Konińska Wytwórnia Prefabrykatów
Kon-Bet Sp. z o.o.

KON-BET Sp. z o.o.

PORADNIK PROJEKTANTA

WYTYCZNE OBLICZANIA I KONSTRUOWANIA STROPÓW Z PŁYT KS

WYTYCZNE OBLICZANIA I KONSTRUOWANIA STROPÓW Z PŁYT KS

PORADNIK PROJEKTANTA

Na podstawie opracowania
Biura Konstrukcyjnego „Steelco"
mgr inż. Grzegorz Troszczyński
ul. Kwidzyńska 5, 51-415 Wrocław

Konin 2009 r.

Spis treści

0. PODSTAWA WYKONANIA DOKUMENTACJI 5

0.1. Podstawa formalna i klauzule 5

0.2. Podstawa merytoryczna 5

1. CHARAKTERYSTYKA STRUNOBETONOWYCH PŁYT STROPOWYCH KS 6

1.1. Ogólny opis płyt KS 6
1.1.1. Cechy geometryczne płyt KS 6
1.1.2. Materiały 8

1.2. Obszary stosowania płyt KS 8
1.2.1. Przeznaczenie płyt KS 8
1.2.2. Trwałość eksploatacyjna stropów z płyt KS 9
1.2.3. Trwałość stropów z płyt KS w warunkach pożaru 9

1.3. Asortyment podstawowych płyt KS 9
1.3.1. Warianty zbrojenia płyt KS150 9
1.3.2. Warianty zbrojenia płyt KS200 10
1.3.3. Warianty zbrojenia płyt KS265 11
1.3.4. Warianty zbrojenia płyt KS320 12

1.4. Możliwości docinania i perforowania płyt KS 14
1.4.1. Ogólne wytyczne 14
1.4.2. Otwory w płytach KS 18
1.4.3. Wycięcia przypodporowe w płytach KS 19
1.4.4. Wycięcia przęsłowe w płytach KS 19
1.4.5. Płyty o złożonej perforacji 19
1.4.6. Zwężone pasma płyt 20
1.4.7. Płyty docinane skośnie 23

1.5. Dane techniczne płyt i stropów z płyt KS 24

1.6. Wielkości statyczne i geometryczne płyt KS 26

2. NOŚNOŚĆ PŁYT KS POD OBCIĄŻENIEM RÓWNOMIERNYM 29

2.1. Obliczenia statyczne 29

2.2. Nośność płyt podstawowych 29
2.2.1. Sprawdzanie nośności płyt KS 29
2.2.2. Tabele nośności płyt KS150 30
2.2.3. Tabele nośności płyt KS200 38
2.2.4. Tabele nośności płyt KS265 49
2.2.5. Tabele nośności płyt KS320 57

2.3. Nośność płyt perforowanych 75
2.3.1. Podstawowe informacje 75
2.3.2. Współczynniki korekcyjne 75
2.3.3. Płyty z wycięciami przypodporowymi 76
2.3.4. Płyty z wycięciami przęsłowymi 77

2.4. Nośność płyt docinanych 78
2.4.1. Płyty docinane wzdłużnie 78
2.4.2. Płyty docinane skośnie 78

3. NOŚNOŚĆ PŁYT KS OBCIĄŻONYCH NIERÓWNOMIERNIE 79

3.1. Ogólne wytyczne 79
3.1.1. Podstawowe informacje 79
3.1.2. Nośność cięgien sprężających 79
3.1.3. Zakres obliczeń statycznych 80

3.2. Nośność płyt podstawowych 82
3.2.1. Sprawdzanie nośności płyt na zginanie 82
3.2.2. Sprawdzanie nośności na ścinanie 83

3.3. Nośność płyt perforowanych 83
3.3.1. Ogólne zasady obliczeń 83
3.3.2. Ograniczenia 83
3.3.3. Płyty z wycięciami przypodporowymi 83
3.3.4. Płyty z wycięciami przęsłowymi 84

3.4. Ugięcia płyt KS 84

4. WARUNKI STOSOWANIA PŁYT KS W UKŁADACH ŚCIANOWYCH 85

4.1. Ogólne wytyczne 85
4.1.1. Podstawowe informacje 85
4.1.2. Zasady obliczeń statycznych płyt utwierdzonych 85
4.1.3. Czynniki generujące momenty ujemne w płytach KS 85

4.2. Warunki rysoodporności dla płyt częściowo utwierdzonych 86

4.3. Specjalne rozwiązania konstrukcyjne 87
4.3.1. Ograniczenie utwierdzenia płyt KS w ścianach 87
4.3.2. Wzmacnianie strefy przypodporowej płyt KS 88

4.4. Wytyczne dla płyt perforowanych 89

5. WSPÓŁPRACA POPRZECZNA PŁYT 90

5.1. Informacje podstawowe 90

5.2. Rozdział obciążenia skupionego 90

5.3. Rozdział obciążenia liniowego 91

6. KONSTRUOWANIE STROPÓW Z PŁYT KS 93

6.1. Ogólne wytyczne 93

6.2. Węzły podporowe stropów 93
6.2.1. Podstawowe wymagania 93
6.2.2. Wieńce stropów 94
6.2.3. Oparcie płyt KS na belkach stalowych i żelbetowych 94
6.2.4. Oparcie płyt KS na ścianach 95

6.3. Boczne zamki 95
6.3.1. Podłużne styki między płytami 95
6.3.2. Węzły boczne 95

6.4. Zestawianie płyt KS w stropach 95

7. SKŁADOWANIE, TRANSPORT I MONTAŻ PŁYT 97

7.1. Składowanie płyt w stosach 97

7.2. Wytyczne transportu płyt KS 97
7.2.1. Transport bliski 97
7.2.2. Transport daleki 97

7.3. Montaż płyt KS 98

7.4. Prace końcowe związane z wykonaniem stropów 98

0. PODSTAWA WYKONANIA DOKUMENTACJI

0.1. Podstawa formalna i klauzule

Niniejsze opracowanie zostało wykonane na podstawie umowy nr 02/2008, którą w dniu 18. listopada 2008 roku zawarli w Koninie: Konińska Wytwórnia Prefabrykatów „KON-BET" Sp. z o.o. (adres siedziby: ul. Zakładowa 7b, 62-510 Konin), jako zamawiający, oraz STEELCO Grzegorz Troszczyński (adres siedziby: ul. Kwidzyńska 5 pok.26, 51-415 Wrocław), jako jednostka projektowania.

Niniejsze opracowanie stanowi czwartą część prac projektowych, do wykonania których jednostka projektowania zobowiązała się w w/w umowie.

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 13369:2005 Wspólne wymagania dla prefabrykatów z betonu
8) PN-EN 13369:2005/AC:2005
9) PN-EN 13369:2005/A1:2006
10) PN-EN 1168:2008 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/Prestessed 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

1. CHARAKTERYSTYKA STRUNOBETONOWYCH PŁYT STROPOWYCH KS

1.1. Ogólny opis płyt KS

1.1.1. Cechy geometryczne płyt KS

Tematem tego opracowania są strunobetonowe, prefabrykowane płyty kanałowe oznaczone ogólnym symbolem KS. Płyty przeznaczone są do konstruowania stropów w budynkach o dowolnej funkcji i konstrukcji.

Na pełen asortyment strunobetonowych płyt stropowych KS składają się płyty kanałowe o nominalnej wysokości: 150 mm, 200 mm, 265 mm i 320 mm, oznaczone jako: KS150, KS200, KS265 i KS320. Szerokość modularna płyt KS jest stała, niezależnie od wysokości, i wynosi 1200 mm (nominalna szerokość jest równa: 1197 mm).

W zależności od wysokości, płyty KS posiadają odpowiednio: osiem, sześć, pięć lub cztery podłużne kanały o kolistym przekroju poprzecznym. W każdym przypadku kanały rozmieszczone są równomiernie na szerokości prefabrykatu i symetrycznie względem pionowej płaszczyzny środkowej, która jest płaszczyzną symetrii przekroju każdej z płyt. Płyty KS150 posiadają osiem kanałów o średnicy 102 mm, rozmieszczonych co 138 mm. W płytach KS200 wydrążonych jest sześć okrągłych kanałów o średnicy 152 mm, w rozstawie osiowym 187 mm. Płyty KS265 mają pięć kanałów o przekroju koła średnicy 191 mm. Osiowy rozstaw kanałów w tych płytach wynosi 225 mm. W płytach KS320 występują cztery kanały o średnicy 229 mm, rozmieszczone w rozstawie 251 mm.

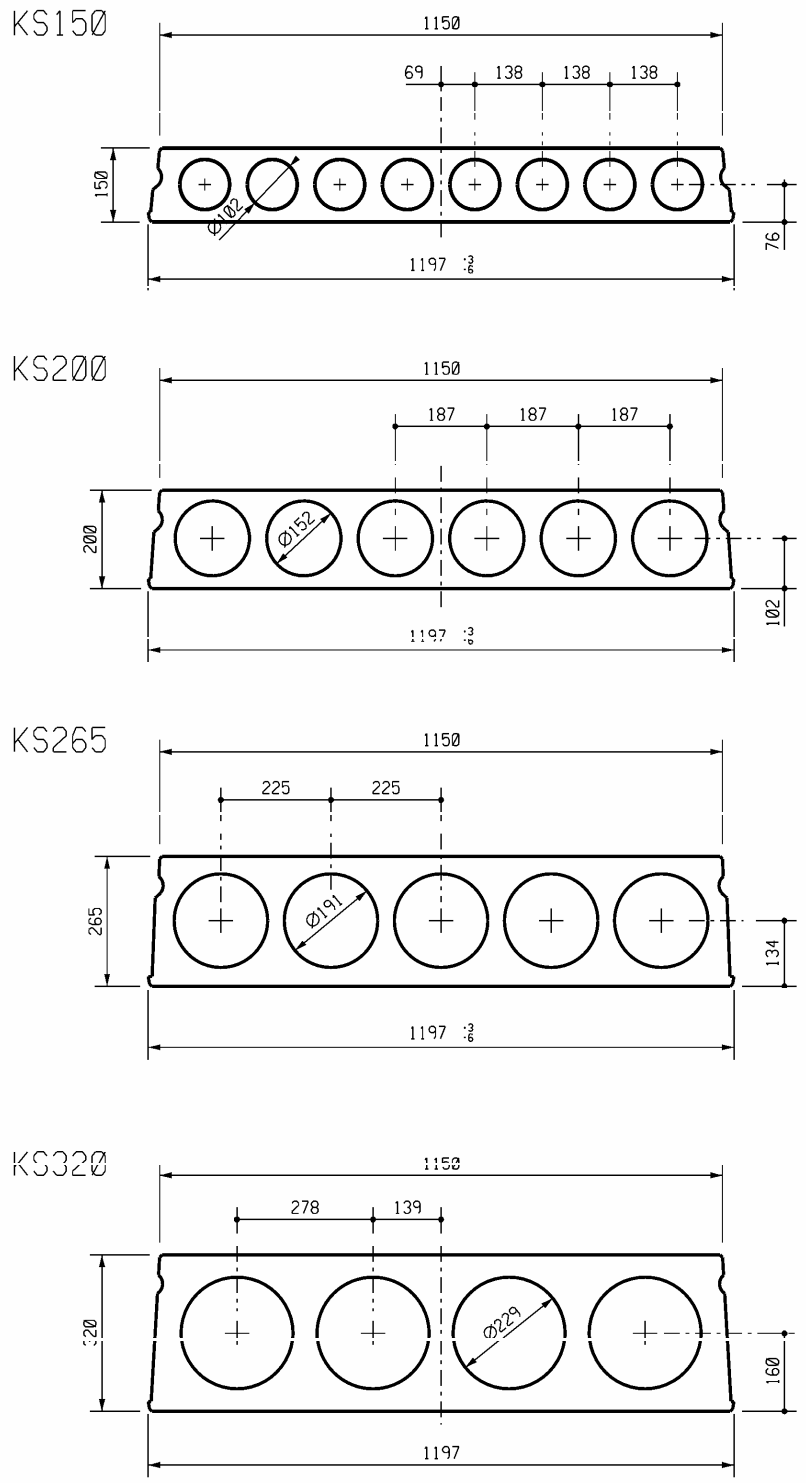
W płytach KS320 kanały umieszczone są dokładnie w połowie wysokości przekroju, w pozostałych trzech typach płyt KS kanały są nieznacznie przesunięte ku górze (rys.1.1).

Na bocznych powierzchniach płyt KS wyżłobione są podłużne wpusty o wysokości około 45 mm i głębokości 9,5 mm. Wpusty umożliwiają wzajemne zazębianie się prefabrykatów i betonu wypełniającego styki między płytami. Dzięki temu między prefabrykatami sąsiadującymi ze sobą w ustroju stropowym powstaje rodzaj zamka (dybla), zdolnego do przenoszenia sił poprzecznych, będących skutkiem nierównomiernego obciążenia stropu (rozdz.5).

Wszystkie płyty KS mają przekroje poprzeczne niezmienne na całej swojej długości (z wyjątkiem szczególnych rozwiązań, opisanych w rozdz.1.4). Ta cecha płyt KS jest wymuszona technologią, w jakiej płyty są produkowane. Płyty powstają w wytwórni w wyniku wytłoczenia „wstęgi" betonu na podłożach torów naciągowych o długości około 100 m. Ekstruder formuje wstęgę z mieszanki betonowej o konsystencji wilgotnej, wyciskając ją przez ustnik o kształcie zgodnym z kształtem przekroju formowanych płyt. Posuwając się wzdłuż toru naciągowego, urządzenie pozostawia na podłożu uformowaną wstęgę doskonale zagęszczonego betonu, która po związaniu cementu i sprężeniu jest przecinana piłami tarczowymi. W ten sposób powstają płyty stropowe, których długość jest zgodna z zapotrzebowaniem w konkretnej sytuacji projektowej. Wstęga może być ponadto docinana podłużnie i poprzecznie, w celu uzyskania płyt o szerokości mniejszej niż standardowe 1200 mm oraz płyt o planie innym niż prostokątny (rozdz.1.4). Taki sposób dzielenia wstęgi pozwala otrzymywać płyty o praktycznie dowolnej długości, z dokładnością wykonania ± 25 mm. Płyty KS150 można stosować w przedziale rozpiętości od 2,40 m do 9,00 m, płyty KS200 mogą mieć rozpiętości od 2,4 m do 10,80 m, płyty KS265 - od 4,50 m do 12,90 m, a płyty KS320 od 4,5 m do 15,0 m.

Istnieje ponadto możliwość perforowania płyt, co pozwala wyeliminować wszelkie kolizje stropów z innymi elementami konstrukcji budynku i instalacjami (rozdz.1.4).

Przekroje poprzeczne wszystkich płyt KS przedstawiono na rys.1.1.



Rys.1.1. Przekroje poprzeczne płyt KS

W dalszej części tego opracowania wprowadzony został podział płyt KS na płyty podstawowe i płyty pochodne, co ma na celu usystematyzowanie pojęć, specyficznych dla stropów ze sprężonych płyt kanałowych. Płytami podstawowymi określa się płyty prostokątne w planie, o pełnej szerokości przekroju (1200 mm), bez jakiejkolwiek perforacji, natomiast płyty, które tych warunków nie spełniają, są uważane za płyty pochodne; są one wykonane z płyt podstawowych w wyniku dodatkowych zabiegów technologicznych (pkt.1.4).

Płyty KS posiadają wyłącznie podłużne zbrojenie sprężające, wykonane z dwóch typów siedmiodrutowych splotów (pkt.1.1.2). Struny są wstępnie naciągane tak, że wywołane w nich naprężania początkowe osiągają wartość 1100 MPa (tylko w niektórych przypadkach mniejszą). Zbrojenie sprężające płyt KS150 zostało zaprojektowane w ośmiu wariantach, zbrojenie płyt KS200 w jedenastu wariantach, płyt KS265 - w ośmiu wariantach, a płyt KS320 - aż w osiemnastu wariantach, które różnią się liczbą i średnicą zastosowanych splotów, ich rozmieszczeniem w przekroju oraz grubością betonowej otuliny (rozdz.1.3). Uzyskano w ten sposób bogaty asortyment płyt, o dużym przedziale dopuszczalnych obciążeń i szerokim zakresie rozpiętości. Dzięki obfitości typów i wariantów zbrojenia stworzono system płyt, dający możliwość niemal idealnego dopasowania nośności stropu do warunków występujących w danej sytuacji projektowej (redukując niepotrzebne rezerwy nośności), a dzięki zróżnicowaniu grubości otulenia strun betonem od strony powierzchni dolnej (nie dotyczy płyt KS150), uzyskano warianty zbrojenia płyt, które spełniają podstawowe wymagania ustanowione przez normy PN-EN 1992-1-1:2004 i PN-EN 1168:2008 dla dwóch klas odporności ogniowej: R60 i R120 (por. pkt.1.2.3).

Poza zbrojeniem sprężającym w płytach KS nie występuje jakiekolwiek zbrojenie zwykłe, jak strzemiona lub pręty rozdzielcze, ani pręty, które mogłyby służyć do zespolenia płyt z innymi elementami wchodzącymi w skład konstrukcji nośnej budynku. Z tego powodu konieczne jest stosowanie specjalnych rozwiązań konstrukcyjnych w węzłach podporowych płyt i innych miejscach, w których płyty wymagają połączenia z konstrukcją budynku (rozdz.6).

Płyty nie mają także wbudowanych na stałe żadnych uchwytów transportowych. Z powodu braku tych uchwytów, koniecznym się staje stosowanie specjalnych urządzeń służących do transportu bliskiego (rozdz.7).

1.1.2. Materiały

Wszystkie płyty KS produkowane są z betonu zwykłego klasy B60 (C50/60), wytwarzanego zgodnie z normą PN-EN 206-1:2003. Do produkcji mieszanki betonowej wykorzystywane są wyłącznie kruszywa mineralne o maksymalnym uziarnieniu 16 mm (w niektórych wariantach - do 11 mm). Jako spoiwo stosowany jest cement portlandzki CEM II 52,5 R.

Do sprężania płyt KS używane są siedmiodrutowe sploty, wykonane z gładkich drutów ze stali Y1860. Sploty mają średnicę ∅9,3 mm (struktura splotu: 1∅3,3+6∅3 mm) oraz ∅12,5 mm (struktura splotu: 1∅4,5+6∅4 mm). Sploty ∅9,3 mm są wykorzystywane jako zbrojenie główne tylko w płytach KS150 i KS200 oraz w płytach KS320 jako zbrojenie górne, zabezpieczające długie prefabrykaty przed złamaniem podczas podnoszenia chwytakami (por. rozdz.7). W płytach KS265 używane są wyłącznie sploty ∅12,5 mm.

1.2. Obszary stosowania płyt KS

1.2.1. Przeznaczenie płyt KS

Płyty KS przeznaczone są wyłącznie do konstruowania stropów i stropodachów. Można je stosować w budynkach o dowolnej konstrukcji nośnej (żelbetowej, stalowej, murowej) i dowolnej funkcji, pod warunkiem obciążenia stropu w sposób statyczny (obciążenie nie może zmieniać się gwałtownie, i wywoływać w płytach sił bezwładności).

Podstawowym obszarem stosowania płyty KS są budynki szkieletowe o konstrukcji żelbetowej lub stalowej, w których zapewniona jest swoboda obrotu płyt na podporach (jak w schemacie belki swobodnie podpartej). Płyty KS mogą być również stosowane w układach ścianowych, w warunkach częściowego zamocowania na podporach, pod wpływem nacisku ściany wyższej kondygnacji (zwłaszcza płyty KS150 i KS200). W takich warunkach, ze względu na dużą podatność przypodporowych stref płyt KS na gwałtowną utratę nośności na ścinanie spowodowaną zarysowaniem betonu, należy wykazać obliczeniowo, że pod wpływem ujemnego momentu utwierdzenia, zarysowanie górnej strefy przekroju przypodporowego nie nastąpi (rozdz.4). Dopuszczalne jest również zastosowanie takich rozwiązań konstrukcyjnych, które wyeliminują utwierdzenie płyt na podporach ścianowych lub zapobiegną utracie nośności na ścinanie przekrojów przypodporowych, po zarysowaniu momentem ujemnym.

Płyty można także stosować w budynkach lokalizowanych na terenach parasejsmicznych oraz posadowionych na gruntach ekspansywnych, gdzie ruchy podłoża mogą wywołać w stropach siły rozciągające. W takich warunkach, statykę budynku należy starannie przeanalizować, a w stropach zastosować specjalne, indywidualne rozwiązania konstrukcyjne, które pozwolą bezpiecznie użytkować płyty i cały obiekt.

1.2.2. Trwałość eksploatacyjna stropów z płyt KS

Trwałość stropów w warunkach normalnej eksploatacji jest pochodną ochrony materiałowo-strukturalnej, jaka została zastosowana w płytach KS. Klasa zastosowanego betonu, rodzaj i zawartość cementu w betonie, stosunek wodno-cementowy oraz grubość otuliny cięgien sprężających gwarantują bezpieczne użytkowanie płyt w okresie nie krótszym niż 50 lat, pod warunkiem doboru wariantu zbrojenia płyty oraz określenia dopuszczalnych obciążeń długotrwałych odpowiednio do warunków w jakich płyta będzie użytkowana (do klasy ekspozycji).

Wszystkie płyty KS mogą być stosowane (wbudowywane) bez jakiejkolwiek dodatkowej ochrony w tych obiektach, w których warunki środowiskowe (czynnik korozyjny), oddziaływujące bezpośrednio na płyty, odpowiadają klasom ekspozycji: X0, XC1, XC2 i XC3 (według klasyfikacji środowisk podanej w normach: PN-EN 1992-1-1:2004 i PN-B-03264:2002). Ponadto, warianty płyt KS zaprojektowane w klasie odporności ogniowej R120 (por. pkt.1.2.3) mogą być stosowane również przy klasie ekspozycji XC4, co ma związek ze zwiększoną grubością otuliny strun sprężających. Niezależnie od grubości otuliny zbrojenia, warunkiem dopuszczenia płyt KS do stosowania w klasach ekspozycji XC2, XC3 i XC4 jest ograniczenie dopuszczalnych obciążeń długotrwałych stropów, zgodnie z zasadami podanymi w rozdz.2.

Powyższe wytyczne opierają się na założeniu, że okres użytkowania płyt nie będzie przekraczał 50 lat (kategoria projektowanego okresu użytkowania wg normy PN-EN 1990:2004 nie wyższa niż 4). W przypadku, gdyby projektowany okres użytkowania płyt miał być dłuższy niż 50 lat, płyt KS nie należy stosować w klasach ekspozycji: XC2, XC3 i XC4.

Dopuszcza się użytkowanie płyt KS przy innych klasach ekspozycji niż podane wyżej, w tym w środowiskach agresywnych chemicznie, pod warunkiem zaprojektowania i wykonania na eksponowanych powierzchniach płyt, odpowiedniej ochrony powierzchniowej (trwałej i szczelnej izolacji), chroniącej beton i stal sprężającą przed szkodliwym wpływem agresywnych substancji, jakie mogłyby wnikać do betonu i wnętrza kanałów ze środowiska zewnętrznego.

1.2.3. Trwałość stropów z płyt KS w warunkach pożaru

W zgodzie z wymaganiami polskiego prawa budowlanego, płyty KS zostały zaprojektowane w dwóch klasach odporności ogniowej: REI60 i REI120.

Odporność ogniową płyt oszacowano metodą uproszczoną, poprzez porównanie dwóch wielkości geometrycznych płyt: ekwiwalentnej grubości zastępczej płyty pełnej oraz odległości osi strun od dolnej powierzchni płyty, eksponowanej podczas pożaru (otulina brutto), z wymaganiami ustanowionymi dla tych dwóch wielkości w normie PN-EN 1992-1-2:2004.

Grubość zastępczej płyty pełnej dla płyt KS150, obliczona na podstawie załącznika G normy PN-EN 1168:2008, jest wystarczająca dla zapewnienia odporności ogniowej w klasie R60. W pozostałych trzech typach płyt KS, ta grubość spełnia wymagania dla klasy odporności ogniowej co najmniej R120.

Adekwatnie do projektowanych dwóch klas odporności ogniowej, zróżnicowano położenie strun na wysokości przekroju poprzecznego tak, aby dla obydwu przypadków spełnione zostały wymagania normowe dotyczące grubości otuliny zbrojenia sprężającego (por. pkt.1.3). W wariantach zbrojenia zaprojektowanych w klasie odporności ogniowej R60, struny sprężające umieszczono w odległości osiowej (środek ciężkości zbrojenia) nie mniejszej niż 35 mm od spodu płyty, natomiast w wariantach o odporności ogniowej R120 - nie mniejszej niż 55 mm (nie dotyczy płyt KS150).

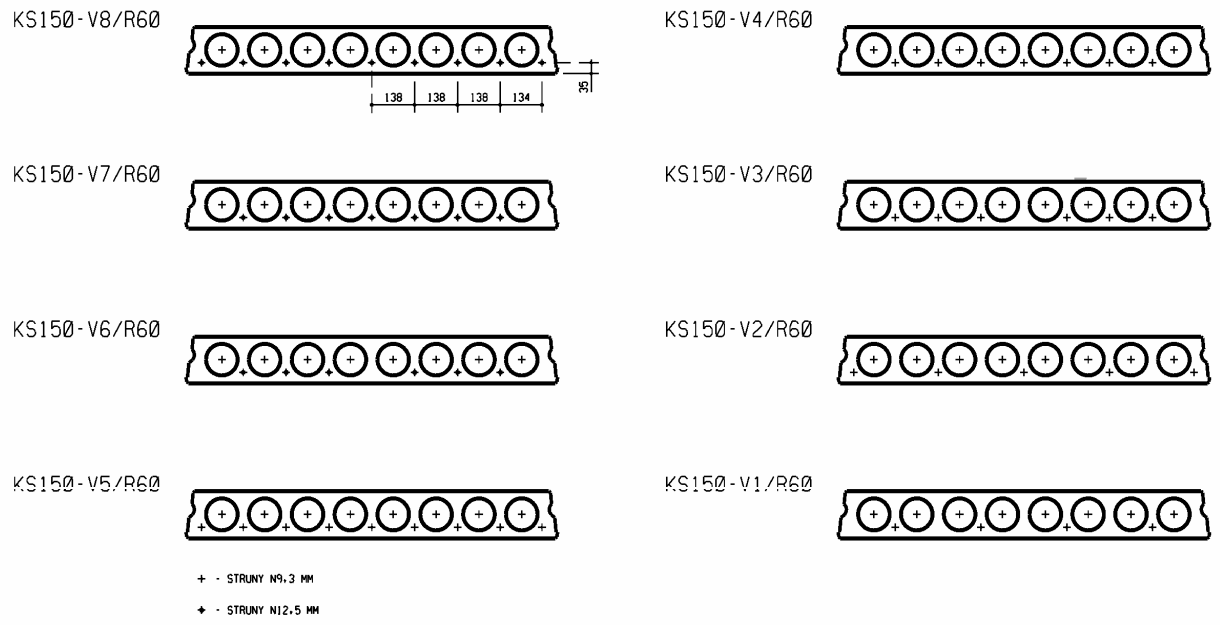
Odpowiednio do udokumentowanej odporności ogniowej, wszystkie warianty zbrojenia płyt KS zostały oznaczone dodatkowym symbolem R60 lub R120 (por. pkt.1.3).

Można ponadto przyjąć, że przy prawidłowym wypełnieniu betonem podłużnych styków między płytami (pkt.7.4), stropy skonstruowane z płyt KS będą posiadały szczelność i izolacyjność ogniową co najmniej klasy EI120.

1.3. Asortyment podstawowych płyt KS

1.3.1. Warianty zbrojenia płyt KS150

Płyty KS150 zaprojektowane zostały w ośmiu wariantach zbrojenia sprężającego, zróżnicowanych pod względem liczby i średnicy zastosowanych podłużnych cięgien sprężających oraz ich rozmieszczeniem w przekroju (rys.1.2). Poszczególne warianty zostały oznaczone symbolami od V1/R60 do V8/R60 (odpowiednio: od najsłabszego do najsilniejszego).



Rys.1.2. Warianty zbrojenia płyt KS150

W każdym wariancie zbrojenia, płyty KS150 zbrojone są wyłącznie dołem siedmiodrutowymi splotami (por. pkt.1.1.2). W wariantach od V1 do V5 zastosowano odpowiednio: 4, 5, 6, 7 i 9-splotów ∅9,3 mm, natomiast w wariantach od V6 do V8, odpowiednio: 6, 7 i 9-splotów ∅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 większości wariantów występują natomiast żebra pozbawione zbrojenia podłużnego. W każdym wariancie zbrojenia, cięgna sprężające rozmieszczone są w jednej warstwie, oddalonej od dolnej powierzchni prefabrykatu o 35 mm (osiowo).

Wszystkie warianty zbrojenia płyt KS150 posiadają odporność (nośność) ogniową klasy R60.

1.3.2. Warianty zbrojenia płyt KS200

Płyty KS200 są oferowane w dwóch klasach odporności ogniowej: R60 i R120 (pkt.1.2.3). Dla każdej z klas zaprojektowano po kilka wariantów zbrojenia, które różnią się liczbą i średnicą zastosowanych podłużnych cięgien sprężających oraz ich rozmieszczeniem w przekroju (rys.1.3). Niezależnie od odporności ogniowej, płyty KS200 zbrojone są wyłącznie dołem, cięgnami w postaci siedmiodrutowych splotów o właściwościach opisanych w pkt.1.1.2.

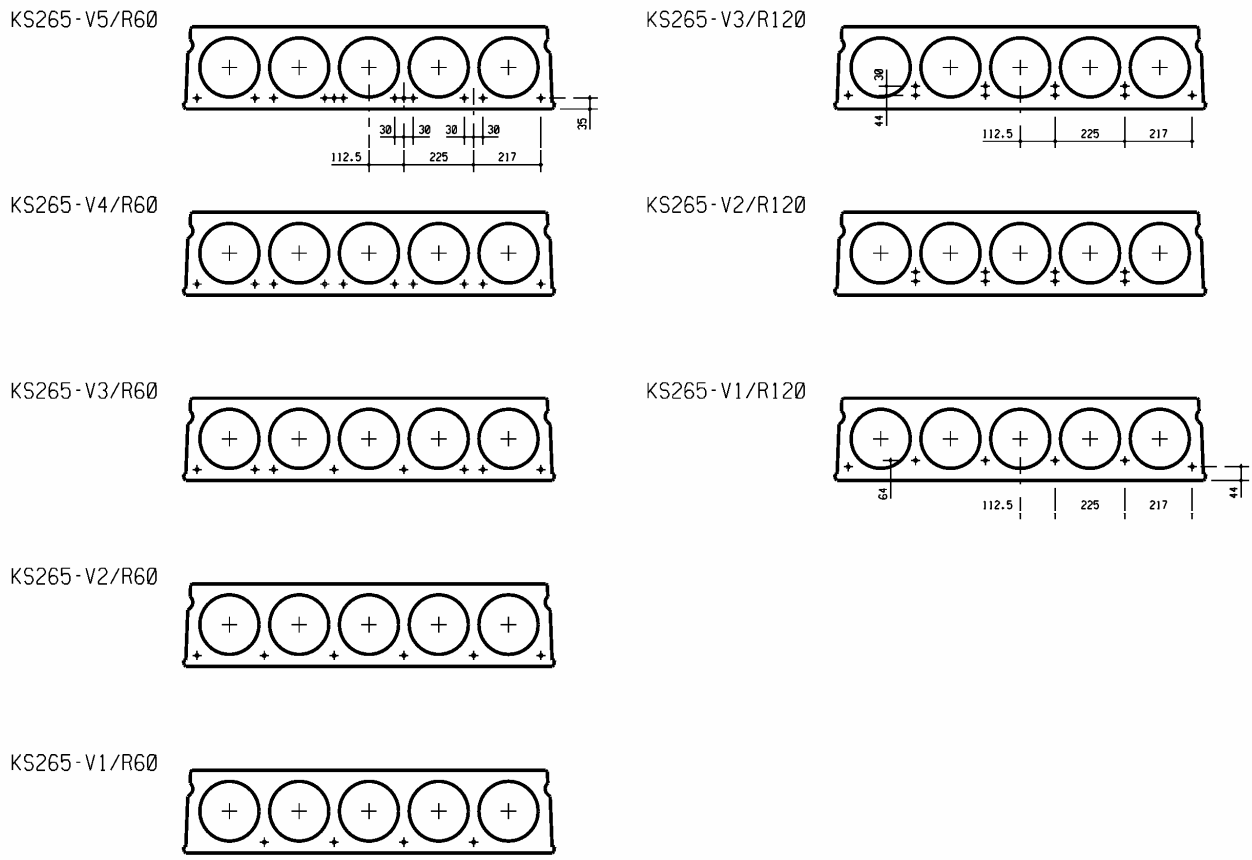
Płyty KS200 o odporności ogniowej R60 zaprojektowano w siedmiu wariantach zbrojenia sprężającego, które oznaczono symbolami od V1/R60 do V7/R60 (odpowiednio: od najsłabszego do najsilniejszego). W wariantach od V1/R60 do V3/R60 zastosowano odpowiednio: 4, 5 i 6-cięgien ∅9,3 mm, a w wariantach od V4/R60 do V7/R60, odpowiednio: 4, 5, 6 i 7-cięgien ∅12,5 mm. Na szerokości przekroju poprzecznego, cięgna zostały umieszczone dokładnie w środkowych płaszczyznach poszczególnych żeber płyt (z wyjątkiem żeber zewnętrznych), w taki sposób, że w żadnym z wariantów nie występuje więcej niż jedno cięgno w obrębie jednego żebra; w większości wariantów występują natomiast żebra pozbawione zbrojenia podłużnego. W każdym wariancie zbrojenia w klasie odporności ogniowej R60, cięgna sprężające rozmieszczone są w jednej warstwie, położonej w odległości nominalnej 35 mm od dolnej powierzchni prefabrykatu (osiowo).

Rys.1.3. Warianty zbrojenia płyt KS200

Zaprojektowano ponadto cztery warianty zbrojenia w klasie odporności ogniowej R120, oznaczone symbolami od V1/R120 do V4/R120. W poszczególnych wariantach zbrojenie sprężające stanowi odpowiednio: 4, 5, 6 oraz 7-cięgien ∅12,5 mm. Cięgna ułożone są w jednej warstwie oddalonej od powierzchni dolnej o 58 mm (osiowo), przy czym struny w żebrach skrajnych, występujące w wariantach V3/R120 i V4/R120, ulokowano w odległości osiowej 50 mm od powierzchni dolnej.

1.3.3. Warianty zbrojenia płyt KS265

Płyty KS265 oferowane są w klasach odporności ogniowej: R60 i R120 (pkt.1.2.3). W każdej z tych dwóch klas zaprojektowano po kilka wariantów zbrojenia, różniących się liczbą zastosowanych podłużnych cięgien sprężających, ich rozmieszczeniem w przekroju (rys.1.4) oraz naciągiem strun. Niezależnie od klasy odporności ogniowej, płyty KS265 zbrojone są wyłącznie dołem, cięgnami w postaci siedmiodrutowych splotów o średnicy ∅12,5 mm (por. pkt.1.1.2).



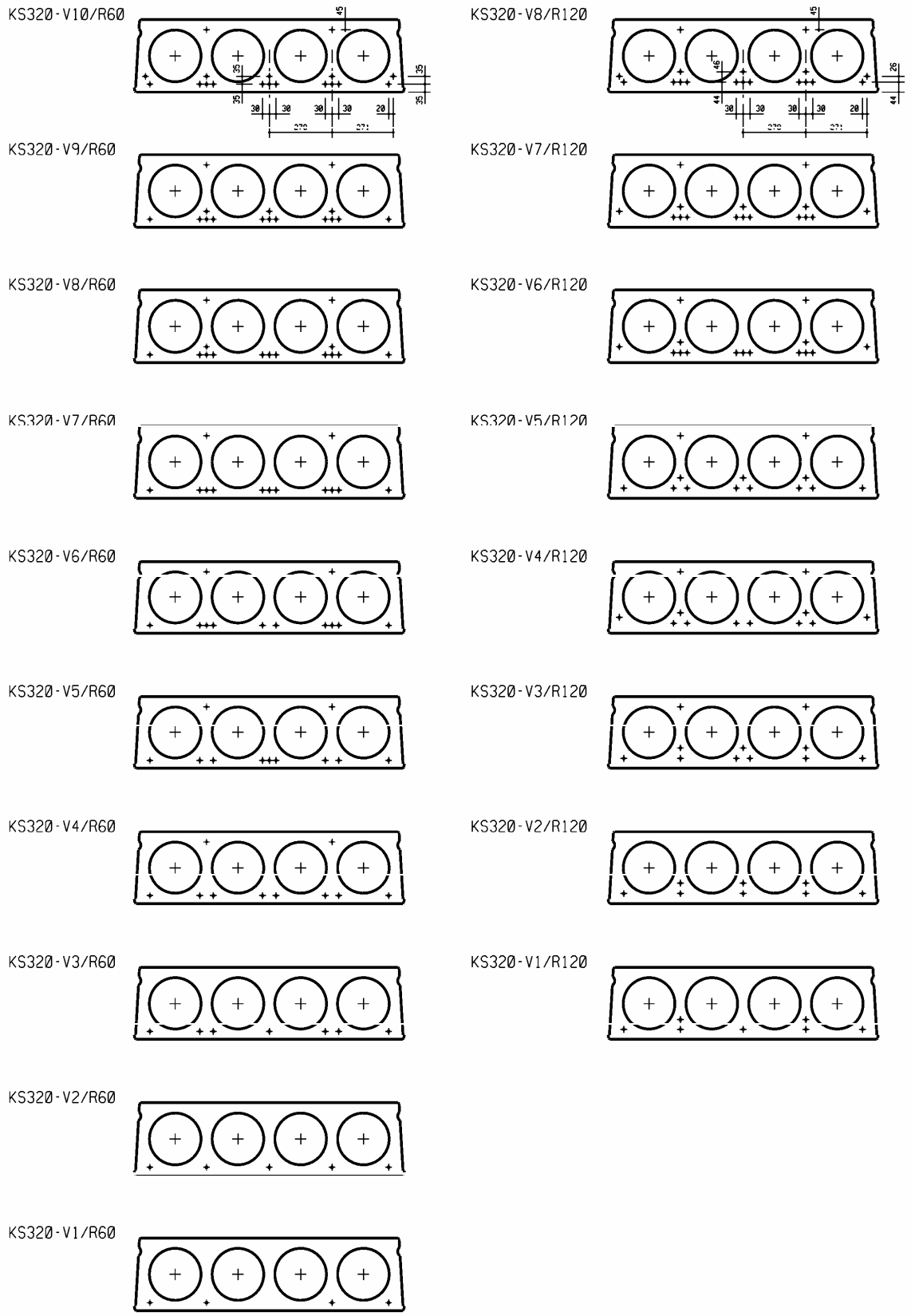
Rys.1.4. Warianty zbrojenia płyt KS265

Płyty KS265 o odporności ogniowej R60 zaprojektowane zostały w pięciu wariantach zbrojenia sprężającego, które oznaczono symbolami od V1/R60 do V5/R60 (kolejno: od najsłabszego do najsilniejszego). W kolejnych wariantach zastosowano odpowiednio: 4, 6, 8, 10 i 12-cięgien o średnicy ∅12,5 mm, które rozmieszczono pojedynczo lub w grupach liczących po 2 lub 3-cięgna, ulokowanych przy środkowych płaszczyznach poszczególnych żeber płyt. W każdym przypadku cięgna rozmieszczono w jednej warstwie, w odległości nominalnej 35 mm od dolnej powierzchni prefabrykatu (osiowo).

Płyty KS265 o odporności ogniowej R120 zaprojektowano w trzech wariantach, oznaczonych symbolami od V1/R120 do V3/R120. W poszczególnych wariantach, zbrojenie stanowi odpowiednio: 6, 8 i 10-cięgien ∅12,5 mm. W wariancie V1/R120 cięgna rozmieszczono pojedynczo, po jednym w każdym z żeber płyty - w żebrach wewnętrznych w odległości 64 mm, a w żebrach skrajnych 44 mm, od spodu płyty (osiowo). W pozostałych wariantach, w każdym z wewnętrznych żeber struny umieszczono w dwóch warstwach dokładnie w środkowych płaszczyznach żeber. Dolna warstwa strun znajduje się w odległości 44 mm, a warstwa górna - 74 mm od spodu płyty.

1.3.4. Warianty zbrojenia płyt KS320

Zbrojenie płyt KS320 skonstruowano dla dwóch klasach odporności ogniowej: R60 i R120 (pkt.1.2.3). Dla każdego przypadku zaprojektowano po kilka wariantów zbrojenia, które różnią się liczbą podłużnych cięgien sprężających, ich rozmieszczeniem w przekroju (rys.1.5) oraz siłą naciągu strun. Niezależnie od klasy odporności ogniowej, płyty KS320 zbrojone są dołem, cięgnami w postaci siedmiodrutowych splotów o średnicy ∅12,5 mm (pkt.1.1.2). Ponadto, w płytach o długości przekraczającej 13 m, oprócz zbrojenia dolnego zastosowano górne zbrojenie sprężające z dwóch strun o średnicy ∅9,3 mm, które zabezpiecza długie płyty przez złamaniem podczas podnoszenia (por. pkt.7.2.1). Nie wprowadzono przy tym dodatkowego oznaczenia wariantów ze względu na istnienie lub brak zbrojenia górnego. W ramach danego oznaczenia wariantu zbrojenia, przy rozpiętościach większych od 13,0 m zbrojenie górne występuje, a przy rozpiętościach mniejszych - nie.



Rys.1.5. Warianty zbrojenia płyt KS320

Płyty KS320 o odporności ogniowej R60 zaprojektowane zostały w dziesięciu wariantach zbrojenia sprężającego, oznaczonych symbolami od V1/R60 do V10/R60 (odpowiednio: od najsłabszego do najsilniejszego). W poszczególnych wariantach zastosowano odpowiednio: 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14 i 16-cięgien ∅12,5 mm, przy czym w wariantach V8/R60, V9/R60 i V10/R60 zbrojenie dolne zostało rozmieszczone w dwóch warstwach, a w pozostałych wariantach - w jednej. W zależności

od wariantu, na szerokości przekroju poprzecznego, cięgna zostały umieszczone pojedynczo lub skoncentrowane w grupach liczących po 2 do 4-cięgien, które umieszczono przy środkowych płaszczyznach poszczególnych żeber płyt. W każdym wariancie zbrojenia, dolna warstwa cięgien sprężających znajduje się w odległości nominalnej 35 mm od dolnej powierzchni prefabrykatu (osiowo). W wariantach V8/R60, V9/R60 i V10/R60, górna warstwa cięgien została umieszczona w odległości 70 mm od dolnej powierzchni płyty (osiowo).

W klasie odporności ogniowej R120 zaprojektowano osiem wariantów zbrojenia płyt KS320, które oznaczono symbolami od V1/R120 do V8/R120. Zastosowano odpowiednio: 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14 i 16-cięgien ∅12,5 mm. We wszystkich wariantach, zbrojenie zostało rozmieszczone w dwóch warstwach. Dolna warstwa cięgien sprężających znajduje się nominalnie w odległości 44 mm od dolnej powierzchni prefabrykatu (osiowo), a warstwa górna - w odległości nominalnej 90 mm od spodu płyt (osiowo), z wyjątkiem żeber skrajnych, w których górną warstwę strun umieszczono w odległości 70 mm od spodu płyt.

1.4. Możliwości docinania i perforowania płyt KS

1.4.1. Ogólne wytyczne

Podstawowe płyty stropowe KS są prostokątne w planie i mają stałą szerokość modularną równą 1200 mm. Ten typowy kształt planu płyt KS można dostosować do wymagań danej sytuacji projektowej, poprzez wzdłużne lub poprzeczne docinanie płyt podstawowych lub poprzez wykonanie w płycie perforacji (wycięć lub otworów). W ten sposób otrzymuje się prefabrykaty, określane jako płyty pochodne, które stanowią uzupełnienie systemu płyt stropowych KS.

Płyty pochodne są przydatne zwłaszcza w miejscach występowania wszelkich nieregularności w stropach. Do takich należą w szczególności miejsca przenikania się stropów z innymi elementami konstrukcji budynku lub jego wyposażenia. Wykonanie pionowej perforacji w płytach pozwala uniknąć kolizji w tego typu miejscach. Dzięki wycięciom lub otworom możliwe jest przeprowadzenie przez płaszczyznę stropu różnego rodzaju przewodów lub zblokowanych pionów instalacyjnych, a także ominięcie pionowych elementów konstrukcji nośnej budynku, takich jak słupy czy pilastry.

Ukośne docinanie prefabrykatów podstawowych pozwala wykonać płyty o kształcie nieprostokątnym, jak trapezowy lub rombowy, albo w kształcie innego, nieregularnego czworoboku (pkt.1.4.7). Płyty o takich kształtach ułatwiają przede wszystkim wykonanie stropów w budynkach o nieprostokątnym, kształcie rzutu kondygnacji.

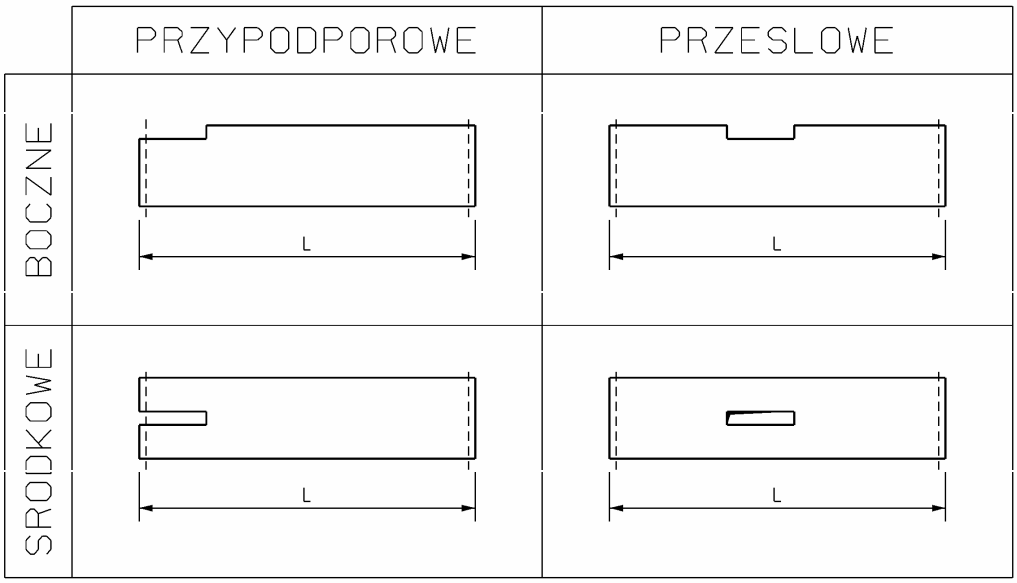
Z kolei, w wyniku podłużnego przecięcia płyty podstawowej otrzymuje się zwężone pasma płyt, których szerokość jest mniejsza niż standardowe 1200 mm. Przewidziano wykonywanie takich zwężonych płyt w dwóch wersjach: niesymetrycznej oraz symetrycznej (pkt.1.4.6). Wszelkie zwężone pasma pozwalają dopasować plan rozmieszczenia płyt do rzeczywistej długości traktów lub naw budynku.

Płyta pochodna może być wykonana z dowolnej płyty podstawowej KS, z podłużnym zbrojeniem sprężającym zgodnym z jednym z zaprojektowanych w tym systemie wariantów zbrojenia (pkt.1.3), chyba że dalej wprowadzono ograniczenie, wykluczające użycie danego wariantu zbrojenia w szczególnych przypadkach (por. tabl.1.1÷1.3). Elementów pochodnych nie można projektować w sposób dowolny. Perforację oraz podłużne i poprzeczne docinanie płyt można kształtować tylko w sposób zgodny z wytycznymi podanymi w dalszej części tego podrozdziału.

Perforację w płytach KS można wykonać na dwa sposoby: albo w postaci okrągłych lub podłużnych otworów, albo w formie prostokątnych wycięć.

Za otwór uważać należy wszelką perforację nie naruszającą struktury żeber płyty (pionowych ścianek przekroju), tj. wykonaną w półce dolnej lub/i górnej, względnie na wskroś całej płyty, lecz przez jeden z podłużnych kanałów (pkt.1.4.2). Z kolei, wycięciem określa się perforację, wykonaną w wyniku usunięcia z podstawowego prefabrykatu odcinka jednego lub kilku żeber (środników). Ze względu na miejsce występowania rozróżnia się wycięcia przypodporowe (pkt.1.4.3) oraz wycięcia przęsłowe (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 KS zilustrowano poglądowo na rys.1.6.

Otwory w płytach KS mogą być wykonywane w wytwórni lub na budowie. Jeżeli otwory będą wykonywane na budowie, powinny być wiercone mechanicznie, przy użyciu wierteł koronowych o odpowiedniej średnicy. Ze względu na niebezpieczeństwo spowodowania uszkodzeń żeber lub odłupania otuliny cięgien sprężających, przebijanie otworów w płytach KS należy prowadzić ze szczególną ostrożnością (zwłaszcza przebijanie od góry). Wycięcia w płytach KS oraz ukośne i podłużne docinanie można wykonywać wyłącznie w wytwórni (wycięcia wykonuje się w świeżym betonie na mokro, a wszelkie docinanie - w stwardniałym betonie).



Rys.1.6 Dopuszczalne rodzaje wycięć w płytach KS

Zarówno otwory, jak i wycięcia w płytach, mogą być wykonywane tylko w ściśle określonych wymiarach, które dla wszystkich płyt KS zestawiono w tabl.1.1. Z kolei nominalne szerokości zwężone pasm płyt KS zestawiono w tabl.1.2.

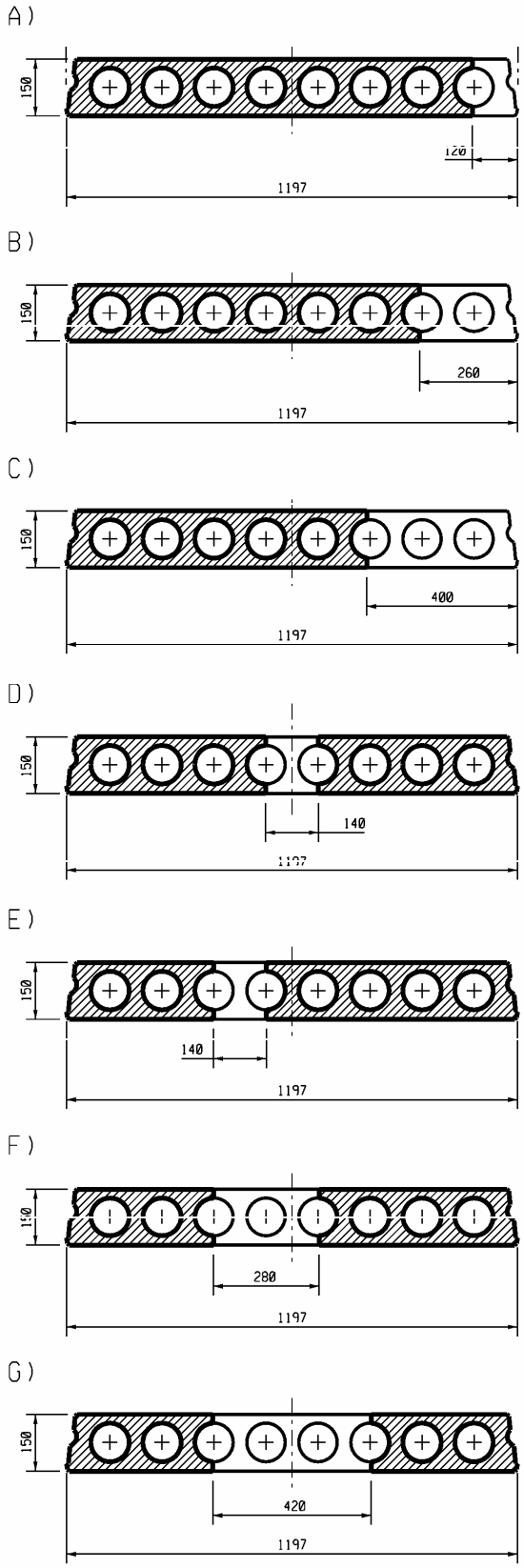
Tabl.1.1 Zestawienie dopuszczalnych szerokości wycięć oraz średnic otworów w płytach KS [mm]

Typ płyty	**Rodzaj i szerokość wycięć**											**Maksymalna średnica otworów**
	przypodporowe						przęsłowe					
	boczne			środkowe			boczne		środkowe			
KS150	120	260	400 [1)]	140	280	420 [1)]	120	260	140	280	420	75
KS200	160	350 [1)]	-	240	-	-	160	-	240	-	-	100
KS265	190	400 [1)]	-	220	-	-	190	-	220	-	-	100
KS320	250	-	-	300	-	-	250	-	300	-	-	140
[1)] - nie należy stosować w warunkach częściowego zamocowania płyt na podporach (por. rozdz.4.4)												

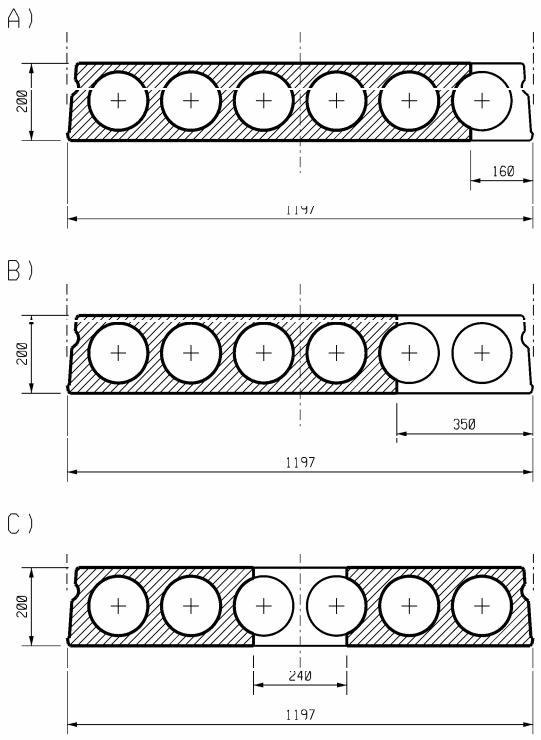
Tabl.1.2 Zestawienie nominalnych szerokości zwężonych pasm płyt KS [mm]

Typ płyty	**Nominalna szerokość pasma [1)]**											**Maksymalna korekta**
	wersja niesymetryczna						wersja symetryczna					
KS150	390	530	665	805	940	1080	275	410	550	690	965	± 30
KS200	500	690	875	1060	-	-	375	560	745	935	-	± 50
KS265	595	820	1045	-	-	-	675	900	-	-	-	± 40
KS320	735	1015	-	-	-	-	835	-	-	-	-	± 70
[1)] - rzeczywistą szerokość pasm można dostosować do indywidualnych wymagań (por. pkt.1.4.6); linię cięcia płyty podstawowej można przesunąć względem osi kanału o wartość podaną w ostatniej kolumnie												

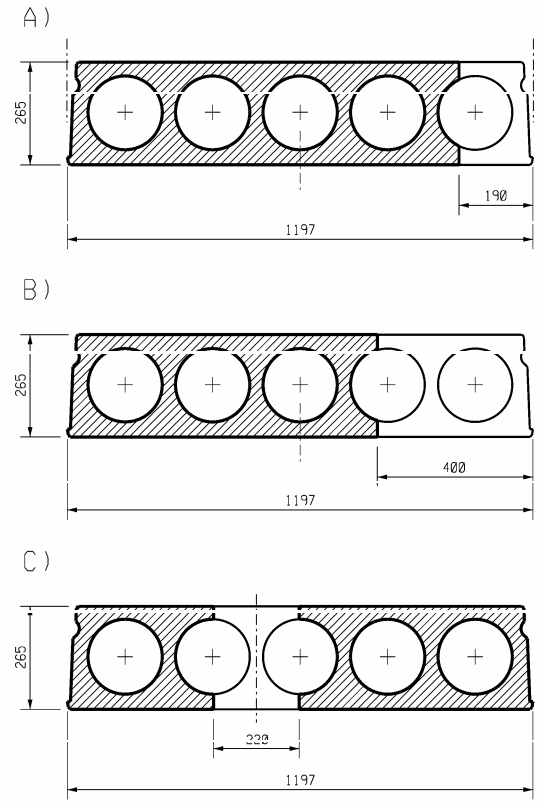
Na rys.1.7÷1.10 pokazano przekroje poprzeczne płyt, ilustrujące dokładnie wszystkie rodzaje wycięć (przypodporowe i przęsłowe) dopuszczalne w płytach KS.



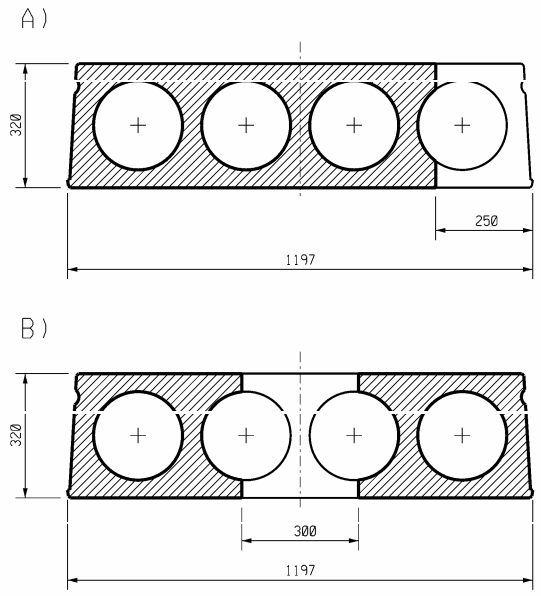
Rys.1.7 Przekroje poprzeczne płyt KS150 w miejscach wycięć:
(A) (B) wycięcia boczne, przypodporowe i przęsłowe
(C) wycięcie boczne, przypodporowe
(D) (E) (F) (G) wycięcia środkowe, przypodporowe i przęsłowe



Rys.1.8 Przekroje poprzeczne płyt KS200 w miejscach wycięć:
(A) wycięcia boczne, przypodporowe i przęsłowe
(B) wycięcie boczne, przypodporowe
(C) wycięcia środkowe, przypodporowe i przęsłowe



Rys.1.9 Przekroje poprzeczne płyt KS265 w miejscach wycięć:
(A) wycięcia boczne, przypodporowe i przęsłowe
(B) wycięcie boczne, przypodporowe
(C) wycięcia środkowe, przypodporowe i przęsłowe



Rys.1.10 Przekroje poprzeczne płyt KS320 w miejscach wycięć:
(A) wycięcia boczne, przypodporowe i przęsłowe
(B) wycięcia środkowe, przypodporowe i przęsłowe

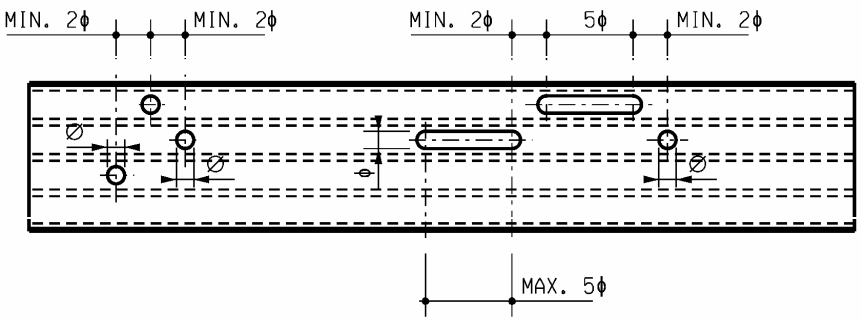
Poszczególne rodzaje perforacji, jakie można wykonać w płytach KS, oraz zasady prawidłowego rozmieszczania otworów i wycięć na planie płyt opisano szczegółowo w kolejnych punktach tego podrozdziału.

1.4.2. Otwory w płytach KS

Wszelkie otwory w płytach KS należy lokalizować w takich miejscach, by ich oś pionowa przechodziła przez oś 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 płyty w tabl.1.1, przy czym w zwężonych pasmach płyt należy je ograniczyć do połowy dopuszczalnej wartości. 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).

Rys.1.11 ilustruje poglądowo zasady, których należy przestrzegać przy planowaniu rozmieszczenia otworów w płytach KS.



Rys.1.11 Zasady prawidłowego rozmieszczania otworów w płytach KS

1.4.3. Wycięcia przypodporowe w płytach KS

Wycięcie przypodporowe powstaje po usunięciu z prefabrykatu podstawowego końcowego (przypodporowego) odcinka jednego lub kilku 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 (por. też pkt.2.3).

Każde wycięcie przypodporowe w płycie KS (boczne i środkowe) może być wykonywane tylko w rozmiarach (szerokościach), które dla każdego typu płyt KS zostały określone w tabl.1.1 i pokazane na rys.1.7÷1.10. W każdym przypadku długość wycięcia przypodporowego, mierzona równolegle 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 przęsłowe w płytach KS

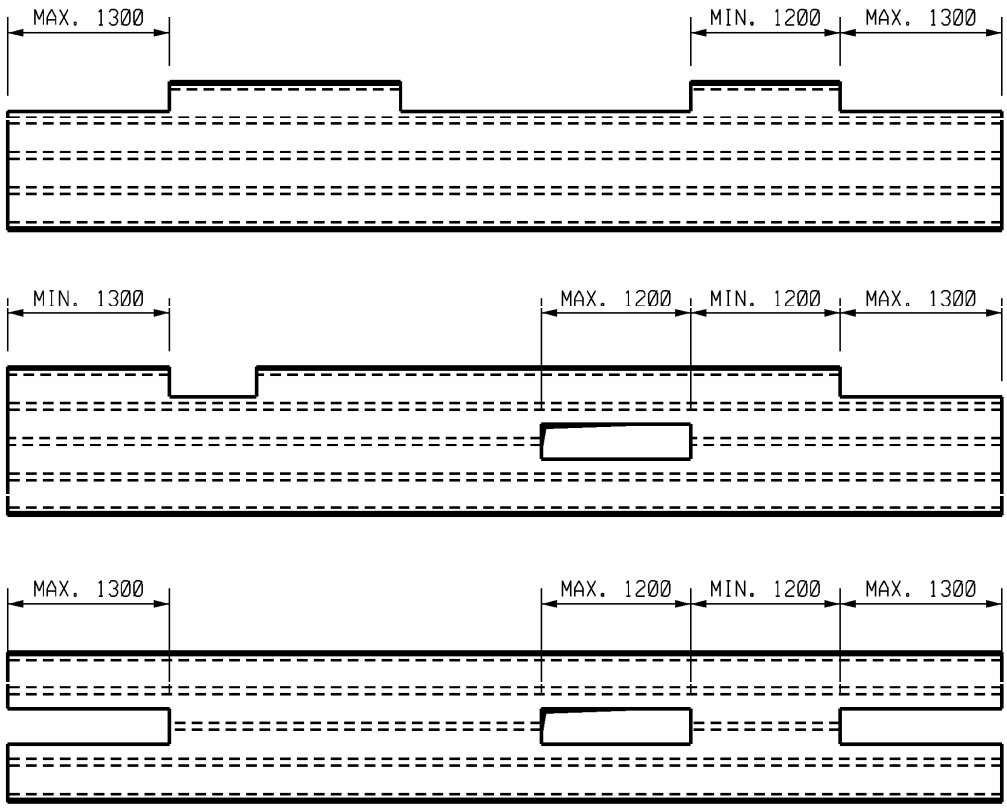
Wycięcie przęsłowe powstaje w wyniku usunięcia z podstawowego prefabrykatu odcinka jednego lub kilku żeber w środkowej części płyty, bez naruszania podporowych krawędzi płyty i końcowych, przypodporowych odcinków jej żeber o długości 130 cm. Wycięcia przęsłowe w płytach KS, podobnie jak wycięcia przypodporowe, mogą być wykonane tylko w ściśle określonym rozmiarze, podanym w tabl.1.1 i na rys.1.7÷1.10. Długość wycięć przęsłowych bocznych może być dowolna, natomiast wycięcie przęsłowe środkowe nie powinno być dłuższe niż 120 cm. Muszą być przy tym zachowane ograniczenia podane wyżej, dotyczące położenia wycięć przęsłowych na długości płyty, oraz wymagania określone w pkt.1.4.5, jeżeli w jednym prefabrykacie ma być wykonanych kilka wycięć.

1.4.5. Płyty o złożonej perforacji

Dopuszczalne jest wykonanie w jednej płycie KS kilku wycięć różnego rodzaju. W takim przypadku każde z wycięć musi spełniać wymagania określone w pkt.1.4.3 i pkt.1.4.4. Oprócz tego projektując rozmieszczenie wycięć na planie płyty należy spełnić 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 przęsłowych), przy czym wszystkie powinny być wykonane przy tej samej bocznej krawędzi płyty, a odstęp między wycięciem przypodporowym a najbliższym wycięciem przęsłowym, mierzony wzdłuż płyty, nie może być mniejszy niż 120 cm; zabrania się wykonania bocznych wycięć przy obydwu bocznych krawędziach płyty,
4) w jednym prefabrykacie można wykonać kilka wycięć środkowych (dwa przypodporowe i kilka przęsłowych), przy czym odstęp między sąsiednimi wycięciami, mierzony wzdłuż płyty, nie może być mniejszy niż 120 cm,
5) w jednym prefabrykacie można wykonać kilka wycięć przęsłowych (bocznych i środkowych), przy czym odstęp między kolejnymi wycięciami, mierzony wzdłuż płyty, nie może być mniejszy niż 120 cm.

Opisane wyżej reguły rozmieszczania wycięć w płytach KS zilustrowano na rys.1.12.



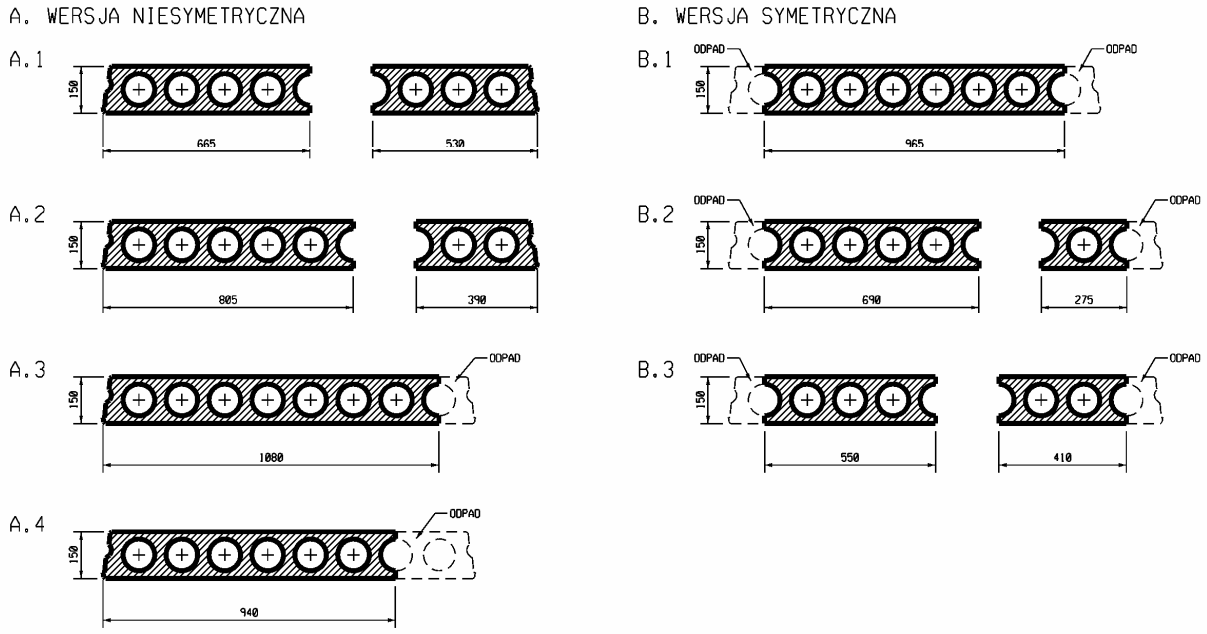
Rys.1.12 Zasady rozmieszczania wielu wycięć na planie płyt KS

1.4.6. Zwężone pasma płyt

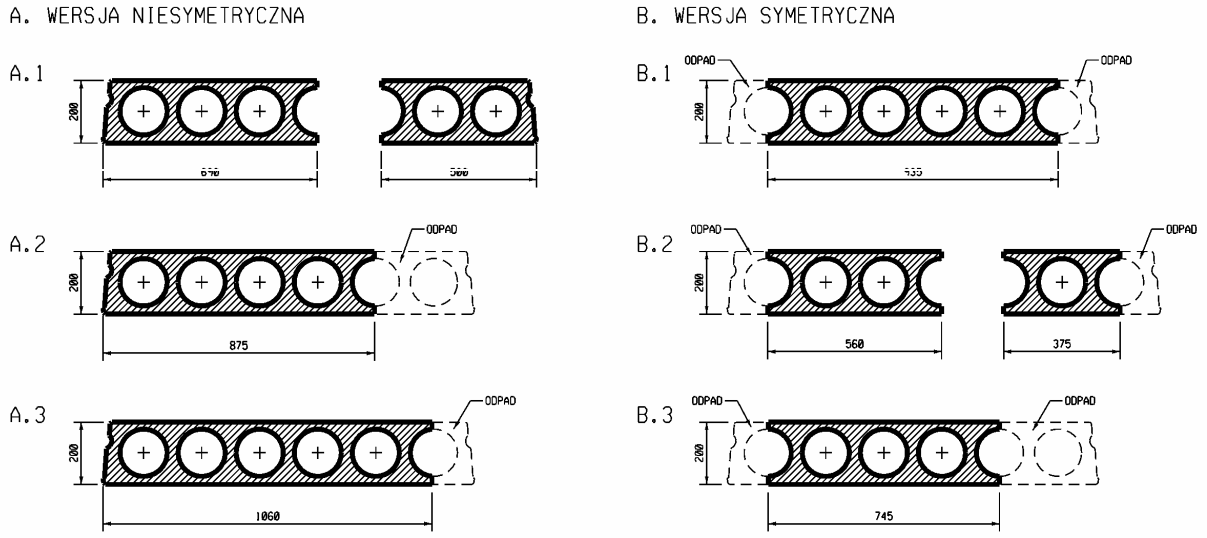
Z prefabrykatów podstawowych, o szerokości 120 cm, można wykonać płyty o mniejszej szerokości przekroju. Takie zwężone pasma płyt otrzymuje się poprzez podłużne przecięcie prefabrykatów podstawowych. W wyniku jednokrotnego rozcięcia płyty podstawowej otrzymuje się pasma o niesymetrycznym przekroju poprzecznym, natomiast wielokrotne rozcięcie płyty pozwala uzyskać pasma symetryczne. Pasma o przekroju niesymetrycznym mogą wykazywać poziome wygięcia, któremu ponadto towarzyszyć może spaczenie użytkowej powierzchni płyty. Z tego względu, w miarę możliwości, preferować należy pasma wykonane w wersji symetrycznej. Stosując pasma niesymetryczne, należy przewidzieć w stropie specjalne rozwiązania konstrukcyjne, opisane w pkt.6.4.

Płyty KS można docinać dokładnie wzdłuż osi jednego z podłużnych kanałów, zgodnie z wzorami rozkroju pokazanymi na rys.1.13÷1.16, uzyskując w ten sposób pasma płyt o ściśle określonych szerokościach, podanych w tabl.1.2 (pkt.1.4.1). W celu lepszego dopasowania szerokości płyt do konkretnej sytuacji projektowej, w większości przypadków dopuszcza się wykonanie wzdłużnego przecięcia płyty podstawowej z pewnym przesunięciem względem osi kanału. Dopuszczalną wartość o jaką można przesunąć linię cięcia, uzyskując pasma szersze lub węższe od nominalnych, określono dla każdego typu płyt KS w tabl.1.2 (w przypadku pasm w wersji symetrycznej, przesunięte powinny zostać obydwie linie cięcia, symetrycznie).

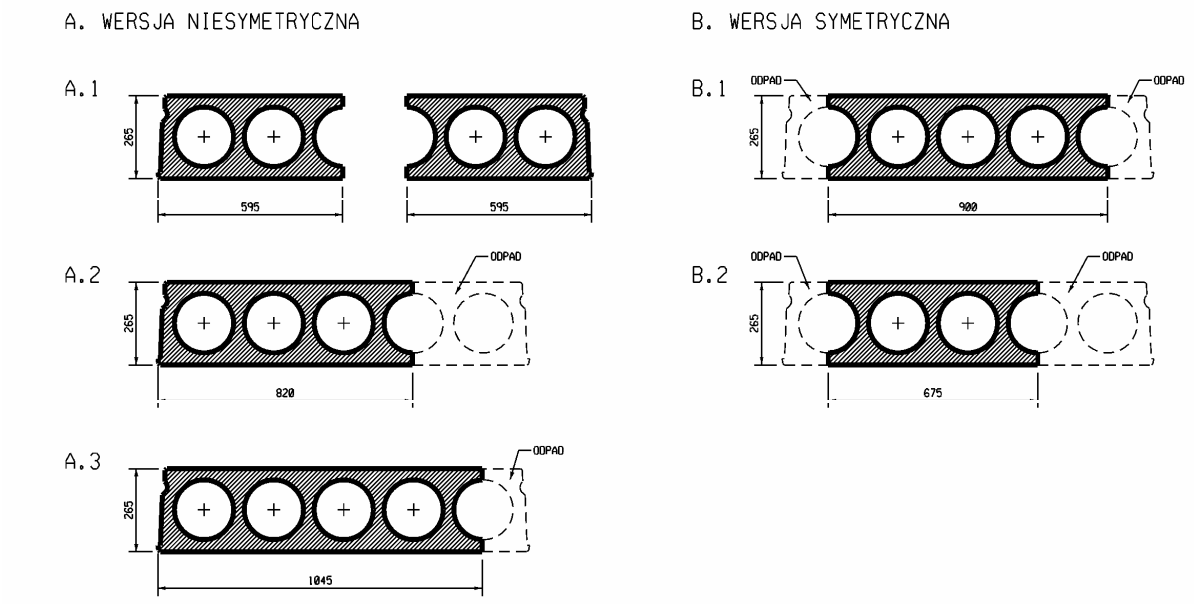
Części płyt, oznaczonych na rys.1.13÷1.16 jako ODPAD, nie należy wbudowywać w ustroje stropowe.



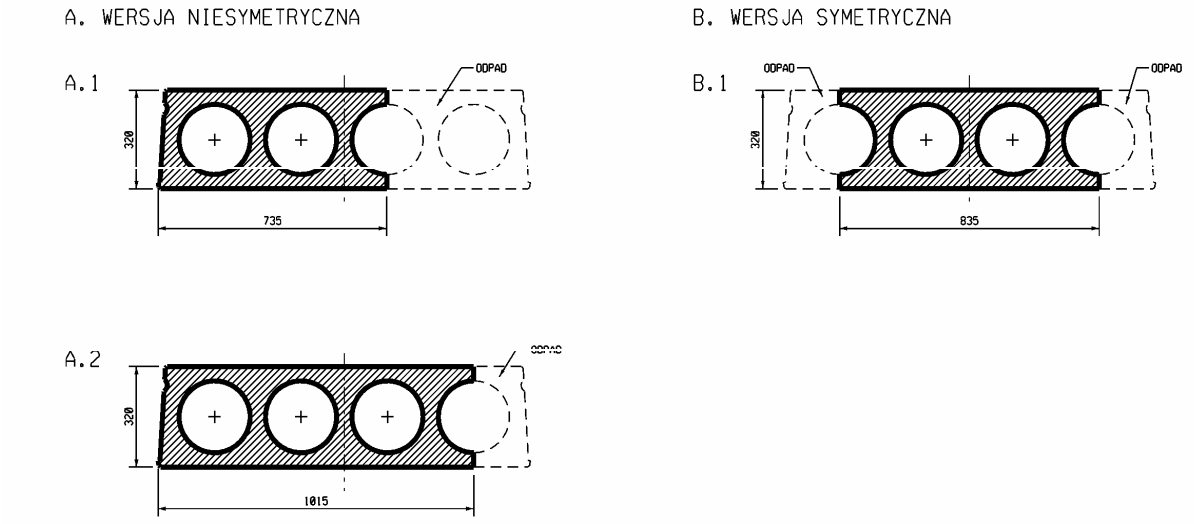
Rys.1.13 Wzory rozkroju płyt KS150



Rys.1.14 Wzory rozkroju płyt KS200



Rys.1.15 Wzory rozkroju płyt KS265



Rys.1.16 Wzory rozkroju płyt KS320

W celu uniknięcia nadmiernego poziomego wygięcia niesymetrycznych pasm płyt zwężonych, a w skrajnych przypadkach także zarysowania ich bocznych powierzchni, oraz w celu zapewnienia w przekroju prefabrykatu (także symetrycznego) niezbędnej, minimalnej liczby strun (zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 1168:2008), do wykonania płyt zwężonych mogą być wykorzystane wyłącznie te warianty zbrojenia, w których rozłożenie strun, gwarantuje ograniczenie do minimum mimośrodu poziomego siły sprężającej w przekroju pasma, po rozcięciu płyty. Warianty zbrojenia, odpowiednie dla poszczególnych wzorów rozkroju płyt (zgodnie z rys.1.13÷1.16), zestawiono w tabl.1.3. Ograniczeń tych należy bezwzględnie przestrzegać.

Tabl.1.3 Lista wariantów zbrojenia odpowiednich do wzorów rozkroju

Typ płyty	Klasa odporności ogniowej	Wzór rozkroju według rys.1.13÷1.16						
		Niesymetryczne				Symetryczne		
		A.1	A.2	A.3	A.4	B.1	B.2	B.3
KS150	**REI60**	V3/R60 V5/R60 V8/R60	V2/R60 V3/R60 V5/R60 V8/R60	V1/R60 V2/R60 V3/R60 V5/R60 V8/R60	V1/R60 V2/R60 V3/R60 V5/R60 V8/R60	V1/R60 V2/R60 V3/R60 V4/R60 V5/R60 [1)] V6/R60 V7/R60 V8/R60 [1)]	V4/R60 V5/R60 [1)] V7/R60 V8/R60 [1)]	V4/R60 V5/R60 [1)] V7/R60 V8/R60 [1)]
KS200	**REI60**	V2/R60 V3/R60 V7/R60	V1/R60 V2/R60 V3/R60 V4/R60 V7/R60	V1/R60 V2/R60 V3/R60 V4/R60 V7/R60	-	V1/R60 V2/R60 V3/R60 V4/R60 V5/R60 V6/R60 [2)] V7/R60 [2)]	V2/R60 V5/R60 V7/R60	V2/R60 V5/R60 V7/R60
	REI120	V4/R120	V1/R120 V4/R120	V1/R120 V4/R120	-	V1/R120 V2/R120 V3/R120 [2)] V4/R120 [2)]	V2/R120 V4/R120	V2/R120 V4/R120
KS265	**REI60**	V2/R60 V3/R60	V2/R60 V3/R60	V2/R60 V3/R60	-	V1/R60 V2/R60 [3)] V3/R60 [3)] V4/R60 [3)] V5/R60 [3)]	V1/R60 V2/R60 V4/R60	-
	REI120	V1/R120	V1/R120	V1/R120	-	V1/R120 [3)] V2/R120 V3/R120 [3)]	V1/R120 V2/R120 V3/R120 [4)]	-
KS320	**REI60**	V2/R60 V3/R60 V4/R60 V5/R60 V6/R60	V2/R60 V3/R60 V4/R60 V5/R60 V6/R60	-	-	V2/R60 V3/R60 V4/R60 V5/R60 V6/R60 V7/R60 V8/R60 V9/R60 V10/R60 [4)]	-	-
	REI120	V1/R120 V2/R120 V6/R120	V1/R120 V2/R120 V6/R120	-	-	V1/R120 V2/R120 V3/R120 V4/R120 V5/R120 V6/R120 V7/R120 V8/R120 [4)]	-	-

[1)] - użycie wariantów dziewięciostrunowych (por. rys.1.2) jest nieopłacalne, ze względu na utratę zewnętrznych strun
[2)] - użycie wariantów sześcio- i siedmiostrunowych (por. rys.1.3) jest nieopłacalne
[3)] - niezalecane ze względu na utratę zewnętrznych strun (por. rys.1.4)
[4)] - szczególnie nieopłacalne

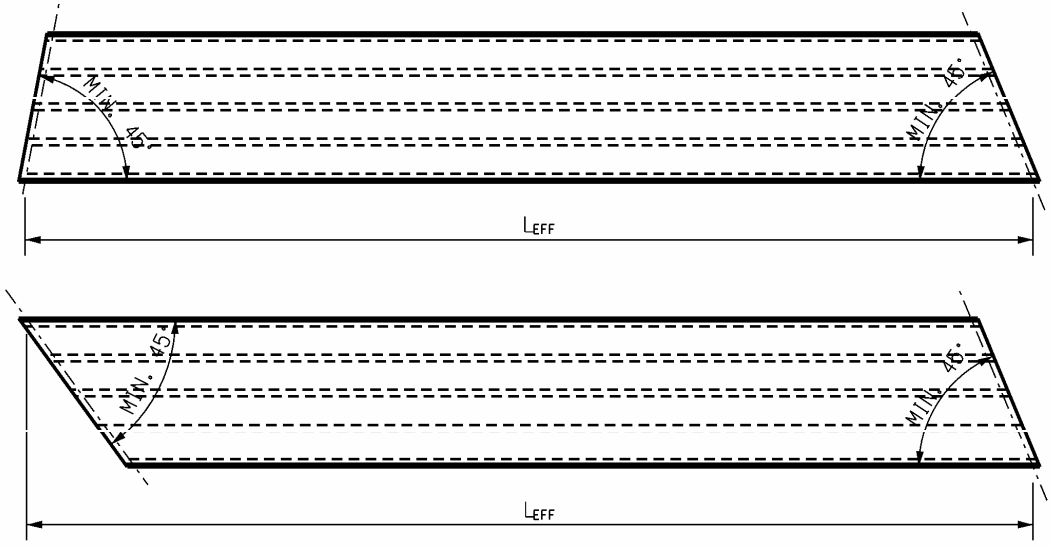
W płytach zwężonych nie dopuszcza się wykonywania żadnych wycięć. Dopuszczalne jest natomiast wykonywanie w nich otworów, zgodnie z wytycznymi podanymi w pkt.1.4.2, z ograniczeniem ich średnicy lub szerokości (w przypadku otworów podłużnych) do połowy dopuszczalnej wartości, podanej w tabl.1.1.

1.4.7. Płyty docinane skośnie

Z płyt podstawowych KS, można wykonywać prefabrykaty o nieprostokątnym kształcie rzutu, tj. płyty, których krawędzie podporowe nie są prostopadłe do krawędzi bocznych. W ten sposób, niezależnie od typu i wariantu zbrojenia płyty, projektować można prefabrykaty o planie trapezu, równoległoboku lub nieregularnego czworoboku. Płyty należy tak kształtować, aby kąt ostry zawarty między krawędziami podporowymi a bocznymi nie był mniejszy niż 45°. Nie nakłada się innych ograniczeń.

Dopuszczalne jest ponadto projektowanie płyt nieprostokątnych ze zwężonych pasm, wykonanych zgodnie z pkt.1.4.6.

Na rys.1.17 pokazano przykłady płyt KS nieprostokątnych w planie, otrzymanych w wyniku poprzecznego docięcia prefabrykatu podstawowego.



Rys.1.17 Typowe przykłady płyt docinanych skośnie

1.5. Dane techniczne płyt i stropów z płyt KS

W tabl.1.4 zestawiono podstawowe dane techniczne płyt oraz gotowych stropów skonstruowanych z płyt KS, przydatne w pracach projektowych, jak i przy realizacji robót budowlano-montażowych. Dane dla płyt podano na 1 mb prefabrykatu podstawowego, natomiast dane odnoszące się do stropów zostały przeliczone na 1 m^2 powierzchni. Ciężar płyt i stropu został obliczony dla betonu o ciężarze objętościowym 24 kN/m^3. W zestawieniach dla stropów, uwzględniono ciężar betonu wypełniającego podłużne styki między płytami.

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

Typ płyty	Klasa odporności ogniowej	Oznaczenie wariantu zbrojenia	Zbrojenie główne	Ciężar		Beton w spoinie
				prefabrykat	strop	
				[kN/m]	[kN/m^2]	[dm^3/m]
KS150	**REI60**	KS150-V1/R60	4∅9,3	2,63	2,29	4,8
		KS150-V2/R60	5∅9,3			
		KS150-V3/R60	6∅9,3			
		KS150-V4/R60	7∅9,3			
		KS150-V5/R60	9∅9,3			
		KS150-V6/R60	6∅12,5			
		KS150-V7/R60	7∅12,5			
		KS150-V8/R60	9∅12,5			
KS200	**REI60**	KS200-V1/R60	4∅9,3	3,00	2,63	6,1
		KS200-V2/R60	5∅9,3			
		KS200-V3/R60	6∅9,3			
		KS200-V4/R60	4∅12,5			
		KS200-V5/R60	5∅12,5			
		KS200-V6/R60	6∅12,5			
		KS200-V7/R60	7∅12,5			
	REI120	KS200-V1/R120	4∅12,5			
		KS200-V2/R120	5∅12,5			
		KS200-V3/R120	6∅12,5			
		KS200-V4/R120	7∅12,5			
KS265	**REI60**	KS265-V1/R60	4∅12,5	3,99	3,49	8,5
		KS265-V2/R60	6∅12,5			
		KS265-V3/R60	8∅12,5			
		KS265-V4/R60	10∅12,5			
		KS265-V5/R60	12∅12,5			
	REI120	KS265-V1/R120	6∅12,5			
		KS265-V2/R120	8∅12,5			
		KS265-V3/R120	10∅12,5			
KS320	**REI60**	KS320-V1/R60	4∅12,5	5,01	4,39	10,3
		KS320-V2/R60	5∅12,5			
		KS320-V3/R60	7∅12,5			
		KS320-V4/R60	8∅12,5			
		KS320-V5/R60	9∅12,5			
		KS320-V6/R60	10∅12,5			
		KS320-V7/R60	11∅12,5			
		KS320-V8/R60	13∅12,5			
		KS320-V9/R60	14∅12,5			
		KS320-V10/R60	16∅12,5			
	REI120	KS320-V1/R120	7∅12,5			
		KS320-V2/R120	8∅12,5			
		KS320-V3/R120	9∅12,5			
		KS320-V4/R120	10∅12,5			
		KS320-V5/R120	11∅12,5			
		KS320-V6/R120	13∅12,5			
		KS320-V7/R120	14∅12,5			
		KS320-V8/R120	16∅12,5			

1.6. Wielkości statyczne i geometryczne płyt KS

W tabl.1.5 zestawiono wszystkie wielkości statyczne, a w tabl.1.6 wielkości geometryczne płyt KS, niezbędne w obliczeniach statyczno-wytrzymałościowych stropów (rozdz.2÷4). Wielkości statyczne związane z nośnością przekrojów obliczono przyjmując następujące wartości częściowych współczynników bezpieczeństwa (współczynników materiałowych) i współczynników korekcyjnych:

- współczynnik materiałowy dla stali sprężającej: $\gamma_s = 1{,}15$,
- współczynnik materiałowy dla betonu: $\gamma_c = 1{,}5$,
- współczynniki korekcyjne dla betonu: $\alpha_{cc} = 1{,}0$, $\alpha_{ct} = 1{,}0$.

Tabl.1.5. Wielkości statyczne płyt KS

Wariant płyty	Wielkości statyczne							
	Sprężenie	Ścinanie		Zginanie				
	$P_{m.\infty}$	$V_{Rd.1.1}$	$V_{Rd.1.2}$	M_{Rd}	M_{dec}	$M_{cr.d}$	M_{cr}	M_{sm}
	[kN]	[kN]		[kNm]				
KS150-V1/R60	*199,5*	*65,5*	*70,8*	*31,0*	*13,8*	*20,8*	*29,3*	*24,2*
KS150-V2/R60	*246,3*	*69,8*	*72,2*	*38,5*	*17,0*	*23,9*	*32,4*	*30,4*
KS150-V3/R60	*291,9*	*74,0*	*73,5*	*45,9*	*20,1*	*27,0*	*35,5*	*36,5*
KS150-V4/R60	*336,5*	*78,2*	*74,8*	*53,2*	*23,2*	*29,9*	*38,4*	*42,7*
KS150-V5/R60	*422,5*	*86,4*	*77,1*	*67,5*	*29,0*	*35,6*	*44,2*	*54,9*
KS150-V6/R60	*503,1*	*94,2*	*75,9*	*81,2*	*34,1*	*40,9*	*49,5*	*64,7*
KS150-V7/R60	*574,9*	*101,2*	*77,3*	*93,5*	*38,9*	*45,6*	*54,3*	*75,2*
KS150-V8/R60	*710,2*	*114,9*	*80,0*	*116,5*	*48,0*	*54,5*	*63,2*	*95,3*
KS200-V1/R60	*199,7*	*64,3*	*76,1*	*45,0*	*20,9*	*32,8*	*46,7*	*34,9*
KS200-V2/R60	*246,5*	*68,3*	*77,6*	*55,9*	*25,8*	*37,6*	*51,5*	*43,8*
KS200-V3/R60	*292,2*	*72,3*	*79,1*	*66,8*	*30,6*	*42,3*	*56,2*	*52,7*
KS200-V4/R60	*350,4*	*77,4*	*78,1*	*80,8*	*36,4*	*48,2*	*62,2*	*62,7*
KS200-V5/R60	*428,7*	*84,4*	*80,0*	*100,2*	*44,4*	*56,2*	*70,3*	*78,3*
KS200-V6/R60	*504,0*	*91,3*	*81,7*	*119,4*	*52,2*	*63,8*	*78,0*	*94,0*
KS200-V7/R60	*575,6*	*98,0*	*83,4*	*138,2*	*59,6*	*71,1*	*85,3*	*109,4*
KS200-V1/R120	*358,3*	*69,8*	*78,2*	*69,1*	*35,4*	*41,4*	*55,3*	*54,1*
KS200-V2/R120	*440,6*	*76,6*	*80,2*	*85,6*	*43,4*	*48,0*	*62,0*	*67,8*
KS200-V3/R120	*518,7*	*84,2*	*82,0*	*103,8*	*48,9*	*55,6*	*69,6*	*82,8*
KS200-V4/R120	*595,7*	*90,6*	*83,7*	*119,7*	*55,9*	*61,7*	*75,8*	*96,2*
KS265-V1/R60	*356,6*	*79,7*	*79,9*	*113,8*	*53,2*	*74,8*	*99,9*	*87,9*
KS265-V2/R60	*515,2*	*92,5*	*83,5*	*168,5*	*76,8*	*98,3*	*123,5*	*131,8*
KS265-V3/R60	*664,0*	*105,0*	*86,7*	*222,2*	*98,9*	*120,2*	*145,7*	*175,7*
KS265-V4/R60	*802,1*	*117,0*	*89,6*	*274,8*	*119,3*	*140,5*	*166,2*	*218,8*
KS265-V5/R60	*844,1*	*125,3*	*92,2*	*326,2*	*125,4*	*146,7*	*172,6*	*243,0*
KS265-V1/R120	*526,9*	*87,1*	*83,6*	*151,4*	*70,4*	*89,1*	*114,2*	*118,7*
KS265-V2/R120	*683,8*	*98,9*	*87,0*	*197,7*	*90,2*	*107,9*	*133,0*	*156,8*
KS265-V3/R120	*828,2*	*111,6*	*90,0*	*247,9*	*111,3*	*128,1*	*153,5*	*198,1*

$P_{m.\infty}$	- średnia siła sprężająca po uwzględnieniu wszystkich strat
$V_{Rd.1.1}$	- obliczeniowa nośność na ścinanie zarysowanej strefy przypodporowej
$V_{Rd.1.2}$	- obliczeniowa nośność na ścinanie niezarysowanej strefy przypodporowej
M_{Rd}	- obliczeniowa nośność przekroju na zginanie
M_{dec}	- moment wywołujący dekompresję we włóknach betonu oddalonych o 25 mm od powierzchni cięgien
$M_{cr.d}$	- moment rysujący, wyznaczony dla obliczeniowej wytrzymałości betonu na rozciąganie
M_{cr}	- moment rysujący dla dolnej krawędzi przekroju
M_{sm}	- moment, przy którym szerokość rys osiąga wartość graniczną 0,2 mm

Tabl.1.5 c.d.

Wariant płyty	Wielkości statyczne							
	Sprężenie	Ścinanie		Zginanie				
	$P_{m.\infty}$	$V_{Rd.1.1}$	$V_{Rd.1.2}$	M_{Rd}	M_{dec}	$M_{cr.d}$	M_{cr}	M_{sm}
	[kN]	[kN]		[kNm]				
KS320-V1/R60	*360,2*	*103,4*	*105,5*	*141,9*	*66,7*	*98,6*	*135,1*	*109,3*
KS320-V2/R60	*442,9*	*110,4*	*107,9*	*176,3*	*82,0*	*113,8*	*150,5*	*136,7*
KS320-V3/R60	*600,5*	*124,0*	*112,1*	*244,1*	*111,1*	*142,9*	*179,8*	*191,5*
KS320-V4/R60	*792,1* *(675,7)*	*135,7* *(130,6)*	*118,3* *(114,1)*	*277,8* *(277,7)*	*129,0* *(124,9)*	*160,6* *(156,7)*	*197,7* *(193,8)*	*227,8* *(218,7)*
KS320-V5/R60	*868,8* *(748,5)*	*142,4* *(137,1)*	*120,2* *(116,1)*	*310,5* *(310,9)*	*143,3* *(138,4)*	*174,9* *(170,1)*	*212,1* *(207,3)*	*256,1* *(245,8)*
KS320-V6/R60	*943,3* *(819,2)*	*148,9* *(143,5)*	*122,1* *(117,9)*	*343,5* *(344,0)*	*157,2* *(151,4)*	*188,7* *(183,1)*	*226,1* *(220,5)*	*284,3* *(272,8)*
KS320-V7/R60	*1015,5* *(887,9)*	*155,4* *(149,8)*	*123,9* *(119,7)*	*376,2* *(376,7)*	*170,7* *(164,0)*	*202,2* *(195,7)*	*239,7* *(233,2)*	*312,2* *(299,7)*
KS320-V8/R60	*966,8* *(834,9)*	*157,9* *(152,3)*	*127,4* *(123,0)*	*433,2* *(433,5)*	*156,9* *(149,9)*	*188,6* *(181,9)*	*226,2* *(219,5)*	*308,6* *(295,2)*
KS320-V9/R60	*1023,9* *(889,9)*	*162,9* *(157,3)*	*129,1* *(124,6)*	*460,4* *(460,7)*	*165,3* *(158,0)*	*197,0* *(189,9)*	*234,7* *(227,6)*	*328,9* *(314,9)*
KS320-V10/R60	*1134,7* *(996,4)*	*173,0* *(167,2)*	*132,2* *(127,8)*	*513,2* *(513,2)*	*181,7* *(173,6)*	*213,3* *(205,5)*	*251,2* *(243,3)*	*369,3* *(354,2)*
KS320-V1/R120	*611,7*	*118,2*	*112,4*	*224,4*	*103,7*	*132,4*	*169,1*	*174,8*
KS320-V2/R120	*692,4*	*123,5*	*114,5*	*250,8*	*114,6*	*142,9*	*179,6*	*196,3*
KS320-V3/R120	*878,7* *(767,8)*	*135,0* *(130,5)*	*120,4* *(116,4)*	*282,7* *(283,0)*	*131,5* *(128,4)*	*158,7* *(156,3)*	*195,6* *(193,1)*	*229,6* *(222,4)*
KS320-V4/R120	*956,0* *(841,7)*	*141,7* *(137,1)*	*122,3* *(118,3)*	*313,7* *(314,1)*	*145,2* *(141,4)*	*172,0* *(168,9)*	*208,9* *(205,8)*	*255,9* *(247,7)*
KS320-V5/R120	*1030,6* *(912,4)*	*148,7* *(143,9)*	*124,1* *(120,1)*	*346,1* *(346,5)*	*159,4* *(154,8)*	*185,8* *(181,9)*	*222,9* *(219,0)*	*283,4* *(274,2)*
KS320-V6/R120	*1076,1* *(951,5)*	*157,6* *(152,6)*	*127,6* *(123,5)*	*408,1* *(408,4)*	*168,3* *(162,4)*	*194,5* *(189,5)*	*231,9* *(226,8)*	*312,2* *(301,2)*
KS320-V7/R120	*1141,9* *(1015,8)*	*162,7* *(157,7)*	*129,3* *(125,2)*	*432,7* *(432,9)*	*177,1* *(171,0)*	*202,9* *(197,6)*	*240,3* *(235,0)*	*332,1* *(320,7)*
KS320-V8/R120	*1263,1* *(1130,6)*	*174,8* *(169,5)*	*132,4* *(128,2)*	*492,1* *(492,1)*	*199,3* *(191,9)*	*224,6* *(217,9)*	*262,2* *(255,5)*	*380,9* *(367,8)*

Wartości podane dla płyt KS320 w nawiasach dotyczą płyt bez górnego zbrojenia sprężającego (rozpiętość poniżej 13,0 m)

$P_{m.\infty}$	- średnia siła sprężająca po uwzględnieniu wszystkich strat
$V_{Rd.1.1}$	- obliczeniowa nośność na ścinanie zarysowanej strefy przypodporowej
$V_{Rd.1.2}$	- obliczeniowa nośność na ścinanie niezarysowanej strefy przypodporowej
M_{Rd}	- obliczeniowa nośność przekroju na zginanie
M_{dec}	- moment wywołujący dekompresję we włóknach betonu oddalonych o 25 mm od powierzchni cięgien
$M_{cr.d}$	- moment rysujący, wyznaczony dla obliczeniowej wytrzymałości betonu na rozciąganie
M_{cr}	- moment rysujący dla dolnej krawędzi przekroju
M_{sm}	- moment, przy którym szerokość rys osiąga wartość graniczną 0,2 mm

Tabl.1.6. Wielkości geometryczne płyt KS

Wariant płyty	Wielkości geometryczne				
	Mimośród	Przekrój		Zakotwienie strun	
	z_{cp}	I_{cs}	W_t	l_{pt2}	l_{bpd}
	[cm]	[cm^4]	[cm^3]	[cm]	
KS150-V1/R60	3,84	29085	3744	56	87
KS150-V2/R60	3,84	29219			
KS150-V3/R60	3,83	29353			
KS150-V4/R60	3,82	29487			
KS150-V5/R60	3,81	29758			
KS150-V6/R60	3,79	30025		75	100
KS150-V7/R60	3,78	30275			
KS150-V7/R60	3,75	30776			
KS200-V1/R60	6,19	63229	6027	56	87
KS200-V2/R60	6,18	63574			
KS200-V3/R60	6,17	63920			
KS200-V4/R60	6,16	64375		75	100
KS200-V5/R60	6,14	65014			
KS200-V6/R60	6,12	65657			
KS200-V7/R60	6,10	66302			
KS200-V1/R120	3,89	62867			
KS200-V2/R120	3,87	63122			
KS200-V3/R120	4,13	63592			
KS200-V4/R120	4,08	63848			
KS265-V1/R60	9,42	153713	10958		
KS265-V2/R60	9,38	156732			
KS265-V3/R60	9,34	159570			
KS265-V4/R60	9,29	162583			
KS265-V5/R60	9,25	165609			
KS265-V1/R120	7,18	152943			
KS265-V2/R120	6,98	154379			
KS265-V3/R120	7,24	156775			
KS320-V1/R60	12,29	273529	16365		
KS320-V2/R60	12,27	276017			
KS320-V3/R60	12,23	281029			
KS320-V4/R60	9,77 (12,20)	285750 (283549)			
KS320-V5/R60	9,98 (12,18)	288264 (286079)			
KS320-V6/R60	10,16 (12,16)	290787 (288616)			
KS320-V7/R60	10,3 (12,14)	293317 (291160)			
KS320-V8/R60	9,65 (11,57)	295629 (293489)			
KS320-V9/R60	9,56 (11,34)	296834 (294701)			
KS320-V10/R60	9,41 (10,97)	299300 (297181)			
KS320-V1/R120	10,04	275404			
KS320-V2/R120	9,61	276023			
KS320-V3/R120	7,84 (9,79)	280384 (278167)			
KS320-V4/R120	8,08 (9,86)	282303 (280098)			
KS320-V5/R120	8,38 (10,03)	284652 (282461)			
KS320-V6/R120	8,55 (10,13)	288727 (286559)			
KS320-V7/R120	8,41 (9,87)	289345 (287182)			
KS320-V8/R120	8,69 (10,00)	293660 (291519)			

Wartości podane dla płyt KS320 w nawiasach dotyczą płyt bez górnego zbrojenia sprężającego (rozpiętość poniżej 13,0 m)

z_{cp}	- mimośród siły sprężającej
I_{cs}	- sprowadzony moment bezwładności przekroju
W_t	- wskaźnik zginania dla górnych włókien przekroju
l_{pt2}	- efektywna długość zakotwienia strun
l_{bpd}	- obliczeniowa długość zakotwienia strun

2. NOŚNOŚĆ PŁYT KS POD OBCIĄŻENIEM RÓWNOMIERNYM

2.1. Obliczenia statyczne

Dla każdego typu i wariantu zbrojenia płyt KS (pkt.1.3) zostały obliczone dopuszczalne, równomiernie rozłożone, zewnętrzne obciążenia obliczeniowe $p_{d.\max}$, charakterystyczne $p_{k.\max}$ i charakterystyczne-długotrwałe $p_{k.term}$, w zależności od efektywnej rozpiętości l_{eff}, przy założeniu swobodnego podparcia płyt na dwóch podporach. W związku z tym, jeżeli warunki w jakich ma pracować w konstrukcji płyta są zgodne z tymi założeniami, a ponadto nie przewiduje się wykonywania w płytach żadnych wycięć, to zakres obliczeń statycznych można ograniczyć do wykonania zestawienia zewnętrznych obciążeń równomiernych (z pominięciem ciężaru własnego płyt) i sprawdzeniu warunków 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 należy zawsze uwzględnić warstwę wyrównawczą z betonu (rozdz.6.1).

W każdym innym przypadku należy przeprowadzić pełne obliczenia statyczne przęsła płyty o szerokości 1,2 m, jak dla belki swobodnie podpartej, wyznaczając siły wewnętrzne od obciążeń obliczeniowych i charakterystycznych, uwzględniając ciężar własny płyt.

Obliczeniową rozpiętość płyty l_{eff} należy ustalać, przyjmując teoretyczny punkt podparcia w środku efektywnej głębokości oparcia płyty na podporze.

2.2. Nośność płyt podstawowych

2.2.1. Sprawdzanie nośności płyt KS

Płyty KS spełniają wymagania stanów granicznych nośności i użytkowania, określone w normach PN-EN 1992-1-1:2004 i PN-B-03264:2002, gdy spełnione są jednocześnie trzy podane niżej warunki:

$$p_d \le p_{d.\max} \tag{2.1}$$

$$p_k \le p_{k.\max} \tag{2.2}$$

$$\psi_d \cdot p_k + \Delta g \le p_{k.term} \tag{2.3}$$

gdzie: p_d, p_k - rzeczywiste (projektowane), zewnętrzne obciążenie równomierne płyt [kN/m^2], odpowiednio: obliczeniowe (wyznaczone na podstawie norm PN-EN 1991-1-1(2)(3)(4)(5)(6)(7), z uwzględnieniem postanowień normy PN-EN 1990:2004) i charakterystyczne,

ψ_d - współczynnik obciążenia długotrwałego,

Δg - dodatkowe obciążenie stałe stropu (np. ciężar warstw wykończeniowych),

$p_{d.\max}$, $p_{k.\max}$, $p_{k.term}$ - dopuszczalne równomierne obciążenie płyt [kN/m^2], odpowiednio: obliczeniowe, charakterystyczne i charakterystyczne-długotrwałe, które należy odczytać z tabl.2.1÷2.45, w zależności od typu, wariantu zbrojenia i od efektywnej rozpiętości płyty.

Dopuszczalne obciążenie długotrwałe $p_{k.term}$ należy przyjmować odpowiednio do warunków eksploatacji płyt KS: przy klasach ekspozycji XC0 lub XC1 - z kolumny 4, a przy klasach ekspozycji XC2, XC3 lub XC4 (por. pkt.1.2.2) - z kolumny 5, w tabl. 2.1÷2.45. Wynika to z uzależnienia wymagań dotyczących rysoodporności, jakie powołane na wstępie normy stawiają konstrukcjom strunobetonowym, od zagrożenia korozyjnego.

Wartości dopuszczalnego obciążenia płyt KS dla rozpiętości pośrednich, nie ujętych bezpośrednio w tabelach, można interpolować liniowo lub przyjmować jak dla górnej granicy przedziału rozpiętości, w którym zawiera się dana rozpiętość. Ekstrapolacja nośności poza zakres rozpiętości podany w tabl. 2.1÷2.45 jest niedopuszczalna.

2.2.2. Tabele nośności płyt KS150

W tabelach 2.1÷2.8 zestawiono wartości dopuszczalnych obciążeń obliczeniowych, charakterystycznych i charakterystycznych-długotrwałych dla płyt KS150, w funkcji obliczeniowej rozpiętości.

Tabl.2.1 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS150-V1/R60

KS150-V1/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
240	32,8	25,8	77,6	13,7	-0,4
270	25,3	19,9	54,6	10,3	-0,5
300	19,9	15,7	39,8	7,94	-0,5
330	15,9	12,6	29,8	6,18	-0,5
360	12,9	10,2	22,8	4,83	-0,5
390	10,5	8,39	17,7	3,78	-0,5
420	8,64	6,93	14,0	2,95	-0,4
450	7,13	5,75	11,1	2,28	-0,3
480	5,89	4,79	8,90	1,74	-0,1
510	4,86	3,99	7,18	1,28	0,2
540	4,00	3,32	5,80	-	0,5
570	3,28	2,75	4,68	-	1,0
600	2,65	2,27	3,76	-	1,5
630	-	-	-	-	-
660	-	-	-	-	-
690	-	-	-	-	-
720	-	-	-	-	-
750	-	-	-	-	-
780	-	-	-	-	-
810	-	-	-	-	-
840	-	-	-	-	-
870	-	-	-	-	-
900	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.2 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS150-V2/R60

KS150-V2/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
240	41,5	32,9	79,9	17,4	-0,5
270	32,1	25,5	56,5	13,3	-0,6
300	25,4	20,3	41,3	10,3	-0,7
330	20,5	16,4	31,0	8,15	-0,8
360	16,7	13,4	23,8	6,49	-0,8
390	13,8	11,1	18,6	5,20	-0,8
420	11,5	9,27	14,7	4,18	-0,8
450	9,58	7,79	11,8	3,35	-0,7
480	8,05	6,58	9,48	2,68	-0,6
510	6,78	5,58	7,68	2,12	-0,4
540	5,70	4,74	6,25	1,65	-0,1
570	4,80	4,00	5,08	1,25	0,3
600	4,04	3,40	4,13	-	0,8
630	3,37	2,90	3,16	-	1,4
660	2,80	2,45	2,38	-	2,1
690	-	-	-	-	-
720	-	-	-	-	-
750	-	-	-	-	-
780	-	-	-	-	-
810	-	-	-	-	-
840	-	-	-	-	-
870	-	-	-	-	-
900	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.3 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS150-V3/R60

KS150-V3/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
240	50,0	40,0	82,1	21,0	-0,6
270	38,9	31,2	58,2	16,1	-0,7
300	30,9	24,8	42,7	12,7	-0,9
330	25,0	20,1	32,2	10,1	-1,0
360	20,5	16,6	24,8	8,12	-1,1
390	17,0	13,8	19,4	6,59	-1,1
420	14,2	11,6	15,4	5,37	-1,1
450	12,0	9,83	12,4	4,39	-1,1
480	10,2	8,38	10,0	3,59	-1,0
510	8,67	7,17	8,18	2,93	-0,9
540	7,40	6,16	6,69	2,37	-0,7
570	6,32	5,30	5,48	1,90	-0,4
600	5,40	4,58	4,49	1,50	0,0
630	4,60	3,95	3,48	1,16	0,6
660	3,93	3,40	2,67	-	1,2
690	3,33	2,93	2,00	-	2,0
720	2,80	2,50	1,47	-	3,0
750	-	-	-	-	-
780	-	-	-	-	-
810	-	-	-	-	-
840	-	-	-	-	-
870	-	-	-	-	-
900	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.4 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS150-V4/R60

KS150-V4/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
240	51,4	47,2	84,3	24,57	-0,7
270	45,1	36,8	59,9	18,95	-0,9
300	36,3	29,4	44,1	14,93	-1,0
330	29,5	23,9	33,4	11,96	-1,2
360	24,3	19,8	25,8	9,69	-1,3
390	20,2	16,5	20,3	7,93	-1,4
420	17,0	13,9	16,1	6,54	-1,5
450	14,4	11,9	13,0	5,40	-1,5
480	12,3	10,2	10,6	4,49	-1,5
510	10,5	8,76	8,66	3,72	-1,4
540	9,06	7,58	7,12	3,08	-1,3
570	7,82	6,58	5,86	2,54	-1,0
600	6,75	5,73	4,84	2,08	-0,7
630	5,84	5,00	3,80	1,68	-0,2
660	5,04	4,36	2,96	1,33	0,4
690	4,35	3,80	2,28	1,00	1,1
720	3,74	3,32	1,72	-	2,0
750	3,20	2,89	1,25	-	3,0
780	-	-	-	-	-
810	-	-	-	-	-
840	-	-	-	-	-
870	-	-	-	-	-
900	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.5 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS150-V5/R60

KS150-V5/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
240	53,2	61,3	88,5	31,4	-0,9
270	46,7	48,0	63,2	24,3	-1,2
300	41,5	38,5	46,8	19,3	-1,4
330	37,3	31,4	35,6	15,6	-1,6
360	31,6	26,1	27,6	12,7	-1,8
390	26,5	21,9	21,8	10,5	-2,0
420	22,4	18,6	17,5	8,77	-2,1
450	19,1	15,9	14,2	7,36	-2,3
480	16,4	13,7	11,6	6,20	-2,4
510	14,2	11,9	9,58	5,25	-2,4
540	12,3	10,4	7,94	4,44	-2,3
570	10,7	9,12	6,60	3,76	-2,2
600	9,40	8,02	5,50	3,18	-2,0
630	8,24	7,08	4,40	2,68	-1,7
660	7,23	6,26	3,50	2,25	-1,3
690	6,36	5,54	2,78	1,87	-0,7
720	5,58	4,92	2,18	1,54	0,0
750	4,90	4,37	1,68	1,25	0,9
780	4,30	3,88	1,32	-	1,9
810	3,76	3,44	1,00	-	3,2
840	-	-	-	-	-
870	-	-	-	-	-
900	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.6 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS150-V6/R60

KS150-V6/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
240	52,2	72,7	92,4	37,3	-1,1
270	45,8	57,0	66,3	29,0	-1,4
300	40,7	45,8	49,3	23,1	-1,7
330	36,6	37,5	37,6	18,7	-2,0
360	33,2	31,1	29,3	15,4	-2,2
390	30,3	26,2	23,3	12,8	-2,5
420	27,6	22,3	18,8	10,7	-2,7
450	23,6	19,2	15,3	9,05	-3,0
480	20,4	16,6	12,6	7,69	-3,2
510	17,7	14,5	10,4	6,57	-3,3
540	15,5	12,6	8,70	5,62	-3,4
570	13,6	11,1	7,29	4,82	-3,4
600	11,9	9,86	6,12	4,14	-3,3
630	10,5	8,75	4,96	3,55	-3,1
660	9,33	7,79	4,00	3,05	-2,8
690	8,27	6,94	3,25	2,60	-2,4
720	7,35	6,20	2,60	2,20	-1,8
750	6,53	5,55	2,07	1,87	-1,1
780	5,80	4,98	1,69	1,56	-0,2
810	5,15	4,46	1,34	1,29	0,9
840	4,58	4,00	1,05	1,05	2,2
870	-	-	-	-	-
900	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.7 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS150-V7/R60

KS150-V7/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
240	53,3	84,8	95,8	42,8	-1,3
270	46,8	66,6	69,0	33,4	-1,6
300	41,6	53,5	51,5	26,6	-1,9
330	37,4	43,9	39,4	21,6	-2,3
360	33,9	36,5	30,8	17,8	-2,6
390	31,0	30,8	24,6	14,9	-3,0
420	28,5	26,3	19,9	12,5	-3,3
450	26,3	22,6	16,3	10,6	-3,6
480	24,0	19,6	13,4	9,10	-3,8
510	20,9	17,2	11,2	7,80	-4,1
540	18,3	15,1	9,37	6,74	-4,2
570	16,1	13,3	7,89	5,83	-4,4
600	14,2	11,8	6,67	5,05	-4,4
630	12,6	10,5	5,46	4,38	-4,3
660	11,2	9,40	4,48	3,80	-4,1
690	10,0	8,43	3,67	3,29	-3,9
720	8,93	7,57	2,99	2,85	-3,4
750	7,99	6,82	2,43	2,43	-2,9
780	7,15	6,14	2,00	2,00	-2,1
810	6,40	5,55	1,65	1,65	-1,2
840	5,74	5,00	1,33	1,33	0,0
870	5,14	4,53	1,00	1,00	1,3
900	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.8 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS150-V8/R60

KS150-V8/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
240	55,3	108,1	102,3	53,3	-1,6
270	48,5	85,0	74,1	41,7	-2,0
300	43,2	68,5	55,5	33,3	-2,4
330	38,8	56,2	42,8	27,2	-2,9
360	35,2	46,9	33,7	22,5	-3,3
390	32,2	39,7	27,0	18,9	-3,8
420	29,6	33,9	21,9	16,0	-4,3
450	27,4	29,3	18,1	13,6	-4,7
480	25,4	25,5	15,0	11,7	-5,1
510	23,7	22,4	12,6	10,1	-5,5
540	22,2	19,7	10,6	8,83	-5,9
570	20,8	17,5	9,02	7,70	-6,2
600	18,5	15,5	7,69	6,75	-6,4
630	16,5	13,9	6,39	5,90	-6,6
660	14,7	12,5	5,30	5,20	-6,6
690	13,2	11,3	4,44	4,44	-6,6
720	11,9	10,2	3,70	3,70	-6,4
750	10,7	9,24	3,08	3,08	-6,1
780	9,80	8,39	2,60	2,60	-5,6
810	8,83	7,63	2,20	2,20	-5,0
840	7,96	6,95	1,85	1,85	-4,1
870	7,16	6,34	1,54	1,54	-3,1
900	6,49	5,75	1,26	1,26	-1,8

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

2.2.3. Tabele nośności płyt KS200

W tabelach 2.9÷2.19 zestawiono wartości dopuszczalnych obciążeń obliczeniowych, charakterystycznych i charakterystycznych-długotrwałych dla płyt KS200, w zależności od obliczeniowej rozpiętości.

Tabl.2.9 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS200-V1/R60

KS200-V1/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
240	48,6	37,8	165,2	21,6	-0,3
270	37,6	29,3	116,6	16,5	-0,4
300	29,8	23,3	85,3	12,9	-0,4
330	24,0	18,8	64,2	10,2	-0,5
360	19,6	15,4	49,4	8,18	-0,5
390	16,2	12,7	38,8	6,59	-0,6
420	13,5	10,6	30,9	5,33	-0,6
450	11,3	8,94	24,9	4,32	-0,5
480	9,49	7,55	20,3	3,48	-0,5
510	8,00	6,40	16,7	2,79	-0,4
540	6,75	5,44	13,8	2,22	-0,3
570	5,70	4,62	11,5	1,73	-0,1
600	4,80	3,92	9,63	1,30	0,1
630	4,00	3,32	7,68	-	0,4
660	3,35	2,80	6,12	-	0,8
690	2,76	2,35	4,86	-	1,2
720	-	-	-	-	-
750	-	-	-	-	-
780	-	-	-	-	-
810	-	-	-	-	-
840	-	-	-	-	-
870	-	-	-	-	-
900	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.10 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS200-V2/R60

KS200-V2/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
240	54,3	48,0	169,0	27,3	-0,4
270	47,5	37,4	119,6	21,0	-0,5
300	37,9	29,8	87,7	16,5	-0,6
330	30,7	24,2	66,2	13,2	-0,7
360	25,2	12,0	51,1	10,7	-0,7
390	21,0	16,6	40,2	8,75	-0,8
420	17,6	14,0	32,1	7,19	-0,8
450	14,9	11,9	26,0	5,94	-0,9
480	12,6	10,1	21,2	4,90	-0,9
510	10,8	8,69	17,5	4,06	-0,8
540	9,25	7,48	14,6	3,35	-0,7
570	7,94	6,46	12,2	2,74	-0,6
600	6,80	5,58	10,2	2,23	-0,4
630	5,86	4,83	8,22	1,78	-0,2
660	5,00	4,18	6,60	1,40	0,1
690	4,30	3,60	5,30	1,06	0,5
720	3,65	3,10	4,25	-	0,9
750	3,10	2,67	3,37	-	1,5
780	2,60	2,28	2,78	-	2,1
810	-	-	-	-	-
840	-	-	-	-	-
870	-	-	-	-	-
900	-	-	-	-	-
930	-	-	-	-	-
960	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.11 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS200-V3/R60

KS200-V3/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
240	55,4	58,3	172,7	32,8	-0,5
270	48,5	45,6	122,5	25,4	-0,6
300	42,9	36,4	90,0	20,1	-0,7
330	37,3	29,7	68,1	16,2	-0,8
360	30,8	24,6	52,7	13,2	-0,9
390	25,7	20,6	41,5	10,8	-1,0
420	21,7	17,4	33,3	9,00	-1,1
450	18,4	14,8	27,0	7,50	-1,2
480	15,8	12,7	22,1	6,30	-1,2
510	13,6	11,0	18,3	5,30	-1,2
540	11,7	9,53	15,3	4,45	-1,2
570	10,2	8,30	12,8	3,73	-1,1
600	8,83	7,25	10,8	3,10	-1,0
630	7,68	6,35	8,74	2,60	-0,8
660	6,68	5,56	7,10	2,14	-0,6
690	5,80	4,88	5,75	1,75	-0,3
720	5,05	4,28	4,65	1,40	0,1
750	4,37	3,75	3,74	1,10	0,6
780	3,78	3,28	3,13	-	1,2
810	3,25	2,86	2,59	-	1,9
840	2,77	2,48	2,10	-	2,7
870	-	-	-	-	-
900	-	-	-	-	-
930	-	-	-	-	-
960	-	-	-	-	-
990	-	-	-	-	-
1020	-	-	-	-	-
1050	-	-	-	-	-
1080	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.12 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS200-V4/R60

KS200-V4/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
240	54,7	69,9	177,3	39,5	-0,6
270	47,8	54,7	126,1	30,7	-0,7
300	42,4	43,9	93,0	24,4	-0,9
330	38,0	35,8	70,5	19,7	-1,0
360	34,4	29,7	54,7	16,1	-1,2
390	31,3	24,9	43,3	13,4	-1,3
420	27,0	21,2	34,8	11,2	-1,4
450	23,1	18,1	28,3	9,43	-1,5
480	19,8	15,6	23,3	8,00	-1,6
510	17,2	13,6	19,3	6,79	-1,7
540	14,9	11,8	16,2	5,78	-1,7
570	13,0	10,4	13,6	4,93	-1,7
600	11,4	9,10	11,5	4,20	-1,7
630	10,0	8,05	9,40	3,58	-1,6
660	8,83	7,12	7,69	3,04	-1,4
690	7,78	6,30	6,30	2,57	-1,2
720	6,86	5,59	5,16	2,15	-0,9
750	6,04	4,96	4,20	1,79	-0,5
780	5,32	4,40	3,56	1,46	0,0
810	4,67	3,90	3,00	1,17	0,6
840	4,10	3,45	2,50	-	1,3
870	3,58	3,05	2,07	-	2,1
900	3,10	2,69	1,68	-	3,1
930	2,69	2,36	1,34	-	4,2
960	-	-	-	-	-
990	-	-	-	-	-
1020	-	-	-	-	-
1050	-	-	-	-	-
1080	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.13 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS200-V5/R60

KS200-V5/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
240	56,1	88,0	183,6	48,8	-0,7
270	49,0	69,0	131,1	38,1	-0,9
300	43,5	55,5	97,0	30,3	-1,1
330	39,0	45,4	73,8	24,6	-1,3
360	35,3	37,8	57,5	20,3	-1,5
390	32,2	31,8	45,6	16,9	-1,7
420	29,5	27,1	36,8	14,3	-1,9
450	27,2	23,3	30,0	12,1	-2,0
480	25,2	20,2	24,8	10,3	-2,2
510	22,1	17,6	20,7	8,88	-2,3
540	19,4	15,4	17,4	7,65	-2,5
570	17,0	13,6	14,7	6,60	-2,5
600	15,0	12,0	12,5	5,72	-2,6
630	13,3	10,7	10,3	4,96	-2,6
660	11,8	9,54	8,50	4,30	-2,5
690	10,5	8,50	7,04	3,72	-2,4
720	9,35	7,63	5,84	3,20	-2,2
750	8,34	6,84	4,84	2,77	-1,9
780	7,44	6,14	4,14	2,37	-1,5
810	6,65	5,52	3,54	2,00	-1,1
840	5,93	4,96	3,00	1,70	-0,5
870	5,29	4,46	2,54	1,42	0,2
900	4,70	4,00	2,12	1,16	1,0
930	4,19	3,58	1,76	-	1,9
960	3,70	3,23	1,43	-	3,0
990	3,28	2,90	1,14	-	4,3
1020	-	-	-	-	-
1050	-	-	-	-	-
1080	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.14 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS200-V6/R60

KS200-V6/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
240	57,4	103,1	189,6	57,8	-0,9
270	50,2	83,3	135,8	45,1	-1,1
300	44,5	67,0	100,8	36,1	-1,3
330	39,9	55,0	76,9	29,4	-1,5
360	36,3	45,8	60,1	24,3	-1,8
390	33,0	38,7	47,8	20,3	-2,0
420	30,1	33,0	38,7	17,2	-2,3
450	27,9	28,5	31,7	14,7	-2,5
480	25,9	24,7	26,3	12,6	-2,8
510	24,1	21,6	22,0	10,9	-3,0
540	22,5	19,0	18,6	9,43	-3,2
570	21,0	16,8	15,8	8,20	-3,3
600	18,6	15,0	13,5	7,17	-3,4
630	16,5	13,3	11,1	6,28	-3,5
660	14,7	12,0	9,28	5,50	-3,6
690	13,2	10,7	7,75	4,82	-3,5
720	11,8	9,66	6,49	4,23	-3,4
750	10,6	8,72	5,44	3,70	-3,3
780	9,54	7,88	4,70	3,24	-3,0
810	8,59	7,14	4,05	2,82	-2,7
840	7,74	6,47	3,48	2,45	-2,2
870	6,98	5,87	2,98	2,12	-1,7
900	6,29	5,33	2,54	1,82	-1,0
930	5,66	4,84	2,15	1,55	-0,2
960	5,10	4,39	1,80	1,30	0,7
990	4,58	3,99	1,49	1,08	1,8
1020	4,10	3,62	1,20	-	3,1
1050	-	-	-	-	-
1080	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.15 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS200-V7/R60

KS200-V7/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
240	58,6	124,0	195,3	66,3	-1,0
270	51,3	97,5	140,3	51,9	-1,2
300	45,5	76,4	104,4	41,6	-1,5
330	40,8	64,5	79,9	33,9	-1,8
360	36,9	53,8	62,6	28,1	-2,1
390	33,7	45,5	45,0	23,6	-2,4
420	30,9	38,9	40,5	20,0	-2,7
450	28,5	33,6	33,3	17,1	-3,0
480	26,5	29,2	27,7	14,7	-3,3
510	24,6	25,6	23,2	12,8	-3,6
540	23,0	22,6	19,7	11,1	-3,8
570	21,6	20,0	16,7	9,75	-4,1
600	20,3	17,9	14,4	8,56	-4,3
630	19,2	16,0	12,0	7,54	-4,4
660	17,6	14,4	10,0	6,65	-4,6
690	15,8	12,9	8,43	5,88	-4,6
720	14,2	11,7	7,10	5,20	-4,6
750	12,8	10,6	6,00	4,60	-4,6
780	11,6	9,60	5,23	4,07	-4,4
810	10,5	8,73	4,54	3,59	-4,2
840	9,52	7,96	3,94	3,17	-3,9
870	8,63	7,26	3,40	2,79	-3,5
900	7,84	6,63	2,94	2,45	-2,9
930	7,10	6,06	2,53	2,14	-2,2
960	6,46	5,54	2,15	1,86	-1,4
990	5,86	5,07	1,82	1,60	-0,5
1020	5,32	4,64	1,52	1,37	0,7
1050	4,82	4,24	1,25	1,15	2,0
1080	4,36	3,88	1,00	-	3,4

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.16 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS200-V1/R120

KS200-V1/R120					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3, XC4	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
240	54,2	60,0	166,9	38,3	-0,4
270	47,4	46,9	118,0	29,7	-0,4
300	42,1	37,5	86,4	23,6	-0,5
330	37,8	30,6	65,1	19,0	-0,6
360	32,0	25,3	50,2	15,6	-0,6
390	26,7	21,2	39,4	12,9	-0,7
420	22,6	17,9	31,5	10,8	-0,7
450	19,2	15,3	25,4	9,07	-0,7
480	16,4	13,1	20,8	7,66	-0,7
510	14,2	11,3	17,1	6,49	-0,6
540	12,3	9,83	14,2	5,50	-0,5
570	10,6	8,56	11,8	4,69	-0,4
600	9,26	7,48	9,92	3,98	-0,2
630	8,07	6,55	7,94	3,37	0,1
660	7,00	5,74	6,35	2,85	0,4
690	6,14	5,04	5,08	2,39	0,8
720	5,35	4,40	4,00	1,98	1,3
750	4,65	3,88	3,17	1,63	1,9
780	4,00	3,39	2,60	1,30	2,6
810	3,48	2,96	2,10	1,00	3,4
840	3,00	2,58	1,66	-	4,3
870	2,55	2,23	1,28	-	5,4
900	-	-	-	-	-
930	-	-	-	-	-
960	-	-	-	-	-
990	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.17 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS200-V2/R120

KS200-V2/R120					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3, XC4	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
240	55,6	75,8	171,0	47,6	-0,5
270	48,7	59,4	121,2	37,1	-0,6
300	43,2	47,6	89,0	29,6	-0,7
330	38,8	38,9	67,2	24,0	-0,8
360	35,1	32,3	52,0	19,8	-0,9
390	32,0	27,1	40,9	16,5	-0,9
420	28,8	23,0	32,8	13,8	-1,0
450	24,6	19,8	26,6	11,7	-1,1
480	21,2	17,0	21,8	10,0	-1,1
510	18,4	14,8	18,0	8,57	-1,1
540	16,0	12,9	15,0	7,37	-1,0
570	14,0	11,4	12,6	6,36	-0,9
600	12,3	10,0	10,6	5,49	-0,8
630	10,8	8,85	8,50	4,74	-0,6
660	9,56	7,84	6,89	4,10	-0,3
690	8,44	6,96	5,56	3,53	0,0
720	7,46	6,19	4,48	3,04	0,4
750	6,60	5,50	3,59	2,60	0,9
780	5,84	4,90	2,98	2,20	1,6
810	5,16	4,36	2,45	1,87	2,3
840	4,55	3,88	1,99	1,56	3,1
870	4,00	3,45	1,59	1,28	4,1
900	3,50	3,06	1,24	1,00	5,2
930	-	-	-	-	-
960	-	-	-	-	-
990	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.18 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS200-V3/R120

KS200-V3/R120					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3, XC4	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
240	57,0	93,2	176,7	54,0	-0,6
270	49,9	73,1	125,6	42,1	-0,7
300	44,3	58,7	92,6	33,7	-0,9
330	39,8	48,1	70,2	27,4	-1,0
360	36,0	40,0	54,5	22,6	-1,2
390	32,8	33,7	43,1	18,9	-1,3
420	30,2	28,8	34,6	15,9	-1,4
450	27,8	24,7	28,2	13,6	-1,5
480	25,8	21,4	23,2	11,6	-1,6
510	23,1	18,7	19,2	10,0	-1,7
540	20,2	16,4	16,1	8,65	-1,7
570	17,8	14,5	13,5	7,50	-1,7
600	15,7	12,8	11,5	6,50	-1,6
630	13,9	11,4	9,33	5,68	-1,5
660	12,3	10,2	7,62	4,95	-1,3
690	11,0	9,09	6,24	4,30	-1,1
720	9,80	8,15	5,10	3,76	-0,8
750	8,77	7,32	4,16	3,27	-0,4
780	7,84	6,58	3,50	2,83	0,1
810	7,00	5,92	2,94	2,44	0,7
840	6,27	5,33	2,45	2,09	1,4
870	5,60	4,80	2,00	1,78	2,3
900	5,00	4,30	1,64	1,50	3,3
930	4,46	3,89	1,30	1,24	4,4
960	3,97	3,50	1,00	1,00	5,7
990	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.19 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS200-V4/R120

KS200-V4/R120					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3, XC4	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
240	58,3	108,8	180,4	62,1	-0,7
270	51,0	85,4	128,6	48,5	-0,8
300	45,3	68,7	95,0	38,8	-1,0
330	40,7	56,4	72,2	31,6	-1,2
360	36,8	47,0	56,1	26,2	-1,3
390	33,6	39,7	44,5	21,9	-1,5
420	30,9	33,8	35,8	18,6	-1,7
450	28,5	29,2	29,2	15,9	-1,8
480	26,4	25,3	24,1	13,6	-2,0
510	24,6	22,2	20,0	11,8	-2,1
540	23,0	19,5	16,8	10,2	-2,1
570	21,0	17,2	14,2	8,94	-2,2
600	18,6	15,3	12,0	7,82	-2,2
630	16,6	13,7	9,87	6,86	-2,1
660	14,8	12,2	8,10	6,03	-2,0
690	13,2	11,0	6,68	5,30	-1,8
720	11,8	9,89	5,50	4,67	-1,6
750	10,6	8,90	4,54	4,10	-1,2
780	9,57	8,06	3,86	3,60	-0,8
810	8,62	7,30	3,27	3,16	-0,3
840	7,77	6,60	2,75	2,75	0,4
870	7,00	5,95	2,30	2,30	1,1
900	6,30	5,45	1,90	1,90	2,0
930	5,69	4,94	1,55	1,55	3,0
960	5,12	4,49	1,23	1,23	4,2
990	4,60	4,07	0,95	0,95	5,6

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

2.2.4. Tabele nośności płyt KS265

W tabelach 2.20÷2.27 zestawiono wartości dopuszczalnych obciążeń obliczeniowych, charakterystycznych i charakterystycznych-długotrwałych dla płyt KS265, w funkcji obliczeniowej rozpiętości.

Tabl.2.20 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS265-V1/R60

KS265-V1/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	26,5	25,5	62,9	14,0	-1,1
480	24,4	22,0	51,9	11,9	-1,1
510	22,6	19,1	43,3	10,2	-1,2
540	21,0	16,7	36,4	8,70	-1,3
570	18,6	14,6	30,8	7,48	-1,3
600	16,4	12,9	26,2	6,42	-1,3
630	14,4	11,4	21,6	5,50	-1,3
660	12,7	10,1	17,8	4,70	-1,2
690	11,2	8,94	14,8	4,00	-1,1
720	9,92	7,94	12,3	3,43	-1,0
750	8,77	7,06	10,3	2,90	-0,8
780	7,75	6,28	8,92	2,43	-0,6
810	6,85	5,58	7,73	2,00	-0,3
840	6,04	4,96	6,70	1,63	0,0
870	5,30	4,40	5,80	1,29	0,4
900	4,65	3,90	5,00	1,00	0,9
930	4,05	3,44	4,30	-	1,4
960	3,52	3,00	3,70	-	2,1
990	3,02	2,65	3,14	-	2,8
1020	2,58	2,30	2,65	-	3,6
1050	-	-	-	-	-
1080	-	-	-	-	-
1110	-	-	-	-	-
1140	-	-	-	-	-
1170	-	-	-	-	-
1200	-	-	-	-	-
1230	-	-	-	-	-
1260	-	-	-	-	-
1290	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.21 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS265-V2/R60

KS265-V2/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	27,8	39,9	68,4	21,8	-1,7
480	25,7	34,7	56,7	18,7	-1,9
510	23,8	30,4	47,5	16,2	-2,1
540	22,2	26,7	40,1	14,1	-2,2
570	20,7	23,7	34,2	12,3	-2,4
600	19,4	21,0	29,3	10,8	-2,5
630	18,2	18,8	24,3	9,50	-2,6
660	17,1	16,8	20,3	8,37	-2,7
690	16,2	15,1	17,1	7,37	-2,7
720	15,3	13,6	14,4	6,50	-2,7
750	14,4	12,3	12,2	5,74	-2,7
780	13,7	11,1	10,7	5,05	-2,6
810	12,4	10,1	9,41	4,45	-2,5
840	11,2	9,17	8,27	3,90	-2,3
870	10,1	8,33	7,26	3,42	-2,1
900	9,15	7,58	6,38	2,98	-1,8
930	8,27	6,89	5,59	2,58	-1,5
960	7,47	6,27	4,90	2,22	-1,0
990	6,74	5,71	4,28	1,89	-0,5
1020	6,08	5,19	3,72	1,59	0,1
1050	5,47	4,72	3,22	1,30	0,8
1080	4,91	4,28	2,77	1,06	1,7
1110	4,40	3,88	2,36	-	2,6
1140	3,93	3,52	1,99	-	3,6
1170	3,49	3,18	1,66	-	4,8
1200	3,08	2,86	1,35	-	6,1
1230	2,70	2,57	1,07	-	7,6
1260	-	-	-	-	-
1290	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.22 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS265-V3/R60

KS265-V3/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	29,1	54,3	74,4	29,0	-2,3
480	26,9	47,4	61,9	25,1	-2,6
510	24,9	41,6	52,1	21,9	-2,8
540	23,2	36,8	44,2	19,2	-3,1
570	21,7	32,7	37,8	16,9	-3,3
600	20,3	29,2	32,5	14,9	-3,6
630	19,1	26,2	27,2	13,2	-3,8
660	18,0	23,6	22,9	11,8	-4,0
690	17,0	21,3	19,4	10,5	-4,1
720	16,0	19,3	16,6	9,37	-4,3
750	15,2	17,6	14,2	8,38	-4,4
780	14,4	16,0	12,5	7,50	-4,5
810	13,7	14,6	11,1	6,73	-4,5
840	13,0	13,4	9,82	6,03	-4,5
870	12,4	12,2	8,70	5,40	-4,4
900	11,8	11,2	7,73	4,83	-4,3
930	11,3	10,3	6,86	4,32	-4,1
960	10,8	9,50	6,09	3,85	-3,8
990	10,3	8,75	5,39	3,43	-3,5
1020	9,52	8,06	4,77	3,04	-3,1
1050	8,72	7,43	4,20	2,69	-2,6
1080	7,98	6,85	3,70	2,37	-2,0
1110	7,30	6,32	3,25	2,07	-1,3
1140	6,68	5,83	2,83	1,79	-0,4
1170	6,10	5,37	2,46	1,54	0,5
1200	5,57	4,95	2,10	1,30	1,6
1230	5,07	4,57	1,79	1,08	2,8
1260	4,60	4,20	1,50	-	4,1
1290	4,18	3,87	1,24	-	5,6

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.23 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS265-V4/R60

KS265-V4/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	30,3	68,5	79,1	35,8	-2,9
480	28,0	59,9	66,1	31,0	-3,2
510	26,0	52,7	55,7	27,1	-3,5
540	24,2	46,7	47,4	23,9	-3,9
570	22,6	41,8	40,7	21,1	-4,2
600	21,2	37,2	35,2	18,7	-4,5
630	19,9	33,5	29,6	16,7	-4,9
660	18,8	30,2	25,1	14,9	-5,2
690	17,7	27,4	21,4	13,4	-5,4
720	16,8	24,9	18,4	12,0	-5,7
750	15,9	22,7	15,9	10,8	-5,9
780	15,1	20,8	14,1	9,78	-6,1
810	14,3	19,0	12,5	8,84	-6,3
840	13,6	17,5	11,2	8,00	-6,4
870	13,0	16,1	9,96	7,23	-6,5
900	12,4	14,8	8,90	6,55	-6,6
930	11,8	13,7	7,95	5,93	-6,5
960	11,3	12,7	7,10	5,37	-6,4
990	10,8	11,7	6,36	4,86	-6,3
1020	10,3	10,9	5,68	4,39	-6,0
1050	9,92	10,1	5,08	3,97	-5,7
1080	9,50	9,38	4,50	3,57	-5,3
1110	9,12	8,70	4,00	3,20	-4,8
1140	8,76	8,10	3,57	2,88	-4,2
1170	8,40	7,54	3,16	2,57	-3,4
1200	8,00	7,00	2,78	2,29	-2,6
1230	7,39	6,53	2,43	2,00	-1,6
1260	6,82	6,08	2,10	1,78	-0,5
1290	6,29	5,66	1,82	1,55	0,7

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.24 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS265-V5/R60

KS265-V5/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	31,3	76,5	80,6	37,8	-3,0
480	28,9	66,9	67,4	32,8	-3,4
510	26,9	58,9	56,9	28,7	-3,7
540	25,0	52,2	48,5	25,3	-4,1
570	23,4	46,6	41,6	22,4	-4,4
600	22,0	41,7	36,0	19,9	-4,8
630	20,6	37,6	30,4	17,7	-5,1
660	19,5	34,0	25,8	15,9	-5,5
690	18,4	30,8	22,0	14,3	-5,8
720	17,4	28,1	19,0	12,8	-6,1
750	16,5	25,6	16,4	11,6	-6,4
780	15,7	23,5	14,6	10,5	-6,6
810	14,9	21,5	13,0	9,50	-6,8
840	14,2	19,8	11,6	8,60	-7,0
870	13,5	18,3	10,3	7,80	-7,1
900	12,9	16,9	9,26	7,10	-7,2
930	12,3	15,6	8,30	6,44	-7,2
960	11,8	14,5	7,44	5,85	-7,2
990	11,3	13,4	6,66	5,30	-7,1
1020	10,8	12,5	5,97	4,82	-6,9
1050	10,4	11,6	5,35	4,37	-6,6
1080	9,95	10,8	4,78	3,96	-6,3
1110	9,56	10,1	4,27	3,58	-5,8
1140	9,17	9,40	3,80	3,23	-5,3
1170	8,80	8,77	3,38	2,90	-4,6
1200	8,48	8,19	3,00	2,60	-3,9
1230	8,16	7,65	2,64	2,34	-3,0
1260	7,85	7,15	2,30	2,08	-1,9
1290	7,56	6,69	2,00	1,84	-0,8

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.25 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS265-V1/R120

KS265-V1/R120					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3, XC4	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	27,8	35,6	65,2	19,7	-1,3
480	25,6	30,9	53,9	16,9	-1,4
510	23,8	27,0	45,0	14,6	-1,5
540	22,1	23,7	37,9	12,6	-1,5
570	20,7	20,9	32,1	11,0	-1,6
600	19,4	18,6	27,4	9,60	-1,6
630	18,2	16,5	22,6	8,40	-1,7
660	17,1	14,8	18,7	7,36	-1,6
690	16,1	13,2	15,6	6,45	-1,6
720	14,8	11,9	13,1	5,65	-1,5
750	13,2	10,7	10,9	4,94	-1,4
780	11,9	9,65	9,53	4,32	-1,2
810	10,7	8,70	8,30	3,76	-0,9
840	9,59	7,86	7,23	3,26	-0,7
870	8,60	7,10	6,29	2,80	-0,3
900	7,75	6,43	5,46	2,40	0,1
930	6,95	5,80	4,73	2,04	0,7
960	6,24	5,25	4,08	1,70	1,2
990	5,58	4,74	3,50	1,40	1,9
1020	5,00	4,27	2,99	1,13	2,7
1050	4,44	3,85	2,52	-	3,6
1080	3,94	3,46	2,10	-	4,6
1110	3,48	3,10	1,73	-	5,7
1140	3,05	2,76	1,39	-	6,9
1170	2,66	2,46	1,08	-	8,3
1200	-	-	-	-	-
1230	-	-	-	-	-
1260	-	-	-	-	-
1290	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.26 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS265-V2/R120

KS265-V2/R120					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3, XC4	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	29,0	48,1	68,9	26,2	-1,7
480	26,9	41,9	57,1	22,6	-1,9
510	24,9	36,8	47,8	19,7	-2,0
540	23,2	32,4	40,4	17,2	-2,2
570	21,7	28,8	34,4	15,1	-2,3
600	20,3	25,7	29,5	13,3	-2,4
630	19,1	23,0	24,4	11,7	-2,5
660	18,0	20,6	20,4	10,4	-2,6
690	17,0	18,6	17,1	9,23	-2,6
720	16,0	16,8	14,5	8,20	-2,6
750	15,2	15,2	12,2	7,30	-2,6
780	14,4	13,9	10,7	6,50	-2,5
810	13,7	12,6	9,40	5,79	-2,4
840	13,0	11,5	8,26	5,15	-2,2
870	12,4	10,5	7,25	4,58	-2,0
900	11,5	9,60	6,36	4,06	-1,7
930	10,5	8,79	5,58	3,59	-1,3
960	9,58	8,05	4,88	3,17	-0,8
990	8,73	7,37	4,25	2,78	-0,3
1020	7,95	6,76	3,70	2,42	0,4
1050	7,23	6,19	3,19	2,10	1,1
1080	6,58	5,68	2,74	1,80	1,9
1110	5,98	5,20	2,33	1,53	2,9
1140	5,40	4,76	1,96	1,28	4,0
1170	4,90	4,36	1,62	1,05	5,2
1200	4,43	3,98	1,32	-	6,5
1230	4,00	3,63	1,00	-	8,0
1260	-	-	-	-	-
1290	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.27 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS265-V3/R120

KS265-V3/R120					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3, XC4	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	30,2	61,7	73,4	33,1	-2,2
480	27,9	53,9	61,1	28,7	-2,5
510	25,9	47,3	51,3	25,1	-2,7
540	24,2	41,9	43,5	22,0	-3,0
570	22,6	37,3	37,2	19,4	-3,2
600	21,2	33,3	32,0	17,2	-3,4
630	19,9	29,9	26,7	15,3	-3,6
660	18,8	27,0	22,5	13,7	-3,8
690	17,7	24,4	19,1	12,2	-3,9
720	16,8	22,2	16,2	10,9	-4,1
750	15,9	20,2	13,9	9,84	-4,1
780	15,1	18,4	12,2	8,85	-4,2
810	14,3	16,9	10,8	7,97	-4,2
840	13,6	15,4	9,56	7,18	-4,2
870	13,0	14,2	8,46	6,47	-4,1
900	12,4	13,0	7,50	5,83	-3,9
930	11,8	12,0	6,64	5,26	-3,7
960	11,3	11,1	5,87	4,73	-3,4
990	10,8	10,2	5,19	4,25	-3,0
1020	10,4	9,45	4,58	3,82	-2,5
1050	9,93	8,74	4,03	3,40	-2,0
1080	9,45	8,09	3,53	3,05	-1,3
1110	8,70	7,49	3,08	2,70	-0,6
1140	8,00	6,93	2,67	2,40	0,3
1170	7,35	6,42	2,30	2,12	1,3
1200	6,76	5,95	1,96	1,85	2,4
1230	6,20	5,50	1,65	1,60	3,7
1260	5,69	5,10	1,37	1,37	5,1
1290	5,20	4,72	1,10	1,10	6,7

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

2.2.5. Tabele nośności płyt KS320

W tabelach 2.28÷2.45 zestawiono wartości dopuszczalnych obciążeń obliczeniowych, charakterystycznych i charakterystycznych-długotrwałych dla płyt KS320, w funkcji obliczeniowej rozpiętości.

Tabl.2.28 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS320-V1/R60

KS320-V1/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	35,8	31,6	110,3	17,6	-0,8
480	33,0	27,3	91,0	14,9	-0,9
510	30,4	23,7	75,8	12,7	-0,9
540	26,5	20,7	63,8	10,9	-1,0
570	23,2	18,1	54,1	9,36	-1,0
600	20,3	16,0	46,2	8,04	-1,0
630	17,9	14,1	38,0	6,90	-1,0
660	15,8	12,5	31,5	5,90	-1,0
690	13,9	11,0	26,2	5,04	-0,9
720	12,3	9,80	22,0	4,29	-0,9
750	10,9	8,70	18,4	3,62	-0,7
780	9,63	7,75	16,1	3,03	-0,6
810	8,50	6,88	14,1	2,50	-0,4
840	7,49	6,10	12,4	2,03	-0,2
870	6,58	5,40	10,9	1,60	0,1
900	5,76	4,78	9,53	1,22	0,4
930	5,00	4,22	8,35	-	0,8
960	4,34	3,70	7,30	-	1,2
990	3,73	3,23	6,39	-	1,7
1020	3,17	2,80	5,56	-	2,3
1050	2,66	2,40	4,83	-	2,9
1080	-	-	-	-	-
1110	-	-	-	-	-
1140	-	-	-	-	-
1170	-	-	-	-	-
1200	-	-	-	-	-
1230	-	-	-	-	-
1260	-	-	-	-	-
1290	-	-	-	-	-
1320	-	-	-	-	-
1350	-	-	-	-	-
1380	-	-	-	-	-
1410	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-
1470	-	-	-	-	-
1500	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.29 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS320-V2/R60

KS320-V2/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	36,7	40,6	114,0	22,6	-1,1
480	33,9	35,2	94,3	19,4	-1,2
510	31,4	30,7	78,8	16,7	-1,2
540	29,2	27,0	66,4	14,4	-1,3
570	27,3	23,8	56,5	12,5	-1,4
600	25,5	21,0	48,4	10,9	-1,5
630	23,7	18,7	39,9	9,48	-1,5
660	21,0	16,7	33,2	8,27	-1,5
690	18,8	14,9	27,8	7,20	-1,5
720	16,7	13,4	23,4	6,28	-1,5
750	15,0	12,0	19,8	5,46	-1,5
780	13,4	10,8	17,4	4,73	-1,4
810	12,0	9,70	15,3	4,08	-1,2
840	10,7	8,74	13,4	3,50	-1,1
870	9,60	7,87	11,9	2,98	-0,9
900	8,59	7,08	10,5	2,50	-0,6
930	7,67	6,37	9,23	2,08	-0,3
960	6,83	5,73	8,14	1,70	0,0
990	6,07	5,14	7,16	1,35	0,5
1020	5,37	4,60	6,30	-	1,0
1050	4,74	4,10	5,52	-	1,5
1080	4,15	3,66	4,82	-	2,1
1110	3,62	3,25	4,19	-	2,9
1140	3,10	2,87	3,62	-	3,7
1170	2,66	2,52	3,10	-	4,5
1200	-	-	-	-	-
1230	-	-	-	-	-
1260	-	-	-	-	-
1290	-	-	-	-	-
1320	-	-	-	-	-
1350	-	-	-	-	-
1380	-	-	-	-	-
1410	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-
1470	-	-	-	-	-
1500	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.30 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS320-V3/R60

KS320-V3/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	38,4	58,6	121,3	32,2	-1,5
480	35,5	51,0	100,6	27,8	-1,7
510	32,9	44,8	84,4	24,1	-1,9
540	30,6	39,5	71,4	21,1	-2,0
570	28,6	35,0	60,9	18,5	-2,2
600	26,8	31,2	52,4	16,3	-2,3
630	25,2	27,9	43,6	14,4	-2,4
660	23,7	25,1	36,5	12,7	-2,6
690	22,4	22,6	30,8	11,3	-2,7
720	21,1	20,5	26,2	10,0	-2,7
750	20,0	18,6	22,3	8,95	-2,8
780	19,0	16,8	19,7	7,96	-2,8
810	18,0	15,3	17,5	7,08	-2,8
840	17,1	14,0	15,5	6,30	-2,8
870	15,6	12,8	13,8	5,59	-2,7
900	14,2	11,7	12,2	4,95	-2,6
930	12,9	10,7	10,9	4,38	-2,4
960	11,7	9,76	9,70	3,85	-2,2
990	10,7	8,94	8,64	3,38	-1,9
1020	9,72	8,19	7,68	2,94	-1,6
1050	8,84	7,50	6,83	2,55	-1,2
1080	8,03	6,87	6,06	2,18	-0,7
1110	7,29	6,29	5,37	1,84	-0,2
1140	6,60	5,76	4,74	1,53	0,5
1170	5,97	5,26	4,17	1,25	1,2
1200	5,38	4,80	3,65	-	2,0
1230	4,84	4,38	3,17	-	2,9
1260	4,33	3,99	2,74	-	3,9
1290	3,86	3,62	2,34	-	5,0
1320	-	-	-	-	-
1350	-	-	-	-	-
1380	-	-	-	-	-
1410	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-
1470	-	-	-	-	-
1500	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.31 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS320-V4/R60

KS320-V4/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	39,2	67,6	124,7	36,7	-1,8
480	36,2	58,9	103,6	31,8	-1,9
510	33,6	51,8	87,0	27,7	-2,1
540	31,3	45,7	73,8	24,3	-2,3
570	29,2	40,6	63,0	21,4	-2,5
600	27,4	36,3	54,3	18,9	-2,7
630	25,7	32,5	45,3	16,7	-2,9
660	24,6	29,3	38,1	14,9	-3,0
690	22,9	26,5	32,3	13,3	-3,2
720	21,6	24,0	27,5	11,9	-3,3
750	20,5	21,8	23,5	10,6	-3,4
780	19,4	19,9	20,8	9,50	-3,5
810	18,5	18,1	18,5	8,50	-3,5
840	17,6	16,6	16,4	7,63	-3,6
870	16,8	15,2	14,7	6,83	-3,5
900	16,0	13,9	13,0	6,12	-3,5
930	15,3	12,8	11,7	5,47	-3,4
960	14,2	11,8	10,4	4,88	-3,2
990	13,0	10,8	9,33	4,35	-3,0
1020	11,9	9,97	8,34	3,86	-2,8
1050	10,9	9,19	7,45	3,40	-2,4
1080	9,95	8,47	6,65	3,00	-2,0
1110	9,10	7,80	5,93	2,60	-1,6
1140	8,32	7,19	5,27	2,27	-1,0
1170	7,60	6,63	4,67	1,95	-0,4
1200	6,93	6,10	4,13	1,65	0,3
1230	6,30	5,62	3,63	1,37	1,1
1260	5,74	5,17	3,17	1,12	2,0
1290	5,20	4,75	2,75	-	3,0
1320	4,69	4,33	1,98	-	6,2
1350	4,22	3,96	1,64	-	7,5
1380	3,79	3,62	1,33	-	9,0
1410	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-
1470	-	-	-	-	-
1500	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.32 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS320-V5/R60

KS320-V5/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	40,0	76,5	128,0	41,2	-2,0
480	36,9	66,8	106,5	35,7	-2,2
510	34,3	58,7	89,6	31,1	-2,4
540	31,9	51,9	76,0	27,3	-2,6
570	29,8	46,2	65,1	24,1	-2,9
600	28,0	41,3	56,1	21,4	-3,1
630	26,3	37,1	47,0	19,0	-3,3
660	24,8	33,5	39,6	16,9	-3,5
690	23,4	30,3	33,6	15,2	-3,7
720	22,1	27,5	28,8	13,6	-3,9
750	21,0	25,0	24,7	12,2	-4,0
780	19,9	22,9	21,9	11,0	-4,1
810	18,9	20,9	19,5	9,90	-4,3
840	18,0	19,2	17,4	8,92	-4,3
870	17,1	17,6	15,5	8,04	-4,4
900	16,4	16,2	13,9	7,25	-4,4
930	15,6	14,9	12,4	6,53	-4,3
960	14,9	13,8	11,2	5,88	-4,2
990	14,3	12,7	10,0	5,28	-4,1
1020	13,7	11,7	9,00	4,74	-3,9
1050	12,9	10,9	8,05	4,25	-3,7
1080	11,8	10,0	7,22	3,79	-3,3
1110	10,9	9,30	6,47	3,37	-2,9
1140	10,0	8,62	5,78	2,99	-2,5
1170	9,22	8,00	5,16	2,63	-1,9
1200	8,48	7,40	4,59	2,30	-1,3
1230	7,78	6,86	4,07	1,99	-0,6
1260	7,14	6,35	3,60	1,70	0,2
1290	6,54	5,88	3,16	1,44	1,1
1320	5,96	5,42	2,38	1,10	4,1
1350	5,44	5,00	2,00	-	5,4
1380	4,95	4,60	1,69	-	6,7
1410	4,49	4,25	1,38	-	8,2
1440	-	-	-	-	-
1470	-	-	-	-	-
1500	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.33 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS320-V6/R60

KS320-V6/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	40,7	85,4	131,2	45,4	-2,2
480	37,6	74,6	109,3	39,4	-2,4
510	34,9	65,7	92,1	34,5	-2,7
540	32,5	58,1	78,3	30,3	-2,9
570	30,4	51,8	67,1	26,8	-3,2
600	28,5	46,4	57,9	23,8	-3,5
630	26,8	41,7	48,6	21,2	-3,7
660	25,2	37,6	41,1	19,0	-4,0
690	23,8	34,1	35,0	17,0	-4,2
720	22,6	31,0	30,0	15,3	-4,4
750	21,4	28,3	25,8	13,8	-4,6
780	20,3	25,8	23,0	12,4	-4,8
810	19,3	23,7	20,5	11,2	-4,9
840	18,4	21,8	18,3	10,2	-5,1
870	17,5	20,0	16,4	9,20	-5,2
900	16,7	18,5	14,7	8,34	-5,2
930	16,0	17,0	13,2	7,55	-5,2
960	15,3	15,7	11,8	6,84	-5,2
990	14,6	14,6	10,7	6,19	-5,1
1020	14,0	13,5	9,59	5,60	-5,0
1050	13,4	12,5	8,64	5,06	-4,8
1080	12,9	11,6	7,77	4,56	-4,6
1110	12,4	10,8	7,00	4,10	-4,3
1140	11,7	10,0	6,28	3,68	-3,9
1170	10,8	9,34	5,63	3,29	-3,4
1200	10,0	8,69	5,04	2,93	-2,9
1230	9,24	8,08	4,50	2,59	-2,2
1260	8,52	7,52	4,00	2,28	-1,5
1290	7,86	7,00	3,55	1,99	-0,7
1320	7,22	6,49	2,76	1,63	2,2
1350	6,64	6,03	2,38	1,38	3,3
1380	6,10	5,60	2,04	1,14	4,6
1410	5,60	5,20	1,72	-	6,0
1440	5,12	4,82	1,42	-	7,5
1470	4,68	4,47	1,15	-	9,2
1500	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.34 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS320-V7/R60

KS320-V7/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	41,4	94,3	134,3	49,6	-2,4
480	38,3	82,4	112,0	43,1	-2,6
510	35,5	72,5	94,5	37,7	-2,9
540	33,1	64,3	80,4	33,2	-3,2
570	30,9	57,3	69,0	29,4	-3,5
600	29,0	51,3	59,6	26,1	-3,8
630	27,3	46,2	50,1	23,3	-4,1
660	25,7	41,8	42,5	20,9	-4,4
690	24,3	37,9	36,3	18,8	-4,7
720	23,0	34,5	31,2	16,9	-4,9
750	21,8	31,4	26,9	15,3	-5,2
780	20,7	28,8	24,0	13,8	-5,4
810	19,7	26,4	21,4	12,5	-5,6
840	18,7	24,3	19,1	11,4	-5,8
870	17,9	22,4	17,2	10,3	-5,9
900	17,0	20,7	15,4	9,40	-6,0
930	16,3	19,1	13,9	8,55	-6,1
960	15,6	17,7	12,5	7,78	-6,1
990	14,9	16,4	11,3	7,07	-6,1
1020	14,3	15,3	10,2	6,43	-6,1
1050	13,7	14,2	9,20	5,84	-5,9
1080	13,2	13,2	8,30	5,30	-5,8
1110	12,6	12,3	7,49	4,80	-5,5
1140	12,2	11,5	6,76	4,35	-5,2
1170	11,7	10,7	6,09	3,93	-4,8
1200	11,2	9,97	5,47	3,54	-4,4
1230	10,7	9,30	4,90	3,17	-3,8
1260	9,90	8,68	4,40	2,84	-3,2
1290	9,17	8,10	3,93	2,52	-2,4
1320	8,47	7,56	3,13	2,14	0,3
1350	7,84	7,06	2,74	1,87	1,4
1380	7,25	6,59	2,38	1,62	2,5
1410	6,70	6,14	2,04	1,38	3,8
1440	6,18	5,73	1,74	1,15	5,3
1470	5,69	5,34	1,45	-	6,8
1500	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.35 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS320-V8/R60

KS320-V8/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	42,6	92,8	130,5	45,0	-2,1
480	39,4	81,1	108,7	39,0	-2,3
510	36,6	71,4	91,5	34,1	-2,6
540	34,1	63,3	77,7	30,0	-2,8
570	31,9	56,4	66,6	26,5	-3,1
600	30,0	50,5	57,5	23,6	-3,3
630	28,2	45,5	48,2	21,0	-3,6
660	26,6	41,1	40,7	18,8	-3,8
690	25,1	37,3	34,6	16,8	-4,0
720	23,8	33,9	29,7	15,1	-4,2
750	22,5	31,0	25,5	13,7	-4,4
780	21,4	28,4	22,7	12,3	-4,5
810	20,4	26,0	20,2	11,1	-4,7
840	19,4	23,9	18,0	10,1	-4,8
870	18,5	22,0	16,1	9,12	-4,9
900	17,7	20,4	14,5	8,26	-4,9
930	16,9	18,8	13,0	7,49	-4,9
960	16,2	17,4	11,7	6,78	-4,9
990	15,5	16,2	10,5	6,14	-4,8
1020	14,9	15,0	9,44	5,55	-4,6
1050	14,3	14,0	8,49	5,02	-4,5
1080	13,7	13,0	7,63	4,53	-4,2
1110	13,2	12,1	6,86	4,07	-3,9
1140	12,7	11,3	6,16	3,65	-3,5
1170	12,2	10,5	5,52	3,27	-3,0
1200	11,7	9,80	4,93	2,90	-2,4
1230	11,3	9,15	4,40	2,58	-1,8
1260	10,9	8,54	3,90	2,27	-1,0
1290	10,5	7,97	3,46	1,98	-0,2
1320	10,5	7,42	2,67	1,62	2,7
1350	9,93	6,92	2,30	1,37	3,9
1380	9,25	6,46	1,96	1,13	5,2
1410	8,60	6,03	1,64	-	6,6
1440	8,00	5,62	1,35	-	8,1
1470	7,45	5,23	1,08	-	9,8
1500	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.36 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS320-V9/R60

KS320-V9/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	43,3	99,3	132,2	47,6	-2,2
480	40,0	86,8	110,1	41,4	-2,4
510	37,2	76,5	92,8	36,2	-2,7
540	34,7	67,8	78,9	31,9	-3,0
570	32,4	60,5	67,6	28,2	-3,2
600	30,4	54,2	58,4	25,0	-3,5
630	28,6	48,8	49,0	22,4	-3,8
660	27,0	44,1	41,5	20,0	-4,0
690	25,5	40,1	35,3	18,0	-4,2
720	24,2	36,5	30,3	16,2	-4,5
750	22,9	33,3	26,1	14,6	-4,7
780	21,8	30,5	23,2	13,2	-4,9
810	20,7	28,0	20,7	12,0	-5,0
840	19,8	25,8	18,5	10,8	-5,2
870	18,9	23,8	16,6	9,84	-5,3
900	18,0	22,0	14,9	8,94	-5,4
930	17,2	20,4	13,4	8,12	-5,4
960	16,5	19,0	12,0	7,38	-5,4
990	15,8	17,5	10,8	6,70	-5,3
1020	15,2	16,3	9,75	6,08	-5,2
1050	14,6	15,2	8,79	5,52	-5,0
1080	14,0	14,1	7,90	5,00	-4,8
1110	13,4	13,2	7,12	4,52	-4,5
1140	12,9	12,3	6,40	4,08	-4,2
1170	12,4	11,5	5,76	3,67	-3,7
1200	12,0	10,7	5,16	3,30	-3,2
1230	11,5	10,0	4,62	2,95	-2,6
1260	11,1	9,39	4,12	2,62	-1,9
1290	10,7	8,78	3,66	2,32	-1,1
1320	10,7	8,20	2,86	1,94	1,7
1350	10,4	7,67	2,48	1,68	2,8
1380	10,0	7,17	2,14	1,43	4,1
1410	9,52	6,70	1,80	1,20	5,4
1440	8,88	6,27	1,52	1,00	6,9
1470	8,28	5,86	1,24	-	8,5
1500	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.37 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS320-V10/R60

KS320-V10/R60					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	44,5	112,2	135,3	52,8	-2,4
480	41,1	98,2	112,9	45,9	-2,7
510	38,2	86,6	95,2	40,2	-3,0
540	35,7	76,8	81,1	35,4	-3,3
570	33,4	68,6	69,6	31,4	-3,6
600	31,3	61,5	60,2	28,0	-3,9
630	29,5	55,5	50,6	25,0	-4,2
660	27,8	50,2	42,9	22,4	-4,4
690	26,3	45,6	36,6	20,2	-4,7
720	24,5	41,6	31,5	18,2	-5,0
750	23,2	38,0	27,2	16,5	-5,3
780	22,0	34,9	24,2	14,9	-5,5
810	21,4	32,1	21,7	13,6	-5,7
840	20,4	29,6	19,4	12,3	-5,9
870	19,5	27,3	17,4	11,2	-6,1
900	18,6	25,3	15,6	10,2	-6,2
930	17,8	23,4	14,1	9,35	-6,3
960	17,0	21,8	12,7	8,53	-6,3
990	16,3	20,2	11,5	7,79	-6,3
1020	15,7	18,9	10,4	7,10	-6,3
1050	15,1	17,6	9,36	6,48	-6,2
1080	14,3	16,4	8,45	5,90	-6,0
1110	13,9	15,3	7,64	5,39	-5,8
1140	13,4	14,3	6,89	4,90	-5,5
1170	12,9	13,4	6,22	4,46	-5,2
1200	12,4	12,6	5,60	4,04	-4,7
1230	12,0	11,8	5,04	3,66	-4,2
1260	11,6	11,1	4,52	3,30	-3,6
1290	11,2	10,4	4,04	2,97	-2,9
1320	11,1	9,74	3,23	2,57	-0,1
1350	10,7	9,15	2,84	2,28	0,9
1380	10,4	8,59	2,48	2,00	2,0
1410	10,0	8,07	2,14	1,76	3,2
1440	9,72	7,58	1,83	1,52	4,6
1470	9,40	7,12	1,54	1,30	6,1
1500	9,10	6,69	1,27	1,09	7,8

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.38 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS320-V1/R120

KS320-V1/R120					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3, XC4	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	38,3	53,2	116,5	29,7	-1,2
480	35,4	46,2	96,4	25,6	-1,4
510	32,8	40,5	80,7	22,2	-1,5
540	30,5	35,7	68,1	19,4	-1,6
570	28,5	31,6	58,0	17,0	-1,7
600	26,7	28,1	49,7	14,9	-1,8
630	25,1	25,1	41,2	13,1	-1,9
660	23,7	22,5	34,4	11,7	-1,9
690	22,3	20,3	28,9	10,2	-1,9
720	21,1	18,3	24,4	9,07	-2,0
750	20,0	16,5	20,7	8,03	-1,9
780	18,7	15,0	18,2	7,10	-1,9
810	16,9	13,6	16,0	6,29	-1,8
840	15,3	12,3	14,2	5,55	-1,7
870	13,8	11,2	12,5	4,89	-1,5
900	12,5	10,2	11,1	4,30	-1,3
930	11,4	9,30	9,80	3,76	-1,1
960	10,3	8,49	8,68	3,27	-0,8
990	9,34	7,74	7,67	2,83	-0,4
1020	8,46	7,05	6,78	2,42	0,1
1050	7,65	6,43	5,97	2,05	0,6
1080	6,90	5,85	5,25	1,70	1,1
1110	6,22	5,32	4,59	1,39	1,8
1140	5,59	4,83	4,00	1,10	2,5
1170	5,00	4,38	3,47	-	3,4
1200	4,47	3,96	2,98	-	4,3
1230	3,97	3,57	2,53	-	5,3
1260	3,50	3,20	2,12	-	6,5
1290	3,07	2,88	1,75	-	7,7
1320	-	-	-	-	-
1350	-	-	-	-	-
1380	-	-	-	-	-
1410	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-
1470	-	-	-	-	-
1500	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.39 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS320-V2/R120

KS320-V2/R120					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3, XC4	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	39,0	60,2	118,4	33,3	-1,4
480	36,1	52,4	98,1	28,8	-1,5
510	33,5	46,0	82,1	25,0	-1,6
540	31,2	40,6	69,4	21,9	-1,8
570	29,2	36,0	59,2	19,2	-1,9
600	27,3	32,1	50,8	16,9	-2,0
630	25,7	28,7	42,1	15,0	-2,1
660	24,2	25,8	35,2	13,3	-2,2
690	22,8	23,3	29,7	11,8	-2,2
720	21,6	21,0	25,1	10,5	-2,3
750	20,5	19,1	21,3	9,34	-2,3
780	19,4	17,3	18,8	8,32	-2,3
810	18,5	15,8	16,6	7,40	-2,2
840	17,6	14,4	14,7	6,60	-2,1
870	16,2	13,1	13,0	5,87	-2,0
900	14,7	12,0	11,5	5,20	-1,8
930	13,4	11,0	10,2	4,60	-1,6
960	12,2	10,0	9,09	4,07	-1,3
990	11,1	9,20	8,06	3,58	-1,0
1020	10,1	8,44	7,14	3,13	-0,6
1050	9,25	7,74	6,30	2,72	-0,1
1080	8,40	7,09	5,57	2,34	0,4
1110	7,65	6,49	4,90	1,99	1,0
1140	6,95	5,94	4,29	1,67	1,7
1170	6,29	5,44	3,74	1,38	2,5
1200	5,69	4,97	3,24	1,10	3,4
1230	5,13	4,53	2,78	-	4,3
1260	4,60	4,13	2,36	-	5,4
1290	4,13	3,75	1,98	-	6,6
1320	-	-	-	-	-
1350	-	-	-	-	-
1380	-	-	-	-	-
1410	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-
1470	-	-	-	-	-
1500	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.40 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS320-V3/R120

KS320-V3/R120					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3, XC4	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	39,9	68,8	121,6	37,9	-1,6
480	36,8	60,0	100,9	32,8	-1,7
510	66,6	52,7	84,7	28,6	-1,9
540	31,9	46,6	71,7	25,0	-2,1
570	29,8	41,4	61,2	22,0	-2,2
600	27,9	36,9	52,6	19,5	-2,4
630	26,2	33,1	43,8	17,3	-2,5
660	24,7	29,8	36,7	15,4	-2,7
690	23,3	27,0	31,0	13,7	-2,8
720	22,1	24,4	26,3	12,3	-2,8
750	20,9	22,2	22,5	11,0	-2,9
780	19,9	20,2	19,9	9,85	-2,9
810	18,9	18,5	17,6	8,83	-2,9
840	18,0	16,9	15,6	7,92	-2,9
870	17,1	15,5	13,9	7,10	-2,8
900	16,3	14,2	12,3	6,37	-2,7
930	15,6	13,0	11,0	5,70	-2,6
960	14,5	12,0	9,79	5,09	-2,4
990	13,3	11,0	8,72	4,54	-2,1
1020	12,2	10,1	7,76	4,04	-1,8
1050	11,2	9,35	6,90	3,58	-1,4
1080	10,3	8,62	6,13	3,16	-0,9
1110	9,39	7,94	5,43	2,77	-0,4
1140	8,60	7,32	4,80	2,40	0,3
1170	7,86	6,75	4,22	2,08	1,0
1200	7,18	6,20	3,70	1,77	1,8
1230	6,55	5,72	3,22	1,49	2,7
1260	5,96	5,26	2,78	1,22	3,6
1290	5,42	4,83	2,37	-	4,8
1320	4,90	4,40	1,62	-	8,0
1350	4,42	4,03	1,29	-	9,4
1380	-	-	-	-	-
1410	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-
1470	-	-	-	-	-
1500	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.41 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS320-V4/R120

KS320-V4/R120					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3, XC4	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	40,6	77,2	124,6	42,2	-1,8
480	37,5	67,3	103,5	36,6	-2,0
510	34,9	59,2	86,9	31,9	-2,2
540	32,5	52,4	73,7	28,0	-2,4
570	30,4	46,6	63,0	24,7	-2,6
600	28,5	41,7	54,3	21,9	-2,7
630	26,8	37,4	45,3	19,5	-2,9
660	25,2	33,7	38,1	17,4	-3,1
690	23,8	30,5	32,3	15,6	-3,2
720	22,5	27,7	27,5	14,0	-3,3
750	21,4	25,2	23,5	12,5	-3,5
780	20,3	23,0	20,8	11,3	-3,5
810	19,3	21,0	18,5	10,2	-3,6
840	18,4	19,3	16,4	9,17	-3,6
870	17,5	17,7	14,6	8,27	-3,6
900	16,7	16,3	13,1	7,45	-3,5
930	16,0	15,0	11,7	6,72	-3,4
960	15,3	13,8	10,4	6,05	-3,3
990	14,6	12,8	9,32	5,45	-3,1
1020	14,0	11,8	8,33	4,89	-2,8
1050	13,1	10,9	7,44	4,39	-2,5
1080	12,0	10,1	6,64	3,92	-2,1
1110	11,1	9,34	5,90	3,49	-1,6
1140	10,2	8,65	5,25	3,10	-1,0
1170	9,38	8,00	4,65	2,73	-0,4
1200	8,62	7,42	4,10	2,39	0,3
1230	7,92	6,87	3,60	2,08	1,1
1260	7,27	6,36	3,15	1,79	2,0
1290	6,66	5,88	2,73	1,52	3,1
1320	6,08	5,40	1,97	1,17	6,2
1350	5,55	4,99	1,63	-	7,6
1380	5,06	4,60	1,30	-	9,0
1410	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-
1470	-	-	-	-	-
1500	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.42 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS320-V5/R120

KS320-V5/R120					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3, XC4	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	41,3	85,9	127,8	46,6	-2,0
480	38,2	75,0	106,3	40,4	-2,2
510	35,5	66,0	89,4	35,3	-2,4
540	33,1	58,4	75,9	31,1	-2,7
570	30,9	52,0	65,0	27,5	-2,9
600	29,0	46,6	56,0	24,4	-3,1
630	27,3	41,9	46,9	21,8	-3,3
660	25,7	37,8	39,6	19,5	-3,5
690	24,3	34,2	33,6	17,5	-3,7
720	23,0	31,1	28,7	15,7	-3,9
750	21,8	28,4	24,7	14,1	-4,0
780	20,7	25,9	21,9	12,8	-4,2
810	19,7	23,8	19,5	11,6	-4,3
840	18,8	21,8	17,3	10,4	-4,3
870	17,9	20,1	15,5	9,47	-4,4
900	17,1	18,5	13,9	8,58	-4,4
930	16,3	17,1	12,4	7,78	-4,3
960	15,6	15,8	11,1	7,05	-4,2
990	14,9	14,6	9,98	6,38	-4,1
1020	14,3	13,5	8,95	5,77	-3,9
1050	13,7	12,5	8,00	5,22	-3,6
1080	13,2	11,6	7,19	4,70	-3,3
1110	12,7	10,8	6,44	4,24	-2,9
1140	11,8	10,0	5,75	3,80	-2,5
1170	10,9	9,33	5,13	3,40	-1,9
1200	10,1	8,68	4,56	3,04	-1,3
1230	9,35	8,07	4,04	2,70	-0,5
1260	8,63	7,50	3,56	2,38	0,3
1290	7,96	6,98	3,13	2,08	1,2
1320	7,32	6,46	2,35	1,70	4,2
1350	6,74	6,00	1,99	1,46	5,5
1380	6,19	5,57	1,66	1,22	6,9
1410	5,68	5,16	1,36	-	8,4
1440	-	-	-	-	-
1470	-	-	-	-	-
1500	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.43 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS320-V6/R120

KS320-V6/R120					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3, XC4	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	42,7	94,8	129,9	49,1	-2,1
480	39,5	82,8	108,1	42,7	-2,3
510	36,7	72,9	91,0	37,3	-2,6
540	34,2	64,6	77,3	32,9	-2,8
570	32,0	57,6	66,3	29,1	-3,1
600	30,0	51,6	57,2	25,8	-3,3
630	28,2	46,4	47,9	23,1	-3,6
660	26,6	42,0	40,5	20,7	-3,8
690	25,1	38,1	34,4	18,6	-4,0
720	23,8	34,7	29,5	16,7	-4,2
750	22,6	31,6	25,4	15,1	-4,4
780	21,5	29,0	22,5	13,6	-4,5
810	20,4	26,6	20,1	12,4	-4,7
840	19,5	24,4	17,9	11,2	-4,8
870	18,6	22,5	16,0	10,2	-4,8
900	17,7	20,8	14,3	9,25	-4,9
930	17,0	19,2	12,9	8,40	-4,9
960	16,1	17,8	11,6	7,64	-4,8
990	15,5	16,5	10,4	6,94	-4,7
1020	14,9	15,3	9,34	6,30	-4,6
1050	14,3	14,2	8,39	5,73	-4,3
1080	13,7	13,2	7,54	5,19	-4,1
1110	13,2	12,3	6,77	4,70	-3,7
1140	12,7	11,5	6,07	4,25	-3,3
1170	12,2	10,7	5,43	3,83	-2,8
1200	11,8	9,99	4,85	3,44	-2,2
1230	11,3	9,33	4,30	3,08	-1,6
1260	10,9	8,70	3,83	2,74	-0,8
1290	10,4	8,13	3,38	2,43	0,1
1320	9,70	7,56	2,59	2,05	3,0
1350	9,00	7,05	2,23	1,78	4,2
1380	8,37	6,58	1,89	1,53	5,5
1410	7,77	6,14	1,57	1,29	7,0
1440	7,20	5,72	1,28	1,07	8,5
1470	-	-	-	-	-
1500	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.44 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS320-V7/R120

KS320-V7/R120					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3, XC4	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	43,3	101,2	131,3	51,9	-2,2
480	40,1	88,5	109,4	45,1	-2,4
510	37,2	77,9	92,1	39,5	-2,7
540	34,7	69,1	78,3	34,8	-3,0
570	32,5	61,6	67,1	30,8	-3,2
600	30,5	55,2	58,0	27,4	-3,5
630	28,7	49,7	48,6	24,5	-3,7
660	27,0	45,0	41,1	22,0	-4,0
690	25,6	40,8	35,0	19,8	-4,2
720	24,2	37,2	30,0	17,8	-4,4
750	23,0	33,9	25,9	16,1	-4,6
780	21,8	31,1	23,0	14,6	-4,8
810	20,8	28,6	20,5	13,2	-5,0
840	19,8	26,3	18,3	12,0	-5,1
870	18,9	24,2	16,4	10,9	-5,2
900	18,1	22,4	14,7	9,96	-5,3
930	17,3	20,7	13,2	9,07	-5,3
960	16,5	19,2	11,9	8,27	-5,3
990	15,8	17,8	10,7	7,53	-5,2
1020	15,2	16,6	9,60	6,86	-5,1
1050	14,6	15,4	8,65	6,25	-4,9
1080	14,0	14,4	7,78	5,69	-4,6
1110	13,5	13,4	7,00	5,17	-4,3
1140	12,9	12,5	6,28	4,69	-3,9
1170	12,5	11,7	5,64	4,25	-3,5
1200	12,0	10,9	5,04	3,84	-2,9
1230	11,6	10,2	4,50	3,46	-2,3
1260	11,1	9,53	4,00	3,10	-1,6
1290	10,7	8,92	3,55	2,78	-0,7
1320	10,6	8,32	2,76	2,39	2,2
1350	9,90	7,78	2,39	2,10	3,3
1380	9,23	7,28	2,04	1,84	4,6
1410	8,59	6,80	1,72	1,59	6,0
1440	7,99	6,36	1,42	1,36	7,5
1470	7,43	5,95	1,15	1,14	9,2
1500	-	-	-	-	-

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

Tabl.2.45 Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty KS320-V8/R120

KS320-V8/R120					
l_{eff}	$p_{d.max}$	$p_{k.max}$	$p_{k.term}$		a_0
			XC0, XC1	XC2, XC3, XC4	
[cm]	[kN/m^2]				[mm]
1	2	3	4	5	6
450	44,5	116,7	136,2	58,8	-2,5
480	41,2	102,1	113,7	51,2	-2,8
510	38,3	90,0	95,9	44,9	-3,1
540	35,7	79,7	81,7	39,6	-3,4
570	33,4	71,3	70,2	35,1	-3,7
600	31,4	64,0	60,7	31,3	-4,0
630	29,5	57,7	51,1	28,0	-4,4
660	27,9	52,2	43,4	25,2	-4,7
690	26,4	47,6	37,1	22,7	-5,0
720	25,0	43,3	31,9	20,5	-5,2
750	23,7	39,7	27,6	18,6	-5,5
780	22,5	36,3	24,6	16,9	-5,8
810	21,4	33,4	22,0	15,4	-6,0
840	20,4	30,8	19,7	14,0	-6,2
870	19,5	28,4	17,7	12,8	-6,4
900	18,7	26,3	15,9	11,7	-6,5
930	17,8	24,4	14,3	10,7	-6,7
960	17,1	22,7	12,9	9,82	-6,7
990	16,4	21,1	11,7	8,99	-6,7
1020	15,7	19,6	10,5	8,24	-6,7
1050	15,1	18,3	9,53	7,55	-6,6
1080	14,5	17,1	8,62	6,92	-6,5
1110	13,9	16,0	7,79	6,34	-6,3
1140	13,4	15,0	7,04	5,80	-6,0
1170	12,9	14,0	6,35	5,30	-5,7
1200	12,5	13,1	5,73	4,85	-5,3
1230	12,0	12,3	5,15	4,43	-4,8
1260	11,6	11,6	4,63	4,03	-4,2
1290	11,2	10,9	4,15	3,66	-3,5
1320	11,1	10,2	3,34	3,24	-0,8
1350	10,8	9,57	2,94	2,92	0,2
1380	10,4	8,96	2,57	2,57	1,3
1410	10,0	8,45	2,23	2,23	2,6
1440	9,72	7,94	1,92	1,92	3,9
1470	9,26	7,47	1,62	1,62	5,5
1500	8,66	7,00	1,35	1,35	7,1

$p_{d.max}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
$p_{k.max}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
$p_{k.term}$ - dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)
a_0 - wstępne (doraźne) ugięcie płyt bezpośrednio po sprężeniu, w środku rozpiętości (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne)

2.3. Nośność płyt perforowanych

2.3.1. Podstawowe informacje

Wykonanie w płycie KS któregokolwiek 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 (2.1), (2.2) i (2.3) (pkt.2.2.1), dla płyt osłabionych wycięciami sformułowane zostały dodatkowe warunki, których spełnienie jest konieczne, by płyta mogła być bezpiecznie użytkowana.

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 wytężonym przekroju osłabionym takim wycięciem, z uwzględnieniem działania momentu skręcającego (pkt.2.3.3).

Wycięcia przęsłowe mają niekorzystny wpływ na cechy przekroju związane ze zginaniem. W związku z tym, w płytach z wycięciami przęsłowymi należy sprawdzić dodatkowy warunek dotyczący nośności na zginanie najbardziej wytężonego przekroju płyty osłabionego wycięciem, warunek szerokości rys w tym przekroju oraz ewentualnie warunek dekompresji, jeśli płyta ma być eksploatowana w klasach ekspozycji XC2, XC3 lub XC4 (pkt.2.3.4).

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

Otwory w płytach KS, jeśli spełniają wymagania dotyczące ich rozmiarów i rozmieszczania na planie płyty, podane w pkt.1.4.2 (rys.1.11), 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 (2.1), (2.2) i (2.3).

Podane dalej, dodatkowe warunki wytrzymałościowe dla płyt perforowanych obciążonych równomiernie, sformułowano 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

W celu uproszczenia analizy płyt z wycięciami, w praktycznych obliczeniach nośności płyt obciążonych równomiernie wprowadzono pojęcia współczynników redukcyjnych nośności przekrojów oraz pojęcie współczynnika amplifikacji siły poprzecznej pod wpływem działania momentu skręcającego.

Współczynnik redukcji nośności na ścinanie definiuje się jako:

$$\delta_V = 1 - \frac{\Delta b_w}{\Sigma b_{w.0}} \tag{2.4}$$

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:

$$\delta_M = 1 - \frac{c}{b_0} \tag{2.5}$$

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 wytężenie strefy przypodporowej, zdefiniowany jest jako:

$$\eta = 1 + \frac{c}{2} \cdot \frac{\Sigma b_w}{2 \cdot b_w \cdot (b - b_w)} \tag{2.6}$$

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 KS, w zależności od szerokości wycięcia, wartości wszystkich współczynników zostały obliczone i zestawione w tab.2.46.

Tabl.2.46. Współczynniki korekcyjne dla płyt osłabionych wycięciami

Typ płyty	Wycięcie		Współczynniki		
	rodzaj	szerokość [mm]	η	δ_V	δ_M
KS150	boczne	120	*1,25*	*0,88*	*0,90*
		260	*1,56*	*0,77*	*0,78*
		400	*1,88*	*0,66*	*0,67*
	środkowe	140	*1,1 (1,0)**	*0,89*	*0,88*
		280	*1,1*	*0,78*	*0,77*
		420	*1,0*	*0,67*	*0,65*
KS200	boczne	160	*1,25*	*0,85*	*0,87*
		350	*1,58*	*0,71*	*0,71*
	środkowe	240	*1,0*	*0,85*	*0,80*
KS265	boczne	190	*1,27*	*0,81*	*0,84*
		400	*1,62*	*0,66*	*0,67*
	środkowe	220	*1,10*	*0,84*	*0,82*
KS320	boczne	150	*1,30*	*0,79*	*0,79*
	środkowe	300	*1,0*	*0,80*	*0,75*

*) wartość równą 1,0 można przyjąć wówczas, gdy wycięcie jest ulokowane dokładnie w środku szerokości płyty (rys.1.7D)

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

$$\delta_P(y) = \frac{y}{l_{pt2}} \leq 1 \tag{2.7}$$

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 KS redukują nośność na ścinanie ich stref przypodporowych w stosunku proporcjonalnym do współczynnika δ_V (tabl.2.46), co wyraża formuła:

$$V_{Rd.red} = \delta_V \cdot V_{Rd.1.2} \tag{2.8}$$

w której: $V_{Rd.1.2}$ - nośność na ścinanie niezarysowanej strefy przypodporowej płyty podstawowej, którą odpowiednio do wariantu płyty 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 wytężenie jej żeber, zwłaszcza żebra skrajnego, doprowadzonego do podpory tuż obok wycięcia. Wpływ dodatkowych momentów skręcających na wytężenie strefy przypodporowej płyty można uwzględnić w obliczeniach statycznych mnożąc wartość siły poprzecznej przy podporze przez współczynnik η (tabl.2.46).

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

$$V_{Sd} \leq \frac{\delta_V \cdot V_{Rd.1.2}}{\eta} \tag{2.9}$$

Dla dowolnej płyty kanałowej KS z wycięciami przypodporowymi, wykonanymi i rozmieszczonymi zgodnie z wytycznymi podanymi w rozdz.1.4, i obciążonej w sposób równomierny, spełnienie warunku (2.9) 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:

$$M_{Sk}(l_c) \leq \frac{\delta_P(l_c) \cdot \delta_M \cdot M_{cr}}{\eta} \tag{2.10}$$

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 wycięcia przypodporowe występują przy obydwu podporach płyty, i mają one różną szerokość, sprawdzenie nośności należy przeprowadzić dla wycięcia szerszego.

2.3.4. Płyty z wycięciami przęsłowymi

Wycięcia przęsłowe w płytach KS redukują wartości wszystkich wielkości statycznych płyt związanych ze zginaniem przekrojów normalnych, proporcjonalnie do szerokości wycięcia, co uwzględnia współczynnik δ_M (tabl.2.46). W związku z tym, zredukowaną nośność na zginanie przekroju poprzecznego płyty KS, osłabionego wycięciem przęsłowym należy obliczać jako:

$$M_{Rd.red} = \delta_M \cdot M_{Rd} \tag{2.11}$$

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

W płytach KS osłabionych wycięciami przęsłowymi bocznymi, momenty skręcające są efektem drugorzędnym, który nie ma istotnego wpływu na nośność i pracę statyczną prefabrykatu. Dlatego wpływ skręcania płyt KS może być w obliczeniach statyczno-wytrzymałościowych zaniedbywany.

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

$$M_{Sd} \leq M_{Rd.red} = \delta_M \cdot M_{Rd} \tag{2.12}$$

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 KS z wycięciami przęsłowymi, wykonanymi i rozmieszczonymi według zasad podanych w rozdz.1.4, i obciążonej w sposób równomierny, spełnienie warunku (2.12) jest dowodem nośności na zginanie przekroju osłabionego wycięciem.

Poza sprawdzeniem nośności, należy wykazać, że szerokość rys w przekroju osłabionym wycięciem przęsłowym nie przekroczy wartości granicznej. Poprzez analogię z warunkiem nośności (2.12), odpowiedni warunek ma postać:

$$M_{Sk} \leq \delta_M \cdot M_{sm} \tag{2.13}$$

gdzie: M_{sm} - moment, przy którym szerokość rys w płycie nieosłabionej osiąga wartość graniczną, wg tabl.1.3,
M_{Sk} - największy moment zginający na długości wycięcia przęsłowego (z uwzględnieniem ciężaru własnego stropu), od charakterystycznych wartości obciążeń.

Jeżeli płyta KS z wycięciami przęsłowymi ma być eksploatowana w środowisku odpowiadającym klasie ekspozycji XC2, XC3 lub XC4, oprócz sprawdzenia warunków (2.12) i (2.13), wykazać należy również, że pod długotrwałym obciążeniem charakterystycznym nie nastąpi dekompresja betonu w otulinie strun o grubości 25 mm. Analogicznie do wcześniejszych, warunek dekompresji przekroju osłabionego wycięciem przęsłowym ma postać:

$$M_{Sk.term} \leq \delta_M \cdot M_{dec} \tag{2.14}$$

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

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

W płytach KS, w których występuje kilka wycięć przęsłowych, warunki (2.12), (2.13) i ewentualnie (2.14) należy sprawdzić dla każdego wycięcia przęsłowego.

2.4. Nośność płyt docinanych

2.4.1. Płyty docinane wzdłużnie

Dla zwężonych pasm płyt (pkt.1.4.6), wykonanych w wersji niesymetrycznej, dopuszczalne równomierne obciążenie zewnętrzne należy ustalić według ogólnych wytycznych, określonych dla płyt podstawowych (rozdz.2.1 i 2.2), odpowiednio do wariantu zbrojenia, z którego zwężone pasmo będzie wykonane.

Dla pasm wykonanych w wersji symetrycznej, można natomiast w niektórych przypadkach przyjmować nośność wyznaczoną dla silniejszego wariantu zbrojenia. Do takich należą pasma płyt KS150 i KS200, w których, pomimo zwężenia przekroju, nasycenie zbrojeniem na jednostkę szerokości pozostaje takie samo jak w płycie pełnej. W związku z tym, przypadku pasm płyt KS150 wykonanych z płyt podstawowych w wariancie KS150-V7/R60 można przyjąć dopuszczalne obciążenie zewnętrzne jak dla płyty KS150-V8/R60, w przypadku użycia wariantu KS150-V4/R60 - jak dla płyt KS150-V5/R60. Z kolei, w odniesieniu do płyt KS200, nośność pasm zwężonych wykonanych z płyt podstawowych w wariancie KS200-V5/R60 można przyjąć jak dla płyty KS200-V7/R60, a w przypadku użycia wariantu KS200-V2/R120 - jak dla płyt KS200-V4/R120. W pozostałych przypadkach płyt KS150 i KS200 oraz wszystkich wariantach płyt KS265 i KS320 przyjąć należy wartości dopuszczalnych obciążeń wyznaczone dla wariantu zbrojenia płyty podstawowej, z którego wykonano pasmo zwężone.

Dla zwężonych pasm płyt KS nie ustanawia się żadnych dodatkowych warunków wytrzymałościowych, które wymagałyby sprawdzenia.

2.4.2. Płyty docinane skośnie

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 równolegle do żeber płyty, zgodnie z zasadą pokazaną na rys.1.17.

3. NOŚNOŚĆ PŁYT KS OBCIĄŻONYCH NIERÓWNOMIERNIE

3.1. Ogólne wytyczne

3.1.1. Podstawowe informacje

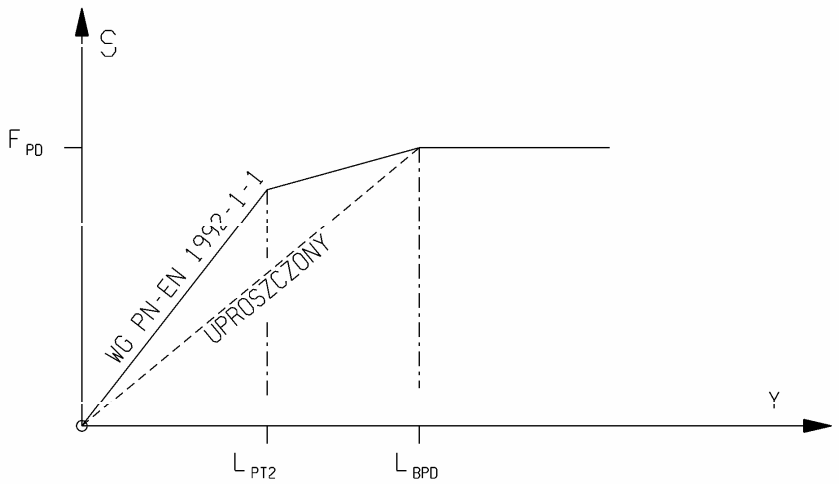
Utrata nośności strunobetonowych płyt KS może nastąpić w wyniku: wyczerpania nośności na zginanie, wyczerpania nośności na ścinanie sprężystej (niezarysowanej) strefy przypodporowej, lub w wyniku wyczerpania nośności na ścinanie przekrojów zarysowanych. Ze względu na zróżnicowane przypadki obciążeń, z jakimi można się spotkać podczas projektowania budynków, nie można przewidzieć z góry, który mechanizm zniszczenia będzie decydujący w danej sytuacji projektowej. W związku z tym, jeżeli płyta KS ma pracować pod obciążeniem nierównomiernym, takim jak: siły skupione, obciążenia rozłożone zmieniające się na długości przęsła lub inne przyłożone do płyty lokalnie, należy wykonać dokładne obliczenia statyczne (wg wytycznych podanych w pkt.3.1.3) i wykazać obliczeniowo wymaganą nośność płyty, dla każdego z wymienionych wyżej, możliwych mechanizmów zniszczenia.

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 (rozdz.3.2÷3.3).

W odniesieniu do mechanizmów zniszczenia, w których decydującą rolę odgrywa siła poprzeczna, należy rozróżnić nośność na ścinanie sprężystej, niezarysowanej strefy przypodporowej, oraz nośność na ścinanie przekroju zarysowanego dodatnim momentem zginającym (pkt.3.2.2).

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. Można założyć, że nośność cięgien w strefie zakotwienia (na końcach płyt) przyrasta od zera, bezpośrednio przy powierzchni czołowej, do pełnej wartości, wynikającej z wytrzymałości stali na rozciąganie, na końcu podstawowej długości zakotwienia strun. Ilustruje to bilinearny wykres pokazany na rys.3.1.



Rys.3.1 Nośność cięgien sprężających w zakotwieniu

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

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

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

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

Aby ułatwić obliczenia, współczynnik δ_{bp} można wyznaczać adekwatnie do uproszczonego, liniowego wykresu nośności cięgien, pokazanego na rys.3.1 (linia przerywana), przy czym, wobec braku zbrojenia poprzecznego w płytach KS, długość zakotwienia strun należy, zgodnie z normą PN-B-03264:2002, zwiększyć dwukrotnie. Na tej podstawie otrzymuje się:

$$\delta_{bp}(y) = \frac{y}{2 \cdot l_{bpd}} \leq 1 \tag{3.2}$$

gdzie: l_{bpd} - podstawowa długość zakotwienia cięgien, wg tabl.1.6.

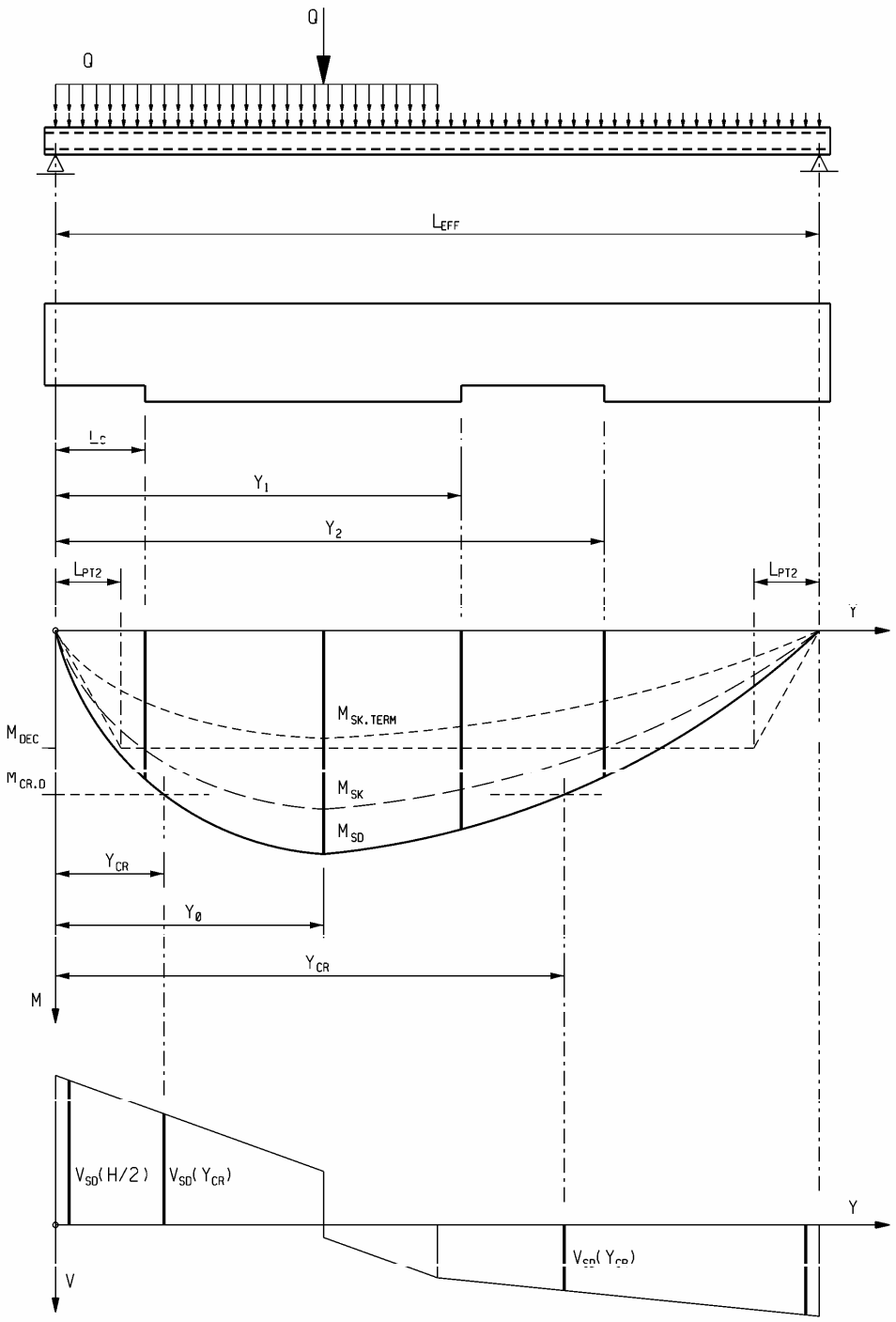
Zgodnie z powyższym, nośność cięgien w zakotwieniu można wyrazić jako:

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

gdzie: A_p - pole przekroju zbrojenia płyty.

3.1.3. Zakres obliczeń statycznych

Jeżeli płyta jest obciążona w sposób nierównomierny, obliczenia statyczne przęsła należy wykonać dla pasma stropu o szerokości 1,2 m, przyjmując dla płyty schemat statyczny belki swobodnie podpartej. 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 miejsce występowania ekstremum. Ponadto należy wyznaczyć rozkłady momentów zginających od obciążeń charakterystycznych i charakterystycznych-długotrwałych (rys.3.2). W obciążeniach należy uwzględnić ciężar własny płyt oraz ciężar betonowej warstwy wyrównawczej (rozdz.6.1). Można także uwzględnić współpracę płyt w przenoszeniu obciążeń lokalnych, zgodnie z rozdz.5. Rozpiętość obliczeniową płyty l_{eff} należy ustalać wg rozdz.2.1.



Rys.3.2 Zakres obliczeń statycznych płyty KS obciążonej nierównomiernie

Obciążenie płyty z wycięciami przypodporowymi lub przęsłowymi, przyjąć należy bez potrącania w obrębie wycięć ciężaru własnego stropu i ewentualnych obciążeń rozłożonych, traktując płytę tak, jakby była płytą pełną.

3.2. Nośność płyt podstawowych

3.2.1. Sprawdzanie nośności płyt na zginanie

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

$$M_{Rd.red}(y) = \delta_{bp}(y) \cdot M_{Rd} \tag{3.4}$$

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.3.2):

$$M_{Sd}(y_0) \le M_{Rd.red}(y_0) = \delta_{bp}(y_0) \cdot M_{Rd} \tag{3.5}$$

gdzie: $M_{Sd}(y_0)$ - ekstremalny moment zginający w płycie (z uwzględnieniem ciężaru własnego stropu), od obliczeniowych wartości obciążeń (rys.3.2).

Oprócz sprawdzenia nośności na zginanie przekroju płyty w miejscu ekstremalnego momentu gnącego, nośność na zginanie należy także sprawdzić w najbliższym podporze przekroju, który pod wpływem obciążeń obliczeniowych uległ zarysowaniu, zgodnie z warunkiem:

$$M_{Sd}(y_{cr}) \le \delta_{bp}(y_{cr}) \cdot M_{Rd} \tag{3.6}$$

Miejsce przekroju zarysowanego należy wyznaczać zgodnie z rys.3.2, jako punkt, w którym obliczeniowy moment zginający osiąga wartość momentu rysującego płytę, wyznaczonego z ograniczeniem naprężeń rozciągających w betonie poniżej obliczeniowej wytrzymałości betonu na rozciąganie. Formalnie wyraża to warunek:

$$M_{Sd}(y_{cr}) = M_{cr.d} \tag{3.7}$$

Wartości momentu rysującego $M_{cr.d}$, dla każdego typu płyt KS i wariantu zbrojenia, zostały obliczone i zestawione w tabl.1.5.

Konieczne jest, aby na odcinku efektywnej długości zakotwienia strun płyta KS pozostawała niezarysowana pod obciążeniem obliczeniowym. W związku z tym musi być spełniony warunek (por. tabl.1.6):

$$y_{cr} \ge l_{pt2} \tag{3.8}$$

Dla dowolnej płyty kanałowej KS obciążonej w sposób nierównomierny, spełnienie warunków (3.5) i (3.6) jest dowodem nośności płyty na zginanie. Sprawdzanie warunku (3.6) nie jest konieczne, jeżeli (rys.3.1 i pkt.3.1.2):

$$y_{cr} \ge l_{bpd} \tag{3.9}$$

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

$$M_{Sk}(y_0) \le M_{sm} \tag{3.10}$$

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 obciążeń charakterystycznych (rys.3.2).

Ponadto, jeżeli płyta KS ma pracować w środowisku odpowiadającym klasie ekspozycji XC2, XC3 lub XC4, wykazać należy również, że pod długotrwałym obciążeniem charakterystycznym nie nastąpi dekompresja betonu w otulinie strun o grubości 25 mm, sprawdzając warunek:

$$M_{Sk.term}(y) \le \delta_P(y) \cdot M_{dec} \tag{3.11}$$

gdzie: M_{dec} - moment zginający wywołujący dekompresję we włóknach betonu oddalonych od powierzchni cięgien o 25 mm, wg tabl.1.5,
$M_{Sk.term}(y)$ - moment zginający (z uwzględnieniem ciężaru własnego stropu), wywołany długotrwałym obciążeniem charakterystycznym.

Warunek (3.11) musi być spełniony w każdym przekroju poprzecznym płyty KS (rys.3.2).

3.2.2. Sprawdzanie nośności na ścinanie

W ogólnym przypadku, płyty KS obciążone w sposób nierównomierny wymagają sprawdzenia nośności na ścinanie w bezpośrednim sąsiedztwie podpory (ekstremum siły poprzecznej), gdzie strefa przypodporowa pozostaje niezarysowana, oraz w przekroju, który pod wpływem dodatniego momentu zginającego uległ zarysowaniu (pkt.3.1.1, pkt.3.2.1). Nośność na ścinanie zarysowanej strefy przypodporowej może mieć znaczenie w płytach, w których ekstremum momentów zginających znajduje się blisko jednej z podpór.

Nośność na ścinanie sprężystej (niezarysowanej) strefy przypodporowej sprawdzać należy w przekroju odległym od teoretycznego punktu podparcia o $h/2$ (por. rozdz.2.1), z warunku:

$$V_{Sd}\left(\frac{h}{2}\right) \le V_{Rd.1.2} \tag{3.12}$$

gdzie h jest wysokością płyty.

Z kolei, nośność na ścinanie przekroju zarysowanego sprawdzać należy z warunku (por. pkt.3.2.1):

$$V_{Sd}(y_{cr}) \le \delta_{bp}(y_{cr}) \cdot V_{Rd.1.1} \tag{3.13}$$

W równaniach (3.12) i (3.13), $V_{Sd}(y)$ jest obliczeniową siłą poprzeczną, a $V_{Rd.1.1}$ i $V_{Rd.1.2}$ to odpowiednio, nośność na ścinanie zarysowanej i niezarysowanej strefy przypodporowej, wg tabl.1.5.

Dla dowolnej płyty kanałowej KS obciążonej w sposób nierównomierny, spełnienie warunków (3.12) i (3.13) jest dowodem nośności płyty na ścinanie.

3.3. Nośność płyt perforowanych

3.3.1. Ogólne zasady obliczeń

Dla płyt perforowanych obciążonych w sposób nierównomierny, pozostają obowiązujące wszystkie wytyczne określone dla płyt perforowanych obciążonych równomiernie (rozdz.2.3) i dla płyt podstawowych obciążonych nierównomiernie (rozdz.3.1). Ponadto sformułowane zostały dodatkowe ograniczenia, wymagania i wytyczne, których należy przestrzegać przy sprawdzaniu nośności perforowanych płyt KS, pod obciążeniem nierównomiernym (pkt.3.3.2÷3.3.4).

3.3.2. Ograniczenia

Płyta z bocznym wycięciem przypodporowym lub przęsłowym (por. pkt.1.4.3) nie może być obciążana w sposób, który na odcinku osłabionym tym wycięciem generowałby dodatkowe momenty skręcające. W związku z tym, 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 PN-EN 1168:2008.

3.3.3. Płyty z wycięciami przypodporowymi

Odcinek płyty osłabiony wycięciem przypodporowym, nie powinien doznać zarysowania pod wpływem obciążeń obliczeniowych, co wyraża warunek:

$$y_{cr} \ge l_c \tag{3.14}$$

gdzie: l_c - długość wycięcia przypodporowego,

przy czym warunek (3.8) pozostaje nadal obowiązujący.

W ogólnym przypadku, warunek (3.14) będzie spełniony gdy:

$$M_{Sd}(l_c) \le \frac{\delta_P(l_c) \cdot \delta_M \cdot M_{cr.d}}{\eta} \tag{3.15}$$

Wartości współczynników korekcyjnych δ_M i η podane są w tabl.2.46, pkt.2.3.2.

Jeżeli płyta KS osłabiona wycięciem przypodporowym spełnia warunki (3.8) i (3.14), a obciążenie spełnia ograniczenia określone w pkt.3.3.2, nośność na ścinanie strefy przypodporowej takiej płyty należy sprawdzać wg 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).

$$M_{Sd}(l_c) \leq \frac{\delta_{bp}(l_c) \cdot \delta_M \cdot M_{Rd}}{\eta} \tag{3.16}$$

(znaczenie symboli jest takie samo jak we wcześniejszych formułach).

3.3.4. Płyty z wycięciami przęsłowymi

Nośność na zginanie płyt KS osłabionych wycięciami przęsłowymi, pracujących pod obciążeniem nierównomiernym należy sprawdzać analogicznie jak płyt obciążonych równomiernie (wg pkt.2.3.4), przy czym, prawe strony nierówności (2.11)÷(2.14) 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. Ugięcia płyt KS

Stan graniczny ugięć płyt stropowych KS obciążonych nierównomiernie należy sprawdzać stosując zasadę superpozycji ugięć wywołanych sprężeniem i obciążeniem płyt. Długotrwałe ugięcie płyt KS, które ma być porównywane z ugięciami dopuszczalnymi, ustalonymi w normie PN-B-03264:2002, można wyznaczać na podstawie formuły:

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

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

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

z_{cp} - mimośród średniej siły sprężającej $P_{m.\infty}$, wg tabl.1.5÷1.6,

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

$E_{c.eff} = 10500$ MPa - efektywny moduł sprężystości betonu płyt.

Wpływ wycięć w płytach KS 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.2.46.

4. WARUNKI STOSOWANIA PŁYT KS W UKŁADACH ŚCIANOWYCH

4.1. Ogólne wytyczne

4.1.1. Podstawowe informacje

Płyty KS mogą być stosowane w budynkach o konstrukcji ścianowej, gdzie najczęściej mają ograniczono swobodę obrotu na podporach (por. pkt.6.2.4). Możliwość obrotu, jest w takich budynkach blokowana naciskiem wywieranym na końce płyt, przez ścianę wyższej kondygnacji. Częściowe utwierdzenie na podporach generuje w płytach ujemne momenty utwierdzenia, które, wobec braku zbrojenia górnego (z wyjątkiem niektórych wariantów płyt KS320, pkt.1.3.4), mogą łatwo doprowadzić do zarysowania górnych stref ich przekrojów przypodporowych. Zarysowanie stref przypodporowych płyt KS stanowi poważne zagrożenie bezpieczeństwa konstrukcji stropu, co wynika wprost ze sposobu, w jaki zabezpieczona jest nośność płyt KS na ścinanie. W związku z brakiem zbrojenia poprzecznego w płytach (por. pkt.1.1.1), ich nośność na ścinanie jest zapewniona samą wytrzymałością betonu na rozciąganie. Z tego powodu, pojawienie się jakichkolwiek rys w strefie przypodporowej prowadzić może do nagłej, niesygnalizowanej utraty nośności płyt KS.

Podczas projektowania stropów w warunkach sprzyjających zamocowaniu płyt KS 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.

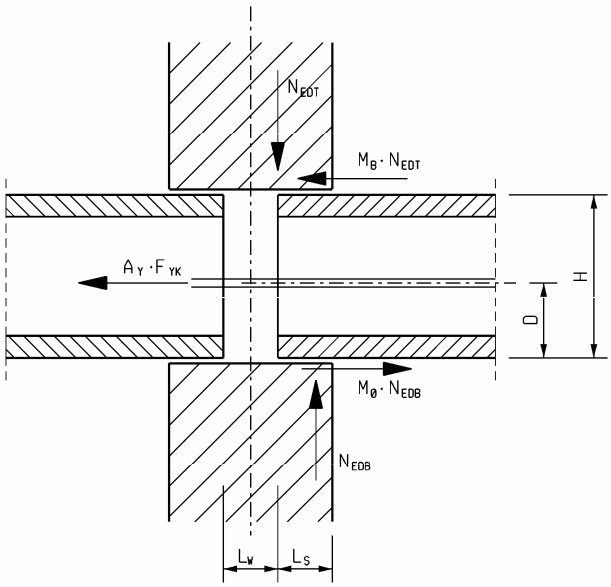
Zawsze należy dążyć do tego, aby głębokość oparcia płyt KS na ścianach była możliwie mała, najlepiej nie większa od minimalnej, wymaganej dla płyt KS (tabl.6.1, pkt.6.2.1).

4.1.2. Zasady obliczeń statycznych płyt utwierdzonych

Dopuszczalne obciążenie równomierne częściowo zamocowanych płyt KS 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. 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.1.5), wykorzystywane dalej w obliczeniach, zostały określone dla przekroju płyt podstawowych o takiej szerokości (pkt.1.1.1).

4.1.3. Czynniki generujące momenty ujemne w płytach KS

W budynku o konstrukcji ścianowej, ujemne momenty podporowe są generowane przez kilka czynników (rys.4.1).



Rys.4.1 Czynniki powodujące ujemne momenty utwierdzenia w płytach KS

Są to te czynniki, które w jakikolwiek sposób i w jakimkolwiek stopniu krępują swobodę obrotu płyt na podporach. Należą do nich:

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

Każdy z tych czynników należy wziąć pod uwagę przy sprawdzaniu możliwości zarysowania płyt KS przy podporach.

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). W obliczeniach statycznych budynku należy posługiwać się modelem przegubowym wg PN-B-03002:1999.

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

$$N_{Edb} = N_{Edt} + \sum V_{Ed} \tag{4.1}$$

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

4.2. Warunki rysoodporności dla płyt częściowo utwierdzonych

Zgodnie z normą PN-EN 1168:2008 płyta kanałowa jest zabezpieczona przed zarysowaniem, spowodowanym ujemnym momentem utwierdzenia, gdy:

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

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

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

$f_{ctd} = 1{,}93$ MPa - obliczeniowa wytrzymałość na rozciąganie betonu kl. B60 (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):

$$M_{Edf} = \frac{M_{Eds}}{3} \tag{4.3a}$$

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

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

$$M_{Eds} = M_{gs} - M_{ws} + M_{qs} \tag{4.4}$$

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:

$$\Delta M = f_{ctk}^{*} \cdot W \tag{4.5a}$$

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

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

$$\Delta M = \mu_b \cdot N_{Edt} \cdot h \tag{4.6a}$$

$$\Delta M = \mu_0 \cdot N_{Edb} \cdot h \tag{4.6b}$$

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 KS, 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 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), wartości współczynników tarcia μ_0 i μ_b podano 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 płyty KS przed utratą nośności na skutek zarysowania ujemnym momentem utwierdzenia (pkt.4.3.2). Preferować należy to drugie rozwiązanie.

4.3. Specjalne rozwiązania konstrukcyjne

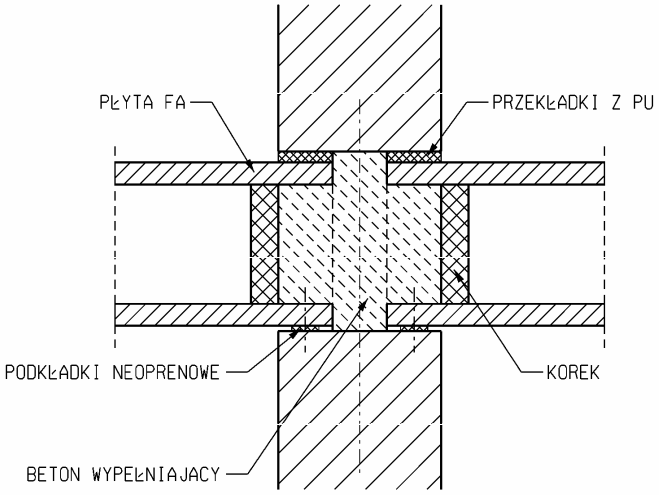
4.3.1. Ograniczenie utwierdzenia płyt KS w ścianach

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

Nacisk ściany na końce płyt KS 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 jest przekazywany na ścianę dolną tylko za pośrednictwem żelbetowego wieńca, a końce płyt są niemal całkowicie uwolnione od większości niekorzystnych wpływów.

Przekładki zrywające kontakt płyt ze ścianą górną mogą być wykonane z pianki poliuretanowej, z 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 KS na całej głębokości, na jaką płyty są wpuszczone 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 bitrapezowych).

Szerokość wieńca l_w, który musi przejąć obciążenie z wyższych kondygnacji i przekazać je na ścianę niższej kondygnacji, nie powinna być mniejsza niż 80 mm. W celu ograniczenia utwierdzenia płyt, należy dążyć do tego, aby klasa betonu wypełniającego wieniec była możliwie niska (por. pkt.6.2.2). Należy jednak zapewnić odpowiednią nośność na docisk betonu wieńca oraz ściany górnej kondygnacji na powierzchni docisku. Niezbędne obliczenia wytrzymałościowe należy wykonać zgodnie z przepisami normy PN-B-03264:2002 lub PN-EN 1992-1-1:2004 (dla wieńca i ścian z betonu) oraz normy PN-B-03002:1999 (dla muru). Ponadto, beton wypełniający wieniec powinien penetrować końce kanałów płyt na możliwie małą głębokość. Zasięg penetracji nie powinien wykraczać poza lico ściany (rys.4.2).



Rys.4.2 Sposób ograniczenia utwierdzenia płyt KS w ścianach nośnych

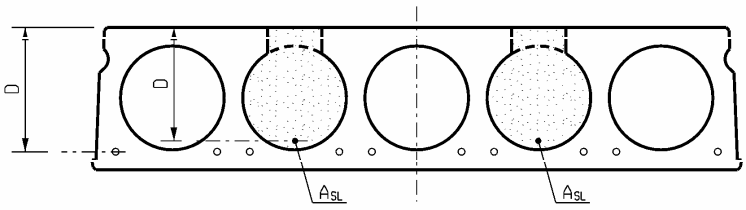
Pręty zespalające strop z konstrukcją budynku (pkt.6.2.1) powinny być umieszczone poniżej środka wysokości płyt. Nie należy jednak ograniczać ich nośności. Dlatego średnica prętów oraz gatunek stali zbrojeniowej, określone w pkt.6.2.1, muszą być bezwzględnie zachowane.

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

Opisane wyżej rozwiązanie z elastycznymi przekładkami można 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 będzie kłopotliwe, dlatego w takich budynkach preferować należy, opisane dalej, wzmocnienie nośności na ścinanie przypodporowych stref płyt KS (pkt.4.3.2). Takie wzmocnienie płyt może być konieczne także wówczas, gdy pomimo zastosowania opisanych w tym punkcie zabiegów konstrukcyjnych, rysoodporność płyt nie będzie zapewniona.

4.3.2. Wzmacnianie strefy przypodporowej płyt KS

Najlepszym sposobem wzmocnienia nośności na ścinanie stref przypodporowych płyt KS jest otwarcie od góry kanałów płyt, a następnie wypełnienie ich betonem. Ideę takiego wzmocnienia, na przykładzie płyty KS265, ilustruje rys.4.3.



Rys.4.3 Sposób wzmocnienia nośności na ścinanie płyt KS

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_{pt2} (tabl.1.6, rozdz.1.6).

W płytach KS150 projektować można do czterech rdzeni wzmacniających, w płytach KS200 najwyżej trzy, a w dwóch pozostałych typach płyt - dwa rdzenie (w płycie KS320 wypełniać należy kanały boczne).

Wypełnienie przypodporowych odcinków kanałów betonem, zwiększa ciężar konstrukcji stropu, co należy uwzględnić w obliczeniach statycznych płyt KS.

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

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

gdzie: f_{ctd}^* - obliczeniowa wytrzymałość na rozciąganie betonu uzupełniającego, którym zostały wypełnione kanały,

ρ_L - stopień zbrojenia obliczony ze wzoru:

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

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 ∅12 ze stali 34GS), i jest ono odpowiednio zakotwione na podporze, można zrezygnować ze stosowania dodatkowego zbrojenia zespalającego w stykach płyt (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 KS w wariantach: KS265-V5/R60, KS320-V10/R60, KS320-V9/R60 i KS320-V8/R60. Otwarcie od góry kanałów tych płyt mogłoby spowodować zarysowanie górnych powierzchni prefabrykatów.

4.4. Wytyczne dla płyt perforowanych

W budynkach o konstrukcji ścianowej mogą być stosowane również perforowane płyty KS (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 KS200 z wycięciem o szerokości 350 mm, oraz płyt KS150 i KS265 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 KS, 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 cechę 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.

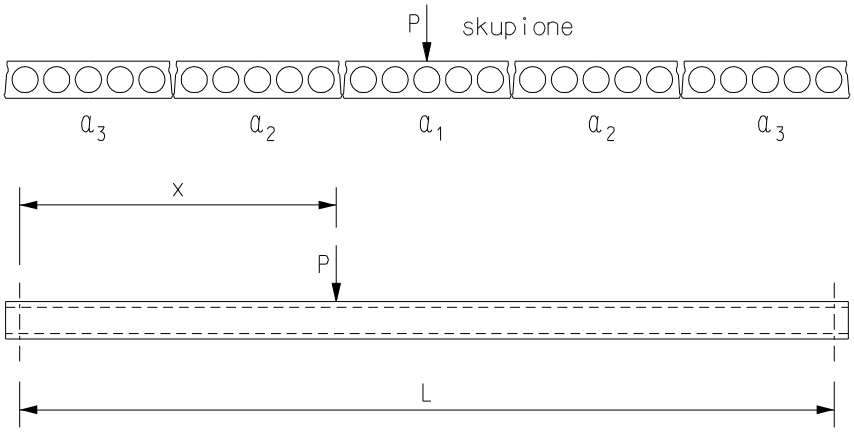
Działające na strop obciążenie nierównomierne rozdziela się na kilka sąsiadujących ze sobą płyty mnożąc wartość tego obciążenia przez współczynniki wpływu. Współczynnik wpływu dla każdej ze współpracujących płyt określać należy zgodnie z zasadami podanymi w rozdz.5.2÷5.3. Podane dalej zasady dotyczą 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 jej współpracy z płytą sąsiednią. Należy w takiej sytuacji przyjąć, że cała siła skupiona obciąża wyłącznie płytę, na którą oddziaływuje.

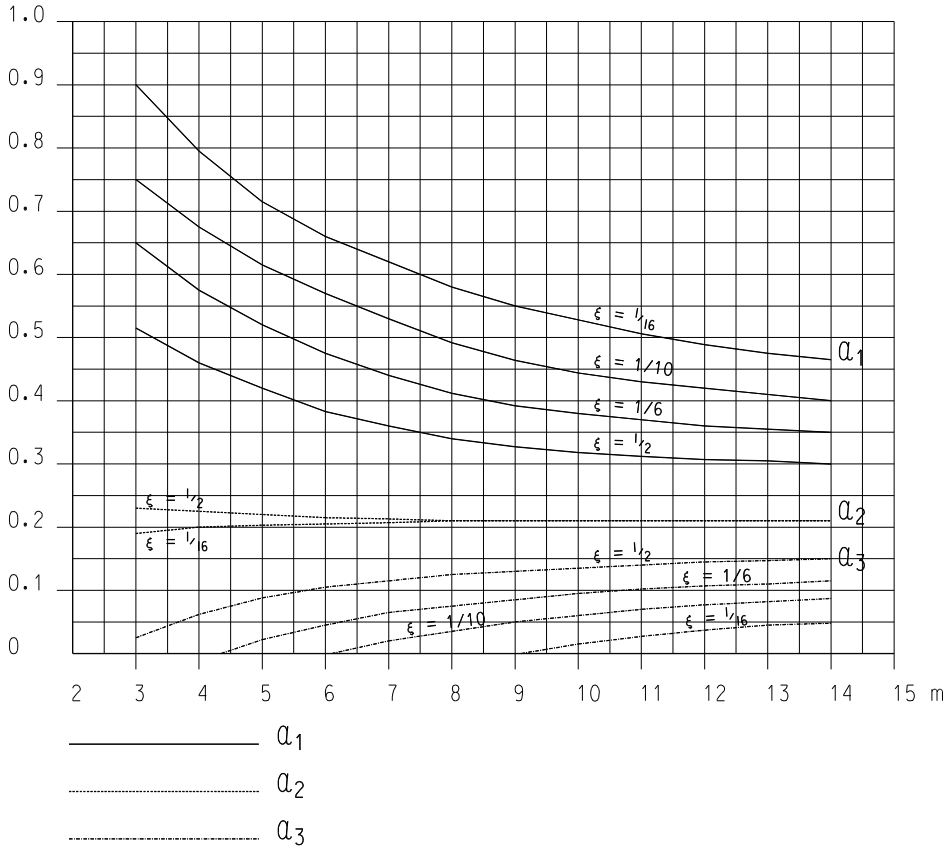
Współpracę sąsiednich płyt w przenoszeniu obciążenia skupionego można uwzględnić, gdy obciążenie działa na jedną ze środkowych płyt stropu. Część obciążenia skupionego przejmowaną przez każdą ze współpracujących płyt ustalić należy poprzez pomnożenie wartość siły skupionej przez współczynniki wpływu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



x - odległość do najbliższej podpory

Rys.5.1. Oznaczenia współczynników wpływu przy obciążeniu skupionym

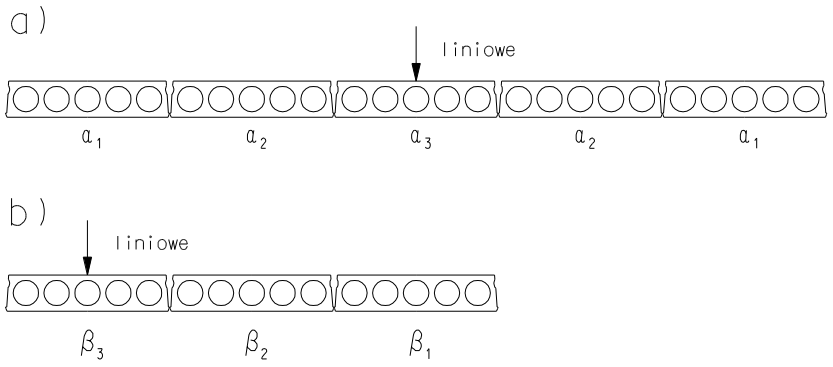
Wartości współczynników wpływu α_i wyznaczyć można na podstawie nomogramu na rys.5.2, w zależności od rozpiętości stropu oraz bezwymiarowej współrzędnej przyłożenia siły skupionej: $\xi = x/L$ (rys.5.1).



Rys.5.2. Współczynniki wpływu α_i przy obciążeniu skupionym, wg PN-EN 1168:2005

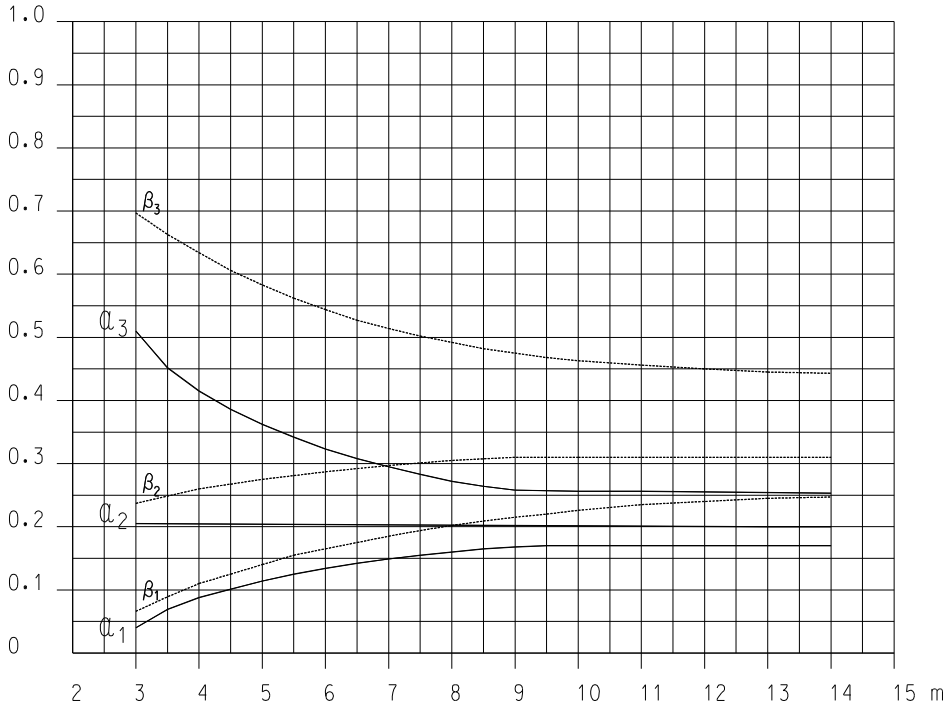
5.3. Rozdział obciążenia liniowego

Działające na strop obciążenie liniowe, równoległe do żeber płyt (np. ciężar ściany działowej) przenoszone jest przez płytę bezpośrednio obciążoną oraz przez płyty z nią sąsiadujące. Część obciążenia przypadającą 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.5.3b).



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 PN-EN 1168:2005

6. KONSTRUOWANIE STROPÓW Z PŁYT KS

6.1. Ogólne wytyczne

Stropy konstruowane z płyt KS muszą się opierać na dostatecznie wytrzymałych i sztywnych podporach, i muszą posiadać odpowiednie zbrojenie zespalające prefabrykaty z konstrukcją nośną budynku.

Płyty KS, w zależności od długości i wariantu zbrojenia, mogą wykazywać wstępne wypiętrzenie w przęśle, spowodowane mimośrodowym działaniem siły sprężającej, a w przypadku pasm zwężonych, wykonanych w wersji niesymetrycznej (pkt.1.4.6), również zwichrowanie powierzchni górnej. Aby skompensować te wstępne deformacje, na górnej powierzchni płyt należy zawsze przewidzieć warstwę wyrównawczą z betonu lub zaprawy, której grubość w środku przęsła nie powinna być mniejsza niż 2 cm. Przy podporach grubość warstwy wyrównawczej musi być odpowiednio powiększona, w celu wyrównania różnic wstępnego wygięcia, co pozwoli uzyskać poziomą, równą płaszczyznę stropu. Zróżnicowanie grubości betonu wyrównawczego na długości przęsła należy wziąć pod uwagę w zestawieniach obciążeń dla stropu oraz w obliczeniach statycznych. Do obliczeń należy przyjąć obciążenie równomierne, ustalone dla średniej z projektowanych grubości w przęśle i przy podporach, lub przyjąć rozkład liniowo zmienny na długości przęsła. W celu ustalenia potrzebnej grubości warstwy wyrównującej, w kolumnie 6 tabl.2.1÷2.21, podano wartości doraźne wstępnego wygięcia płyt KS. Należy jednak zaznaczyć, że w chwili montażu płyt rzeczywiste wygięcie może być większe od doraźnego, w zależności od czasu jaki upłynął od chwili wyprodukowania płyt do chwili montażu, oraz od tego w jakich warunkach cieplno-wilgotnościowych płyty były w tym przedziale czasu przechowywane. Ma to związek ze zjawiskami reologicznymi jakie zachodzą w sprężonym betonie płyt. Na skutek tych zjawisk, w skrajnych przypadkach wygięcie płyt w chwili montażu może być nawet trzykrotnie większe od doraźnego.

6.2. Węzły podporowe stropów

6.2.1. Podstawowe wymagania

Płyty KS 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 KS na podporach [mm]

Typ płyty	Rodzaj podpory	
	mur oraz ściana lub belka żelbetowa	belka stalowa
KS150 i KS200	80	60
KS265	100	80
KS320	100	80

W celu zapewnienia płytom niezbędnej głębokość oparcia na podporach, rzeczywistą szerokość podpory oraz długość płyt należy zaprojektować z uwzględnieniem: tolerancji wykonania płyt (odchyłka długości ±25 mm), celowego sfazowania krawędzi podpór, możliwych uszkodzeń podporowych krawędzi płyt (maksymalnie 5 mm) i krawędzi podpór, tolerancji tyczenia osi budynku oraz tolerancji montażu konstrukcji. Odpowiednie oszacowania można przeprowadzić na podstawie wytycznych normy PN ISO 3443:1994.

Wartości określone w tabl.6.1 dla belek stalowych, można także przyjmować w przypadku opierania płyt na prefabrykowanych belkach żelbetowych (strunobetonowych), 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 ścianowej 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 3 MPa lub większej, dobranej odpowiednio do jednostkowego nacisku płyt na podpory. Alternatywnie, stosować można podkładki w postaci taśm z materiałów elastycznych (np. bitrapezowe 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 bezpośrednie opieranie płyt KS.

Z uwagi na potrzebę ograniczenia skutków oddziaływań wyjątkowych lub ewentualnej lokalnej awarii konstrukcji budynku, strop skonstruowany z płyt KS musi być połączony z konstrukcją nośną budynku odpowiednim zbrojeniem zespalającym. Ponieważ w prefabrykaty nie zostało wbudowane żadne dodatkowe zbrojenie, które mogłoby pełnić taką funkcję (por. pkt.1.1.1), niezbędne dodatkowe pręty należy umieścić podczas prac montażowych na budowie. Zbrojenie zespalające należy wykonać z prętów o średnicy ϕ16 mm, ze stali żebrowanej klasy A-III (34GS) lub ze stali EPSTAL. Ze względu na małą ciągliwość, nie należy stosować prętów ze stali RB500 czy RB500W. Pręty należy umieścić w każdym podłużnym styku między płytami, łącząc w ten sposób strop z wieńcami. Pręt powinien mieć kształt pałąka, 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 ϕ16, 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 (por. rozdz.4). 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 KS, z uwzględnieniem koniecznego zbrojenia zespalającego.

6.2.2. Wieńce stropów

Poprzeczny styk między płytami (wieniec 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-B-03264:2002 lub PN-EN 1992-1-1:2004. Styk należy wypełnić betonem klasy nie niższej niż B20 (C15/20). 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 KS na belkach stalowych i żelbetowych

Ustroje szkieletowe są tym rodzajem konstrukcji, w którym strunobetonowe płyty stropowe KS pracują optymalnie, co ma związek z brakiem, niekorzystnego dla tych płyt, utwierdzenia na podporach. Z drugiej strony, podatność belek podpierających strop z płyt KS 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 przekroju w kształcie litery „L" lub odwróconego „T". W takich warunkach, jeżeli nie wyeliminuje się na podporach tarcia i zazębiania 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. Może to wywołać 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. Specjalne wytyczne obliczania i projektowania takich konstrukcji 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. Podane dalej wskazówki i przykłady rozwiązań dotyczą tylko konstrukcji szkieletowych, w których płyty są oparte na belkach dostatecznie sztywnych, aby opisane wyżej wpływy mogły być w obliczeniach statyczno-wytrzymałościowych zaniedbywane.

W związku z powyższym, w projektowaniu stropów z płyt KS należy wyraźnie rozróżniać belki podatne i niepodatne. Za kryterium selekcji belek pod względem ich podatności, można umownie przyjąć sposób, w jaki zabezpieczony jest w tych ustrojach stan graniczny ugięć. Jeżeli wymagania stanu granicznego ugięć, określone w normach PN-B-03264:2002 (dla belek żelbetowych i sprężonych) i PN-90/B-03200 (dla belek stalowych), spełnia główny element belki (prefabrykat, dźwigar stalowy), z pominięciem jego współpracy z nadbetonem i zespolenia z płytami stropowymi KS, belkę taką można uważać za niepodatną. Jeżeli natomiast stan graniczny ugięć belki może zostać zabezpieczony tylko wówczas, gdy uwzględni się współpracę elementu głównego z nadbetonem i ewentualnie z płytami KS, 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 ryglem 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 innych prętów zbrojeniowych) wypuszczonych z dźwigara do wieńca. W przypadku be-

lek stalowych zastosować można trzpienie zgrzewane doczołowo (typu *Nelson*), lub inne elementy przyspawane do górnej stopki belek.

Przykłady rozwiązań konstrukcji węzłów podporowych płyt KS opartych na podciągach żelbetowych (sprężonych) oraz na belkach stalowych zostały pokazane w załącznikach Z1-1 do Z1-4.

6.2.4. Oparcie płyt KS na ścianach

Płyty KS 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 takim kontekście stanowią dobre oparcie dla płyt KS. Negatywną cechą podpór ścianowych jest natomiast niepożądane utwierdzenie płyt na podporach. Pod wpływem ujemnego momentu podporowego, w górnych włóknach przypodporowych przekrojów płyt powstają naprężenia rozciągające, które wobec braku (najczęściej) zbrojenia górnego w płytach KS (por. rozdz.1.3), mogą doprowadzić do zarysowania prefabrykatów. Dalszą konsekwencją wystąpienia takiego zarysowania jest nagła utrata nośności na ścinanie przypodporowych stref płyt. Z tego względu płyty KS 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 KS stosowanych jako stropy międzykondygnacyjne, które doznają utwierdzenia pod wpływem nacisku ściany wyższej kondygnacji. Problem niezamierzonego utwierdzenia nie będzie występował (lub będzie bardzo 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 załącznikach Z1-1 do Z1-4.

Podobne zasady można także stosować przy projektowaniu węzłów podporowych stropów międzykondygnacyjnych, jeżeli został spełniony warunek rysoodporności (4.2) (rozdz.4.2) dla płyt częściowo zamocowanych lub gdy zastosowano rozwiązania ograniczające utwierdzenie płyty w podporach. 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, umieszczane 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 KS 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.

6.3. Boczne zamki

6.3.1. Podłużne styki między płytami

Podłużne styki między płytami KS nie wymagają specjalnego projektowania. W styku należy jedynie przewidzieć odpowiednie zbrojenie zespalające (pkt.6.2.1) oraz zadbać o dokładne wypełnienie przestrzeni między płytami betonem na budowie (rozdz.7.4). 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), albo uszczelnić materiałem trwale plastycznym (kit, masa silikonowa itp.).

6.3.2. Węzły boczne

Płyty KS 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 KS, przedstawiono w załączniku Z2. Połączenie na bocznej krawędzi płyty jest niezbędne wówczas, gdy rozpiętość stropu przekracza 6,0 m. Przy większych rozpiętościach, zamki należy projektować w rozstawie nie większym niż 4,8 m.

6.4. Zestawianie płyt KS w stropach

Strop ze strunobetonowych płyt KS powinien być zaprojektowany z płyt najniższych, które spełniają wymagania projektowe w danych warunkach zastosowania, co pozwala ograniczyć do minimum ciężar konstrukcji. 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 budynku).

Stropy należy konstruować przede wszystkim z płyt podstawowych, ograniczając stosowanie płyt perforowanych, zwłaszcza płyt z wycięciami osłabiającymi ich nośność, oraz zwężonych pasm płyt do niezbędnego minimum. Rozplanowanie płyt w stropie należy mieć na uwadze już podczas wstępnego projektowania funkcji budynku i trasy wszelkich przewodów, 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 zblokowanych pionów 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 i ich zblokowania, jeżeli w ten sposób ograniczy się liczbę potrzebnych wycięć.

Ze względu na konieczność stosowania w podłużnych stykach płyt prętów łączących strop z wieńcami, 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. załączniki Z1-1, Z1-2 i Z1-5).

Płyty KS z wycięciami bocznymi można zestawiać parami, w celu uzyskania w stropie otworu o podwójnej szerokości. W takiej konfiguracji nie należy jednak zestawiać dwóch płyt KS150 z bocznymi wycięciami przypodporowymi o szerokości 40 cm, płyt KS200 z bocznym wycięciem przypodporowym o szerokości 35 cm, oraz dwóch płyt KS265 z wycięciami bocznymi o szerokości 40 cm. Każdy taki 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). W budynkach o konstrukcji ścianowej należy ponadto przestrzegać innych ograniczeń, dotyczących stosowania płyt z wycięciami przypodporowymi, które podano w rozdz.4.4 (por. też tabl.1.1, pkt.1.4.1).

Przy planowaniu rozmieszczenia płyt w stropie należy przewidzieć rozwiązania, które pozwolą skompensować wszelkie niedokładności wykonania płyt i ich odchylenia od idealnego kształtu (w granicach dopuszczalnych tolerancji). Kompensatę odchyłek w kierunku podłużnym można zapewnić poprzez właściwy dobór długości prefabrykatów, która zagwarantuje płytom niezbędną głębokość oparcia na podporach oraz poprzez dobór odpowiedniej szerokości wieńców w węzłach podporowych (por. pkt.6.2.1 i pkt.6.2.2). Z kolei, w kierunku poprzecznym do długości płyt, zlikwidowanie wszelkich imperfekcji jest możliwe w stykach między płytami. Spoiny między prefabrykatami pozwalają wyeliminować nieznaczne ujemne odchyłki szerokości płyt bez jakichkolwiek dodatkowych zabiegów. Skompensowanie natomiast odchyłek dodatnich, które mogą być zjawiskiem częstym w stropach z płyt KS, wymaga przemyślanego działania. Przede wszystkim, szerokości prefabrykatów nie należy nigdy dobierać „na styk", równo z długością traktu lub nawy budynku, lecz zawsze trzeba pozostawić odpowiednie luzy między płytami, lub między płytami a innymi elementami budynku, do których płyty mają przylegać. Pozostawienie szczelin kompensacyjnych jest szczególnie istotne w stropie, w którym wykorzystano płyty pochodne, zwłaszcza płyty docinane podłużnie wykonane w wersji niesymetrycznej (pkt.1.4.6) oraz płyty z bocznymi wycięciami przęsłowymi (pkt.1.4.4). Brak osi symetrii w tak ukształtowanych prefabrykatach powoduje, że ich boczne krawędzie nie pozostają prostoliniowe. Płyty o niesymetrycznym przekroju doznają wygięcia w płaszczyźnie poziomej (por. pkt.1.4.6), które wymaga uwzględnienia w planie rozmieszczenia prefabrykatów. Odpowiednio szeroka szczelina kompensacyjne musi stworzyć dostateczną przestrzeń dla ukrycia poziomej strzałki ugięcia takiej płyty. Z tego względu najlepiej jest zaplanować ją tuż obok płyty, dla której jest wymagana. Szerokość szczeliny należy uzależnić od długości płyty. W stropach o rozpiętości do około 9,0 m należy przewidzieć szczelinę o szerokości 50 mm, natomiast powyżej tej rozpiętości szczelina powinna mieć szerokość nie mniejszą niż 100 mm. Pozostawione celowo szczeliny kompensacyjne należy wypełnić betonem, podobnie jak inne styki między płytami (rozdz.7.4). Jeżeli szerokość szczeliny nie przekracza 100 mm, nie jest potrzebne żadne dodatkowe dozbrajanie betonu.

Przestrzeganie opisanych wyżej reguł pozwoli bez problemów zmontować ustrój stropowy, pomimo występowania nieuniknionych imperfekcji.

W załączniku Z3 pokazano przykład prawidłowego rozplanowania płyt w stropie.

7. SKŁADOWANIE, TRANSPORT I MONTAŻ PŁYT

7.1. Składowanie płyt w stosach

Na placu budowy, płyty KS 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 spaczenia 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 KS 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 zwężonej.

7.2. Wytyczne transportu płyt KS

7.2.1. Transport bliski

Strunobetonowe płyty kanałowe KS 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 taśm.

Uchwyty zaciskowe lub pętle muszą być zaczepione (podwieszone) do poziomej belki (trawersy) tak, by wyeliminować poziome oddziaływanie zawiesia na uchwyty. Niedopuszczalne jest podnoszenie płyt KS 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 podczas podnoszenia płyta znajdowała się w pozycji poziomej. W płytach o długości mniejszej niż 13,0 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, przewieszonego poza uchwyt nie była większa niż długość tego wycięcia.

Jeżeli długość płyty przekracza 13,0 m, co odnosi się tylko płyt KS320 w wariantach zbrojenia od V4/R60 do V10/R60 oraz V3/R120 do V8/R120 (por. pkt.1.1.1 i pkt.2.2.5), od podanych wyżej zasad należy odstąpić, co ma związek z ograniczeniami sprzętowymi. Ze względu na ograniczoną długość trawersy, maksymalny rozstaw uchwytów zaciskowych w standardowym sprzęcie transportowym nie może być większy niż 12,0 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, przewieszone poza punkty zaczepienia, były dłuższe niż 50 cm; w skrajnym przypadku mogą mieć 150 cm (pkt.1.1.1). Ich zabezpieczenie przed złamaniem pod wpływem ciężaru własnego zapewnia górne zbrojenie sprężające, zaprojektowane specjalnie w tym celu płytach KS320 o długościach powyżej 13,0 m (por. pkt.1.3.4).

W każdym przypadku, wszystkie elementy zespołu transportowego, tj. żuraw, liny, trawersa, uchwyty zaciskowe lub pętle, muszą posiadać nośność odpowiednią do ciężaru podnoszonego prefabrykatu (tabl.1.4, rozdz.1.5).

7.2.2. Transport daleki

Na długich dystansach, płyty KS 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 KS 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 KS150 i KS200, cztery płyty - w przypadku płyt KS265, oraz trzy płyty - dla płyt KS320. W przypadku przewożenia dwóch stosów płyt obok siebie na jednej skrzyni (platformie), wskazane jest zwieńczenie obydwu stosów jedną lub dwiema płytami wiążącymi obydwa stosy (ułożonymi na środku).

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

7.3. Montaż płyt KS

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

Podczas układania płyt na podporach, szczególną uwagę należy zwrócić na równomierne oparcie prefabrykatów. Płyty muszą być podparte wzdłuż całej długości krawędzi podporowych (z pominięciem szerokości wycięć przypodporowych, por. pkt.1.4.1 i pkt.1.4.3) na odpowiednich podkładkach elastycznych lub warstwie zaprawy, w zależności od rozwiązania przyjętego w projekcie budynku (por. rozdz.6.2). Pomiędzy powierzchniami wspornymi płyty i podpory nie powinny pozostać szczeliny. Jeżeli w styku ma być zastosowana zaprawa, to powinna mieć ona konsystencję plastyczną, a w celu uniknięcia raków należy ją rozłożyć równomiernie pacą grzebieniową. Zaprawą należy pokryć pasmo podpory na całej głębokości oparcia płyt, jaką przewidziano w projekcie budynku. Pod naciskiem prefabrykatu, nadmiar zaprawy powinien zostać wyciśnięty ze spoiny.

Po ułożeniu płyt w miejscu przeznaczenia, lecz przed rozpoczęciem prac końcowych (rozdz.7.4), dolne powierzchnie sąsiadujących płyt należy wyrównać w środku rozpiętości. Konieczność wyrównania powierzchni stropu wynika z niejednakowego wstępnego wypiętrzenia płyt pod działaniem siły sprężającej, zauważalnego także w przypadku jednakowego sprężenia sąsiadujących płyt (ten sam wariant zbrojenia). Jest to spowodowane dużą zmiennością cech odkształcalnościowych betonu, zwłaszcza cech reologicznych, na które wpływ wywierają czynniki pozostające poza kontrolą producenta płyt KS (temperatura i wilgotność powietrza, opady atmosferyczne).

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, w celu otrzymania pełnowartościowej konstrukcji stropu. Do prac końcowych zalicza się ułożenie zbrojenia wieńców wraz z prętami zespalającymi płyty z podporami, 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 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 betonowej.

Styki podłużne między płytami (w tym również szczeliny kompensacyjne, por. rozdz.6.4) należy starannie wypełnić betonem zwykłym, klasy nie niższej niż B20 (C15/20). Beton powinien być wykonany z kruszyw mineralnych o uziarnieniu nie większym niż 8 mm, by mieszanka betonowa mogła swobodnie wypełnić całą przestrzeń styku. Zużycie betonu na jeden metr bieżący spoin, podano w tabl.1.4 (rozdz.1.5). Szczelne wypełnienie styku betonem ma decydujące znaczenie dla zapewnienia właściwej współpracy płyt w stropie, zwłaszcza przy wyrównywaniu obciążeń nierównomiernych. Dlatego, prace te nabierają szczególnego znaczenia wówczas, gdy w obliczeniach statycznych stropu brano bod uwagę rozdział obciążeń lokalnych pomiędzy sąsiadującymi płytami (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), w których umieszczono pręty zbrojeniowe, do połączenia stropu z konstrukcją nośną budynku (por. pkt.6.2.1). Pręty zbrojeniowe 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 zala-

niem 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 B20 (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 należy stosować ten sam beton, którym wypełniane są styki 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 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.

Załączniki graficzne

Na kolejnych arkuszach pokazane zostały przykłady rozwiązań konstrukcyjnych stropów skonstruowanych z płyt KS. Przykłady zostały opracowane dla płyt KS265. W stropach z płyt KS150, KS200 i KS320, odpowiednie detale konstrukcyjne mogą zostać rozwiązane w sposób analogiczny.

WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW:

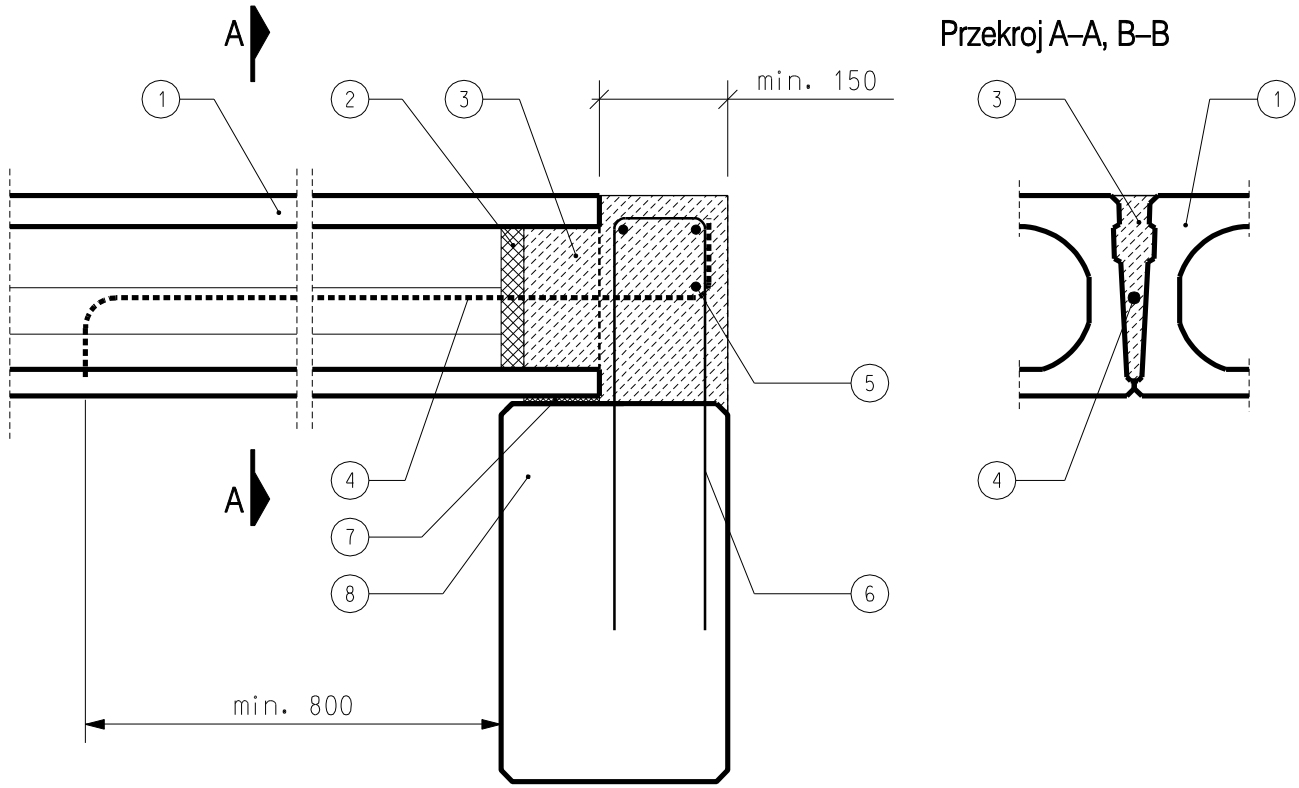
Z1-1: węzły podporowe płyt opartych na belkach żelbetowych (strunobetonowych) z wieńcem nie współpracującym z belką
Z1-2: węzły podporowe płyt opartych na belkach żelbetowych (strunobetonowych) z wieńcem współpracującym z belką
Z1-3: węzły podporowe płyt opartych na belkach żelbetowych (strunobetonowych) o przekroju teowym
Z1-4: węzły podporowe płyt opartych na belkach stalowych
Z1-5: węzły podporowe płyt opartych na ścianach
Z2: węzeł boczny, niepodporowy
Z3: plan rozmieszczenia płyt perforowanych w stropie

LEGENDA DO ZAŁĄCZNIKÓW GRAFICZNYCH:

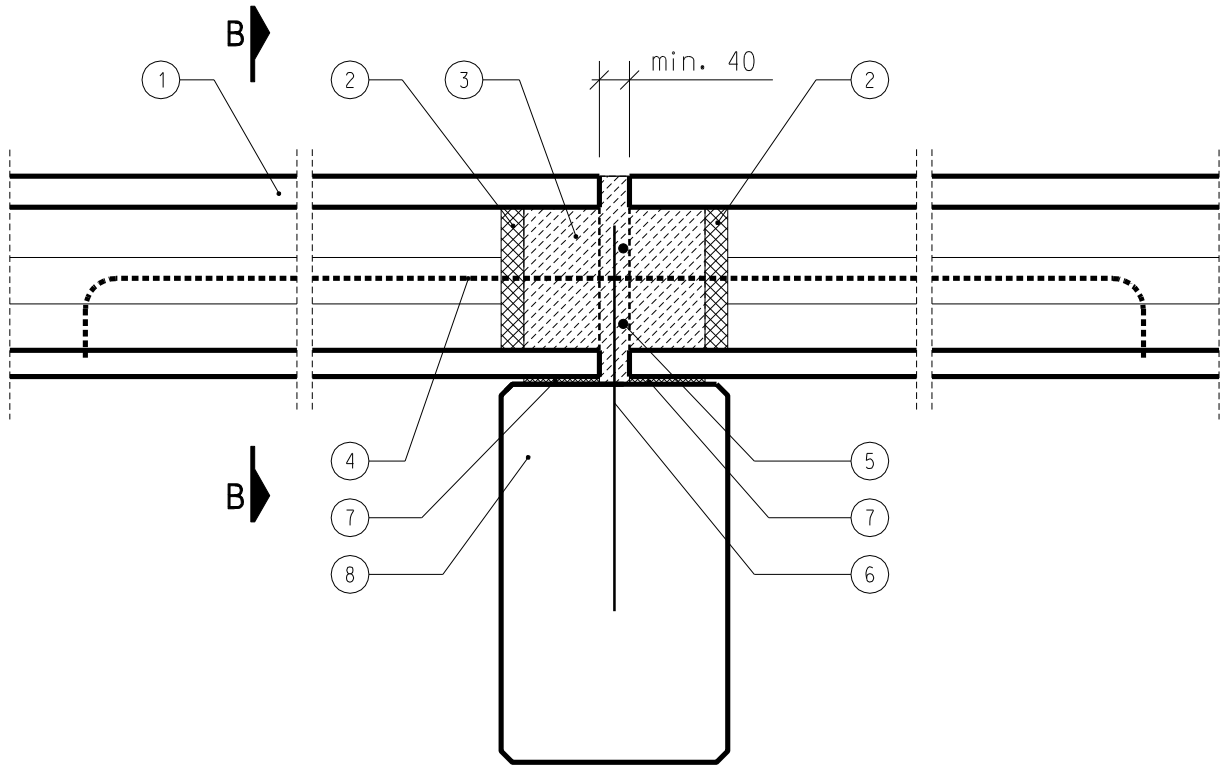
1 - PREFABRYKOWANA PŁYTA KS
2 - ZAMKNIĘCIE KANAŁU
3 - BETON WYPEŁNIAJĄCY KLASY NIE NIŻSZEJ NIŻ B20
4 - ZBROJENIE ZESPALAJĄCE (KOTWIĄCE) PŁYTY Z KONSTRUKCJĄ NOŚNĄ
5 - ZBROJENIE WIEŃCA
6 - ZBROJENIE ŁĄCZĄCE (ZESPALAJĄCE) ELEMENT GŁÓWNY Z WIEŃCEM
7 - PODKŁADKA NEOPRENOWA
8 - BELKA (PODCIĄG) ŻELBETOWY LUB STRUNOBETONOWY
9 - TULEJA W BELCE WYPEŁNIONA ZAPRAWĄ EKSPANSYWNĄ
10 - BELKA (DŹWIGAR) STALOWY
11 -TRZPIENIE ZGRZEWANE DOCZOŁOWO CO 60 CM
12 - STRZEMIONA KOTWIĄCE PŁYTĘ ∅8 MM

Z1-1 Oparcie płyt na belkach żelbetowych

a) jednostronne

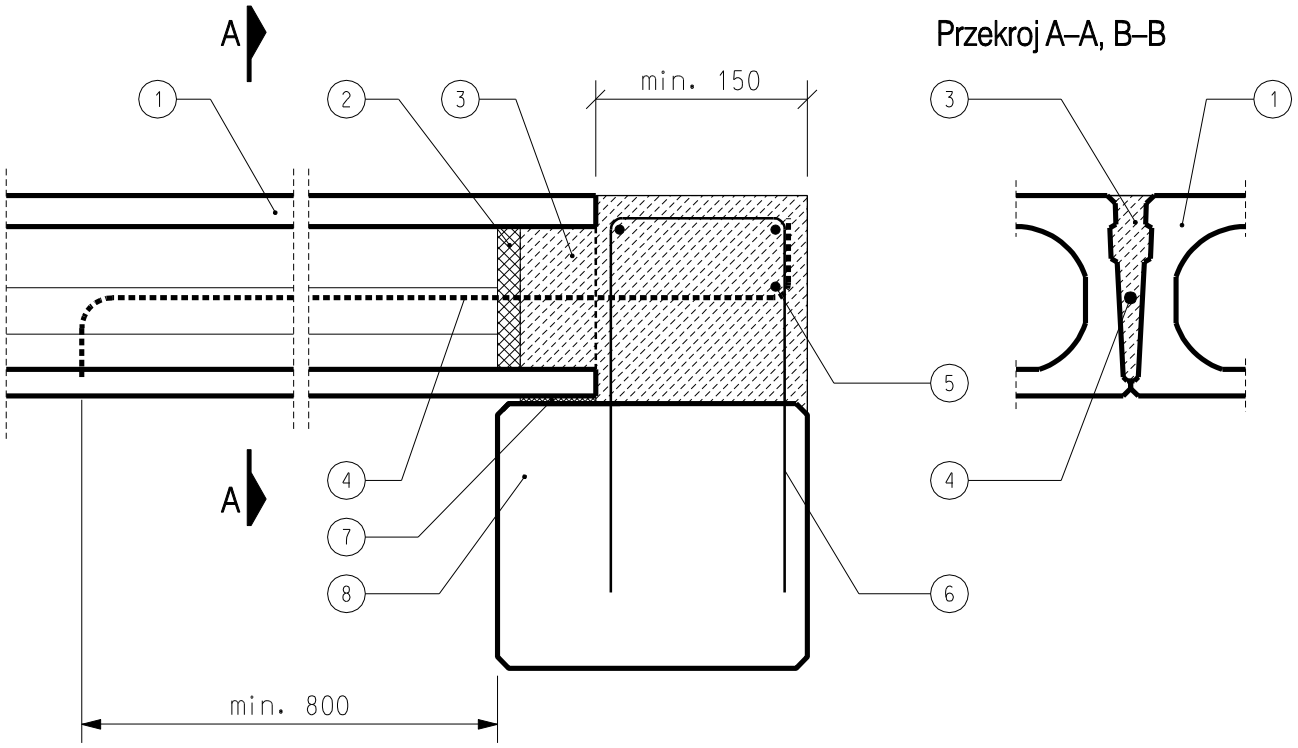


b) dwustronne

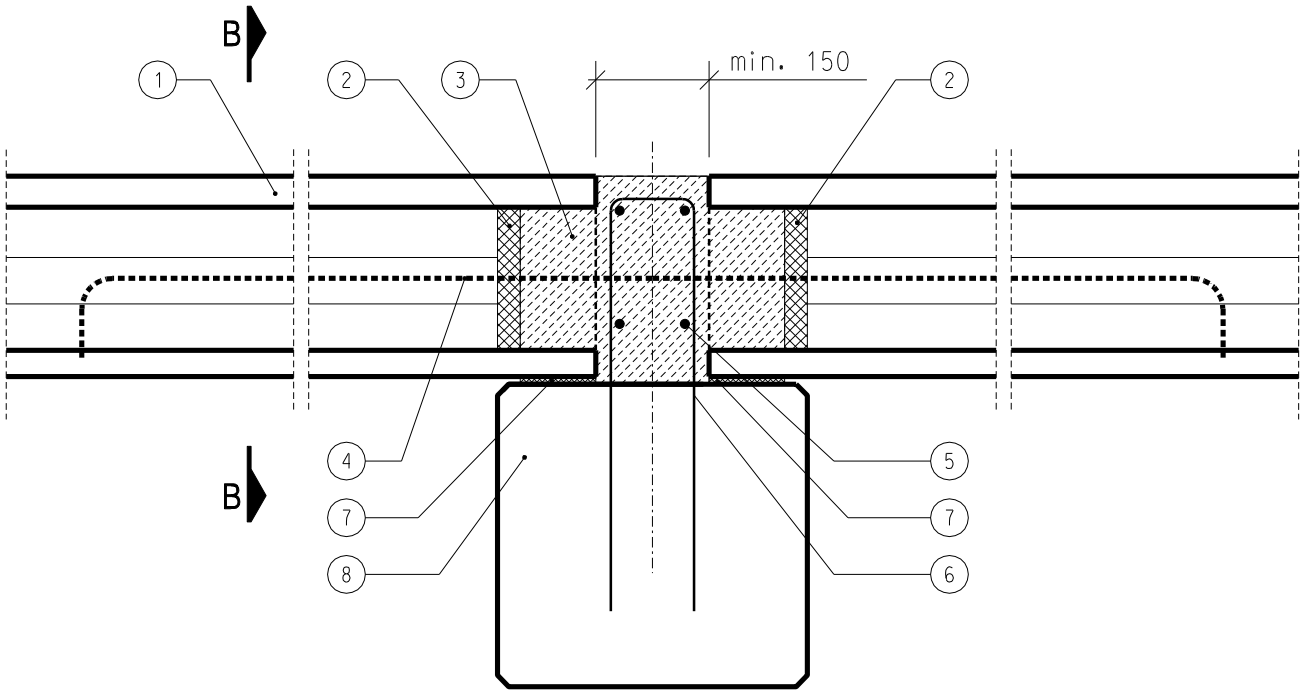


Z1-2 Oparcie płyt na belkach żelbetowych

a) jednostronne

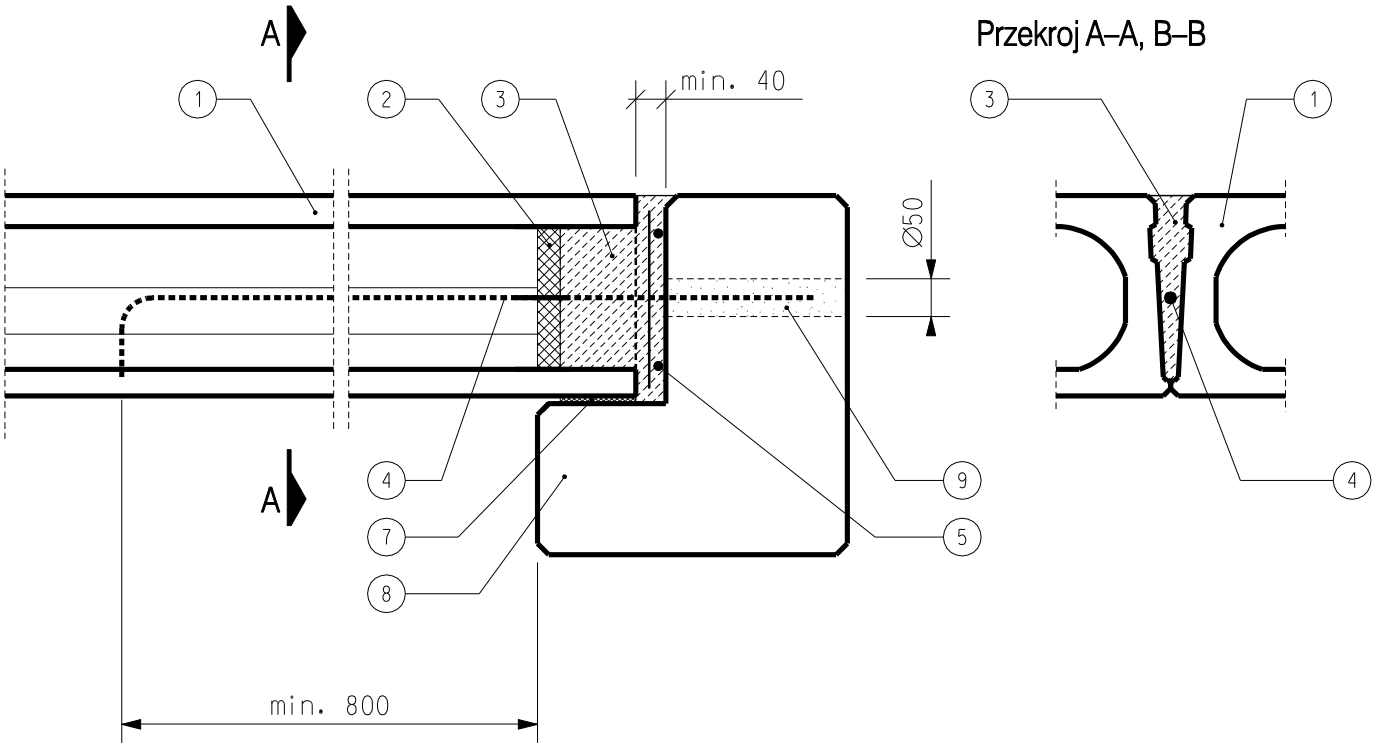


b) dwustronne

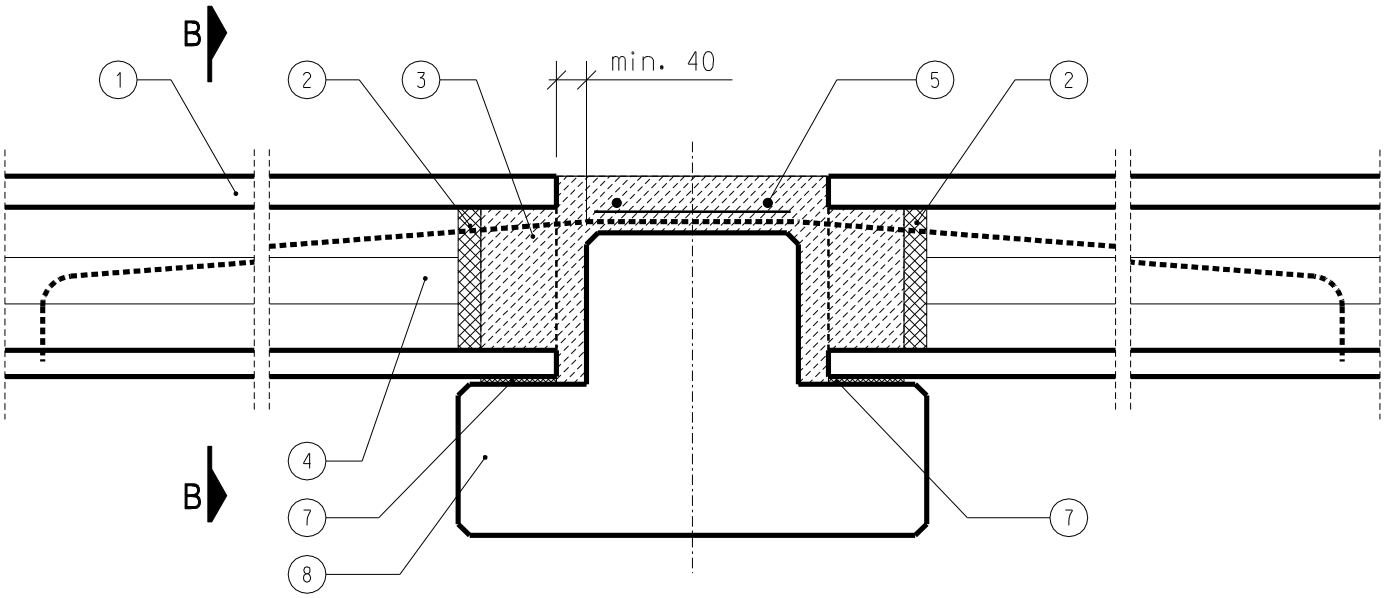


Z1-3 Oparcie płyt na belkach żelbetowych

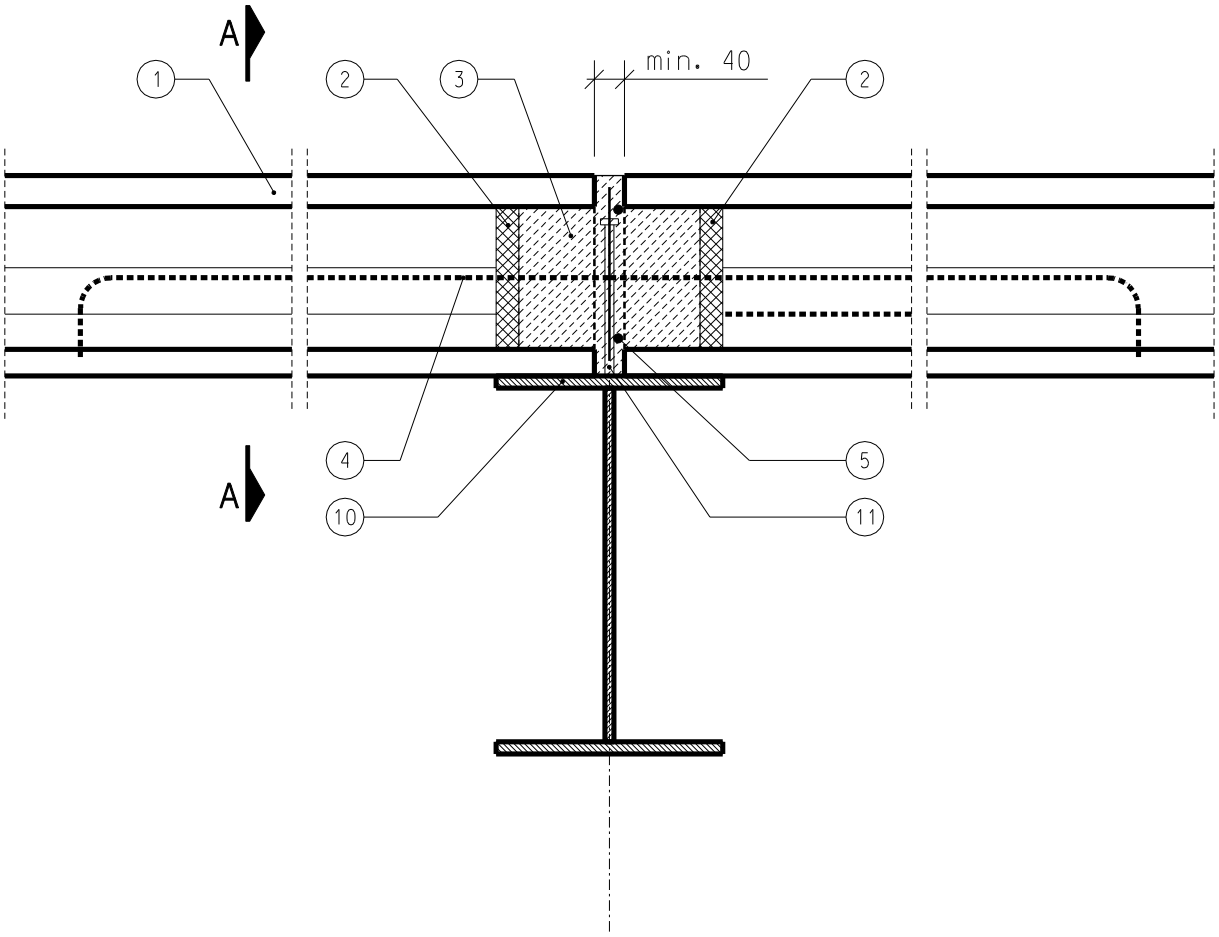
a) belka typu "L"



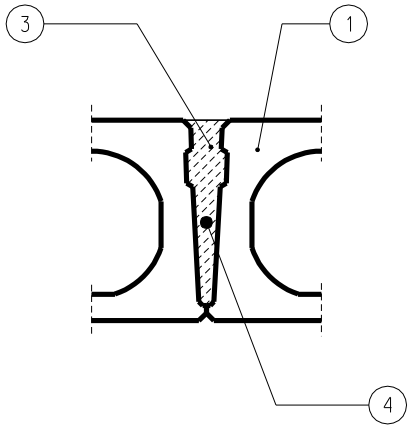
b) belka typu "T"



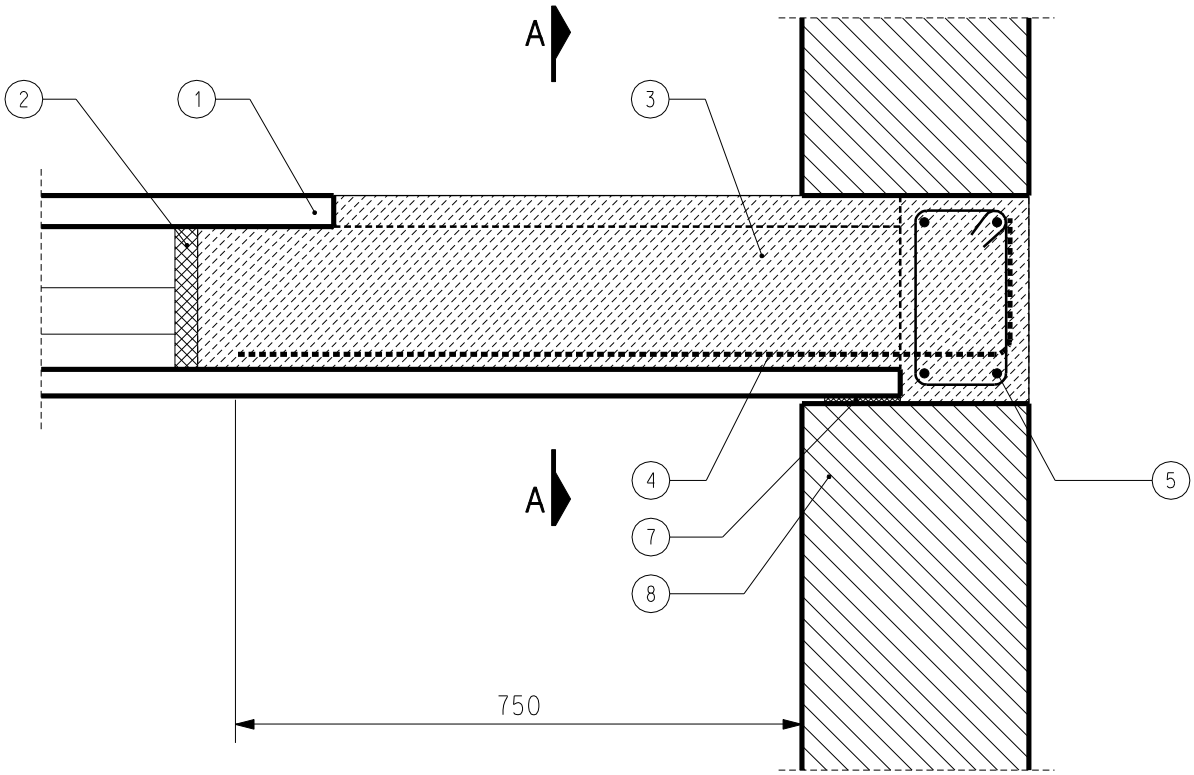
Z1-4 Oparcie płyt na belkach stalowych



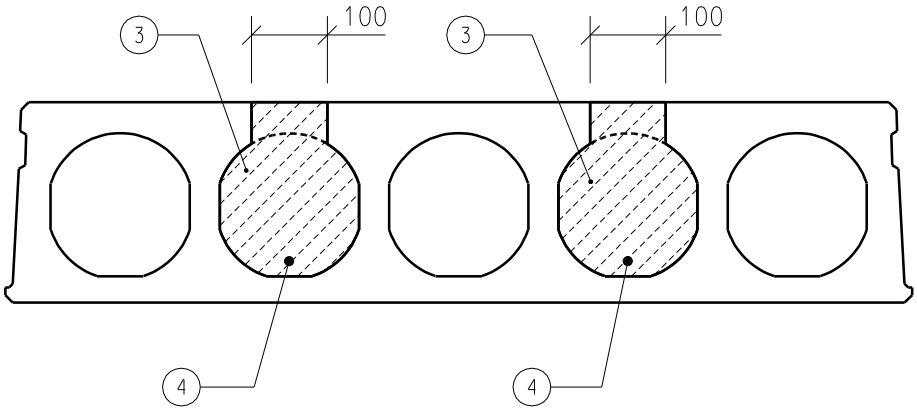
Przekroj A–A



Z1-5 Oparcie płyt na ścianach

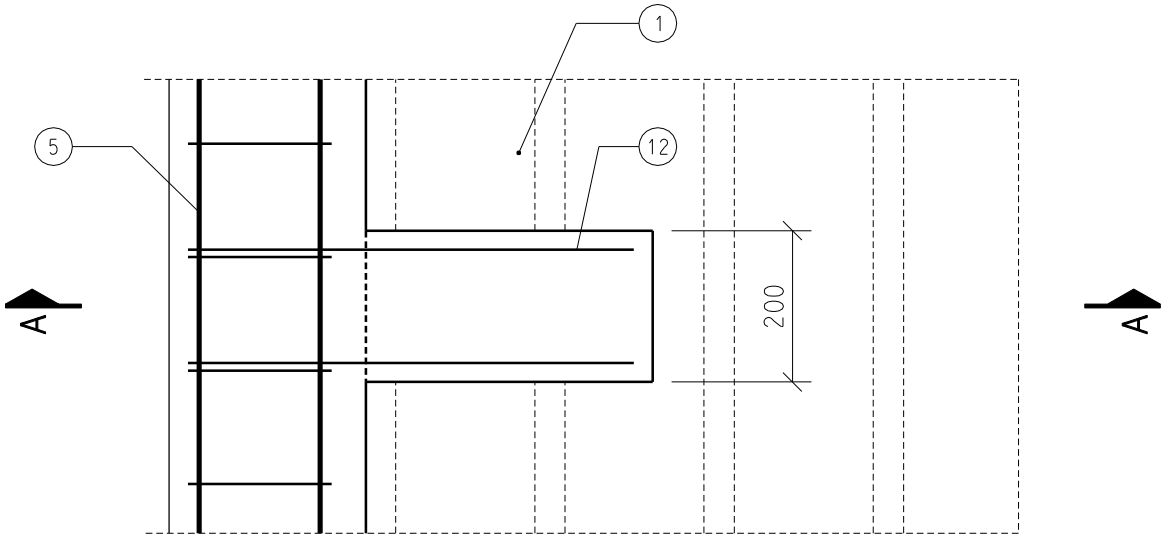


Przekroj A–A

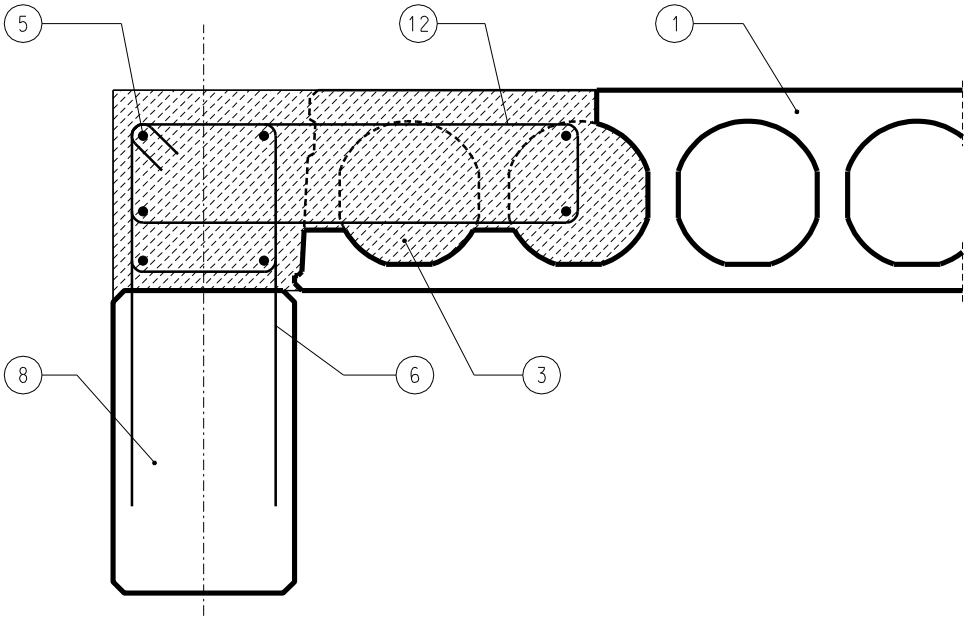
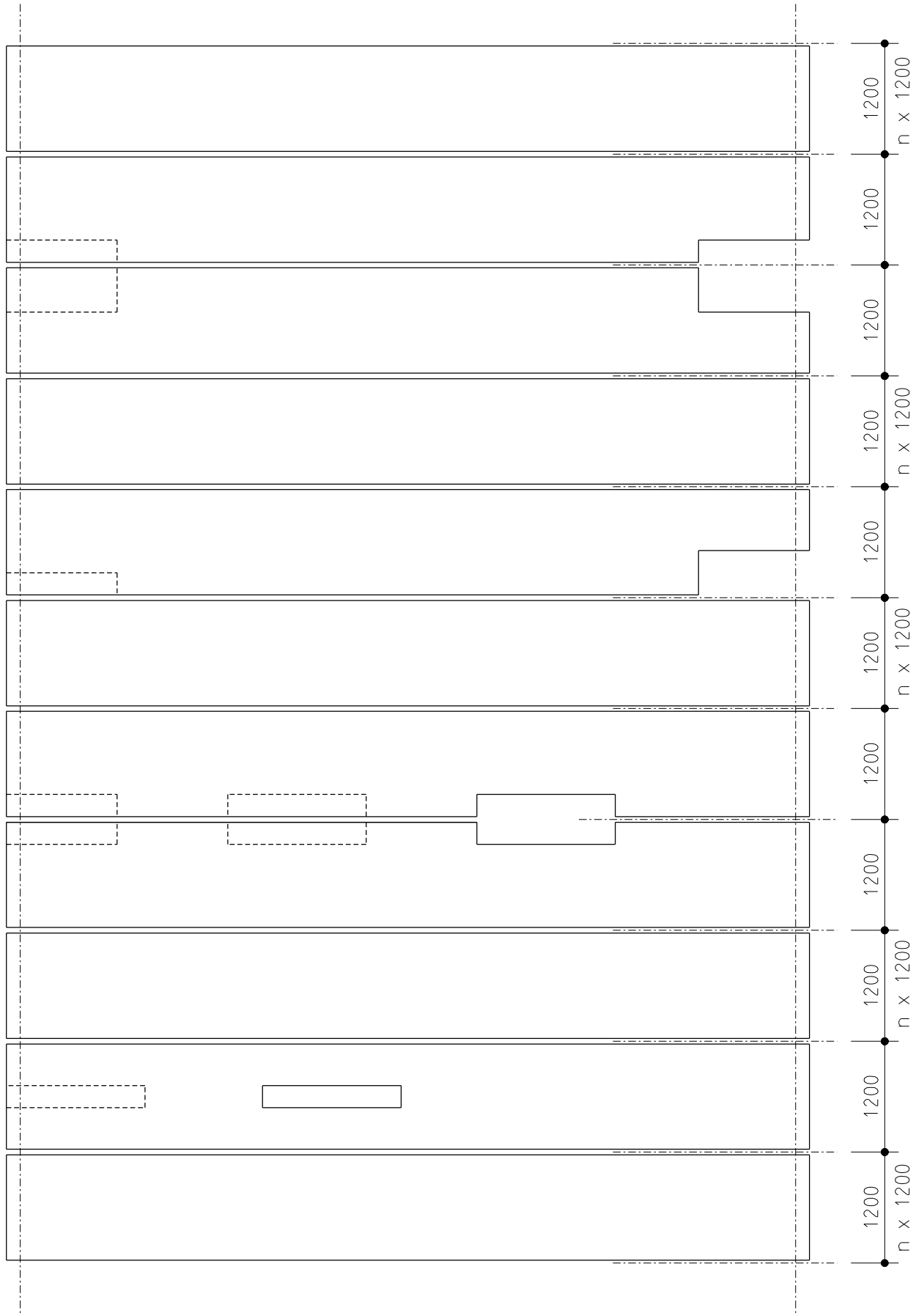


Z2 Węzel boczny, niepodporowy

widok z gory



przekroj A-A



Z3 Plan rozmieszczenia płyt (przykład)