



PREFABET[®]
Białe Błota

PRZEDSIĘBIORSTWO PRZEMYSŁU BETONÓW
"PREFABET - BIAŁE BŁOTA" S.A.

Wytyczne do projektowania stropów z płyt sprężonych typu SP

Poradnik dla konstruktorów

Wydanie drugie

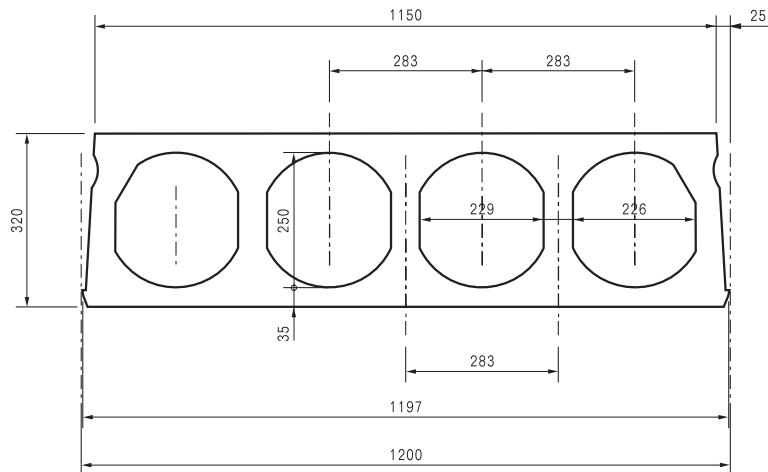
**Na podstawie opracowania
biura konstrukcyjnego „Steelco”
mgr inż. Grzegorz Troszczyński**

Białe Błota, listopad 2008

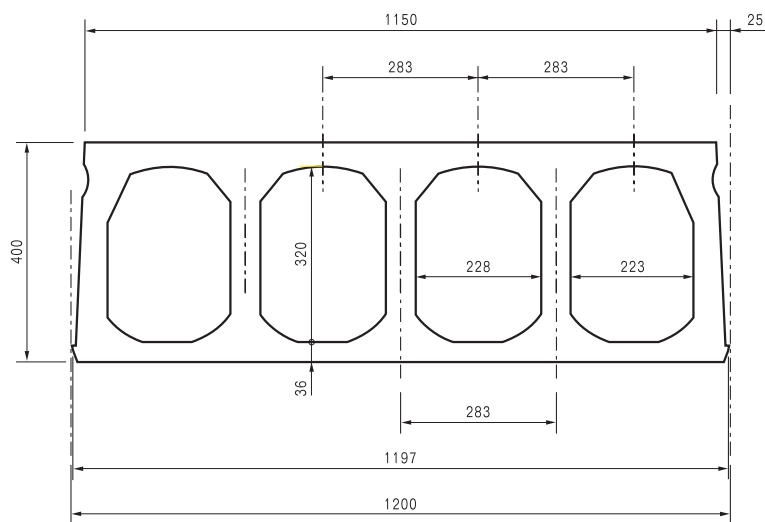
SPIS TREŚCI

1. OPIS SYSTEMU PŁYT SP	4
1.1. Ogólna charakterystyka płyt SP	4
1.2. Odporność ogniowa płyt SP	6
1.3. Zakres stosowania płyt SP	6
1.4. Technologia produkcji płyt SP	7
1.5. Materiały	7
1.5.1. Beton	7
1.5.2. Stal sprężająca	7
1.6. Asortyment płyt SP	7
1.6.1. Płyty SP20	7
1.6.2. Płyty SP26.5	9
1.6.3. Płyty SP32	11
1.6.4. Płyty SP40	12
1.6.5. Płyty o podwyższonej odporności ogniowej	14
1.7. Podstawowe dane techniczne i statyczne płyt SP	17
1.8. Perforacja pionowa płyt SP	19
1.8.1. Zasady ogólne	19
1.8.2. Wycięcia w przęśle	20
1.8.3. Wycięcia przy podporach	20
1.8.4. Łączne stosowanie wycięć różnych rodzajów	21
1.8.5. Otwory	21
1.9. Zasady wzdłużnego cięcia płyt	22
1.10. Płyty z ukośnymi krawędziami podparcia	22
1.11. Belki podporowe POK	23
1.11.1. Konstrukcja belek POK	23
1.11.2. Asortyment belek typu POK	23
2. NOŚNOŚĆ PŁYT SWOBODNIE PODPARTYCH	24
2.1. Płyty podstawowe (bez wycięć)	24
2.1.1. Nośność płyt obciążonych równomiernie	24
2.1.2. Zasady obliczania płyt obciążonych nierównomiernie	54
2.1.3. Zasady obliczania płyt obciążonych wymianem	55
2.2. Płyty z wycięciami w przęśle (rodzaj III i IV)	56
2.3. Płyty z wycięciami przy podporach (rodzaj I i II)	59
2.3.1. Uwagi ogólne	59
2.3.2. Sprawdzanie nośności płyt z wycięciami przy podporach	59
2.4. Płyty z ukośnymi krawędziami podparcia	60
3. WARUNKI STOSOWANIA PŁYT W UKŁADACH ŚCIENNYCH	61
3.1. Warunki częściowego zamocowania płyt	61
3.2. Zasady obliczania płyt zamocowanych w ścianach	62
3.3. Zasady stosowania w układach ściennych płyt z wycięciami przy podporach	62

4. NOŚNOŚĆ BELEK PODPOROWYCH POK	62
5. WSPÓŁPRACA PŁYT W KIERUNKU POPRZECZNYM	63
5.1. Zasady ogólne	63
5.2. Współpraca płyt w przenoszeniu obciążenia liniowego	63
5.3. Współpraca płyt w przenoszeniu obciążenia skupionego	64
5.4. Współpraca płyt w przenoszeniu obciążenia działającego na wymian	65
6. ZASADY KONSTRUOWANIA STROPÓW Z PŁYT SP	66
6.1. Wypełnianie szczelin między płytami	66
6.2. Oparcie płyt na podporach	66
6.2.1. Wymagania podstawowe	66
6.2.2. Oparcie na ścianach	67
6.2.3. Oparcie na podciągach żelbetowych i stalowych	67
6.2.4. Zasady konstruowania wymianów z wykorzystaniem belek podporowych POK	67
6.3. Zasady zestawiania stropów z płyt SP	67
6.3.1. Zasady ogólne	67
6.3.2. Zasady zestawiania płyt z wycięciami	67
7. SKŁADOWANIE, TRANSPORT I MONTAŻ PŁYT SP	68
A. TRANSPORT I SKŁADOWANIE	68
B. WYKONYWANIE STROPU Z PŁYT SP	69
C. WARUNKI BEZPIECZEŃSTWA MONTAŻU	70
8. UWAGI KOŃCOWE	71
8.1. Przeznaczenie i zakres stosowania wytycznych	71
8.2. Materiały źródłowe wykorzystane w opracowaniu	71
9. ZESTAWIENIE RYSUNKÓW PROJEKTOWYCH	72



Rys. 1.3. Przekrój poprzeczny płyt SP32



Rys. 1.4. Przekrój poprzeczny płyt SP40

Płyty SP26.5, SP32 i SP40 istnieją ponadto w wersji o podwyższonej odporności ogniowej (pkt.1.2) z tym, że płyta SP40 w tej wersji ma zwiększoną wysokość do 41 cm i opisana jest symbolem SP41/.../R120 (pkt.1.6.5).

Technologia produkcji płyt SP (pkt.1.4) daje możliwość wykonania płyt o dowolnej długości w zakresie podanym w pkt.1.6, z dokładnością do 10 mm. Możliwe jest również wykonywanie płyt o rzucie w kształcie czworoboku o nieprostokątnych krawędziach (pkt.1.10).

Płyty takie mają zastosowanie wówczas, gdy krawędzie podpór nie są prostopadłe do podłużnej osi płyt.

W każdym z typów płyt istnieje możliwość wykonywania otworów na pojedyncze przewody instalacyjne oraz wycięć na zablokowane pionowo wentylacyjne, instalacyjne lub w celu obejścia słupów (pkt.1.8). Wycięcia w płytach można lokalizować w strefie przypodporowej (pkt.1.8.3) lub w przęśle (pkt.1.8.2). Wycięcia naruszające podłużne żebra (środniki) płyt mają wpływ na nośność stropu, co należy uwzględnić w obliczeniach nośności (pkt.2.2 i pkt.2.3). Wycięcia są wykonywane podczas produkcji płyt w wytwórni i w żadnym wypadku nie mogą być wykonywane na budowie. Otwory, które nie naruszają żeber płyt (pkt.1.8.5), nie mają istotnego wpływu na wartość dopuszczalnych obciążeń stropu jeżeli ich średnica nie jest większa od podanej w tabl.1.3. Otwory takie mogą być wykonywane na budowie lub w wytwórni.

Z płyt podstawowych o szerokości modularnej 120 cm można wykonywać elementy o mniejszej szerokości poprzez podłużne jej rozcięcie wzdłuż jednego z kanałów (pkt.1.9).

Wszystkie typy płyt wytwarzane są z betonu zwykłego klasy B60 [15].

Płyty posiadają wyłącznie podłużne zbrojenie sprężające. Stosowana technologia produkcji płyt (pkt.1.4) wyklucza możliwość umieszczenia w nich jakiegokolwiek zbrojenia uzupełniającego ze stali zwykłej. Dlatego płyty nie posiadają poprzecznych strzemion, prętów rozdzielczych ani uchwytów montażowych. Do sprężenia zastosowano dwa rodzaje splotów $\phi 9,3$ mm oraz $\phi 12,5$ mm [16, 17] (pkt.1.5.2).

Płyty o szerokości 120 cm, prostokątne w rzucie i bez wycięć uważane są za elementy podstawowe. Płyty o rzucie innym niż prostokątny, płyty z wycięciami i otworami oraz płyty powstałe wskutek podłużnego rozcięcia elementów podstawowych są elementami pochodnymi. Elementy podstawowe i pochodne tworzą łącznie system stropów SP. Różnorodność typów i wariantów zbrojenia prefabrykatów podstawowych (pkt.1.6), o praktycznie dowolnej rozpiętości, oraz duża swoboda w kształtowaniu elementów pochodnych (pkt.1.8, pkt.1.9, pkt.1.10) pozwala zaliczyć system płyt SP do systemów otwartych.

Uzupełnieniem systemu płyt stropowych SP są stalowe belki podporowe typu POK (pkt.1.11), przeznaczone do konstruowania wymianów. Mają one zastosowanie wówczas, gdy istnieje potrzeba wykonania dużego otworu w stropie lub stropodachu (np. na schody lub świetliki).

1.2. Odporność ogniowa płyt SP

Na podstawie norm [19, 20] oraz Instrukcji ITB [21] płyty SP zakwalifikowano do klasy odporności ogniowej R60 [24, 25, 26, 27]. Przy prawidłowym wypełnieniu podłużnych styków między płytami stropy skonstruowane z płyt SP będą posiadały również szczelność ogniową E60.

W analogiczny sposób jak wyżej płyty SP ze zwiększoną grubością otuliny (tj. płyty o wysokości: 26,5 cm, 32 cm i 41 cm) zakwalifikowano do klasy odporności ogniowej RE120. Dlatego warianty płyt SP o podwyższonej odporności ogniowej oznaczono symbolem R120 (pkt.1.6.5).

Kwestię izolacyjności ogniowej stropów skonstruowanych z płyt SP należy w każdym przypadku rozważyć indywidualnie, uwzględniając istnienie warstw wykończeniowych stropu.

1.3. Zakres stosowania płyt SP

Płyty stropowe SP mogą być stosowane w budynkach o różnorodnej konstrukcji i funkcji pod warunkiem obciążenia stropu w sposób statyczny [12] oraz przestrzegania podanych dalej wytycznych.

Zakres stosowania płyt SP obejmuje między innymi: budynki mieszkalne i biurowe (płyty SP20), budynki użyteczności publicznej (płyty SP26.5), centra handlowe, budynki magazynowe i przemysłowe (płyty SP32 i SP40), w przedziale rozpiętości od 2,4 do 18,0 m.

Płyty SP należy stosować przede wszystkim w budynkach szkieletowych o konstrukcji stalowej lub żelbetowej, gdzie zachowany jest podstawowy schemat statyczny płyty jako belki swobodnie podpartej. Płyty SP można stosować także w układach ściennych, jako częściowo zamocowane, pod warunkiem zachowania wymagań podanych w rozdz. 3.

Przyjęte w płytach SP grubości otulenia cięgien sprężających betonem (pkt.1.6) określają dopuszczalny zakres ich zastosowania ze względu na trwałość stropów. I tak płyty SP20 [24] mogą być stosowane w miejscach, w których warunki środowiskowe, oddziaływujące bezpośrednio na płyty, odpowiadają klasom ekspozycji: X0, XC1, XC2 lub XC3, według normy [9]. Natomiast płyty SP26.5 [25], SP32 [26] i SP40 [27] można stosować w warunkach odpowiadających klasom ekspozycji: X0, XC1, XC2, XC3 lub XC4 [9]. Dopuszcza się stosowanie płyt SP w bardziej agresywnych środowiskach pod warunkiem wykonania na ich dolnej powierzchni ochronnej warstwy powierzchniowej, odpowiedniej do występującego czynnika korozyjnego (wg indywidualnego projektu).

W budynkach lokalizowanych na terenach szkod górniczych oraz na terenach, na których wystąpić mogą nierównomierne osiadania podpór lub inne ruchy podłoża mogące wywoływać w stropach siły rozciągające, możliwość zastosowania płyt SP należy rozważyć indywidualnie i w razie potrzeby zastosować dodatkowe środki techniczne, które zapewnią niezbędny poziom bezpieczeństwa konstrukcji stropu. W szczególności należy wziąć pod uwagę możliwość wykonania na płytach SP monolitycznej, odpowiednio zbrojonej, płyty nadbetonu lub zastosowania ciągłego zbrojenia uzupełniającego w stykach między płytami (ewentualnie poszerzonych), zdolnego do przeniesienia przewidywanych sił rozciągających.

1.4. Technologia produkcji płyt SP

Wytwarzanie płyt SP odbywa się metodą wytłaczania (ekstruzji) betonowej „wstęgi”, za pomocą odpowiednich urządzeń formujących (wytłaczarek). „Wstęga” formowana jest na stalowych podłożach torów naciągowych o szerokości 1,20 m i długości ok. 100 m. Równe i gładkie powierzchnie podłoży dają gwarancję wykonania płyt z gładką, niewymagającą tynkowania, powierzchnią sufitową.

Po wstępnym naprężeniu i zakotwieniu cięgien w blokach oporowych toru naciągowego, na podłożu umieszczany jest agregat (wytłaczarka), który formuje z mieszanki betonowej „wstęgę” o przekroju poprzecznym odpowiednim dla danego typu płyty. Proces formowania „wstęgi” ma charakter ciągły. Do zasobnika agregatu dostarczana jest mieszanka betonowa o konsystencji wilgotnej, którą przenośniki ślimakowe agregatu wciągają do dołączonej formy ślizgowej i jednocześnie przesuwają całe urządzenie wzdłuż toru z przeciętną prędkością około 1,0 m/min. W ten sposób urządzenie formuje i pozostawia za sobą „wstęgę” zagęszczoną, odpowiednio ukształtowaną, świeżej mieszanki betonowej, w której wykonywane są następnie niezbędne wycięcia, w zależności od aktualnego zamówienia.

Aby przyspieszyć proces wiązania betonu, podłoże toru podgrzewane jest do temperatury około 35°C za pomocą cieczy przepływającej w umieszczonych w jego wnętrzu rurach, a pasmo betonu przykrywane jest matami termoizolacyjnymi. Po około 16-tu godzinach od chwili zabetonowania beton osiąga wytrzymałość umożliwiającą sprężenie betonowej „wstęgi”. Zwalniany jest wówczas naciąg cięgien i następuje sprężenie. „Wstęga”, która ma długość około 100 m, jest następnie cięta specjalną piłą tarczową na odcinki (gotowe prefabrykaty) o potrzebnej długości.

Poszczególne elementy zdejmowane są z podłoża i przenoszone na miejsce składowania za pomocą specjalnego zawiesia, samozakleszczającego się o wręby w bocznych powierzchniach płyt. Gotowe prefabrykaty składowane są w pozycji poziomej w stosach (rozd. 7).

1.5. Materiały

1.5.1. Beton

Wszystkie typy płyt SP wytwarzane są z betonu zwykłego klasy B60, produkowanego zgodnie z normą [15]. Dla celów obliczeniowych [24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33], wartości cech wytrzymałościowych i odkształcalnościowych zastosowanego betonu ustalono według normy [9].

1.5.2. Stal sprężająca

Do sprężania płyt SP stosowane są dwa rodzaje siedmiodrutowych splotów: $\phi 9,3$ mm oraz $\phi 12,5$ mm, obydwa ze stali Y1860. Dla celów obliczeniowych [24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33], wartości cech wytrzymałościowych i odkształcalnościowych zastosowanych cięgien ustalono na podstawie Aprobat Technicznych [16, 17].

Początkowe (doraźne) naprężenia w zbrojeniu głównym, bezpośrednio po naciągnięciu i zakotwieniu cięgien sprężających w urządzeniach oporowych, są równe 1300 MPa. W cięgnach górnych początkowe naprężenia odpowiednio zredukowano [24, 25, 26, 27] do wartości, która zabezpiecza płyty przed zarysowaniem górnej strefy ich przekrojów podczas podnoszenia uchwytami szczękowymi (rozd. 7).

1.6. Asortyment płyt SP

1.6.1. Płyty SP20

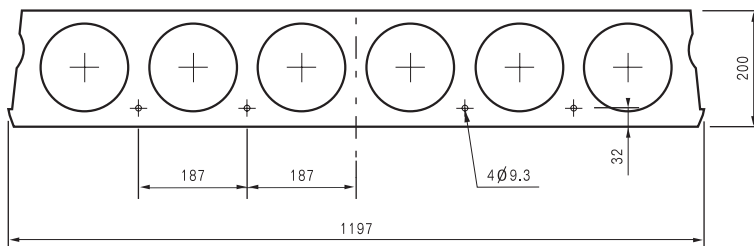
Przekrój poprzeczny płyty typu SP20 przedstawiono na rys.1.1. Płyty typu SP20 posiadają sześć podłużnych kanałów o przekroju okrągłym, o średnicy 152 mm. Osie kanałów umieszczono na wysokości 102 mm od dolnej krawędzi przekroju, stąd dolna półka płyt ma grubość 26 mm, a górna 22 mm (w największym miejscu). Na szerokości przekroju kanały rozmieszczone są równomiernie co 187 mm i symetrycznie

względem podłużnej osi płyt. Wynikająca stąd szerokość wewnętrznych środków (zeber) wynosi 35 mm (w najwęższym miejscu).

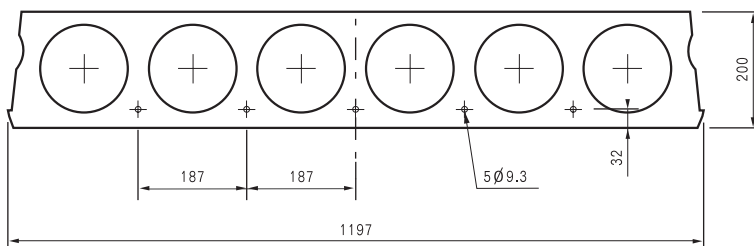
Płyty SP20 zaprojektowano w siedmiu wariantach zbrojenia sprężającego, oznaczonych od A1 do A7. Poszczególne warianty różnią się liczbą, średnicą i rozmieszczeniem podłużnych cięgien sprężających (rys.1.5).

We wszystkich wariantach płyty SP20 zbrojone są wyłącznie dołem. W wariantach od A1 do A3 odpowiednio: 4-ma, 5-ma i 6-ma cięgnami $\phi 9,3$ mm, a w wariantach od A4 do A7 odpowiednio: 4-ma, 5-ma, 6-ma i 7-ma cięgnami $\phi 12,5$ mm (pkt.1.5.2). W każdym wariantcie zbrojenia cięgna sprężające rozmieszczone są w jednej warstwie, której nominalna odległość od spodu płyt wynosi 32 mm (osiowo).

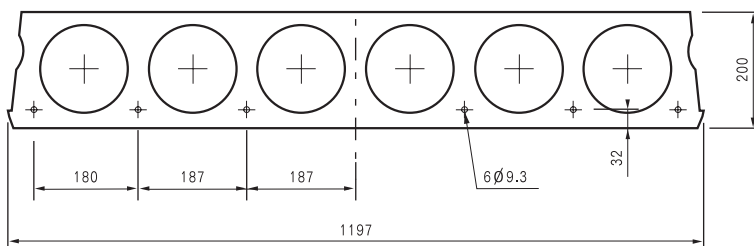
SP 20 / A 1



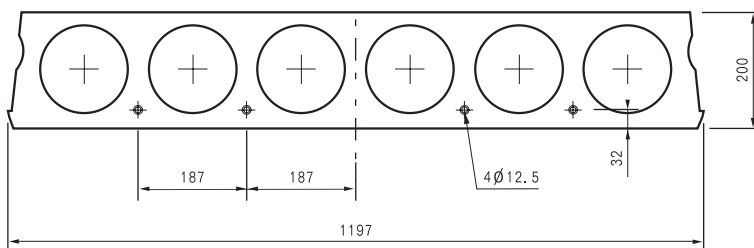
SP 20 / A 2



SP 20 / A 3

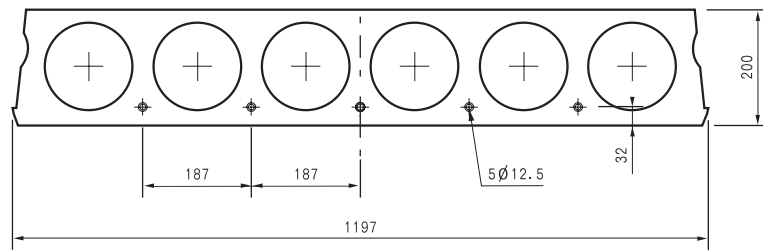


SP 20 / A 4

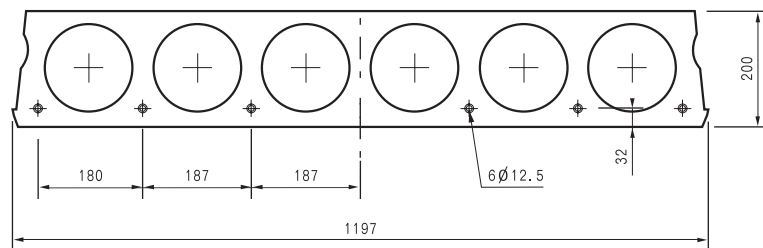


Rys.1.5. Warianty zbrojenia płyt SP20

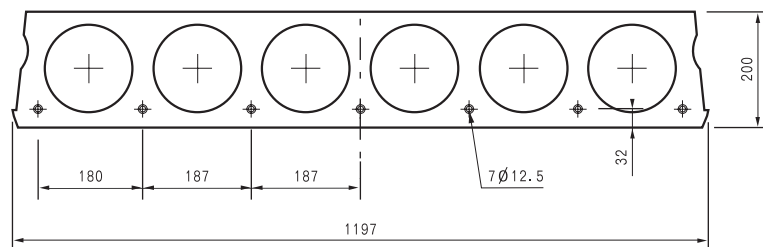
SP 20 / A 5



SP 20 / A 6



SP 20 / A 7



Rys.1.5. c.d. Warianty zbrojenia płyt SP20

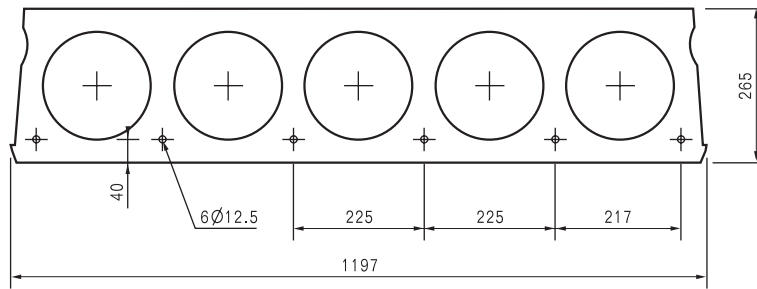
1.6.2. Płyty SP26.5

Przekrój poprzeczny płyt typu SP26.5 przedstawiono na rys.1.2. Płyty typu SP26.5 posiadają pięć podłużnych kanałów o przekroju okrągłym, o średnicy 186 mm. Kanały są umieszczone w środku wysokości przekroju, dlatego dolna i górna półka płyt mają jednakową grubość: 39,5 mm (w największym miejscu). Na szerokości przekroju kanały rozmieszczone są równomiernie co 225 mm, i symetrycznie względem podłużnej osi płyt. Wynikająca stąd szerokość wewnętrznych środników (żeber) wynosi 39 mm (w największym miejscu).

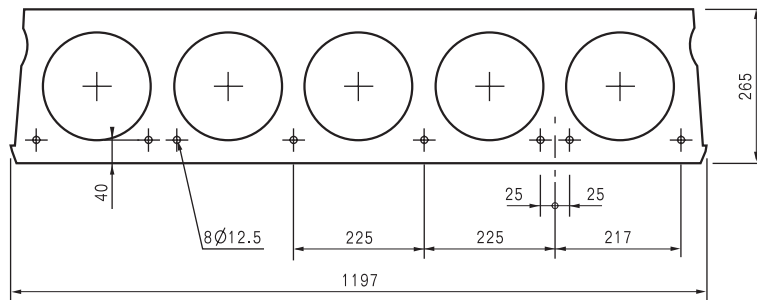
Płyty SP26.5 zaprojektowano w czterech wariantach zbrojenia sprężającego, które różnią się liczbą i rozmieszczeniem podłużnych cięgien sprężających (rys.1.6).

Płyty SP26.5 zbrojone są wyłącznie dołem, odpowiednio: 6-ma, 8-ma, 10-ma i 12-ma cięgnami $\phi 12,5$ mm (pkt.1.5.2). We wszystkich wariantach zbrojenia cięgna sprężające rozmieszczone są w jednej warstwie, położonej w odległości 40 mm od spodu płyt (osiowo).

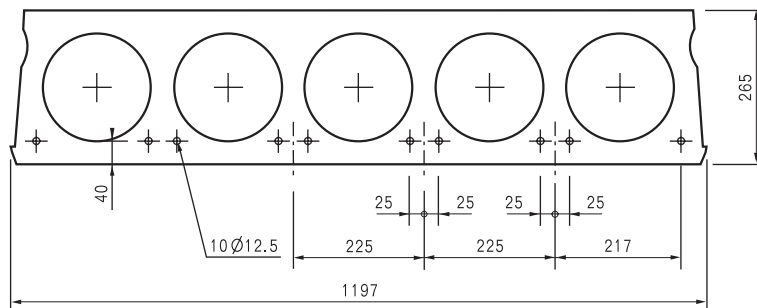
SP 26.5 / 6



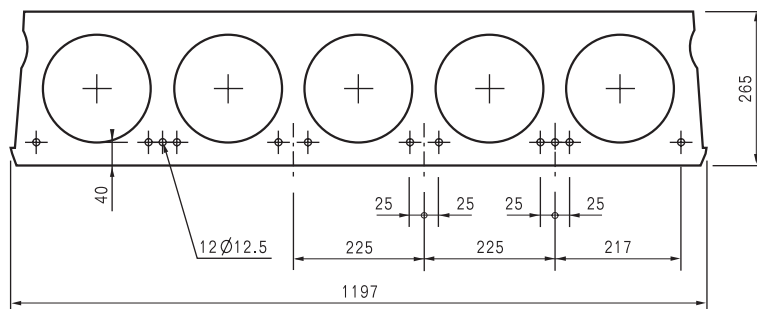
SP 26.5 / 8



SP 26.5 / 10



SP 26.5 / 12



Rys.1.6. Warianty zbrojenia płyt SP26.5

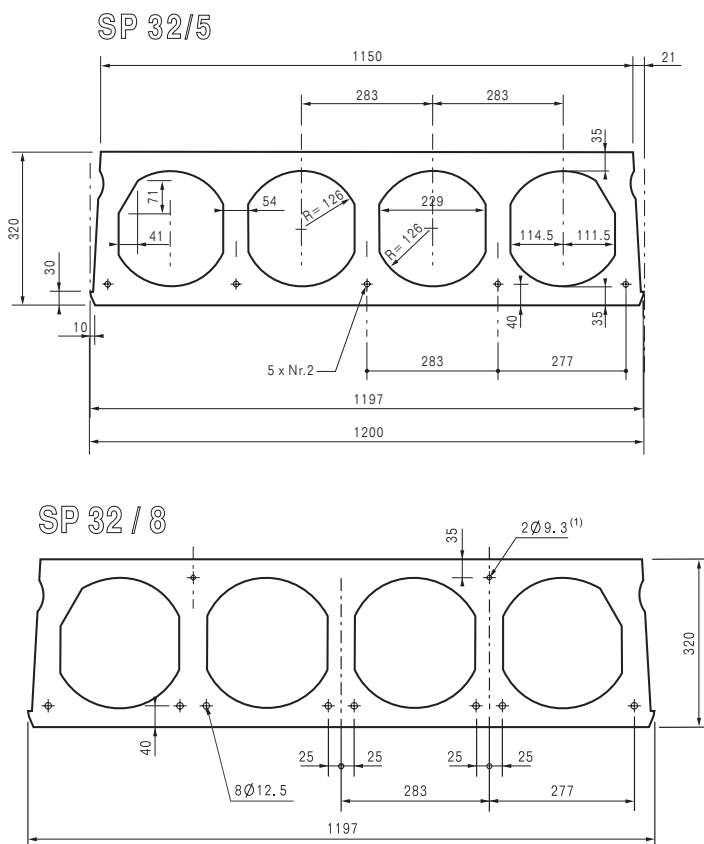
1.6.3. Płyty SP32

Przekrój poprzeczny płyt typu SP32 pokazano na rys.1.3. Płyty typu SP32 posiadają cztery podłużne kanały o owalnym przekroju. Szerokość dwóch kanałów bocznych wynosi 226 mm, a kanałów środkowych 229 mm. Wszystkie kanały mają wysokość 250 mm i są umieszczone w środku wysokości przekroju. Stąd dolna i górna półka płyt mają grubość 35 mm (w najwyższym miejscu). Na szerokości przekroju kanały rozmieszczone są równomiernie co 283 mm i symetrycznie względem podłużnej osi płyt. Wynikająca stąd szerokość wewnętrznych średnic (zeber) wynosi 54 mm.

Płyty SP32 zaprojektowano w sześciu podstawowych wariantach zbrojenia sprężającego, przy czym w ramach każdego wariantu przewidziano dwie odmiany: „A” i „B”. W odmianie „A” nie występuje zbrojenie górne, natomiast w odmianie „B” zastosowano dodatkowo dwa ciągną sprężające umieszczone w górnej, ściskanej pod obciążeniem eksploatacyjnym, strefie przekroju poprzecznego. Zbrojenie górne zabezpiecza płyty długie (o długości większej niż 13,00 m) przed złamaniem podczas podnoszenia chwytakami szcegłkowymi (rozd. 7). Zbrojenie odmiany „A” można stosować przy rozpiętościach $l_{eff} \leq 12,90$ m, natomiast zbrojenie odmiany „B” przewidziane jest dla rozpiętości $l_{eff} > 12,90$ m. Podstawowe warianty zbrojenia różnią się liczbą i rozmieszczeniem podłużnych cięgien sprężających (rys.1.7).

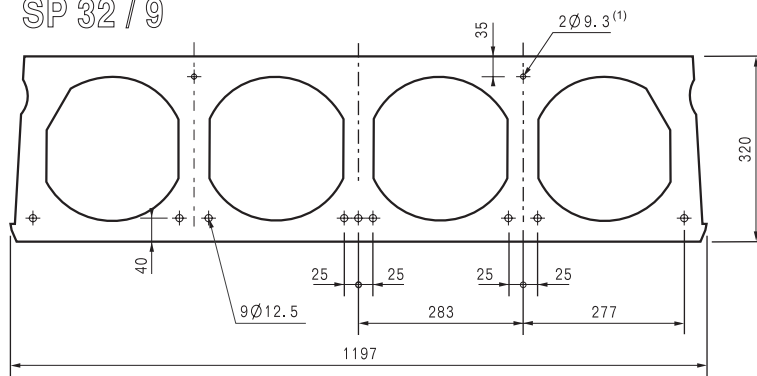
W wariantach zbrojenia odmiany „A” płyty SP32 zbrojone są wyłącznie dołem, odpowiednio: 5-ma, 8-ma, 9-ma, 10-ma, 11-ma i 14-ma cięgnami $\phi 12,5$ mm (pkt.1.5.2). W wariantach zbrojenia 14 $\phi 12,5$ cięgną sprężające rozmieszczone są w dwóch warstwach, w pozostałych wariantach – w jednej warstwie. W każdym wariantcie zbrojenia, nominalna odległość osi dolnej warstwy cięgien od spodu płyt wynosi 40 mm; górna warstwa cięgien (w wariantcie: 14 $\phi 12,5$) oddalona jest od warstwy dolnej o kolejne 40 mm (osiowo).

W wariantach odmiany „B” zbrojenie dolne jest analogiczne jak w wariantach odmiany „A”. Dodatkowe zbrojenie górne stanowią dwa ciągną sprężające $\phi 9,3$ mm umieszczone w osi przedskrajnych żeber płyt w odległości 35 mm od górnej powierzchni (osiowo). Sploty $\phi 9,3$ mm mogą być zastąpione podczas produkcji splotami $\phi 12,5$ mm.

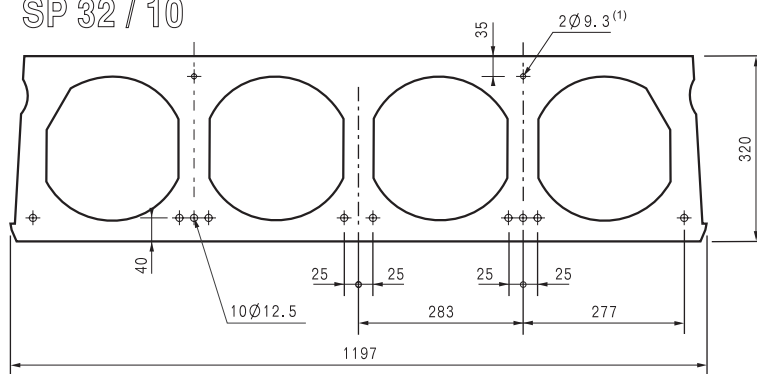


Rys.1.7. Warianty zbrojenia płyt SP32

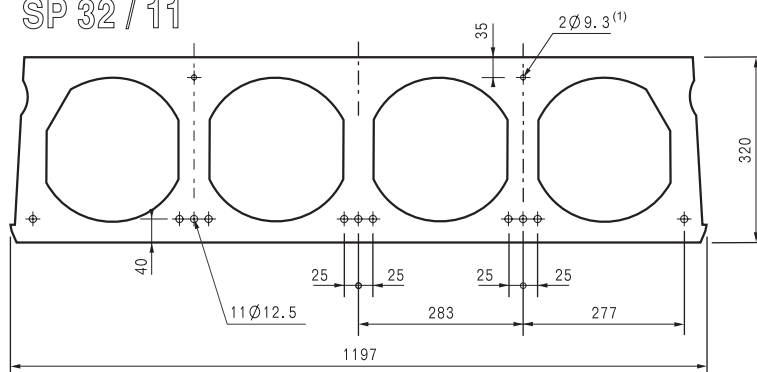
SP 32 / 9



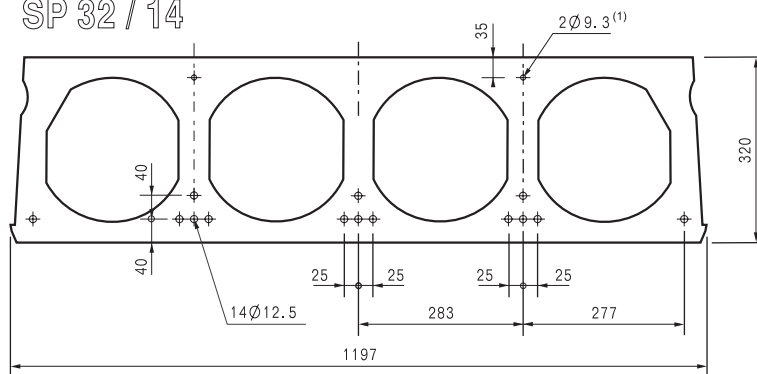
SP 32 / 10



SP 32 / 11



SP 32 / 14



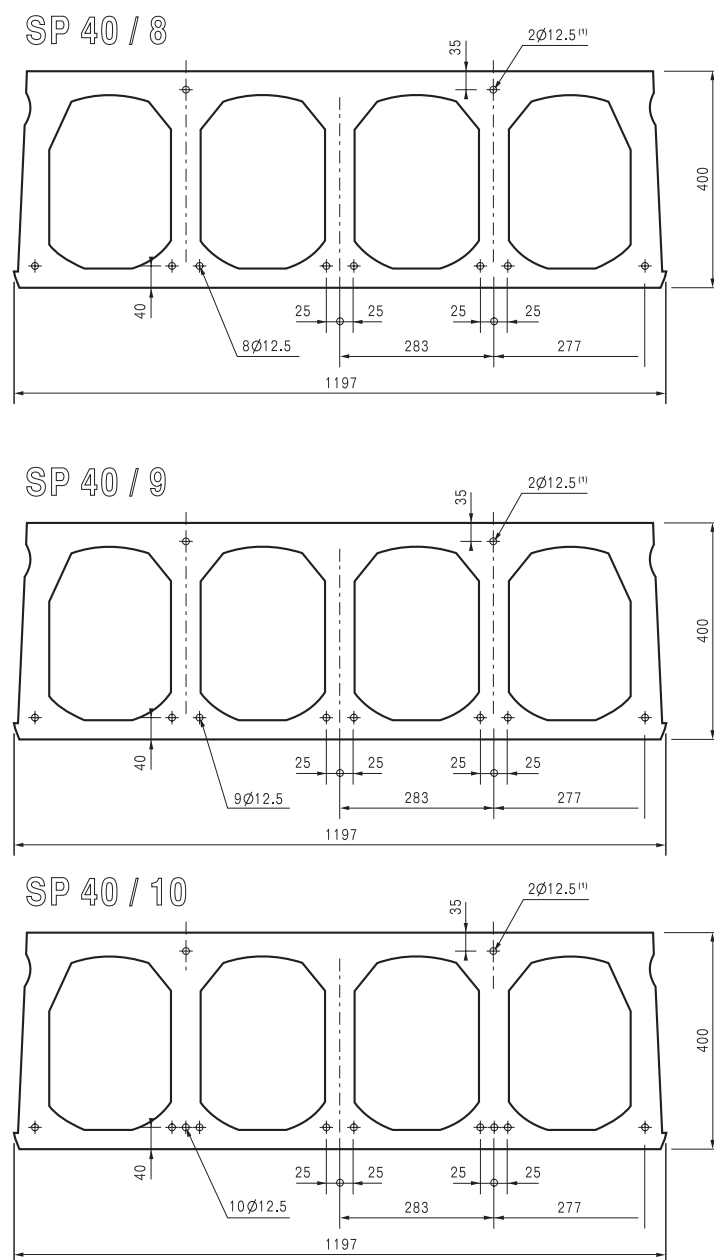
1) górne cięgna sprężające $\phi 9,3$ mm występują tylko w odmianie „B”

Rys.1.7. c.d. Warianty zbrojenia płyt SP32

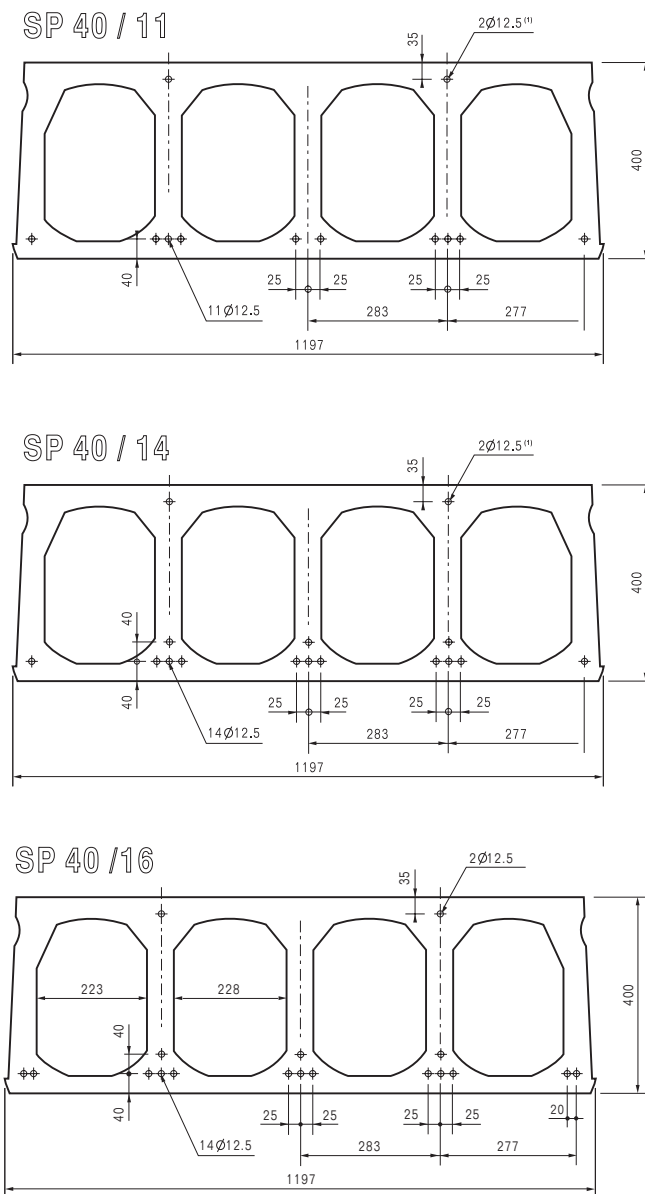
1.6.4. Płyty SP40

Przekrój poprzeczny płyt typu SP40 pokazano na rys.1.4. Płyty typu SP40 posiadają cztery podłużne kanały o owalnym przekroju poprzecznym. Szerokość dwóch kanałów bocznych wynosi 223 mm, a kanałów środkowych 228 mm. Wszystkie kanały mają wysokość 320 mm. Półka dolna płyt ma grubość 36 mm, a górna 44 mm (w najwęższym miejscu). Na szerokości przekroju kanały rozmieszczone są równomiernie co 283 mm i symetrycznie względem podłużnej osi płyt. Wynikająca stąd szerokość wewnętrznych środków (żeber) wynosi 55 mm.

Płyty SP40 zaprojektowano w pięciu podstawowych wariantach zbrojenia sprężającego, przy czym w ramach każdego wariantu przewidziano dwie odmiany: „A” i „B” (podobnie jak płyty SP32). W odmianie „A” nie występuje zbrojenie górne, natomiast w odmianie „B” zastosowano dodatkowo dwa ciąga sprężające umieszczone w górnej strefie przekroju poprzecznego, które zabezpieczają płyty długie (o długości większej niż 13,00 m) przed złamaniem podczas podnoszenia chwytakami (rozd. 7). Zbrojenie odmiany „A” można stosować przy rozpiętościach $l_{eff} \leq 12,90 m$ natomiast zbrojenie odmiany „B” zaprojektowane jest dla rozpiętości $l_{eff} > 12,90 m$. Poszczególne warianty zbrojenia różnią się liczbą i rozmieszczeniem podłużnych cięgień sprężających (rys.1.8).



Rys.1.8. Warianty zbrojenia płyt SP40



1) górne cięgna sprężające $\phi 12,5$ mm występują tylko w odmianie „B”

Rys.1.8. c.d. *Warianty zbrojenia płyt SP40*

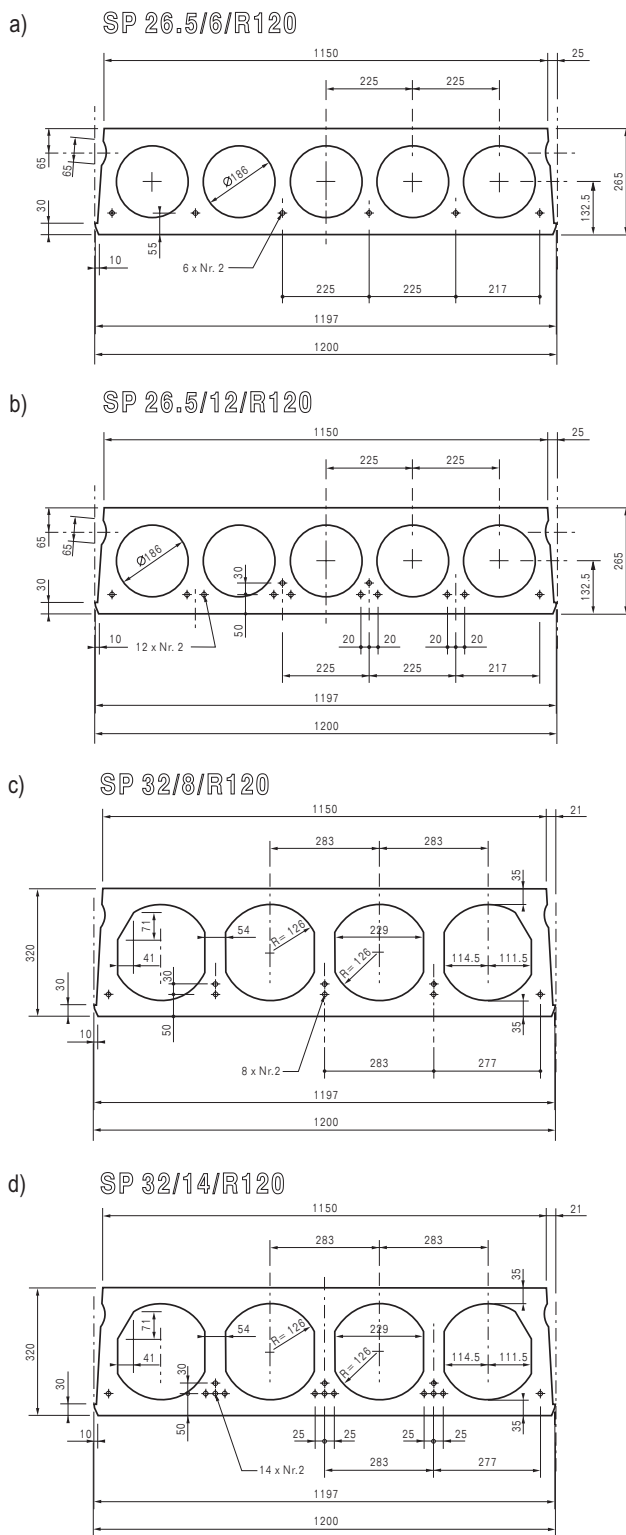
W wariantach zbrojenia odmiany „A” płyty SP40 zbrojone są wyłącznie dołem, odpowiednio: 8-ma, 9-ma, 10-ma, 11-ma, i 14-ma i 16-ma cięgnami $\phi 12,5$ mm (pkt.1.5.2). W wariantach zbrojenia 14 $\phi 12,5$ cięgna sprężające rozmieszczone są w dwóch warstwach, w pozostałych wariantach – w jednej warstwie. W każdym wariantcie zbrojenia nominalna odległość osi dolnej warstwy cięgien od spodu płyt wynosi 40 mm; górna warstwa cięgien (w wariantcie: 14 $\phi 12,5$) oddalona jest od warstwy dolnej o kolejne 40 mm (osiowo). W wariantach odmiany „B” zbrojenie dolne jest analogiczne jak w wariantach odmiany „A”. Dodatkowe zbrojenie górne stanowią dwa cięgna sprężające $\phi 12,5$ mm umieszczone w osi przedskrajnych żeber płyt w odległości 35 mm od górnej powierzchni płyty (osiowo).

1.6.5. Płyty o podwyższonej odporności ogniowej

Płyty typu SP26.5, SP32 i SP40 są również wytwarzane w odmianie o odporności ogniowej klasy R120. Podwyższenie odporności ogniowej osiągnięto poprzez zwiększenie grubości otulenia betonem dolnych cięgien sprężających.

Płyta SP26.5 /6/ R120 zbrojona jest wyłącznie dołem 6-ma cięgnami $\phi 12,5$ mm w jednej warstwie, usytuowanymi osiowo 55 mm od dolnej powierzchni płyty (rys. 1.9 a). Płyta SP26,5 /12/ R120 zbrojona jest wyłącznie dołem 12-ma cięgnami $\phi 12,5$ mm, z których dziesięć umieszczono w warstwie oddalonej osiowo o 50 mm od dolnej powierzchni płyty, a dwa w środkowych żebrach 80 mm od dolnej powierzchni płyty (rys. 1.9 b).

Płyty SP32 /8/ R120, SP32 /14/ R120 mają zbrojenie takie jak analogiczne płyty o odporności ogniowej R60, lecz umieszczone w odległości 50 mm (pierwsza warstwa) i 80 mm (druga warstwa) od dolnej powierzchni płyty (rys. 1.9 c i d).



Rys.1.9. Płyty SP o odporności ogniowej klasy R120

1.7. Podstawowe dane techniczne i statyczne płyt SP

W tabl.1.1 zestawiono podstawowe dane techniczne prefabrykowanych płyt SP oraz stropów skonstruowanych z tych płyt, a w tabl.1.2 wielkości statyczne płyt SP.

Tabl.1.1. Podstawowe dane techniczne płyt SP i stropów z płyt SP

Typ płyty	Zbrojenie	Obj. betonu B60		Ciężar ⁽¹⁾	
		prefabr. [m ³ /m]	strop [m ³ /m ²]	prefabr. [kN/m]	strop ⁽²⁾ [kN/m ²]
SP20/A1/R60	4φ9,3	0,1243	0,1093	2,98	2,63
SP20/A2/R60	5φ9,3				
SP20/A3/R60	6φ9,3				
SP20/A4/R60	4φ12,5				
SP20/A5/R60	5φ12,5				
SP20/A6/R60	6φ12,5				
SP20/A7/R60	7φ12,5				
SP26.5/6/R60	6φ12,5	0,173	0,152	4,15	3,65
SP26.5/8/R60	8φ12,5				
SP26.5/10/R60	10φ12,5				
SP26.5/12/R60	12φ12,5				
SP32/5A/R60	5φ12,5	0,184	0,162	4,41	3,89
SP32/8A/R60	8φ12,5				
SP32/8B/R60	8φ12,5+2 φ9,3				
SP32/9A/R60	9φ12,5				
SP32/9B/R60	9φ12,5+2 φ9,3				
SP32/10A/R60	10φ12,5				
SP32/10B/R60	10φ12,5+2 φ9,3				
SP32/11A/R60	11φ12,5				
SP32/11B/R60	11φ12,5+2 φ9,3				
SP32/14A/R60	14φ12,5				
SP32/14B/R60	14φ12,5+2 φ9,3	0,2048	0,1819	4,92	4,37
SP40/8A/R60	8φ12,5				
SP40/8B/R60	(8+2)φ12,5				
SP40/9A/R60	9φ12,5				
SP40/9B/R60	(9+2)φ12,5				
SP40/10A/R60	10φ12,5				
SP40/10B/R60	(10+2)φ12,5				
SP40/11A/R60	11φ12,5				
SP40/11B/R60	(11+2)φ12,5				
SP40/14A/R60	14φ12,5				
SP40/14B/R60	(14+2)φ12,5				
SP40/16A/R60	16φ12,5				
SP40/16B/R60	(16+2)φ12,5				
SP26.5/6/R120	6φ12,5				
SP26.5/12/R120	12φ12,5	0,1848	0,1618	4,435	3,883
SP32/8A/R120	8φ12,5	0,1957	0,1724	4,70	4,14
SP32/14A(B)/R120	(14+2)φ12,5	0,1957	0,1724	4,70	4,14
SP41/8A(B)/R120	(8+2)φ12,5	0,2165	0,1919	5,20	4,601
SP41/14A(B)/R120	(14+2)φ12,5	0,2165	0,1919	5,20	4,601
SP41/16A(B)/R120	(16+2)φ12,5	0,2165	0,1919	5,20	4,601

⁽¹⁾ – przyjęto ciężar objętościowy betonu $g_f = 24 \text{ kN/m}^3$ [13]

⁽²⁾ – z uwzględnieniem betonu w podłużnych stykach między płytami

Podane w tabl. 1.2 wielkości statyczne odnoszą się do obszaru płyt o pełnym sprężeniu i pełnej nośności ciągnięć (tj. poza strefą zakotwienia).

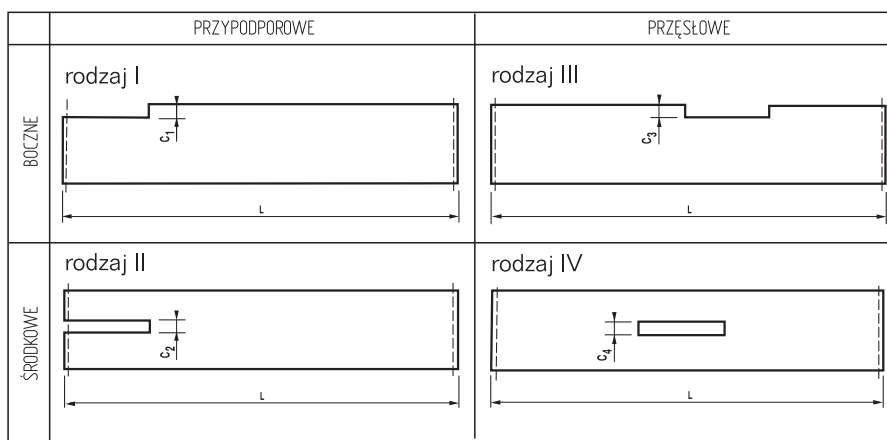
Tabl. 1.2. *Wielkości statyczne płyty SP*

Typ płyty	P_0 [kN]	$P_{m,\infty}$ [kN]	z_{cp} [cm]	M_{cr} [kNm]	M_{dec} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	Q_{Rd} [kN]	M_{cr}^- [kNm]
SP20/A1/R60	264	236,0	6,47	51,2	25,0	42,2	78,7	8,4
SP20/A2/R60	330	291,3	6,45	57,0	30,8	52,5	79,8	
SP20/A3/R60	396	345,1	6,44	62,7	36,5	62,7	80,8	
SP20/A4/R60	484	413,6	6,43	69,9	43,4	75,9	80,1	
SP20/A5/R60	605	505,6	6,41	79,6	53,0	94,2	81,4	
SP20/A6/R60	726	593,7	6,39	88,9	62,2	112,2	82,6	
SP20/A7/R60	847	678,1	6,37	97,7	70,9	130,1	83,7	
SP26.5/6/R60	726	615,5	9,00	135,7	90,0	151,6	91,2	15,8
SP26.5/8/R60	968	793,9	8,96	161,2	116,0	200,0	93,5	
SP26.5/10/R60	1210	961,2	8,92	185,0	140,3	247,5	95,6	
SP26.5/12/R60	1452	1118,4	8,88	207,4	163,0	294,0	97,4	
SP26.5/6/R120	726	625,1	7,52	128,2	88,6	140,8	94,2	
SP26.5/12/R120	1452	1151,9	7,42	195,8	158,8	272,4	105,1	
SP32/5A/R60	605	521,8	11,71	158,5	97,2	159,3	117,2	
SP32/8A/R60	968	793,0	11,63	208,4	147,5	251,8	128,0	
SP32/8B/R60	1062	906,4	9,47	211,2	150,9	251,9	120,8	
SP32/9A/R60	1089	877,9	11,61	223,9	163,2	282,1	129,5	
SP32/9B/R60	1183	994,4	9,66	227,6	167,4	282,0	122,2	
SP32/10A/R60	1210	960,1	11,58	239,0	178,4	312,3	130,8	
SP32/10B/R60	1304	1079,6	9,82	243,4	183,4	312,0	123,5	
SP32/11A/R60	1331	1039,7	11,56	253,6	193,2	342,1	132,2	
SP32/11B/R60	1425	1162,2	9,94	258,7	198,8	341,7	124,8	
SP32/14A/R60	1694	1283,2	10,65	287,4	227,8	415,8	135,9	
SP32/14B/R60	1788	1409,7	9,41	293,5	234,4	414,9	128,2	
SP32/8A(B)/R120	968	811,8	9,54	195,4	140,0	231,3	135,3	
SP32/14A(B)/R120	1754 (1694)	1395,3 (1304,6)	9,24 (9,90)	288,0 (281,4)	237,5 (230,0)	402,1 (402,3)	154,4 (149,9)	
SP40/8A/R60	968	797,5	15,82	280,8	194,6	326,7	166,6	30,1
SP40/8B/R60	1072	906,1	13,02	284,0	198,1	326,6	161,1	
SP40/9A/R60	1089	883,0	15,79	301,6	215,4	366,4	168,6	
SP40/9B/R60	1193	993,7	13,30	305,8	219,9	366,2	163,1	
SP40/10A/R60	1210	966,0	15,76	321,7	235,6	406,0	170,5	
SP40/10B/R60	1314	1078,5	13,52	326,9	241,1	405,6	164,9	
SP40/11A/R60	1331	1046,5	15,73	341,2	255,1	445,4	172,4	
SP40/11B/R60	1435	1160,8	13,30	347,3	261,6	445,0	166,7	
SP40/14A/R60	1694	1288,2	14,80	389,0	303,5	548,1	177,5	
SP40/14B/R60	1798	1405,2	13,28	396,7	311,5	547,5	171,5	
SP40/16A/R60	1936	1430,4	14,85	423,7	338,1	624,8	180,5	
SP40/16B/R60	2074	–	12,88	431,3	346,3	623,7	175,1	
SP41/8A(B)/R120	1088 (968)	941,6 (819,3)	10,07 (13,24)	280,5 (280,4)	191,1 (189,8)	311,7 (312,0)	219,9 (210,0)	
SP41/14A(B)/R120	1806 (1694)	1452,2 (1329,3)	12,03 (13,73)	407,1 (401,7)	321,5 (314,9)	547,0 (547,2)	242,2 (233,5)	
SP41/16A(B)/R120	2056 (1936)	1616,9 (1481,9)	12,14 (13,79)	444,5 (437,9)	360,0 (352,3)	623,9 (623,9)	248,9 (240,2)	
Wartości podane w nawiasach dotyczą płyt bez górnego zbrojenia sprężającego (rozpiętość poniżej 12,9 m)								
P_0	– początkowa siła sprężająca			M_{cr}^-	– obliczeniowy moment rysujący dla górnej krawędzi przekroju			
$P_{m,\infty}$	– średnia siła sprężająca po uwzględnieniu wszystkich strat			M_{dec}	– moment zginający wywołujący dekompresję we włóknaх przekroju oddalonych od ciągnięć o 25 mm			
z_{cp}	– mimośród siły sprężającej względem środka ciężkości przekroju sprowadzonego			M_{Rd}	– obliczeniowa nośność przekroju na zginanie			
M_{cr}	– moment rysujący			Q_{Rd}	– obliczeniowa nośność przekroju na ścinanie			

1.8. Perforacja pionowa płyt SP

1.8.1. Zasady ogólne

W płytach SP wykonywać można okrągłe otwory o niedużej średnicy oraz cztery rodzaje prostokątnych wycięć (rys.1.10). Za otwory uważać należy wszelką pionową perforację, która nie przecina śródników płyt (wszelkie otwory w półkach, nad i pod kanałami). Wycięcia natomiast mają duże wymiary w stosunku do szerokości płyt i powstają w wyniku usunięcia fragmentu jednego lub kilku środników. W sytuacji, gdy zachodzi potrzeba przecięcia płaszczyzny stropu pojedynczym przewodem instalacyjnym należy preferować otwory, wykonane pionowo przez jeden z kanałów płyty (pkt.1.8.5). Gdy natomiast istnieje potrzeba przeprowadzenia zablokowanych pionów instalacyjnych, wentylacyjnych lub pojedynczych przewodów o dużych gabarytach, należy stosować wycięcia (rys.1.10). Wycięcia mogą ponadto służyć do „ominięcia” słupów w układach szkieletowych, bez potrzeby wykonywania w słupach dodatkowych wsporników podporowych dla płyt SP.



Rys.1.10. Rodzaje wycięć w płytach SP

Otwory mogą być wykonywane na budowie (techniką wiercenia), natomiast wycięcia należy wykonywać wyłącznie w wytwórni. Maksymalne średnice otworów ϕ_{max} oraz dopuszczalne szerokości wycięć c (rys.1.10) dla wszystkich płyt typu SP zestawiono w tabl.1.3.

Tabl.1.3. Szerokości wycięć i maksymalne średnice otworów w płytach SP

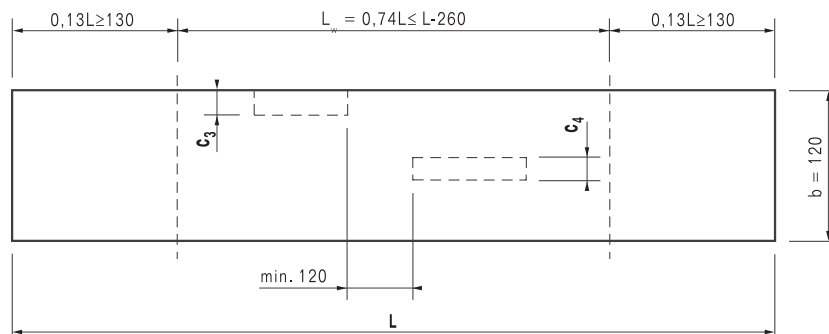
Typ płyty	Rodzaj i szerokość wycięcia [mm]						Średnice otworów [mm] ϕ_{max}
	Wycięcia przy podporach			Wycięcia w przęśle			
	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	
	c_1			c_2	c_3	c_4	
SP20	160	310 ^(*)	—	240	160	240	100
SP26.5	200	310	420 ^(*)	220	200	220	150
SP32	240	—	—	280	240	280	140
SP40	240	—	—	280	240	280	140

(*) nie dopuszcza się stosowania w układach ściennych (patrz pkt.3.3)

Można przyjąć, że otwory o średnicy nie większej od maksymalnej podanej w tabl.1.3, wykonane i rozmieszczone zgodnie z wytycznymi podanymi w pkt.1.8.5 nie mają wpływu na nośność płyt. Płyty takie należy obliczać analogicznie jak płyty podstawowe (pkt.2.1). Wycięcia, niezależnie od rodzaju (rys.1.10), mają negatywny wpływ na nośność płyt SP, co należy uwzględnić przy sprawdzaniu ich nośności. Zasady obliczania płyt SP osłabionych wycięciami podano w pkt.2.2 i pkt.2.3.

1.8.2. Wycięcia w przęśle

Wycięcia w przęśle (rodzaj III i IV wg rys.1.10) nie naruszają krawędzi podparcia płyt. Wycięcia te należy lokalizować w środkowym odcinku płyt o długości: $L_w = 0,74 \cdot L - 260$ [cm] (rys.1.11).

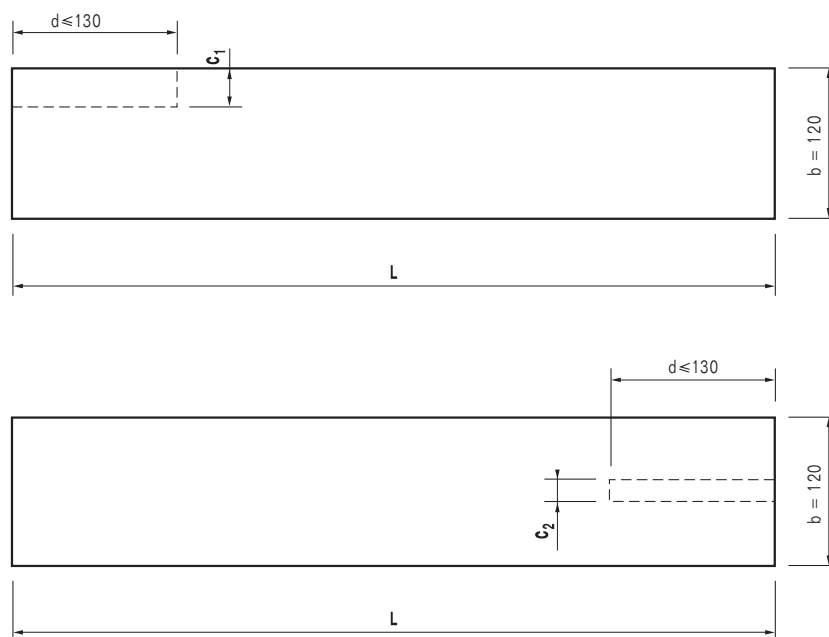


Rys.1.11. Zasady rozmieszczenia wycięć w przęśle

Dla wszystkich typów płyt SP długość wycięcia przęsłowego może być dowolna. W płytach SP20, SP32 i SP40 wycięcia rodzaju IV należy wykonywać w środku szerokości przekroju (rys.Z 1-2, Z 1-4 i Z 1-5). W płytach SP26.5 wycięcie rodzaju IV może naruszać jedno z żeber środkowych położonych najbliżej osi symetrii przekroju (rys.Z 1-3). W obszarze środkowym płyty można projektować więcej niż jedno wycięcie rodzaju III lub IV, z zachowaniem zasad podanych w pkt.1.8.4.

1.8.3. Wycięcia przy podporach

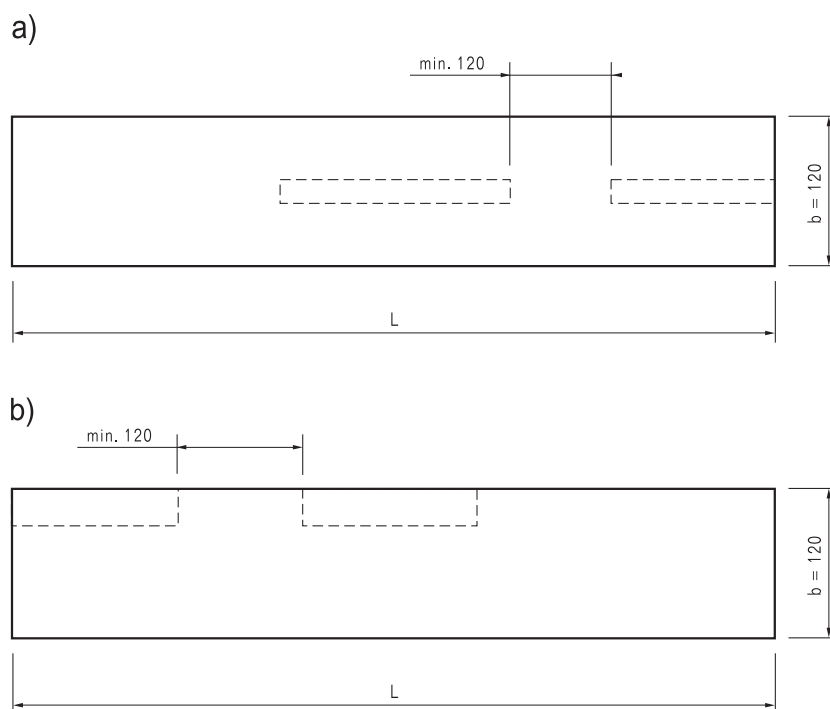
Wycięcia przy podporach (rodzaj I lub II wg rys.1.10) we wszystkich typach płyt SP mogą mieć długość zawartą w przedziale: $d \leq 130$ cm (rys.1.12). W płytach SP20, SP32 i SP40 wycięcia rodzaju II należy wykonywać w środku szerokości przekroju (rys.Z 1-2, Z 1-4 i Z 1-5). W płytach SP26.5 wycięcie rodzaju II może naruszać najwyżej jedno ze środkowych żeber położonych najbliżej osi symetrii przekroju (rys.Z 1-3).



Rys.1.12. Zasady umieszczania wycięć przy podporach

1.8.4. Łączne stosowanie wycięć różnych rodzajów

W ogólnym przypadku w jednym elemencie może występować jednocześnie kilka wycięć w przęśle i przy podporach (rys.1.13).



Rys.1.13. Warunki jednoczesnego stosowania wycięć

Każde z wycięć należy wykonać zgodnie z wytycznymi podanymi w pkt.1.8.2 lub w pkt.1.8.3. Ponadto przestrzegać należy następujących zasad:

- 1) stosując jednocześnie kilka wycięć bocznych (rodzaju I i/lub rodzaju III) należy wszystkie lokalizować przy tej samej bocznej krawędzi płyty; nie dopuszcza się osłabiania wycięciami bocznymi obydwu zewnętrznych żeber płyty,
- 2) przy jednej podporze można wykonać najwyżej jedno wycięcie,
- 3) można stosować jednocześnie wycięcia przęsłowe rodzaju III i IV pod warunkiem, że odstęp między tymi wycięciami, mierzony wzdłuż płyty będzie nie mniejszy niż 120 cm (rys.1.11),
- 4) można stosować jednocześnie wycięcia rodzaju I i III lub II i IV pod warunkiem, że odstęp między tymi wycięciami, mierzony wzdłuż płyty będzie nie mniejszy niż 120 cm (rys.1.13),
- 5) jeżeli przy jednej podporze płyty występuje wycięcie rodzaju II to przy drugiej podporze nie można wykonać wycięcia rodzaju I.

1.8.5. Otwory

Każdy otwór należy lokalizować w taki sposób, by jego oś pionowa znajdowała się w płaszczyźnie osi jednego z kanałów płyty. Średnica otworu nie może być większa od średnicy maksymalnej, którą dla każdego typu płyty SP podano w tabl.1.3. W jednym przekroju płyty może znajdować się najwyżej jeden otwór o średnicy nie większej od maksymalnej. Inne zasady rozmieszczania otworów w płytach ilustruje rys.Z 2-1.

Otwory należy wykonywać na budowie lub w wytwórni. Jediną techniką wykonania jest wiercenie. Nie dopuszcza się przebijania otworów.

1.9. Zasady wzdłużnego cięcia płyt

Na skutek podłużnego rozcięcia elementów podstawowych, można uzyskać elementy o szerokości mniejszej niż 120 cm. Płyty SP20 i SP26.5 można docinać dokładnie wzdłuż osi jednego z kanałów. Cięcie podłużne płyt typu SP32 i SP40 wykonuje się w odległości 60 mm licząc od osi kanału w kierunku żebra płyty ciętej, według zasad podanych na rys.Z 3-1 i Z 3-2.

Po podłużnym rozcięciu elementów podstawowych otrzymuje się płyty o następujących szerokościach:

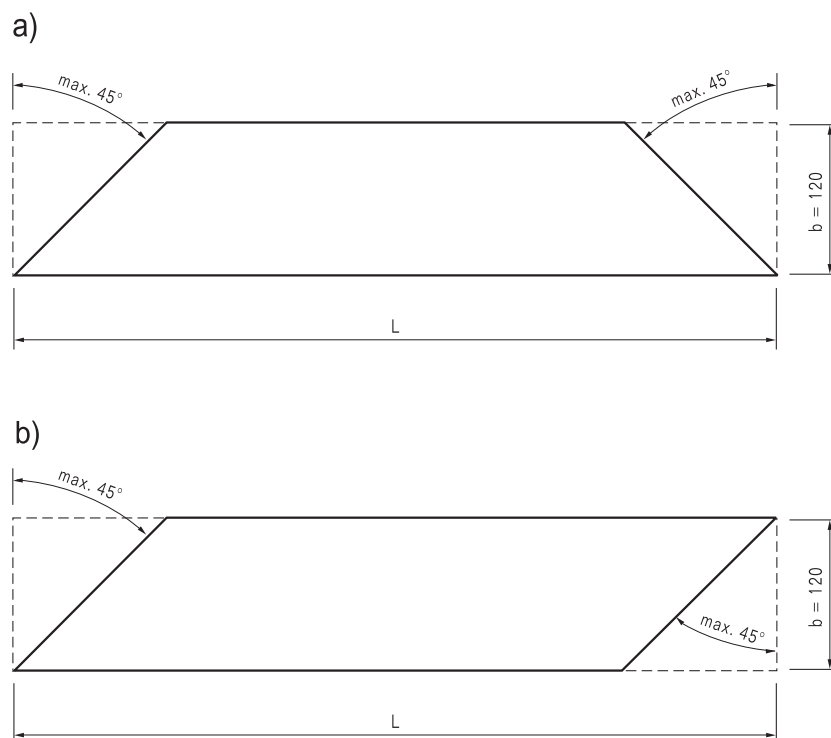
- 1) płyty **SP20**: 510, 690, 880 i 1070 mm,
- 2) płyty **SP26.5**: 600, 820 i 1050 mm,
- 3) płyty **SP32** i **SP40**: 680 i 960 mm.

Cięcie wzdłużne można wykonać wyłącznie w wytwórni.

W płytach rozciętych podłużnie nie można projektować żadnych wycięć. Można natomiast wykonać otwory, zgodnie z ogólnymi zasadami podanymi w pkt.1.8.5.

1.10. Płyty z ukośnymi krawędziami podparcia

Technologia produkcji płyt SP (pkt.1.4) daje możliwość wykonania elementów, których krawędzie czołowe nie są prostopadłe do podłużnej osi prefabrykatów. Tego typu płyty mają zastosowanie w sytuacjach, gdy jedna z krawędzi podpór, lub obydwie, nie są prostopadłe do kierunku rozpięcia stropów. Zasady kształtowania tego typu płyt ilustruje rys.1.14.



Rys.1.14. Zasady kształtowania płyt z ukośnymi krawędziami podparcia

W płytach z ukośnymi krawędziami podparcia nie można projektować żadnych wycięć. Można natomiast wykonywać otwory, zgodnie z zasadami podanymi w pkt.1.8.5.

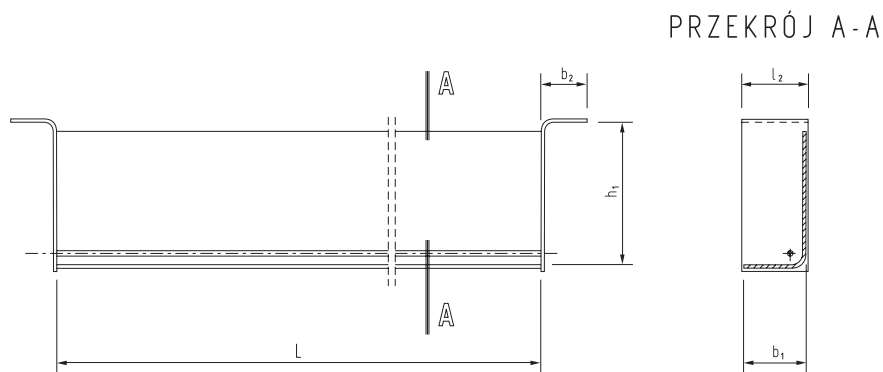
1.11. Belki podporowe POK

Stalowe belki podporowe POK są przeznaczone do stosowania jako podpory sprężonych prefabrykowanych płyt kanałowych, pozwalające na pozostawienie między płytami otworów technologicznych. Belki podporowe POK można podwieszać wyłącznie na płytach pełnych, o prostych krawędziach podparcia – nie osłabionych wycięciami i nie ciętych wzdłużnie. Zasady obliczania płyt obciążonych wymianem podano w pkt.2.1.3.

Prefabet - Białe Błota nie produkuje i nie dostarcza belek POK..

1.11.1. Konstrukcja belek POK

Belki typu POK [28] wykonane są z blachy stalowej wygiętej na zimno w profil o przekroju w kształcie litery „L” (rys.1.15). Dolna, pozioma półka tego profilu stanowi oparcie dla płyt SP. Do belki, na obydwu końcach, przyspawane są wsporniki umożliwiające podwieszenie wymianu na sąsiednich płytach stropu. Belki mają gładkie, oczyszczone i pomalowane powierzchnie.



Rys.1.15. Konstrukcja belek podporowych typu POK (wymiarów wg tabl. 1.4) [28]

1.11.2. Asortyment belek typu POK

W skład systemu wchodzi cztery typy belek podporowych oznaczone symbolami: POK20, POK26.5, POK32 i POK40, przeznaczone odpowiednio dla stropów z płyt: SP20, SP26.5, SP32 i SP40. W tabl.1.4 podano podstawowe wymiary belek typu POK oraz tolerancje wykonania.

Tabl.1.4. Podstawowe wymiary belek typu POK [28] (oznaczenia wg rys.1.15)

Typ	POK20	POK26.5	POK32	POK40	Tolerancje [mm]
h_1 [mm]	200	265	320	400	+3, -0
b_1 [mm]	120	120	140	140	+0, -3
b_2 [mm]	100	100	100	100	+3, -0
l_2 [mm]	130	130	150	150	+3, -0
L [mm]	1200-2400	1200-2400	1200-2400	1200-2400	+0, -3

Każdy typ belki może mieć długość (w świetle wsporników na końcach belek) równą 1200 lub 2400 mm.

2. Nośność płyt swobodnie podpartych

2.1. Płyty podstawowe (bez wycięć)

2.1.1. Nośność płyt obciążonych równomiernie

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń statyczno-wytrzymałościowych [24, 25, 26, 27], dla płyt typu SP ustalono dopuszczalne, równomiernie rozłożone, zewnętrzne obciążenie obliczeniowe $p_{d,max}$, charakterystyczne $p_{k,max}$ i charakterystyczne długotrwałe $p_{k,term}$ w zależności od efektywnej rozpiętości płyty l_{eff} przy założeniu swobodnego podparcia płyt SP na podporach. Dopuszczalne równomierne obciążenia zewnętrzne, dla każdego typu i wariantu zbrojenia płyt SP, zestawiono w tabl.2.1 do tabl.2.21.

Wartość dopuszczalnego obciążenia płyt SP dla rozpiętości pośrednich 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 do tabl.2.21 jest niedopuszczalna.

Płyty SP spełniają wymagania stanów granicznych nośności i użyteczności (ustalone w normie [9]), gdy spełnione są jednocześnie trzy podane niżej warunki:

$$P_d \leq P_{d,max} \quad (1)$$

$$P_k \leq P_{k,max} \quad (2)$$

$$\Psi_d \cdot P_k \leq P_{k,term} \quad (3)$$

gdzie: p_d, p_k – rzeczywiste (projektowane) obciążenie równomierne płyt [kN/m^2], odpowiednio: obliczeniowe i charakterystyczne, Ψ_d – średni współczynnik obciążenia długotrwałego (z uwzględnieniem obciążenia użytkowego i ciężaru warstw wykończeniowych stropu),

$p_{d,max}, p_{k,max}, p_{k,term}$ – dopuszczalne równomierne obciążenia płyt [kN/m^2], odpowiednio: obliczeniowe, charakterystyczne i charakterystyczne długotrwałe, wg tabl.2.1 do tabl.2.21.

Dopuszczalne obciążenie długotrwałe $p_{k,term}$ należy przyjmować odpowiednio do warunków pracy (klasy ekspozycji) płyt SP.

Ze względu na dużą wartość początkowych naprężeń w stali sprężającej (pkt.1.5.2) warunek (2), w większości przypadków, nie ma praktycznego znaczenia, gdyż stan graniczny rozwarcia rys nie jest osiągany przed wystąpieniem stanu granicznego nośności (na zginanie lub ścinanie). Jest on najczęściej spełniony, gdy spełniony jest warunek (1).

Projektowanie stropów z płyt SP obciążonych równomiernie sprowadza się do dobrania elementów (typu przekroju i wariantu zbrojenia), dla którego spełnione są warunki (1), (2) i (3).

Nośność płyt SP o odporności ogniowej klasy R120 (pkt.1.6.5) należy ustalać na podstawie projektów technicznych [29, 30, 31] w porozumieniu z producentem płyt.

Podane w tablicach od 2.1 do 2.21 wartości dopuszczalnych obciążeń równomiernych odnoszą się również do płyt o niepełnej szerokości przekroju, wytworzonych wskutek podłużnego rozcięcia płyt podstawowych, zgodnie z zasadami podanymi w pkt.1.9.

Tabl.2.1. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP20/A1 [24]

SP20/A1/R60				
l_{eff} [cm]	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
			X0, XC1	XC2, XC3
	[kN/m ²]			
1	2	3	4	5
240	46,0	45,3	173,3	26,3
270	35,7	35,2	122,6	20,2
300	28,4	28,1	89,9	15,9
330	23,0	22,8	67,8	12,7
360	18,8	18,7	52,3	10,3
390	15,6	15,6	41,2	8,38
420	13,1	13,1	32,9	6,87
450	11,0	11,1	26,6	5,66
480	9,33	9,43	21,8	4,66
510	7,94	8,06	18,0	3,84
540	6,77	6,90	14,9	3,15
570	5,78	5,93	12,5	2,56
600	4,94	5,09	10,5	2,06
630	4,21	4,38	8,44	1,63
660	3,58	3,75	6,79	1,26
690	3,03	3,21	5,46	0,94
720	2,55	2,74	4,38	—
750	2,12	2,32	3,48	—

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.2. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP20/A2 [24]

SP20/A2/R60				
l_{eff} [cm]	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
			X0, XC1	XC2, XC3
[kN/m ²]				
1	2	3	4	5
240	54,9	57,3	177,9	33,1
270	45,1	44,7	126,3	25,6
300	36,0	35,7	92,8	20,2
330	29,2	29,1	70,2	16,3
360	24,1	24,0	54,4	13,3
390	20,1	20,1	42,9	10,9
420	16,9	16,9	34,4	9,09
450	14,4	14,4	27,9	7,59
480	12,3	12,4	22,9	6,36
510	10,6	10,6	19,0	5,34
540	9,12	9,22	15,8	4,49
570	7,89	8,00	13,3	3,77
600	6,84	6,97	11,2	3,16
630	5,93	6,08	9,10	2,63
660	5,15	5,30	7,40	2,17
690	4,46	4,63	6,00	1,77
720	3,87	4,04	4,88	1,42
750	3,34	3,52	3,95	1,11
780	2,87	3,05	3,31	0,83
810	2,45	2,64	2,76	–

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.3. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP20/A3 [24]

SP20/A3/R60				
l_{eff}	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
			X0, XC1	XC2, XC3
[cm]	[kN/m ²]			
1	2	3	4	5
240	55,7	68,9	182,5	39,6
270	47,7	53,9	129,8	30,8
300	41,7	43,2	95,7	24,5
330	35,5	35,2	72,6	19,8
360	29,4	29,2	56,4	16,2
390	24,6	24,5	44,6	13,4
420	20,8	20,7	35,8	11,2
450	17,8	17,7	29,2	9,47
480	15,2	15,3	24,0	8,00
510	13,2	13,23	20,0	6,81
540	11,4	11,5	16,7	5,80
570	10,0	10,1	14,1	4,95
600	8,72	8,83	11,9	4,22
630	7,64	7,77	9,75	3,59
660	6,71	6,85	8,00	3,05
690	5,89	6,04	6,55	2,58
720	5,18	5,33	5,38	2,16
750	4,54	4,71	4,40	1,79
780	4,00	4,16	3,73	1,47
810	3,48	3,66	3,15	1,18
840	3,04	3,22	2,64	0,92
870	2,64	2,83	2,19	–
900	2,27	2,47	1,80	–

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.4. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP20/A4 [24]

SP20/A4/R60				
l_{eff} [cm]	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
			X0, XC1	XC2, XC3
[kN/m ²]				
1	2	3	4	5
240	55,2	83,0	188,0	47,6
270	47,3	65,1	134,3	37,1
300	41,3	52,2	99,4	29,6
330	36,6	42,7	75,6	24,0
360	32,8	35,5	58,9	19,8
390	29,6	29,9	46,7	16,5
420	25,8	25,4	37,7	13,9
450	22,1	21,9	30,8	11,7
480	19,1	18,9	25,4	10,0
510	16,6	16,5	21,2	8,59
540	14,5	14,4	17,8	7,39
570	12,7	12,7	15,1	6,38
600	11,2	11,2	12,8	5,51
630	9,86	9,95	10,6	4,77
660	8,73	8,84	8,73	4,12
690	7,74	7,86	7,23	3,56
720	6,88	7,00	6,00	3,06
750	6,11	6,25	5,00	2,62
780	5,43	5,58	4,27	2,24
810	4,83	5,00	3,64	1,89
840	4,29	4,45	3,10	1,58
870	3,80	3,97	2,62	1,31
900	3,36	3,54	2,20	1,06
930	2,97	3,15	1,83	0,83
960	2,61	2,80	1,50	–

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.5. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP20/A5 [24]

SP20/A5/R60				
l_{eff} [cm]	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
			X0, XC1	XC2, XC3
[kN/m ²]				
1	2	3	4	5
240	56,1	96,1	195,9	58,7
270	48,1	81,7	140,4	45,9
300	42,0	65,7	104,2	36,7
330	37,2	53,9	79,6	29,9
360	33,3	44,9	62,2	24,7
390	30,1	37,9	49,6	20,7
420	27,5	32,4	40,1	17,5
450	25,2	27,9	32,9	14,9
480	23,3	24,2	27,3	12,8
510	21,2	21,2	22,9	11,1
540	18,6	18,6	19,3	9,61
570	16,4	16,4	16,4	8,37
600	14,6	14,6	14,0	7,31
630	12,9	13,0	11,7	6,40
660	11,5	11,6	9,72	5,61
690	10,3	10,4	8,14	4,92
720	9,23	9,33	6,84	4,32
750	8,28	8,39	5,75	3,79
780	7,43	7,56	4,98	3,30
810	6,68	6,82	4,30	2,89
840	6,00	6,16	3,72	2,50
870	5,41	5,57	3,20	2,18
900	4,87	5,03	2,74	1,87
930	4,37	4,54	2,33	1,59
960	3,93	4,10	1,97	1,34
990	3,52	3,70	1,65	1,11

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.6. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP20/A6 [24]

SP20/A6/R60				
l_{eff} [cm]	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
			X0, XC1	XC2, XC3
	[kN/m ²]			
1	2	3	4	5
240	57,0	124,9	203,2	69,3
270	48,8	98,2	146,1	54,3
300	42,7	79,1	108,9	43,5
330	37,8	64,9	83,4	35,5
360	33,9	54,2	65,4	29,4
390	30,6	45,8	52,3	24,7
420	27,9	39,2	42,5	21,0
450	25,6	33,8	35,0	18,0
480	23,6	29,4	29,1	15,5
510	21,9	25,8	24,5	13,4
540	20,4	22,7	20,7	11,7
570	19,1	20,1	17,7	10,3
600	17,9	17,9	15,2	9,03
630	16,0	16,0	12,7	7,96
660	14,3	14,3	10,7	7,04
690	12,8	12,9	9,00	6,23
720	11,5	11,6	7,63	5,52
750	10,4	10,5	6,48	4,89
780	9,41	9,52	5,66	4,34
810	8,52	8,64	4,93	3,84
840	7,72	7,85	4,30	3,40
870	7,00	7,14	3,75	3,00
900	6,35	6,50	3,25	2,65
930	5,77	5,92	2,81	2,32
960	5,23	5,39	2,42	2,03
990	4,75	4,92	2,07	1,76
1020	4,31	4,48	1,75	1,52

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.7. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP20/A7 [24]

SP20/A7/R60				
l_{eff} [cm]	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
			X0, XC1	XC2, XC3
	[kN/m ²]			
1	2	3	4	5
240	57,8	145,5	210,2	79,5
270	49,6	114,5	151,6	62,3
300	43,3	92,3	113,3	50,0
330	38,4	75,9	87,1	40,9
360	34,4	63,4	68,5	34,0
390	31,1	53,6	54,9	28,6
420	28,4	45,9	44,7	24,3
450	26,0	39,6	36,9	20,9
480	24,0	34,5	30,8	18,0
510	22,3	30,3	26,0	15,7
540	20,7	26,7	22,1	13,7
570	19,4	23,7	18,9	12,1
600	18,2	21,1	16,3	10,7
630	17,1	18,9	13,7	9,45
660	16,1	17,0	11,6	8,40
690	15,2	15,4	9,83	7,47
720	13,8	13,9	8,39	6,67
750	12,5	12,6	7,18	5,95
780	11,4	11,4	6,30	5,32
810	10,3	10,4	5,53	4,76
840	9,40	9,51	4,86	4,25
870	8,57	8,69	4,27	3,80
900	7,82	7,95	3,74	3,39
930	7,14	7,28	3,27	3,00
960	6,52	6,67	2,85	2,68
990	5,96	6,12	2,48	2,38
1020	5,45	5,61	2,14	2,10
1050	4,98	5,15	1,83	
1080	4,55	4,72	1,55	

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.8. *Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP26.5/6 [25]*

SP26.5/6/R60				
l_{eff} [cm]	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4
[kN/m ²]				
1	2	3	4	5
450	30,5	45,3	74,6	26,0
480	28,1	39,4	61,9	22,4
510	26,0	34,5	52,0	19,5
540	24,1	30,4	44,0	17,0
570	22,5	26,9	37,5	14,9
600	21,0	24,0	32,2	13,1
630	19,7	21,4	26,8	11,6
660	18,6	19,2	22,5	10,2
690	17,2	17,3	18,9	9,07
720	15,5	15,6	16,0	8,05
750	14,0	14,1	13,7	7,15
780	12,6	12,7	12,0	6,35
810	11,4	11,6	10,6	5,63
840	10,3	10,5	9,30	5,00
870	9,35	9,54	8,20	4,42
900	8,47	8,67	7,23	3,91
930	7,68	7,89	6,37	3,44
960	6,96	7,18	5,61	3,00
990	6,31	6,54	4,93	2,63
1020	5,71	5,95	4,32	2,28
1050	5,16	5,41	3,77	1,95
1080	4,66	4,91	3,27	1,66
1110	4,20	4,46	2,82	1,39
1140	3,77	4,05	2,41	1,13
1170	3,38	3,65	2,05	0,90
1200	3,00	3,29	1,71	-

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.9. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP26.5/8 [25]

SP26.5/8/R60				
l_{eff} [cm]	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4
[kN/m ²]				
1	2	3	4	5
450	31,4	61,2	80,5	34,5
480	28,9	53,4	67,1	29,9
510	26,7	46,9	56,5	26,1
540	24,8	41,5	48,0	22,9
570	23,1	36,8	41,1	20,2
600	21,7	32,9	35,5	17,9
630	20,3	29,5	29,8	15,9
660	19,1	26,6	25,1	14,2
690	18,0	24,0	21,4	12,7
720	17,0	21,7	18,3	11,4
750	16,1	19,8	15,7	10,3
780	15,3	18,0	13,9	9,23
810	14,5	16,4	12,3	8,31
840	13,8	15,0	10,9	7,49
870	13,2	13,7	9,75	6,75
900	12,5	12,6	8,68	6,08
930	11,4	11,6	7,73	5,48
960	10,5	10,6	6,89	4,94
990	9,60	9,79	6,13	4,44
1020	8,81	9,00	5,45	3,98
1050	8,09	8,30	4,84	3,57
1080	7,42	7,64	4,28	3,19
1110	6,81	7,04	3,78	2,84
1140	6,25	6,49	3,33	2,51
1170	5,73	5,97	2,91	2,21
1200	5,25	5,50	2,53	1,93
1230	4,81	5,06	2,19	1,68
1260	4,39	4,65	1,87	1,44

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.10. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP26.5/10 [25]

SP26.5/10/R60				
l _{eff} [cm]	p _{d,max}	p _{k,max}	p _{k,term}	
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4
[kN/m ²]				
1	2	3	4	5
450	32,2	76,8	85,9	42,5
480	29,6	67,0	71,8	37,0
510	27,4	58,9	60,7	32,4
540	25,5	52,2	51,8	28,5
570	23,8	46,5	44,5	25,2
600	22,2	41,6	38,5	22,5
630	20,9	37,4	32,5	20,0
660	19,6	33,7	27,6	18,0
690	18,5	30,6	23,7	16,2
720	17,5	27,8	20,4	14,6
750	16,6	25,3	17,7	13,2
780	15,7	23,1	15,7	11,9
810	14,9	21,2	14,0	10,8
840	14,2	19,4	12,5	9,82
870	13,6	17,9	11,2	8,92
900	12,9	16,5	10,0	8,12
930	12,4	15,2	9,00	7,39
960	11,8	14,0	8,07	6,73
990	11,3	13,0	7,24	6,13
1020	10,8	12,0	6,50	5,58
1050	10,4	11,1	5,83	5,08
1080	10,0	10,3	5,23	4,62
1110	9,38	9,58	4,68	4,19
1140	8,69	8,90	4,18	3,80
1170	8,05	8,26	3,72	3,44
1200	7,45	7,67	3,30	3,10
1230	6,9	7,13	2,92	2,79
1260	6,39	6,62	2,57	2,50
1290	5,91	6,15	2,24	2,23
1320	5,46	5,71	1,94	

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)

Tabl.2.11. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP26.5/12 [25]

SP26.5/12/R60				
l_{eff} [cm]	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4
	[kN/m ²]			
1	2	3	4	5
450	32,86	86,41	88,21	45,82
480	30,26	75,56	73,86	39,87
510	28,00	66,57	62,49	34,94
540	26,02	59,03	53,35	30,81
570	24,28	52,66	45,91	27,32
600	22,72	47,22	39,78	24,33
630	21,33	42,53	33,65	21,76
660	20,08	38,47	28,69	19,53
690	18,94	34,93	24,63	17,59
720	17,61	31,32	21,27	15,89
750	16,97	29,08	18,46	14,38
780	16,10	26,64	16,45	13,05
810	15,31	24,49	14,69	11,86
840	14,57	22,54	13,15	10,79
870	13,89	20,80	11,79	9,84
900	13,26	19,22	10,59	8,98
930	12,67	17,80	9,52	8,20
960	12,12	16,51	8,57	7,49
990	11,61	15,34	7,71	6,85
1020	11,13	14,27	6,94	6,26
1050	10,68	13,28	6,25	5,72
1080	10,25	12,36	5,62	5,22
1110	9,85	11,56	5,05	4,77
1140	9,47	10,79	4,53	4,35
1170	9,11	10,08	4,06	3,96
1200	8,77	9,43	3,63	3,60
1230	8,45	8,82	3,23	3,23
1260	8,14	8,26	2,86	2,86
1290	7,80	7,73	2,53	2,53
1320	7,27	7,24	2,22	2,22
1350	6,77	6,78	1,93	1,93
1380	6,31	6,36	1,66	1,66

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.12. *Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP26.5/6/R120 [29]*

SP26.5/6/R120				
l_{eff} [cm]	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4
[kN/m ²]				
1	2	3	4	5
450	32,6	41,8	71,4	25,5
480	30,2	36,3	59,1	22,0
510	28,1	31,8	49,5	19,1
540	26,2	28,0	41,7	16,7
570	24,6	24,7	35,5	14,6
600	22,1	22,0	30,4	12,8
630	19,6	19,6	25,2	11,3
660	17,5	17,6	21,0	10,0
690	15,7	15,8	17,6	8,85
720	14,1	14,2	14,8	7,84
750	12,7	12,8	12,5	6,96
780	11,4	11,6	10,9	6,17
810	10,3	10,5	9,58	5,46
840	9,30	9,50	8,39	4,84
870	8,40	8,61	7,35	4,27
900	7,58	7,80	6,44	3,76
930	6,85	7,08	5,63	3,30
960	6,18	6,42	4,91	2,88
990	5,57	5,82	4,26	2,50
1020	5,02	5,27	3,69	2,16
1050	4,50	4,77	3,17	1,84
1080	4,04	4,31	2,71	1,55
1110	3,61	3,88	2,29	1,28
1140	3,22	3,49	1,91	–
1170	2,85	3,13	1,56	–
1200	–	–	–	–
1230	–	–	–	–
1260	–	–	–	–
1290	–	–	–	–

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.13. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP26.5/12/R120 [29]

SP26.5/12/R120				
l_{eff}	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4
[cm]	[kN/m ²]			
1	2	3	4	5
450	36,8	84,9	85,6	48,6
480	34,2	74,2	71,6	42,3
510	31,8	65,3	60,5	37,1
540	29,8	57,9	51,6	32,7
570	27,9	51,6	44,3	29,0
600	26,3	46,2	38,3	25,9
630	24,6	41,6	32,4	23,2
660	23,4	37,6	27,5	20,8
690	22,2	34,0	23,6	18,7
720	21,1	30,9	20,3	16,9
750	20,1	28,3	17,6	15,3
780	19,1	25,8	15,6	13,9
810	18,3	23,7	13,9	12,7
840	17,4	21,8	12,4	11,6
870	16,7	20,1	11,1	10,5
900	16,0	18,5	9,96	9,60
930	15,3	17,1	8,93	8,80
960	14,7	15,8	8,00	8,00
990	14,2	14,7	7,18	7,18
1020	13,4	13,6	6,44	6,44
1050	12,5	12,6	5,78	5,78
1080	11,6	11,7	5,17	5,17
1110	10,7	10,9	4,62	4,62
1140	10,0	10,2	4,12	4,12
1170	9,26	9,47	3,67	3,67
1200	8,61	8,82	3,25	3,25
1230	8,00	8,22	2,87	2,87
1260	7,43	7,67	2,52	2,52
1290	6,91	7,15	2,19	2,19
1320	6,42	6,66	1,89	1,89

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.14. *Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP32/5A/R60*

SP32/5A/R60				
l_{eff} [cm]	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4
[kN/m ²]				
1	2	3	4	5
450	42,02	47,32	111,08	28,15
480	38,95	41,15	92,05	24,29
510	36,27	36,04	77,11	21,09
540	32,17	31,76	65,20	18,42
570	28,43	28,13	55,59	16,15
600	25,25	25,03	47,73	14,21
630	22,50	22,37	39,63	12,55
660	20,13	20,06	33,16	11,10
690	18,05	18,04	27,93	9,85
720	16,23	16,28	23,66	8,74
750	14,62	14,71	20,14	7,77
780	13,20	13,33	17,76	6,90
810	11,93	12,10	15,71	6,13
840	10,80	10,99	13,92	5,44
870	9,78	9,98	12,35	4,82
900	8,86	9,07	10,97	4,26
930	8,02	8,25	9,76	3,76
960	7,27	7,51	8,68	3,30
990	6,58	6,83	7,72	2,88
1020	5,95	6,21	6,86	2,50
1050	5,38	5,64	6,09	2,15
1080	4,85	5,12	5,39	1,83
1110	4,36	4,64	4,77	1,54
1140	3,92	4,20	4,20	1,26
1170	3,50	3,79	3,69	1,01
1200	3,12	3,41	3,22	0,78
1230	2,76	3,06	2,79	0,56
1260	2,43	2,74	2,40	0,36
1290	2,13	2,43	2,04	0,18

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.15. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP32/8 [26]

SP32/8A(B)/R60					
Odmiana zbrojenia	l_{eff} [cm]	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
				X0, XC1	XC2, XC3, XC4
1	2	3	4	5	6
[kN/m ²]					
„A”	450	44,2	77,8	122,0	44,7
	480	40,7	67,9	102,3	38,8
	510	37,7	59,8	86,2	34,0
	540	35,1	52,9	73,3	29,9
	570	32,8	47,1	62,8	26,5
	600	30,7	42,1	54,3	23,6
	630	28,9	37,9	45,5	21,0
	660	27,2	34,1	38,5	18,9
	690	25,7	30,9	32,8	16,9
	720	24,4	28,1	28,1	15,3
	750	23,1	25,6	24,3	13,8
	780	22,0	23,4	21,6	12,5
	810	20,9	21,4	19,2	11,3
	840	19,5	19,6	17,2	10,3
	870	17,9	18,0	15,4	9,32
	900	16,5	16,6	13,8	8,47
	930	15,1	15,3	12,4	7,71
	960	13,9	14,1	11,2	7,00
	990	12,9	13,0	10,1	6,38
	1020	11,9	12,1	9,11	5,80
1050	11,0	11,1	8,21	5,27	
1080	10,1	10,3	7,40	4,78	
1110	9,37	9,58	6,67	4,33	
1140	8,66	8,88	6,00	3,92	
1170	8,00	8,24	5,41	3,54	
1200	7,40	7,64	4,86	3,19	
1230	6,84	7,09	4,35	2,86	
1260	6,32	6,57	3,89	2,56	
1290	5,83	6,10	3,04	2,17	
„B”	1320	5,38	5,65	2,67	1,91
	1350	4,96	5,23	2,32	1,67
	1380	4,56	4,84	2,00	1,44
	1410	4,19	4,47	1,71	1,22

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.16. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP32/9 [26]

SP32/9A(B)/R60					
Odmiana zbrojenia	l_{eff} [cm]	$P_{d,\text{max}}$	$P_{k,\text{max}}$	$P_{k,\text{term}}$	
				X0, XC1	XC2, XC3, XC4
1	2	3	4	5	6
„A”	450	44,8	87,8	126,4	49,9
	480	41,3	76,7	105,5	43,4
	510	38,2	67,5	89,0	38,0
	540	35,6	59,8	75,8	33,5
	570	33,2	53,2	65,1	29,7
	600	31,1	47,7	56,3	26,5
	630	29,3	42,9	47,4	23,7
	660	27,6	38,7	40,2	21,3
	690	26,1	35,1	34,3	19,2
	720	24,7	31,9	29,5	17,3
	750	23,5	29,1	25,6	15,7
	780	22,3	26,6	22,8	14,2
	810	21,3	24,4	20,3	12,9
	840	20,3	22,4	18,2	11,8
	870	19,4	20,7	16,4	10,7
	900	18,5	19,0	14,7	9,79
	930	17,5	17,6	13,3	8,94
	960	16,1	16,3	12,0	8,17
	990	14,9	15,1	10,8	7,47
	1020	13,8	14,0	9,80	6,83
	1050	12,8	13,0	8,87	6,24
	1080	11,9	12,1	8,03	5,70
	1110	11,0	11,2	7,26	5,21
	1140	10,2	10,4	6,57	4,75
1170	9,48	9,70	5,94	4,33	
1200	8,81	9,03	5,36	3,94	
1230	8,18	8,41	4,84	3,58	
1260	7,59	7,83	4,35	3,24	
1290	7,04	7,29	3,49	2,84	
„B”	1320	6,54	6,79	3,10	2,55
	1350	6,06	6,32	2,73	2,27
	1380	5,62	5,88	2,40	2,00
	1410	5,20	5,47	2,09	1,78
	1440	4,81	5,09	1,80	1,56

$P_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $P_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $P_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.17. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP32/10 [26]

SP32/10A(B)/R60					
Odmiana zbrojenia	l_{eff} [cm]	$p_{d.\text{max}}$	$p_{k.\text{max}}$	$p_{k.\text{term}}$	
				X0, XC1	XC2, XC3, XC4
1	2	3	4	5	6
„A”	450	45,3	97,6	129,9	54,9
	480	41,8	85,3	108,6	47,8
	510	38,7	75,1	91,7	41,9
	540	36,0	66,6	78,2	37,0
	570	33,6	59,4	67,2	32,9
	600	31,5	53,2	58,2	29,3
	630	29,6	47,9	49,1	26,3
	660	27,9	43,3	41,8	23,6
	690	26,4	39,3	35,8	21,3
	720	25,0	35,8	30,9	19,3
	750	23,8	32,7	26,8	17,5
	780	22,6	29,9	23,9	15,9
	810	21,5	27,5	21,4	14,5
	840	20,5	25,2	19,2	13,2
	870	19,6	23,3	17,3	12,1
	900	18,8	21,5	15,6	11,1
	930	18,0	19,9	14,1	10,1
	960	17,2	18,4	12,8	9,29
	990	16,5	17,1	11,5	8,52
	1020	15,7	15,9	10,5	7,82
	1050	14,6	14,8	9,50	7,18
	1080	13,6	13,7	8,63	6,59
	1110	12,6	12,8	7,83	6,05
1140	11,8	11,9	7,11	5,55	
1170	10,9	11,1	6,45	5,09	
1200	10,2	10,4	5,85	4,67	
1230	9,50	9,72	5,30	4,27	
1260	8,86	9,08	4,80	3,90	
1290	8,24	8,48	3,93	3,48	
„B”	1320	7,68	7,92	3,51	3,16
	1350	7,16	7,40	3,13	2,86
	1380	6,67	6,92	2,78	2,58
	1410	6,21	6,47	2,45	2,32
	1440	5,77	6,04	2,15	2,08
	1470	5,37	5,64	1,87	1,85
	1500	5,00	5,26	1,61	

$p_{d.\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k.\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k.\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.18. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP32/11 [26]

SP32/11A(B)/R60					
Odmiana zbrojenia	l_{eff} [cm]	$P_{d,\text{max}}$	$P_{k,\text{max}}$	$P_{k,\text{term}}$	
				X0, XC1	XC2, XC3, XC4
1	2	3	4	5	6
„A”	450	45,8	107,3	133,3	59,7
	480	42,2	93,8	111,6	52,1
	510	39,1	82,7	94,3	45,7
	540	36,4	73,3	80,6	40,4
	570	34,0	65,4	69,3	35,9
	600	31,9	58,7	60,1	32,0
	630	30,0	52,8	50,8	28,7
	660	28,3	47,8	43,3	25,9
	690	26,7	43,4	37,2	23,4
	720	25,3	39,6	32,2	21,2
	750	24,0	36,1	28,0	19,2
	780	22,9	33,1	25,0	17,5
	810	21,8	30,4	22,4	16,0
	840	20,8	28,0	20,2	14,6
	870	19,9	25,9	18,2	13,4
	900	19,0	23,9	16,4	12,3
	930	18,2	22,1	14,9	11,3
	960	17,5	20,6	13,5	10,4
	990	16,8	19,1	12,2	9,54
	„B”	1020	16,1	17,8	11,2
1050		15,5	16,6	10,1	8,10
1080		14,9	15,4	9,21	7,46
1110		14,3	14,4	8,38	6,87
1140		13,3	13,5	7,63	6,33
1170		12,4	12,6	6,95	5,83
1200		11,6	11,8	6,32	5,37
1230		10,8	11,0	5,75	4,94
1260		10,1	10,3	5,23	4,54
1290		9,43	9,65	4,35	4,10
„B”	1320	8,82	9,05	3,91	3,75
	1350	8,24	8,48	3,52	3,43
	1380	7,71	7,95	3,15	3,13
	1410	7,20	7,45	2,81	
	1440	6,73	6,98	2,49	
	1470	6,29	6,55	2,19	
	1500	5,87	6,13	1,92	
	1530	5,48	5,75	1,66	

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.19. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP32/14 [26]

SP32/14A(B)/R60					
Odmiana zbrojenia	l_{eff} [cm]	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
				X0, XC1	XC2, XC3, XC4
1	2	3	4	5	6
„A”	450	47,2	131,2	139,4	71,1
	480	43,5	114,9	116,9	62,1
	510	40,3	101,3	99,0	54,6
	540	37,5	90,0	84,7	48,3
	570	35,1	80,3	73,1	43,0
	600	32,9	72,1	63,5	38,5
	630	31,0	65,1	53,9	34,6
	660	29,2	58,9	46,1	31,2
	690	27,6	53,6	39,8	28,2
	720	26,2	48,9	34,5	25,7
	750	24,8	44,8	30,1	23,4
	780	23,6	41,1	27,0	21,3
	810	22,5	37,9	24,3	19,5
	840	21,5	34,9	21,9	17,9
	870	20,5	32,3	19,8	16,5
	900	19,7	29,9	17,9	15,1
	930	18,8	27,8	16,3	14,0
	960	18,1	25,8	14,8	12,9
	990	17,4	24,1	13,5	11,9
	1020	16,7	22,4	12,3	11,0
	1050	16,1	21,0	11,2	10,2
	1080	15,5	19,6	10,2	9,46
	1110	14,9	18,3	9,37	8,77
	1140	14,4	17,2	8,57	8,13
1170	13,9	16,1	7,84	7,55	
1200	13,4	15,1	7,17	7,00	
1230	13,0	14,2	6,55	6,50	
	1260	12,6	13,4	6,00	
	1290	12,4	12,5	5,09	
„B”	1320	11,6	11,8	4,63	
	1350	10,9	11,1	4,20	
	1380	10,3	10,5	3,80	
	1410	9,66	9,87	3,44	
	1440	9,08	9,31	3,09	
	1470	8,54	8,78	2,77	
	1500	8,04	8,28	2,48	
	1530	7,56	7,80	2,20	
	1560	7,11	7,36	1,94	
	1590	6,68	6,94	1,70	

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.20. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP32/8/R120 [30]

SP32/8A(B)/R120				
l_{eff} [cm]	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4
[kN/m ²]				
1	2	3	4	5
450	48,9	70,9	117,0	42,2
480	45,4	61,9	97,2	36,6
510	42,4	54,4	81,7	32,0
540	39,6	48,2	69,3	28,2
570	37,2	42,8	59,2	24,9
600	35,0	38,3	51,0	22,1
630	33,1	34,4	42,6	19,7
660	31,1	31,0	35,9	17,7
690	28,1	28,1	30,4	15,8
720	25,5	25,5	25,9	14,2
750	23,2	23,2	22,2	12,9
780	21,1	21,2	19,7	11,6
810	19,3	19,3	17,5	10,5
840	17,6	17,7	15,6	9,50
870	16,1	16,2	13,9	8,61
900	14,8	14,9	12,4	7,80
930	13,6	13,7	11,1	7,07
960	12,5	12,7	10,0	6,41
990	11,5	11,7	8,93	5,81
1020	10,6	10,8	8,00	5,26
1050	9,73	9,95	7,16	4,76
1080	8,97	9,19	6,41	4,30
1110	8,26	8,49	5,73	3,87
1140	7,61	7,85	5,11	3,48
1170	7,01	7,26	4,55	3,12
1200	6,45	6,71	4,04	2,78
1230	5,94	6,20	3,58	2,47
1260	5,46	5,73	3,15	2,18
1290	5,00	5,29	2,76	1,91
1320	–	–	–	–
1350	–	–	–	–

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.21. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP32/14/R120 [30]

SP32/14A(B)/R120				
l _{eff} [cm]	p _{d,max}	p _{k,max}	p _{k,term}	
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4
[kN/m ²]				
1	2	3	4	5
450	54,7	127,0	136,3	71,9
480	50,8	111,1	114,2	62,7
510	47,4	98,0	96,7	55,2
540	44,4	87,0	82,6	48,8
570	41,7	77,7	71,2	43,5
600	39,3	69,7	61,8	38,9
630	37,2	62,9	52,4	34,9
660	35,2	57,0	44,8	31,5
690	33,5	51,8	38,5	28,5
720	31,8	47,2	33,4	25,9
750	30,3	43,2	29,1	23,6
780	29,0	39,7	26,0	21,6
810	27,7	36,5	23,4	19,7
840	26,5	33,7	21,1	18,1
870	25,5	31,1	19,0	16,6
900	24,4	28,9	17,2	15,3
930	23,5	26,8	15,6	14,1
960	22,6	24,9	14,2	13,0
990	21,8	23,2	12,9	12,1
1020	21,0	21,6	11,7	11,1
1050	20,1	20,2	10,7	10,3
1080	18,7	18,8	9,73	9,56
1110	17,5	17,6	8,88	8,86
1140	16,4	16,5	8,10	8,10
1170	15,3	15,5	7,39	7,39
1200	14,4	14,5	6,75	6,75
1230	13,5	13,6	6,15	6,15
1260	12,6	12,8	5,61	5,61
1290	11,7	12,1	5,11	5,11
1320	11,1	11,3	4,46	4,46
1350	10,5	10,7	4,03	4,03
1380	9,82	10,0	3,64	3,64
1410	9,23	9,46	3,28	3,28
1440	8,67	8,91	2,94	2,94
1470	8,15	8,39	2,63	2,63
1500	7,66	7,91	2,34	2,34
1530	7,19	7,45	2,07	2,07
1560	6,76	7,02	1,81	1,81
1590	6,35	6,61	1,57	1,57
1620	–	–	–	–

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)

Tabl.2.22. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP40/8 [27]

SP40/8A(B)/R60					
Odmiana zbrojenia	l_{eff} [cm]	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
				X0, XC1	XC2, XC3, XC4
1	2	3	4	5	6
„A”	600	42,3	55,4	90,8	31,7
	630	39,8	49,8	76,1	28,4
	660	37,5	45,0	64,3	25,5
	690	35,5	40,8	54,8	23,0
	720	33,7	37,1	47,0	20,8
	750	32,0	33,9	40,5	18,9
	780	30,4	31,0	36,1	17,1
	810	28,5	28,4	32,3	15,6
	840	26,1	26,1	29,0	14,2
	870	24,0	24,1	26,1	13,0
	900	22,1	22,2	23,6	11,9
	930	20,4	20,5	21,3	10,9
	960	18,9	19,0	19,3	9,95
	990	17,5	17,6	17,5	9,12
	1020	16,2	16,3	15,9	8,36
	1050	15,0	15,2	14,5	7,66
	1080	13,9	14,1	13,2	7,00
	1110	12,9	13,1	12,0	6,43
	1140	12,0	12,2	11,0	5,89
	1170	11,2	11,4	10,0	5,39
1200	10,4	10,6	9,14	4,92	
1230	9,66	9,90	8,34	4,49	
1260	8,98	9,23	7,61	4,10	
1290	8,35	8,60	6,45	3,63	
„B”	1320	7,76	8,05	5,85	3,28
	1350	7,21	7,49	5,3	2,96
	1380	6,70	6,98	4,79	2,65
	1410	6,21	6,51	4,31	2,37
	1440	5,76	6,05	3,88	2,10
	1470	5,34	5,64	3,47	1,85
	1500	4,94	5,25	3,1	1,62
	1530	4,56	4,88	2,74	1,40
	1560	4,21	4,53	2,42	1,19
	1590	3,87	4,20	2,11	0,99
	1620	3,56	3,89	1,83	–

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.23. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP40/9 [27]

SP40/9A(B)/R60					
Odmiana zbrojenia	l_{eff} [cm]	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
				X0, XC1	XC2, XC3, XC4
1	2	3	4	5	6
„A”	600	42,9	62,6	93,6	35,6
	630	40,3	56,4	78,6	31,9
	660	38,1	51,0	66,6	28,7
	690	36,0	46,3	56,9	25,9
	720	34,1	42,2	48,9	23,5
	750	32,1	38,5	42,3	21,3
	780	30,8	35,3	37,8	19,4
	810	29,4	32,4	33,9	17,7
	840	28,1	29,8	30,4	16,2
	870	26,9	27,5	27,5	14,8
	900	25,4	25,4	24,8	13,6
	930	23,5	23,6	22,5	12,5
	960	21,8	21,8	20,4	11,5
	990	20,2	20,3	18,6	10,5
	1020	18,7	18,9	16,9	9,71
	1050	17,4	17,6	15,4	8,94
	1080	16,2	16,4	14,1	8,23
	1110	15,1	15,3	12,9	7,58
	1140	14,0	14,2	11,7	7,00
	1170	13,1	13,3	10,7	6,42
1200	12,2	12,4	9,84	5,90	
1230	11,4	11,6	9,00	5,43	
1260	10,7	10,9	8,24	5,00	
1290	9,93	10,2	7,10	4,50	
„B”	1320	9,27	9,53	6,45	4,12
	1350	8,66	8,92	5,87	3,76
	1380	8,08	8,35	5,34	3,42
	1410	7,54	7,82	4,84	3,11
	1440	7,05	7,32	4,38	2,81
	1470	6,56	6,85	3,96	2,53
	1500	6,11	6,41	3,56	2,27
	1530	5,69	6,00	3,19	2,05
	1560	5,29	5,60	2,85	1,80
	1590	4,92	5,23	2,53	1,58
	1620	4,56	4,88	2,23	1,37
	1650	4,23	4,55	1,95	1,18
1680	3,91	4,24	1,69	1,00	

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.24. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP40/10 [27]

SP40/10A(B)/R60					
Odmiana zbrojenia	l_{eff} [cm]	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
				X0, XC1	XC2, XC3, XC4
1	2	3	4	5	6
„A”	600	43,4	69,9	96,3	39,3
	630	40,9	63,0	81,1	35,3
	660	38,5	57,0	68,8	31,8
	690	36,5	51,8	58,9	28,8
	720	34,6	47,2	50,8	26,1
	750	32,8	43,2	44,0	23,7
	780	31,3	39,6	39,4	21,6
	810	29,8	36,4	35,3	19,8
	840	28,5	33,5	31,8	18,1
	870	27,2	31,0	28,7	16,6
	900	26,1	28,7	26,0	15,3
	930	25,0	26,6	23,6	14,1
	960	24,0	24,7	21,4	12,9
	990	22,9	22,9	19,5	11,9
	1020	21,3	21,4	17,8	11,0
	1050	19,8	19,9	16,3	10,2
	1080	18,5	18,6	14,9	9,40
	1110	17,2	17,4	13,6	8,69
	1140	16,1	16,3	12,5	8,04
	1170	15,0	15,2	11,5	7,43
1200	14,1	14,2	10,5	6,87	
1230	13,1	13,3	9,65	6,35	
1260	12,3	12,5	8,85	5,86	
1290	11,5	11,7	7,68	5,35	
„B”	1320	10,8	11,0	7,00	4,93
	1350	10,1	10,3	6,42	4,53
	1380	9,46	9,70	5,87	4,17
	1410	8,86	9,13	5,35	3,82
	1440	8,30	8,57	4,87	3,50
	1470	7,78	8,05	4,43	3,19
	1500	7,28	7,56	4,00	2,91
	1530	6,81	7,10	3,63	2,64
	1560	6,37	6,67	3,27	2,39
	1590	5,96	6,26	2,93	2,15
	1620	5,56	5,87	2,62	1,92
	1650	5,19	5,50	2,33	1,70
	1680	4,84	5,16	2,05	1,50
1710	4,50	4,83	1,79	1,30	

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.25. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP40/11 [27]

SP40/11A(B)/R60					
Odmiana zbrojenia	l_{eff} [cm]	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
				X0, XC1	XC2, XC3, XC4
1	2	3	4	5	6
„A”	600	43,9	77,0	99,0	42,9
	630	41,3	69,5	83,5	38,6
	660	39,0	62,9	71,0	34,8
	690	36,9	57,2	60,9	31,5
	720	35,0	52,2	52,6	28,6
	750	33,2	47,8	45,7	26,1
	780	31,6	43,8	40,9	23,8
	810	30,2	40,3	36,7	21,8
	840	28,8	37,2	33,1	20,0
	870	27,6	34,4	29,9	18,4
	900	26,4	31,9	27,1	16,9
	930	25,3	29,6	24,7	15,6
	960	24,3	27,5	22,5	14,4
	990	23,4	25,6	20,5	13,3
	1020	22,5	23,9	18,7	12,3
	1050	21,7	22,3	17,1	11,4
	1080	20,7	20,8	15,7	10,5
	1110	19,4	19,5	14,4	9,77
	1140	18,1	18,2	13,2	9,06
	„B”	1170	16,9	17,1	12,1
1200		15,9	16,0	11,1	7,80
1230		14,9	15,1	10,3	7,23
1260		13,9	14,1	9,44	6,70
1290		13,1	13,3	8,27	6,17
1320		12,3	12,5	7,59	5,70
1350		11,5	11,8	6,96	5,29
1380		10,8	11,1	6,38	4,89
1410		10,2	10,4	5,84	4,51
1440		9,57	9,82	5,34	4,16
1470		9,00	9,25	4,88	3,83
1500		8,44	8,71	4,45	3,52
1530		7,93	8,21	4,05	3,23
1560		7,45	7,73	3,67	2,96
1590		7,00	7,28	3,32	2,70
1620		6,56	6,86	3,00	2,45
1650	6,16	6,45	2,69	2,22	
1680	5,77	6,07	2,40	2,00	
1710	5,40	5,70	2,13	1,79	
1740	5,06	5,37	1,88	1,59	

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.26. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP40/14 [27]

SP40/14A(B)/R60					
Odmiana zbrojenia	l_{eff} [cm]	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
				X0, XC1	XC2, XC3, XC4
1	2	3	4	5	6
„A”	600	45,4	94,9	104,4	51,9
	630	42,7	86,5	88,4	46,7
	660	40,3	78,5	75,5	42,2
	690	38,1	71,4	64,9	38,3
	720	36,1	65,2	56,3	34,8
	750	34,4	59,8	49,1	31,8
	780	32,7	54,9	44,1	29,1
	810	31,2	50,6	39,7	26,7
	840	29,8	46,8	35,9	24,6
	870	28,5	43,3	32,5	22,6
	900	27,3	40,2	29,5	20,9
	930	26,2	37,4	26,9	19,3
	960	25,2	34,8	24,6	17,9
	990	24,2	32,5	22,5	16,6
	1020	23,3	30,3	20,6	15,4
	1050	22,5	28,4	18,9	14,3
	1080	21,7	26,6	17,3	13,3
	1110	20,9	24,9	15,9	12,4
	1140	20,2	23,4	14,7	11,6
	„B”	1170	19,5	22,0	13,5
1200		18,9	20,7	12,5	10,1
1230		18,3	19,5	11,5	9,39
1260		17,7	18,4	10,7	8,77
1290		17,2	17,3	9,50	8,17
1320		16,2	16,4	8,74	7,63
1350		15,3	15,5	8,07	7,12
1380		14,4	14,6	7,44	6,64
1410		13,6	13,8	6,86	6,20
1440		12,9	13,1	6,32	5,78
1470		12,1	12,4	5,82	5,38
1500		11,5	11,7	5,35	5,00
1530		10,9	11,1	4,92	4,67
1560		10,3	10,5	4,50	4,34
1590		9,70	9,95	4,13	4,03
1620		9,17	9,43	3,77	3,74
1650		8,67	8,93	3,44	
1680		8,19	8,46	3,13	
1710	7,74	8,00	2,83		
1740	7,32	7,60	2,55		
1770	6,90	7,20	2,29		
1800	6,53	6,82	2,05		

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.27. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP40/16 [27]

SP40/16A(B)/R60					
Odmiana zbrojenia	l_{eff} [cm]	$p_{d,\text{max}}$	$p_{k,\text{max}}$	$p_{k,\text{term}}$	
				X0, XC1	XC2, XC3, XC4
1	2	3	4	5	6
„A”	990	24,7	37,6	24,1	19,0
	1020	23,8	35,2	22,1	17,7
	1050	22,9	33,0	20,4	16,5
	1080	22,1	30,9	18,8	15,4
	1110	21,3	29,1	17,3	14,3
	1140	20,6	27,3	16,0	13,4
	1170	19,9	25,7	14,8	12,5
	1200	19,3	24,2	13,6	11,7
	1230	18,7	22,9	12,6	11,0
	1260	18,1	21,6	11,7	10,3
„B”	1290	18,0	20,3	10,2	9,56
	1320	17,5	19,2	9,50	8,96
	1350	17,0	18,2	8,78	8,39
	1380	16,5	17,2	8,13	7,86
	1410	16,0	16,3	7,52	7,37
	1440	15,3	15,5	6,95	6,90
	1470	14,5	14,7	6,43	
	1500	13,7	13,9	5,94	
	1530	13,0	13,2	5,48	
	1560	12,3	12,6	5,05	
	1590	11,7	11,9	4,65	
	1620	11,1	11,3	4,28	
	1650	10,5	10,8	3,93	
	1680	10,0	10,2	3,60	
	1710	9,00	9,25	3,00	
	1740	7,32	7,60	2,55	
	1770	8,53	8,80	2,72	
	1800	8,09	8,36	2,46	
	1830	7,67	7,95	2,21	
1860	7,27	7,56	1,98		
1890	6,90	7,19	1,79		

$p_{d,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności)
 $p_{k,\text{max}}$ – dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys)
 $p_{k,\text{term}}$ – dopuszczalne, długotrwałe obciążenie charakterystyczne (stan graniczny ugięcia lub dekompresji)

Tabl.2.28. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP41/8/R120 [31]

SP41/8A(B)/R120				
l _{eff} [cm]	p _{d,max}	p _{k,max}	p _{k,term}	
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4
[kN/m ²]				
1	2	3	4	5
450	79,2	95,5	216,6	57,9
480	73,5	83,5	179,8	50,4
510	68,6	73,4	151,0	44,1
540	64,2	65,1	128,0	38,9
570	59,0	58,0	109,4	34,5
600	52,8	51,9	94,2	30,7
630	47,4	46,7	78,6	27,4
660	42,7	42,1	66,1	24,6
690	38,7	38,2	56,0	22,1
720	35,1	34,7	47,8	20,0
750	32,0	31,7	41,0	18,1
780	29,2	29,0	36,4	16,4
810	26,7	26,6	32,5	14,9
840	24,5	24,4	29,1	13,5
870	22,5	22,5	26,1	12,3
900	20,7	20,7	23,5	11,2
930	19,0	19,1	21,1	10,2
960	17,6	17,7	19,1	9,35
990	16,2	16,4	17,2	8,54
1020	15,0	15,2	15,6	7,79
1050	13,9	14,1	14,1	7,11
1080	12,8	13,0	12,8	6,48
1110	11,9	12,1	11,6	5,91
1140	11,0	11,2	10,6	5,37
1170	10,2	10,4	9,59	4,88
1200	9,44	9,71	8,70	4,43
1230	8,74	9,02	7,89	4,01
1260	8,10	8,38	7,15	3,62
1290	7,49	7,79	6,47	3,25
1320	6,92	7,23	5,19	2,76
1350	6,39	6,71	4,64	2,44
1380	5,90	6,22	4,13	2,15
1410	5,44	5,77	3,67	1,87
1440	5,01	5,35	3,23	1,62

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)

Tabl.2.29. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP41/14/R120 [32]

SP41/14A(B)/R120				
l _{eff} [cm]	p _{d,max}	p _{k,max}	p _{k,term}	
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4
[kN/m ²]				
1	2	3	4	5
600	63,9	95,0	109,8	53,8
630	60,4	86,0	92,6	48,4
660	57,3	77,8	78,8	43,7
690	54,5	70,9	67,6	39,6
720	51,9	64,8	58,4	36,1
750	49,5	59,4	50,8	32,9
780	47,3	54,6	45,5	30,1
810	45,3	50,3	40,9	27,6
840	43,4	46,5	36,9	25,4
870	41,7	43,0	33,4	23,4
900	40,0	39,9	30,3	21,6
930	37,2	37,1	27,5	19,9
960	34,6	34,5	25,1	18,5
990	32,0	32,2	22,9	17,1
1020	30,1	30,1	20,9	15,9
1050	28,1	28,1	19,1	14,7
1080	26,3	26,3	17,6	13,7
1110	24,6	24,7	16,1	12,8
1140	23,1	23,2	14,8	11,9
1170	21,6	21,8	13,6	11,1
1200	20,3	20,5	12,5	10,3
1230	19,1	19,3	11,5	9,62
1260	18,0	18,1	10,6	8,97
1290	16,9	17,1	9,80	8,37
1320	15,9	16,1	8,54	7,75
1350	15,0	15,2	7,85	7,22
1380	14,1	14,4	7,21	6,73
1410	13,3	13,6	6,62	6,27
1440	12,6	12,8	6,07	5,84
1470	11,9	12,1	5,56	5,43
1500	11,2	11,5	5,08	5,05
1530	10,6	10,8	4,64	4,64
1560	9,98	10,3	4,22	4,22
1590	9,42	9,70	3,84	3,84
1620	8,89	9,18	3,48	3,48
1650	8,39	8,68	3,14	3,14
1680	7,91	8,21	2,82	2,82
1710	7,47	7,77	2,52	2,52
1740	7,04	7,35	2,24	2,24
1770	6,63	6,95	1,98	1,98
1800	6,25	6,57	1,73	1,73
1830	5,88	6,21	1,49	1,49

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)

Tabl.2.30. Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne dla płyty SP41/16/R120 [33]

SP41/16A(B)/R120				
l _{eff} [cm]	p _{d,max}	p _{k,max}	p _{k,term}	
			X0, XC1	XC2, XC3, XC4
	[kN/m ²]			
1	2	3	4	5
600	65,9	109,0	114,4	60,7
630	62,3	98,5	96,8	54,7
660	59,1	89,4	82,6	49,5
690	56,2	81,4	71,1	44,9
720	53,5	74,5	61,6	40,9
750	51,1	68,3	53,7	37,4
780	48,8	62,9	48,2	34,2
810	46,7	58,0	43,4	31,5
840	44,8	53,6	39,2	28,9
870	43,0	49,7	35,5	26,7
900	41,4	46,1	32,3	24,7
930	39,8	42,9	29,4	22,9
960	38,4	40,0	26,8	21,2
990	37,1	37,4	24,5	19,7
1020	35,0	34,9	22,5	18,3
1050	32,7	32,7	20,6	17,0
1080	30,6	30,7	19,0	15,9
1110	28,7	28,8	17,4	14,8
1140	27,0	27,1	16,1	13,8
1170	25,4	25,5	14,8	12,9
1200	23,9	24,0	13,7	12,1
1230	22,5	22,6	12,6	11,3
1260	21,2	21,3	11,7	10,6
1290	20,0	20,1	10,8	9,91
1320	18,9	19,0	9,46	9,23
1350	17,8	18,0	8,72	8,64
1380	16,8	17,0	8,05	8,05
1410	15,9	16,1	7,42	7,42
1440	15,0	15,3	6,84	6,84
1470	14,2	14,5	6,30	6,30
1500	13,5	13,7	5,79	5,79
1530	12,8	13,0	5,32	5,32
1560	12,1	12,3	4,88	4,88
1590	11,4	11,7	4,47	4,47
1620	10,8	11,1	4,10	4,09
1650	10,3	10,5	3,73	3,73
1680	9,73	10,0	3,39	3,39
1710	9,22	9,50	3,07	3,07
1740	8,73	9,00	2,77	2,77
1770	8,27	8,57	2,49	2,49
1800	7,83	8,13	2,23	2,23
1830	7,41	7,72	1,98	1,98

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)

2.1.2. Zasady obliczania płyt obciążonych nierównomiernie

Sprawdzenie nośności płyt obciążonych w sposób złożony (nierównomierny) polega na wyznaczeniu najbardziej wyjątkowego przekroju i sprawdzeniu czy działający w nim maksymalny moment zginający od obciążeń całkowitych (łącznie z ciężarem własnym stropu) M_{Sd} jest mniejszy od obliczeniowej nośności na zginanie M_{Rd}^* dla tego przekroju:

$$M_{Sd}(x) \leq M_{Rd}^*(x) \quad (4)$$

W środowisku odpowiadającym klasom ekspozycji XC2, XC3 oraz XC4 należy ponadto wykazać, że maksymalny moment od długotrwałych obciążeń charakterystycznych (łącznie z ciężarem własnym stropu) M_{Sk} nie przekracza wartości momentu M_{dec}^* , wywołującego dekompresję we włóknach betonu oddalonych od powierzchni cięgien sprężających o 25 mm:

$$M_{Sk}(x) \leq M_{dec}^*(x) \quad (5)$$

Oprócz tego sprawdzić należy czy obliczeniowa siła poprzeczna przy podporach V_{Sd} nie przekracza obliczeniowej nośności na ścinanie Q_{Rd} :

$$V_{Sd} \leq Q_{Rd} \quad (6)$$

Wartość obliczeniowej nośności na zginanie przekroju $M_{Rd}^*(x)$ zależy od odległości tego przekroju od podpory. Pełną nośność obliczeniową na zginanie M_{Rd} (tabl.1.2) uzyskują tylko przekroje położone w środkowej strefie płyty (rys.2.1). Na odcinkach przypodporowych o długości a_1 obliczeniowa nośność na zginanie $M_{Rd}^*(x)$ jest mniejsza od M_{Rd} wskutek jednoczesnego działania momentu zginającego i siły poprzecznej oraz niepełnego zakotwienia cięgien sprężających [6, 7, 22]. Ogólnie obliczeniową nośność przekroju płyty na zginanie należy wyznaczać z zależności:

$$\begin{aligned} M_{Rd}^*(x) &= \frac{x}{a_1} \cdot M_{Rd} && \text{dla } x \leq a_1 \\ M_{Rd}^*(x) &= M_{Rd} && \text{dla } a_1 \leq x \leq L - a_1 \\ M_{Rd}^*(x) &= \frac{L-x}{a_1} \cdot M_{Rd} && \text{dla } x \geq L - a_1 \end{aligned} \quad (7)$$

Moment $M_{dec}^*(x)$ na odcinkach zakotwienia cięgien zmienia się liniowo, proporcjonalnie do rozkładu siły sprężającej [9]. Należy go wyznaczać z zależności:

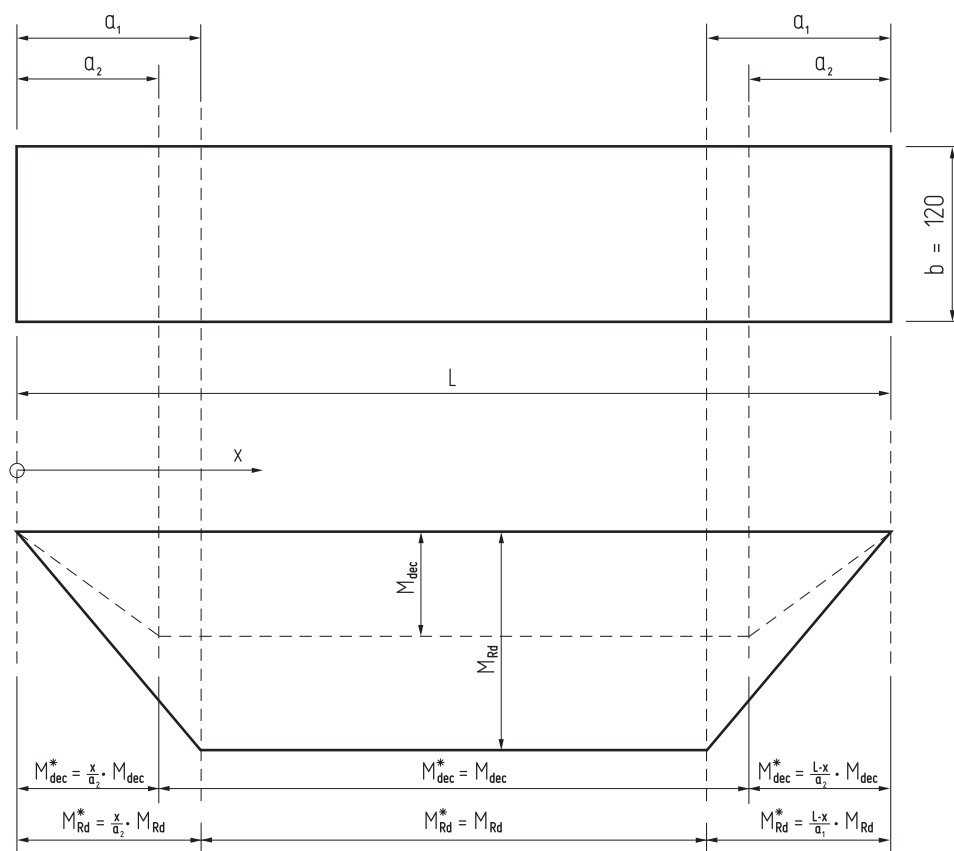
$$\begin{aligned} M_{dec}^*(x) &= \frac{x}{a_2} \cdot M_{dec} && \text{dla } x \leq a_2 \\ M_{dec}^*(x) &= M_{dec} && \text{dla } a_2 \leq x \leq L - a_2 \\ M_{dec}^*(x) &= \frac{L-x}{a_2} \cdot M_{dec} && \text{dla } x \geq L - a_2 \end{aligned} \quad (8)$$

We wzorach (7) oraz (8) x oznacza odległość analizowanego przekroju od podpory [m] (rys.2.1). Odległość a_1 zależy od typu przekroju i wariantu zbrojenia [6, 7], a odległość a_2 odpowiada średniej długości zakotwienia cięgien [24, 25, 26, 27]. Dla wszystkich typów płyt SP wartości a_1 i a_2 , które należy przyjmować do obliczeń podano w tabl.2.22.

Tabl.2.30. Długość przypodporowych odcinków płyt SP [6, 7]

Typ płyty	SP20 ^{*)}	SP26.5/6	SP26.5/8	SP26.5/10 SP26.5/12	SP32 ^{**)}	SP40 ^{**)}	
a_1 [m]	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,0	
a_2 [m]	1,63 (1,21)	1,63					
^{*)} – wartość podana w nawiasie dotyczy wariantów zbrojenia A1, A2 i A3 ^{**)} – dotyczy wszystkich wariantów zbrojenia							

Zasadę wyznaczania nośności przekroju na zginanie M_{Rd}^* oraz dopuszczalnego momentu zginającego M_{dec}^* w płytach SP ilustruje rys.2.1.



Rys.2.1. Zasada wyznaczania dopuszczalnego momentu zginającego

Obliczeniowe nośności przekroju na zginanie M_{Rd} i ścinanie Q_{Rd} oraz moment dekompresji M_{dec} (przy pełnej nośności przekroju) podano w tabl.1.2 (pkt.1.7).

2.1.3. Zasady obliczania płyt obciążonych wymianem

Stalowe belki podporowe (wymiany) płyt kanałowych (pkt.1.11) można podwieszać wyłącznie na płytach nie osłabionych wycięciami (pkt.1.8) i nie przeciętych podłużnie (pkt.1.9). Płyty z ukośnymi krawędziami podparcia (pkt.1.10) również nie mogą stanowić podparcia dla wymianu.

Nośność płyty obciążonej przy bocznej krawędzi reakcją wymianu (rys.2.2) można sprawdzać wg tych samych zasad co płyty obciążone nierównomiernie. W tym celu do schematu obciążenia płyty podpierającej wymian należy, oprócz obciążenia działającego bezpośrednio na nią, dodać obciążenie w postaci siły skupionej (rys.2.2) wyznaczonej ze wzoru:

$$P = \beta_i \cdot Q \quad (9)$$

w którym: Q – całkowite obciążenie działające na wymian [kN],

β_i – współczynnik wpływu, ustalony wg pkt.5.4.

W przypadku gdy płyty stropowe oparte na wymianie obciążone są w sposób równomierny:

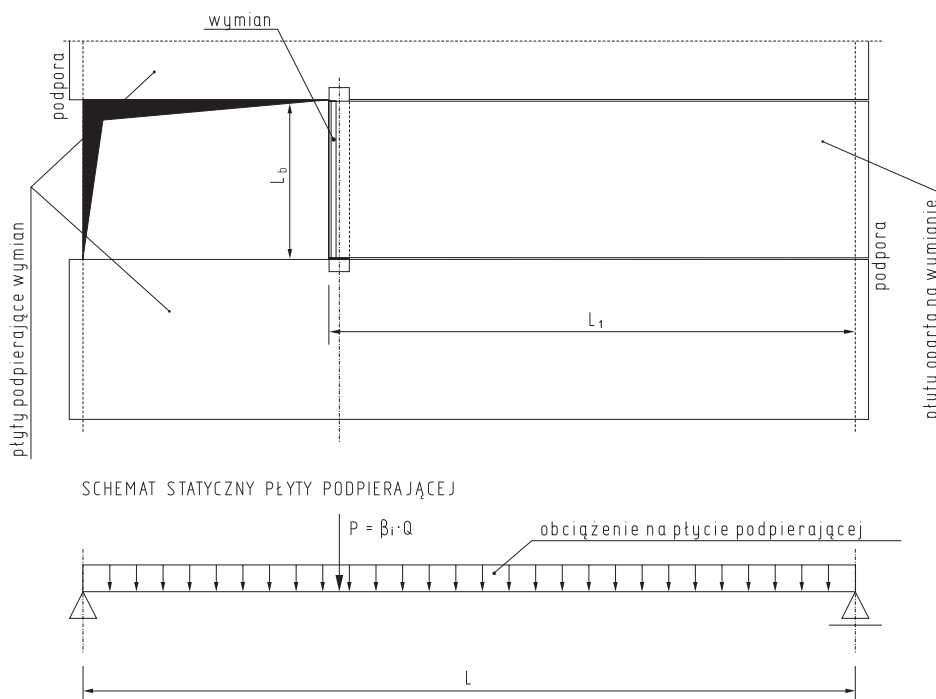
$$Q = 0,5 \cdot L_1 \cdot L_b \cdot (g + q) \quad (10)$$

gdzie: L_1 – rozpiętość płyty opartej na wymianie [m] (rys.2.2),

L_b – rozpiętość wymianu [m] (rys.2.2),

g – jednostkowy ciężar stropu opartego na wymianie [kN/m²] (tabl.1.1),

q – obciążenie zewnętrzne stropu [kN/m²].

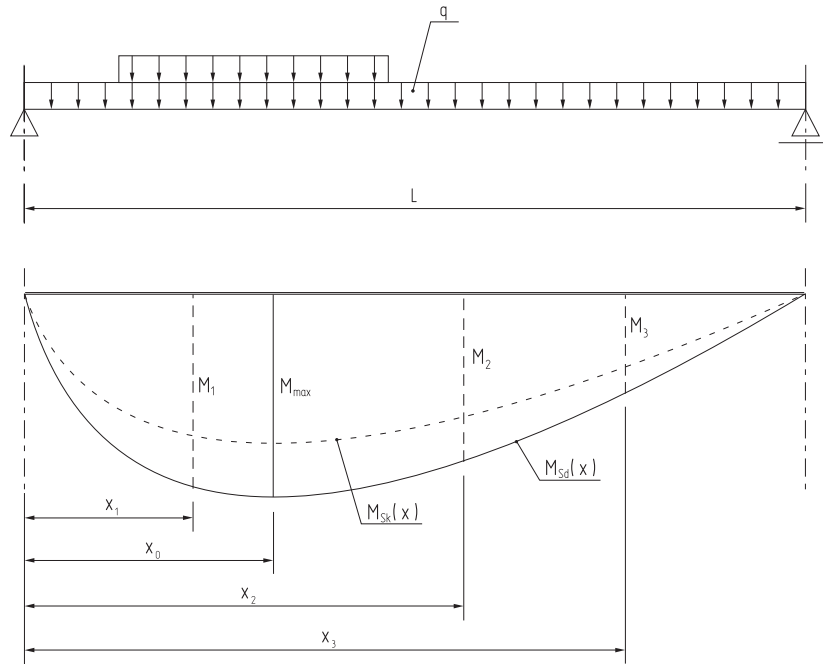


Rys.2.2. Zasada uwzględniania obciążenia wymianem

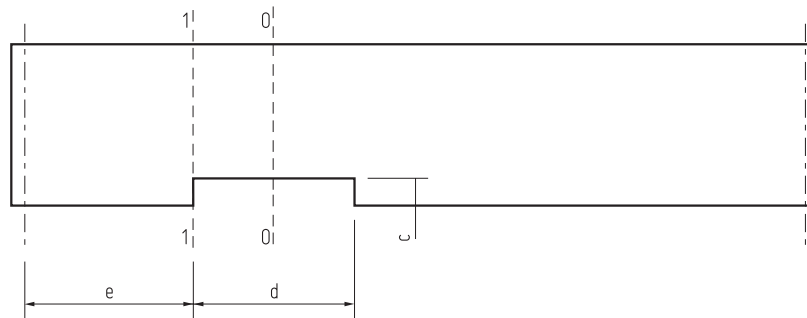
Nośność wymianu skonstruowanego ze stalowej belki podporowej POK (pkt.1.11) sprawdzać należy wg odrębnych wytycznych (rozdz. 4).

2.2. Płyty z wycięciami w przęśle (rodzaj III i IV)

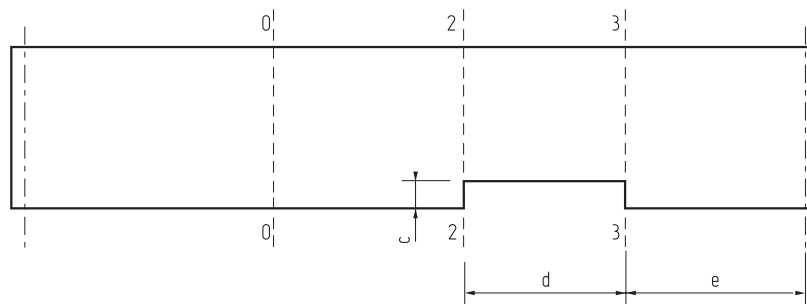
Przy sprawdzaniu nośności płyt osłabionych wycięciami w przęśle, obciążonych równomiernie i w sposób nierównomierny (złożony), rozróżnić należy dwa przypadki. **Przypadek I** ma miejsce wówczas, gdy maksymalny moment zginający występuje w przekroju osłabionym wycięciem (rys.2.3a), a **przypadek II** – gdy maksymalny moment zginający działa w przekroju nieosłabionym (rys.2.3b).



a) przypadek pierwszy (p.3.2.2(1))



b) przypadek drugi (p.3.2.2(2))



e – odległość początku wycięcia do najbliższej podpory

Rys.2.3. Zasady sprawdzania nośności płyt osłabionych wycięciami w przęśle

Dla **przypadku I** sprawdzić należy, czy maksymalny moment zginający od obliczeniowych obciążeń całkowitych (łącznie z ciężarem stropu) $M_{Sd}(x)$ nie przekracza nośności obliczeniowej przekroju osłabionego $\overline{M}_{Rd}(x)$:

$$M_{Sd}(x) \leq \overline{M}_{Rd}(x) \quad (11)$$

W środowisku odpowiadającym klasom ekspozycji XC2, XC3 i XC4 należy ponadto wykazać, że maksymalny moment od długotrwałych obciążeń charakterystycznych (łącznie z ciężarem własnym stropu) $M_{sk}(x)$ nie przekracza momentu $\overline{M}_{dec}(x)$ wywołującego dekompresję we włóknach osłabionego przekroju oddalonych od ciągien o 25 mm:

$$M_{sk}(x) \leq \overline{M}_{dec}(x) \quad (12)$$

Momenty $\overline{M}_{Rd}(x)$ i $\overline{M}_{dec}(x)$ obliczać należy z zależności [4, 7]:

$$\overline{M}_{Rd}(x) = \delta \cdot M_{Rd}^*(x) \quad (13)$$

$$\overline{M}_{dec}(x) = \delta \cdot M_{dec}^*(x) \quad (14)$$

gdzie: δ – współczynnik osłabienia przekroju wg wzoru (15),

$M_{Rd}^*(x)$, $M_{dec}^*(x)$ – odpowiednio momenty według wzorów (7) i (8) dla $x = x_0$ wg rys.2.3.

Współczynnik osłabienia przekroju δ , obliczyć należy z formuły [4, 7]:

$$\delta = \left(1 - \frac{c + \Delta c}{b} \right) \quad (15)$$

gdzie: $b = 1200$ [mm] – szerokość płyty,

c – szerokość wycięcia rodzaju II lub IV [mm] ($c = c_3$ lub $c = c_4$, wg tabl.1.3),

$\Delta c = 20$ [mm] – składnik poprawkowy, uwzględniający imperfekcję geometryczną szerokości wycięcia c .

Jeżeli zachodzi zależność: $e < a_1$ (gdzie: a_1 – wg tabl.2.22, e – wg rys.2.3a), to warunek (11), a w środowisku odpowiadającym klasom ekspozycji XC2, XC3 i XC4 także warunek (12), sprawdzić należy również w przekroju 1-1, przyjmując $x = x_1$ (rys.2.3a). Jeśli w płycie występuje więcej niż jedno wycięcie w przęśle, to dla pozostałych wycięć należy dokonać sprawdzenia w sposób analogiczny jak dla przypadku II.

Dla **przypadku II** – sprawdzić należy warunek (4), a w środowisku odpowiadającym klasom ekspozycji XC2, XC3 i XC4 również warunek (5), według zasad podanych w pkt.2.1.2 dla płyt nieosłabionych wycięciami, obciążonych nierównomiernie, przyjmując $x = x_0$ (rys.2.3). Ponadto, w sposób analogiczny jak dla przypadku I, sprawdzić należy zawsze warunek (11), a przy klasach ekspozycji XC2, XC3 i XC4 także warunek (12), w przekroju 2-2, tj. dla $x = x_2$ (rys.2.3b).

Jeżeli zachodzi zależność: $e < a_1$ (gdzie: a_1 – wg tabl.2.22, e – wg rys.2.3b), to w analogiczny sposób jak dla przypadku I, warunek (11), i odpowiednio (12), sprawdzić należy również w przekroju 3-3, przyjmując $x = x_3$ (wg rys.2.3b).

Jeśli w płycie występuje więcej niż jedno wycięcie w przęśle (rodzaju III i/lub IV), to w sposób analogiczny należy sprawdzić warunki nośności w przekrojach osłabionych tymi wycięciami.

Poza sprawdzeniem powyższych warunków nośności wynikających ze zginania należy w obydwu przypadkach sprawdzić nośność na ścinanie. I tak, jeżeli płyta posiada również wycięcia przy podporach, nośność na ścinanie należy sprawdzić wg wzoru (18), w przeciwnym przypadku nośność na ścinanie należy sprawdzić według warunku (6). Wycięcia przęsłowe, wykonane i rozmieszczone wg zasad podanych w pkt.1.8.2 i pkt.1.8.4, nie redukują nośności na ścinanie strefy przypodporowej płyt SP.

2.3. Płyty z wycięciami przy podporach (rodzaj I i II)

2.3.1. Uwagi ogólne

Przy sprawdzaniu nośności płyt z wycięciami przy podporach obowiązują ogólne zasady obliczeń podane w pkt.2.1.1 i 2.1.2 dla płyt podstawowych. Jeśli w płycie, oprócz wycięć przy podporach, występują również wycięcia w przęśle, to przy sprawdzaniu przekrojów osłabionych tymi wycięciami należy stosować zasady podane w pkt.2.2.

Niedopuszczalne jest, by maksymalny moment zginający działał w przekroju osłabionym wycięciem rodzaju I lub II.

2.3.2. Sprawdzanie nośności płyt z wycięciami przy podporach

W płytach z wycięciami przy podporach, oprócz sprawdzenia zgodnie z pkt.2.3.1, należy dodatkowo w przekroju 1-1 i/lub 2-2 (wg rys.2.4) sprawdzić warunek zarysowania o postaci [4, 7]:

$$M_{Sk}(x) \cdot \eta = \delta \cdot M_{cr}^*(x) \quad (16)$$

gdzie: $M_{Sk}(x)$ – moment zginający od charakterystycznych obciążeń całkowitych (łącznie z ciężarem własnym stropu), dla $x = d$ i/lub $x = L - d$ (wg rys.2.4),

η – współczynnik uwzględniający wpływ skręcania na redystrybucję obciążeń [4, 7],

δ – współczynnik osłabienia przekroju, wg wzoru (15), dla $c = c_1$ lub $c = c_2$,

$M_{cr}^*(x)$ – moment rysujący w analizowanym przekroju, tj. dla $x = d$ i/lub $x = L - d$.

Moment rysujący $M_{cr}^*(x)$ na odcinkach zakotwienia cięgien zmienia się liniowo, odpowiednio do wartości siły sprężającej (analogicznie jak $M_{dec}^*(x)$). Należy go wyznaczyć z zależności:

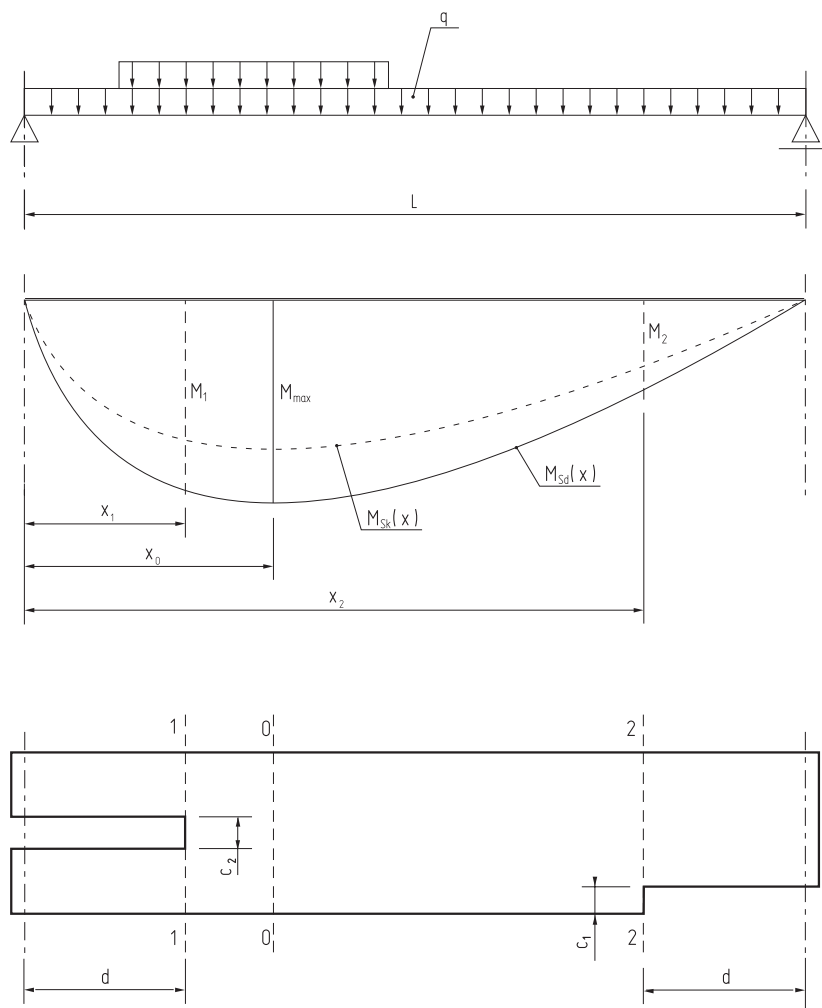
$$\begin{aligned} M_{cr}^*(x) &= \frac{x}{a_2} \cdot M_{cr} && \text{dla } x \leq a_2 \\ M_{cr}(x) &= M_{cr}^* && \text{dla } a_2 \leq x \leq L - a_2 \\ M_{cr}^*(x) &= \frac{L-x}{a_2} \cdot M_{cr} && \text{dla } x \geq L - a_2 \end{aligned} \quad (17)$$

Wartość a_2 we wzorach (17) należy przyjąć z tabl.2.22, a moment rysujący M_{cr} z tabl.1.2, w zależności od typu płyty SP i wariantu zbrojenia.

Wartość współczynnika η uwzględniającego wpływ skręcania uzależniona jest od szerokości i rodzaju wycięcia. Dla wycięcia rodzaju I wartość η należy przyjmować z tabl.2.23, a dla wycięcia rodzaju II można przyjąć $\eta = 1,1$, dla wszystkich typów płyt SP.

Tabl.2.23. Współczynnik uwzględniający wpływ skręcania [4, 7]

c_1 [cm]	16	20	24	31	42
η	1,25			1,35	



Rys.2.4. Zasady sprawdzania płyt z wycięciami przy podporach

Poza sprawdzeniem warunków wynikających ze zginania płyty sprawdzić należy warunek nośności strefy przypodporowej na ścinanie [4, 7]:

$$V_{sd} \leq \frac{\delta \cdot Q_{Rd}}{\eta} \quad (18)$$

gdzie: Q_{Rd} – nośność na ścinanie przekroju nieosłabionego wycięciem (wg tabl.1.2),
 δ – współczynnik osłabienia przekroju, obliczony wg wzoru (15),
 η – współczynnik, jak we wzorze (16).

2.4. Płyty z ukośnymi krawędziami podparcia

Płyty, których jedna lub dwie krawędzie podparcia nie są prostopadłe do osi płyty, wykonane zgodnie z zasadami podanymi w pkt.1.10 (rys.1.14), można obliczać jak płyty podstawowe (bez wycięć). Do obliczeń należy przyjmować rozpiętość określoną zgodnie z rys.1.14.

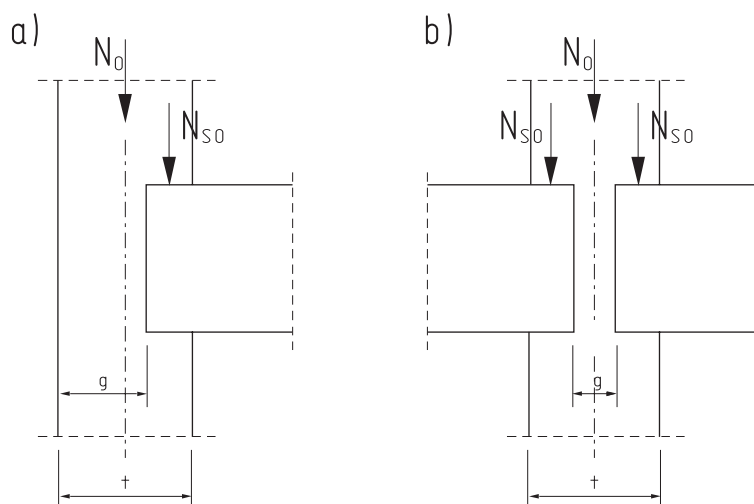
Uwaga!

Wartości wielkości statycznych, podane w tabelicy 1.2, dotyczą prefabrykatów o szerokości 1,2 m. Dlatego również siły wewnętrzne M_{sd} , M_{sk} i V_{sd} wywołane ciężarem własnym stropu i obciążeniem zewnętrznym należy w każdym z przypadków, o których mowa w pkt.2.1, pkt.2.2 i pkt.2.3 opracowania, obliczyć dla pasma stropu o szerokości 1,2 m.

3. Warunki stosowania płyt w układach ściennych

3.1. Warunki częściowego zamocowania płyt

W budynkach o konstrukcji ścianej płyty mają ograniczoną swobodę obrotu na podporach. Wskutek docięnięcia końców płyt ścianą górnej kondygnacji powstają niezamierzone momenty utwierdzenia, co powoduje że płyty pracują jak częściowo zamocowane. Występować mogą dwa przypadki oparcia płyt na ścianach: na ścianie skrajnej (rys.3.1a) i na ścianie środkowej (rys.3.1b).



Rys.3.1. Oparcie płyt SP na ścianach

Podstawowym wyznacznikiem decydującym o możliwości wystąpienia częściowego utwierdzenia płyt w ścianach jest jednostkowy nacisk ściany na koniec płyty N_{SO} [5, 7]. Należy go obliczać z zależności:

$$N_{SO} = N_0 \cdot \frac{t-g}{t} \quad - \text{ dla przypadku z rys.3.1a} \quad (19)$$

$$N_{SO} = N_0 \cdot \frac{t-g}{2 \cdot t} \quad - \text{ dla przypadku z rys.3.1b} \quad (20)$$

gdzie: t, g – szerokości wg rys.3.1, jeśli $g < 6$ cm do obliczeń przyjęć należy $g = 0$,
 N_0 – całkowity nacisk ściany górnej kondygnacji, od obciążeń obliczeniowych.

Utwardzenie stropu w ścianach może nastąpić wówczas gdy zachodzi warunek [5, 7]:

$$N_{SO} \geq N_{S.lim} \quad (21)$$

Limitowane wartości nacisku $N_{S.lim}$ dla każdego typu płyt SP bez wycięć przy podporach, obliczone dla nominalnej głębokości oparcia płyt (pkt.6.2) podano w tabl.3.1.

Tabl.3.1. Limitowane wartości jednostkowego nacisku ścian na końce płyt [kN/m]

Typ płyty	SP20	SP26.5	SP32	SP40
$N_{S.lim}$	35,0	55,0	59,5	73,1

Dla płyt z wycięciami przy podporach wartość $N_{S.lim}$ należy ustalać mnożąc wartości podane w tabl.3.1 przez współczynnik redukcyjny δ wg wzoru (15) (dla $c = c_1$ lub $c = c_2$ stosownie do rodzaju wycięcia) z ograniczeniami podanymi w pkt.3.3. Jeśli warunek (21) nie jest spełniony płyty należy traktować jak swobodnie podparte i stosować oraz obliczać wg ogólnych zasad podanych w rozdz. 2. W przeciwnym wypadku płyty należy sprawdzać i stosować wg zasad podanych w pkt.3.2.

3.2. Zasady obliczania płyt zamocowanych w ścianach

Zamocowane w ścianach płyty SP nie posiadające zbrojenia górnego są podatne na zarysowanie strefy przypodporowej pod wpływem ujemnego momentu zginającego. Górne zarysowanie strefy przypodporowej ma negatywny wpływ na nośność płyt SP. W związku z powyższym, kryterium zarysowania górnej strefy przekroju przyjęto jako warunek decydujący o możliwości stosowania płyt SP w układach ściennych.

Jeżeli zachodzi zależność [5, 7]:

$$M_{SO} \geq M_{cr}^- \quad (22)$$

gdzie: M_{SO} – moment podporowy od obliczeniowych obciążeń zewnętrznych stropu (bez ciężaru własnego stropu), obliczony dla schematu belki utwierdzonej na podporach,

M_{cr}^- – obliczeniowy moment rysujący górną krawędź przekroju płyty,

to stosowanie płyt SP jest niedopuszczalne.

Jeżeli warunek (22) nie jest spełniony to zarysowanie, pomimo docisku ściany górnej kondygnacji, nie nastąpi. Dopuszcza się w takiej sytuacji użytkowanie płyt SP, które można traktować umownie jako swobodnie podparte i obliczać wg zasad podanych w rozdz.2 wytycznych.

Wartości obliczeniowego momentu rysującego M_{cr}^- dla wszystkich typów płyt SP zestawiono w tabl.1.2. Obliczenia wykonano zgodnie z normą [9] przyjmując w miejsce średniej wytrzymałości betonu na rozciąganie f_{ctm} obliczeniową wytrzymałość betonu na rozciąganie: $f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{1,8}$, tj. jak dla konstrukcji niezbrojonych.

3.3. Zasady stosowania w układach ściennych płyt z wycięciami przy podporach

Stropy w budynkach o konstrukcji ścianowej należy konstruować wg ogólnych zasad podanych w rozdz. 6.

Nie dopuszcza się stosowania w układach ściennych płyt SP20 z wycięciem rodzaju Ib oraz płyt SP26.5 z wycięciem rodzaju Ic (tabl.1.3).

Ograniczenie to obowiązuje zawsze, niezależnie od spełnienia warunku (21).

Uwaga!

Wartości podane w tablicy 1.2 dotyczą prefabrykatów o szerokości 1,2 m. Dlatego również moment podporowy M_{SO} w obliczeniach według rozdziału 3.2 należy obliczyć dla pasma stropu o szerokości 1,2 m.

4. Nośność belek podporowych POK

Nośność belek podporowych POK i wynikające z niej dopuszczalne obciążenie płyt opartych na wymianach skonstruowanych z wykorzystaniem belek POK należy ustalać zgodnie z wytycznymi producenta belek POK [28].

5. Współpraca płyt w kierunku poprzecznym

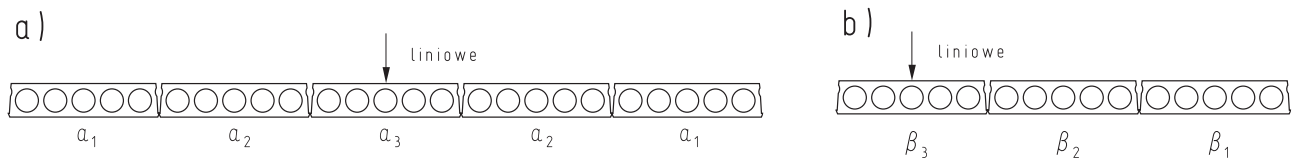
5.1. Zasady ogólne

Podłużne złącza pomiędzy prefabrykowanymi płytami SP, po zabetonowaniu i związaniu betonu wypełniającego, zdolne są do poprzecznego przekazywania obciążeń nierównomiernych (liniowych i skupionych) z płyty, na którą to obciążenie działa bezpośrednio na płyty sąsiednie. Zaleca się uwzględnianie współpracy poprzecznej płyt SP w obliczeniach.

Działające na strop obciążenie nierównomierne rozdziela się na sąsiadujące ze sobą płyty mnożąc wartość tego obciążenia przez współczynniki wpływu. Współczynnik wpływu dla każdej ze współpracujących płyt określać należy zgodnie z zasadami podanymi w pkt.5.2, pkt.5.3 lub pkt.5.4, w zależności od rodzaju obciążenia nierównomiernego. Podane zasady dotyczą płyt o szerokości 120 cm.

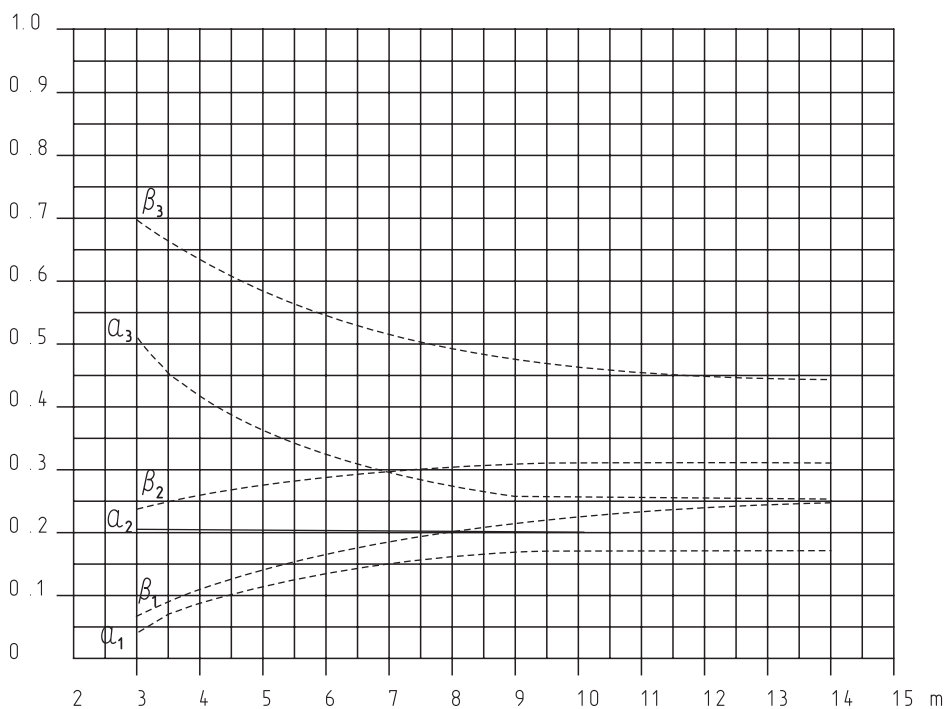
5.2. Współpraca płyt w przenoszeniu obciążenia liniowego

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, pod warunkiem, że styki zostały właściwie zabetonowane (pkt.6.1). Część obciążenia przypadająca na każdą ze współpracujących płyt ustala się mnożąc wartość obciążenia liniowego przez współczynniki wpływu α_i (gdy obciążenie działa na jednej ze środkowych płyt – rys.5.1a) lub β_i (gdy obciążenie działa na skrajnej płycie stropu ze swobodną krawędzią – rys.5.1b).



Rys.5.1. Zasada ustalania współczynników wpływu przy obciążeniu liniowym [27, 28]

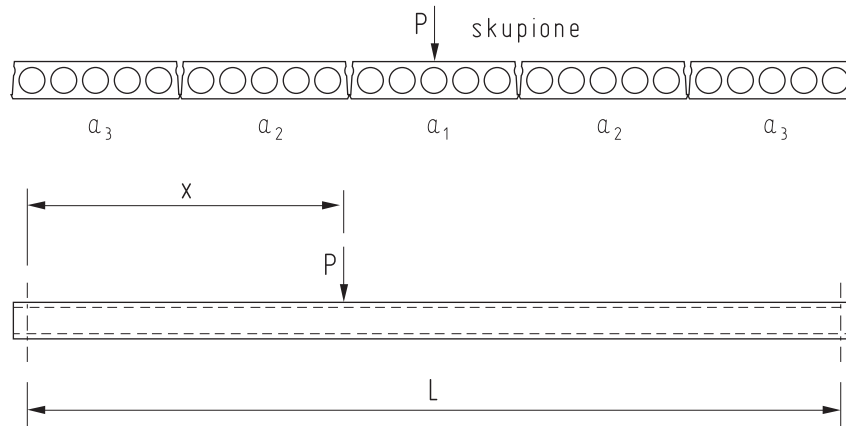
Współczynniki wpływu α_i oraz β_i określać należy na podstawie nomogramu na rys.5.2, w zależności od rozpiętości stropu.



Rys.5.2. Współczynniki wpływu α_i i β_i przy obciążeniu liniowym [22]

5.3. Współpraca płyt w przenoszeniu obciążenia skupionego

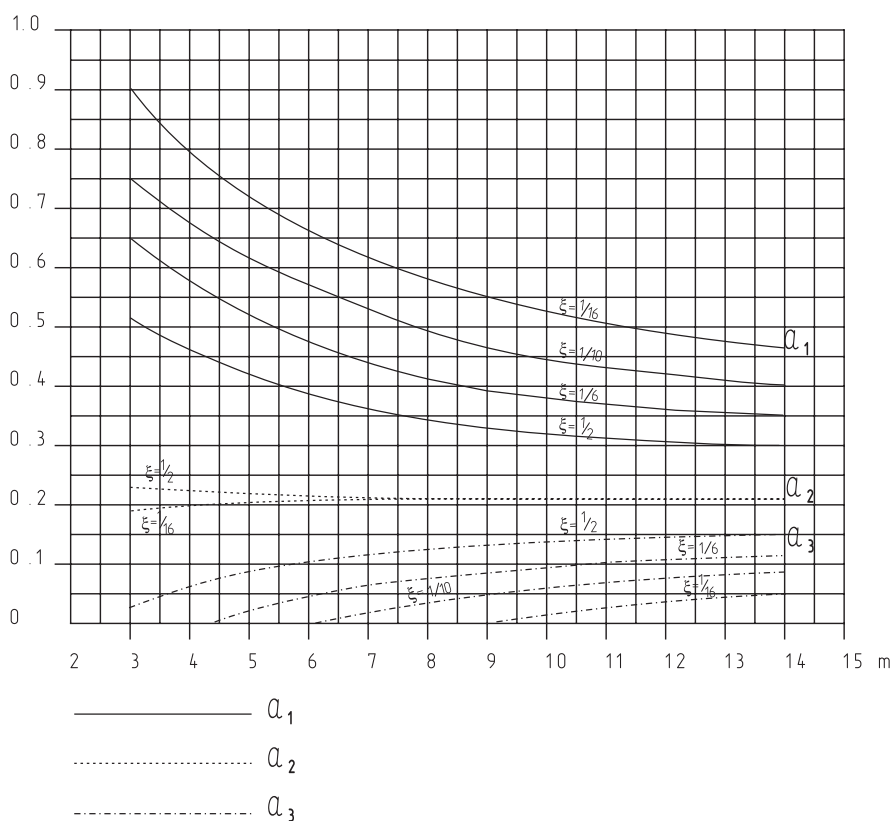
Jeśli dodatkowe obciążenie skupione występuje na płycie skrajnej, nie dopuszcza się uwzględniania współpracy z płytą sąsiednią. Należy wówczas przyjąć, że całe obciążenie skupione przeniesione jest wyłącznie przez płytę, na którą ono oddziałuje. Współpracę sąsiednich płyt w przenoszeniu obciążenia skupionego można uwzględnić, gdy obciążenie działa na jedną ze środkowych płyt stropu (rys.5.3), a styki zostały właściwie zabetonowane (pkt.6.1). Część obciążenia skupionego przejmowaną przez każdą ze współpracujących płyt ustala się mnożąc wartość obciążenia skupionego przez współczynniki wpływu α_i .



x – odległość do najbliższej podpory

Rys.5.3. Zasada ustalania współczynników wpływu przy obciążeniu skupionym [22]

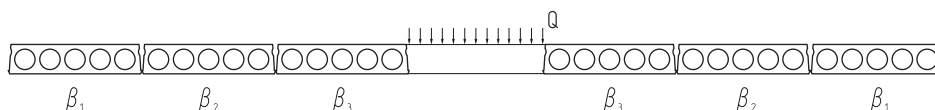
Wartości współczynników wpływu α_i ustalać należy na podstawie nomogramu na rys.5.4, w zależności od rozpiętości stropu oraz bezwymiarowej współrzędnej przyłożenia siły skupionej: $\xi = x/L$ (rys.5.3).



Rys.5.4. Współczynniki wpływu α_i przy obciążeniu skupionym [22]

5.4. Współpraca płyt w przenoszeniu obciążenia działającego na wymian

Całkowite obciążenie Q [kN] działające na stalowy wymian (pkt.2.1.3), skonstruowany z wykorzystaniem belki podporowej POK (pkt.6.2.4), przekazywane jest, co najwyżej, na trzy sąsiednie płyty po każdej stronie wymianu (rys.5.5). Obciążenie to należy uwzględnić w schemacie statycznym płyt SP jako dodatkowe obciążenie skupione, zgodnie z zasadami podanymi w pkt.2.1.3.



Rys.5.5. Zasada rozdzielania obciążenia z wymianu [22]

Wartości współczynników wpływu β_1 , β_2 i β_3 (rys.5.5) dla każdej ze współpracujących płyt należy przyjmować z tabl.5.1, w zależności od typu płyty SP.

Tabl.5.1. Współczynniki wpływu dla płyt obciążonych wymianem [22]

Typ płyty	Współczynniki wpływu		
	β_1	β_2	β_3
SP20	–	0,20	0,30
SP26.5, SP32, SP40	0,10	0,15	0,25

6. Zasady konstruowania stropów z płyt SP

6.1. Wypełnianie szczelin między płytami

Styki podłużne między płytami należy wypełniać betonem drobnoziarnistym o maksymalnym wymiarze ziaren kruszywa $d_g \leq 8$ mm, klasy co najmniej B20, o konsystencji plastycznej. Wypełnianie styku betonem powinno się odbywać w sposób ciągły na całej wysokości stropu i najlepiej na całej długości styku. Jeżeli wypełnianie styku wykonywane jest warstwami, to kolejną warstwę betonu należy ułożyć przed upływem czasu początku wiązania cementu w betonie ułożonym wcześniej, tak by była zachowana zasada ciągłości betonowania. Tylko dokładnie wypełniony styk zapewnia właściwą współpracę poprzeczną płyt w przenoszeniu obciążeń liniowych i skupionych (rozdz. 5) oraz zapobiega klawiszowaniu stropu.

Jeżeli nie przewiduje się tynkowania stropu styk należy wykończyć od dołu wg rysunku Z 4-1.

6.2. Oparcie płyt na podporach

6.2.1. Wymagania podstawowe

Płyty SP można opierać na ścianach oraz na ryglach żelbetowych i stalowych. Niezbędna szerokość podpory powinna być ustalona z uwzględnieniem minimalnej głębokości oparcia płyt i minimalnej szerokości styku poprzecznego pomiędzy powierzchniami czołowymi płyt. Należy ponadto uwzględnić tolerancje wykonania płyt (pkt.1.1) oraz dokładność tyczenia osi budynku i dokładność montażu konstrukcji.

Styk poprzeczny (wieniec) powinien mieć szerokość nie mniejszą niż 4 cm. Należy go wykonać z betonu klasy nie niższej niż B20. Głębokość oparcia płyt na podporach nie powinna być mniejsza niż:

- 1) dla płyt SP20 – 7 (4) cm,
- 2) dla płyt SP26.5 – 8 (4) cm,
- 3) dla płyt SP32 i SP40 – 10 (8) cm.

(w nawiasach podano nominalne głębokości oparcia na belkach podporowych typu POK (pkt.1.11) lub innych podciągach stalowych oraz na prefabrykowanych belkach żelbetowych z równą i gładką powierzchnią wsporną).

W budynkach o konstrukcji szkieletowej, w których płyty mają zapewnioną swobodę obrotu na podporach, podane wyżej wartości traktować należy jako minimalne, natomiast w budynkach o konstrukcji ściennej uważać je należy za nominalne i nie należy ich zwiększać, gdyż przy głębokości oparcia większej niż nominalna stopień utwierdzenia płyt w ścianach będzie większy niż przyjęty przy obliczaniu dopuszczalnego nacisku ścian $N_{s0,lim}$ (pkt.3.1). Może to doprowadzić do przedwczesnego zarysowania górnej powierzchni płyt w strefie przypodporowej i przedwczesnego wyczerpania nośności na ścinanie.

Płyty muszą być oparte równomiernie na całej długości krawędzi podporowych (po potrąceniu wycięć przypodporowych). Należy je układać na warstwie zaprawy cementowej o odpowiedniej wytrzymałości, co najmniej marki M5. Grubość warstwy zaprawy nie powinna być większa niż 1 cm. Zaleca się stosować w tym celu zaprawę o konsystencji plastycznej. Alternatywnie, w celu równomiernego rozłożenia nacisku płyt na podpory, stosować można ciągłe podkładki (taśmy) z elastycznych materiałów dopuszczone do stosowania w budownictwie. Na belkach stalowych lub innych, o gładkiej i równej powierzchni wspornej, dopuszcza się bezpośrednie opieranie płyt.

Strop z płyt SP musi być połączony konstrukcyjnie z podporami. W tym celu w każdym podłużnym styku płyt, przy podporach, umieszczać należy pręt o średnicy $\phi 10$ mm ze stali żebrowanej klasy A-II lub A-III, łączący strop z żelbetowym wieniec. Pręt powinien mieć kształt klamry, z końcami odgiętymi w dół, w taki sposób by opierał się na dolnych wrębach bocznych powierzchni płyt (pkt.6.2.2 i pkt.6.2.3).

6.2.2. Oparcie na ścianach

Płyty SP można opierać na ścianach tylko wówczas, gdy spełnione są warunki podane w rozdziale 3. Sposób skonstruowania węzła podporowego przedstawia rys.Z 4-2.

6.2.3. Oparcie na podciągach żelbetowych i stalowych

Ustroje szkieletowe są rodzajem konstrukcji, w którym płyty SP pracują optymalnie, ze względu na brak utwierdzenia na podporach. Przykładową konstrukcję węzłów podporowych przy oparciu na ryglach lub podciągach żelbetowych i sprężonych przedstawiają rysunki Z 4-3, Z 4-4 i Z 4-5, a przy oparciu na ryglach stalowych rys.Z 4-6.

W każdym przypadku wieńiec stropowy może być niezależny (niewspółpracujący) lub też zespolony z dźwigarem głównym, współpracując z nim w przenoszeniu momentów zginających. W takim przypadku zespolenie wieńca z ryglem (podciągiem) zaprojektować należy zgodnie z normą [9], przyjmując do obliczeń szerokość wieńca w świetle pomiędzy czołowymi powierzchniami płyt SP.

6.2.4. Zasady konstruowania wymianów z wykorzystaniem belek podporowych POK

Belki podporowe POK (pkt.1.11) umożliwiają podparcie płyty w sytuacji gdy – ze względu na potrzebę wykonania dużego otworu w stropie – nie można oprzeć płyty bezpośrednio na podporze.

Element stalowy POK przenosi obciążenia działające w fazie montażu stropu. Pełną nośność wymian uzyskuje po odpowiednim zbrojeniu i zabetonowaniu wszystkich styków. Płyty należy opierać na dolnej półce belki, a przestrzeń pomiędzy płytą i belką wypełnić betonem klasy co najmniej B20 wraz z podłużnymi stykami pomiędzy płytami podpieranymi na wymianie a płytami podpierającymi wymian. Styki podłużne pomiędzy płytami w pobliżu wymianu, a także spoinę przy krawędzi czołowej płyty należy zbroić minimalnym przekrojem zbrojenia. Wymagane w tym celu minimalne średnice prętów zbrojeniowych oraz zasadę konstruowania tego zbrojenia należy przyjmować zgodnie z wytycznymi producenta belek POK [28].

6.3. Zasady zestawiania stropów z płyt SP

6.3.1. Zasady ogólne

Ze względu na potrzebę stosowania w podłużnych stykach płyt prętów łączących strop z wieńcem, optymalnym jest taki układ elementów stropu, w którym w sąsiednich traktach budynku styki podłużne znajdują się naprzeciw siebie (w jednej linii). Można odstąpić od tej zasady wówczas, gdy na podporach wewnętrznych przewidziano wieńiec o szerokości co najmniej 15 cm, w którym istnieje możliwość zakotwienia prętów, w analogiczny sposób jak przy oparciu jednostronnym (rys.Z 4-2a, Z 4-3a, Z 4-4a, Z 4-5a i Z 4-6a).

6.3.2. Zasady zestawiania płyt z wycięciami

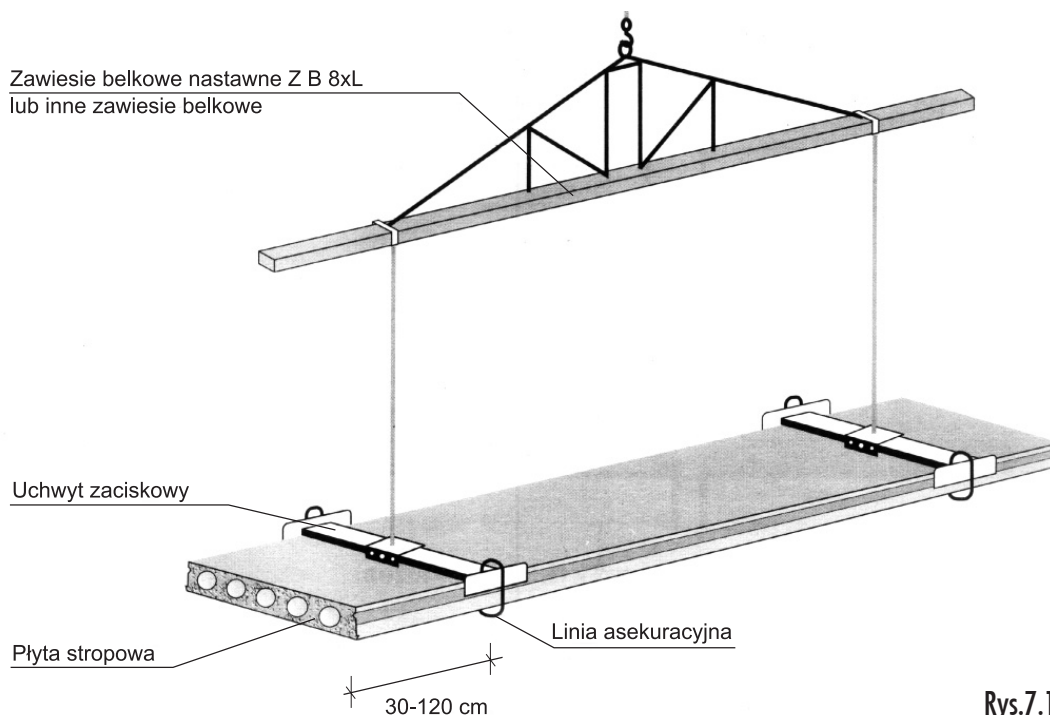
Płyty z wycięciami rodzaju Ia, Ib i III (pkt.1.8.1) można łączyć w zestawy złożone z dwóch płyt w celu uzyskania większego otworu w stropie. Nie dopuszcza się natomiast zestawiania dwóch płyt jeśli w obydwu są wycięcia rodzaju Ic lub gdy w jednej jest wycięcie rodzaju Ic, a w drugiej wycięcie rodzaju Ib. Każdy taki dwupłytowy zestaw lub pojedyncza płyta z wycięciami (każdego rodzaju) musi przylegać z obydwu stron do płyty podstawowej, tj. bez żadnych wycięć. Powyższe zasady ilustruje rys.Z 4-7.

W budynkach o konstrukcji ścianej należy ponadto przestrzegać ograniczeń podanych w pkt.3.3.

7. Składowanie, transport i montaż płyt SP

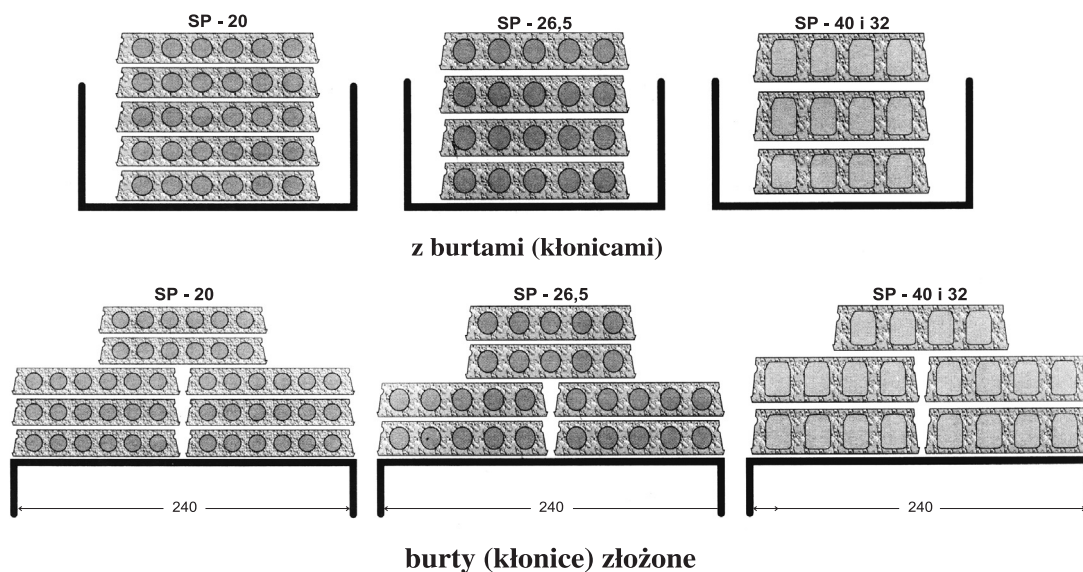
A. TRANSPORT I SKŁADOWANIE

1. Płyty strunobetonowe SP mogą być podnoszone (na każdym etapie transportu) **tylko** za pomocą specjalnych uchwytów zaciskowych lub linowych zawiesi pętlowych (zalecane dla płyt długości powyżej 13,0 m).
2. Maksymalna odległość końca zacisku lub liny do czoła **płyt zbrojonych tylko dołem** wynosi 50 cm. Przy podnoszeniu **płyt zbrojonych dołem i górną** (warianty „B” płyt SP32 i SP40) uchwyty należy umieszczać symetrycznie względem środka długości płyty w rozstawie nie mniejszym niż 12,0 m.
Jeżeli płyta posiada wycięcia przypodporowe wówczas uchwyty należy zaczepić poza strefę osłabienia tymi wycięciami.
3. Uchwyty (lub liny) należy zaczepić do trawersy belkowej – o długości zależnej od długości transportowanej płyty – w sposób zapewniający pionowe ułożenie lin i poziome płyty. Niedopuszczalne jest podnoszenie płyt SP na linach podczepionych ukośnie do powierzchni płyty
4. W czasie transportu płyty przy pomocy uchwytu zaciskowego należy stosować dodatkowe zabezpieczenie przed wypadnięciem, poprzez zapięcie liny asekuracyjnej (łańcucha).



Rys.7.1.

5. Na placu składowym płyty SP należy układać w stosach. Poszczególne warstwy należy oddzielać drewnianymi przekładkami o wymiarach: 120 x 5 x 2,5 cm (płyty SP20 i SP26.5) oraz 120 x 5 x 5 cm (płyty SP32 i SP40), umieszczonymi w odległości 20 ÷ 50 cm od czoła płyty. Przekładki w kolejnych warstwach należy umieszczać jedna nad drugą.
6. W jednym stosie mogą być układane płyty o tej samej nośności użytkowej, wysokości i rozpiętości.
7. Płyty SP mogą być transportowane samochodami o długości skrzyni ładunkowej nie krótszej niż długość elementu lub (oraz) transportem kolejowym.
8. Płyty na środkach transportowych należy układać w stosach. Poszczególne stosy należy zabezpieczyć przed zsunieniem się z platformy środka transportu.
9. Na czas transportu, poszczególne warstwy płyt w stosie należy oddzielać drewnianymi przekładkami o wymiarach 120 x 5 x 2,5 cm, rozmieszczonymi na zasadach analogicznych jak podczas składowania.
10. Załadunek płyt o niestandardowych szerokościach odbywa się przy użyciu zawiesi pasowych.



Rys.7.2. Sposób rozmieszczenia płyt SP na środkach transportu samochodowego w zależności od rodzaju powierzchni ładunkowej i wysokości prefabrykatu

B. WYKONYWANIE STROPU Z PŁYT SP

1. Płyty SP można opierać na ścianach oraz ryglach żelbetowych i stalowych. Minimalna szerokość podpory wynika z minimalnej głębokości oparcia płyt i minimalnej szerokości styłu poprzecznego pomiędzy powierzchniami czołowymi płyty.
2. Głębokość oparcia płyt na podporach nie powinna być mniejsza niż:

- 7 cm – dla płyt SP20
- 8 cm – dla płyt SP26.5
- 10 cm – dla płyt SP32 i SP40

W przypadku oparcia na belkach podporowych typu POK lub innych podciągach stalowych, nominalna głębokość oparcia wynosi:

- 4 cm – dla płyt SP20 i SP26.5
- 8 cm – dla płyt SP32 i SP40

W budynkach o konstrukcji szkieletowej, w których płyty mają zapewnioną swobodę obrotu na podporach, powyższe wartości należy traktować jako minimalne, natomiast w budynkach o konstrukcji ściennej – za nominalne i nie należy ich zwiększać.

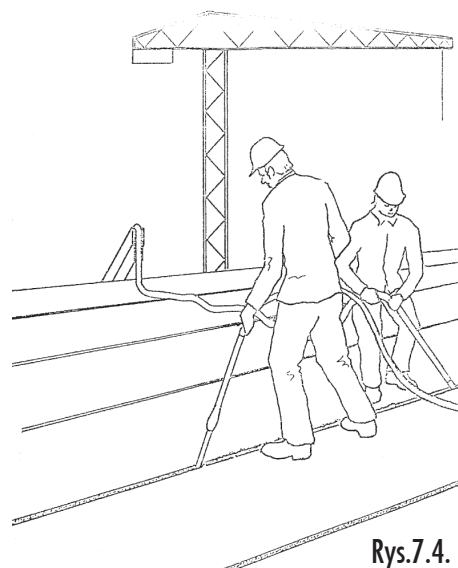
3. Płyty muszą być oparte równomiernie na całej swej szerokości. Należy je układać na warstwie zaprawy cementowej o odpowiedniej wytrzymałości, co najmniej marki M5. Grubość warstwy zaprawy nie powinna być większa niż 1 cm. Zaleca się stosować w tym celu zaprawę o konsystencji plastycznej. Alternatywnie można stosować ciągłe podkładki (taśmy) z elastycznych materiałów dopuszczone do stosowania w budownictwie dla powyższego celu. Na belkach stalowych lub innych o gładkiej i równej powierzchni (np. zatartych na gładko prefabrykowanych belkach z betonu) dopuszcza się bezpośrednie opieranie płyt, bez warstwy zaprawy.
4. Po ułożeniu płyt, przed wypełnieniem spoin i wieńców, należy wyrównać dolne powierzchnie prefabrykatów w środku ich rozpiętości (rys.7.3).
5. Styk poprzeczny (wieńiec) powinien mieć szerokość co najmniej 4 cm. Należy go wykonać z betonu klasy nie niższej niż B20.
6. Styki podłużne między płytami należy wypełniać betonem i dobrze zawibrować. Beton do wypełniania styków powinien być drobnoziarnisty, o maksy-



Rys.7.3.

malnym wymiarze ziaren kruszywa = 8 mm, klasy co najmniej B20 i konsystencji plastycznej. Wypełnianie styków powinno się odbywać w sposób ciągły na całej wysokości i długości. Dłuższe przerwy w betonowaniu są niedopuszczalne (rys.7.4).

7. W celu połączenia konstrukcyjnego stropu z płytą SP z podporami należy w każdym podłużnym styku płyty, przy podporach, umieścić pręt o średnicy \varnothing 10 mm ze stali żebrowanej klasy A-II lub A-III, łączący strop z żelbetowym wieńcem. Pręt powinien mieć kształt klamry, z końcami odgiętymi w dół, w taki sposób by opierał się na dolnych wrębach bocznych powierzchni płyty.
8. W przypadku występowania na dolnej powierzchni prefabrykatów przebarwień mineralnych lub (i) drobnych pęcherzyków powietrza (dopuszczalnych z uwagi na technologię wykonania) – w celu ujednoczenia faktury i koloru zaleca się szpachlowanie lub malowanie egalizacyjne dolnej powierzchni płyty.



Rys.7.4.

C. WARUNKI BEZPIECZEŃSTWA MONTAŻU

1. Prace montażowe należy prowadzić na podstawie dokumentacji projektowej, z zachowaniem warunków bezpieczeństwa, określonych ogólnymi przepisami BHP oraz warunków wynikających z przepisów szczegółowych.
Brygada montażowa powinna zwracać uwagę na to, by:
 - a) montaż prefabrykatów odbywał się zgodnie z dokumentacją projektową,
 - b) do montażu były stosowane urządzenia montażowe atestowane zgodnie z dokumentacją projektową.
2. Wbudowywać należy tylko prefabrykaty zaopatrzone w atest producenta, będące w stanie technicznym nie budzącym żadnych wątpliwości (bez zarysowań, ubytków, itp.), zgodnie z przeznaczeniem określonym w dokumentacji projektowej.
3. Prefabrykaty należy podnosić wyłącznie w pozycji poziomej. Płyty pełne za pomocą specjalnych szcęk i trawersy, a płyty „cięte” na atestowanych pasach i trawersą. Podnoszenie przy skośnym naciąganiu liny lub przesuwaniu przy pomocy obrotu wysięgnika jest niedopuszczalne.
4. W czasie podnoszenia i przenoszenia prefabrykatów nikomu nie wolno znajdować się pod wysięgnikiem i zawieszonym elementem.
5. W przypadku konieczności wykonywania robót montażowych przy świetle sztucznym powinno być zapewnione oświetlenie: miejsca pracy – min. 100 luksów, oraz miejsca pobierania elementów – min. 50 luksów.
6. Prowadzenie montażu jest zabronione:
 - przy szybkości wiatru powyżej 10 m/s,
 - przy widoczności poniżej 30 m,
 - w czasie opadów atmosferycznych i śnieżyca,
 - przy oblodzonych pomostach,
 - w temperaturze otoczenia poniżej -10°C .
7. Montaż konstrukcji budynku powinien odbywać się w temperaturze otoczenia powyżej 0°C . W przypadku występowania temperatur niższych, dopuszcza się montaż przy zachowaniu specjalnych warunków, określonych w „Wytycznych wykonywania robót budowlano-montażowych w okresie obniżonych temperatur”, opracowanych przez Instytut Techniki Budowlanej, a wydanych przez ITB w 1971 r.
8. Przy montażu w okresie obniżonych temperatur należy dodatkowo przestrzegać następujących warunków:
 - oczyszczać ze śniegu i oblodzenia oraz posypywać piaskiem stanowiska pracy, przejścia oraz drogi ewakuacyjne,
 - odpowiednio ustawić i zabezpieczyć wszelkie urządzenia grzewcze,
 - wzmocnić nadzór nad robotami montażowymi.
9. Wszyscy pracownicy są obowiązani do natychmiastowego zgłaszania bezpośrednio przełożonemu dostrzeżonych wad konstrukcji, urządzeń itp. mogących zagrażać bezpieczeństwu konstrukcji lub pracowników.
10. Bezpośrednio po montażu płyt stropowych powinno się zabezpieczyć wszelkie otwory za pomocą pokryw, przykrywających całą powierzchnię otworu, które mogą przenieść obciążenie człowieka z narzędziami.

8. Uwagi końcowe

8.1. Przeznaczenie i zakres stosowania wytycznych

Niniejsze opracowanie stanowi materiał do projektowania stropów ze strunobetonowych, kanałowych płyt SP, produkowanych przez P.P.B. „PREFABET-BIAŁE BŁOTA” S.A. Opracowanie nie może stanowić podstawy do projektowania stropów z płyt wytwarzanych przez innych producentów.

8.2. Materiały źródłowe wykorzystane w opracowaniu

Merytoryczną podstawą wykonania niniejszego opracowania są następujące publikacje naukowo-techniczne, normy i dokumenty:

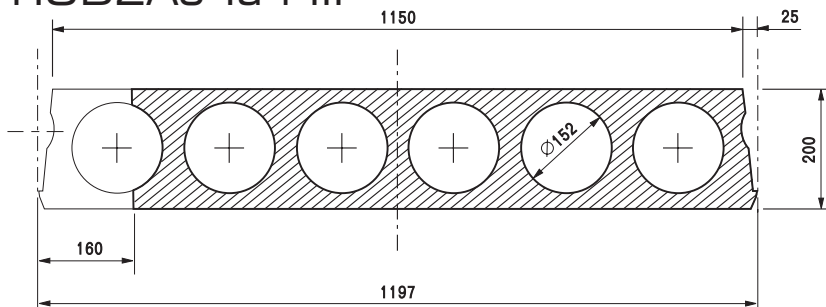
- [1] Ajdukiewicz A., Mames J.: Betonowe konstrukcje sprężone, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2001
- [2] Ajdukiewicz A., Mames J.: Konstrukcje z betonu sprężonego, Wydawnictwo Polski Cement, Kraków 2004
- [3] Buettner D.R., Becker R.J.: Manual for the design of hollow core slabs, Precast/Prestressed Concrete Institute, Chicago 1998
- [4] Mianowski K.: Praca naukowo-badawcza 16/KS-48/74, część I, Płyty z wycięciami, ITB Warszawa 1977
- [5] Mianowski K.: Praca naukowo-badawcza 16/KS-48/74, część II, Płyty utwierdzone, ITB, Warszawa 1977
- [6] Mianowski K.: Praca naukowo-badawcza 16/KS-48/74, część II, Wytrzymałość płyt w warunkach połączonego działania momentu zginającego i siły poprzecznej, ITB, Warszawa 1977
- [7] Mianowski K., Sikora J.: Wybrane zagadnienia z dziedziny wytrzymałości stropów SP, ITB, Warszawa 1983
- [8] PN-90/B-03000 Projekty budowlane. Obliczenia statyczne
- [9] PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie (ze zmianami)
- [10] PN-92/B-03380 Elementy prefabrykowane z betonu. Płyty stropowe płaskie
- [11] PN-76/B-03001 Konstrukcje i podłoża budowli. Ogólne zasady obliczeń
- [12] PN-82/B-02000 Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości
- [13] PN-82/B-02001 Obciążenia budowli. Obciążenia stałe
- [14] PN-82/B-02003 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe
- [15] PN-EN 206-1:2003 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność (ze zmianami)
- [16] Aprobata Techniczna ITB nr AT-15-5162/2001 Stalowe sploty sprężające FONTAINUNION GROUPE TREFILEUROPE, ITB, Warszawa 2001
- [17] Aprobata Techniczna ITB nr AT-15-4432/2001 Sploty sprężające FUNDIA Y1770S7-12,5 i FUNDIA Y1860S7-12,5, ITB, Warszawa 2001
- [18] Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu – część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
- [19] Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-2: General rules – Structural fire design, March 2004
- [20] EN 1168:2003 Precast concrete products – Hollow core slabs
- [21] Instrukcja ITB nr 221: Wytyczne oceny odporności ogniowej elementów konstrukcji budowlanych
- [22] FIP Recommendations: Precast prestressed hollow core floors, Thomas Telford, London 1988
- [23] FIP Guide to Good Practice: Special design considerations for precast prestressed hollow core floors, FIB (CEB-FIP) 1999
- [24] Troszczyński G.: Projekt techniczny strunobetonowych, kanałowych płyt stropowych SP20, Biuro konstrukcyjne „Steelco”, Projekt nr T-059A, Wrocław 2005 (maszynopis)
- [25] Troszczyński G.: Projekt techniczny strunobetonowych, kanałowych płyt stropowych SP26.5, Biuro konstrukcyjne „Steelco”, Projekt nr T-059B, Wrocław 2005 (maszynopis)
- [26] Troszczyński G.: Projekt techniczny strunobetonowych, kanałowych płyt stropowych SP32, Biuro konstrukcyjne „Steelco”, Projekt nr T-059C, Wrocław 2005 (maszynopis)
- [27] Troszczyński G.: Projekt techniczny strunobetonowych, kanałowych płyt stropowych SP40, Biuro konstrukcyjne „Steelco”, Projekt nr T-059D, Wrocław 2005 (maszynopis)
- [28] Ontelolaatan kannake „POK”, Betoniyhdistyksen kayttoseloste nro 127
- [29] Troszczyński G.: Projekt techniczny strunobetonowych płyt stropowych SP26.5/R120, Biuro konstrukcyjne „Steelco”, Projekt Nr T-081/A, Wrocław 2007
- [30] Troszczyński G.: Projekt techniczny strunobetonowych płyt stropowych SP32/R120, Biuro konstrukcyjne „Steelco”, Projekt Nr T-081/B, Wrocław 2007

- [31] Troszczyński G.: Projekt techniczny strunobetonowych płyt stropowych SP41/8/R120, Biuro konstrukcyjne „Steelco”, Projekt Nr T-085/A, Wrocław 2008
- [32] Troszczyński G.: Projekt techniczny strunobetonowych płyt stropowych SP41/14/R120, Biuro konstrukcyjne „Steelco”, Projekt Nr T-081/D, Wrocław 2008
- [33] Troszczyński G.: Projekt techniczny strunobetonowych płyt stropowych SP41/16/R120, Biuro konstrukcyjne „Steelco”, Projekt Nr T-085/B, Wrocław 2008

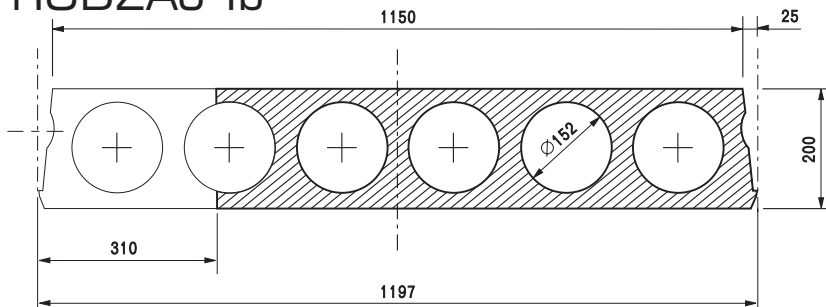
9. Zestawienie rysunków projektowych

Wycięcia w płytach SP20 (dotyczy wszystkich wariantów zbrojenia)

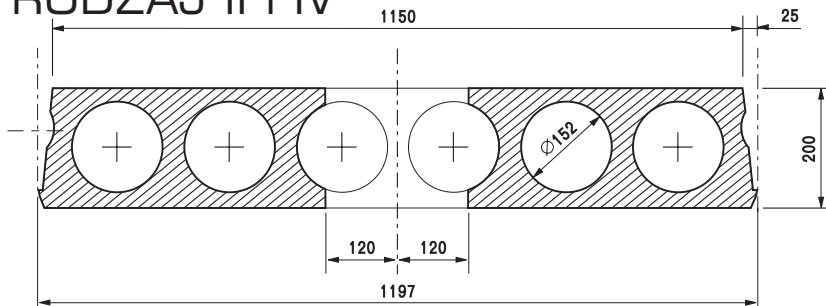
RODZAJ Ia i III



RODZAJ Ib



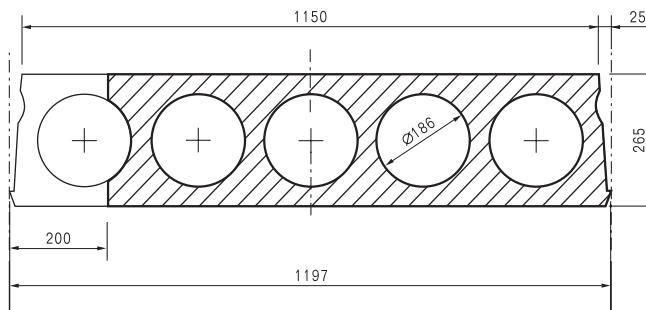
RODZAJ II i IV



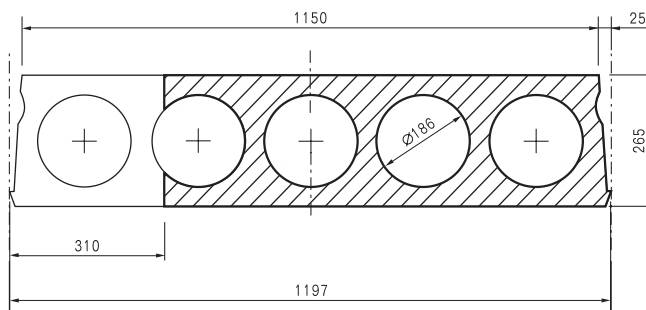
Rys. Z 1-2

Wycięcia w płytach SP26.5 (dotyczy wszystkich wariantów zbrojenia)

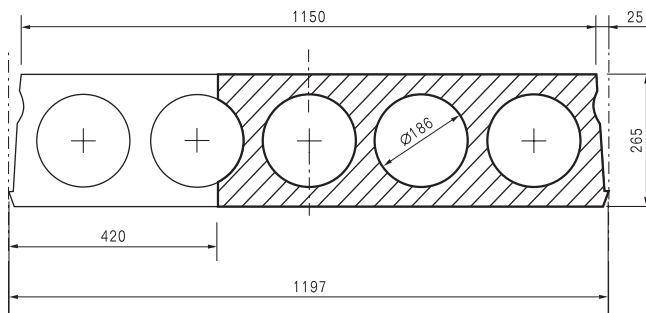
RODZAJ Ia i III



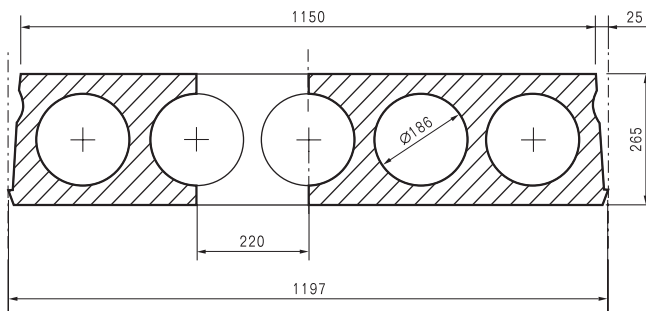
RODZAJ Ib



RODZAJ Ic



RODZAJ II i IV

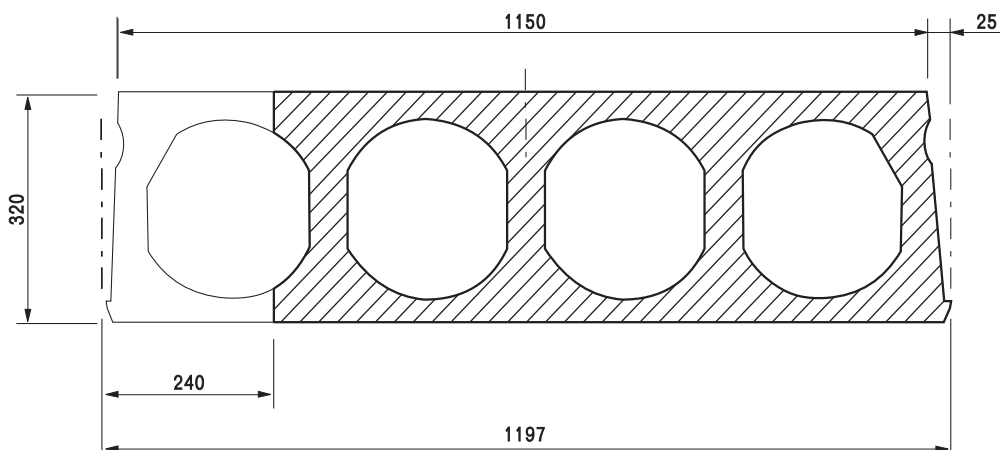


Rys. Z 1-3

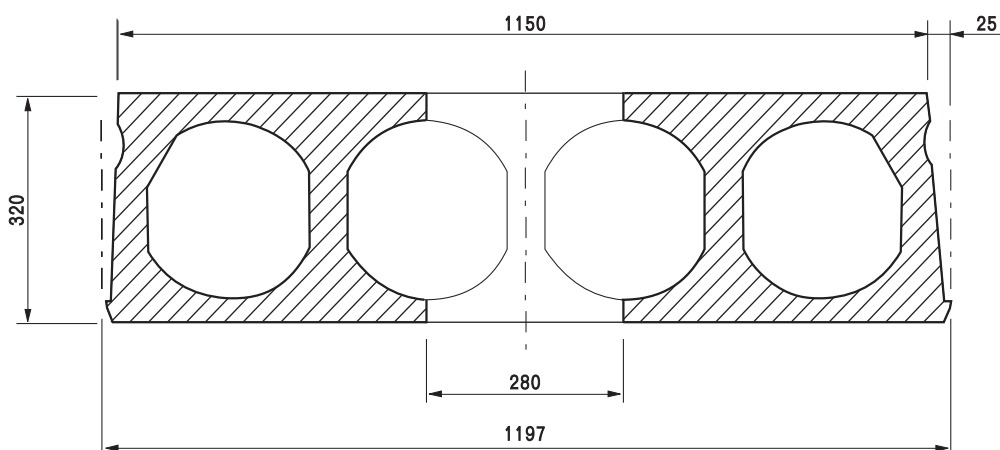
Wycięcia w płytach SP32

(dotyczy wszystkich wariantów zbrojenia)

RODZAJ Ia i III



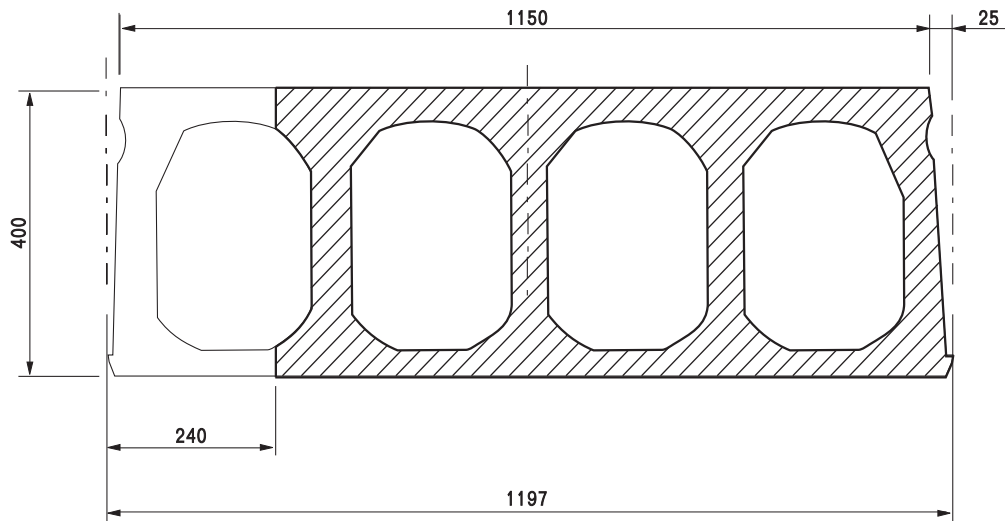
RODZAJ II i IV



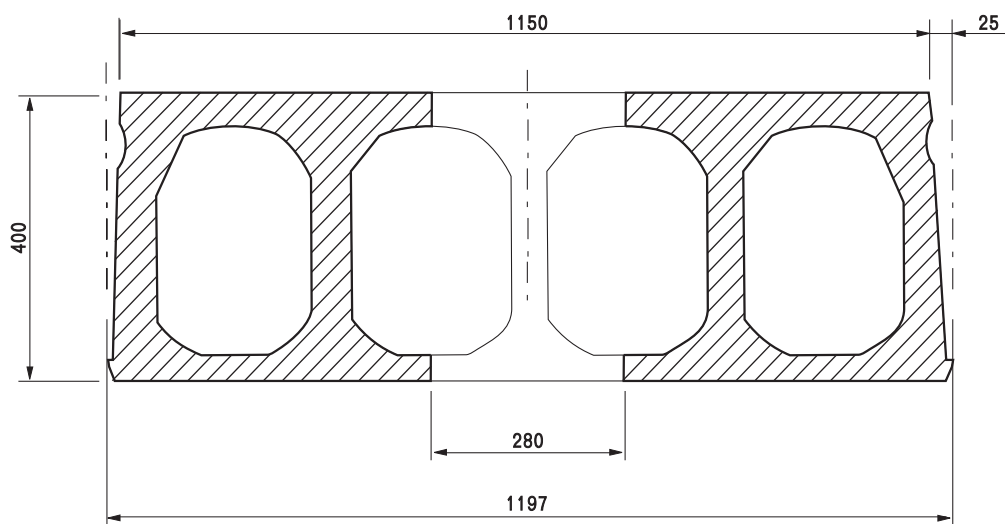
Rys. Z 1-4

Wycięcia w płytach SP40 (dotyczy wszystkich wariantów zbrojenia)

RODZAJ Ia i III



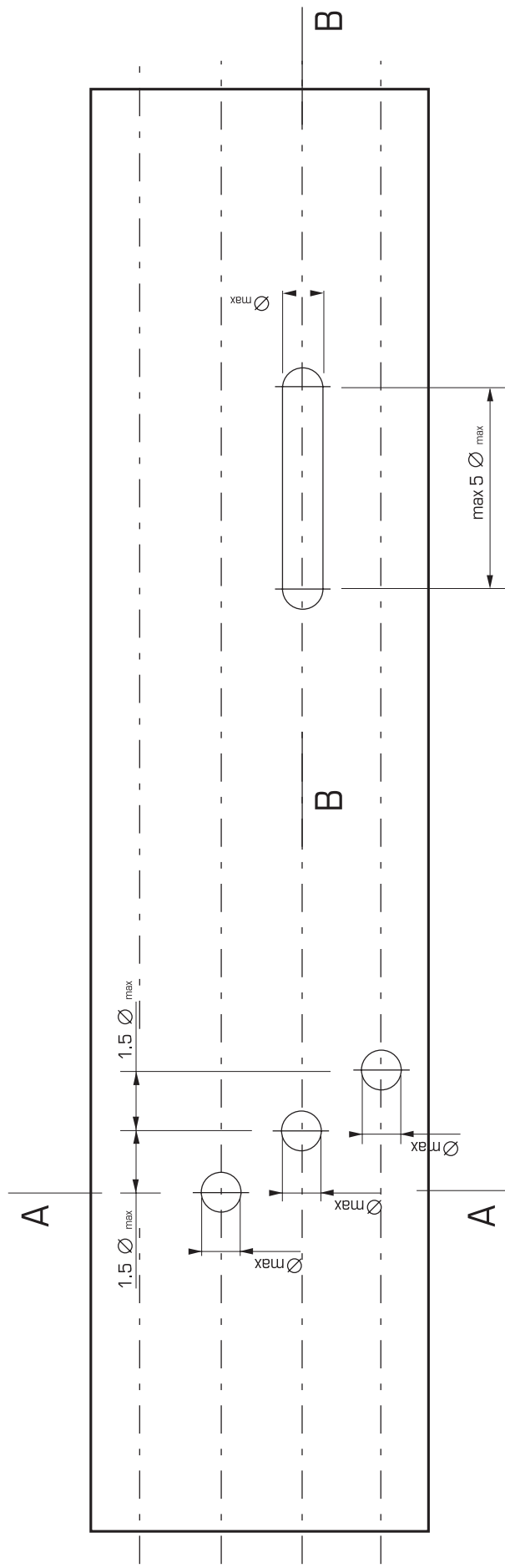
RODZAJ II i IV



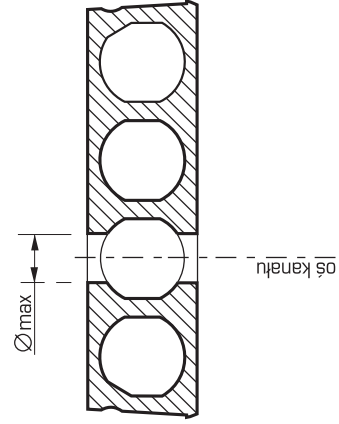
Rys. Z 1-5

Rozmieszczanie otworów

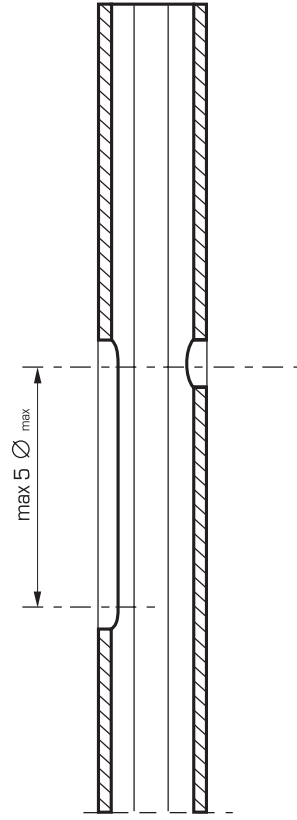
(dotyczy wszystkich typów płyt SP)



RODZAJ A-A



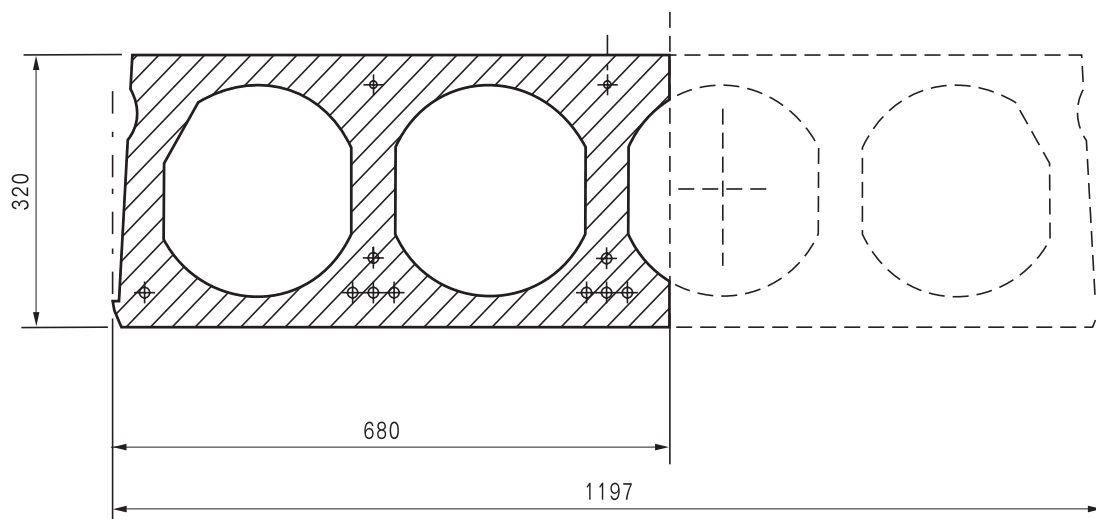
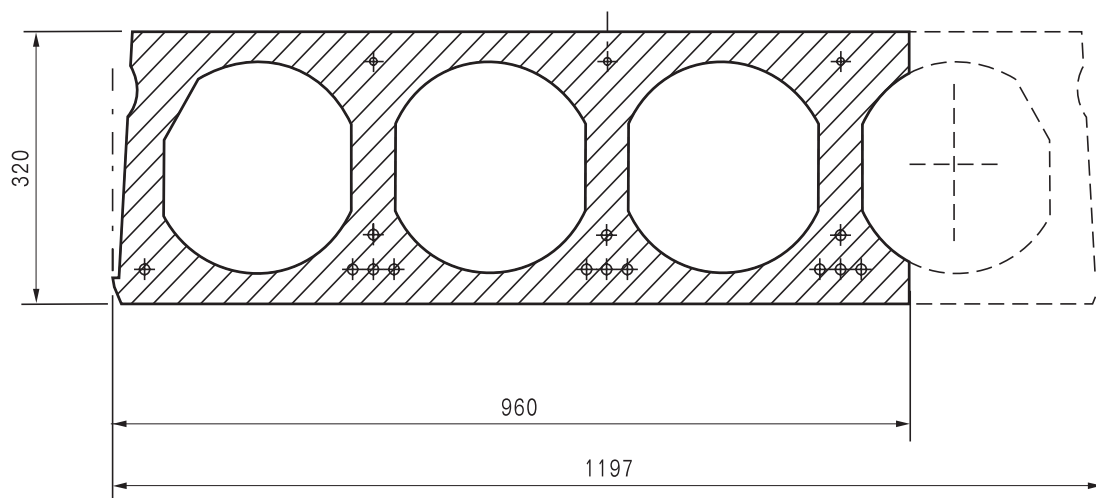
RODZAJ B-B



Rys. Z 2-1

Płyta SP32

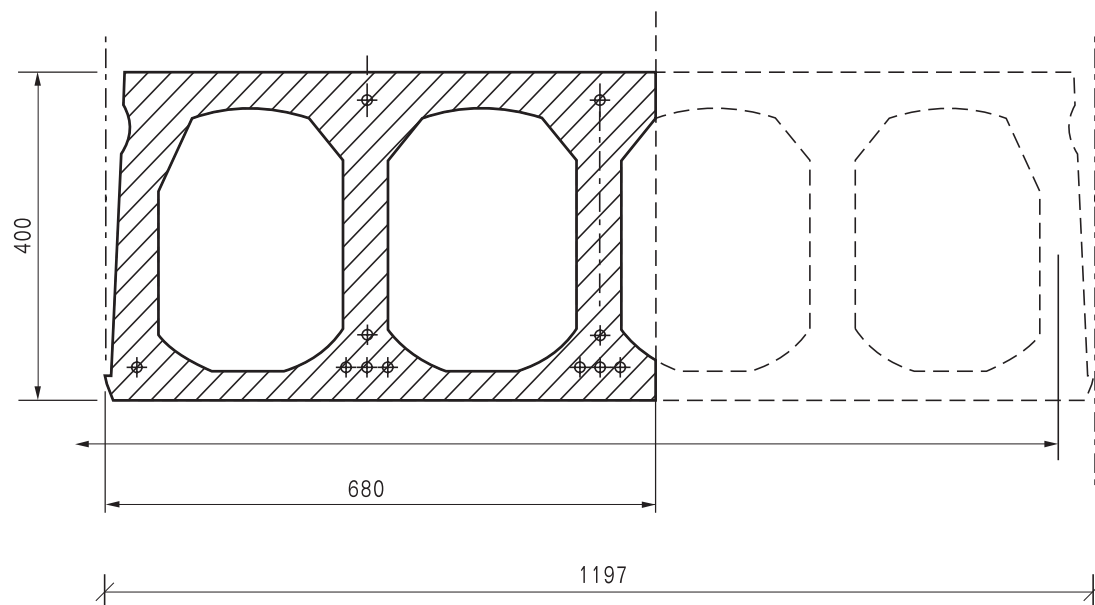
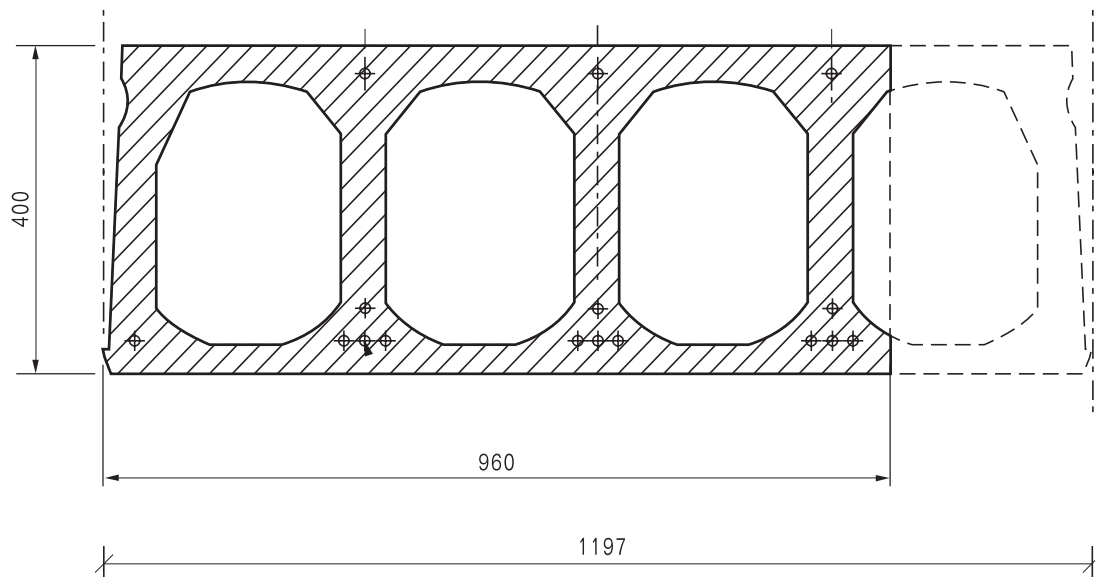
(dotyczy wszystkich wariantów zbrojenia)



Rys. Z 3-1

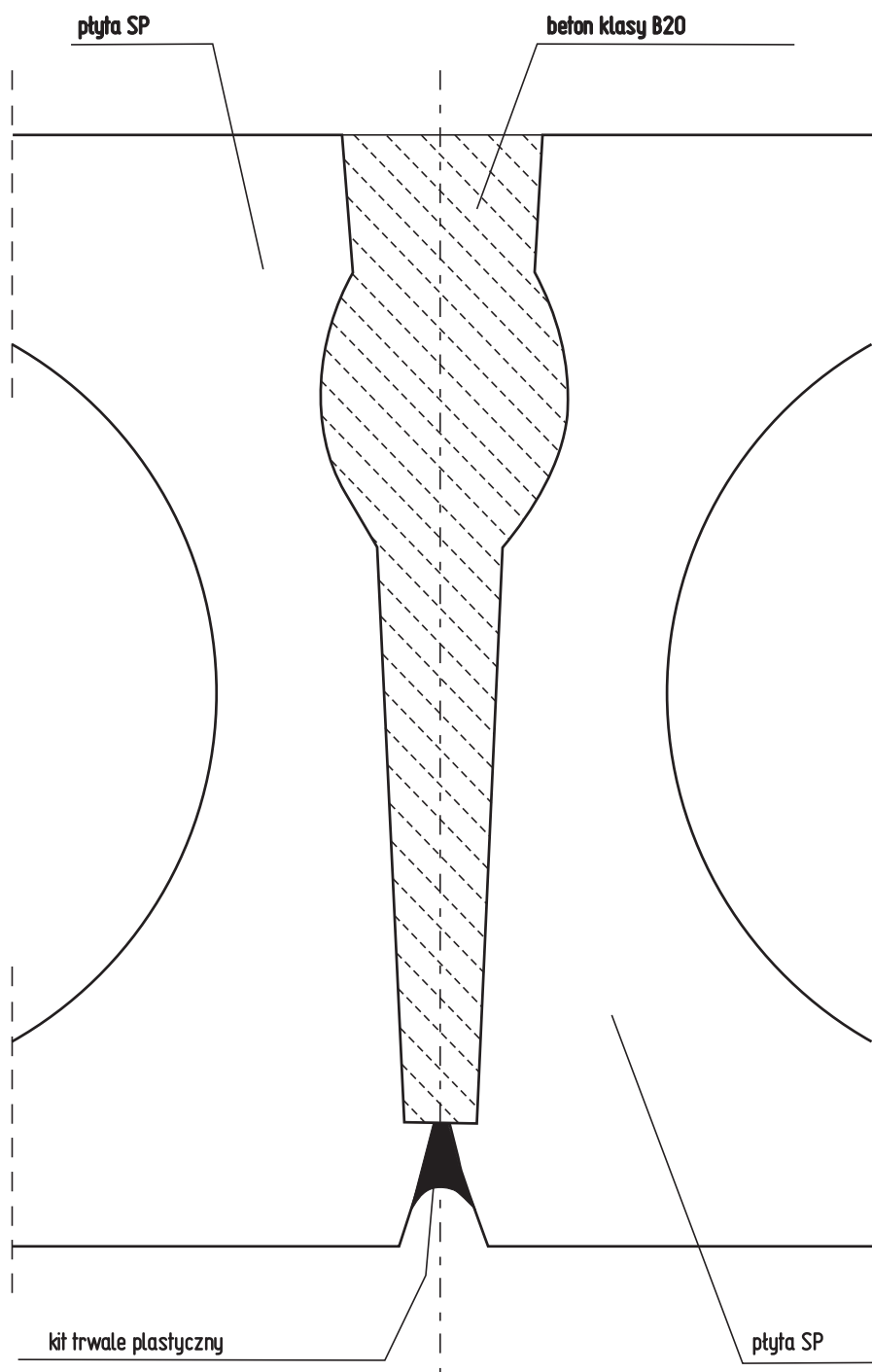
Płyta SP40

(dotyczy wszystkich wariantów zbrojenia)



Rys. Z 3-2

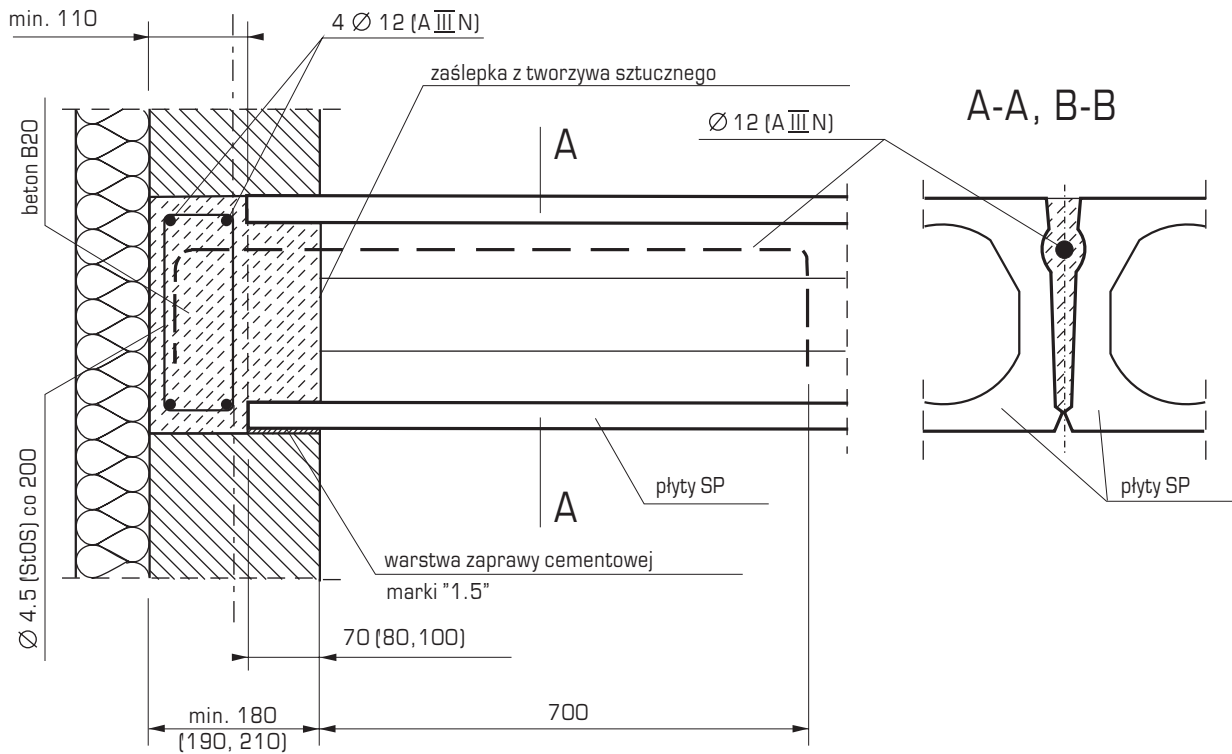
Wypełnienie styku podłużnego płyt SP



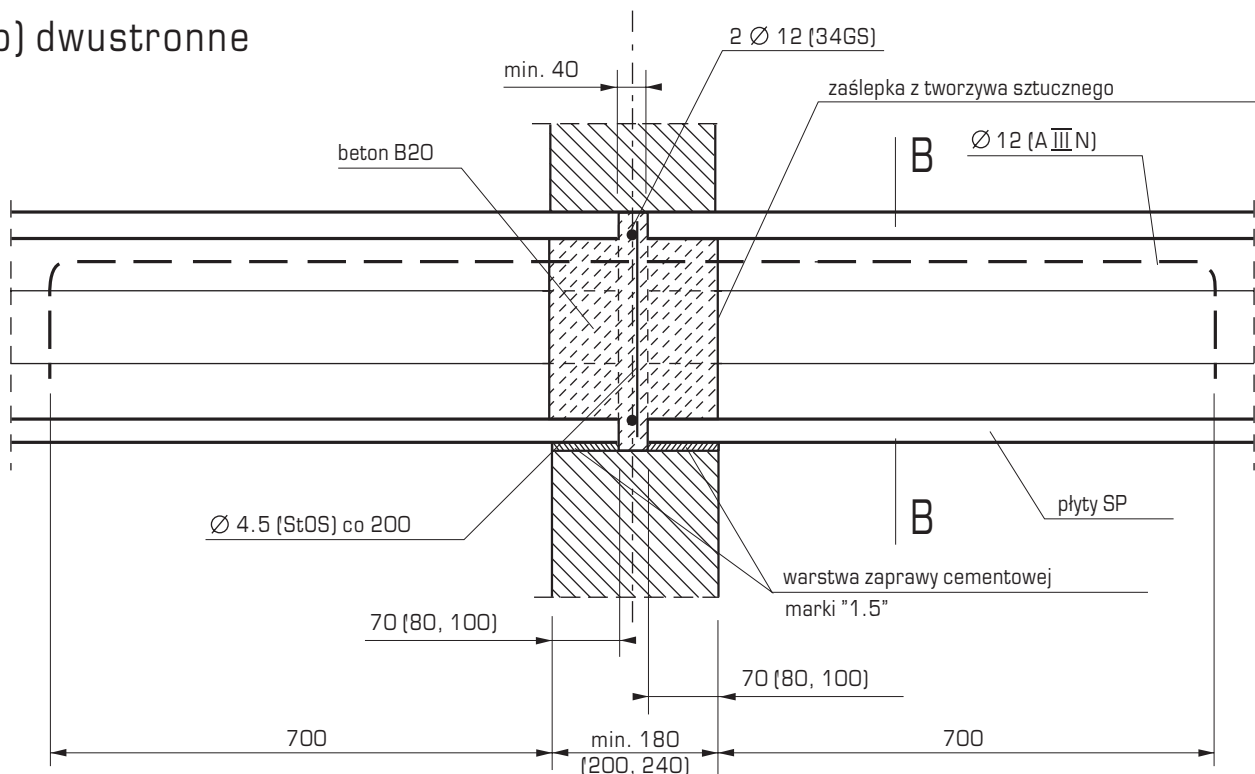
Rys. Z 4-1

Oparcie płyt SP na ścianach

a) jednostronne



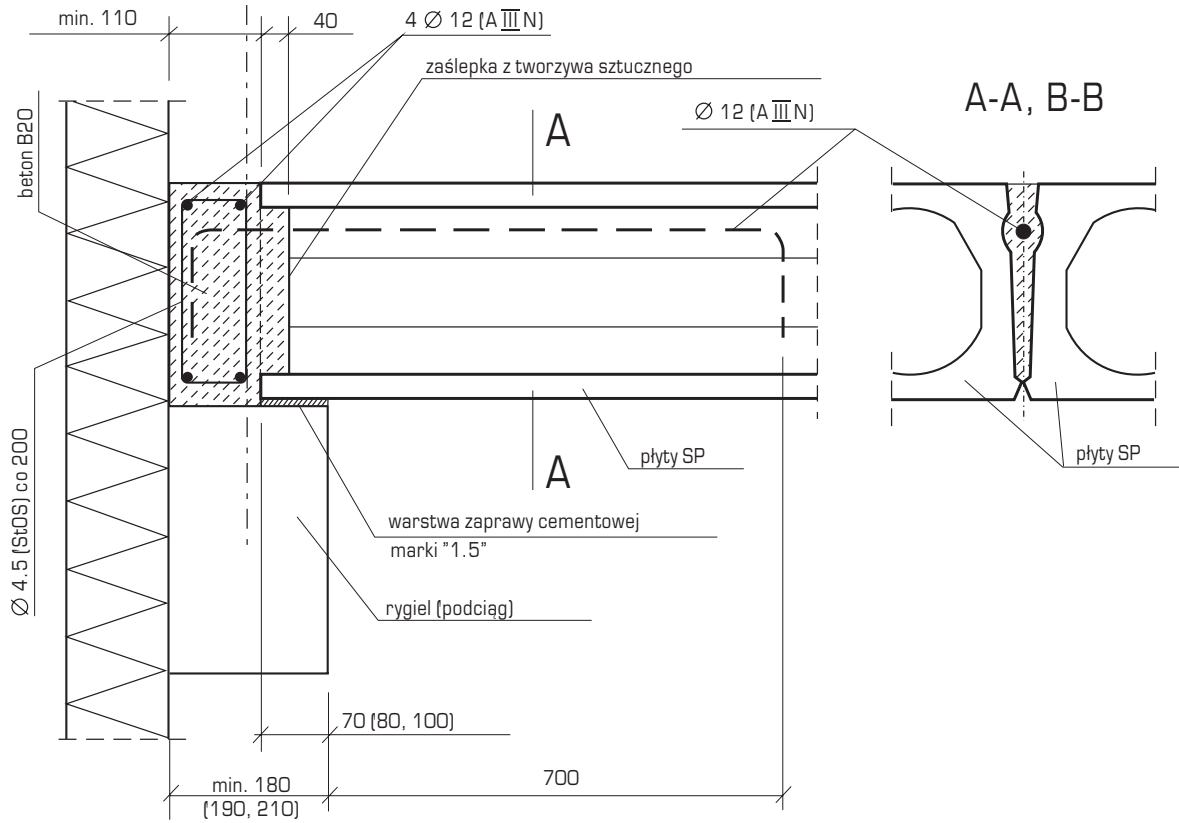
b) dwustronne



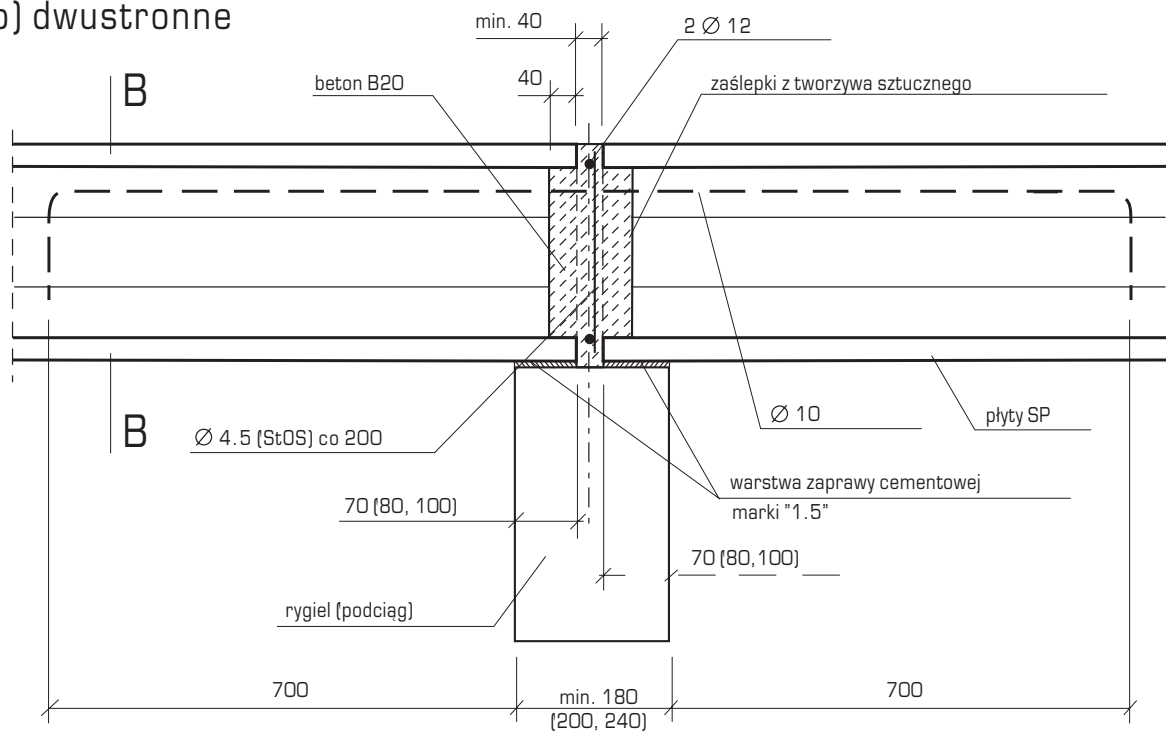
Rys. Z 4-2

Oparcie płyt SP na ryglach żelbetowych (z wieńcem niewspółpracującym)

a) jednostronne



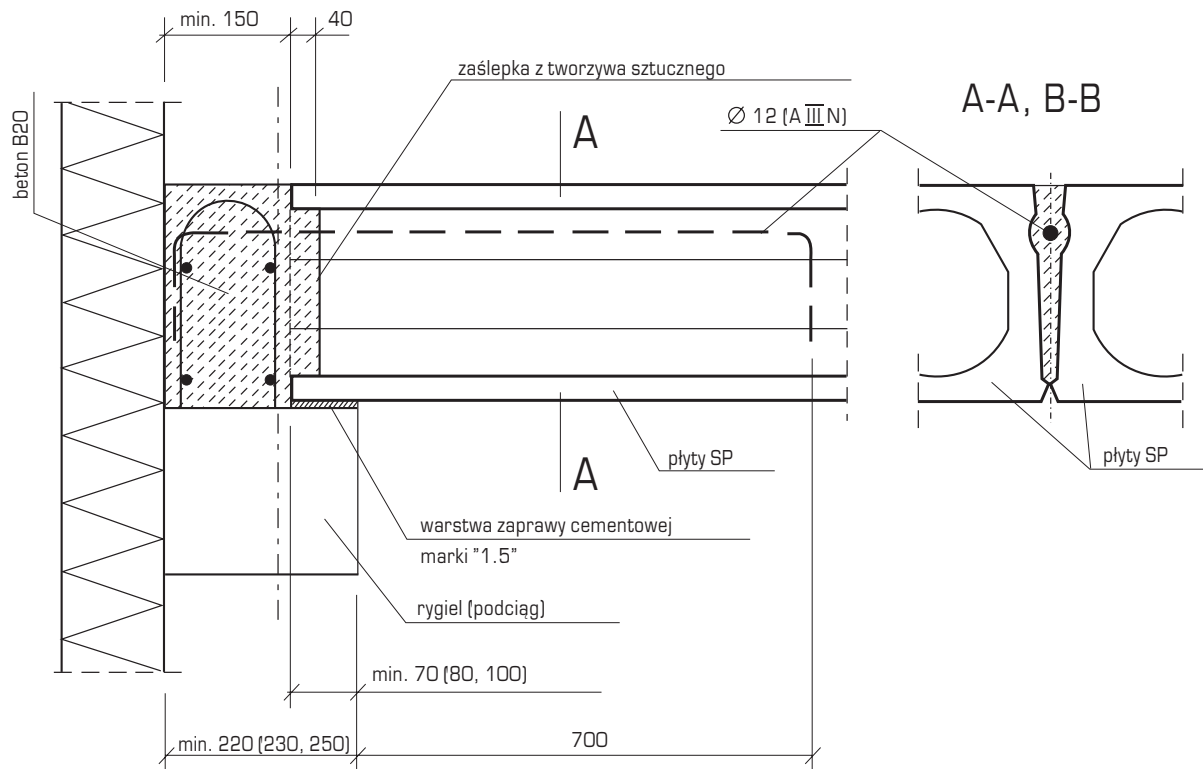
b) dwustronne



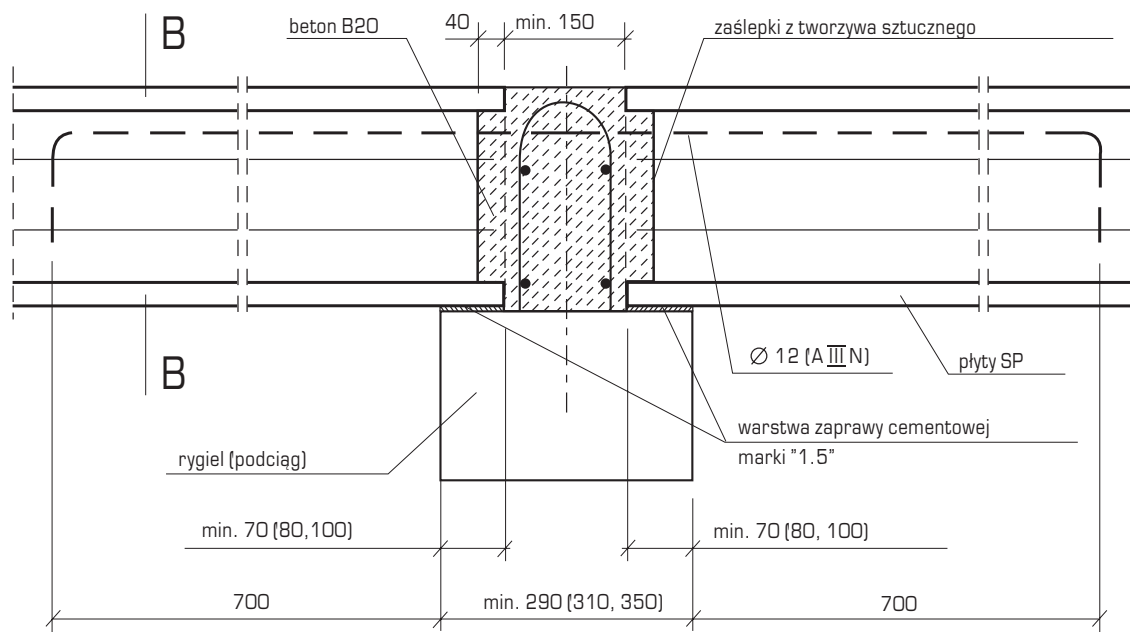
Rys. Z 4-3

Oparcie płyt SP na ryglach żelbetowych (z wieńcem zespolonym)

a) jednostronne



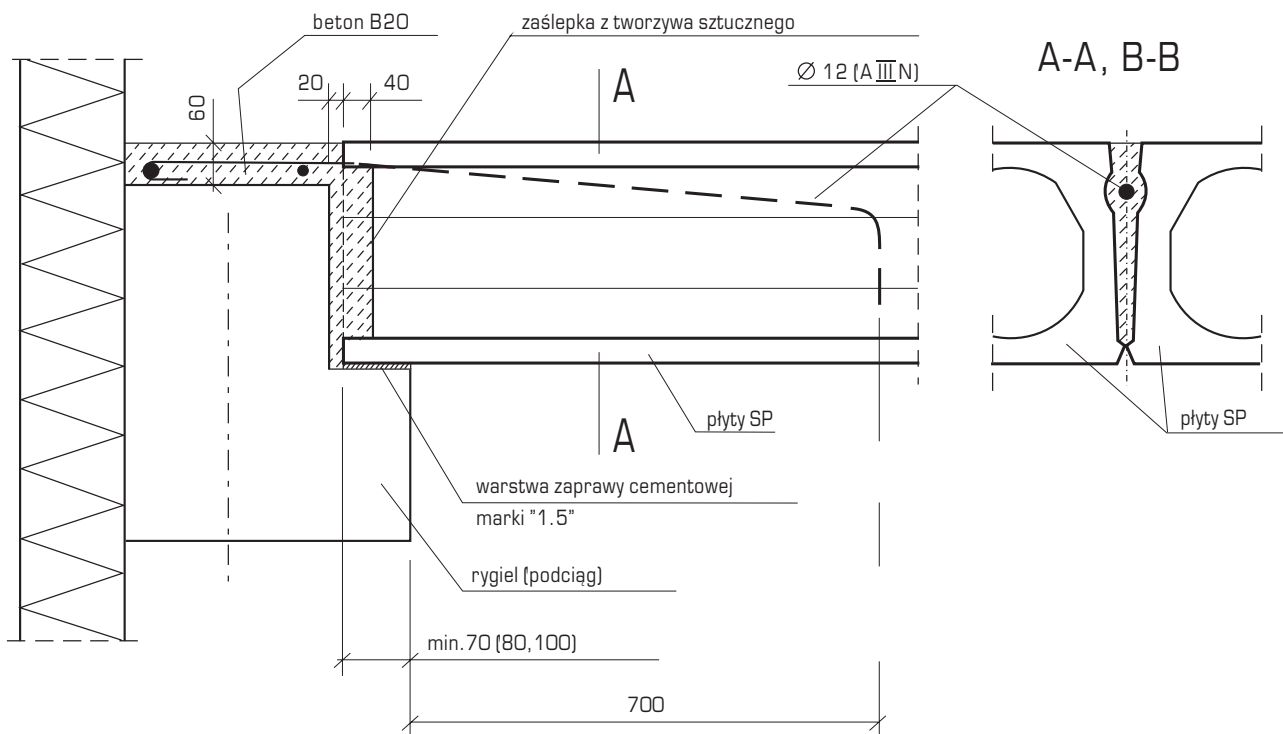
b) dwustronne



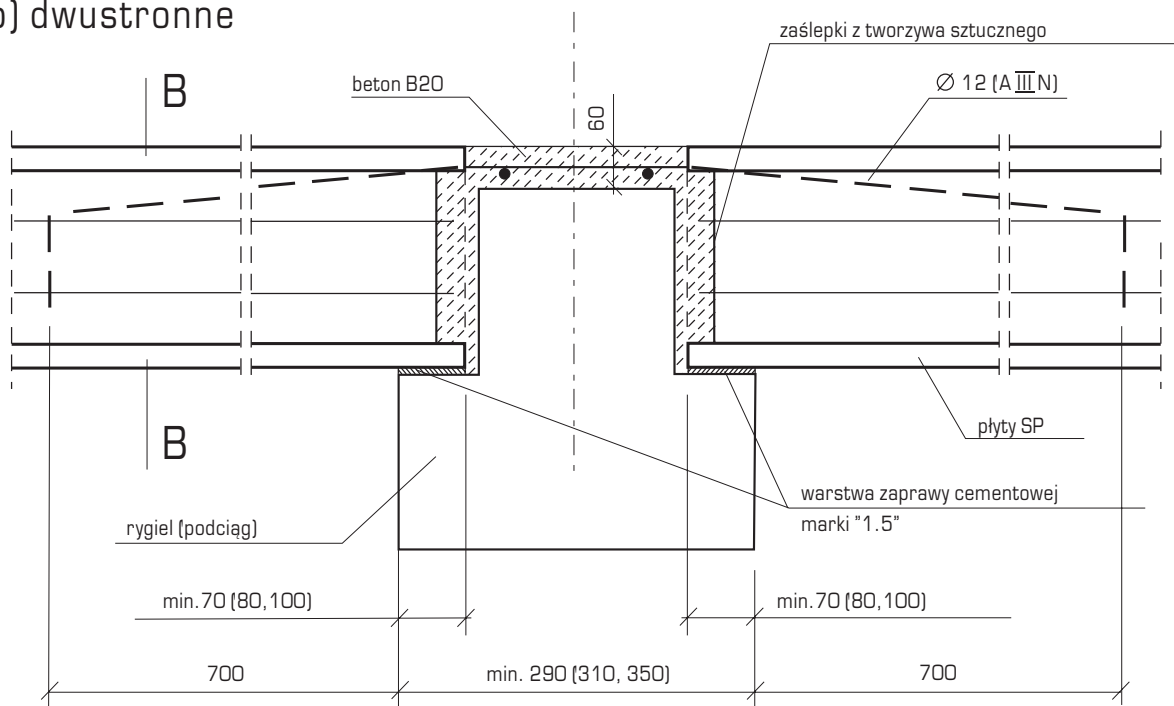
Rys. Z 4-4

Oparcie płyt SP na ryglach żelbetowych (o przekroju teowym)

a) jednostronne

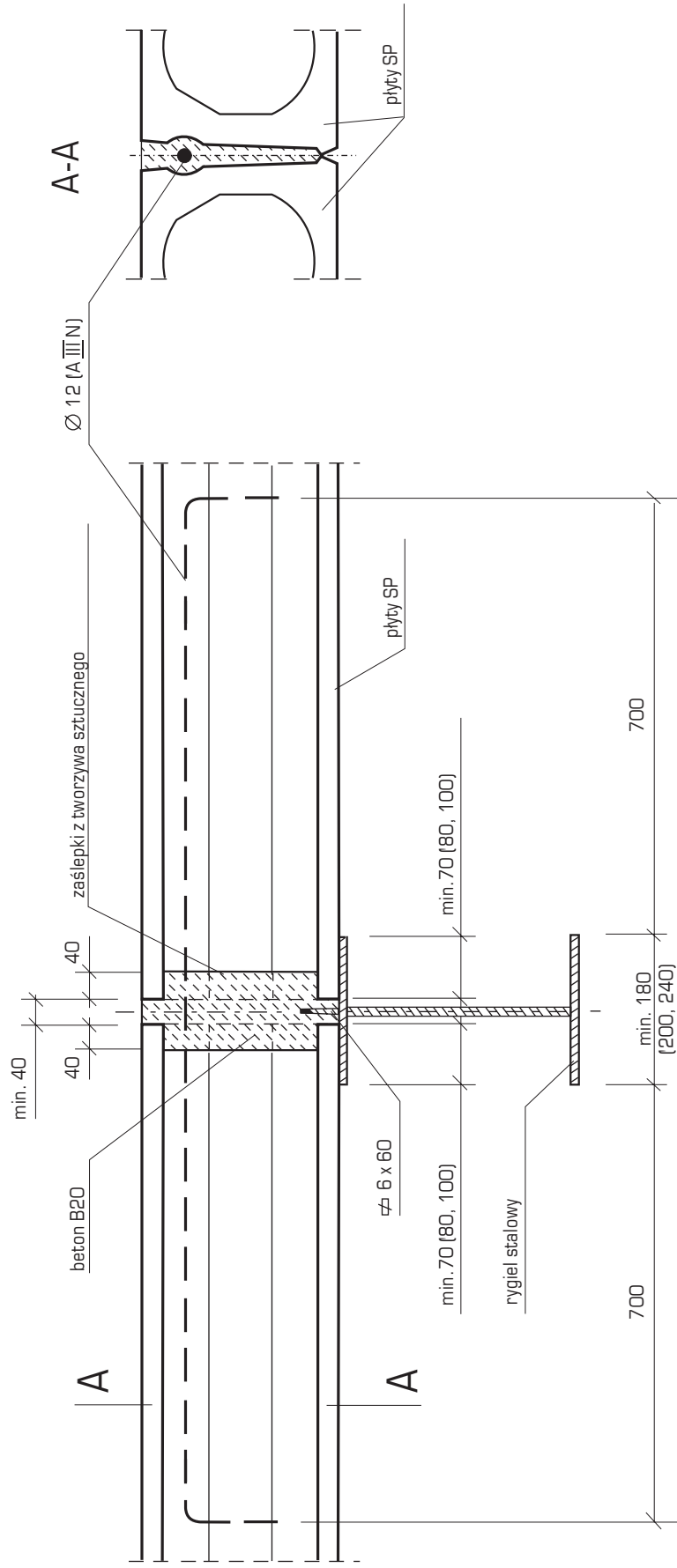


b) dwustronne



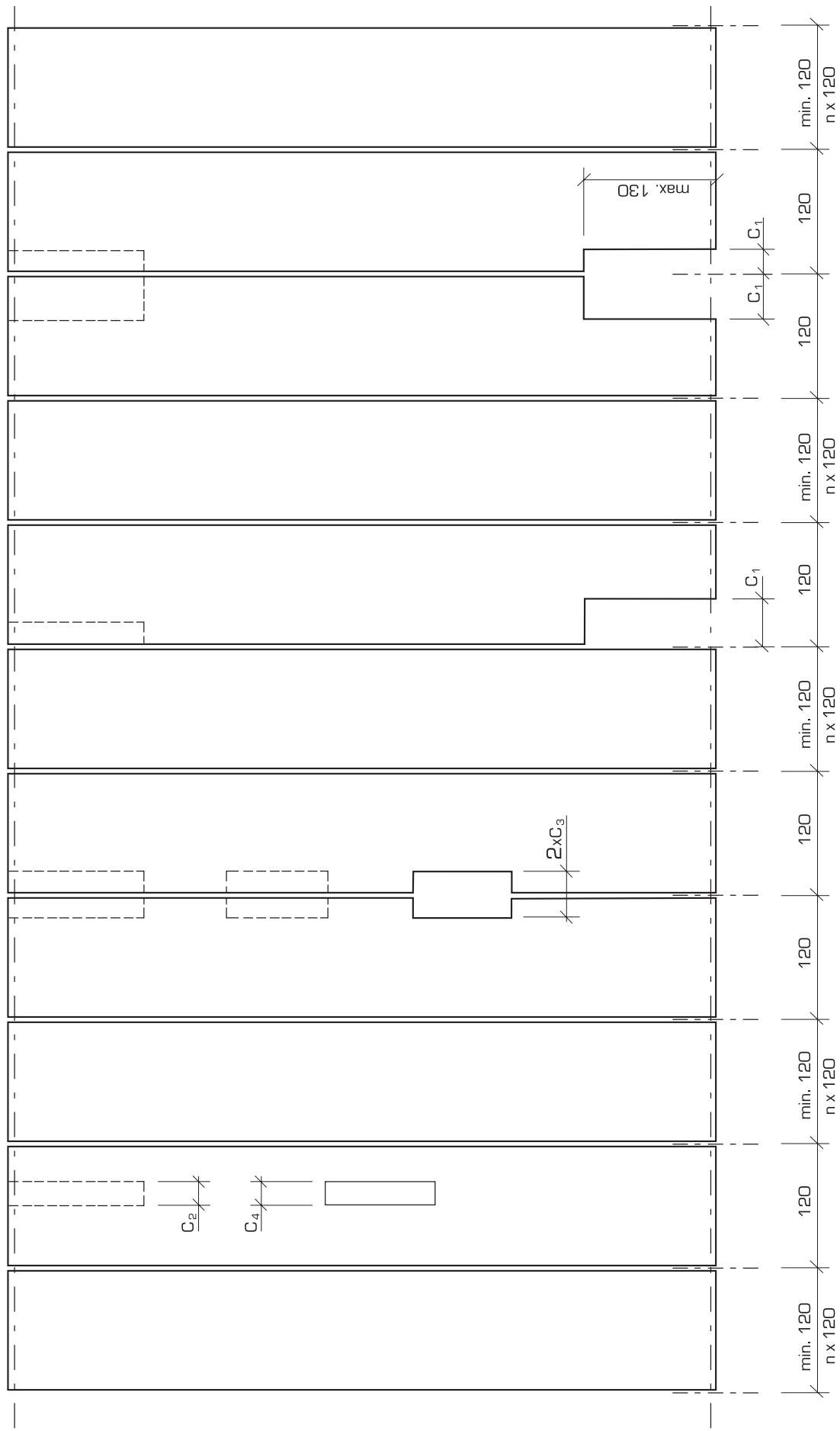
Rys. Z 4-5

Oparcie płyt SP na ryglach stalowych



Rys. Z 4-6

Zasady zestawienia stropów z płyt SP



Rys. Z 4-7