8	-3,0	6,37
1560	10,0	7,95	4,34	1,97	-1,6	4,0	5,92
1590	9,38	7,48	3,85	1,71	-0,6	8,0	5,50
1620	8,77	7,03	3,38	-	0,6	12,0	5,10
1650	8,20	6,60	2,95	-	1,9	16,0	4,73
1680	7,66	6,20	2,54	-	3,3	21,0	4,37
1710	7,14	5,81	2,16	-	4,9	27,0	4,04
1740	6,65	5,45	1,80	-	6,6	32,0	3,72
1770	-	-	-	-	-	-	-
1800	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>$p_{d.lim}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>$p_{k.lim}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>$p_{kt.lim}$ - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>$p_{fi.lim}$ - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a_0 - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_{∞} - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.31 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC400A-16/REI120

HC400A-16/REI120							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	167,5	390,0	1012,8	206,8	-1,3	-4,0	82,0
330	149,8	321,5	774,4	170,1	-1,5	-4,0	73,2
360	135,3	269,4	606,6	142,1	-1,8	-5,0	65,9
390	123,3	228,8	484,9	120,4	-2,1	-6,0	59,9
420	113,2	196,7	394,2	103,1	-2,4	-7,0	54,9
450	104,5	170,7	325,2	89,2	-2,7	-8,0	50,5
480	97,0	149,5	271,7	77,8	-3,1	-9,0	46,8
510	90,5	131,9	229,6	68,4	-3,4	-10,0	43,5
540	84,7	117,1	195,8	60,5	-3,8	-11,0	40,6
570	79,6	104,6	168,4	53,8	-4,2	-12,0	38,1
600	75,0	94,0	146,0	48,0	-4,6	-13,0	35,8
630	70,8	84,8	123,2	43,1	-5,0	-14,0	33,7
660	67,1	76,8	104,8	38,9	-5,4	-15,0	31,8
690	63,7	69,9	89,9	35,1	-5,8	-16,0	30,1
720	60,7	63,8	77,6	31,9	-6,2	-17,0	28,6
750	57,8	58,4	67,5	29,0	-6,6	-18,0	27,2
780	55,2	53,7	60,4	26,4	-7,0	-19,0	25,9
810	52,8	49,4	54,2	24,2	-7,4	-20,0	24,7
840	50,6	45,6	48,9	22,1	-7,8	-21,0	23,6
870	48,6	42,2	44,2	20,3	-8,2	-22,0	22,6
900	46,6	39,1	40,0	18,6	-8,6	-23,0	21,6
930	44,9	36,4	36,3	17,1	-8,9	-24,0	20,7
960	43,2	33,8	33,0	15,8	-9,3	-25,0	19,9
990	41,2	31,5	30,1	14,6	-9,6	-26,0	19,1
1020	38,4	29,4	27,4	13,4	-9,9	-26,0	18,4
1050	35,8	27,5	25,1	12,4	-10,1	-27,0	17,7
1080	33,5	25,7	22,9	11,5	-10,4	-27,0	17,0
1110	31,3	24,1	21,0	10,6	-10,6	-28,0	16,4
1140	29,3	22,6	19,3	9,77	-10,7	-28,0	15,8
1170	27,5	21,2	17,7	9,03	-10,8	-28,0	15,3
1200	25,8	20,0	16,2	8,34	-10,9	-28,0	14,8
1230	24,2	18,8	14,9	7,71	-11,0	-28,0	14,1
1260	22,7	17,7	13,6	7,11	-10,9	-27,0	13,2
1290	21,3	16,6	12,5	6,56	-10,9	-27,0	12,3
1320	20,1	15,7	11,5	6,05	-10,7	-26,0	11,6
1350	18,9	14,8	10,5	5,57	-10,5	-25,0	10,8
1380	17,7	13,9	9,62	5,12	-10,2	-24,0	10,1
1410	16,7	13,2	8,80	4,70	-9,9	-22,0	9,47
1440	15,7	12,4	8,04	4,30	-9,5	-21,0	8,86
1470	14,8	11,7	7,33	3,93	-9,0	-19,0	8,29
1500	13,9	11,1	6,67	3,58	-8,4	-16,0	7,75
1530	13,1	10,5	6,06	3,25	-7,7	-14,0	7,24
1560	12,3	9,87	5,14	2,87	-5,4	-6,0	6,74
1590	11,6	9,32	4,62	2,57	-4,5	-3,0	6,29
1620	10,9	8,81	4,12	2,30	-3,4	1,0	5,86
1650	10,2	8,32	3,66	2,04	-2,3	5,0	5,46
1680	9,60	7,85	3,23	1,79	-1,1	9,0	5,08
1710	9,02	7,41	2,82	-	0,3	14,0	4,72
1740	8,47	7,00	2,44	-	1,8	19,0	4,38
1770	7,94	6,60	2,08	-	3,4	25,0	4,05
1800	7,44	6,23	1,74	-	5,2	31,0	3,74
1830	-	-	-	-	-	-	-
1860	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
p _{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)							
p _{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)							
p _{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)							
p _{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru							
a ₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)							
a _∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt							

Tabl.2.32 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC400A-18/REI120

HC400A-18/REI120							
l_{eff}	$p_{d.lim}$	$p_{k.lim}$	$p_{kt.lim}$		a_0	a_{∞}	$p_{fi.lim}$
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	172,0	432,5	1033,3	226,5	-1,4	-4,0	84,3
330	153,8	356,5	791,2	186,3	-1,7	-5,0	75,2
360	139,0	298,8	620,6	155,8	-2,0	-6,0	67,8
390	126,7	253,9	496,8	132,0	-2,3	-6,0	61,6
420	116,3	218,3	404,4	113,2	-2,6	-7,0	56,4
450	107,4	189,6	334,1	98,0	-3,0	-8,0	52,0
480	99,7	166,1	279,5	85,5	-3,4	-10,0	48,1
510	93,0	146,6	236,4	75,2	-3,8	-11,0	44,8
540	87,1	130,2	201,9	66,6	-4,2	-12,0	41,8
570	81,8	116,4	173,9	59,2	-4,7	-13,0	39,2
600	77,1	104,6	150,9	53,0	-5,1	-14,0	36,8
630	72,9	94,4	127,6	47,6	-5,5	-15,0	34,7
660	69,1	85,6	108,8	42,9	-6,0	-17,0	32,8
690	65,6	78,0	93,6	38,9	-6,5	-18,0	31,1
720	62,5	71,2	81,0	35,3	-6,9	-19,0	29,5
750	59,6	65,2	70,6	32,2	-7,4	-20,0	28,1
780	56,9	60,0	63,3	29,4	-7,9	-22,0	26,7
810	54,4	55,3	56,9	26,9	-8,4	-23,0	25,5
840	52,2	51,1	51,3	24,7	-8,8	-24,0	24,4
870	50,0	47,3	46,5	22,7	-9,3	-25,0	23,3
900	48,1	43,9	42,1	20,9	-9,7	-26,0	22,3
930	46,3	40,8	38,3	19,2	-10,2	-28,0	21,4
960	44,5	38,0	34,9	17,7	-10,6	-29,0	20,5
990	42,9	35,5	31,9	16,4	-11,0	-29,0	19,7
1020	41,4	33,1	29,1	15,2	-11,4	-30,0	19,0
1050	39,8	31,0	26,7	14,0	-11,7	-31,0	18,3
1080	37,2	29,1	24,4	13,0	-12,0	-32,0	17,6
1110	34,8	27,3	22,4	12,1	-12,3	-32,0	17,0
1140	32,7	25,6	20,6	11,2	-12,6	-33,0	16,4
1170	30,6	24,0	18,9	10,4	-12,8	-33,0	15,8
1200	28,8	22,7	17,4	9,61	-13,0	-33,0	15,3
1230	27,0	21,3	16,0	8,91	-13,1	-34,0	14,8
1260	25,4	20,1	14,7	8,26	-13,2	-33,0	14,3
1290	23,9	19,0	13,6	7,66	-13,3	-33,0	13,8
1320	22,5	17,9	12,5	7,10	-13,2	-33,0	13,4
1350	21,2	16,9	11,5	6,57	-13,2	-32,0	13,0
1380	20,0	16,0	10,5	6,08	-13,0	-31,0	12,6
1410	18,9	15,1	9,68	5,62	-12,8	-30,0	11,9
1440	17,8	14,3	8,88	5,19	-12,5	-29,0	11,2
1470	16,8	13,5	8,14	4,78	-12,1	-27,0	10,6
1500	15,8	12,8	7,45	4,40	-11,7	-25,0	9,93
1530	14,9	12,1	6,81	4,04	-11,1	-23,0	9,34
1560	14,1	11,5	5,87	3,63	-8,9	-16,0	8,75
1590	13,3	10,9	5,32	3,31	-8,1	-13,0	8,23
1620	12,5	10,3	4,80	3,01	-7,3	-10,0	7,73
1650	11,8	9,76	4,32	2,73	-6,3	-6,0	7,26
1680	11,1	9,25	3,86	2,46	-5,2	-2,0	6,81
1710	10,5	8,76	3,43	2,20	-3,9	2,0	6,39
1740	9,90	8,30	3,03	1,96	-2,6	7,0	5,99
1770	9,32	7,86	2,65	1,73	-1,1	12,0	5,61
1800	8,78	7,45	2,29	-	0,5	18,0	5,25
1830	8,26	7,05	1,95	-	2,2	24,0	4,91
1860	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>$p_{d.lim}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>$p_{k.lim}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>$p_{kt.lim}$ - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>$p_{fi.lim}$ - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a_0 - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_{∞} - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

2.2.9. Tabele dopuszczalnych obciążeń płyt HC500

Tabele 2.33÷2.38 podano wartości dopuszczalnych obciążeń płyt HC500, w funkcji ich obliczeniowej rozpiętości.

Tabl.2.33 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC500-11/REI60

HC500-11/REI60							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	174,8	370,9	1780,3	207,7	-0,7	-2,0	85,3
330	155,4	305,5	1352,1	170,6	-0,8	-2,0	75,6
360	139,7	255,8	1052,3	142,4	-1,0	-3,0	67,8
390	126,8	217,1	836,0	120,5	-1,2	-3,0	61,3
420	115,9	186,4	675,7	103,0	-1,3	-4,0	55,9
450	106,7	161,6	554,4	89,0	-1,5	-4,0	51,2
480	98,7	141,3	460,8	77,5	-1,7	-5,0	47,3
510	91,8	124,5	387,3	67,9	-1,9	-5,0	43,8
540	85,7	110,4	328,8	60,0	-2,1	-6,0	40,8
570	80,3	98,5	281,5	53,2	-2,3	-7,0	38,1
600	75,5	88,3	243,0	47,4	-2,5	-7,0	35,7
630	71,2	79,6	203,1	42,5	-2,7	-8,0	33,5
660	67,3	72,0	171,3	38,2	-3,0	-8,0	31,6
690	63,8	65,4	145,6	34,4	-3,2	-9,0	29,8
720	60,5	59,6	124,7	31,1	-3,4	-10,0	28,2
750	57,6	54,4	107,4	28,2	-3,6	-10,0	26,7
780	54,9	49,9	95,9	25,6	-3,8	-11,0	25,4
810	52,4	45,8	85,9	23,3	-4,0	-11,0	24,1
840	50,1	42,2	77,2	21,3	-4,2	-12,0	23,0
870	48,0	39,0	69,6	19,4	-4,4	-12,0	21,9
900	46,0	36,0	62,9	17,7	-4,6	-13,0	20,9
930	44,2	33,4	57,0	16,2	-4,8	-13,0	20,0
960	41,1	31,0	51,7	14,9	-4,9	-13,0	19,2
990	38,1	28,8	47,1	13,6	-5,0	-14,0	18,4
1020	35,4	26,8	42,9	12,5	-5,2	-14,0	17,6
1050	33,0	24,9	39,2	11,4	-5,3	-14,0	16,9
1080	30,7	23,2	35,8	10,5	-5,3	-14,0	16,2
1110	28,6	21,7	32,8	9,60	-5,4	-14,0	15,6
1140	26,6	20,3	30,1	8,79	-5,4	-14,0	15,0
1170	24,9	18,9	27,6	8,04	-5,4	-14,0	14,4
1200	23,2	17,7	25,3	7,34	-5,4	-14,0	13,9
1230	21,7	16,6	23,3	6,70	-5,4	-14,0	13,2
1260	20,2	15,5	21,4	6,10	-5,3	-13,0	12,3
1290	18,9	14,5	19,6	5,54	-5,1	-13,0	11,5
1320	17,7	13,6	17,6	4,92	-4,3	-10,0	10,6
1350	16,5	12,8	16,1	4,43	-4,1	-9,0	9,89
1380	15,4	12,0	14,8	3,98	-3,8	-8,0	9,19
1410	14,4	11,2	13,6	3,56	-3,5	-7,0	8,54
1440	13,5	10,5	12,4	3,16	-3,1	-5,0	7,92
1470	12,6	9,86	11,4	2,79	-2,7	-4,0	7,34
1500	11,7	9,23	10,4	2,44	-2,2	-2,0	6,80
1530	10,9	8,65	9,51	2,11	-1,6	0,0	6,28
1560	10,2	8,09	8,66	1,80	-1,0	2,0	5,80
1590	9,48	7,57	7,87	1,51	-0,3	4,0	5,34
1620	8,82	7,08	7,14	-	0,4	7,0	4,91
1650	8,19	6,61	6,45	-	1,3	10,0	4,51
1680	7,59	6,17	5,81	-	2,2	13,0	4,12
1710	7,03	5,75	5,20	-	3,1	16,0	3,75
1740	6,49	5,35	4,64	-	4,2	19,0	3,41
1770	5,98	4,97	4,10	-	5,3	23,0	3,08
1800	5,50	4,61	3,60	-	6,6	27,0	2,76
1830	5,04	4,27	3,13	-	7,9	32,0	2,46
1860	4,60	3,95	2,69	-	9,3	36,0	2,18
1890	4,18	3,64	2,27	-	10,8	41,0	1,91
1920	3,79	3,34	1,87	-	12,4	47,0	1,65
1950	3,41	3,06	1,50	-	14,2	52,0	1,41
1980	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
p _{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)							
p _{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)							
p _{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)							
p _{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru							
a ₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)							
a _∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt							

Tabl.2.34 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC500-15/REI60

HC500-15/REI60							
l_{eff}	$p_{d.lim}$	$p_{k.lim}$	$p_{kt.lim}$		a_0	a_{∞}	$p_{fi.lim}$
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	186,9	436,3	1807,4	229,2	-0,8	-2,0	91,4
330	166,3	359,6	1373,8	188,4	-0,9	-3,0	81,1
360	149,6	301,2	1070,2	157,4	-1,1	-3,0	72,7
390	135,9	255,8	850,9	133,2	-1,3	-4,0	65,9
420	124,3	219,8	688,4	114,1	-1,5	-4,0	60,1
450	114,5	190,7	565,2	98,6	-1,7	-5,0	55,2
480	106,0	166,9	470,2	85,9	-1,9	-5,0	50,9
510	98,6	147,2	395,5	75,5	-2,1	-6,0	47,2
540	92,1	130,7	336,0	66,7	-2,3	-7,0	44,0
570	86,4	116,7	288,0	59,2	-2,6	-7,0	41,1
600	81,3	104,8	248,8	52,9	-2,8	-8,0	38,5
630	76,7	94,5	208,3	47,4	-3,1	-9,0	36,2
660	72,5	85,6	175,9	42,7	-3,3	-9,0	34,2
690	68,8	77,8	149,8	38,5	-3,6	-10,0	32,3
720	65,3	71,0	128,5	34,9	-3,8	-11,0	30,6
750	62,2	65,0	110,9	31,7	-4,1	-11,0	29,0
780	59,3	59,7	99,1	28,9	-4,3	-12,0	27,6
810	56,7	54,9	88,8	26,3	-4,5	-13,0	26,3
840	54,2	50,7	79,9	24,1	-4,8	-13,0	25,0
870	52,0	46,9	72,1	22,0	-5,0	-14,0	23,9
900	49,9	43,4	65,3	20,2	-5,2	-14,0	22,8
930	47,9	40,3	59,2	18,6	-5,4	-15,0	21,9
960	46,1	37,5	53,8	17,0	-5,6	-15,0	20,9
990	44,3	34,9	49,0	15,7	-5,8	-16,0	20,1
1020	42,7	32,5	44,8	14,4	-6,0	-16,0	19,3
1050	41,2	30,4	40,9	13,3	-6,2	-16,0	18,5
1080	39,8	28,4	37,5	12,2	-6,3	-17,0	17,8
1110	38,4	26,6	34,4	11,3	-6,4	-17,0	17,1
1140	37,2	24,9	31,5	10,4	-6,5	-17,0	16,5
1170	35,5	23,4	29,0	9,54	-6,6	-17,0	15,9
1200	33,3	21,9	26,7	8,78	-6,6	-17,0	15,3
1230	31,3	20,6	24,5	8,07	-6,6	-17,0	14,8
1260	29,4	19,4	22,6	7,41	-6,6	-16,0	14,3
1290	27,6	18,2	20,8	6,80	-6,5	-16,0	13,8
1320	26,0	17,1	18,6	6,11	-5,7	-13,0	13,6
1350	24,5	16,1	17,1	5,58	-5,5	-13,0	13,1
1380	23,0	15,2	15,8	5,08	-5,3	-12,0	12,7
1410	21,7	14,3	14,5	4,61	-5,0	-11,0	12,3
1440	20,5	13,5	13,3	4,18	-4,7	-10,0	11,9
1470	19,3	12,7	12,2	3,77	-4,3	-8,0	11,5
1500	18,2	12,0	11,2	3,38	-3,9	-7,0	11,1
1530	17,1	11,3	10,3	3,02	-3,4	-5,0	10,8
1560	16,1	10,6	9,42	2,68	-2,9	-3,0	10,5
1590	15,2	10,0	8,61	2,36	-2,3	-1,0	10,1
1620	14,3	9,44	7,85	2,05	-1,6	1,0	9,83
1650	13,5	8,89	7,14	1,76	-0,9	4,0	9,54
1680	12,7	8,38	6,47	-	-0,1	7,0	9,26
1710	12,0	7,88	5,84	-	0,8	10,0	8,98
1740	11,3	7,42	5,26	-	1,8	13,0	8,72
1770	10,6	6,97	4,71	-	2,8	17,0	8,47
1800	9,97	6,55	4,19	-	3,9	20,0	8,22
1830	9,37	6,15	3,70	-	5,2	25,0	7,98
1860	8,79	5,77	3,24	-	6,5	29,0	7,52
1890	8,24	5,41	2,80	-	7,9	34,0	7,08
1920	7,72	5,06	2,39	-	9,4	39,0	6,67
1950	7,22	4,73	2,00	-	11,0	44,0	6,27
1980	6,74	4,42	1,63	-	12,7	50,0	5,89
2010	-	-	-	-	-	-	-
2040	-	-	-	-	-	-	-
2070	-	-	-	-	-	-	-
2100	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>$p_{d.lim}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>$p_{k.lim}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>$p_{kt.lim}$ - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>$p_{fi.lim}$ - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a_0 - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_{∞} - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.35 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC500-17/REI60

HC500-17/REI60							
l_{eff}	$p_{d.lim}$	$p_{k.lim}$	$p_{kt.lim}$		a_0	a_{∞}	$p_{fi.lim}$
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	192,3	490,1	1837,3	253,8	-0,9	-2,0	94,1
330	171,2	404,0	1398,2	208,7	-1,0	-3,0	83,5
360	154,0	338,6	1090,5	174,5	-1,2	-3,0	74,9
390	139,9	287,7	868,0	147,8	-1,4	-4,0	67,9
420	128,0	247,3	703,0	126,6	-1,7	-5,0	61,9
450	117,9	214,7	577,9	109,5	-1,9	-5,0	56,9
480	109,2	188,0	481,3	95,6	-2,1	-6,0	52,5
510	101,6	165,9	405,3	84,0	-2,4	-7,0	48,7
540	95,0	147,4	344,7	74,3	-2,6	-7,0	45,4
570	89,1	131,7	295,7	66,1	-2,9	-8,0	42,4
600	83,8	118,3	255,7	59,1	-3,2	-9,0	39,8
630	79,1	106,8	214,6	53,0	-3,5	-10,0	37,5
660	74,8	96,8	181,6	47,8	-3,7	-10,0	35,3
690	71,0	88,1	155,0	43,2	-4,0	-11,0	33,4
720	67,4	80,4	133,2	39,2	-4,3	-12,0	31,6
750	64,2	73,7	115,3	35,7	-4,6	-13,0	30,0
780	61,3	67,7	103,1	32,5	-4,9	-14,0	28,6
810	58,5	62,4	92,6	29,8	-5,2	-14,0	27,2
840	56,0	57,6	83,4	27,3	-5,5	-15,0	25,9
870	53,7	53,3	75,3	25,0	-5,8	-16,0	24,8
900	51,5	49,4	68,3	23,0	-6,1	-16,0	23,7
930	49,5	46,0	62,0	21,2	-6,3	-17,0	22,7
960	47,6	42,8	56,5	19,5	-6,6	-18,0	21,7
990	45,9	39,9	51,5	18,0	-6,8	-18,0	20,8
1020	44,2	37,3	47,1	16,6	-7,1	-19,0	20,0
1050	42,6	34,8	43,1	15,3	-7,3	-19,0	19,2
1080	41,2	32,6	39,6	14,2	-7,5	-20,0	18,5
1110	39,8	30,6	36,3	13,1	-7,7	-20,0	17,8
1140	38,5	28,7	33,4	12,1	-7,8	-21,0	17,2
1170	37,2	27,0	30,8	11,2	-8,0	-21,0	16,5
1200	36,1	25,4	28,3	10,4	-8,1	-21,0	16,0
1230	35,0	23,9	26,1	9,58	-8,1	-21,0	15,4
1260	33,8	22,5	24,1	8,85	-8,2	-21,0	14,9
1290	31,9	21,2	22,3	8,17	-8,2	-21,0	14,4
1320	30,0	20,0	20,0	7,43	-7,5	-18,0	14,1
1350	28,3	18,9	18,5	6,84	-7,4	-18,0	13,7
1380	26,8	17,8	17,1	6,29	-7,2	-17,0	13,2
1410	25,3	16,8	15,7	5,78	-7,1	-16,0	12,8
1440	23,9	15,9	14,5	5,30	-6,8	-15,0	12,4
1470	22,6	15,0	13,4	4,85	-6,6	-14,0	12,0
1500	21,3	14,2	12,3	4,42	-6,2	-13,0	11,6
1530	20,2	13,4	11,4	4,02	-5,8	-12,0	11,3
1560	19,1	12,7	10,4	3,64	-5,4	-10,0	10,9
1590	18,0	12,0	9,58	3,28	-4,9	-8,0	10,6
1620	17,0	11,4	8,79	2,95	-4,3	-6,0	10,3
1650	16,1	10,7	8,04	2,63	-3,7	-4,0	10,0
1680	15,2	10,2	7,35	2,33	-3,0	-1,0	9,70
1710	14,4	9,61	6,69	2,04	-2,2	1,0	9,42
1740	13,6	9,09	6,08	1,77	-1,4	4,0	9,15
1770	12,9	8,59	5,50	1,51	-0,4	8,0	8,89
1800	12,2	8,12	4,95	-	0,6	11,0	8,64
1830	11,5	7,67	4,44	-	1,7	15,0	8,40
1860	10,8	7,24	3,96	-	2,9	19,0	8,16
1890	10,2	6,83	3,50	-	4,2	23,0	7,93
1920	9,63	6,44	3,07	-	5,6	28,0	7,72
1950	9,08	6,07	2,66	-	7,1	33,0	7,50
1980	8,54	5,72	2,27	-	8,7	38,0	7,30
2010	8,03	5,38	1,91	-	10,4	44,0	7,10
2040	7,55	5,06	1,56	-	12,2	50,0	6,90
2070	-	-	-	-	-	-	-
2100	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>$p_{d.lim}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>$p_{k.lim}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>$p_{kt.lim}$ - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>$p_{fi.lim}$ - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a_0 - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_{∞} - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.36 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC500-19/REI60

HC500-19/REI60							
l_{eff}	$p_{d.lim}$	$p_{k.lim}$	$p_{kt.lim}$		a_0	a_{∞}	$p_{fi.lim}$
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	197,9	543,6	1863,5	276,9	-0,9	-3,0	96,9
330	176,2	448,3	1419,6	227,9	-1,1	-3,0	86,0
360	158,6	375,8	1108,2	190,5	-1,3	-4,0	77,2
390	144,1	319,4	883,0	161,5	-1,6	-4,0	70,0
420	131,9	274,6	715,8	138,4	-1,8	-5,0	63,9
450	121,5	238,5	589,0	119,9	-2,1	-6,0	58,7
480	112,5	209,0	490,9	104,6	-2,3	-6,0	54,2
510	104,7	184,5	413,8	92,0	-2,6	-7,0	50,3
540	97,9	163,9	352,3	81,5	-2,9	-8,0	46,9
570	91,8	146,6	302,5	72,5	-3,2	-9,0	43,8
600	86,4	131,7	261,8	64,9	-3,5	-10,0	41,1
630	81,6	119,0	220,0	58,3	-3,8	-10,0	38,7
660	77,2	107,9	186,6	52,6	-4,1	-11,0	36,5
690	73,2	98,2	159,5	47,6	-4,4	-12,0	34,5
720	69,6	89,8	137,4	43,3	-4,8	-13,0	32,7
750	66,3	82,3	119,1	39,4	-5,1	-14,0	31,1
780	63,3	75,7	106,6	36,0	-5,4	-15,0	29,5
810	60,5	69,8	95,8	33,0	-5,8	-16,0	28,1
840	57,9	64,5	86,4	30,2	-6,1	-17,0	26,9
870	55,5	59,7	78,1	27,8	-6,4	-17,0	25,7
900	53,2	55,5	70,9	25,6	-6,8	-18,0	24,5
930	51,2	51,6	64,5	23,6	-7,1	-19,0	23,5
960	49,2	48,1	58,8	21,8	-7,4	-20,0	22,5
990	47,4	44,9	53,7	20,1	-7,7	-21,0	21,6
1020	45,7	41,9	49,1	18,6	-8,0	-21,0	20,8
1050	44,1	39,3	45,1	17,3	-8,3	-22,0	20,0
1080	42,6	36,8	41,4	16,0	-8,5	-23,0	19,2
1110	41,2	34,5	38,1	14,8	-8,7	-23,0	18,5
1140	39,8	32,5	35,0	13,8	-9,0	-24,0	17,8
1170	38,6	30,5	32,3	12,8	-9,2	-24,0	17,2
1200	37,4	28,8	29,8	11,9	-9,3	-24,0	16,6
1230	36,2	27,1	27,5	11,0	-9,5	-24,0	16,0
1260	35,1	25,6	25,5	10,2	-9,6	-25,0	15,5
1290	34,1	24,1	23,5	9,47	-9,7	-25,0	15,0
1320	33,6	22,8	21,2	8,65	-8,9	-22,0	14,7
1350	32,2	21,6	19,6	8,02	-8,9	-22,0	14,3
1380	30,4	20,4	18,1	7,42	-8,8	-21,0	13,8
1410	28,8	19,3	16,7	6,86	-8,7	-21,0	13,4
1440	27,2	18,3	15,5	6,33	-8,6	-20,0	12,9
1470	25,8	17,3	14,3	5,84	-8,4	-19,0	12,6
1500	24,4	16,4	13,2	5,38	-8,1	-18,0	12,2
1530	23,1	15,5	12,2	4,94	-7,8	-17,0	11,8
1560	21,9	14,7	11,3	4,53	-7,5	-15,0	11,5
1590	20,8	14,0	10,4	4,14	-7,0	-14,0	11,1
1620	19,7	13,2	9,55	3,77	-6,5	-12,0	10,8
1650	18,7	12,6	8,78	3,43	-6,0	-10,0	10,5
1680	17,7	11,9	8,06	3,10	-5,4	-8,0	10,2
1710	16,8	11,3	7,38	2,79	-4,7	-5,0	9,89
1740	15,9	10,7	6,74	2,49	-3,9	-3,0	9,61
1770	15,1	10,2	6,14	2,21	-3,1	0,0	9,34
1800	14,3	9,65	5,58	1,94	-2,2	4,0	9,08
1830	13,6	9,16	5,05	1,69	-1,2	7,0	8,83
1860	12,8	8,68	4,54	-	-0,1	11,0	8,59
1890	12,2	8,23	4,07	-	1,1	15,0	8,36
1920	11,5	7,80	3,62	-	2,4	19,0	8,13
1950	10,9	7,39	3,19	-	3,8	24,0	7,91
1980	10,3	7,00	2,79	-	5,3	29,0	7,70
2010	9,75	6,62	2,41	-	6,9	34,0	7,50
2040	9,21	6,27	2,05	-	8,6	40,0	7,30
2070	8,70	5,92	1,70	-	10,4	46,0	7,10
2100	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>$p_{d.lim}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>$p_{k.lim}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>$p_{kt.lim}$ - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>$p_{fi.lim}$ - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a_0 - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_{∞} - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.37 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC500-14/REI120

HC500-14/REI120							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	178,2	388,7	1788,9	213,7	-0,8	-2,0	77,7
330	158,6	320,2	1359,4	175,6	-0,9	-3,0	68,9
360	142,7	268,2	1058,6	146,6	-1,1	-3,0	61,7
390	129,6	227,7	841,4	124,0	-1,2	-4,0	55,8
420	118,6	195,5	680,5	106,1	-1,4	-4,0	50,9
450	109,2	169,6	558,6	91,7	-1,6	-5,0	46,6
480	101,1	148,4	464,6	79,9	-1,8	-5,0	43,0
510	94,1	130,8	390,7	70,1	-2,0	-6,0	39,8
540	87,9	116,0	331,8	61,9	-2,3	-6,0	37,0
570	82,4	103,6	284,3	54,9	-2,5	-7,0	34,6
600	77,5	92,9	245,5	49,0	-2,7	-8,0	32,4
630	73,1	83,7	205,4	43,9	-3,0	-8,0	30,4
660	69,1	75,8	173,4	39,5	-3,2	-9,0	28,6
690	65,5	68,9	147,6	35,6	-3,4	-10,0	27,0
720	62,3	62,8	126,5	32,2	-3,7	-10,0	25,5
750	59,3	57,4	109,2	29,2	-3,9	-11,0	24,2
780	56,5	52,6	97,5	26,6	-4,1	-11,0	22,9
810	54,0	48,4	87,4	24,2	-4,4	-12,0	21,8
840	51,6	44,6	78,6	22,1	-4,6	-13,0	20,7
870	49,5	41,2	70,9	20,2	-4,8	-13,0	19,8
900	47,5	38,1	64,1	18,5	-5,0	-14,0	18,8
930	45,6	35,3	58,1	17,0	-5,2	-14,0	18,0
960	43,8	32,8	52,8	15,5	-5,4	-15,0	17,2
990	42,2	30,5	48,1	14,3	-5,6	-15,0	16,5
1020	40,6	28,4	43,9	13,1	-5,7	-15,0	15,8
1050	39,2	26,5	40,1	12,0	-5,9	-16,0	15,1
1080	37,8	24,7	36,7	11,0	-6,0	-16,0	14,5
1110	35,9	23,1	33,7	10,1	-6,1	-16,0	13,9
1140	33,6	21,6	30,9	9,30	-6,1	-16,0	13,4
1170	31,5	20,2	28,4	8,53	-6,2	-16,0	12,9
1200	29,5	19,0	26,1	7,82	-6,2	-16,0	12,4
1230	27,7	17,8	24,0	7,16	-6,2	-16,0	11,9
1260	26,0	16,7	22,1	6,55	-6,1	-15,0	11,5
1290	24,4	15,6	20,3	5,97	-6,0	-15,0	11,0
1320	22,8	14,7	17,4	5,16	-4,2	-10,0	11,1
1350	21,5	13,8	16,0	4,66	-4,0	-9,0	10,7
1380	20,2	13,0	14,7	4,21	-3,7	-7,0	10,4
1410	19,0	12,2	13,4	3,78	-3,4	-6,0	10,0
1440	17,8	11,4	12,3	3,37	-3,0	-5,0	9,65
1470	16,7	10,7	11,3	2,99	-2,5	-3,0	9,32
1500	15,7	10,1	10,3	2,64	-2,0	-1,0	9,00
1530	14,8	9,46	9,39	2,30	-1,5	0,0	8,70
1560	13,9	8,88	8,55	1,99	-0,9	3,0	8,32
1590	13,1	8,33	7,77	1,69	-0,2	5,0	7,77
1620	12,3	7,81	7,04	-	0,6	8,0	7,25
1650	11,5	7,32	6,36	-	1,4	10,0	6,76
1680	10,8	6,86	5,72	-	2,3	13,0	6,29
1710	10,1	6,42	5,12	-	3,3	17,0	5,85
1740	9,47	6,00	4,56	-	4,3	20,0	5,43
1770	8,86	5,60	4,03	-	5,5	24,0	5,03
1800	8,28	5,22	3,53	-	6,7	28,0	4,65
1830	7,73	4,86	3,07	-	8,0	33,0	4,29
1860	7,21	4,52	2,63	-	9,4	37,0	3,95
1890	6,71	4,20	2,21	-	11,0	42,0	3,63
1920	6,23	3,89	1,82	-	12,6	48,0	3,31
1950	-	-	-	-	-	-	-
1980	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
<p>p_{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)</p> <p>p_{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)</p> <p>p_{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)</p> <p>p_{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru</p> <p>a₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)</p> <p>a_∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt</p>							

Tabl.2.38 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty HC500-19/REI120

HC500-19/REI120							
l _{eff}	p _{d.lim}	p _{k.lim}	p _{kt.lim}		a ₀	a _∞	p _{fi.lim}
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
300	197,1	532,3	1853,6	275,3	-0,9	-3,0	86,2
330	175,5	439,0	1411,7	226,5	-1,1	-3,0	76,5
360	158,0	368,0	1101,8	189,4	-1,3	-4,0	68,6
390	143,6	312,7	877,6	160,5	-1,5	-4,0	62,1
420	131,5	268,8	711,3	137,6	-1,8	-5,0	56,6
450	121,1	233,5	585,1	119,1	-2,0	-6,0	52,0
480	112,2	204,5	487,5	104,0	-2,3	-6,0	48,0
510	104,5	180,5	410,9	91,5	-2,5	-7,0	44,5
540	97,6	160,4	349,7	80,9	-2,8	-8,0	41,4
570	91,6	143,4	300,2	72,1	-3,1	-9,0	38,7
600	86,2	128,9	259,8	64,5	-3,4	-9,0	36,3
630	81,4	116,4	218,2	57,9	-3,7	-10,0	34,1
660	77,0	105,5	184,9	52,3	-4,0	-11,0	32,1
690	73,0	96,1	158,0	47,3	-4,3	-12,0	30,4
720	69,4	87,8	136,0	43,0	-4,7	-13,0	28,7
750	66,1	80,5	117,8	39,1	-5,0	-14,0	27,2
780	63,1	74,0	105,5	35,8	-5,3	-15,0	25,9
810	60,3	68,2	94,8	32,7	-5,6	-15,0	24,6
840	57,7	63,0	85,4	30,0	-5,9	-16,0	23,5
870	55,4	58,4	77,2	27,6	-6,3	-17,0	22,4
900	53,1	54,2	70,0	25,4	-6,6	-18,0	21,4
930	51,1	50,4	63,7	23,4	-6,9	-19,0	20,5
960	49,1	46,9	58,0	21,6	-7,2	-19,0	19,6
990	47,3	43,8	53,0	20,0	-7,5	-20,0	18,8
1020	45,6	40,9	48,5	18,5	-7,7	-21,0	18,0
1050	44,0	38,3	44,4	17,1	-8,0	-21,0	17,3
1080	42,5	35,9	40,8	15,9	-8,2	-22,0	16,6
1110	41,1	33,7	37,5	14,7	-8,4	-22,0	16,0
1140	39,8	31,6	34,5	13,6	-8,6	-23,0	15,4
1170	38,5	29,8	31,8	12,6	-8,8	-23,0	14,8
1200	37,3	28,0	29,3	11,7	-9,0	-23,0	14,3
1230	36,1	26,4	27,1	10,9	-9,1	-23,0	13,8
1260	35,1	24,9	25,0	10,1	-9,2	-23,0	13,3
1290	34,0	23,5	23,1	9,36	-9,3	-23,0	12,8
1320	33,3	22,2	20,9	8,57	-8,6	-21,0	12,6
1350	31,5	21,0	19,3	7,94	-8,5	-21,0	12,1
1380	29,7	19,8	17,8	7,34	-8,4	-20,0	11,7
1410	28,1	18,7	16,5	6,78	-8,3	-20,0	11,3
1440	26,6	17,7	15,2	6,26	-8,1	-19,0	11,0
1470	25,2	16,8	14,1	5,77	-7,9	-18,0	10,6
1500	23,8	15,9	13,0	5,31	-7,7	-17,0	10,3
1530	22,6	15,1	12,0	4,88	-7,3	-15,0	9,93
1560	21,4	14,3	11,0	4,47	-7,0	-14,0	9,62
1590	20,3	13,5	10,2	4,08	-6,5	-12,0	9,32
1620	19,2	12,8	9,34	3,71	-6,0	-10,0	9,03
1650	18,2	12,2	8,57	3,37	-5,4	-8,0	8,75
1680	17,3	11,5	7,86	3,04	-4,8	-6,0	8,48
1710	16,4	10,9	7,19	2,73	-4,1	-3,0	8,22
1740	15,5	10,4	6,56	2,43	-3,3	-1,0	7,97
1770	14,7	9,82	5,96	2,16	-2,4	2,0	7,73
1800	13,9	9,31	5,40	1,89	-1,5	6,0	7,50
1830	13,2	8,83	4,87	1,64	-0,4	9,0	7,27
1860	12,5	8,36	4,38	-	0,7	13,0	7,05
1890	11,8	7,92	3,91	-	1,9	17,0	6,84
1920	11,2	7,50	3,46	-	3,2	22,0	6,46
1950	10,6	7,10	3,04	-	4,7	27,0	6,07
1980	10,0	6,71	2,64	-	6,2	32,0	5,69
2010	9,45	6,35	2,27	-	7,8	37,0	5,33
2040	8,92	6,00	1,91	-	9,6	43,0	4,99
2070	8,41	5,66	1,57	-	11,4	49,0	4,66
2100	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
p _{d.lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)							
p _{k.lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)							
p _{kt.lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)							
p _{fi.lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru							
a ₀ - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)							
a _∞ - końcowa strzałka ugięcia płyt							

2.3. Nośność płyt perforowanych

2.3.1. Podstawowe informacje

Wykonanie w płycie HC któregośkolwiek z dopuszczalnych wycięć wpływa niekorzystnie na nośność, a w przypadku wycięć bocznych także na pracę statyczną takiego prefabrykatu. Z tego względu, poza sprawdzeniem podanych wcześniej podstawowych warunków nośności (2.7), (2.8) i (2.9) (pkt.2.2.1), dla płyt osłabionych wycięciami sformułowane zostały dodatkowe warunki, których spełnienie jest konieczne, by płyta mogła być bezpiecznie eksploatowana.

Wycięcia przypodporowe wywierają niekorzystny wpływ na nośność i pracę statyczną strefy przypodporowej płyt. Dotyczy to zwłaszcza wycięcia bocznego, które powoduje skręcanie płyty na odcinku osłabionym wycięciem. Z tego względu, w płytach z wycięciami przypodporowymi sprawdzić należy dodatkowe warunki dotyczące nośności na ścinanie strefy przypodporowej oraz możliwości wystąpienia zarysowania w najbardziej wyężonym przekroju osłabionym takim wycięciem, z uwzględnieniem działania momentu skręcającego (pkt.2.3.3).

Wycięcia przesłowe mają niekorzystny wpływ głównie na cechy przekroju związane ze zginaniem. W związku z tym, w płytach z wycięciami przesłowymi należy sprawdzić dodatkowy warunek dotyczący nośności na zginanie najbardziej wyężonego przekroju płyty osłabionej wycięciem, warunek szerokości rys w tym przekroju oraz ewentualnie warunek dekompresji, jeżeli płyta ma być eksploatowana w klasach ekspozycji od XC2 wzwyż (pkt.2.3.4).

Podobnie jak w przypadku płyt podstawowych, nośność płyt perforowanych należy zbadać w dwóch sytuacjach obliczeniowych: trwałej i wyjątkowej. Wymagania szczególne dotyczące obliczeń takich płyt w sytuacji wyjątkowej zamieszczono w pkt.2.3.5.

Jeżeli w jednej płycie HC mają być wykonane zarówno wycięcia przypodporowe jak i wycięcia przesłowe (por. pkt.1.4.5), obliczenia sprawdzające należy wykonać według wytycznych podanych dla obydwu rodzajów wycięć, zgodnie z pkt.2.3.3 i pkt.2.3.4.

Otwory w płytach HC, jeśli spełniają wymagania dotyczące ich rozmiarów i rozmieszczenia na planie płyty, podane w pkt.1.4.2 (rys.1.18), nie wywierają istotnego wpływu na nośność, a w konsekwencji na dopuszczalne obciążenie równomierne płyt. W związku z tym, dla płyt z otworami nie wymaga się sprawdzania żadnych dodatkowych warunków, poza warunkami (2.7), (2.8) i (2.9).

Podane dalej, dodatkowe warunki wytrzymałościowe dla płyt perforowanych obciążonych równomiernie, sformułowane z pominięciem korzystnego wpływu wzajemnego klinowania się płyt w rzeczywistym ustroju stropowym, przyjmując, że pojedyncza płyta stropowa jest samodzielnym elementem konstrukcyjnym, pracującym niezależnie od innych płyt.

2.3.2. Współczynniki korekcyjne

Dla uproszczenia analizy, przydatnego do praktycznych obliczeń nośności płyt z wycięciami, wprowadza się pojęcia współczynników redukcyjnych nośności przekrojów oraz pojęcie współczynnika amplifikacji siły poprzecznej pod wpływem działania momentu skręcającego.

Współczynnik redukcji nośności na ścinanie definiuje się jako:

$$\delta_V = 1 - \frac{\Delta b_w}{\Sigma b_{w.0}} \quad (2.12)$$

gdzie: $\Sigma b_{w.0}$ - suma szerokości wszystkich żeber płyty podstawowej, w środku ciężkości przekroju,
 Δb_w - łączna szerokość żeber, które zostały wycięte przy podporze.

Współczynnik redukcji nośności na zginanie określa formuła:

$$\delta_M = 1 - \frac{c}{b_0} \quad (2.13)$$

gdzie: c - szerokość wycięcia,
 $b_0 = 1,2$ m - szerokość płyty podstawowej.

Zdefiniowany wyżej współczynnik δ_M odnosi się także do wszystkich pozostałych wielkości statycznych przekroju poprzecznego płyty, związanych ze zginaniem (por. tabl.1.5).

Współczynnik amplifikacji siły poprzecznej w przekroju osłabionym wycięciem przypodporowym, uwzględniający wpływ działania momentu skręcającego na wyężenie strefy przypodporowej, zdefiniowano jako:

$$\eta = 1 + \frac{c}{4} \cdot \frac{\Sigma b_w}{b_w \cdot (b - b_w)} \quad (2.14)$$

gdzie: Σb_w - suma szerokości wszystkich żeber płyty, na poziomie środka ciężkości przekroju, w przekroju osłabionym wycięciem przypodporowym,
 $b - b_w$ - osiowy rozstaw skrajnych żeber w przekroju płyty osłabionym wycięciem,
 b_w - szerokość żebra skrajnego.

Na podstawie przytoczonych wyżej formuł matematycznych, dla każdego typu płyt HC, w zależności od szerokości wycięcia, wartości wszystkich współczynników zostały obliczone i zestawione w tab.2.39.

Tabl.2.39. Współczynniki korekcyjne dla płyt osłabionych wycięciami

Typ płyty	Wycięcie		Współczynniki		
	rodzaj	szerokość [mm]	η	δ_V	δ_M
HC160, HC200A HC220	boczne	165	1,32	0,84	0,86
		320	1,64	0,73	0,73
	środkowe	165	1,10	0,88	0,81
		320	1,00	0,77	0,68
HC200	boczne	160	1,26	0,86	0,86
		350	1,58	0,71	0,71
	środkowe	240	1,0	0,86	0,80
HC265	boczne	210	1,30	0,82	0,82
		420	1,64	0,66	0,65
	środkowe	230	1,10	0,82	0,81
HC320, HC400 HC400A, HC500	boczne	240	1,29	0,80	0,80
	środkowe	280	1,0	0,80	0,76

Oprócz współczynników δ_V i δ_M , które uwzględniają wpływ wykonania wycięć na wielkości statyczne płyt HC, wprowadza się dodatkowo pojęcie współczynnika redukcji naprężeń w betonie, który uwzględnia niepełne sprężenie w strefie zakotwienia strun w betonie. Współczynnik ten definiuje się jako:

$$\delta_P(y) = \frac{y}{l_{pt.2}} \leq 1 \quad (2.15)$$

gdzie: y - odległość od czoła prefabrykatu,

$l_{pt.2}$ - efektywna długość zakotwienia strun, wg tabl.1.6.

2.3.3. Płyty z wycięciami przypodporowymi

Wycięcia przypodporowe w płytach HC redukują nośność na ścinanie ich stref przypodporowych w stosunku proporcjonalnym do współczynnika δ_V (tabl.2.23). W związku z tym zredukowaną nośność na ścinanie dowolnej płyty HC, osłabionej wycięciem przypodporowym, można wyznaczyć z formuły:

$$V_{Rd.red} = \delta_V \cdot V_{Rd.c} \quad (2.16)$$

w której: $V_{Rd.c}$ - nośność na ścinanie niezarysowanej strefy przypodporowej płyty podstawowej, którą odpowiednio do wariantu zbrojenia przyjmować należy z tabl.1.5

Oprócz osłabienia nośności na ścinanie stref przypodporowych, wycięcia przypodporowe boczne wpływają niekorzystnie na pracę statyczną płyty. W płycie osłabionej bocznym wycięciem przypodporowym powstają momenty skręcające, które zwiększają wyężenie jej żeber, zwłaszcza żebra skrajnego, doprowadzonego do podpory tuż obok wycięcia. Wpływ dodatkowych momentów

skręcających na wyężenie strefy przypodporowej płyty można uwzględnić w obliczeniach statycznych mnożąc wartość siły poprzecznej przy podporze przez współczynnik η (tabl.2.39).

Uwzględniając powyższe, warunek wytrzymałości strefy przypodporowej płyty HC osłabionej wycięciem przypodporowym przyjmuje postać:

$$V_{Sd} \leq \frac{\delta_V \cdot V_{Rd,c}}{\eta} \quad (2.17)$$

Dla dowolnej płyty kanałowej HC z wycięciami przypodporowymi, wykonanymi i rozmieszczonymi zgodnie z wytycznymi podanymi w rozdz.1.4, i obciążonej w sposób równomierny, spełnienie warunku (2.17) jest dowodem nośności na ścinanie strefy przypodporowej osłabionej wycięciem.

Poza sprawdzeniem nośności na ścinanie, w płytach osłabionych wycięciami przypodporowymi należy wykazać, że w przekroju poprzecznym na końcu wycięcia przypodporowego nie nastąpi zarysowanie dolnej powierzchni płyty pod wpływem momentu zginającego, przy uwzględnieniu wpływu skręcania płyty. Warunek ten wyraża się nierównością:

$$M_{Sk}(l_c) \leq \frac{\delta_P(l_c) \cdot \delta_M \cdot M_{cr}}{\eta} \quad (2.18)$$

gdzie: $M_{Sk}(l_c)$ - moment zginający na końcu wycięcia przypodporowego (z uwzględnieniem ciężaru własnego stropu), od obciążeń charakterystycznych,
 M_{cr} - moment rysujący płyty podstawowej, wg tabl.1.5,
 l_c - długość wycięcia przypodporowego.

Jeżeli w rzeczywistej płycie wycięcia przypodporowe występują przy obydwu podporach, i mają one różną szerokość, sprawdzenie nośności należy przeprowadzić dla wycięcia szerszego.

2.3.4. Płyty z wycięciami przęsłowymi

Wycięcia przęsłowe w płytach HC redukują wartości wszystkich wielkości statycznych płyt związanych ze zginaniem przekrojów normalnych, proporcjonalnie do szerokości wycięcia, co uwzględnia współczynnik δ_M (tabl.2.39). W związku z tym, zredukowaną nośność na zginanie przekroju poprzecznego płyty HC, osłabionej wycięciem przęsłowym należy obliczać jako:

$$M_{Rd,red} = \delta_M \cdot M_{Rd} \quad (2.19)$$

gdzie: M_{Rd} - nośność na zginanie płyty podstawowej, którą dla każdego typu i wariantu zbrojenia zestawiono w tabl.1.5.

W płytach HC osłabionych wycięciami przęsłowymi bocznymi, momenty skręcające są efektem drugorzędym, który nie wywiera istotnego wpływu na nośność i pracę statyczną tych prefabrykatów. Dlatego wpływ skręcania płyt HC może być w obliczeniach statyczno-wytrzymałościowych zaniedbany.

W konsekwencji, warunek nośności na zginanie płyty osłabionej dowolnym wycięciem przęsłowym ma postać nierówności:

$$M_{Sd} \leq M_{Rd,red} = \delta_M \cdot M_{Rd} \quad (2.20)$$

gdzie: M_{Sd} - największy moment zginający na długości wycięcia przęsłowego (z uwzględnieniem ciężaru własnego stropu), otrzymany na podstawie obliczeń statycznych, dla obliczeniowych wartości obciążeń.

Dla dowolnej płyty kanałowej HC z wycięciami przęsłowymi, wykonanymi i rozmieszczonymi według zasad podanych w rozdz.1.4, i obciążonej w sposób równomierny, spełnienie warunku (2.20) jest dowodem nośności na zginanie przekroju osłabionego wycięciem.

Poza weryfikacją nośności, należy wykazać, że szerokość rys w przekroju osłabionym wycięciem przęsłowym nie przekroczy wartości granicznej. Poprzez analogię z warunkiem nośności (2.20), odpowiedni warunek ma postać:

$$M_{Sk} \leq \delta_M \cdot M_{sm} \quad (2.21)$$

gdzie: M_{sm} - moment, przy którym szerokość rys w płycie nieosłabionej osiąga wartość graniczną, wg tabl.1.5,
 M_{Sk} - największy moment zginający na długości wycięcia przęsłowego (z uwzględnieniem ciężaru własnego stropu), od charakterystycznych wartości obciążeń.

Jeżeli płyta HC z wycięciami przeszłowymi ma być eksploatowana w środowisku odpowiadającym klasom ekspozycji od XC2 wzwyż, oprócz weryfikacji warunków (2.20) i (2.21), wykazać należy, że pod quasi-stałą kombinacją obciążeń nie nastąpi dekompresja betonu w otulinie strun o grubości 25 mm. Analogicznie do wcześniejszych, warunek dekompresji przekroju osłabionego wycięciem przeszłowym ma postać:

$$M_{Sk,t} \leq \delta_M \cdot M_{dec} \quad (2.22)$$

gdzie: M_{dec} - moment zginający wywołujący dekompresję we włóknach betonu oddalonych od powierzchni ciągnien o 25 mm, wg tabl.1.5,

$M_{Sk,t}$ - największy moment zginający na długości wycięcia przeszłowego (z uwzględnieniem ciężaru własnego stropu), wywołany długotrwałym obciążeniem charakterystycznym.

W płytach HC, w których występuje kilka wycięć przeszłowych, warunki (2.20), (2.21) i ewentualnie (2.22) należy sprawdzić dla każdego wycięcia przeszłowego.

2.3.5. Nośności płyt perforowanych w sytuacji wyjątkowej

Analizując strop w sytuacji wyjątkowej, nośność płyt perforowanych należy oszacować posługując się tymi samymi formułami, które określono w pkt.2.3.3 i pkt.2.3.4 dla sytuacji trwałej. Aby uwzględnić obliczeniowo wpływ temperatury pożaru, należy w formule (2.17) wielkość $V_{Rd,c}$ zastąpić wielkością $V_{Rd,fi}$, a w formule (2.20) - wielkość M_{Rd} wielkością $M_{Rd,fi}$. W obydwu przypadkach weryfikację nośności przeprowadzić należy dla sił wewnętrznych wyznaczonych dla wyjątkowej kombinacji obciążeń, wyznaczonej na podstawie formuły (2.4).

W sytuacji wyjątkowej pożaru warunków (2.21) i (2.22) nie sprawdza się.

2.4. Nośność płyt docinanych wzdłużnie i poprzecznie

Dopuszczalne obciążenie równomierne zwężonych pasm płyt HC jest takie samo jak płyt podstawowych, o szerokości 1,2 m. Nośność takich pasm należy sprawdzać według ogólnych wytycznych podanych w pkt.2.1 i pkt.2.2.

Można przyjąć, że nośność płyt o nieprostokątnym kształcie rzutu jest taka sama jak nośność płyt podstawowych (prostokątnych), przy czym rozpiętość takich płyt, niezbędną do ustalenia dopuszczalnych obciążeń równomiernych stropu, należy przyjmować jako odległość między najbardziej oddalonymi punktami podparcia, mierzoną równoległe do żeber płyty, zgodnie z zasadą pokazaną na rys.1.24.

3. NOŚNOŚĆ PŁYT HC OBCIĄŻONYCH NIERÓWNOMIERNIE

3.1. Ogólne wytyczne

3.1.1. Podstawowe informacje

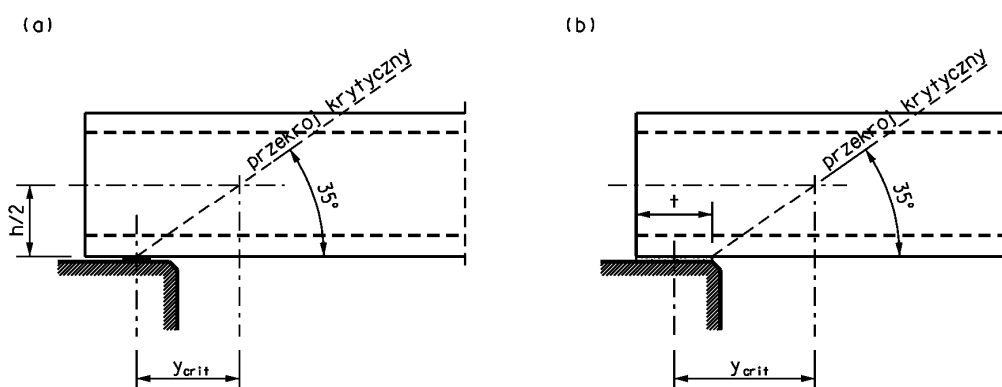
Utrata nośności strunobetonowych płyt HC może nastąpić w wyniku: wyczerpania nośności na zginanie, wyczerpania nośności na ścinanie niezarysowanych regionów strefy przypodporowej lub w wyniku wyczerpania nośności regionów zarysowanych. Każdy z tych mechanizmów zniszczenia prowadzi do globalnej utraty nośności płyty, jako dźwigara nośnego. Zniszczenie (lub uszkodzenie) płyty kanałowej może także mieć miejsce lokalnie, gdy płyta zachowuje ogólną nośność, a do uszkodzenia dochodzi miejscowo. Typowymi przypadkami takich uszkodzeń są przebiecie (prefabrykatu lub jednej ze ścianek) lub separacja żeber. Ze względu na różnorodność przypadków obciążeń, z jakimi można się spotkać podczas projektowania budynków, nie można przewidzieć z góry, który mechanizm zniszczenia będzie decydujący w konkretnej sytuacji projektowej. W związku z tym, jeżeli płyta HC ma pracować pod obciążeniem nierównomiernym, takim jak: siły skupione, obciążenia rozłożone nierównomiernie na długości przęsła lub inne przyłożone do płyty lokalnie, należy wykonać dokładne obliczenia statyczne (wg wytycznych podanych w pkt.3.1.3) i udowodnić obliczeniowo wymaganą nośność płyty, dla każdego z wymienionych wyżej, możliwych mechanizmów zniszczenia (globalnego i lokalnego).

Analogicznie jak wcześniej, nośność płyt należy zbadać w dwóch sytuacjach obliczeniowych: trwałej (pkt.3.2 i pkt.3.3) i wyjątkowej (pkt.3.4).

W przeciwieństwie do płyt obciążonych równomiernie (rozdz.2), w płytach nierównomiernie obciążonych ekstremalny moment zginający może w ogólnym przypadku wystąpić w dowolnym miejscu na długości przęsła, także w niedużej odległości od podpory. W pobliżu podpory, wytrzymałość stali zbrojenia podłużnego nie może być w pełni wykorzystana, z powodu zbyt małej nośności zakotwienia strun w betonie (pkt.3.1.2). Należy to uwzględnić w obliczeniach stanu granicznego nośności płyt (zob. pkt.3.2 i pkt.3.3).

W odniesieniu do mechanizmów zniszczenia, w których decydującą rolę odgrywa siła poprzeczna, należy rozróżnić nośność na ścinanie niezarysowanych regionów strefy przypodporowej (sprężysta strefa przypodporowa) oraz nośność na ścinanie regionów zarysowanych dodatnim momentem zginającym (pkt.3.2.2).

Nośność niezarysowanych regionów stref przypodporowych (sprężysta strefa przypodporowa) należy zweryfikować w ukośnym przekroju krytycznym, którego położenie uzależnione jest od sposobu zrealizowania oparcia płyt na podporze. Jeżeli płyty oparte są na elastycznych podkładkach, przekrój krytyczny wyprowadza się z teoretycznego punktu podparcia (por. pkt.2.1.1), jeżeli natomiast oparcie realizuje się na sztywno (na sucho lub na warstwie zaprawy cementowej) przekrój krytyczny wyprowadzić należy z krawędzi podpory. Tą zasadę określania przypodporowego przekroju krytycznego zilustrowano na rys.3.1.

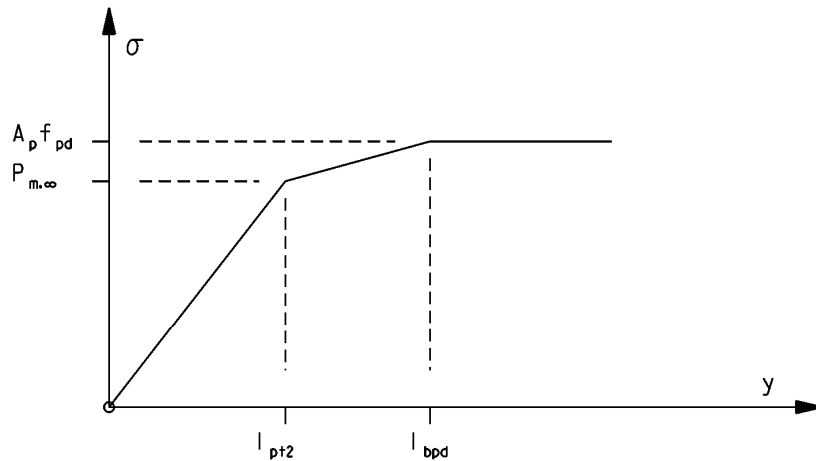


(a) oparcie elastyczne; (b) oparcie sztywne

Rys.3.1 Przekrój krytyczny regionu niezarysowanego

3.1.2. Nośność cięgien sprężających

W obliczeniach nośności płyt obciążonych nierównomiernie, należy koniecznie uwzględnić osłabienie nośności płyt na zginanie i ścinanie, na skutek poślizgu cięgien, jaki może nastąpić w wyniku utraty przyczepności stali sprężającej do betonu. Zgodnie z normą [4], nośność cięgien w strefie zakotwienia (na końcach płyt) przyrasta od zera, bezpośrednio przy powierzchni czołowej, do pełnej wartości, odpowiadającej wytrzymałości stali sprężającej, na końcu podstawowej długości zakotwienia strun l_{bpd} , według bilinearnego rozkładu przedstawionego na rys.3.2.



Rys.3.2 Nośność zakotwienia cięgien sprężających

Dla celów praktycznych, wprowadza się definicję współczynnika osłabienia nośności cięgien, w postaci:

$$\delta_{bp}(y) = \frac{\sigma_{pd}(y)}{f_{pd}} \quad (3.1)$$

gdzie: σ_{pd} - obliczeniowe naprężenie rozciągające w strunach,

f_{pd} - obliczeniowa wytrzymałość na rozciąganie stali sprężającej.

Zgodnie z wykresem pokazanym na rys.3.2, w przedziale $l_{pt2} \leq y \leq l_{bpd}$ wartość tego współczynnika zmienia się liniowo:

$$\delta_{bp}(y) = \left(1 - \frac{P_{m,\infty}}{A_p \cdot f_{pd}}\right) \cdot \left(\frac{y - l_{pt2}}{l_{bpd} - l_{pt2}}\right) + \frac{P_{m,\infty}}{A_p \cdot f_{pd}} \leq 1 \quad (3.2)$$

gdzie: l_{bpd} - podstawowa długość zakotwienia strun, uzależniona od średnicy splotu (wg tabl.1.6),

l_{pt2} - długość transferu siły sprężającej (tabl.1.6),

A_p - pole przekroju zbrojenia głównego płyty (tabl.1.6).

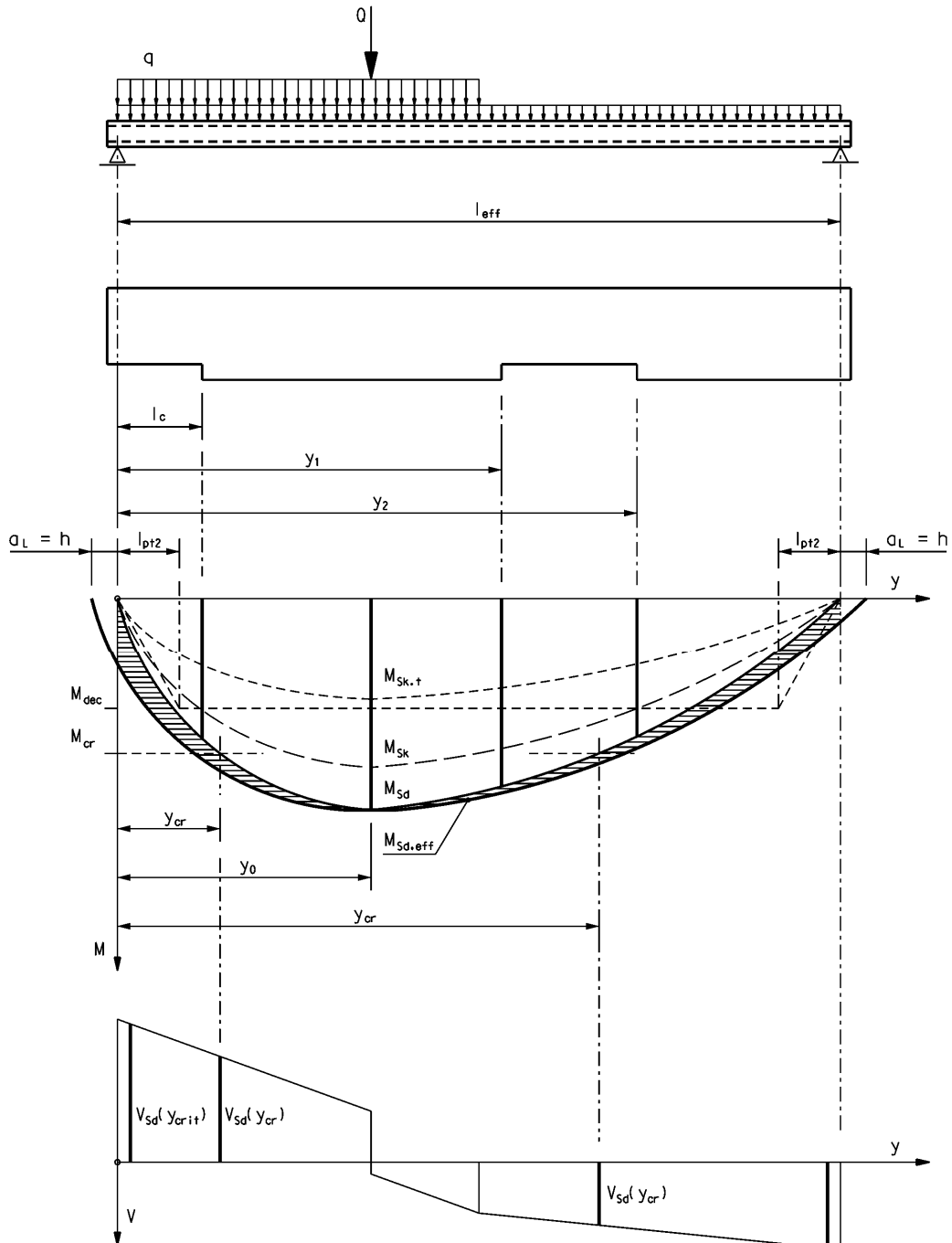
Zgodnie z powyższym, nośność cięgien w zakotwieniu można wyrazić jako:

$$F_{pd}(y) = \delta_{bp}(y) \cdot A_p \cdot f_{pd} \quad (3.3)$$

gdzie: A_p - pole przekroju zbrojenia płyty.

3.1.3. Wykresy sił wewnętrznych

Obliczenia statyczne przęła należy wykonać dla pasma stropu o szerokości 1,2 m (szerokość modułarna jednej płyty), przyjmując schemat statyczny belki swobodnie podpartej (por. pkt.2.1.1). Dla takiej belki należy wyznaczyć obwiednię (wykres) momentów zginających i sił poprzecznych od obliczeniowych wartości obciążeń, ekstremalne wartości tych sił wewnętrznych, a dla momentów także współrzędną ekstremum. Przydatne jest również wykreślenie na podstawie wykresu momentów obwiedni rozsuniętej (rys.3.3), którą otrzymuje się w wyniku poszerzenia wykresu momentów o odcinek $a_L = h$ (gdzie h jest wysokością płyty).



Rys.3.3 Zakres obliczeń statycznych płyty HC obciążonej nierównomiernie

Wykorzystując wykres momentów obliczeniowych, znaleźć należy współrzędną przekroju, w którym moment zginający osiąga wartość momentu rysującego, czyli przekrój, w którym spełniony jest warunek:

$$M_{Sd}(y_{cr}) = M_{cr} \quad (3.4)$$

Oprócz tego, wyznaczyć trzeba rozkłady momentów zginających od częstej i quasi-stałej wartości obciążeń (rys.3.3). W obciążeniach należy uwzględnić ciężar własny płyt oraz ciężar betonowej warstwy wyrównawczej (rozdz.6.1). Można także przeanalizować współpracę poprzeczną płyt w przenoszeniu obciążeń lokalnych, zgodnie z rozdz.5. Rozpiętość efektywną przęsła l_{eff} należy wyznaczyć jako dystans pomiędzy teoretycznymi punktami podparcia, których położenie należy ustalić według wytycznych zamieszczonych w pkt.2.1.1.

Obciążenie płyt perforowanych przyjąć należy bez potrącania w obrębie wycięć i otworów ciężaru własnego stropu i ewentualnych obciążeń rozłożonych na powierzchniach wycięć, traktując płytę tak, jakby była płytą pełną.

W obliczeniach statycznych nie należy uwzględniać efektu transferu sił skupionych bezpośrednio na podpory i wynikającej stąd redukcji miarodajnej siły poprzecznej przy podporze.

3.2. Nośność płyt podstawowych w sytuacji trwałej

3.2.1. Sprawdzanie nośności płyt na zginanie

W ogólnym przypadku weryfikacji nośności na zginanie wymagać będą dwa przekroje normalne w przęśle płyty - przekrój w miejscu działania ekstremalnego momentu zginającego oraz najbliższy podporze przekrój zarysowany dodatnim momentem zginającym. Współrzędną tego przekroju y_{cr} wyznaczyć należy z warunku (3.4).

Wymaga się, aby odcinek płyty na którym następuje transfer siły sprężającej z ciągnien na beton, pozostawał niezarysowany, tj. aby $y_{cr} \geq l_{pt2}$. To wymaganie będzie spełnione, gdy:

$$M_{Sd}(l_{pt2}) \leq M_{cr} \quad (3.5)$$

gdzie: M_{cr} - moment rysujący płyty podstawowej, wg tabl.1.5.

Zgodnie z informacjami zamieszczonymi w pkt.3.1.2, nośność zbrojenia głównego płyt HC może być wyczerpana na skutek utraty przyczepności strun do betonu. W ogólnym przypadku należy to uwzględnić w obliczeniach nośności na zginanie płyt HC. W przybliżeniu można przyjąć, że nośność przekroju poprzecznego płyty na zginanie jest proporcjonalna do współczynnika osłabienia nośności ciągnien (formuła (3.2)), co wyraża związek:

$$M_{Rd.red}(y) = \delta_{bp}(y) \cdot M_{Rd} \quad (3.6)$$

gdzie: M_{Rd} - nośność na zginanie przekroju płyty, wg tabl.1.5.

W konsekwencji, warunek nośności na zginanie płyty pod obciążeniem nierównomiernym ma postać nierówności (por. rys.3.3):

$$M_{Sd}(y_0) \leq M_{Rd.red}(y_0) = \delta_{bp}(y_0) \cdot M_{Rd} \quad (3.7)$$

gdzie: $M_{Sd}(y_0)$ - ekstremalny moment zginający w płycie (z uwzględnieniem ciężaru własnego stropu), od obliczeniowych wartości obciążeń (rys.3.3).

W praktycznie spotykanych przypadkach, jest mało prawdopodobne, by ekstremum momentów zginających znalazło się na odcinku zakotwienia strun. Najczęściej ekstremum momentów leżeć będzie w środkowej części przęsła ($y_0 > l_{bpd}$), gdzie $\delta_{bp} = 1$. Odmienna sytuacja wystąpić może natomiast z przekrojem zarysowanym dodatnim momentem zginającym.

Zarysowanie przekroju w strefie zakotwienia ciągnien może być przypadkiem częstym, zwłaszcza gdy płyta obciążona będzie głównie znaczną siłą skupioną przyłożoną w pobliżu podpory. Z tego względu koniecznym jest zweryfikowanie nośności na zginanie tego przekroju z uwzględnieniem interakcji M-V. Wpływ siły poprzecznej na wyężenie zbrojenia głównego można uwzględnić posługując się obwiednią rozsuniętą (pkt.3.1.3).

W konsekwencji, nośność na zginanie przekroju przypodporowego, który pod wpływem obciążeń uległ zarysowaniu, wyraża warunek (por. rys.3.3):

$$M_{Sd}(y_{cr}) \leq \delta_{bp}(y_{cr}) \cdot M_{Rd} \quad (3.8)$$

Dla dowolnej płyty kanałowej HC obciążonej w sposób nierównomierny, spełnienie warunków (3.7) i (3.8) jest dowodem nośności na zginanie. Sprawdzanie warunku (3.8) nie jest wymagane, jeżeli $y_{cr} \geq l_{bpd}$.

Należy ponadto wykazać, że szerokość rys w najbardziej wyężonym przekroju nie przekroczy wartości granicznej, co wyraża warunek:

$$M_{Sk}(y_0) \leq M_{sm} \quad (3.9)$$

gdzie: M_{sm} - moment, przy którym szerokość rys w płycie osiąga wartość graniczną, wg tabl.1.5,
 $M_{Sk}(y_0)$ - ekstremalny moment zginający w płycie (z uwzględnieniem ciężaru własnego stropu), od częstej kombinacji obciążeń (rys.3.3).

Niezależnie od powyższego, jeżeli płyta HC ma pracować w środowisku odpowiadającym klasie ekspozycji od XC2 wzwyż, wykazać należy również, że pod quasi-stalą kombinacją obciążeń nie nastąpi dekompresja betonu w otulinie strun o grubości 25 mm, badając warunek:

$$M_{Sk,t}(y) \leq \delta_P(y) \cdot M_{dec} \quad (3.10)$$

gdzie: M_{dec} - moment zginający wywołujący dekompresję we włóknach betonu oddalonych od powierzchni ciągnię o 25 mm, wg tabl.1.5,
 $M_{Sk,t}(y)$ - moment zginający (z uwzględnieniem ciężaru własnego stropu), od quasi-stalej kombinacji obciążeń,
 $\delta_P(y)$ - wielkość wyrażona formułą (2.15).

Warunek (3.10) musi być spełniony w każdym przekroju poprzecznym płyty (rys.3.2).

3.2.2. Sprawdzanie nośności na ścinanie

W ogólnym przypadku, płyty HC obciążone w sposób nierównomierny wymagają sprawdzenia nośności na ścinanie w bezpośrednim sąsiedztwie podpory (ekstremum siły poprzecznej), gdzie strefa przypodporowa pozostać musi niezarysowana (region niezarysowany) oraz w przekroju, który pod wpływem dodatniego momentu zginającego uległ zarysowaniu. Nośność na ścinanie zarysowanego regionu strefy przypodporowej może mieć znaczenie w płytach, w których ekstremum momentów zginających znajduje się w pobliżu jednej z podpór (por. pkt.3.2.1).

Nośność na ścinanie regionów niezarysowanych (sprężysta strefa przypodporowa) sprawdzić należy w miejscu wyznaczonym przez punkt przecięcia płaszczyzny przekroju krytycznego z główną osią bezwładności przekroju poprzecznego (rys.3.1). Z dobrym przybliżeniem założyć można, że główna oś bezwładności leży w połowie wysokości elementu, i w konsekwencji wyznaczona na tej podstawie współrzędna przekroju krytycznego niezarysowanego regionu strefy przypodporowej ma wartość: $y_{crit} = 0,714 \cdot h$, gdy płyta ma elastyczne oparcie, albo: $y_{crit} = 0,714 \cdot h + t/2$, gdy płyta podparta jest sztywno (por. rys.3.1).

Nośność na ścinanie niezarysowanego regionu strefy przypodporowej sprawdzić należy z warunku:

$$V_{Sd}(y_{crit}) \leq V_{Rd,c} \quad (3.11)$$

W dokumentacji projektowej płyt HC nośność na ścinanie regionów niezarysowanych (tabl.1.5) obliczono przy założeniu pełnego zakotwienia zbrojenia w betonie, a więc poza strefą kotwienia strun. Z dobrym przybliżeniem przyjąć można, że na długości zakotwienia ciągnię ta nośność przyrasta liniowo od zera przy powierzchni czołowej do pełnej nośności na końcu długości zakotwienia. Stąd w ogólnym przypadku, nośność na ścinanie regionu zarysowanego dodatnim momentem zginającym wyrażał będzie warunek (por. rys.3.3):

$$V_{Sd}(y_{cr}) \leq \frac{y_{cr}}{l_{bpd}} \cdot V_{Rd,1} \leq V_{Rd,1} \quad (3.12)$$

W równaniach (3.11) i (3.12), $V_{Sd}(y_{cr})$ jest obliczeniową siłą poprzeczną w najbliższym podporze przekroju zarysowanym (rys.3.3), a $V_{Rd,1}$ i $V_{Rd,c}$ to odpowiednio, nośność na ścinanie zarysowanego i niezarysowanego regionu strefy przypodporowej, według tabl.1.5.

Dla dowolnej płyty kanałowej HC obciążonej w sposób nierównomierny, spełnienie warunków (3.11) i (3.12) jest dowodem nośności płyty na ścinanie.

3.3. Nośność płyt perforowanych w sytuacji trwałej

3.3.1. Ogólne zasady obliczeń

Dla płyt perforowanych obciążonych w sposób nierównomierny, pozostają obowiązujące wszystkie wytyczne określone dla płyt perforowanych obciążonych równomiernie (pkt.2.3) i dla płyt podstawowych obciążonych nierównomiernie (pkt.3.1). Badając nośność płyt perforowanych pod dowolnym obciążeniem, należy przestrzegać procedur obliczeniowych opisanych w tych dwóch punktach. Ponadto przestrzegać należy sformułowanych w dalszej treści tego podrozdziału dodatkowych ograniczeń, wymagań i wytycznych.

3.3.2. Ograniczenia

Płyta z bocznym wycięciem przypodporowym lub przęsłowym nie może być obciążana w sposób, który na odcinku osłabionym tym wycięciem generowałby dodatkowe momenty skręcające. Aby to wymaganie można było uznać za spełnione, wszelkie siły skupione (nominalnie punktowe) o znacznej wartości oraz obciążenia liniowe, równoległe do żeber płyty (np. ciężar ściany działowej) powinny być przyłożone w środku szerokości płyty lub na połowie prefabrykatu bliższej tej krawędzi bocznej, która nie została osłabiona wycięciami bocznymi. Jeżeli obciążenia skupione bądź liniowe nie spełniają tego warunku, w płycie należy wyznaczyć dokładnie momenty skręcające i sprawdzić jej nośność z uwzględnieniem skręcania, zgodnie z postanowieniami normy [10].

3.3.3. Płyty z wycięciami przypodporowymi

Odcinek płyty osłabiony wycięciem przypodporowym, nie powinien doznać zarysowania pod wpływem obciążeń obliczeniowych. Z dobrym przybliżeniem wymaganie to będzie spełnione jeżeli spełniony zostanie warunek (por. z wyrażeniem (2.18)):

$$M_{Sd}(l_c) \leq \frac{\delta_P(l_c) \cdot \delta_M \cdot M_{cr}}{\eta} \quad (3.13)$$

gdzie l_c jest długością wycięcia przypodporowego (por. rys.3.3). Warunek (3.5) pozostaje nadal obowiązujący, jeżeli: $l_c < l_{pl2}$.

Jeżeli płyta HC osłabiona wycięciem przypodporowym spełnia warunki (3.5) i (3.13), a obciążenie spełnia ograniczenia określone w pkt.3.3.2, nośność na ścinanie strefy przypodporowej takiej płyty należy sprawdzać z warunku (2.17), według pkt.2.3.3.

Poza sprawdzeniem nośności na ścinanie, sprawdzić należy także nośność na zginanie przekroju osłabionego na końcu wycięcia przypodporowego, z uwzględnieniem wpływu skręcania. Odpowiedni warunek wytrzymałości ma postać (por. pkt.3.3.4).

$$M_{Sd}(l_c) \leq \frac{\delta_{bp}(l_c) \cdot \delta_M \cdot M_{Rd}}{\eta} \quad (3.14)$$

Warunki (2.17) i (3.14) są dowodem nośności płyty osłabionej wycięciem przypodporowym pod obciążeniem nierównomiernym.

3.3.4. Płyty z wycięciami przęsłowymi

Nośność na zginanie płyt HC osłabionych wycięciami przęsłowymi, pracujących pod obciążeniem nierównomiernym należy sprawdzać analogicznie jak płyt obciążonych równomiernie (wg pkt.2.3.4), przy czym, prawe strony nierówności (2.19)÷(2.22) należy dodatkowo pomnożyć przez współczynnik $\delta_{bp}(y)$, wyznaczony wg formuły (3.2).

Poza sprawdzeniem nośności w miejscach największych momentów zginających na długości wycięć, nośność na zginanie sprawdzić należy także w przekroju osłabionym wycięciem przęsłowym, położonym najbliżej podpory.

Jeżeli maksymalny moment zginający w przęśle płyty działa w przekroju nieosłabionym wycięciem, nośność na zginanie tego przekroju należy sprawdzić analogicznie jak nośność płyty nieosłabionej (pkt.3.2.1).

3.4. Nośność płyt w sytuacji wyjątkowej

Nośność płyt w sytuacji wyjątkowej pod obciążeniem nierównomiernym należy udowodnić tymi samymi metodami, które zdefiniowano dla sytuacji trwałej w pkt.3.2 i pkt.3.3. Sprawdzając nośność przekrojów krytycznych należy w formule (3.11), zastąpić, odpowiednio, wielkość $V_{Rd,c}$ wielkością $V_{Rd,fi}$, a w wyrażeniach (3.6), (3.7) i (3.8) wielkość M_{Rd} zastąpić wielkością $M_{Rd,fi}$, według tabl.1.5. W sytuacji wyjątkowej pożaru warunki (3.9), (3.10) i (3.12) nie wymagają weryfikacji.

3.5. Ugięcia płyt HC

Stan graniczny ugięć płyt stropowych HC obciążonych nierównomiernie należy sprawdzać stosując zasadę superpozycji ugięć wywołanych sprężeniem i obciążeniem płyt. Długotrwałe ugięcie płyt HC, które ma być porównywane z ugięciem dopuszczalnym, ustalonymi w normie [6], można wyznaczyć na podstawie formuły:

$$a = \alpha_k \cdot \frac{M_{Sk.term} \cdot l_{eff}^2}{E_{c,eff} \cdot I_{cs}} - \frac{1}{8} \cdot \frac{0,9 \cdot P_{m,\infty} \cdot z_{cp} \cdot l_{eff}^2}{E_{c,eff} \cdot I_{cs}} \quad (3.17)$$

gdzie: α_k - współczynnik zależny od rozkładu momentów zginających na długości przęsła płyty, ustalony wg zasad mechaniki konstrukcji,

$M_{Sk.term}$ - maksymalny moment zginający od charakterystycznych obciążeń długotrwałych,

z_{cp} - mimośród średniej siły sprężającej $P_{m,\infty}$, wg tabl.1.6,

I_{cs} - sprowadzony moment bezwładności przekroju poprzecznego płyty, wg tabl.1.6,

$E_{c,eff} = 12750$ MPa - efektywny moduł sprężystości betonu płyty.

Wpływ wycięć w płytach HC może być w większości przypadków pomijany w obliczeniach ugięć. Należy go brać pod uwagę tylko wtedy, gdy łączna długość wycięć w płycie jest znaczna i może mieć istotny wpływ na ugięcie stropu. Projektant budynku powinien w każdym przypadku ocenić ten wpływ indywidualnie. Jeżeli w obliczeniach stanu granicznego ugięć zachodzi potrzeba uwzględnienia osłabienia sztywności przekroju ze względu na istnienie wycięć, to z dobrym przybliżeniem można to uwzględnić mnożąc sztywność przekroju płyty $E_{c,eff} \cdot I_{cs}$, przez współczynnik δ_M , wg tabl.2.39.

3.6. Nośność lokalna płyt HC

3.6.1. Istota nośności lokalnej

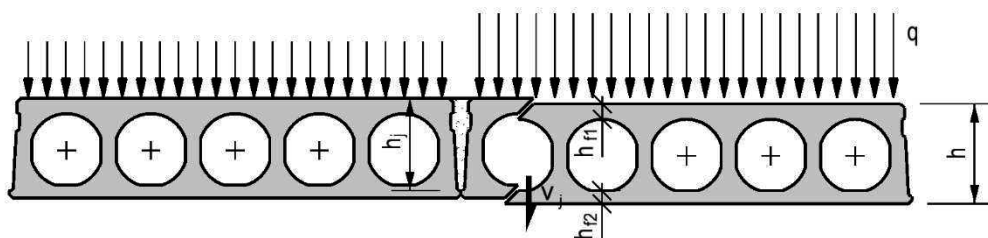
Opisane wyżej sposoby analizy statycznej i weryfikacji nośności płyt pod obciążeniem nierównomiernym (w tym lokalnym) dotyczą globalnej nośności płyty jako dźwigara nośnego stropu. W wielu przypadkach taki zakres obliczeń może być niewystarczający, zwłaszcza gdy na stropie lub pod stropem mają zostać oparte lub zawieszane elementy (instalacje, urządzenia, wyposażenie) wywierające lokalnie znaczne obciążenia skupione (zob. rozdz.6.5 i rozdz.6.6). Konieczne jest wówczas wykazanie niezbędnej nośności lokalnej płyty lub jej ścianek. Pod tym pojęciem rozumieć należy nośność na ścinanie poprzeczne do konturu lub nośność na przebicie w miejscu działania obciążeń lokalnych.

Zagadnienie przebicia dowolnej płyty HC rozpatrywać należy z kolei w dwóch aspektach: wskrośnego przebicia prefabrykatu jako całości oraz przebicia pojedynczej ścianki (górnej lub dolnej półki) wielokanałowego profilu.

Dalej w kolejnych punktach podano informacje niezbędne do przeprowadzenia analizy nośności lokalnej płyt HC dla każdego z potencjalnych mechanizmów lokalnego zniszczenia. Dane liczbowe niezbędne do przeprowadzenia takiej analizy zamieszczono w tabl.1.7 (pkt.1.7).

3.6.2. Nośność na ścinanie poprzeczne do konturu

Do ścinania konturu prefabrykatu dochodzi wówczas, gdy sąsiadujące ze sobą płyty nie są obciążone jednakowo (rys.3.4). W takich warunkach, wskutek zróżnicowanych wartości ugięć, może dochodzić do „zawieszania się” płyty silniej obciążonej na płycie obciążonej słabiej. Ścinanie konturu ma miejsce także w obrębie jednego prefabrykatu w przypadku niejednakowego obciążenia jego żeber (średników). Omawiane zagadnienie nabiera szczególnego znaczenia, gdy od nośności konturu zależy statyka lub stabilność ustroju stropowego (por. rozdz.6.5). Wyczerpanie nośności na ścinanie poprzeczne do konturu powoduje podłużne pęknięcia i prowadzi do rozseparowania żeber płyty.



Rys.3.4 Ilustracja mechanizmu ścinania poprzecznego do konturu

W myśl normy [10] nośność na ścinanie poprzeczne do konturu należy wyznaczyć jako mniejszą z dwóch wartości, zgodnie z wyrażeniem (por. rys.3.4):

$$v_{Rdj} = \min\{v_{Rdj}', v_{Rdj}''\} \quad (3.18)$$

gdzie: v_{Rdj}' - nośność na ścinanie poprzeczne do konturu prefabrykatu,
 v_{Rdj}'' - nośność na ścinanie złącza prefabrykatów.

Wartość obydwu wielkości statycznych wyznacza się z prostych formuł:

$$v_{Rdj}' = 0,25 \cdot f_{ctd} \cdot \sum h_f \quad (3.19)$$

$$v_{Rdj}'' = 0,15 \cdot f_{ctdj} \cdot h_j \quad (3.20)$$

w których: $\sum h_f = h_{f1} + h_{f2}$ - suma grubości górnej i dolnej półki profilu (rys.3.4),

h_j - efektywna wysokość złącza prefabrykatów (rys.3.4),

f_{ctd}, f_{ctdj} - obliczeniowa wytrzymałość na rozciąganie betonu prefabrykatu i betonu wypełniającego złącze.

Dla wszystkich typów płyt HC wartość v_{Rdj}' obliczono i zestawiono w tabl.1.7. Nośność złącza v_{Rdj}'' należy obliczyć indywidualnie dla projektowanej klasy betonu wypełniającego złącze przyjmując w formule (3.20) wysokość złącza h_j równą wysokości płyty pomniejszonej o 2 cm.

Dowodem nośności na ścinanie poprzeczne do konturu jest spełnienie warunku:

$$v_j \leq v_{Rdj} \quad (3.21)$$

gdzie: v_j - jednostkowa siła ścinająca prostopadła do konturu.

3.6.3. Nośność płyt HC na przebicie

Pod obciążeniem miejscowym przyłożonym na małej powierzchni prefabrykatu dochodzi do lokalnej koncentracji naprężeń. W bezpośrednim otoczeniu takiego miejsca, w ściankach profilu generowane są siły wewnętrzne, których zasięg oddziaływania ograniczony jest do pojedynczych ścianek profilu. Wyteżają one lokalnie beton, czego skutkiem może być lokalne przeciężenie i uszkodzenie prefabrykatu. Jedną z form takiego uszkodzenia może być przebicie na wskroś całego elementu.

Nośność na przebicie wielokanałowego profilu determinowana jest nośnością na ścinanie jego pionowych ścianek (średników). Dla wszystkich typów płyt HC nośność średników na jedno cięcie obliczono na podstawie normy [10] i zestawiono w tabl.1.7. Obliczenia wykonano odrębnie dla średników skrajnych i wewnętrznych, co ma związek z różną szerokością tych ścianek. Rozróżniono również nośność z uwzględnieniem i bez uwzględniania wpływu sprężenia.

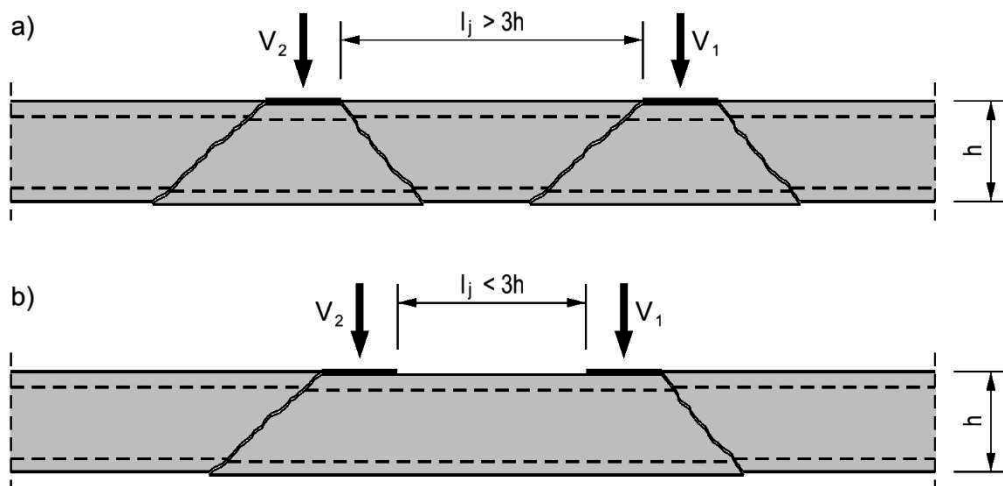
Dowód nośności na przebicie pojedynczego żebra płyty wyraża warunek:

$$V_j \leq n_c \cdot V_{Rd,j} \quad (3.22)$$

w którym: V_j - siła przebijająca działająca na pojedyncze żebro (rys.3.5),

$V_{Rd,j}$ - nośność żebra na jedno cięcie, wg tabl.1.7,

n_c - liczba płaszczyzn ścinania.



Rys.3.5 Potencjalne mechanizmy zniszczenia żebra płyty wskutek przebicia

Liczbę płaszczyzn ścinania jaką uwzględnić można w obliczeniach jest uzależniona od rozmieszczenia obciążeń skupionych na długości żebra. Jeżeli dystans w świetle między kolejnymi oparciami (podwieszeniami), mierzony wzdłuż płyty, jest większy niż $l_j \geq 3 \cdot h$ (rys.3.5a), przyjęc można $n_c = 2$. W innym przypadku należy przyjęc $n_c = 1$ (rys.3.5b).

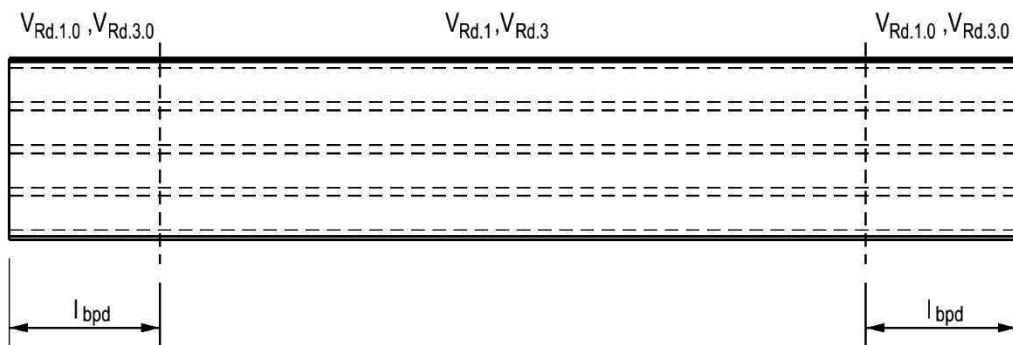
Nośność środknika (skrajnego lub wewnętrznego) na przebicie $V_{Rd,j}$ zależy istotnie od stopnia sprężenia betonu prefabrykatu (zob. tabl.1.7), co należy uwzględnić w obliczeniach. Wpływ sprężenia można wziąć pod uwagę tylko w środkowej części przęsła, gdzie zapewnione jest pełne przekazanie siły sprężającej na beton (rys.3.6), wówczas (zob. tabl.1.7):

$$V_{Rd,j} = V_{Rd,1} \text{ (lub } V_{Rd,3}) \quad (3.23)$$

Na odcinkach zakotwienia strun o długości l_{bpd} (rys.3.6) zaleca się całkowicie pominąć wpływ sprężenia. W tych strefach przęsła (tabl.1.7):

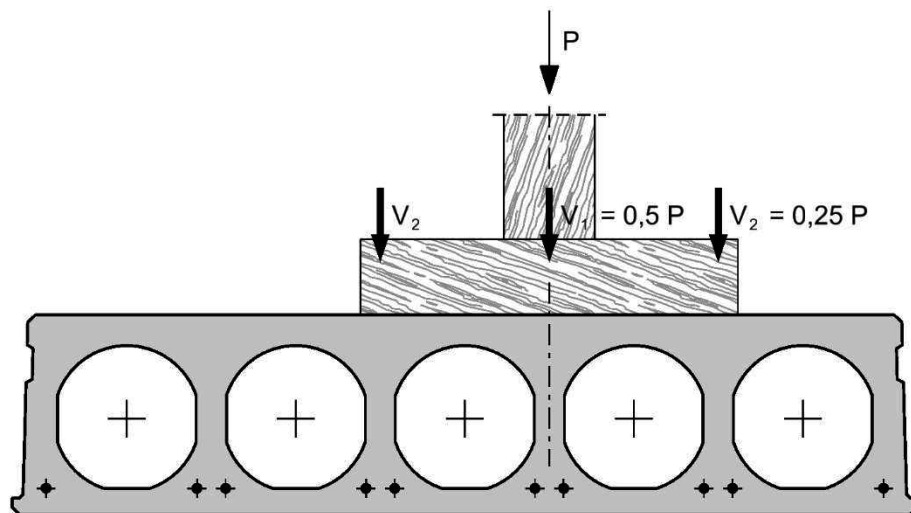
$$V_{Rd,j} = V_{Rd,1,0} \text{ (lub } V_{Rd,3,0}) \quad (3.24)$$

Długość zakotwienia strun l_{bpd} należy ustalić na podstawie tabl.1.6 (rozd.1.7), odpowiednio do wariantu płyty HC.

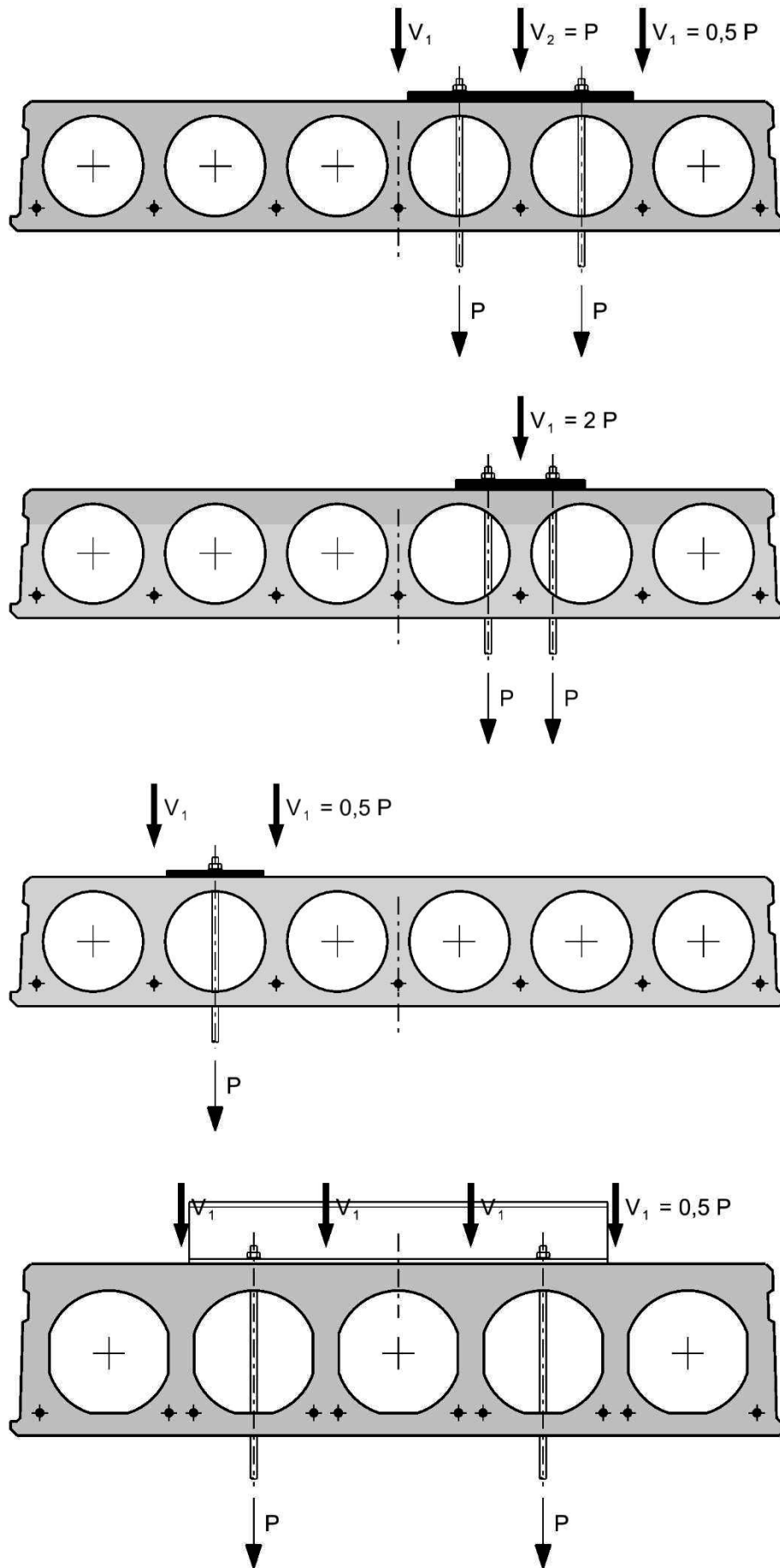


Rys.3.6 Strefy zróżnicowanej nośności żebier na przebicie

Obciążenie V_j przypadające na poszczególne żebra należy wyznaczyć odpowiednio do rozwiązania konstrukcji oparcia lub podwieszenia (zob. pkt.6.6), według zasad mechaniki konstrukcji. Preferować należy rozwiązania izostatyczne, ponieważ pozwalają one w sposób jednoznaczny określić oddziaływania przekazywane na poszczególne żebra płyty. Oddziaływania elementów oporowych podwieszeń (w tym hiperstatycznych) na żebra kanałowej płyty można wyznaczyć w uproszczeniu posługując się schematami przedstawionymi na rys.3.7.



Rys.3.7 Zasady rozdzielania obciążeń skupionych na żebra płyt HC



Rys.3.7 c.d. Zasady rozdzielania obciążeń skupionych na żebra płyt HC

Zaleca się stosowanie takich rozwiązań konstrukcyjnych oparcia (lub podwieszenia), które gwarantują przekazanie obciążeń skupionych wprost na żebra (zob. rys.6.4, pkt.6.6). Eliminuje to potrzebę sprawdzania nośności na przebicie półki górnej. Jeżeli zastosowanie takiego rozwiązania nie wchodzi w grę, nośność na przebicie tej ścianki należy zweryfikować w odrębnych obliczeniach wg pkt.3.6.4(1).

3.6.4. Nośność na przebicie poziomych ścianek płyt HC

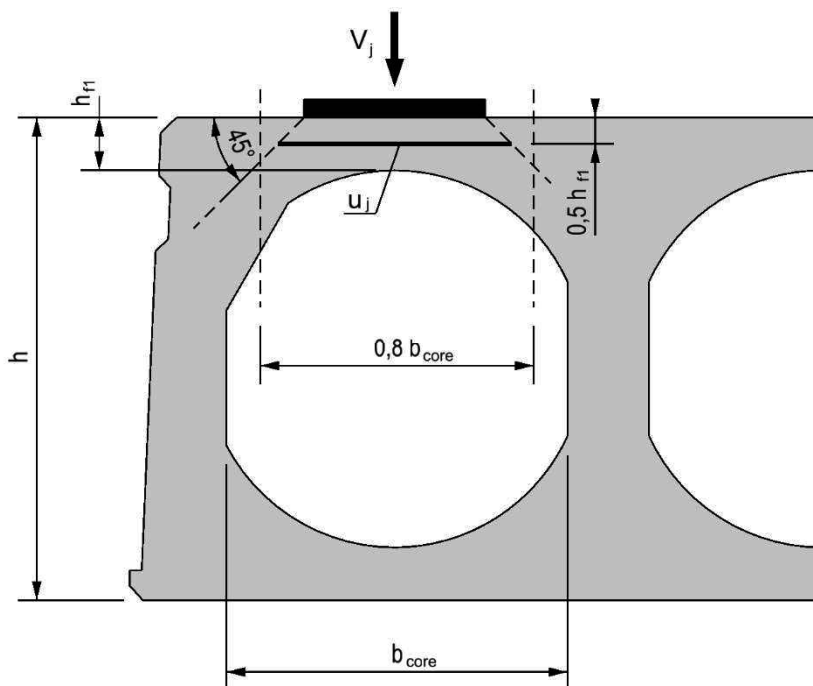
Inną formą lokalnego uszkodzenia wielokanałowego prefabrykatu może być przebicie jednej z poziomych ścianek, tj. górnej lub dolnej półki profilu. Przebicie półki górnej może przybierać zróżnicowaną formę, w zależności od rozmiarów powierzchni obciążenia. Przebicie półki dolnej jest natomiast najczęściej związane z wyrwaniem stożka betonu w miejscu osadzenia kotwy.

(1) Z zagadnieniem przebicia półki górnej mamy do czynienia, gdy sposób rozwiązania oparcia lub podwieszenia nie gwarantuje przekazania skoncentrowanego obciążenia wprost na żebra wielokanałowego prefabrykatu (gdy działa pomiędzy pionowymi ściankami). Za takie uważać należy oparcie lub podwieszenie, w którym choćby jedna z podłużnych krawędzi elementu oporowego znajduje się w środkowej strefie kanału o szerokości równej 0,8 jego szerokości (rys.3.8). Wykazać należy wówczas niezbędną nośność na przebicie górnej półki profilu.

Nośność na przebicie sklepienia kanału można zweryfikować obliczeniowo na podstawie uproszczonej formuły (por. rys.3.8):

$$V_j \leq P_{Rdj} = f_{ctd} \cdot u_j \cdot h_{f1} \quad (3.25)$$

przyjmując $f_{ctd} = 2,07 \text{ MPa}$. Do obliczeń przyjmując należy najmniejszą grubość ścianki h_{f1} (w środku sklepienia kanału, rys.3.8). Długość obwodu kontrolnego u_j należy określić w połowie grubości analizowanej ścianki, zgodnie z zasadą zilustrowaną na rys.3.8. Dla prostokątnych blach oporowych długość obwodu kontrolnego będzie równa obwodowi blachy, powiększonemu o $4h_{f1}$.



Rys.3.8 Zasada wyznaczania obwodu przebicia półki górnej

Pozytywna weryfikacja warunku (3.25) jest dowodem nośności na przebicie górnej półki prefabrykatu.

Gdy obydwie podłużne krawędzi elementu oporowego są położone poza środkową strefą kanału, zagadnienia przebicia sklepienia kanału można nie analizować.

(2) Nośność na przebicie dolnej półki przekroju pod obciążeniem punktowym można wykazać badając warunek:

$$P \leq \min\{P_{Rdj}, F_{Rdj}\} \quad (3.26)$$

gdzie: P_{Rdj} – nośność punktowego podwieszenia z warunku przebicia dolnej ścianki przekroju,
 F_{Rdj} – nośność kotwy na rozciąganie osiowe.

Dla wszystkich płyt HC nośność półki dolnej na przebiecie punktowe zostały obliczone i zestawione w tabl.1.7. Aby wartości P_{Rdj} obliczone w tabl.1.7 były miarodajne do oceny nośności na przebiecie dolnej półki profilu należy zapewnić odpowiedni rozstaw kotew, tak w kierunku podłużnym, jak i poprzecznym do długości płyty. Osiowy rozstaw łączników mierzony wzdłuż płyty nie może być mniejszy niż $10h_{f2}$ (por. rys.3.4 i rys.1.1). Jeżeli ten warunek nie może być dotrzymany dopuszczalne obciążenie skupione w jednym punkcie P_{Rdj} należy zredukować proporcjonalnie do rozstawu kotew. Z kolei, w kierunku poprzecznym kotwy powinny być osadzone nie gęściej niż w co drugim kanale płyty. Jeżeli niezbędne jest osadzenie łącznika w sąsiadujących kanałach, limit dopuszczalnego obciążenia skupionego P_{Rdj} należy dodatkowo zredukować o połowę.

Nośność kotwy (chemicznej lub mechanicznej) należy w każdym przypadku ustalić na podstawie danych (katalogu) producenta zakotwienia. Należy ściśle przestrzegać wytycznych producenta zakotwienia, w zakresie techniki instalacji, wymaganej grubości podłoża i rozmieszczenia kotew (w tym odległości od krawędzi).

3.7. Analiza ustrojów z wbudowanymi belkami podporowymi

3.7.1. Informacje ogólne

Popularnym rozwiązaniem wykorzystywanym w ustrojach stropowych wznoszonych z płyt HC są stalowe belki podporowe PETRA, które spełniają funkcję wymianu (zob. pkt.6.5). Przejmują one obciążenie z płyt skróconych, niesięgających do podpór, i przekazują je na płyty sąsiadujące, które mają zapewnione oparcie bezpośrednio na podporach. W podobny sposób działa prefabrykowany element konstrukcyjny PEK-UF z wbudowaną czołową belką żelbetową (rys.6.1, pkt.6.5). Płyty podporujące te elementy określa się dalej terminem - płyty wsporcze.

Podparcie belek podporowych PETRA i elementów PEK-UF realizuje się poprzez bezpośrednie oparcie ich wspornika na górnej powierzchni płyt wsporczych, tuż przy bocznej krawędzi prefabrykatu. W ten sposób powstaje specyficzny schemat obciążenia płyty, w którym znaczna siła skupiona działa na dużym bocznym mimośrodku. Wymusza to w elemencie momenty skręcające, które nie mogą zostać w obliczeniach zaniedbane. Momenty skręcające muszą zostać wyznaczone i uwzględnione w analizie wyężenia takiego prefabrykatu. Z tej przyczyny płyty wsporcze wymagają indywidualnego potraktowania, odmiennego od ogólnych wytycznych sformułowanych dla płyt obciążonych nierównomiernie w pkt.3.1. Szczegółowe wytyczne analizy statyczno-wytrzymałościowej płyt wsporczych zamieszczono w pkt.3.7.4.

Jako płyty wsporcze belek podporowych i elementów PEK-UF wykorzystywać można tylko płyty podstawowe (por. pkt.1.1.1), o pełnej szerokości przekroju, bez jakichkolwiek wycięć (por. pkt.1.4.1). Wykorzystać można wyłącznie te warianty płyt z dostępnego katalogu (pkt.1.3), w których skrajne żebra zbrojone są co najmniej jedną struną sprężającą (zob. rys.1.4÷1.12). Tego wymagania należy bezwzględnie przestrzegać.

3.7.2. Nośność płyt zawieszanych na belkach podporowych

Płyty opierane na stalowych belkach podporowych mają zapewnione podparcie bezpośrednie oraz niezbędną, minimalną głębokość oparcia (por. pkt.6.1). W takich warunkach podparcia nośność płyt zweryfikować należy analogicznie jak innych, opartych bezpośrednio na podporach, posługując się metodami opisanymi w rozdz.2 i rozdz.3.

3.7.3. Weryfikacja nośności belek podporowych

Dowód nośności belek stalowych typu PETRA należy przeprowadzić na podstawie wytycznych producenta [25].

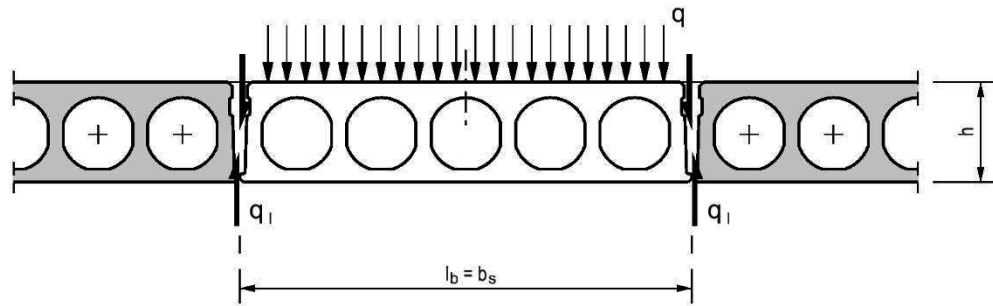
3.7.4. Analiza statyczno-wytrzymałościowa płyt wsporczych

(1) Nośność płyt wsporczych belek podporowych należy zweryfikować na podstawie szczegółowych obliczeń statyczno-wytrzymałościowych, które przeprowadzić należy dla rzeczywistych wartości i schematów obciążeń. Podstawą tych obliczeń powinno być ustalenie oddziaływań (reakcji) przekazywanych na płyty wsporcze z belek podporowych lub elementów PEK-UF oraz bezpośrednio z płyt zawieszanych, poprzez złącza między płytami.

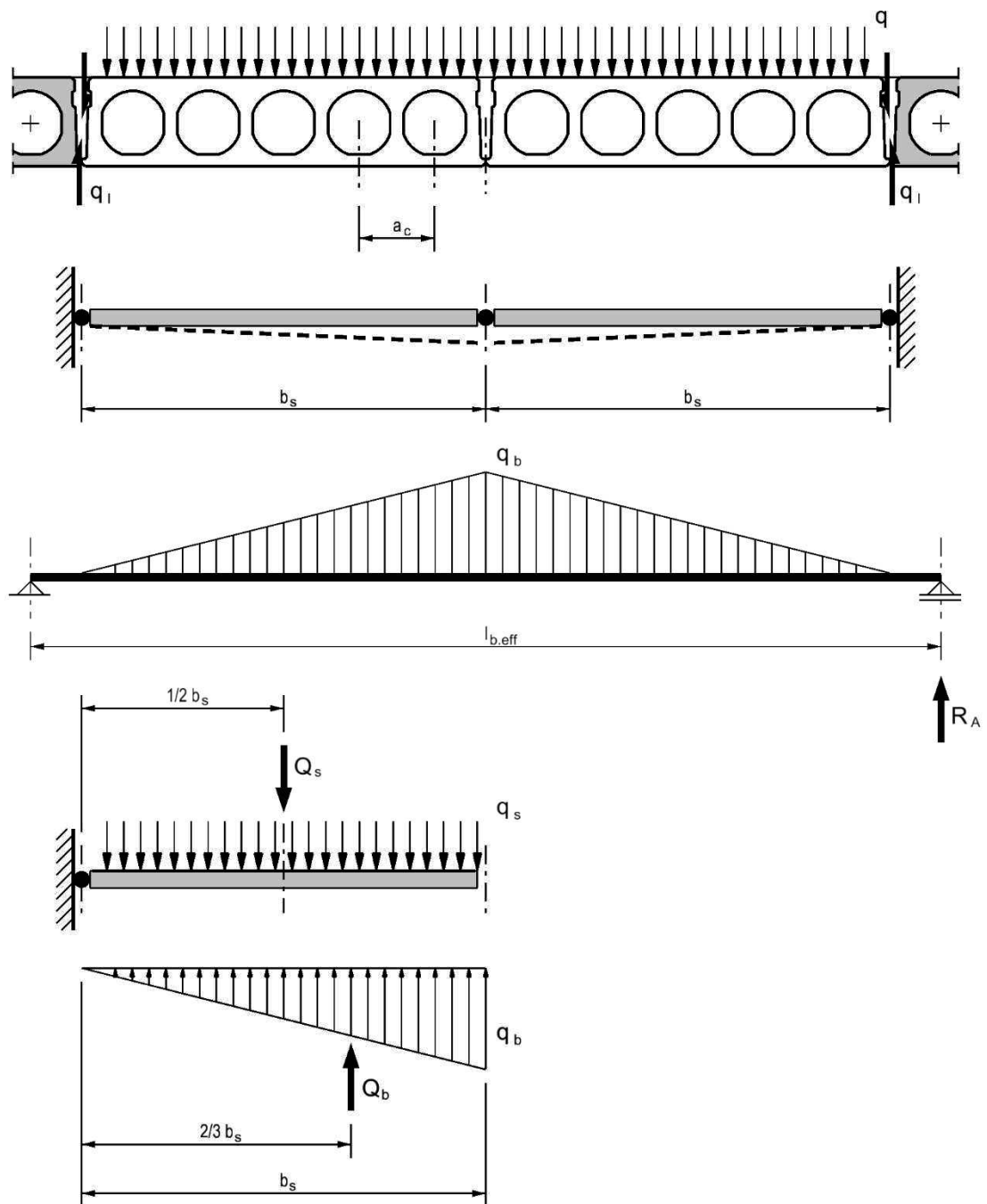
Oddziaływania przekazywane na belki podporowe z elementów zawieszanych należy ustalić z uwzględnieniem historii obciążenia (montażu) ustroju stropowego, rozróżniając dwa modele obliczeniowe: model belki krótkiej i model belki długiej. Gdy długość belki podporowej nie przekracza szerokości modularnej jednej płyty HC (1,2 m) belkę określa się dalej jako krótką w innym przypadku – jako długą.

Pojedyncza płyta stropowa jest w stanie pracować w kierunku prostopadłym do rozpiętości stropu, transferując obciążenie przez boczne zamki wprost na płyty wsporcze. Pozwala to przyjąć, że całe obciążenie zewnętrzne działające na płytę zawieszoną jest przekazywane wprost na płyty wsporcze (rys.3.9). W innym przypadku transfer całości obciążeń nie jest możliwy. Wykształca się wtedy

ustrój, w którym prefabrykowane płyty tworzą płyty powierzchni połączonych wzajemnie przegubami liniowymi. Geometryczną niezmienną takiego ustroju zapewnia belka podporowa (rys.3.10).



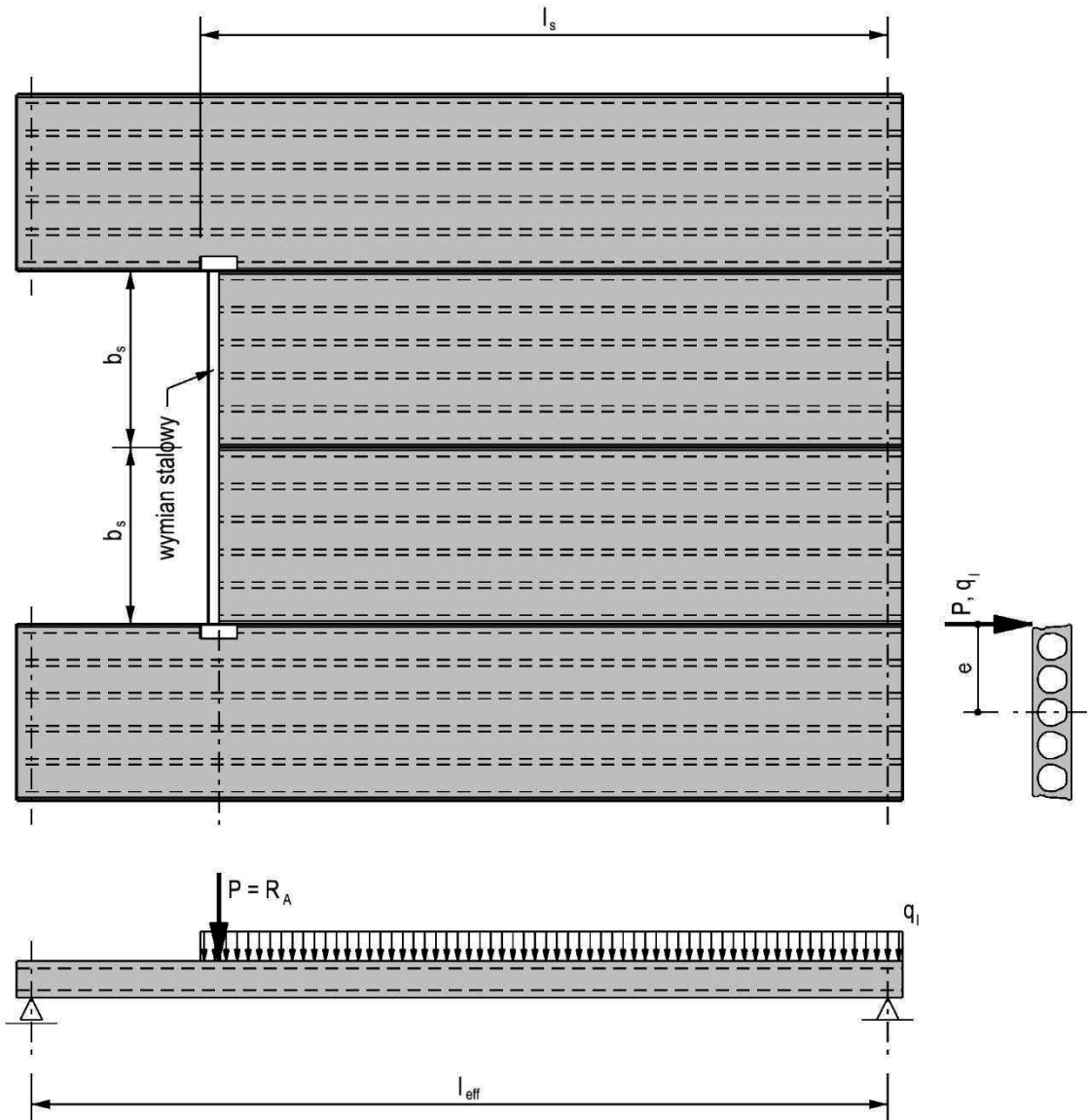
Rys.3.9 Schemat pracy statycznej zespołu krótkiej belki podporowej



Rys.3.10 Schemat pracy statycznej zespołu długiej belki podporowej

W obydwu przypadkach ciężar własny płyt zawieszanych przekazuje się na płyty wsporcze w formie siły skupionej, przez wspornik belki podporowej (lub PEK-UF). Obciążenia zewnętrzne natomiast, przyłożone po wypełnieniu betonem złączy między płytami, są transferowane na płyty wsporcze w sposób odmienny w każdym z tych dwóch ustrojów. Te różnice należy uwzględnić w obliczeniach.

Zespół elementów zawieszonych, oddziałuje na płyty wsporcze siłą skupioną w miejscu oparcia belki podporowej (lub elementu PEK-UF) oraz obciążeniem liniowym. Obydwa rodzaje oddziaływań działają przy bocznej krawędzi płyty na mimośrodku bocznym e równym w przybliżeniu połowie szerokości płyty wsporczej (rys.3.11). Aby przeprowadzić analizę statyczną płyt wsporczych wymagane jest ustalenie wartości obydwu rodzajów oddziaływań – skupionych P i liniowych q_l .



Rys.3.11 Oddziaływania przekazywane na płyty wsporcze

Na podstawie analizy mechanizmu przedstawionego na rys.3.9, przy równomiernym obciążeniu płyt zawieszanych, otrzymuje się dla belki krótkiej wyrażenia (por. rys.3.11):

$$P = 0,25 \cdot b_s \cdot l_s \cdot g \quad (3.27a)$$

$$q_l = 0,5 \cdot b_s \cdot q \cdot \beta_3 \quad (3.28a)$$

Z kolei, dla belki dłuższej, na podstawie analizy równowagi mechanizmu pokazanego na rys.3.10, dochodzi się do wyrażień:

$$P = 0,5 \cdot b_s \cdot l_s \cdot g + 0,375 \cdot b_s \cdot l_s \cdot q \quad (3.27b)$$

$$q_l = 0,25 \cdot b_s \cdot q \cdot \beta_3 \quad (3.28b)$$

W powyższych formułach q jest obciążeniem zewnętrznym stropu, przyłożonym po uzyskaniu przez boczne złącza płyt sprawności technicznej. Do ciężaru własnego g stropu zaliczyć należy te obciążenia, które będą działać na płyty zawieszane przed wykonaniem (wypełnieniem) podłużnych styków między płytami. W szczególności, jeżeli na płytach przewiduje się wykonanie odrębnej warstwy wyrównującej (por. pkt.6.1), i miałyby ona być układana z jednoczesnym wypełnianiem złączy między płytami zawieszonymi i wsporczy, do ciężaru własnego zakwalifikować należy ciężar tej warstwy.

Analizując obciążenia lokalne, można wziąć pod uwagę współpracę poprzeczną płyt (por. rozdz.5). Obciążenie liniowe q_l przekazywane przez złącze między płytami można rozdzielić na płyty sąsiadujące z płytą wsporczą zgodnie z wytycznymi zamieszczonymi w rozdz.5.3, co w wyprowadzonych wyżej formułach uwzględnia współczynnik β_3 (zob. rys.5.3b). Nie należy uwzględniać współpracy poprzecznej w przenoszeniu reakcji wymianu.

W przypadku innego schematu obciążenia płyt zawieszanych, ich interakcję z belką i płytami wsporczy należy przeanalizować indywidualnie.

Oprócz oddziaływań belek podporowych i płyt zawieszanych, pokazanych na rys.3.11, należy uwzględnić obciążenia rozłożone bezpośrednio na powierzchni płyty wsporczej, łącznie z jej ciężarem własnym.

Dla tak ustalonych schematów obciążeń płyt wsporczych, wyznaczyć należy rozkłady sił wewnętrznych w przęśle płyty - sił poprzecznych oraz momentów zginających i skręcających - przestrzegając zasad mechaniki konstrukcji elementu prętowego o stałej sztywności giętej i skrętej. Na podstawie wykresów sił wewnętrznych wyznaczyć należy ich ekstremalne wartości oraz współrzędne przekrojów krytycznych (por. pkt.3.1.3).

(2) Dla znanych wartości sił wewnętrznych wykonać można obliczenia wytrzymałościowe przęsla płyty. Analizę stanu granicznego nośności płyty wsporczej przeprowadzić należy na podstawie wytycznych zamieszczonych w pkt.3.2. Wpływ działania momentów skręcających na wyężenie sprężystych stref przy podporowych uwzględnić można zastępując warunek (3.11) warunkiem [10]:

$$V_{Sd}(y_{crit}) + V_T(y_{crit}) \leq V_{Rd,c} \quad (3.29)$$

w którym składnik $V_T(y_{crit})$ jest zastępczą siłą poprzeczną, wymuszoną działaniem momentu skręcającego. Uwzględnia on dociążenie żebra płyty przy jednej z bocznych krawędzi wskutek działania momentu skręcającego. Wartość tego składnika można zgodnie z normą [10] oszacować z wyrażenia:

$$V_T(y_{crit}) = \frac{1}{2 \cdot b_{w,1}} \cdot \frac{b_w}{(b - b_{w,1})} \cdot T_{Sd} = k \cdot T_{Sd} \quad (3.30)$$

gdzie: T_{Sd} - moment skręcający przy podporze wyznaczony na podstawie obliczeń statycznych,

$b_w = \sum b_{w,i}$ - szerokość przekroju czynnego przy ścinaniu,

$b_{w,1}$ - szerokość skrajnego żebra płyty,

$b = 1,2$ m - szerokość modułarna płyty HC.

Wielkość k , występującą w wyrażeniu (3.30) przed momentem skręcającym, można interpretować jako odwrotność ramienia zastępczej siły tnącej. Jest ona charakterystyką przekroju poprzecznego płyty, zależną wyłącznie od cech geometrycznych jej pionowych ścianek. Wielkość ta pozwala przeliczyć moment skręcający na zastępczą siłę poprzeczną, której działanie wyęża skrajne żebro elementu w stopniu podobnym do wyężenia momentem skręcającym. Wartość tej charakterystyki, jako cechy własnej płyt HC, obliczono i zestawiono w tabl.1.6 (rozd.1.7).

3.7.5. Weryfikacja nośności lokalnej płyt wsporczych

Wytyczne zamieszczone w pkt.3.7.4 dotyczą analizy globalnej płyt wsporczych, jako dźwigników nośnych zespołu elementów współpracujących w otoczeniu dużego otworu w stropie. Oprócz analizy globalnej, płyty wsporcze wymagają przeprowadzenia analizy lokalnej, w miejscach działania obciążeń skoncentrowanych.

W miejscu oparcia belki podporowej (lub elementu PEK-UF) zweryfikować należy nośność na przebicie skrajnego żebra płyty badając warunek (3.22), w którym przyjąć należy $V_j = P$, określone wg formuły (3.27a) lub (3.27b).

Oprócz tego zweryfikować należy nośność płyty na ścinanie poprzeczne do konturu badając warunek (3.21), i przyjmując $v_j = q_l$, wyznaczone na podstawie formuły (3.28a) lub (3.28b).

Pozytywna weryfikacja warunków (3.21) i (3.22) jest dowodem nośności lokalnej płyty wsporczej wymianu (elementu PEK-UF).

4. WARUNKI STOSOWANIA PŁYT HC W UKŁADACH ŚCIANOWYCH

4.1. Ogólne wytyczne

4.1.1. Podstawowe informacje

Płyty HC mogą być stosowane w budynkach o konstrukcji ścianowej, gdzie najczęściej nie mają zapewnionej swobody obrotu na podporach (por. pkt.6.2.4). Możliwość obrotu, jest w takich budynkach ograniczana naciskiem wywieranym na końce płyt, przez ścianę wyższej kondygnacji, co sprzyja zamocowaniu płyt w podporach. Częściowe utwierdzenie na podporach generuje w płytach ujemne momenty utwierdzenia, które mogą łatwo doprowadzić do zarysowania górnych stref ich przekrojów przypodporowych. Zarysowanie stref przypodporowych płyt HC stanowi poważne zagrożenie bezpieczeństwa konstrukcji stropu, co wynika wprost ze sposobu, w jaki zabezpieczona jest nośność płyt na ścinanie. W związku z brakiem zbrojenia poprzecznego w płytach (por. pkt.1.1.1), ich nośność na ścinanie jest zapewniona tylko wytrzymałością betonu na rozciąganie. Z tego powodu, pojawienie się jakichkolwiek rys w strefie przypodporowej prowadzić może do nagłej, niesygnalizowanej utraty nośności płyt HC.

Podczas projektowania stropów w warunkach sprzyjających zamocowaniu płyt HC na podporach, możliwe są dwie drogi postępowania: albo obliczeniowe wykazanie, że pod wpływem ujemnego momentu utwierdzenia nie nastąpi zarysowanie prefabrykatów w sąsiedztwie podpór (rozdz.4.2), albo zastosowanie specjalnych rozwiązań konstrukcyjnych w węzłach podporowych płyt (rozdz.4.3), gdy nie można uniknąć zarysowania.

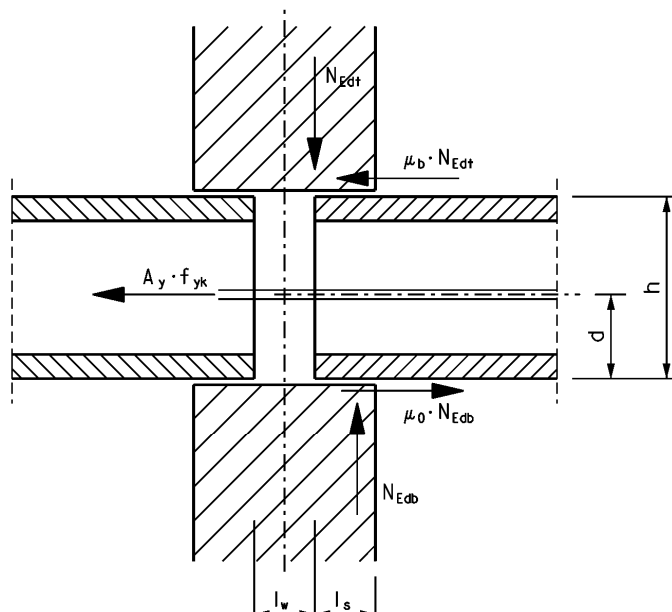
Zawsze należy dążyć do tego, aby głębokość oparcia płyt HC na ścianach była możliwie mała, najlepiej nie większa od minimalnej, wymaganej dla płyt HC (tabl.6.1, pkt.6.2.1).

4.1.2. Zasady obliczeń statycznych płyt utwierdzonych

Dopuszczalne obciążenie równomierne częściowo zamocowanych płyt HC należy ustalać jak dla płyt swobodnie podpartych, wg rozdz.2.2. Obliczenia statyczne przęseł płyt obciążonych nierównomiernie należy prowadzić z pominięciem podporowych momentów utwierdzenia, przyjmując dla płyty schemat statyczny belki swobodnie podpartej (por. rozdz.2.1). W każdym przypadku reakcje podporowe płyty należy określić dla pasma stropu o szerokości 1,2 m, co ma związek z tym, że wielkości statyczne płyt (tabl.1.3), wykorzystywane dalej w obliczeniach, zostały określone dla przekroju płyt podstawowych o takiej szerokości modularnej (pkt.1.1.1).

4.1.3. Czynniki generujące momenty ujemne w płytach HC

W budynku o konstrukcji ścianowej, ujemne momenty podporowe są generowane przez kilka czynników, które należy uwzględnić w obliczeniach (rys.4.1).



Rys.4.1 Czynniki powodujące utwierdzenia płyt w podporach HC

Badając możliwości zarysowania płyt HC na podporach, należy wziąć pod uwagę:

- nacisk ściany wyższej kondygnacji na końce płyt, wpuszczone w ściany,
- siły tarcia na poziomych powierzchniach kontaktu płyt ze ścianą dolnej i górnej kondygnacji,
- wytrzymałość na rozciąganie betonu, wypełniającego wieniec i końcowe odcinki kanałów płyt,
- istnienie w podłużnych stykach między płytami prętów, służących do zespolenia stropu z konstrukcją nośną budynku (por. pkt.6.2.1).

Siłę nacisku ściany górnej i dolnej kondygnacji należy określić na podstawie obliczeń statycznych budynku, dla pasma ściany o szerokości 1,20 m (szerokość płyt podstawowych).

Przyjąć należy, że związek między naciskiem ściany niższej i wyższej kondygnacji wyraża zależność (rys.4.1):

$$N_{Edb} = N_{Edt} + \sum V_{Ed} \quad (4.1)$$

gdzie: $\sum V_{Ed}$ - suma reakcji podporowych płyt po obu stronach ściany.

4.2. Warunki rysoodporności dla płyt częściowo utwierdzonych

Zgodnie z normą [10] płyta kanałowa jest zabezpieczona przed zarysowaniem, spowodowanym ujemnym momentem utwierdzenia, gdy:

$$M_{Edf} \leq 0,5 \cdot (1,6 - h) \cdot f_{ctd} \cdot W_t \quad (4.2)$$

gdzie: M_{Edf} - obliczeniowy moment utwierdzenia płyty HC w podporze,

W_t - wskaźnik wytrzymałości na zginanie przekroju płyty HC dla górnych włókien (tabl.1.3),

$f_{ctd} = 1,93$ MPa - obliczeniowa wytrzymałość na rozciąganie betonu C50/60 (por. pkt.1.1.2).

Moment utwierdzenia płyt w podporach, w warunkach zamocowania przedstawionych na rys.4.1, przyjmować należy jako mniejszą z dwóch wartości (por. rys.4.1):

$$M_{Edf} = \frac{M_{Eds}}{3} \quad (4.3a)$$

$$M_{Edf} = \frac{2}{3} \cdot l_s \cdot N_{Edt} + \Delta M \quad (4.3b)$$

W formule (4.3a), M_{Eds} jest momentem przęsłowym w płycie HC, wywołanym przez obciążenie, które zostało przyłożone po utwierdzeniu płyty, co wyraża związek:

$$M_{Eds} = M_{gs} - M_{ws} + M_{qs} \quad (4.4)$$

gdzie: M_{gs} - obliczeniowy moment przęsłowy od obciążeń stałych,

M_{ws} - obliczeniowy moment przęsłowy od ciężaru własnego płyt,

M_{qs} - obliczeniowy moment przęsłowy od obciążeń zmiennych.

W formule (4.3b), składnik ΔM należy wyznaczać w zależności od szerokości wieńca l_w (rys.4.1). Jeżeli szerokość wieńca l_w jest większa niż 50 mm, składnik ten należy przyjąć równy większej z dwóch wartości:

$$\Delta M = f_{ctk}^* \cdot W \quad (4.5a)$$

$$\Delta M = f_{yk} \cdot A_y \cdot d + \mu_b \cdot N_{Edt} \cdot h \quad (4.5b)$$

Jeżeli natomiast szerokość l_w jest mniejsza niż 50 mm, do obliczeń przyjąć należy mniejszą z wartości wyrażonych jako:

$$\Delta M = \mu_b \cdot N_{Edt} \cdot h \quad (4.6a)$$

$$\Delta M = \mu_0 \cdot N_{Edb} \cdot h \quad (4.6b)$$

Znaczenie symboli h , l_s i d w formułach od (4.2) do (4.6), wyjaśniono na rys.4.1, przy czym wysokość stropu h , jaką należy przyjąć do obliczeń, odpowiada wysokości płyt HC, jeżeli betonowa warstwa wyrównująca (por. rozdz.6.1) zostanie ułożona na płytach dopiero po wykonaniu ściany wyższej kondygnacji; w przeciwnym wypadku, do obliczeń przyjąć należy wysokość płyt, powiększoną o

grubość warstwy wyrównawczej przy podporach. Pozostałe symbole użyte w powyższych formułach oznaczają:

N_{Edt} , N_{Edb} - obliczeniowe wartości całkowitej siły normalnej w ścianie, odpowiednio: powyżej i poniżej stropu, przypadająca na pasmo stropu o szerokości 1,2 m,

f_{ctk}^* - wytrzymałość charakterystyczna na rozciąganie betonu wypełniającego styk poprzeczny płyt,

$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = 0,2 \cdot h^2$ - wskaźnik zginania przekroju wieńca w miejscu styku z czołem płyt,

A_y - pole przekroju prętów zespalających (pkt.6.2.1), w paśmie stropu o szerokości 1,2 m,

f_{yk} - charakterystyczna granica plastyczności stali prętów zespalających,

μ_0 , μ_b - współczynniki tarcia na stykach ścian i stropu, odpowiednio pod i nad stropem (rys.4.1).

Wartość współczynnika tarcia na powierzchniach kontaktu ścian ze stropem zależy od materiałów z jakich wykonane są ściany i od materiałów użytych do skonstruowania węzła podporowego. W zależności od rodzaju materiałów na powierzchniach tarcia, dla najczęściej stosowanych rozwiązań (pkt.6.2.1), współczynniki μ_0 i μ_b zostały podane w tabl.4.1.

Tabl.4.1 Współczynniki tarcia na powierzchniach styku ścian i stropu

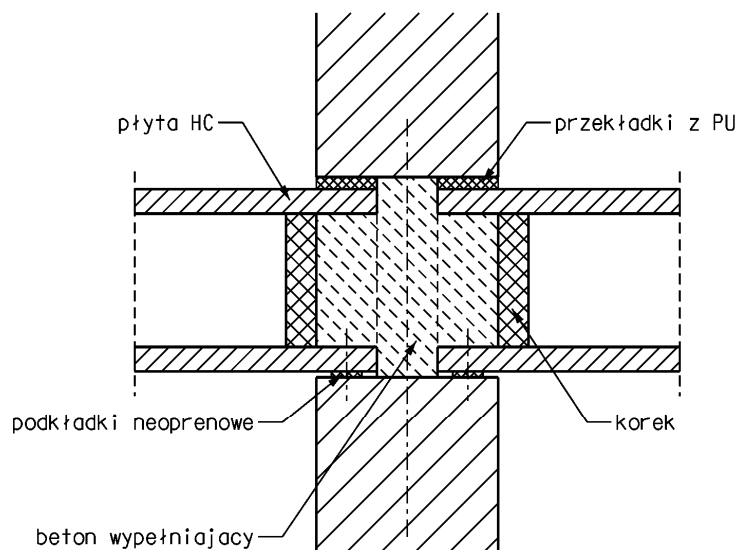
Rodzaj powierzchni tarcia	μ_0 , μ_b
beton po betonie	0,8
beton po zaprawie	0,6
beton po gumie lub neoprenie	0,25

Jeżeli warunek (4.2) nie jest spełniony, należy przewidzieć odpowiednie rozwiązania konstrukcyjne węzłów podporowych, które pozwolą ograniczyć utwierdzenie płyt w ścianach (pkt.4.3.1), lub zabezpieczą strefy przypodporowe płyty HC przed utratą nośności na skutek zarysowania ujemnym momentem utwierdzenia (pkt.4.3.2).

4.3. Specjalne rozwiązania konstrukcyjne

4.3.1. Ograniczenie utwierdzenia płyt HC w ścianach

Utwardzenie płyt HC na podporach można ograniczyć lub całkowicie wyeliminować, stosując w węzle podporowym rozwiązania konstrukcyjne, które zredukują nacisk ściany wyższej kondygnacji na końce płyt HC oraz ograniczą wpływ innych niepożądanych czynników (por. formuły (4.2)-(4.6)). Ideę takiego rozwiązania pokazano na rys.4.2.



Rys.4.2 Sposób ograniczenia utwierdzenia płyt HC w ścianach nośnych

Nacisk ściany na końce płyt HC można wyeliminować umieszczając na górnych powierzchniach prefabrykatów przekładki z materiału elastycznego, oddzielające płyty stropowe od ściany górnej kondygnacji. W takich warunkach, nacisk ze ściany górnej kondygnacji będzie przekazywany na ścianę dolną wyłącznie za pośrednictwem żelbetowego wieńca, a końce płyt będą niemal całkowicie uwolnione od większości niekorzystnych oddziaływań.

Przekładki zrywające kontakt płyt ze ścianą górną mogą być wykonane z pianki poliuretanowej, z spienionego polistyrenu lub z innego materiału o dużej podatności. Ich grubość nie powinna być mniejsza niż 10 mm, lecz nie większa niż 20 mm. Przekładki muszą pokrywać górne powierzchnie płyt HC na całej głębokości, na jaką płyty są wprowadzone w ściany. Stosując przekładki izolujące płyty od ściany górnej, należy także zapewnić elastyczne oparcie płyt na ścianie dolnej kondygnacji. Płyty powinny być opierane na ścianie nośnej za pośrednictwem taśm gumowych lub neoprenowych (najlepiej bi-trapezowych).

Szerokość wieńca l_w , który musi przejąć obciążenie z wyższych kondygnacji i przekazać je na ścianę kondygnacji niższej, nie powinna być mniejsza niż 80 mm. W celu ograniczenia utwardzenia płyt, należy dążyć do tego, aby klasa betonu wypełniającego wieńiec była możliwie niska (por. pkt.6.2.2). Należy jednak zapewnić odpowiednią nośność na docisk wieńca oraz ściany górnej kondygnacji na powierzchni docisku. Niezbędne obliczenia wytrzymałościowe należy wykonać zgodnie z przepisami normy PN-EN 1992-1-1:2004 (dla wieńca i ścian z betonu) oraz normy PN-EN 1996-1-1 (dla muru). Ponadto, beton wypełniający wieńiec powinien penetrować końce kanałów płyt na możliwie małą głębokość. Zasięg penetracji z każdej strony nie powinien wykraczać poza lico ściany (rys.4.2).

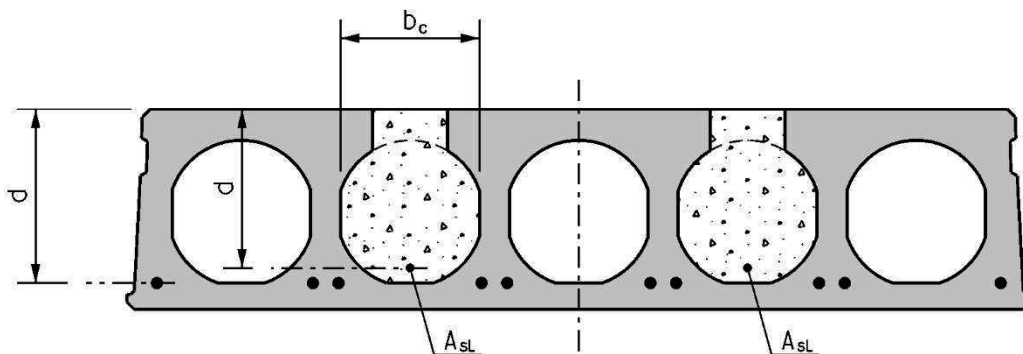
Pręty zespalające strop z konstrukcją budynku (pkt.6.2.1) powinny być umieszczone poniżej środka wysokości płyt. Nie należy jednak ograniczać ich nośności. Dlatego średnica prętów oraz gatunek stali zbrojeniowej, określone w pkt.6.2.1, muszą być bezwzględnie zachowane.

Jeżeli zastosowane zostaną rozwiązania opisane wyżej, to sprawdzenie rysoodporności płyt HC na podporach przeprowadzić należy zgodnie z rozdz.4.2, przyjmując do obliczeń: $N_{Edt} = 0$.

Rozwiązanie z elastycznymi przekładkami należy stosować przede wszystkim w budynkach ze ścianami z betonu (żelbetu), zarówno monolitycznymi jak i prefabrykowanymi. W budynkach ze ścianami murowanymi, wykonanie węzła podporowego w opisany wyżej sposób może być kłopotliwe, dlatego w takich budynkach preferować należy, opisane dalej, wzmocnienie nośności na ścinanie przypodporowych stref płyt HC (pkt.4.3.2). Wzmocnienie stref przypodporowych płyt będzie konieczne także wówczas, gdy pomimo zastosowania opisanych w tym punkcie zabiegów konstrukcyjnych, rysoodporność płyt nie będzie zapewniona.

4.3.2. Wzmacnianie strefy przypodporowej płyt HC

Najlepszym sposobem wzmocnienia nośności na ścinanie stref przypodporowych płyt HC jest otwarcie od góry kanałów płyt, a następnie wypełnienie ich betonem. Ideę takiego wzmocnienia, na przykładzie płyty HC265, ilustruje rys.4.3.



Rys.4.3 Sposób wzmocnienia nośności na ścinanie płyt HC

Długość na jakiej kanały muszą zostać wypełnione betonem (długość betonowych rdzeni) powinna wynikać z obliczeń statycznych, lecz nie może być mniejsza niż efektywna długość zakotwienia strun l_{pr2} (tabl.1.6, rozdz.1.7).

W siedmiokanałowych płytach HC160, HC200A i HC220 zaprojektować można cztery rdzenie wzmocniające. W płytach HC200 projektować należy najwyżej trzy, a w pozostałych typach płyt - dwa rdzenie wzmocniające (w płytach HC320, HC400, HC400A i HC500 najlepiej wypełnić kanały środkowe).

Wypełnienie przypodporowych odcinków kanałów betonem, zwiększa ciężar konstrukcji stropu, co należy uwzględnić w obliczeniach statycznych ustroju konstrukcyjnego budynku.

Wytrzymałość na ścinanie dowolnej płyty HC, w której wypełniono betonem n -kanałów, należy obliczyć z formuły (por. rys.4.3):

$$V_{Rdt} = 0,35 \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_L) \cdot n \cdot b_c \cdot d \cdot f_{ctd}^* \leq \frac{2}{3} \cdot n \cdot b_c \cdot d \cdot f_{ctd}^* \quad (4.7)$$

gdzie: f_{ctd}^* - obliczeniowa wytrzymałość na rozciąganie betonu uzupełniającego, którym zostały wypełnione kanały,
 b_c - szerokość betonowego rdzenia (odpowiada szerokości kanału),
 ρ_L - stopień zbrojenia obliczony ze wzoru:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{n \cdot b_c \cdot d} \leq 0,02 \quad (4.8)$$

w którym A_{sL} oznacza całkowite pole przekroju podłużnego zbrojenia betonowych rdzeni, w jednej płycie.

Zbrojenie podłużne rdzeni nie jest obligatoryjne. Należy je stosować tylko wtedy, gdy nie można zapewnić płycie wymaganej nośności na ścinanie samym betonem. Jeżeli stosuje się zbrojenie podłużne rdzeni, w formule (4.7) należy przyjąć wysokość obliczeniową przekroju d jako odległość osi tego zbrojenia do górnej krawędzi przekroju płyty. W przeciwnym wypadku, za d należy przyjąć wysokość obliczeniową prefabrykowanej płyty (rys.4.3).

Jeżeli nośność na rozciąganie podłużnego zbrojenia rdzeni każdego prefabrykatu jest równa co najmniej 72 kN (co zapewniają dwa pręty $\varnothing 12$ ze stali 34GS), i jest ono odpowiednio zakotwione na podporze, można zrezygnować ze stosowania dodatkowego zbrojenia zespalającego płyty z konstrukcją nośną budynku (por. pkt.6.2.1). W razie potrzeby, korzystnie jest odpowiednio zwiększyć przekrój zbrojenia rdzeni i nie stosować dodatkowego zbrojenia w stykach płyt (por. pkt.6.2.1).

W sposób opisany wyżej nie należy wzmacniać płyt HC w wariantach: HC265-12/R60, HC320-14/R60, HC400-14/R60, HC500-19/R60 i HC500-19/R120. Otwarcie od góry kanałów tych płyt mogłoby spowodować zarysowanie górnych powierzchni prefabrykatów.

4.4. Stosowanie płyt perforowanych

W budynkach o konstrukcji ścianowej mogą być stosowane również perforowane płyty HC (rozdz.1.4). Płyty z otworami (pkt.1.4.2) oraz płyty z wycięciami przęsłowymi (pkt.1.4.4) mogą być wbudowywane w konstrukcję budynku bez żadnych ograniczeń. Można także wykorzystywać płyty z wycięciami przypodporowymi (pkt.1.4.3), przy czym w warunkach sprzyjających częściowemu zamocowaniu w podporach nie należy stosować płyt HC200 z wycięciem o szerokości 350 mm, oraz płyt HC265 z wycięciem o szerokości 420 mm (por. tabl.1.1).

Nośność płyt perforowanych częściowo zamocowanych należy sprawdzać w taki sam sposób jak nośność płyt nieutwierdzonych, wg rozdz.2.3.

5. WSPÓŁPRACA POPRZECZNA PŁYT

5.1. Informacje podstawowe

Podłużne styki między prefabrykowanymi płytami HC, jeśli zostaną dokładnie wypełnione betonem na budowie (pkt.6.3.1), posiadają znaczną wytrzymałość na ścinanie. Dzięki temu mają zdolność do przekazywania obciążeń pomiędzy sąsiadującymi prefabrykatami. Tą cechą można wykorzystać w obliczeniach statycznych, uwzględniając poprzeczne przekazywanie obciążeń lokalnych z płyty, na którą to obciążenie działa bezpośrednio, na płyty sąsiednie. W szczególności, zaleca się uwzględnianie w obliczeniach statycznych rozdziału obciążeń liniowych, równoległych do żeber płyt, oraz sił skupionych.

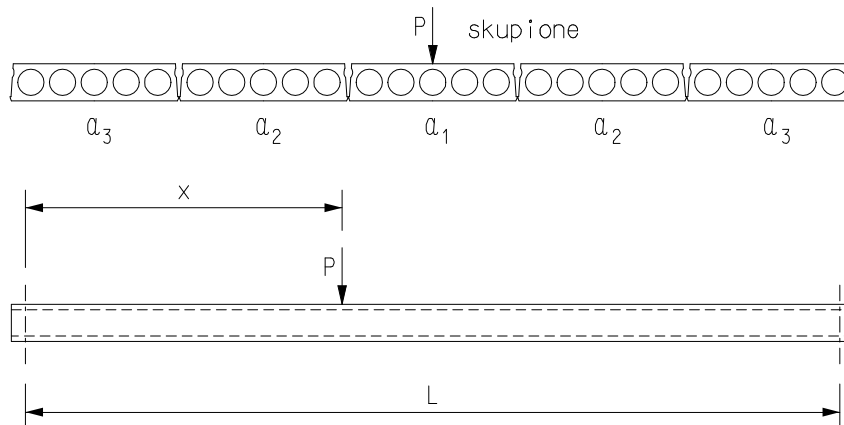
Działające na strop obciążenie nierównomierne rozdziela się na kilka sąsiadujących ze sobą płyty mnożąc wartość tego obciążenia przez współczynniki wpływu. Współczynnik wpływu dla każdej ze współpracujących płyt określać należy zgodnie z zasadami podanymi w rozdz.5.2+5.3. Podane dalej zasady dotyczą płyt podstawowych, o szerokości 1200 mm.

Współpracy poprzecznej, a tym samym rozdziału obciążeń lokalnych, nie należy uwzględniać, gdy zachodzi obawa, że styki nie zostaną prawidłowo wykonane i nie osiągną potrzebnej nośności na ścinanie (np. gdy budowa ma być prowadzona w okresie zimowym, i istnieje niebezpieczeństwo przemarznięcia betonu w stykach przed związaniem cementu).

5.2. Rozdział obciążenia skupionego

Jeśli dowolne obciążenie skupione występuje na płycie skrajnej, ze swobodną krawędzią boczną, nie należy uwzględniać współpracy z płytą sąsiednią. Należy w takiej sytuacji przyjąć, że cała siła skupiona obciąża wyłącznie płytę, na którą oddziałuje.

Współpracę sąsiednich płyt w przenoszeniu obciążenia skupionego można uwzględnić, gdy obciążenie działa na jedną ze środkowych płyt stropu. Część obciążenia skupionego przejmowaną przez każdą ze współpracujących płyt ustalić należy poprzez pomnożenie wartości siły skupionej przez współczynniki wpływu α_i (rys.5.1).

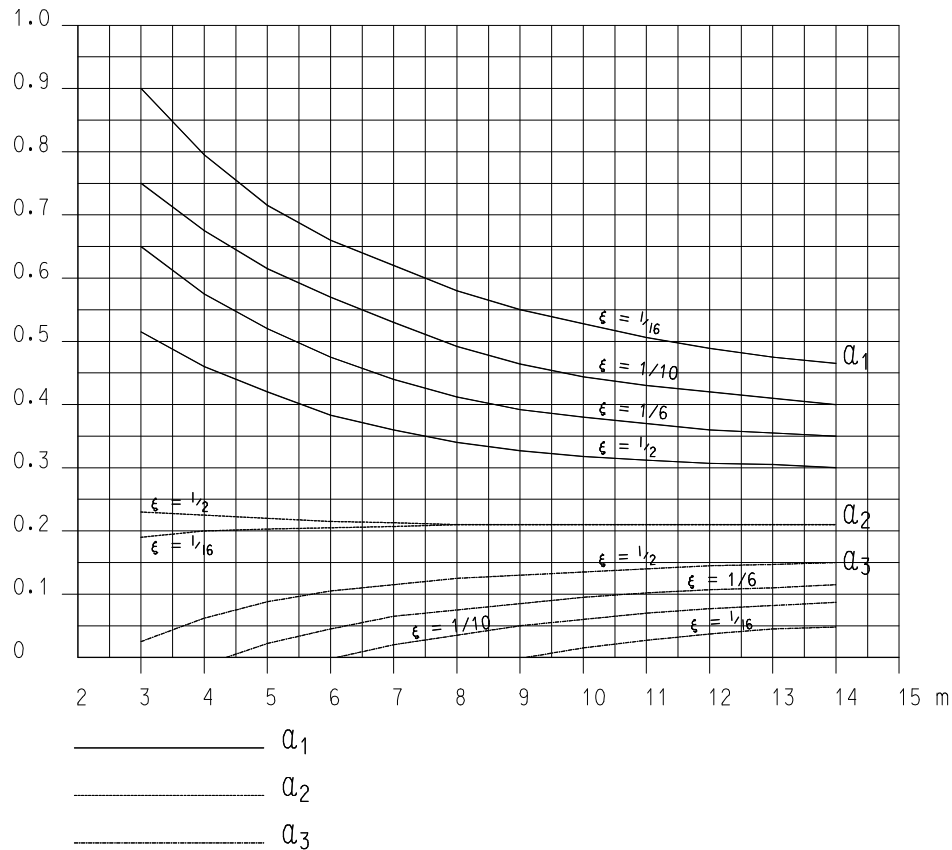


x - odległość do najbliższej podpory

Rys.5.1. Oznaczenia współczynników wpływu przy obciążeniu skupionym

Wartości współczynników wpływu α_i wyznaczyć można na podstawie nomogramu na rys.5.2, w zależności od rozpiętości stropu oraz bezwymiarowej współrzędnej przyłożenia siły skupionej:

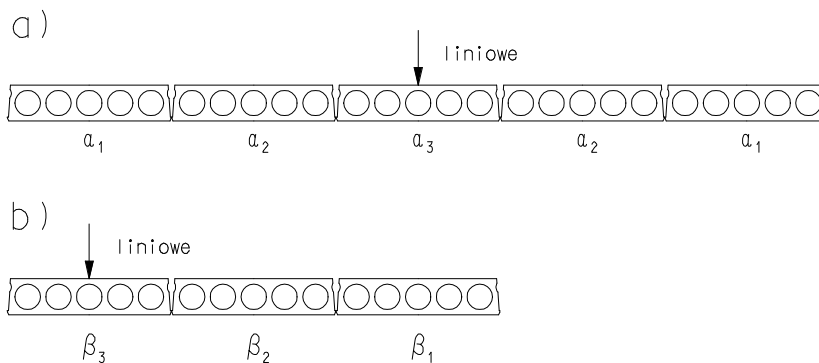
$$\xi = \frac{x}{L} \quad (\text{rys.5.1}).$$



Rys.5.2. Współczynniki wpływu α_i przy obciążeniu skupionym, wg normy [10]

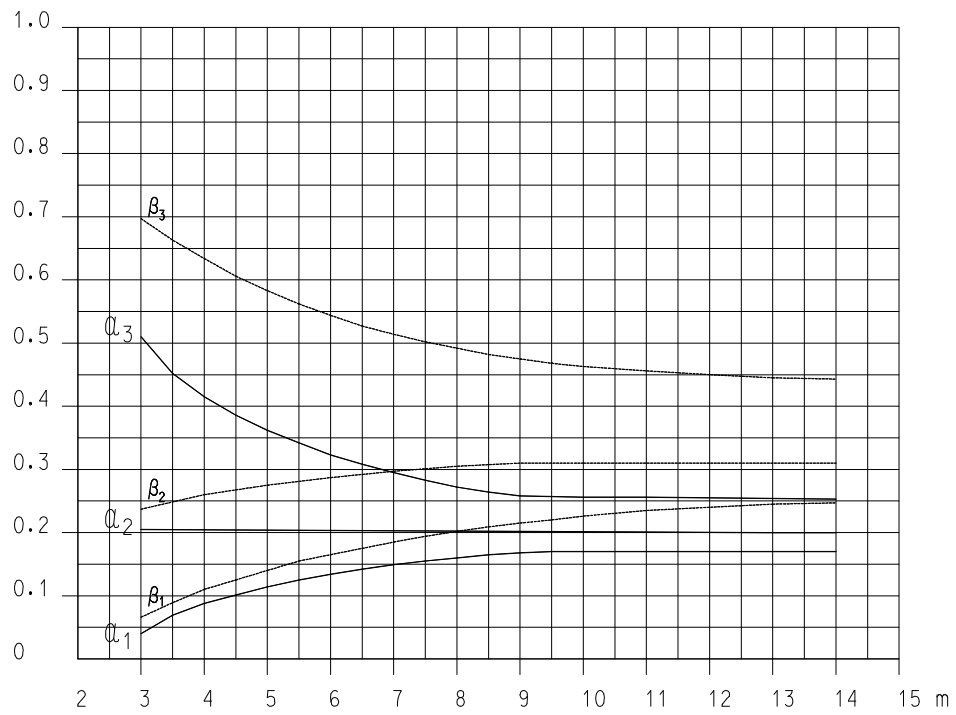
5.3. Rozdział obciążenia liniowego

Działające na strop obciążenie liniowe, równoległe do żeber płyt (najczęściej ciężar ściany działowej) przenoszone jest przez płytę bezpośrednio obciążoną oraz przez płyty z nią sąsiadujące. Część obciążenia przypadająca na każdą ze współpracujących płyt należy ustalić mnożąc wartość obciążenia liniowego przez współczynnik wpływu α_i , gdy obciążenie działa na jednej ze środkowych płyt (rys.5.3a), lub przez współczynnik β_i , gdy obciążenie działa na skrajnej płycie stropu ze swobodną krawędzią (rys.5.1b).



Rys.5.3. Oznaczenia współczynników wpływu przy obciążeniu liniowym

Współczynniki wpływu α_i oraz β_i należy odczytać z nomogramu na rys.5.4, w zależności od rozpiętości stropu.



Rys.5.4. Współczynniki wpływu α_i i β_i przy obciążeniu liniowym wg normy [10]

6. KONSTRUOWANIE STROPÓW Z PŁYT HC

6.1. Ogólne wytyczne

Stropy konstruowane z płyt HC muszą mieć zapewnione odpowiednio wytrzymałe i sztywne podpory, oraz odpowiednie zbrojenie zespalające prefabrykaty z konstrukcją nośną budynku (pkt.6.2.1).

Płyty HC, w zależności od długości i wariantu zbrojenia, wykazują na ogół wstępne wypiętrzenie w przęśle, spowodowane mimośrodowym działaniem siły sprężającej. Należy to uwzględnić w projektowaniu posadzki. Aby skompensować odwrotną strzałkę ugięcia i uzyskać płaską powierzchnię roboczą stropu należy, albo przewidzieć na górnej powierzchni płyt odrębną warstwę wyrównawczą z drobnoziarnistego betonu, albo zróżnicować grubość warstwy podposadzkowej (gładzi), jeżeli projektuje się podłogę wielowarstwową. Jeżeli ma być zastosowana osobna warstwa wyrównawcza, jej grubość przy podporach nie powinna być mniejsza niż wartość odwrotnego wygięcia płyt powiększona o największą średnicę ziarna kruszywa betonu wyrównawczego plus 1 cm. Zróżnicowanie grubości betonu wyrównawczego na długości przęśla można wziąć pod uwagę w zestawieniach obciążeń dla stropu i w obliczeniach statycznych. Do obliczeń można przyjmując grubość średnią z wartości projektowanej w przęśle i przy podporach. W celu ustalenia potrzebnej grubości warstwy wyrównawczej, w tabl.2.1÷2.38 (w kolumnie 6) podano wartości końcowego wygięcia płyt a_{∞} . Należy jednak mieć na uwadze możliwe odchylenie tej wartości od wartości średniej, oszacowanej obliczeniowo, w związku z nieuniknionym rozrzutem wartości modułu sprężystości i cech reologicznych młodego betonu, jak również odchyleniem wartości siły sprężającej. Rozrzut tych wielkości uzależniony będzie od tego w jakich warunkach cieplno-wilgotnościowych dojrzewał beton i w jakich warunkach płyty były przechowywane od chwili wyprodukowania do montażu. Rzeczywiste wygięcie płyt może w chwili montażu stropu różnić się od wartości oszacowanej o $\pm 15\%$. Wstępne wygięcie będzie też uzależnione od rzeczywistego czasu jaki upłynął od chwili wyprodukowania płyt do chwili montażu (od wieku betonu).

W projekcie stropu należy również uwzględnić tolerancję wykonania płyt, w szczególności tolerancję ich wysokości, zgodnie z pkt.1.1.3.

Powierzchnia sufitowa stropu może pozostać niewykończona; wówczas przydatne może być jedynie odpowiednie obrobienie złączy płyt HC (zob. pkt.6.3.1). Jeżeli ze względów estetycznych taki stan sufitu jest nieakceptowalny, na całej powierzchni wykonać można wyprawę tynkarską na spoiwie gipsowym, nakładaną ręcznie lub maszynowo. Tynk można następnie oszlifować, dla nadania gładkości. Wzdłuż styków płyt stropowych HC zaleca się wtopić w masę siatkę tynkarską o szerokości nie mniejszej niż 20 cm (symetrycznie po 10 cm w każdą stronę styku), dla ochrony przed zarysowaniem tynku.

Dolną powierzchnię stropu można również zamaskować sufitem podwieszanym o dowolnej konstrukcji. Zastosować można płyty gipsowo-kartonowe na podkonstrukcji z lekkich profili stalowych, albo inne sufity systemowe. W takich przypadkach styki płyt można pozostawić niewykończone. Mocując mechanicznie do płyt HC taki rodzaj konstrukcji należy przestrzegać ograniczeń opisanych w rozdz.6.6 i wytycznych w pkt.3.6.

6.2. Węzły podporowe stropów

6.2.1. Podstawowe wymagania

Płyty HC mogą być opierane na ryglach żelbetowych (monolitycznych i prefabrykowanych) lub stalowych, a także na ścianach murowanych lub z betonu, z zachowaniem głębokości oparcia płyt nie mniejszej niż podana w tabl.6.1.

Tabl.6.1 Minimalne głębokości oparcia płyt HC na podporach [mm]

Typ płyty	Rodzaj podpory	
	mur oraz ściana lub belka żelbetowa	belka stalowa
HC160, HC200, HC200A, HC220	80	60 (50)
HC265, HC320	100	80
HC400, HC400A, HC500	140	100

Wartość podaną w nawiasie można zastosować w stropach obciążonych w sposób typowy dla budownictwa mieszkaniowego, opieranych na prefabrykowanych, wewnętrznych ścianach z betonu z idealnie równą gładką powierzchnią wsporną, gdy rozpiętość efektywna przęśla stropu nie przekracza 6,0 m.

W celu zapewnienia płytom niezbędnej głębokości oparcia na podporach, rzeczywistą szerokość podpory oraz długość płyt należy zaprojektować z uwzględnieniem: tolerancji wykonania płyt (zob. pkt.1.5.1), celowego sfazowania krawędzi podpór, możliwych uszkodzeń podporowych krawędzi

plyt i krawędzi podpór (maksymalnie 5 mm), tolerancji tyczenia osi budynku oraz tolerancji montażu konstrukcji. Odpowiednie oszacowania można przeprowadzić na podstawie wytycznych normy [4] lub [19].

Wartości określone w tabl.6.1 dla belek stalowych, można uważać za wystarczające także w przypadku opierania płyt na prefabrykowanych belkach żelbetowych (lub strunobetonowych) lub prefabrykowanych ścianach betonowych, z równą i gładką powierzchnią wsporną.

W budynkach o konstrukcji szkieletowej, w których płyty mają zapewnioną swobodę obrotu na podporach, wartości podane w tabl.6.1 traktować należy jako minimalne, natomiast w budynkach o konstrukcji ścianej uważać je należy za nominalne i nie należy ich zwiększać, aby nie spowodować nasilenia negatywnych skutków utwierdzenia płyt w ścianach (por. pkt.1.2.1 i rozdz.4).

W celu równomiernego rozłożenia nacisku płyt na podpory, należy je układać na warstwie plastycznej zaprawy na spoiwie cementowym, o wytrzymałości co najmniej 3 MPa, dobranej odpowiednio do jednostkowego nacisku płyt na podpory. Grubość takiej spoiny nie powinna być mniejsza niż 10 mm. Aby zagwarantować właściwą grubość spoiny (zapobiec wyciśnięciu zaprawy pod ciężarem prefabrykatów), zaprawa powinna mieć konsystencję plastyczną, a ponadto w dwóch punktach na szerokości płyty należy umieścić pakiet podkładek dystansowych z PCV (rozdz.7.3), o grubości równej projektowanej grubości spoiny.

Alternatywnie, zamiast zaprawy montażowej stosować można podkładki w postaci taśm z materiałów elastycznych (np. bi-trapezowe podkłady elastomerowe), przeznaczone specjalnie do tego celu i dopuszczone do stosowania w budownictwie na podstawie przepisów o wyrobach budowlanych. Na belkach stalowych lub innych, o idealnie gładkiej i równej powierzchni, dopuszcza się bezpośrednio opieranie płyt HC.

Z uwagi na potrzebę ograniczenia skutków oddziaływań wyjątkowych lub ewentualnej lokalnej awarii konstrukcji budynku, strop skonstruowany z płyt HC musi być połączony z konstrukcją nośną budynku odpowiednim zbrojeniem zespalającym. Ponieważ prefabrykaty nie posiadają wbudowanego zbrojenia uzupełniającego, które mogłoby spełniać taką funkcję (por. pkt.1.1.1), wymagane dodatkowe pręty należy umieścić podczas prac montażowych na budowie. Zbrojenie zespalające należy wykonać z prętów o średnicy $\phi 16$ mm, ze stali żebrowanej klasy A-III (34GS) lub ze stali A-IIIN EPSTAL. Ze względu na małą ciągliwość, nie należy stosować prętów ze stali B500A. Pręty należy umieścić w każdym podłużnym styku między płytami, łącząc w ten sposób strop z wieńcami. Pręt powinien mieć kształt pałaka, z hakiem prostym odgiętym w dół, i musi być właściwie zakotwiony zarówno w betonie wypełniającym styk między płytami jak i w wieńcu (por. rozdz.7.4). Minimalny zasięg w głąb styku pręta zespalającego $\phi 16$, mierzony od krawędzi podpory, nie powinien być mniejszy niż 800 mm.

Pręty zespalające należy umieszczać możliwie nisko, tak by ograniczyć do minimum utwierdzenie płyt w podporach. Najwłaściwsze jest umieszczenie ich w obrębie dolnej połowy wysokości stropu (por. pkt.6.3.1).

W pkt.6.2.3 i pkt.6.2.4 opisano szczegółowo różne rozwiązania konstrukcyjne węzłów podporowych stropów z płyt HC, z uwzględnieniem koniecznego zbrojenia zespalającego.

6.2.2. Wieńce stropów

Poprzeczny styk między płytami (wieńiec pomiędzy czołami płyt) powinien mieć szerokość nie mniejszą niż 40 mm, a jeżeli w wieńcu mają zostać zakotwione pręty zespalające strop z podporami, jego szerokość nie powinna być mniejsza niż 150 mm (por. też pkt.4.3.1). Potrzebne zbrojenie wieńca (niezbędną nośność zbrojenia) należy obliczyć i zaprojektować stosownie do konkretnej sytuacji projektowej na podstawie normy PN-EN 1992-1-1:2004. Styk należy wypełnić betonem klasy nie niższej niż C20/25. W załącznikach graficznych od Z1-1 do Z1-5 pokazano przykłady rozwiązań konstrukcyjnych węzłów podporowych z wieńcami w różnych układach konstrukcyjnych.

6.2.3. Oparcie płyt HC na belkach stalowych i żelbetowych

Ustroje szkieletowe są tym rodzajem konstrukcji, w którym strunobetonowe płyty stropowe HC pracują optymalnie, co ma związek z brakiem, niekorzystnego dla tych płyt, utwierdzenia na podporach. Z drugiej strony, podatność belek podpierających strop z płyt HC może wpływać niekorzystnie na pracę statyczną płyt. Będzie to miało miejsce zwłaszcza w przypadku bardzo wiotkich belek podpierających płyty, takich jak niskie belki stalowe ukryte w wysokości stropu (np. belki o przekroju skrzynkowym, trapezowym lub monosymetrycznym dwuteowym, z szeroką półką dolną, wspierającą płyty), a także belki żelbetowe i sprężone o niskim profilu w kształcie litery „L” lub odwróconego „T”. W takich warunkach, jeżeli nie wyeliminuje się na podporach tarcia i zazębienia betonu wieńców z powierzchniami belek i płytami kanałowymi, zachodzić będzie wzajemna interakcja - płyty mogą zostać włączone do współpracy z belkami, zwiększając ich sztywność giętną (tworząc ustrój zespolony), to z kolei wywoła w płytach dodatkowe naprężenia działające poprzecznie do ich długości. Zarówno te dodatkowe naprężenia w płytach, jak i zespolenie belek z płytami powinny być uwzględniane w obliczeniach statyczno-wytrzymałościowych takich podatnych konstrukcji. Szczegółowe wytyczne

obliczania i projektowania takich ustrojów zawiera dokument: *Special design considerations for precast prestressed hollow core floors. FIP Guide to Good Practice, January 1999*. Niniejsze wytyczne nie obejmują projektowania ustrojów zespolonych, w których płyty kanałowe współpracowałyby z podatnymi belkami ustroju nośnego. Podane dalej wskazówki i przykłady rozwiązań dotyczą wyłącznie takich konstrukcji szkieletowych, w których płyty są opierane na belkach dostatecznie sztywnych, aby opisane wyżej wpływy mogły być w obliczeniach statyczno-wytrzymałościowych zaniedbywane.

W związku z powyższym, w projektowaniu należy wyraźnie rozróżniać belki podatne i niepodatne. Za kryterium rozgraniczające te dwa rodzaje belek (podpór) można umownie przyjąć sposób, w jaki zabezpieczony jest ich stan graniczny ugięć. I tak, belkę można uważać za niepodatną, jeżeli wymagania stanu granicznego ugięć, określone w normie PN-EN 1992 (dla belek żelbetowych i sprężonych) i PN-EN 1993 (dla belek stalowych), spełnia główny element belki (prefabrykat, dźwigar stalowy), bez uwzględniania jego współpracy z nadbetonem i bez uwzględniania zespolenia z płytami stropowymi HC. Jeżeli natomiast stan graniczny ugięć belki nie może zostać zabezpieczony inaczej jak tylko przez zapewnienie współpracy elementu głównego z nadbetonem i ewentualnie z płytami HC, belkę taką uważać należy za podatną.

W stanie granicznym nośności na zginanie belki, wieniec stropowy (styk poprzeczny) może być w każdym przypadku projektowany jako zespolony z dźwigarem głównym, i uwzględniany w obliczeniach wytrzymałościowych.

Niezależnie do tego, czy w obliczeniach uwzględnia się współpracę wieńca z rygłem czy nie, wieniec musi być trwale połączony z dźwigarem. W przypadku dźwigarów żelbetowych lub sprężonych należy przewidzieć w tym celu odpowiednie zbrojenie, najlepiej w postaci pionowych strzemion (ewentualnie prętów zbrojeniowych o innym kształcie) wypuszczonych z górnej powierzchni dźwigara do wieńca. W przypadku belek stalowych zastosować można trzpienie zgrzewane doczołowo (typu *Nelson*), lub inne łączniki przyspawane do górnych powierzchni belek.

Przykłady rozwiązań konstrukcji węzłów podporowych płyt HC opartych na podciągach żelbetowych (sprężonych) oraz na belkach stalowych zostały pokazane w załączniku Z1.

6.2.4. Oparcie płyt HC na ścianach

Płyty HC mogą być wbudowywane również w budynkach o konstrukcji ścianowej, ze ścianami murowanymi lub z betonu, gdzie mogą być wykorzystywane jako płyty stropowe lub stropodachowe. Ściany nośne budynku są podporami niepodatnymi, i w tym kontekście stanowią dobre oparcie dla płyt HC. Negatywną cechą podpór ścianowych jest natomiast niepożądane utwierdzenie płyt na podporach (rozd.4). Pod wpływem ujemnego momentu podporowego, w górnych włóknach przypodporowych przekrojów płyt powstają naprężenia rozciągające, które mogą doprowadzić do zarysowania prefabrykatów (także pomimo wbudowania zbrojenia górnego w niektórych wariantach płyt). Dalszą konsekwencją wystąpienia takiego zarysowania może być nagła utrata nośności na ścinanie przypodporowych stref płyt HC. Z tego względu płyty HC można opierać na ścianach tylko wówczas, gdy spełnione są dodatkowe warunki wytrzymałości, lub gdy zapewniono odpowiednie rozwiązania konstrukcyjne w węzłach podporowych, zgodnie z rozdziałem 4.

Powyższe dotyczy przede wszystkim płyt HC stosowanych jako stropy międzykondygnacyjne, które doznają utwierdzenia pod wpływem nacisku ściany wyższej kondygnacji. Problem niezamierzonego utwierdzenia nie występuje (lub jest znacznie ograniczony) w płytach stropodachowych, powyżej których nie ma ścian nośnych.

Zasady konstruowania węzłów podporowych płyt stropodachowych, które nie są dociśnięte na podporze ścianą wyższej kondygnacji, nie różnią się od tych, które zostały określone dla płyt opartych na niepodatnych belkach (pkt.6.2.3). Przykłady odpowiednich rozwiązań pokazano w załączniku Z1.

Podobne zasady można także stosować przy projektowaniu węzłów podporowych stropów międzykondygnacyjnych, jeżeli został spełniony warunek rysoodporności (4.2) dla płyt częściowo zamocowanych lub gdy zastosowano rozwiązania ograniczające utwierdzenie płyty w podporach (rozd.4.2). W takim przypadku, należy dodatkowo zwrócić uwagę na to, by głębokość penetracji kanałów płyt przez beton wypełniający wieniec stropu nie była większa niż szerokość ściany dolnej kondygnacji oraz na to, by pręty zespalające, umieszczone w stykach między płytami (por. pkt.6.2.1), znajdowały się jak najbliżej płaszczyzny oparcia płyt (możliwie nisko).

Jeżeli powyższe warunki nie są spełnione, to węzły podporowe płyt HC opartych na ścianach należy konstruować wraz ze wzmocnieniem nośności płyt na ścinanie, zgodnie z rys.4.3. Przykład rozwiązania konstrukcyjnego takiego węzła pokazano w załączniku Z1-5 i Z2-4. W załączniku Z2 zamieszczono natomiast przykłady rozwiązań konstrukcyjnych węzłów w budynkach z prefabrykowanymi ścianami z betonu.

6.3. Boczne zamki

6.3.1. Podłużne styki między płytami

Podłużne styki między płytami HC nie wymagają specjalnego projektowania. W styku należy jedynie przewidzieć odpowiednie zbrojenie zespalające (pkt.6.2.1) oraz zadbać o dokładne wypełnienie na budowie przestrzeni między płytami betonem klasy nie niższej niż C20/25 (rozdz.7.4). Jeżeli strop ma zostać otynkowany (por. pkt.6.1), złącza płyt należy wypełnić betonem z dodatkiem ekspansyjnym w ilości od 1÷4 kg środka na 100 kg cementu. Pozwoli to ograniczyć ryzyko klawiszowania stropu. Zapotrzebowanie na beton do wypełnienia styków podano w tabl.1.4 (rozdz.1.6). W wyjątkowych sytuacjach, np. gdy zachodzi konieczność przeniesienia sił podłużnych w stropie, można zastosować ciągłe zbrojenie w styku, spinające przeciwległe podpory płyt.

Jeżeli nie przewiduje się wykańczania dolnych powierzchni płyt (sufitu), styk należy od dołu zamaskować listwą (metalową, drewnianą lub z tworzywa sztucznego), wyspoinować zaprawą, albo uszczelnić kitem trwale plastycznym.

6.3.2. Węzły boczne

Płyty HC wymagają połączenia także wzdłuż bocznych, niepodporowych krawędzi z przylegającym do nich elementem konstrukcji nośnej budynku. Przykład rozwiązania konstrukcyjnego takiego połączenia (zamka), które należy preferować w stropach z płyt HC, przedstawiono w załączniku Z1-6 i Z2-3. Połączenie na bocznej krawędzi płyty jest niezbędne wówczas, gdy rozpiętość stropu przekracza 6,0 m. Przy większych rozpiętościach, rekomendowane zamki należy projektować w rozstawie nie większym niż 4,8 m.

6.4. Zestawianie płyt HC w stropach

Strop złożony ze strunobetonowych płyt HC powinien być zaprojektowany z płyt najniższych, które spełniają wymagania projektowe w danych warunkach zastosowania, co pozwala ograniczyć do minimum ciężar konstrukcji i wysokość kondygnacji. Aby uzyskać płaszczyznę użytkową stropu na jednym poziomie, cała kondygnacja stropu powinna być skomponowana z płyt o tej samej wysokości. W razie potrzeby różnicować należy warianty zbrojenia płyt w stropie (np. w przypadku zróżnicowanych obciążeń stropu jednej kondygnacji lub zróżnicowanych rozpiętości traktów/naw budynku).

Stropy należy konstruować przede wszystkim z płyt podstawowych, ograniczając do niezbędnego minimum liczbę płyt perforowanych, zwłaszcza płyt z wycięciami osłabiającymi ich nośność, oraz liczbę zwężonych pasm płyt. Plan rozmieszczenia płyt należy mieć na uwadze już podczas wstępnego projektowania funkcji budynku i trasy przewodów instalacyjnych, zwłaszcza pionów instalacyjnych i wentylacyjnych o dużych gabarytach. Dla pojedynczych przewodów o małej średnicy należy projektować otwory, które nie osłabiają nośności płyt (pkt.1.4.2). Dla zablokowanych pionów (szachtów) należy projektować odpowiednie wycięcia (pkt.1.4.3 i pkt.1.4.4), dążąc do ograniczenia ich liczby w stropie. Zawsze należy rozważyć możliwość zmiany tras przewodów instalacyjnych i ich zablokowanie, jeżeli w ten sposób ograniczy się liczbę potrzebnych wycięć w płytach.

Ze względu na konieczność stosowania w podłużnych stykach płyt prętów łączących strop z wiencami, optymalnym jest takie rozplanowanie elementów stropu, aby w sąsiednich traktach lub nawach budynku styki podłużne znajdowały się naprzeciw siebie (w jednej linii). Wówczas odpowiednie połączenie obydwu traktów stropu można zapewnić wspólnym prętem zespalającym. Można odstąpić od takiego rozwiązania tylko wówczas, gdy na podporach wewnętrznych przewidziano wieniec o szerokości co najmniej 15 cm, w którym istnieje możliwość zakotwienia prętów (pkt.6.2.2), w analogiczny sposób jak przy oparciu jednostronnym (por. złączniki Z1-1, Z1-2 i Z1-5).

Płyty HC z wycięciami bocznymi można zestawiać parami, w celu uzyskania w stropie otworu o podwójnej szerokości, przy czym nie należy zestawiać w ten sposób dwóch płyt HC200 z bocznym wycięciem przypodporowym o szerokości 35 cm, oraz dwóch płyt HC265 z wycięciami bocznymi o szerokości 42 cm. Każdy dwupłytowy zestaw lub pojedyncza płyta z wycięciami (niezależnie od rodzaju), muszą przylegać z obydwu stron do płyt podstawowych, tj. do płyt pełnych, w których nie wykonano żadnych wycięć (za taką można również uważać płytę z otworami, wykonanymi i rozmieszczonymi zgodnie z pkt.1.4.2).

Stosując płyty z wycięciami w budynkach o konstrukcji ścianowej należy ponadto przestrzegać innych ograniczeń, podanych w rozdz.4.4.

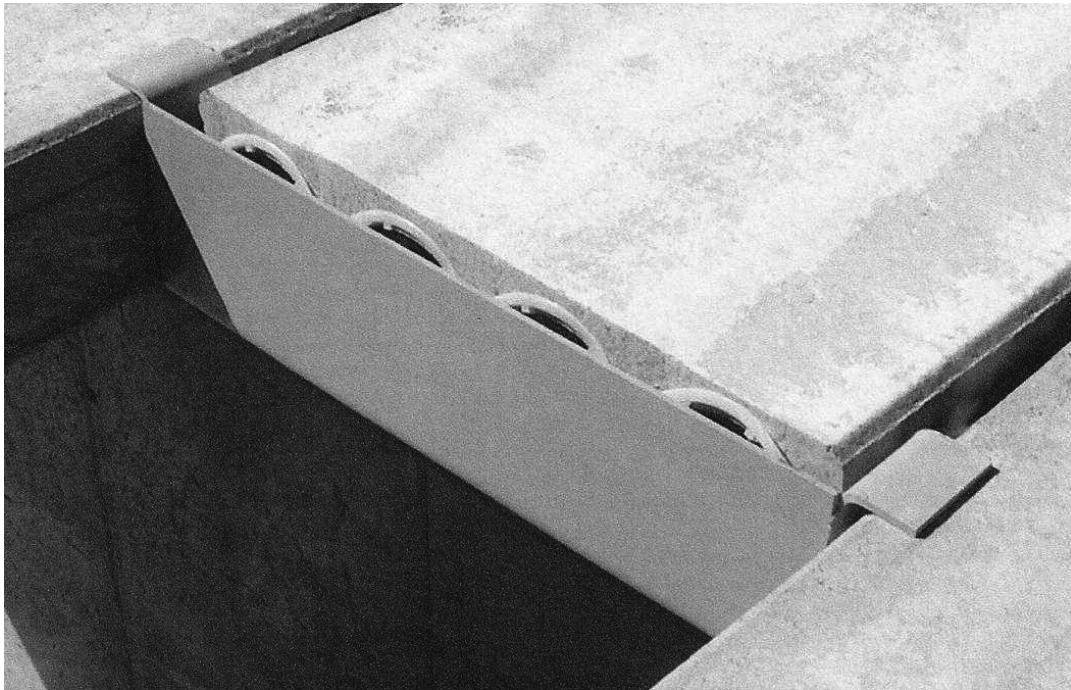
W załączniku Z1-7 pokazano przykład prawidłowego rozplanowania płyt w stropie.

Jeżeli po zestawieniu dwóch płyt z wycięciami otwór w stropie ma niewystarczające wymiary, większy otwór można wykonać z zastosowaniem wymianu, zgodnie z opisem w rozdz.6.5.

6.5. Duże otwory w stropach

W stropach z płyt HC można wykonać otwory o dużych rozmiarach, znacznie przekraczających te, które wynikają z możliwości perforowania prefabrykatów (rozdz.1.4). Takie duże otwory

konstruuje się poprzez wbudowanie w płaszczyznę stropu wymianu. W stropach z płyt HC, jako wymian może zostać użyta belka stalowa z zimnogiętego profilu typu „L” lub belka żelbetowa, betonowana na budowie. Najczęściej stosowanym rozwiązaniem są gotowe belki podporowe typu PETRA [25], przedstawione na fot.6.1, które mogą mieć długość do 240 cm (szerokość modułarna dwóch płyt HC). Tego typu belki należy obliczać i stosować zgodnie z wytycznymi [25]. Zaletą prefabrykowanych belek stalowych jest łatwość i szybkość montażu, bowiem płyty zawieszane na stalowych belkach podporowych nie wymagają podparcia montażowego, ani żadnych innych zabiegów. Ich zastosowanie jest natomiast ograniczone tylko do stropów w klasie odporności ogniowej R60.



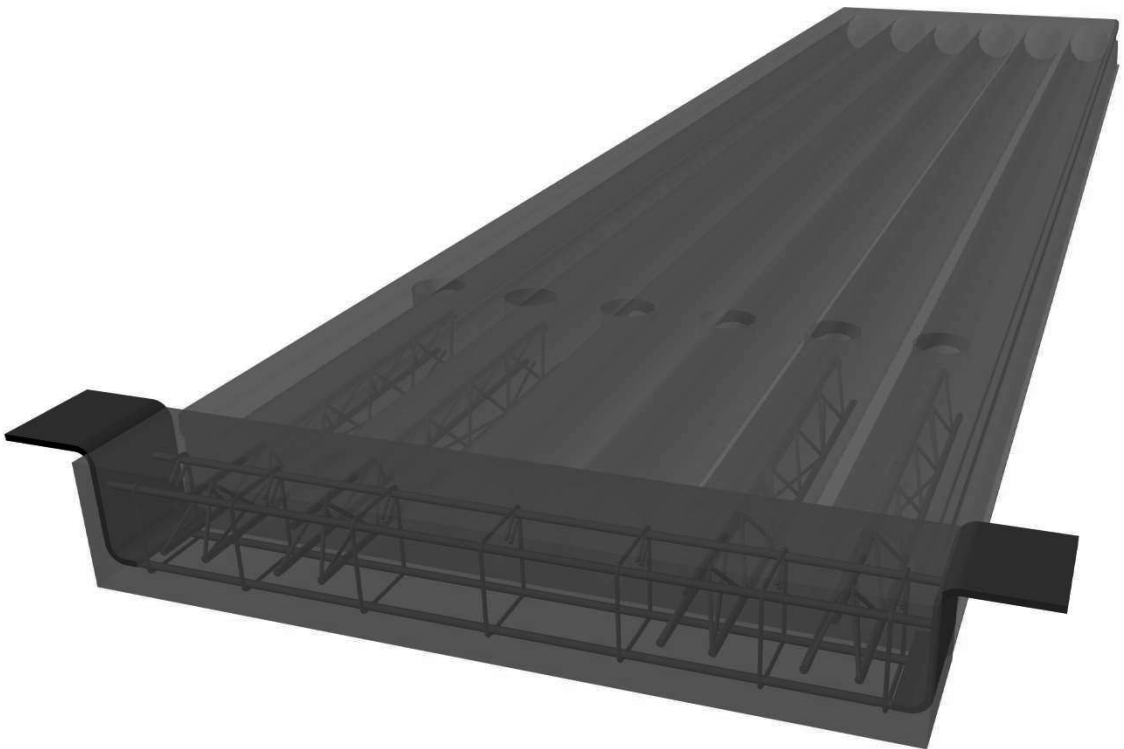
Fot.6.1 Oparcie płyty HC320 na belce PETRA [25]

Alternatywnym rozwiązaniem może być monolityczna belka żelbetowa. Wymiany monolityczne projektuje się indywidualnie odpowiednio do sytuacji i działających obciążeń. W większości przypadków możliwe jest zaprojektowanie belki o długości 240 cm, co pozwala podeprzeć dwie płyty stropowe.

W odróżnieniu od belek stalowych, rozwiązanie monolityczne wymaga czasowego podparcia płyt na podporze montażowej (zwykle na rydze podpartej słupami teleskopowymi), wykonania szalunku, a także uprzedniego przygotowania w wytwórni płyt, zarówno tych zawieszanych na wymianie, jak i płyt wsporczych. Przygotowanie prefabrykatów obejmuje wykonanie w nich odpowiednich wycięć i otworów technologicznych, niezbędnych do późniejszego wykonania zespolenia prefabrykowanych płyt z monolityczną belką. W celu połączenia wszystkich elementów w jednolity ustrój, konstruuje się odpowiednie zbrojenie, które po zabetonowaniu zespala łączone części w monolityczną całość. Istotną zaletą wymianów żelbetowych jest wyższa odporność ogniowa. Zapewniając odpowiednią grubość otulenia zbrojenia betonem można osiągnąć odporność (nośność) ogniową w klasie R120. Z tego względu tego typu belki nadają się zwłaszcza do stropów o takiej odporności ogniowej (por. pkt.1.2.3).

Innym stosowanym rozwiązaniem łączącym zalety wymianów stalowych i wymianów żelbetowych monolitycznych jest wykonanie już w zakładzie prefabrykacji wg indywidualnego projektu belki żelbetowej posiadającej stalowe elementy podpierające zespolonej trwale z prefabrykowaną płytą HC (prefabrykowany element konstrukcyjny PEK-UF, rys.6.1). Belka jest trwale połączona z płytą HC za pomocą betonowych rdzeni zbrojonych przestrzennymi kratownicami. Tak przygotowany element konstrukcyjny jest gotowy do bezpośredniego montażu w miejscu wbudowania. Wymiary przedmiotowego elementu są każdorazowo dostosowywane do wymiarów zaprojektowanego otworu. I tak dla otworów o szerokości mniejszej lub równej 1200 mm tj. maksymalnej szerokości jednej płyty element konstrukcyjny składa się z jednej płyty o szerokości odpowiadającej szerokości otworu (może to być pełna płyta lub docięta). Dla otworów o szerokości większej od 1200 mm element konstrukcyjny może składać się z dwóch lub trzech płyt HC. Przy czym w przypadku szerokości otworu nie będącym wielokrotnością modułu 1200 mm tak jak poprzednio płyty są docinane. W przypadku elementów konstrukcyjnych składających się z dwóch lub więcej płyt, w elementach tych wykonuje się połączenie płyt

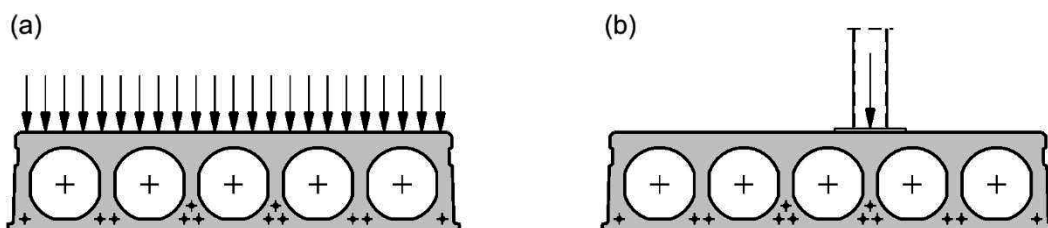
ze sobą za pośrednictwem drugiej belki na swobodnych końcach płyt. Rozwiązanie to nie wymaga czasowego podpierania płyt na budowie jak to ma miejsce w przypadku belek monolitycznych.



Rys.6.1 Płyta prefabrykowana HC z elementem podpierającym PEK-UF

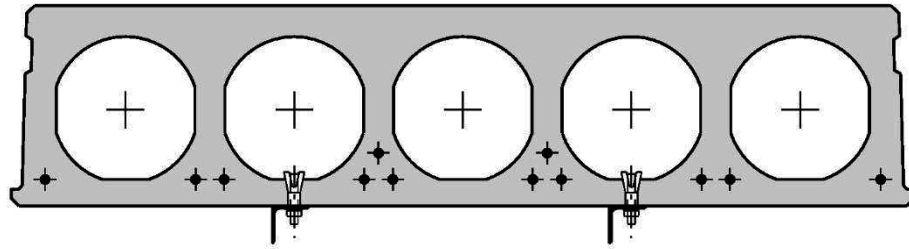
6.6. Sposoby realizacji obciążeń skupionych

Jednym z podstawowych założeń projektowych jakie zostało przyjęte w obliczeniach statyczno-wytrzymałościowych płyt HC [24] było założenie o bezpośrednim podparciu i bezpośrednim obciążeniu płyt wbudowanych w konstrukcję nośną budynku. Dla takich warunków podparcia i obciążenia obliczone zostały cechy mechaniczne przekrojów (pkt.1.7), w szczególności te związane z nośnością na ścinanie przypodporowych stref płyt. W związku z powyższym, obciążenia płyt HC powinny być przyłożone głównie do górnej powierzchni stropu (rys.6.2).



Rys.6.2. Realizacja obciążeń na stropach z płyt HC

Nie wyklucza to możliwości realizowania różnego rodzaju podwieszonych do stropów konstruowanych z płyt HC. Do powierzchni dolnej stropu mocować można lekkie elementy (podkonstrukcje sufitów, instalacje i in.) za pomocą kotew rozprężnych (kołków z tworzyw sztucznych, kotew metalowych na wahaczu, kołków do pustaków), zwłaszcza tych dedykowanych specjalnie do płyt kanałowych, lub za pomocą kotew chemicznych. Taki sposób podwieszania dopuszczalny jest tylko pod kanałami płyt (rys.6.3). Ze względu na grożące niebezpieczeństwo uszkodzenia strun zbrojenia głównego, kotwy nie powinny być wprowadzane w beton w obrębie żeber.

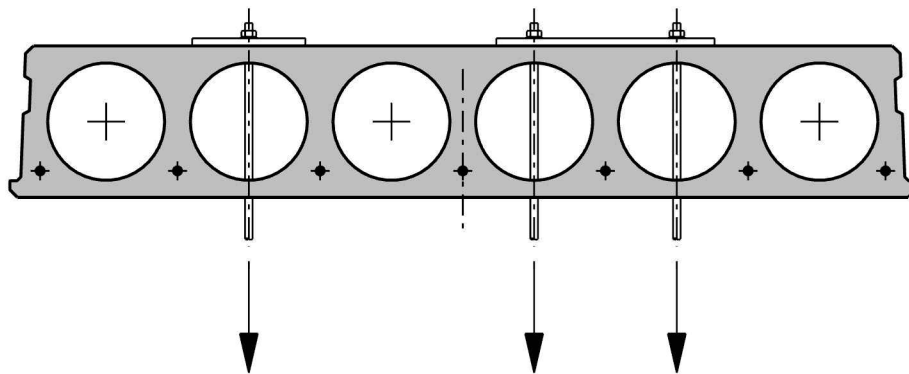


Rys.6.3. Realizacja podwieszeń na powierzchni sufitowej

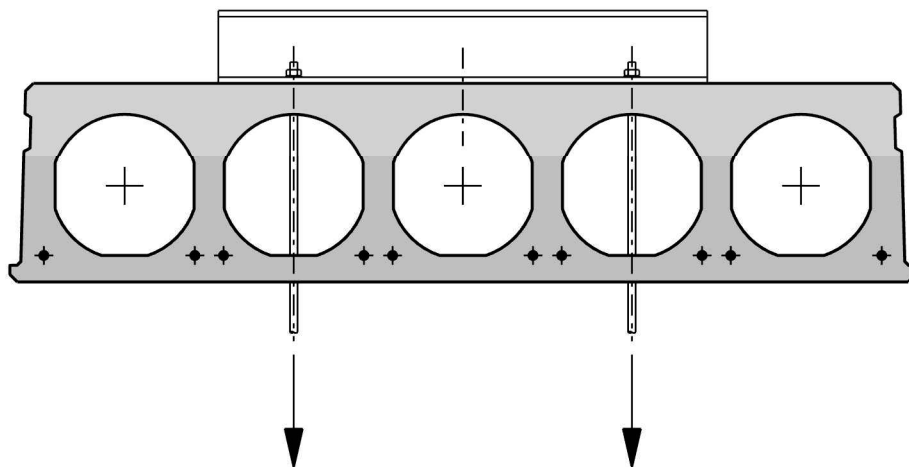
Obciążenie przyłożone (podwieszane) do powierzchni sufitowej płyt HC powinno być ograniczone poniżej wartości, jaka mogłaby powodować osłabienie nośności poprzecznej płyt i doprowadzić do ich przedwczesnego zniszczenia. Rozciągające siły w pionowych ściankach profili wyężają niekorzystnie te elementy, a w skrajnych przypadkach doprowadzić mogą nawet do ich rozerwania. Dopuszczalne obciążenie punktowe pojedynczej kotwy należy ustalić zgodnie z wytycznymi zamieszczonymi w pkt.3.6.4(2). Obciążenie całkowite nie może przekraczać nośności płyt (rozdz.2 i rozdz.3).

Jeżeli nośność kotew mocowanych od dołu jest niewystarczająca, należy zapewnić przekazanie obciążeń na powierzchnię górną prefabrykatów, za pośrednictwem stalowych wieszaków mocowanych do płyt oporowych lub trawersów opartych na górnej powierzchni płyty HC. Grubość blach oporowych nie powinna być mniejsza niż 0,1 średniej długości boku blachy prostokątnej lub średnicy blachy okrągłej. Przykładowe rozwiązania takich podwieszeń przedstawiono na rys.6.4.

(a)



(b)



Rys.6.4. Rozwiązania techniczne ciężkich podwieszeń

Opierając na górnej powierzchni lub podwieszając do płyt znaczne siły skupione należy zawsze wykonać obliczenia nośności lokalnej na przebicie stropu i przebicie poziomych ścianek profili, kierując się wytycznymi przedstawionymi w rozdz.3.6, wykorzystując dane liczbowe zamieszczone w tabl.1.7 (rozdz.1.7).

7. SKŁADOWANIE, TRANSPORT I MONTAŻ PŁYT

7.1. Składowanie płyt w stosach

Na placu budowy, płyty HC powinny być składowane w pozycji poziomej, w stosach liczących kilka warstw płyt. Wysokość stosów nie powinna być większa niż około 2 m. Stosom należy zapewnić równomierne podparcie na całej szerokości płyt, w odległości nie większej niż 50 cm od ich końców. Szczególną uwagę należy zwrócić na pierwszą płytę w stosie, która powinna mieć odpowiednio wytrzymałe i sztywne podparcie na stabilnym (nieosiadającym) podłożu. Górne powierzchnie obydwu tymczasowych podpór muszą być poziome i wzajemnie równoległe, aby nie dopuścić do wichrowania się płyt. Poszczególne warstwy płyt w stosie należy oddzielać od siebie drewnianymi przekładkami o wymiarach około 120x5x3 cm. Należy je umieszczać poprzecznie do długości płyt, w odległości 20-50 cm od czoła prefabrykatów. Przekładki w kolejnych warstwach muszą być ułożone jedna nad drugą, ewentualnie z niewielkim przesunięciem kolejnej (wyższej) przekładki w kierunku środka prefabrykatów. W jednym stosie mogą być układane tylko płyty HC tego samego typu, o tej samej długości i nośności (ten sam wariant zbrojenia). Płyty z wycięciami oraz płyty zwężone należy układać w górnych warstwach stosów, na płytach pełnych. W żadnym wypadku płyta szersza nie może spoczywać na płycie węższej.

7.2. Wytyczne transportu płyt HC

7.2.1. Transport bliski

Strunobetonowe płyty kanałowe HC mogą być podnoszone w każdym etapie transportu bliskiego, tj. podczas załadunku i rozładunku na środki transportu, a także podczas przenoszenia na miejsce wbudowania, za pomocą dwóch, zakleszczających się o boki płyty, uchwytów zaciskowych, stanowiących element standardowego wyposażenia transportowego strunobetonowych płyt kanałowych. Do podnoszenia zwężonych pasm płyt, tj. płyt o szerokości mniejszej niż 120 cm (pkt.1.4.6), należy używać zawiesi pętlowych z lin lub pasów transportowych.

Uchwyty zaciskowe lub pętle muszą być zaczepione (podwieszane) do poziomej belki (trawersy) tak, by wyeliminować poziome oddziaływanie zawiesia na uchwyty. Niedopuszczalne jest podnoszenie płyt HC na uchwytach lub pętlach zamocowanych bezpośrednio do lin podczepionych ukośnie w stosunku do powierzchni prefabrykatu.

Uchwyty (pętle) powinny być rozstawione symetrycznie względem środka podnoszonej płyty, aby zapewnić jej poziome ułożenie podczas podnoszenia. W płytach o długości mniejszej niż około 13 m, w których nie wykonano żadnych wycięć przypodporowych, maksymalna odległość punktu zaczepienia zacisku lub pętli do trawersy, mierzona od końca prefabrykatu (wzdłuż płyty), nie może być większa niż 50 cm. W płytach, w których wykonano wycięcie przypodporowe (boczne lub środkowe) uchwyt należy zamocować do płyty tuż za końcem wycięcia (nigdy na długości przypodporowego wycięcia środkowego), tak by długość wspornika płyty, przewieszzonego poza uchwyt nie była większa niż długość tego wycięcia.

Jeżeli długość płyty przekracza 13,0 m, co dotyczy płyt HC320, HC400 i HC500 (por. pkt.1.1.1), od podanych wyżej zasad należy odstąpić, co wynika z ograniczeń sprzętowych. Ze względu na długość trawersy, maksymalny rozstaw uchwytów zaciskowych w standardowym sprzęcie transportowym nie może być większy niż 12,00 m. W związku z tym, podczas podnoszenia płyt dłuższych niż 13,0 m uchwyty zaciskowe trzeba umieścić w maksymalnym możliwym rozstawie, symetrycznie względem środka płyty, pozwalając by wsporniki podnoszonej płyty, przewieszzone poza punkty zaczepienia, były dłuższe niż 50 cm; w skrajnym przypadku mogą mieć nawet 450 cm (pkt.1.1.1). Ich zabezpieczenie przed złamaniem pod wpływem ciężaru własnego zapewnia górne zbrojenie sprężające, zaprojektowane specjalnie w tym celu płytach HC320, HC400 i HC500 o długościach od 13,0 m wzwyż (por. pkt.1.3.3).

W każdym przypadku, wszystkie elementy zespołu transportowego, tj. żuraw, liny, trawersa, uchwyty zaciskowe lub pętle, muszą posiadać nośność odpowiednią do ciężaru podnoszonego prefabrykatu.

7.2.2. Transport daleki

Płyty HC mogą być przewożone transportem drogowym lub kolejowym. Do transportu może być używany tabor, którego skrzynia ładunkowa lub platforma ma długość nie krótszą niż długość przewożonych elementów. Na czas transportu płyty HC należy układać w pozycji poziomej w stosach, w sposób analogiczny jak podczas składowania (rozdz.7.1), przy czym wysokość stosów nie powinna być większa niż pięć płyt - w przypadku płyt HC200, cztery płyty - w przypadku płyt HC265, trzy płyty - dla płyt HC320, oraz dwie płyty HC400 lub HC500. W przypadku przewożenia dwóch stosów płyt obok siebie na jednej skrzyni (platformie), konieczne jest zwieńczenie obydwu stosów jedną lub dwiema płytami wiążącymi obydwa stosy (ułożonymi na środku).

Prefabrykaty należy zabezpieczyć przed zsunieniem się ze środka transportu podczas jazdy. W tym celu, skrzynie ładunkowe powinny posiadać odpowiednio wytrzymałe burty, a platformy - kłonicie.

7.3. Montaż płyt HC

W czasie montażu należy przestrzegać wszystkich wytycznych dotyczących transportu bliższego, podanych w pkt.7.2.1. Dodatkowo, podczas przenoszenia płyt na miejsce wbudowania za pomocą uchwytów zaciskowych, stosować należy liny asekurujące prefabrykat przed wypadnięciem z uchwytu.

Podczas układania płyt na podporach, szczególną uwagę należy zwrócić na równomierne oparcie płyt, wzdłuż całej długości krawędzi podporowych na odpowiednich podkładkach elastycznych lub warstwie zaprawy, w zależności od rozwiązania przyjętego w projekcie budynku (por. pkt.6.2.1). Pomiędzy powierzchniami wspornymi płyty i podpory nie powinny pozostać puste przestrzenie. Jeżeli w styku ma być zastosowana zaprawa, to należy użyć zaprawy o konsystencji plastycznej, a w celu uniknięcia raków należy ją rozłożyć równomiernie, najlepiej pacą grzebieniową. Zaprawą montażową należy pokryć pasmo podpory na całej głębokości oparcia płyt, jaką przewidziano w projekcie budynku. Aby uzyskać założoną grubość spoiny wspornej, płyty należy opierać na podkładkach dystansowych. Podkładki należy wykonać w formie pakietów płytek z PCV o łącznej grubości równej grubości projektowanej spoiny (pkt.6.2.1). Na każdej podporze podłożyć należy dwa takie pakiety na szerokości każdej płyty. Pakiety należy umieścić blisko krawędzi bocznych, co pozwoli ustabilizować prefabrykat na podporze. Płyta powinna swobodnie spocząć na podkładkach dystansowych, a nadmiar zaprawy powinien zostać wyciśnięty ze spoiny pod naciskiem prefabrykatu. Po stronie lica podpory, zaprawę spoiny wspornej należy następnie wyrównać.

Po ułożeniu płyt w miejscu przeznaczenia, lecz przed wykonaniem prac końcowych (rozdz.7.4), dolne powierzchnie sąsiadujących płyt należy wyrównać w środku rozpiętości. Potrzeba wyrównania powierzchni stropu wynika z, obserwowanego najczęściej, niejednakowego wstępnego wypiętrzenia płyt HC, pod wpływem działania siły sprężającej. Tego problemu oczekiwać należy także w stropach, w których sąsiadują ze sobą płyty tego samego typu i wariantu zbrojenia (o jednakowym sprzężeniu). Jest to spowodowane dużą zmiennością cech odkształcalnościowych, związanych ze zjawiskami reologicznymi, betonu używanego do produkcji płyt HC.

Wyrównanie powierzchni stropu można przeprowadzić za pomocą drewnianej belki (rygi), umieszczonej pod stropem, poprzecznie do rozpiętości płyt i podpartej na stalowych rozporach, wyposażonych w śruby rzymskie. Odpowiednio dokręcając śruby rozpór należy unieść płyty, które doznały mniejszego wygięcia wstępnego.

7.4. Prace końcowe związane z wykonaniem stropów

Po ułożeniu płyt na podporach i wyrównaniu powierzchni stropu można wykonać prace końcowe, których celem jest uzyskanie pełnowartościowej konstrukcji stropu. Do prac końcowych zalicza się ułożenie zbrojenia wieńców wraz z prętami, służącymi do zespolenia płyt z konstrukcją budynku, zabetonowanie styków między płytami i wieńców oraz wykonanie warstwy wyrównawczej na górnej powierzchni stropu (por. rozdz.6).

Zbrojenie wieńców oraz zbrojenie zespalające musi być zaprojektowane zgodnie w wytycznymi podanymi w rozdz.6.2÷6.3. Po ułożeniu zbrojenia, a przed jego zabetonowaniem, należy skontrolować jego zgodność z przyjętym w dokumentacji projektowej budynku. Sprawdzić należy klasę i gatunek stali, średnice prętów i ich rozmieszczenie.

Przed rozpoczęciem betonowania, wszystkie powierzchnie płyt (także boczne i czołowe) oraz odsłonięte powierzchnie podpór należy obficie zwilżyć wodą, tak by podczas układania mieszanki betonowej powierzchnie te były mokre i nie chłonęły wody zarobowej z mieszanki.

Styki podłużne między płytami należy starannie wypełnić betonem zwykłym, klasy nie niższej niż C20/25, wykonanym z kruszyw mineralnych o uziarnieniu nie większym niż 8 mm, żeby mieszanka betonowa mogła spenetrować także dolną, zwężoną strefę styku. Szczelne wypełnienie styku betonem ma decydujące znaczenie dla zapewnienia właściwej współpracy płyt w stropie, zwłaszcza przy wyrównywaniu obciążeń nierównomiernych. Prawidłowe wykonanie tych prac nabiera szczególnego znaczenia wówczas, gdy w obliczeniach statycznych stropu brano bod uwagę rozdział obciążeń lokalnych na kilka sąsiadujących płyt (por. rozdz.5). Aby dokładnie wypełnić szczeliny między płytami, beton układany w stykach należy zagęszczać mechanicznie, poprzez wibrowanie. Używać należy wibratora wgłębnego, z odpowiednio wąską buławą wibrującą. Ponadto, aby nie osłabiać skuteczności połączenia, każdy styk musi zostać zabetonowany od razu na pełną grubość stropu, bez poziomych przerw roboczych.

Podczas betonowania, szczególną uwagę należy zwracać na miejsca (odcinki styków) z umieszczonymi prętami zespalającymi (por. pkt.6.2.1), które muszą zostać dokładnie otulone betonem, także od strony dolnej. Niewłaściwe obetonowanie wpływa negatywnie na przyczepność tych

prętów do betonu, co obniża ich skuteczność jako zbrojenia zespalającego, a ponadto wpływa negatywnie na ich ochronę przed korozją. Aby umożliwić właściwe obetonowanie, zalecane jest uniesienie pręta bezpośrednio przed zalaniem styku, częściowe wypełnienie styku betonem, wciśnięcie do niego pręta, a następnie uzupełnienie betonu w szczelinie i zawibrowanie całości.

W sposób podobny do opisanego wyżej należy zabetonować wieńce (pkt.6.2.2) oraz boczne zamki stropu (pkt.6.3.2), zwracając szczególną uwagę na właściwe obetonowanie zbrojenia, zwłaszcza w miejscach dużego zagęszczenia prętów zbrojeniowych. Wymagania co do uziarnienia betonu w wieńcach, powinien określić projektant budynku. Klasa betonu wypełniającego wieńce nie powinna być niższa niż C15/20. W odniesieniu do wieńców o minimalnej szerokości (pkt.6.2.2), przestrzegać należy wszystkich zaleceń podanych wcześniej dla styków podłużnych.

Do wykonania warstwy wyrównującej strop (jeżeli jest stosowana) należy stosować taki sam beton jak do wypełniania styków między płytami. Średnia grubość warstwy betonu musi być zgodna z przyjętą w projekcie budynku (por. rozdz.6.1). Beton powinien być rozścielony na płytach stropowych, zagęszczony poprzez wibrowanie i wyrównany tak, by warstwa wyrównująca tworzyła poziomą równą płaszczyznę, przygotowaną do wykonania warstw wykończeniowych stropu lub stropodachu. Należy wziąć pod uwagę wstępne wygięcie płyt, spowodowane sprężeniem, i odpowiednio zróżnicować grubość tej warstwy na długości każdego przęsła stropu.

Uzasadnione jest wykonywanie wszystkich opisanych wyżej robót betonowych łącznie, w jednym ciągu, aby styki, wieńce i warstwa wyrównująca strop tworzyły spójny monolit. W miarę możliwości, wszystkie prace betonowe w obrębie całego stropu danej kondygnacji należy wykonać w jednym cyklu, unikając przerw roboczych.

Jeżeli nie przewiduje się tynkowania, ani innego wykończenia stropu od dołu (np. sufitem podwieszonym), styk między płytami należy obrobić od dołu, na jeden ze sposobów przedstawionych w pkt.6.3.1.

Załącznik Z1 – Przykłady typowych rozwiązań konstrukcyjnych

Na kolejnych arkuszach pokazane zostały przykłady rozwiązań konstrukcyjnych stropów skonstruowanych z płyt HC. Przykłady zostały opracowane dla płyt HC265. Dla pozostałych płyt HC, odpowiednie detale konstrukcyjne mogą zostać rozwiązane w sposób analogiczny.

WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW:

- Z1-1:** węzły podporowe płyt opartych na belkach żelbetowych (strunobetonowych) z wieńcem nie współpracującym z belką
- Z1-2:** węzły podporowe płyt opartych na belkach żelbetowych (strunobetonowych) z wieńcem współpracującym z belką
- Z1-3:** węzły podporowe płyt opartych na belkach żelbetowych (strunobetonowych) o przekroju teowym
- Z1-4:** węzły podporowe płyt opartych na belkach stalowych
- Z1-5:** węzły podporowe płyt opartych na ścianach
- Z1-6:** węzeł boczny, niepodporowy
- Z1-7:** plan rozmieszczenia płyt perforowanych w stropie

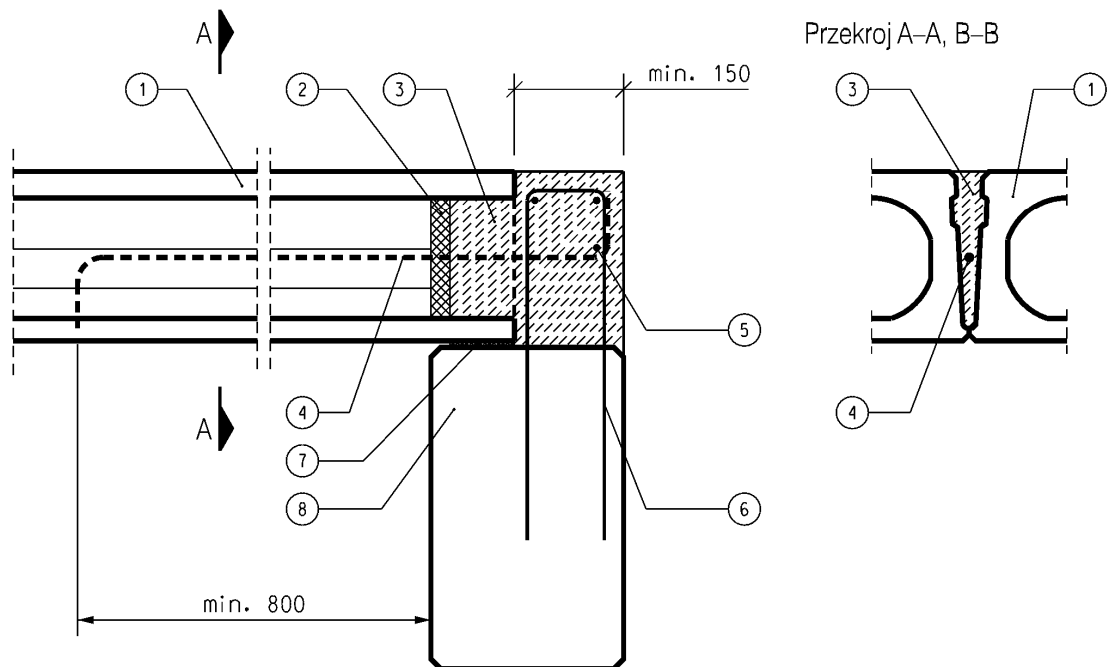
LEGENDA DO ZAŁĄCZNIKÓW Z1-1 DO Z1-7:

- 1 - PREFABRYKOWANA PŁYTA HC
- 2 - ZAMKNIĘCIE KANAŁU
- 3 - BETON WYPEŁNIAJĄCY KLASY C20/25
- 4 - ZBROJENIE ZESPALAJĄCE (KOTWIĄCE) PŁYTY Z KONSTRUKCJĄ NOŚNĄ
- 5 - ZBROJENIE WIEŃCA
- 6 - ZBROJENIE ŁĄCZĄCE (ZESPALAJĄCE) ELEMENT GŁÓWNY Z WIEŃCEM
- 7 - PODKŁADKA NEOPRENOWA
- 8 - BELKA (PODCIĄG) ŻELBETOWY LUB STRUNOBETONOWY
- 9 - TULEJA W BELCE WYPEŁNIONA ZAPRAWĄ EKSPANSYWNĄ
- 10 - BELKA (DŹWIGAR) STALOWY
- 11 - TRZPIENIE ZGRZEWANE DOCZOŁOWO CO 60 CM
- 12 - PRĘTY ŁĄCZĄCE PŁYTĘ Ø12 MM
- 13 - ŚCIANA NOŚNA

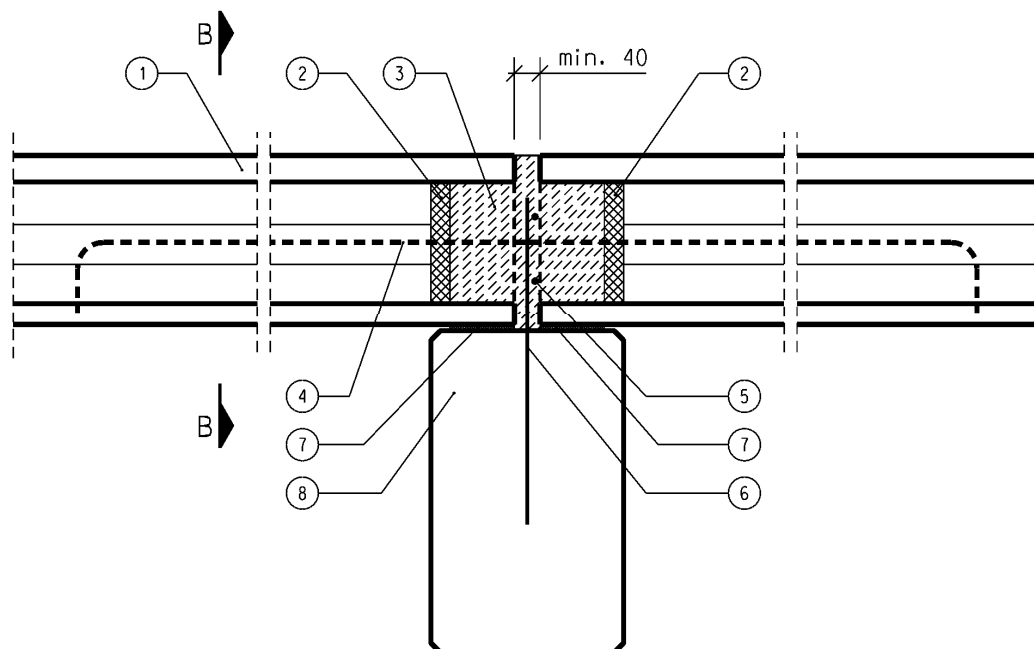
Z1-1

Oparcie płyt na belkach żelbetowych

a) jednostronne



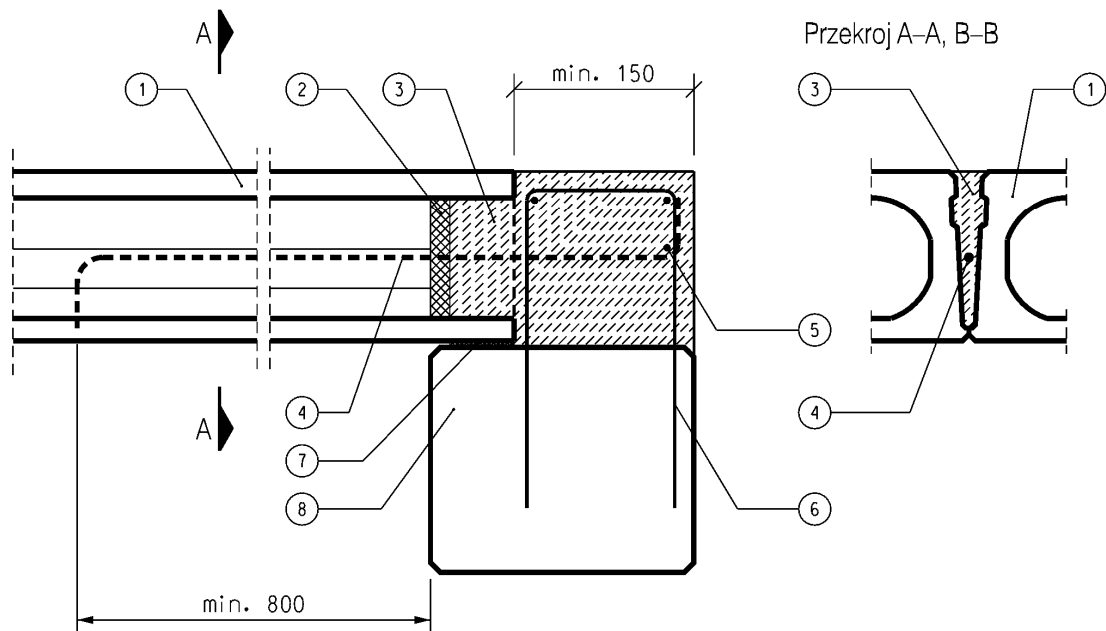
b) dwustronne



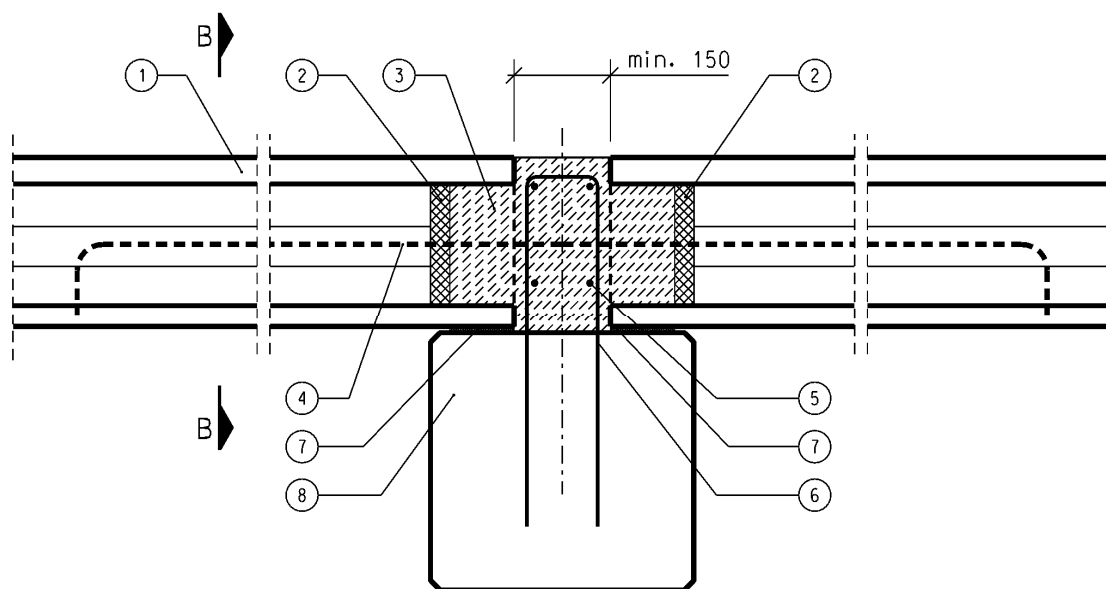
Z1-2

Oparcie płyt na belkach żelbetowych

a) jednostronne



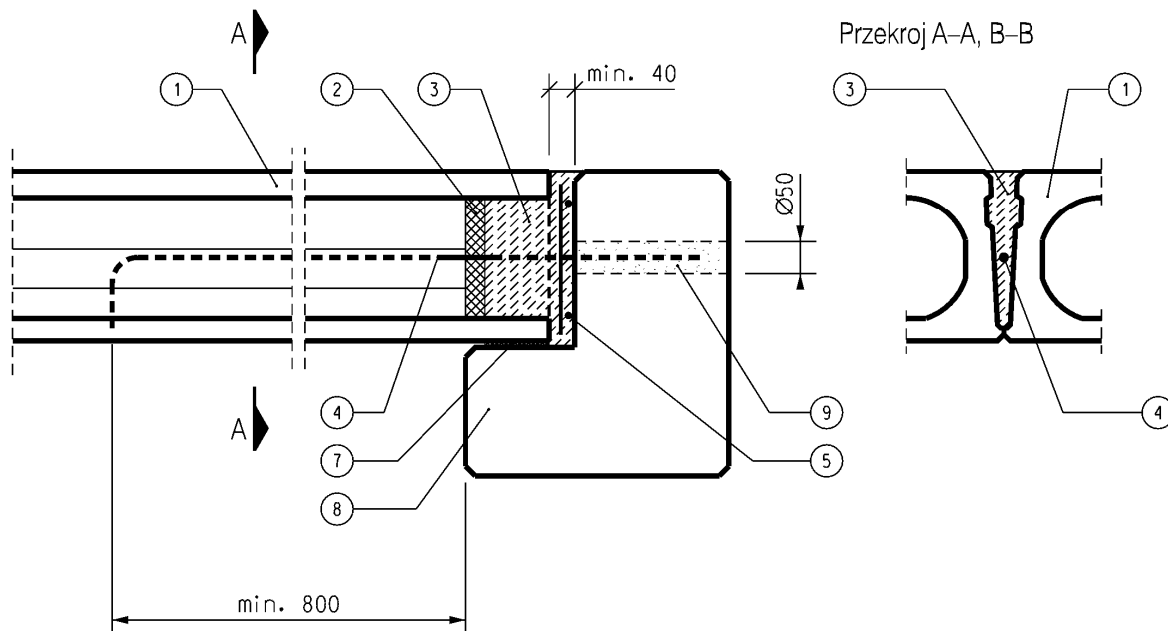
b) dwustronne



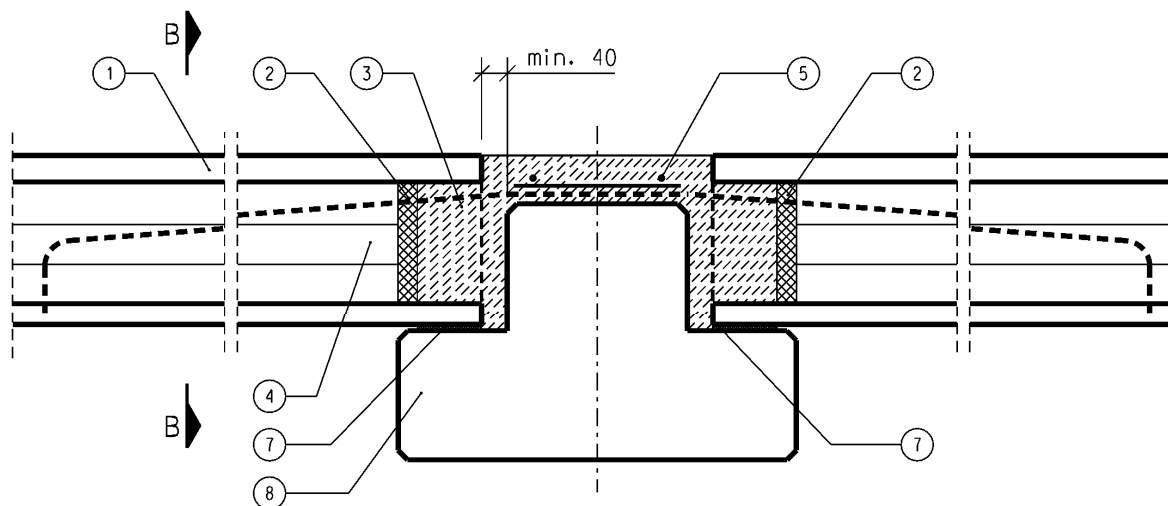
Z1-3

Oparcie płyt na belkach żelbetowych

a) belka typu "L"

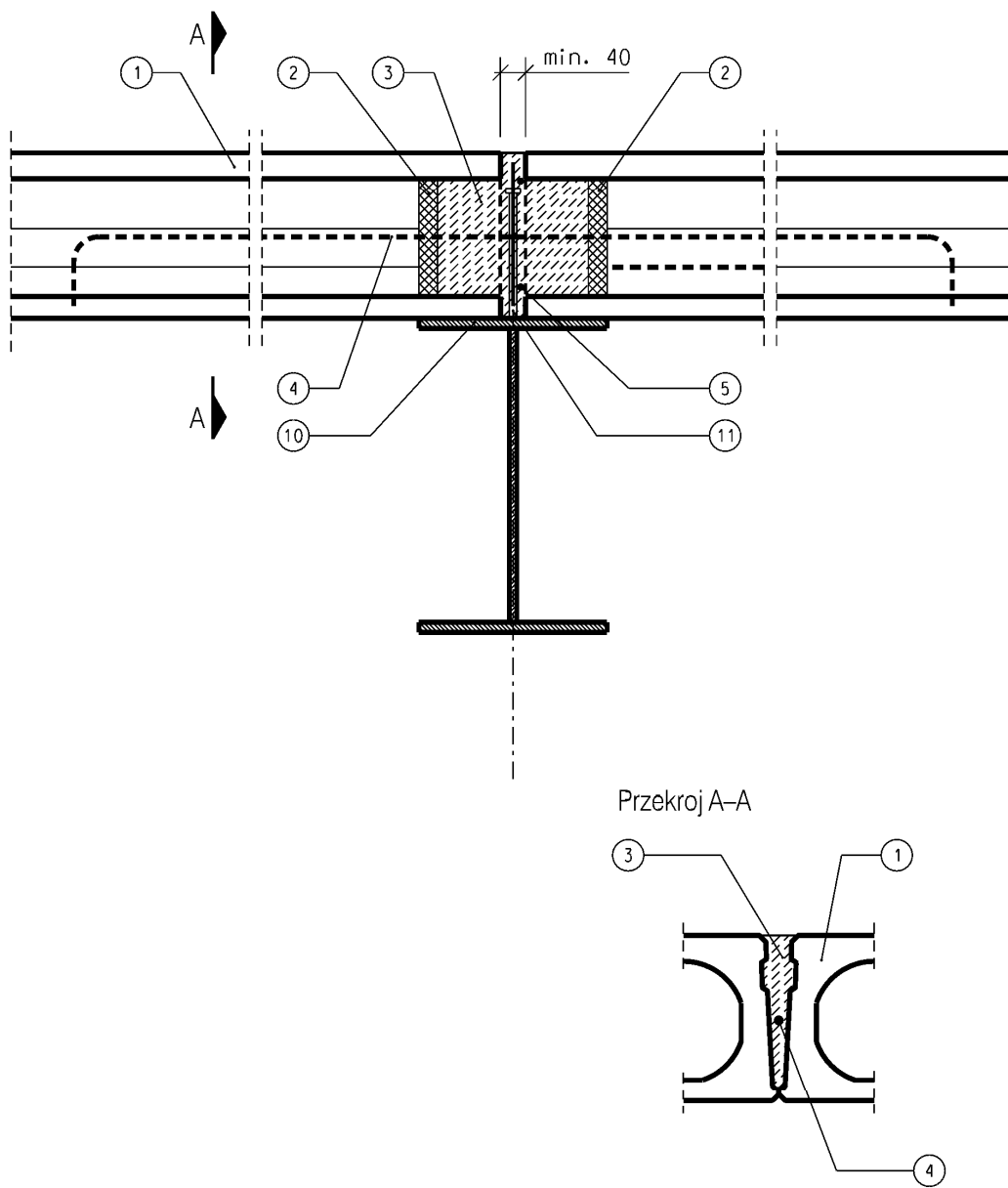


b) belka typu "T"



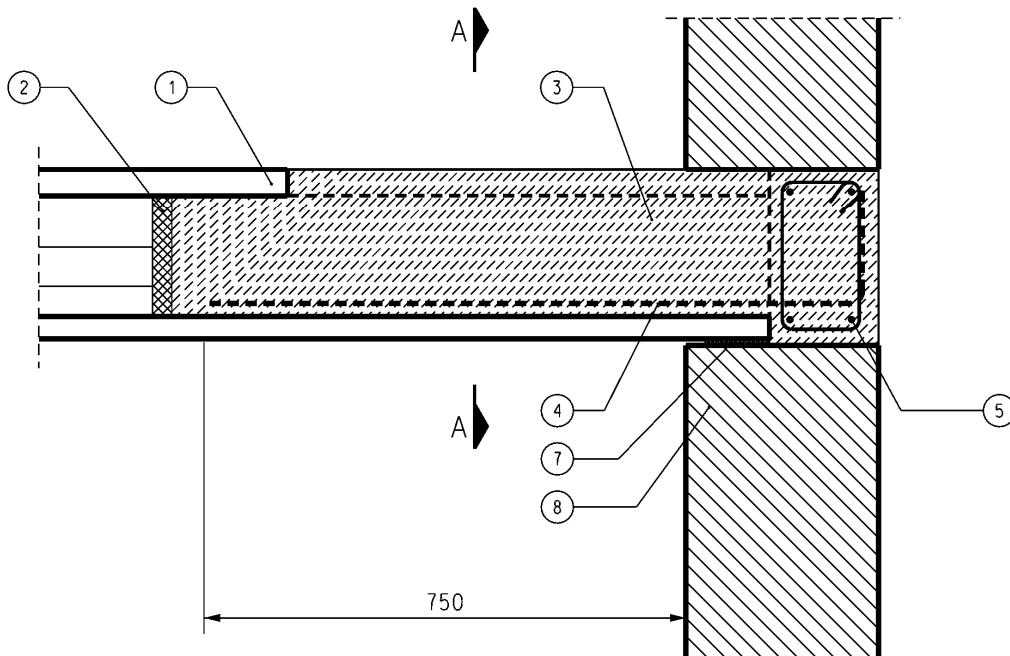
Z1-4

Oparcie płyt na belkach stalowych

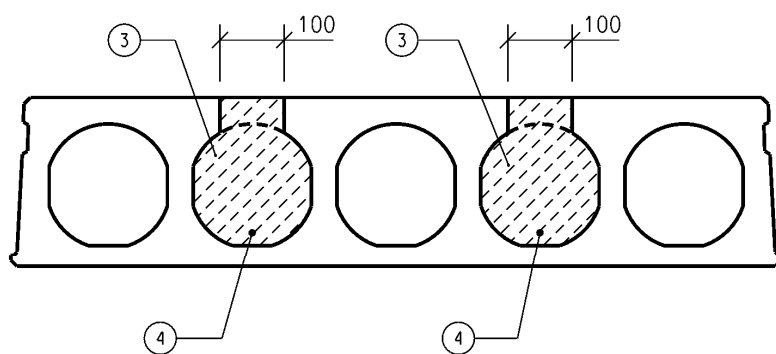


Z1-5

Oparcie płyt na murach

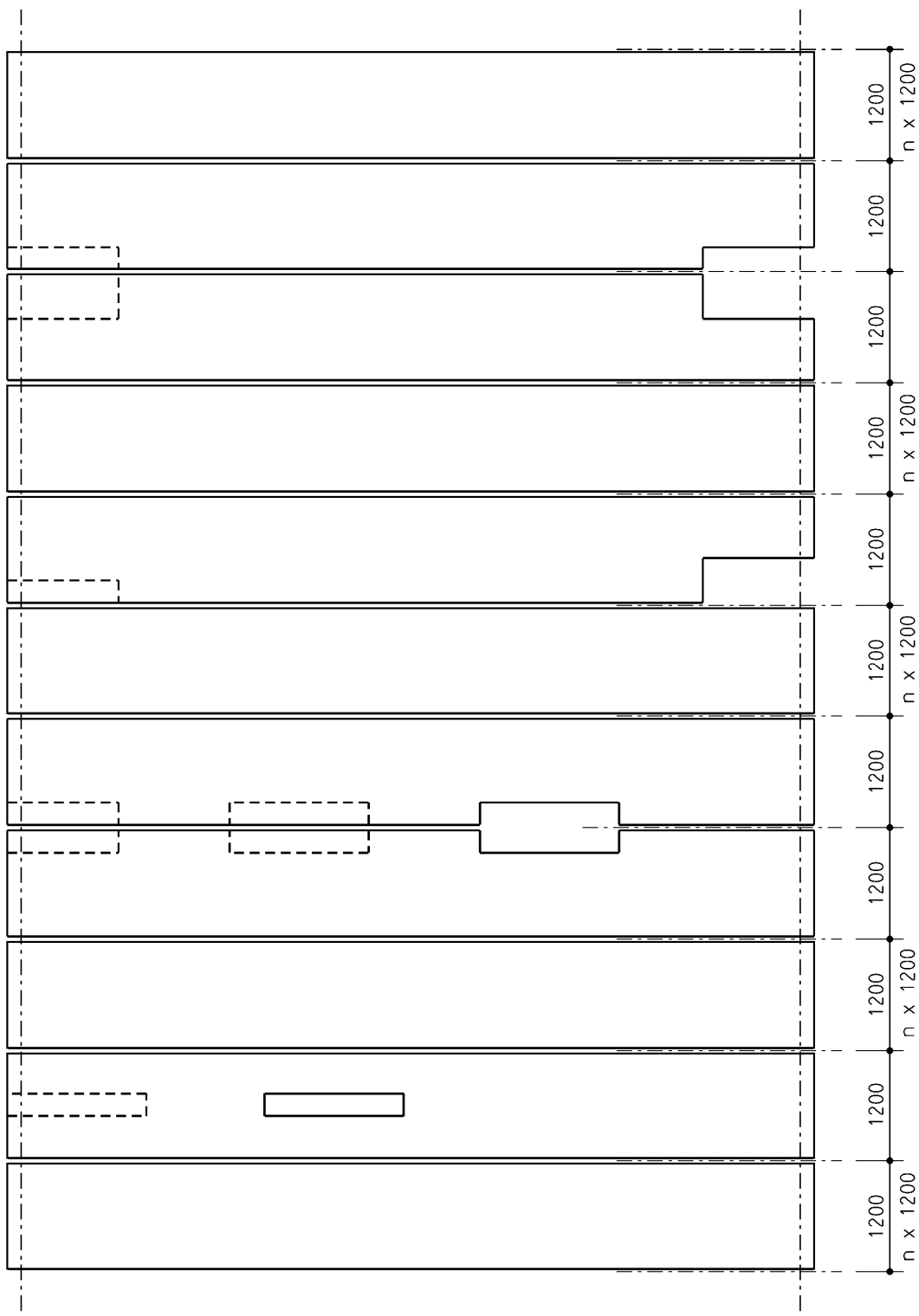


Przekroj A-A



Z1-7

Plan rozmieszczenia płyt (przykład)



Załącznik Z2 – Rozwiązania typowe w budynkach wielkopłytowych

Na zamieszczonych dalej arkuszach przedstawiono przykłady rozwiązań konstrukcyjnych stropów z płyt HC wykorzystywanych w budynkach ze ścianami prefabrykowanymi z betonu zwykłego lub lekkiego (keramzytobetonu). Rysunki zostały opracowane na przykładzie płyt HC200. Analogicznie rozwiązać można węzły i połączenia w stropach z płyt HC160. Inne płyty z zestawu płyt HC rzadko wykorzystuje się w budynkach mieszkalnych.

WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW:

- Z2-1:** oparcie płyty na ścianie zewnętrznej
- Z2-2:** oparcie płyty na ścianie wewnętrznej
- Z2-3:** wieńiec boczny i połączenie płyty z wieńcem bocznym
- Z2-4:** oparcie płyty na ścianie wewnętrznej ze wzmocnieniem stref przypodporowych
- Z2-5:** detal połączenia stropu z rdzeniem ścianki kolankowej
- Z2-6:** połączenie z boczną płytą balkonową
- Z2-7:** połączenie z płytą balkonową od czoła

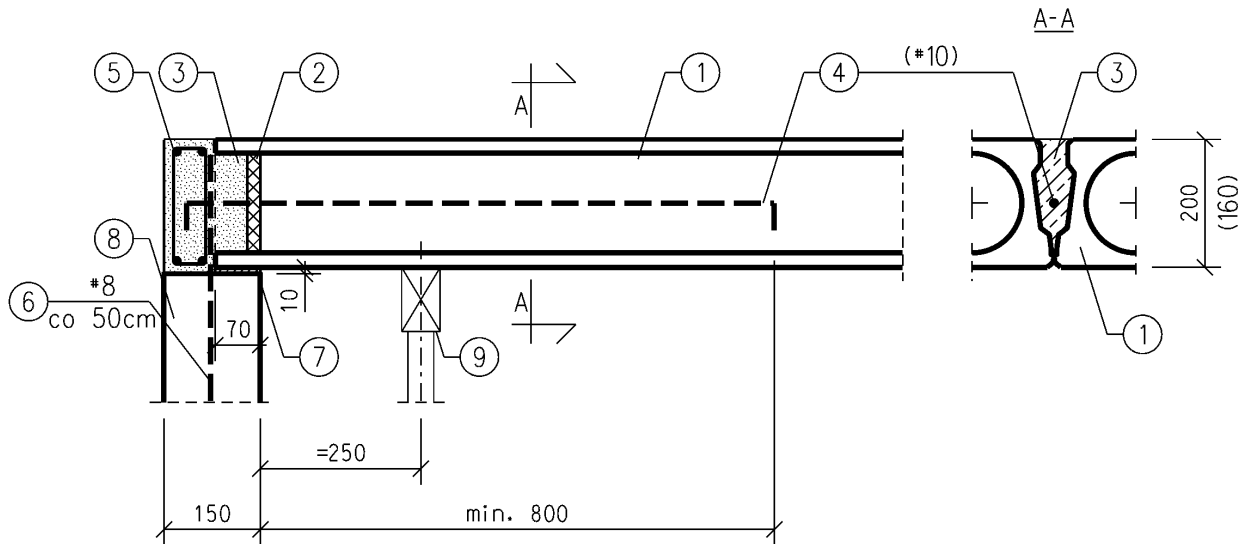
LEGENDA DO ZAŁĄCZNIKÓW Z2-1 DO Z2-7:

- 1 - PREFABRYKOWANA PŁYTA HC
- 2 - ZAMKNIĘCIE KANAŁU
- 3 - BETON WYPEŁNIAJĄCY KLASY C20/25
- 4 - ZBROJENIE ZESPALAJĄCE (KOTWIĄCE) PŁYTY Z KONSTRUKCJĄ NOŚNĄ
- 5 - ZBROJENIE WIEŃCA
- 6 - ZBROJENIE W ŚCIANIE Z WIEŃCEM Z WIEŃCEM (Ø8 CO 50 CM)
- 7 - WARSTWA ZAPRAWY CEMENTOWEJ MIN. 10 MM (KL. MIN 3 MPA)
- 8 - ŚCIANA PREFABRYKOWANA Z KERAMZYTObETONU
- 8.1 – ŚCIANA KERAMZYTObETONOWA Z SZALOWANIEM WIEŃCA
- 9 - PODPORA MONTAŻOWA

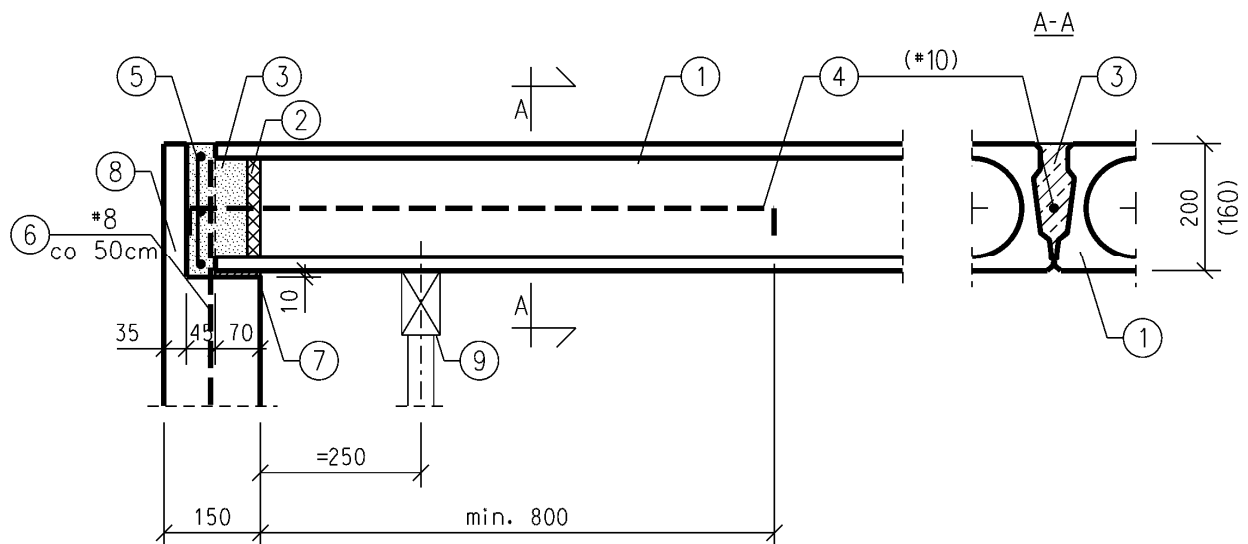
Z2-1

Oparcie płyt na ścianie zewnętrznej

OPARCIE PŁYTY NA ŚCIANIE ZEWNĘTRZNEJ



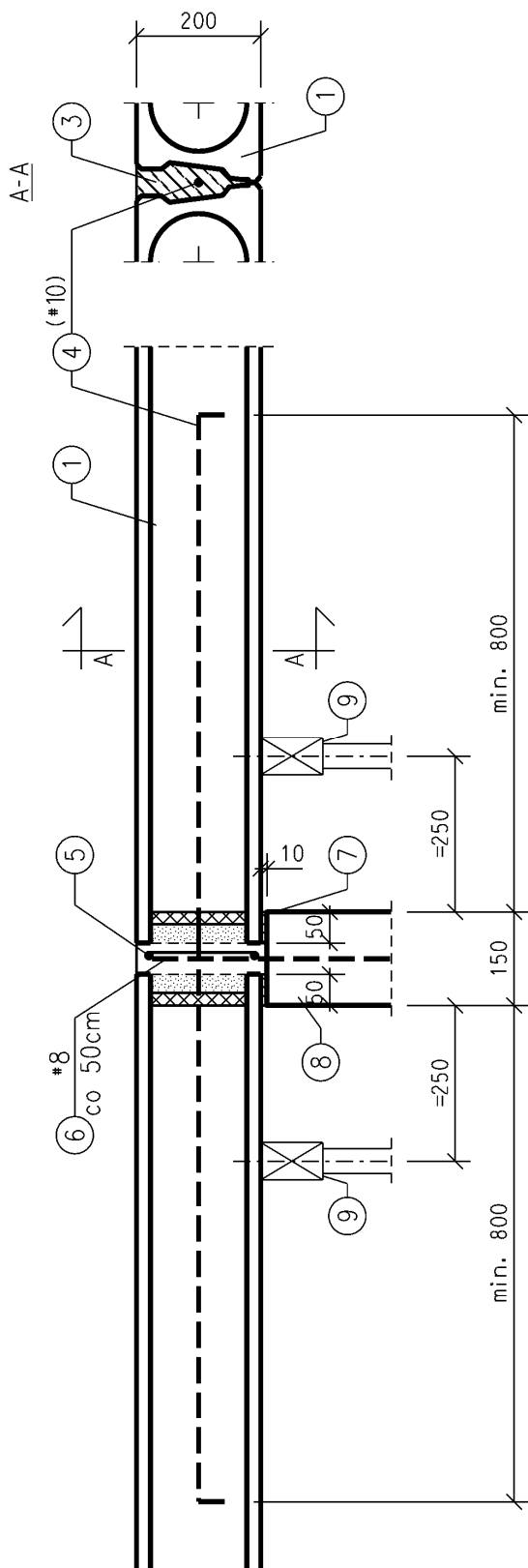
OPARCIE PŁYTY NA ŚCIANIE Z SZALUNKIEM WIENCA



Z2-2

Oparcie płyt na ścianie wewnętrznej

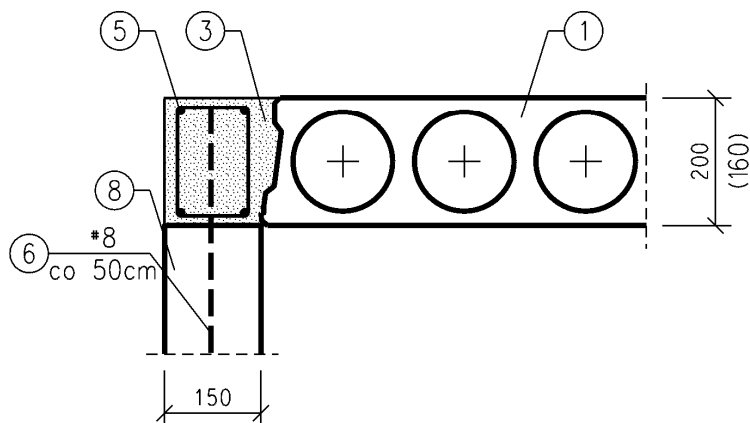
OPARCIE PŁYT NA ŚCIANIE WEWNĘTRZNEJ



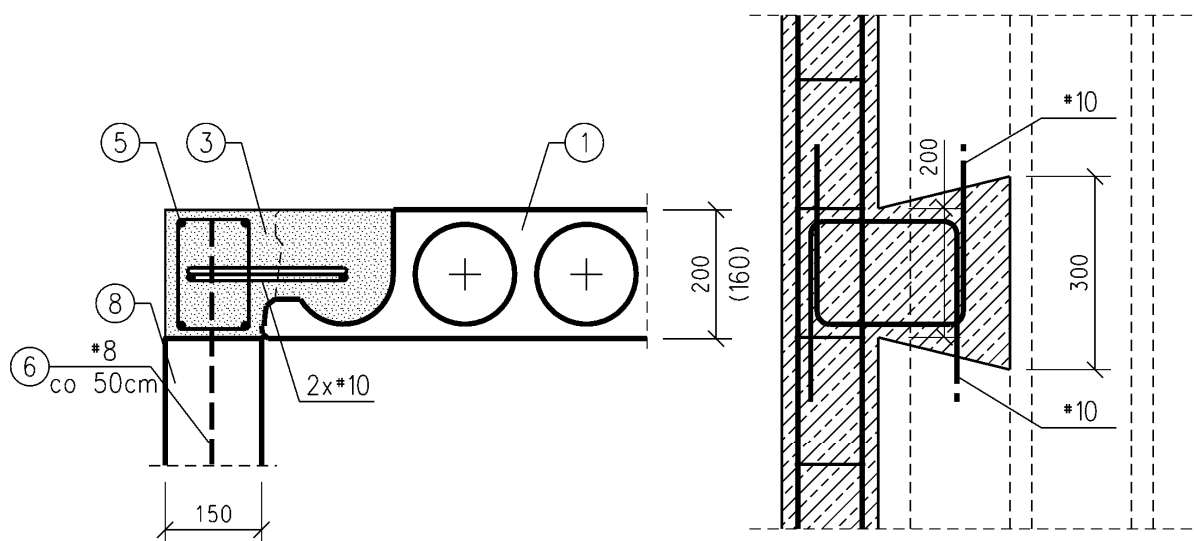
Z2-3

Połączenie z bocznym wieńcem

WIENIEC BOCZNY PŁYTY (Płyty o dł. L do 6 m)



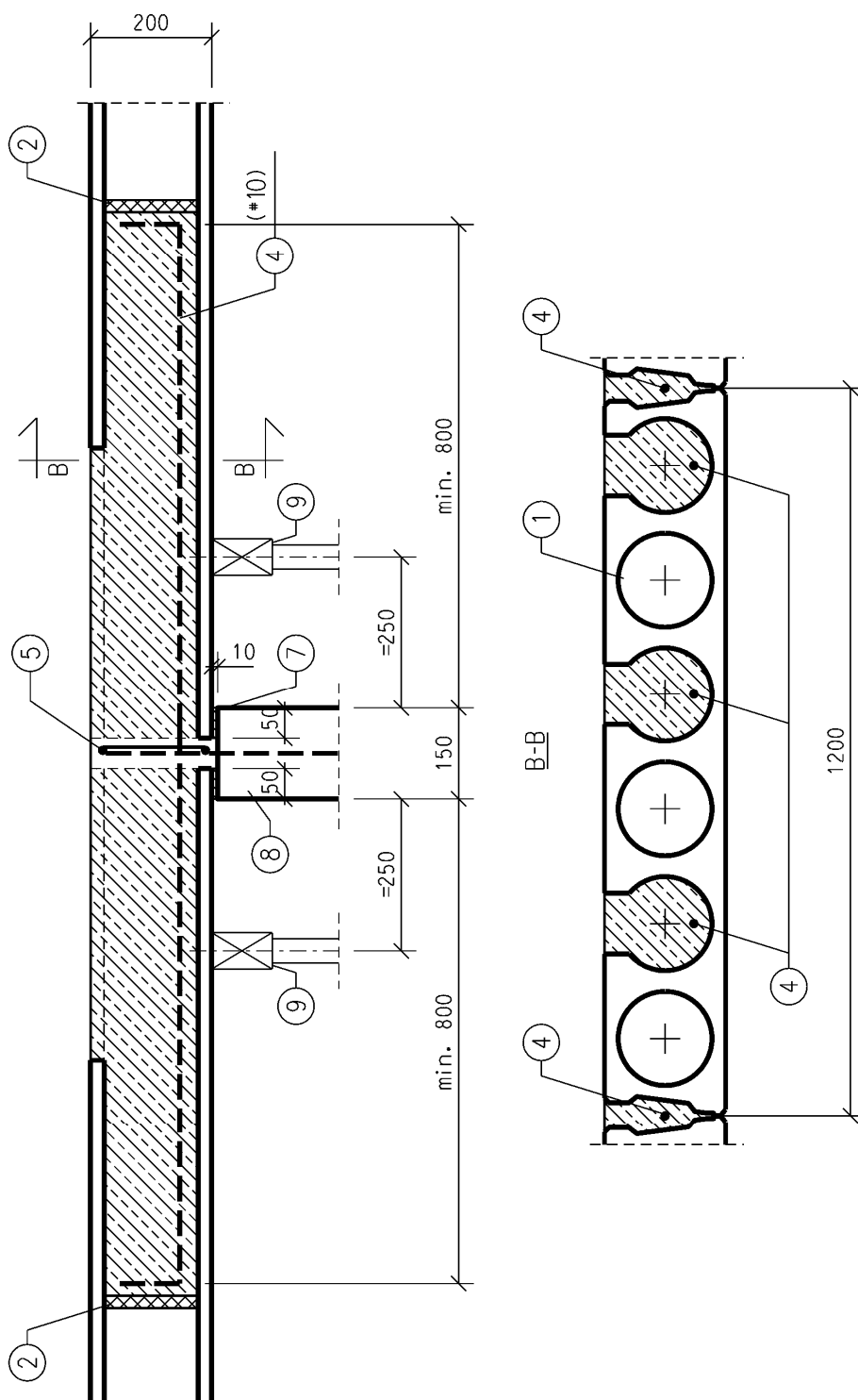
POŁĄCZENIE BOCZNE PŁYTY Z WIĘNCEM



Z2-4

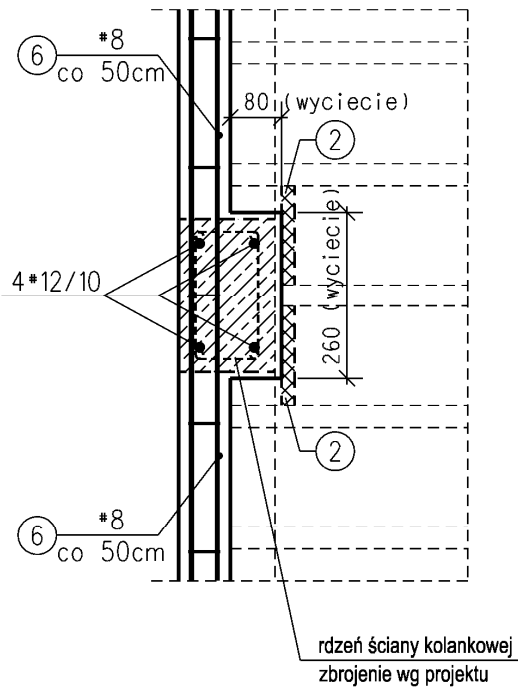
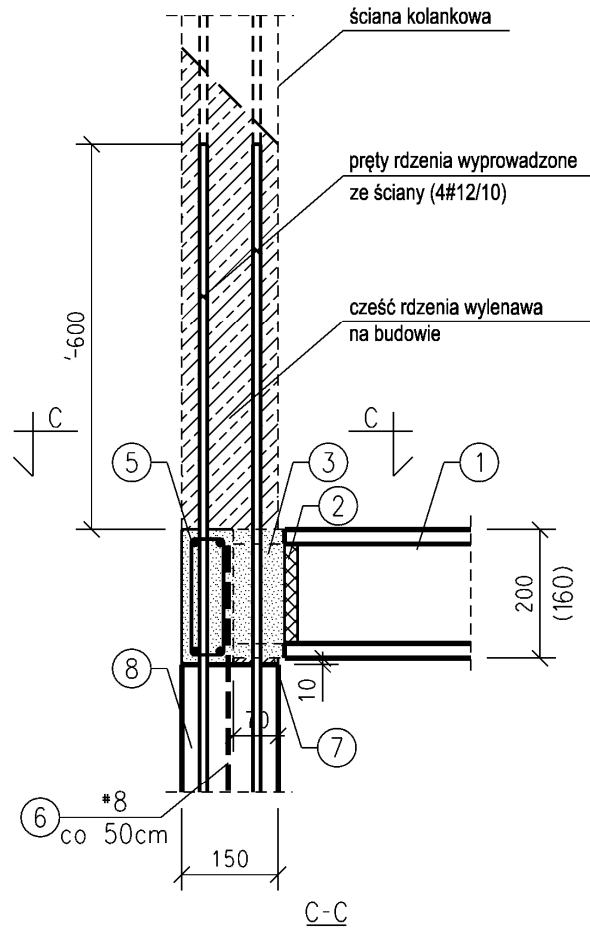
Oparcie płyt na belkach żelbetowych

PODPARCIE PŁYT NA ŚCIANIE WEWNĘTRZNEJ
(Dodatkowe dozbrojenie stęfy przypodporowej)
 P^3 tyły o d^3 . $L > 6,0m$



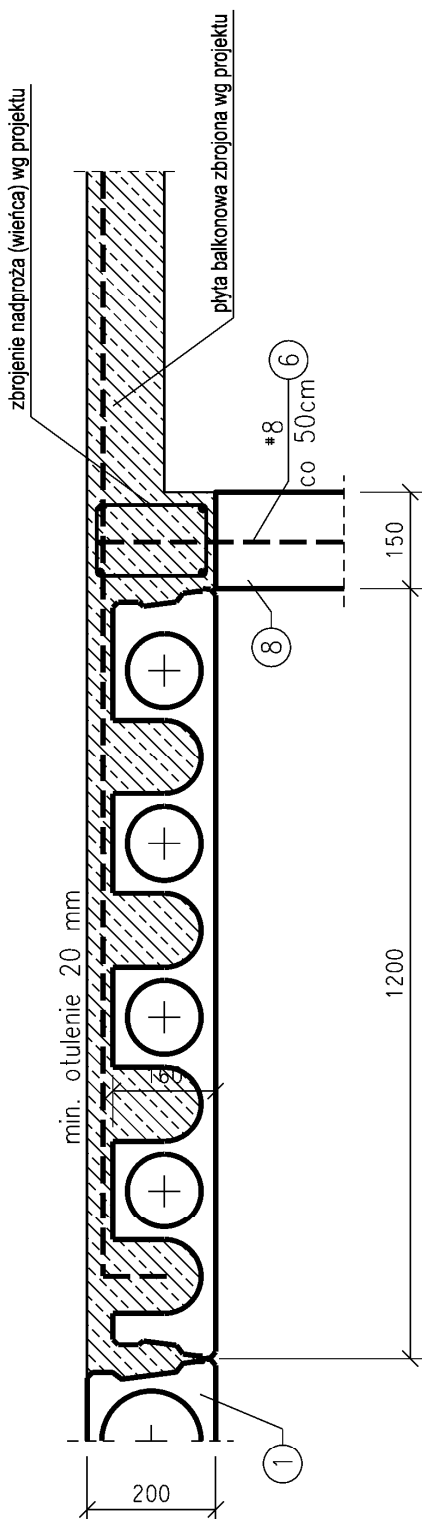
Z2-5

Wzmocnienie ściany kolankowej rdzeniem



Z2-6

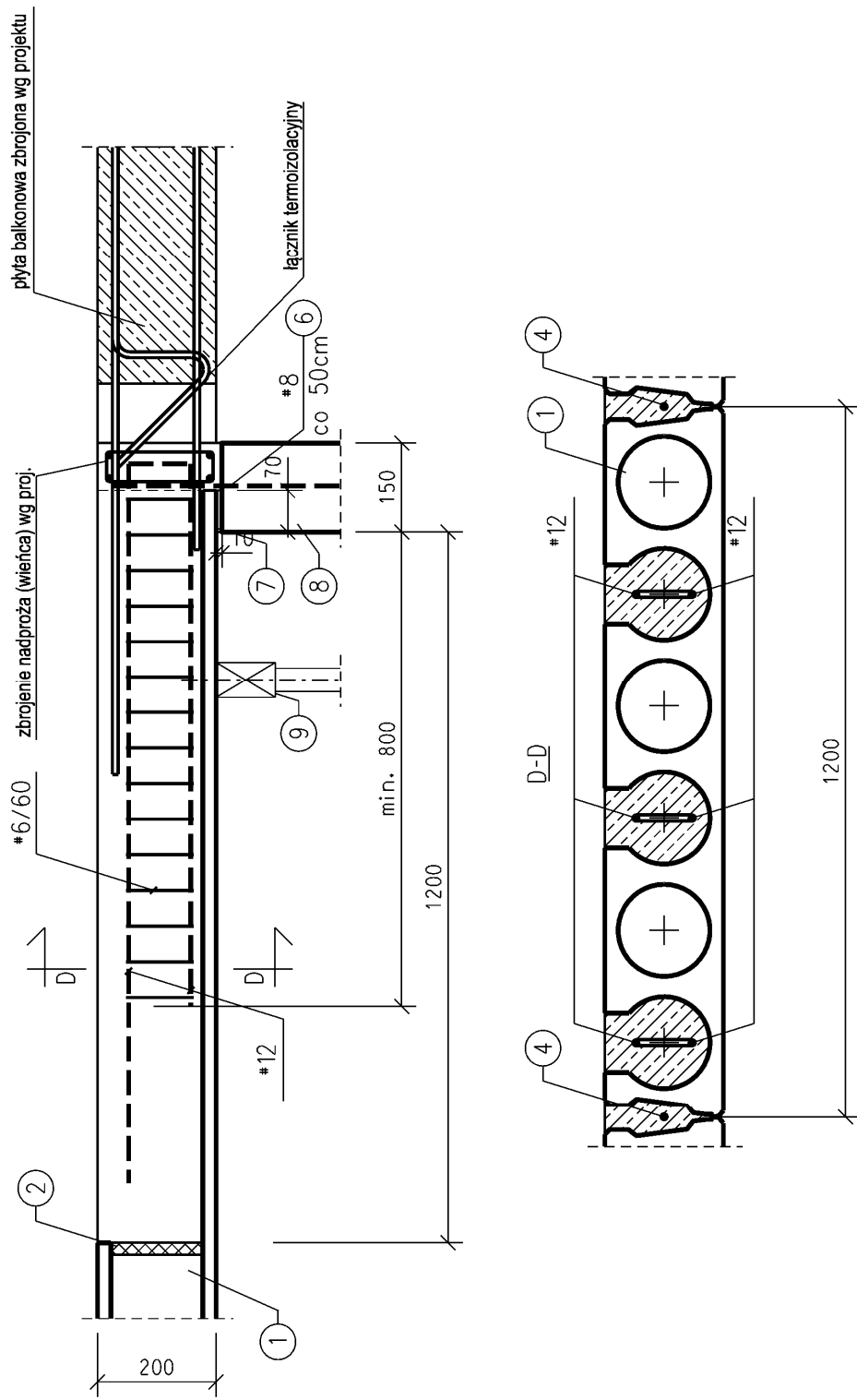
Połączenie z płytą balkonową

POŁĄCZENIE Z PŁYTĄ BALKONOWĄ
wersja nr 1

Z2-7

Połączenie z płytą balkonową

POŁĄCZENIE Z PŁYTĄ BALKONOWĄ
wersja nr 2





FABUD Wytwórnia Konstrukcji Betonowych S.A.

ul. Wyzwolenia 2
41-103 Siemianowice Śląskie

Centrala
32 / 220 13 31 lub 59

Sekretariat
info@fabudwkb.com.pl
32 / 220 13 24 lub 27
fax: 032 / 228 14 63
fax: 032 / 765 22 66

Dział Handlowy
oferty@fabudwkb.com.pl
32 / 220 13 31 lub 59 i wew. 694

www.fabudwkb.com.pl