



LTBETON

Poradnik projektanta

LT Beton

Załącze 25, 63-900 Rawicz

+48 693 110 663

www.ltbeton.pl

biuro@ltbeton.pl

Spis treści

1. LITERATURA	3
2. OTWORY, CIĘCIE I TRANSPORT	3
2.1. Wykonywanie otworów	3
2.2. Wykonywanie wycięć w zakładzie prefabrykacji	3
2.3. Cięcie płyt wzdłuż	5
2.4. Cięcie ukośne płyt	6
2.5. Warunki składowania i transportu	6
3. CHARAKTERYSTYKA PŁYT STROPOWYCH	7
3.1. Płyty sprężone PKS 150 R60	7
3.2. Płyty sprężone PKS 190 R60	9
3.3. Płyty sprężone PKS 250 R60	11
4. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE	13
4.1. Informacje ogólne	13
4.2. Wyniki obliczeń statyczno-wytrzymałościowych	14
4.3. Tablice nośności	15
4.4. PŁYTY OBCIĄŻONE NIERÓWNOMIERNIE – ZASADY DOBORU	34
5. KONSTRUOWANIE PODPÓR	38

Poradnik został przygotowany przez:



www.regenproject.com

1. LITERATURA

- [1] PN-EN 1990:2002 – Eurokod. Podstawy projektowania konstrukcji.
- [2] PN-EN 1992-1-1:2008 – Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
- [3] PN-EN 1992-1-2:2008 – Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-2: Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe
- [4] PN-EN 13369:2013-09 – Wspólne wymagania dla prefabrykatów betonowych
- [5] PN-EN 1168+A3:2011 – Prefabrykaty z betonu – Płyty kanałowe
- [6] PN-EN 206:2014-04 – Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- [7] A. Łapko, B. Ch. Jensen: Podstawy projektowania i algorytmy obliczeń konstrukcji żelbetowych, Arkady, Warszawa 2005
- [8] J. Kobiak., W. Stachurski.: *Konstrukcje żelbetowe t. 1 + 4*. Arkady, Warszawa 1984, 1991
- [9] W. Starosolski: *Konstrukcje żelbetowe wg PN-B-03264:2002 i Eurokodu 2, T. I, II, III*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006-2007
- [10] W. Starosolski: *Stropy prefabrykowane cz. 1 + 5*, Przegląd Budowlany, maj-listopad 2003
- [11] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 roku ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych.
- [12] A. Ajdukiewicz, J. Mames: *Betonowe konstrukcje sprężone*, wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004.

2. OTWORY, CIĘCIE I TRANSPORT

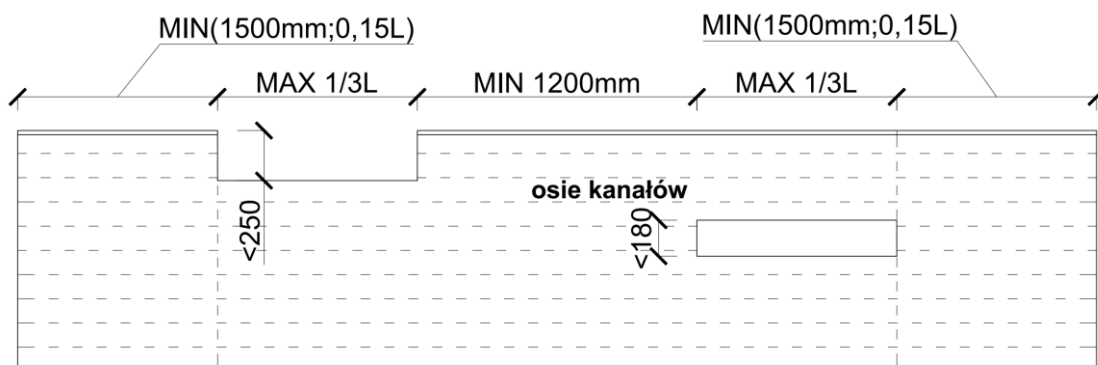
2.1. Wykonywanie otworów

W projektowanych płytach stropowych dopuszcza się wykonywanie otworów o ograniczonej średnicy, jak również wycięć przypodporowych oraz przeszłowych. Otwory należy definiować jako pionowe przebiccia w płycie, w wyniku którego nie zostaje naruszony żaden ze środników. Otwory można wykonywać na budowie techniką wiercenia. Maksymalna średnica otworu w płytach o wysokości 150 mm, 190 mm oraz 250 mm to 60 mm. Każdorazowo należy jednak pamiętać, by nie naruszyć cięgien sprężających. W przypadku konieczności przeprowadzenia przewodów instalacyjnych w strefie środkowej płyty zaleca się wykonanie wycięć w zakładzie prefabrykacji.

2.2. Wykonywanie wycięć w zakładzie prefabrykacji

Wycięcia w płytach stropowych powinny być wykonywane wyłącznie w zakładzie prefabrykacji zgodnie z wytycznymi zawartymi w dokumentacji. Długość wycięcia przeszłowego nie może przekraczać 1/3 rozpiętości płyty. W płytach PKS wycięcia wewnętrzne, przeszłowe należy wykonywać w środku szerokości przekroju. Dopuszcza się projektowanie więcej niż jednego wycięcia – np. krawędziowego i wewnątrz płyty – ale należy zachować minimalny odstęp 1200 mm pomiędzy zakończeniem i początkiem następnego.

W płytach PKS (150, 190 i 250) wycięcie przeszłowe może mieć maksymalną szerokość 180 mm, jednak wtedy powinno ono być zlokalizowane w środku przekroju płyty i może naruszyć maksymalnie tylko jedno z żeber (najlepiej te, w którym nie rozmieszczono cięgna sprężającego). Szerokość wycięcia bocznego w płytach PKS nie powinna przekraczać 250 mm. Typowe lokalizacje wycięć przeszłowych dla płyt PKS zostały przedstawione na rysunku 4.2.



Rys. 2.1. Zasady rozmieszczania wycięć przęsłowych w płytach PKS (150, 190 i 250)

W wyjątkowych sytuacjach dopuszcza się wykonywanie większych wycięć, jak również bardziej złożonych otworów. Płyty z wycięciami powinny jednak stanowić przedmiot indywidualnego projektu, a ich produkcja powinna odbywać się na podstawie rysunków konstrukcyjnych.

Wycięcia podporowe w płytach PKS należy wykonywać z dużą rozwagą, ponieważ znacząco ograniczają one nośność płyty na ścinanie w najbardziej newralgicznej pod tym względem strefie. Przy jednej podporze można wykonać maksymalnie jedno wycięcie. Jeżeli natomiast przy jednej podporze występuje wycięcie podporowe boczne, to przy drugiej nie można wykonać wycięcia podporowego wewnętrznego. Dla wszystkich typów płyt PKS maksymalna długość wycięcia podporowego nie może przekraczać 1300 mm. Wycięcia wewnątrz płyty należy wykonywać w środku szerokości przekroju, naruszając co najwyżej jedno żebro. Maksymalna szerokość wycięcia podporowego bocznego w płytach PKS to 250 mm. Maksymalna szerokość wycięcia podporowego wewnętrznego w płytach PKS to 180 mm.

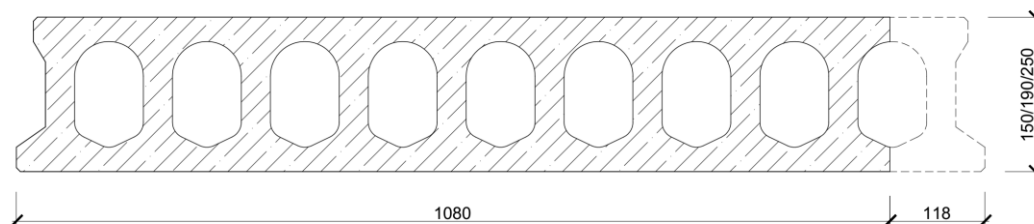


Rys. 2.2. Zasady rozmieszczania wycięć podporowych w płytach PKS (150, 190 i 250)

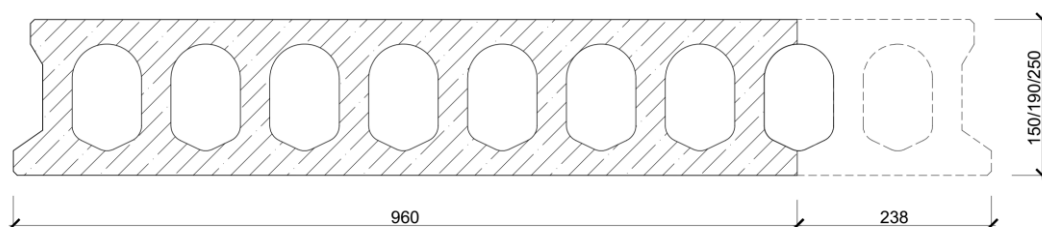
Wycięcia przęsłowe krawędziowe można łączyć z wycięciami podporowymi bocznymi pod warunkiem, że odstęp między tymi wycięciami, mierzonymi wzdłuż płyty, wynosi co najmniej 1200 mm. Dopuszcza się również jednoczesne wykonywanie wycięć przęsłowych wewnątrz płyty i na podporze wewnątrz płyty, jeśli zostanie zachowana odległość większa niż 1200 mm. Wycięcia krawędziowe podporowe i przęsłowe nie mogą być wykonywane po obu stronach płyty jednocześnie – dozwolone jest osłabienie tylko jednej krawędzi płyty.

2.3. Cięcie płyt wzdłuż

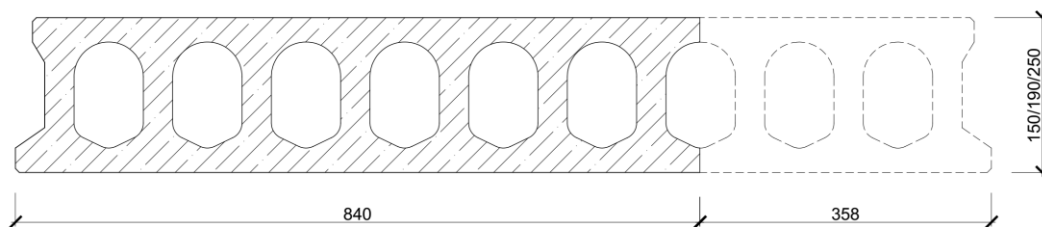
Dopuszczalne jest cięcie płyt stropowych wzdłuż. Można w ten sposób uzyskać płyty stropowe PKS 150, PKS 190 i PKS 250 o szerokości modularnej mniejszej niż 1200 mm. Cięcia należy dokonywać wzdłuż osi jednego z kanałów. Nie dopuszcza się cięcia wzdłużnego poza zakładem prefabrykacji, a także wykonywania żadnych wycięć w tak ukształtowanych płytach stropowych. Każdorazowo możliwość wycięcia należy skonsultować z projektantem konstruktorem.



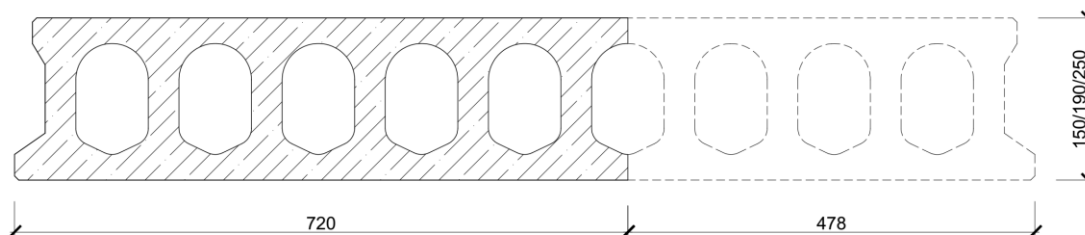
Rys. 2.3. Płyta PKS 150/190/250 cięta wzdłuż – szerokość 1080 mm



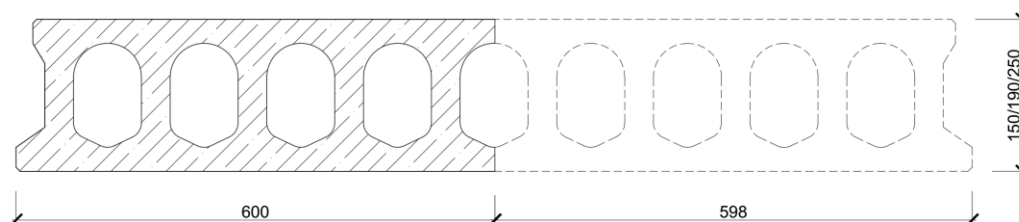
Rys. 2.4. Płyta PKS 150/190/250 cięta wzdłuż – szerokość 960 mm



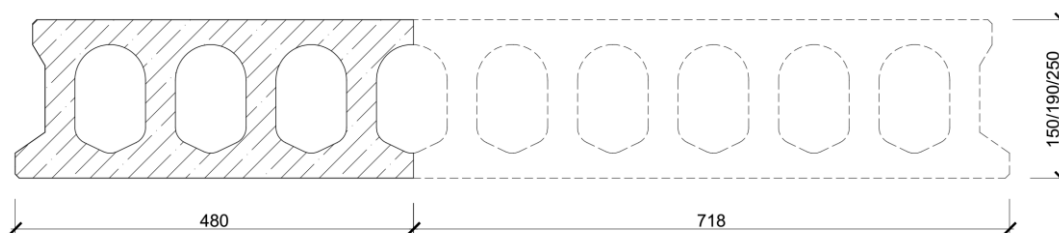
Rys. 2.5. Płyta PKS 150/190/250 cięta wzdłuż – szerokość 840 mm



Rys. 2.6. Płyta PKS 150/190/250 cięta wzdłuż – szerokość 720 mm



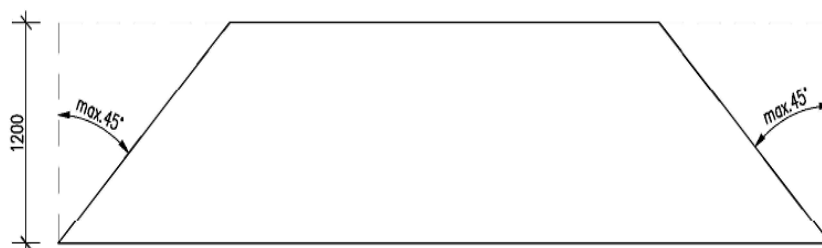
Rys. 2.7. Płyta PKS 150/190/250 cięta wzdłuż – szerokość 600 mm



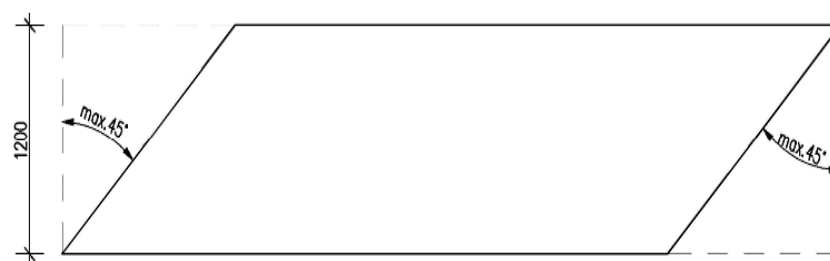
Rys. 2.8. Płyta PKS 150/190/250 cięta wzdłuż – szerokość 480 mm

2.4. Cięcie ukośne płyt

W przypadkach, w których osie podpór stropu nie są do siebie równoległe, a co za tym idzie – nie są prostopadłe do kierunku oparcia stropu, dopuszcza się wykonanie płyt stropowych sprężonych ciętych ukośnie. W takich płytach nie dopuszcza się jednak wykonywania wycięć podporowych oraz przęsłowych. Kąt cięcia względem płyty standardowej nie powinien przekraczać 45 stopni.



Rys. 2.9. Płyta stropowa cięta ukośnie – wycięcie od strony tej samej krawędzi płyty



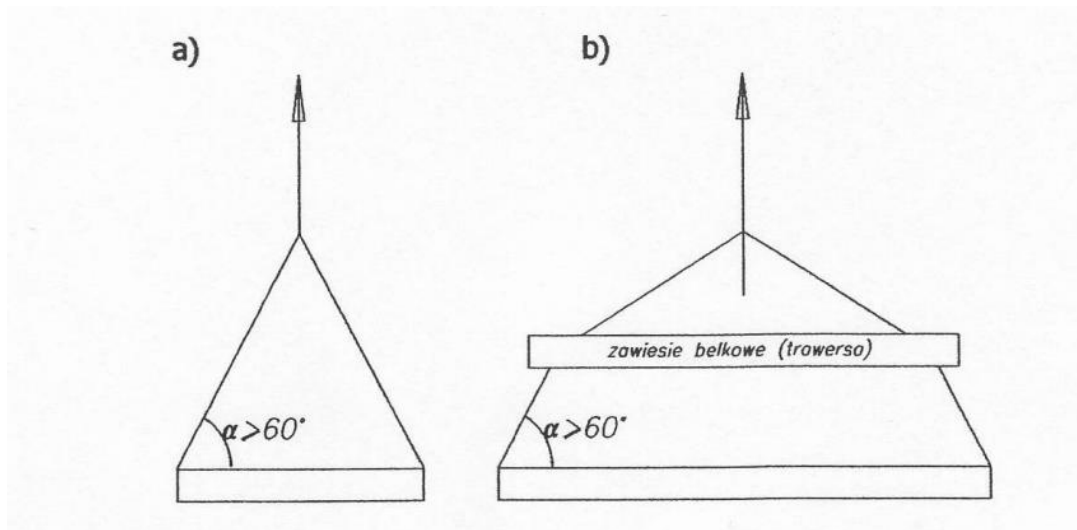
Rys. 2.10. Płyta stropowa cięta ukośnie – wycięcie od strony obu krawędzi płyty

2.5. Warunki składowania i transportu

Płyty powinny być składowane na stosach w pozycji wbudowania – poziomej. Na jednym stosie należy składować płyty o jednakowej długości, a liczba płyt leżąca w stosie nie powinna przekraczać 10 sztuk. Poszczególne płyty należy przedzielić przekładkami – np. drewnianymi o grubości co najmniej 3 cm, ułożonymi prostopadłe do długości płyty, w odległości od czoła nie większej niż 30 cm. Przekładki powinny leżeć w jednej linii pionowej. W czasie transportu samochodowego lub kolejowego płyty powinny być ułożone tak samo, jak przy składowaniu i zabezpieczone przed zsunieniem się z pojazdu.

Płyty stropowe należy podnosić żurawiem przy wykorzystaniu specjalnych chwytaków lub za pomocą innego sprzętu gwarantującego zachowanie schematu statycznego belki wolnopodpartej.

Należy pamiętać, że kąt pomiędzy cięgnami żurawia a powierzchnią płyty powinien być większy niż 60 stopni, w związku z czym płyty o większej długości muszą być podnoszone przy użyciu zawiesia belkowego (Rys. 4.4). Alternatywą jest stosowanie chwytaków zakleszczających się w rowkach zamków płyt.



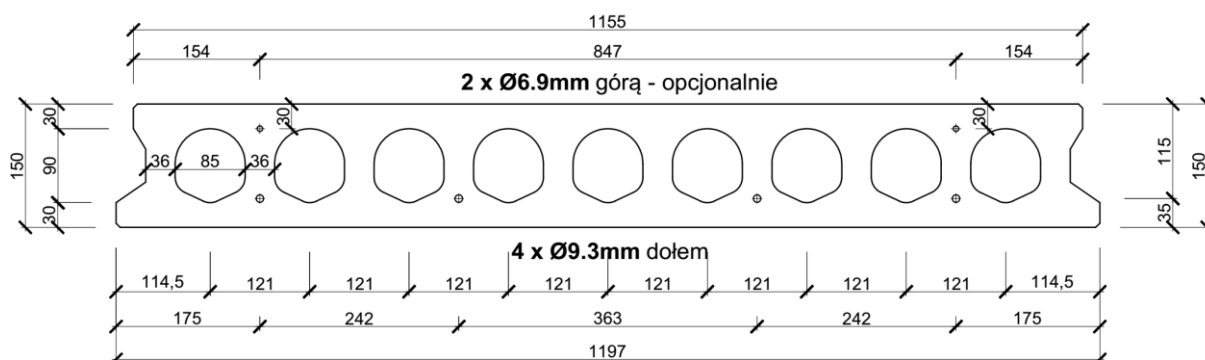
Rys. 2.11. Schemat transportu płyty

3. CHARAKTERYSTYKA PŁYT STROPOWYCH

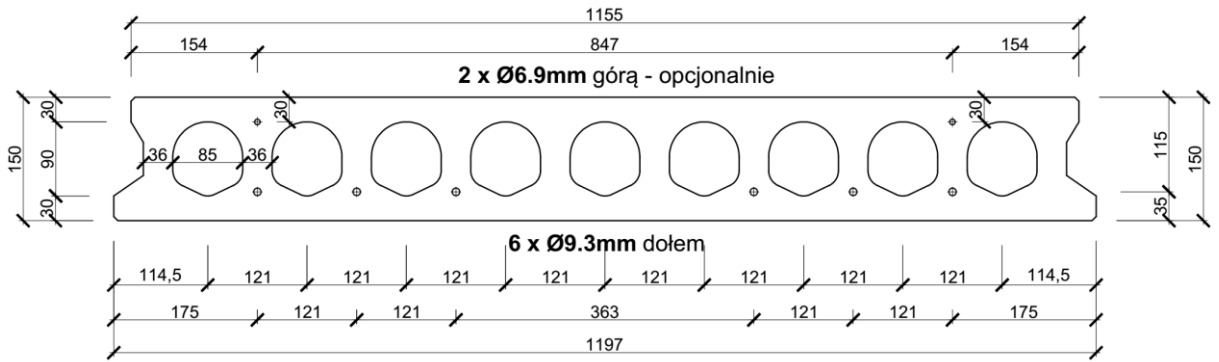
3.1. Płyty sprężone PKS 150 R60

Nominalna wysokość płyt stropowych kanałowych PKS 150 R60 to 150 mm. Posiadają one pięć podłużnych kanałów o przekroju zbliżonym do owalu i maksymalnej wysokości równej 90 mm i szerokości równej 85 mm. Kanały umieszczone są centralnie na wysokości przekroju. Grubości półek – dolnej i górnej – wynoszą 30 mm. Rozmieszczenie kanałów jest równomierne na szerokości płyty – co 121 mm. Odległość skrajnego kanału od krawędzi to 114.5 mm. Masa 1 m² płyty PKS 150 wynosi 240 kg, natomiast po wypełnieniu zamków 250 kg.

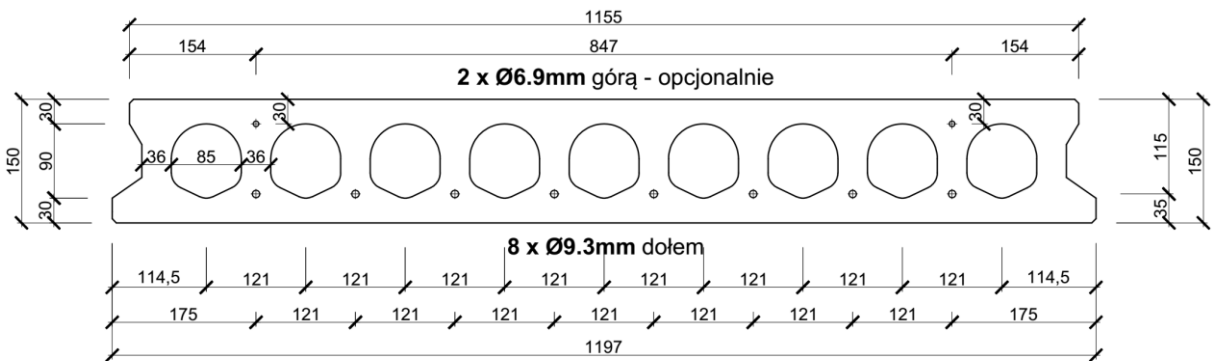
Warianty płyt PKS 150 w zależności od ilości zbrojenia sprężającego zostały przedstawione poniżej.



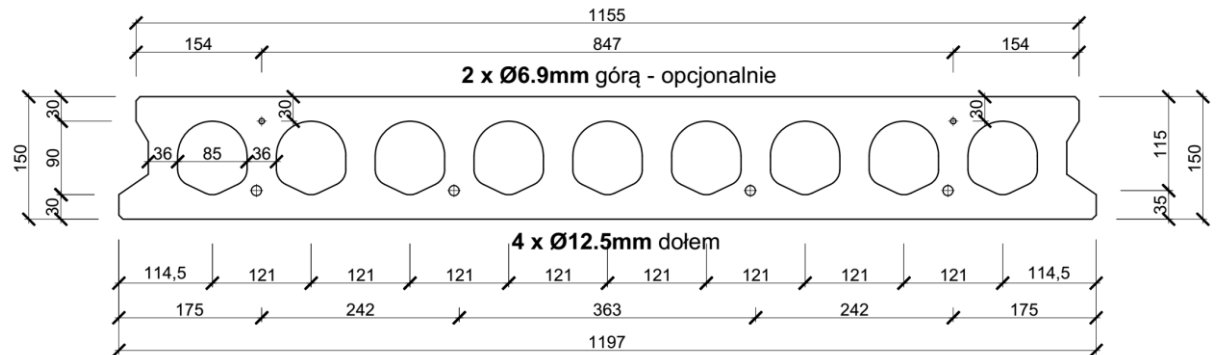
Rys. 3.1. Przekrój płyty stropowej PKS 150 N1 R60 – (zbrojenie górą opcjonalne)



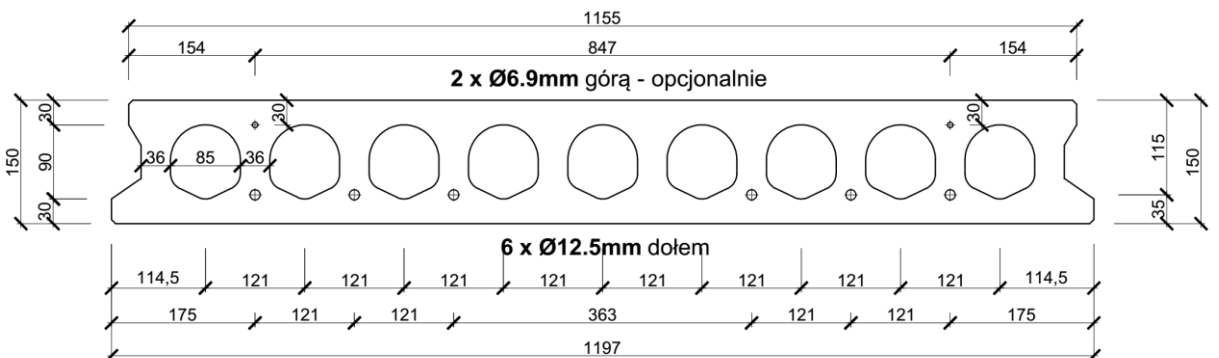
Rys. 3.2. Przekrój płyty stropowej PK5 150 N2 R60 – (zbrojenie górą opcjonalne)



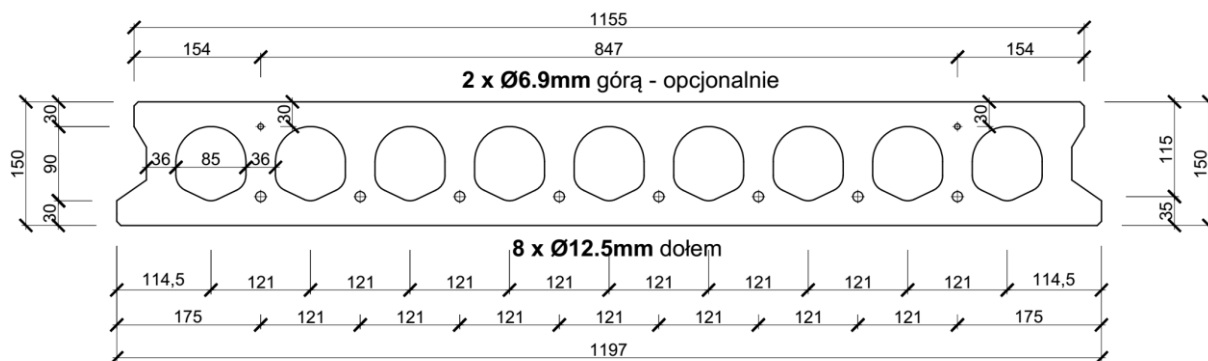
Rys. 3.3. Przekrój płyty stropowej PK5 150 N3 R60 (zbrojenie górą opcjonalne)



Rys. 3.4. Przekrój płyty stropowej PK5 150 N4 R60 (zbrojenie górą opcjonalne)



Rys. 3.5. Przekrój płyty stropowej PK5 150 N5 R60 (zbrojenie górą opcjonalne)

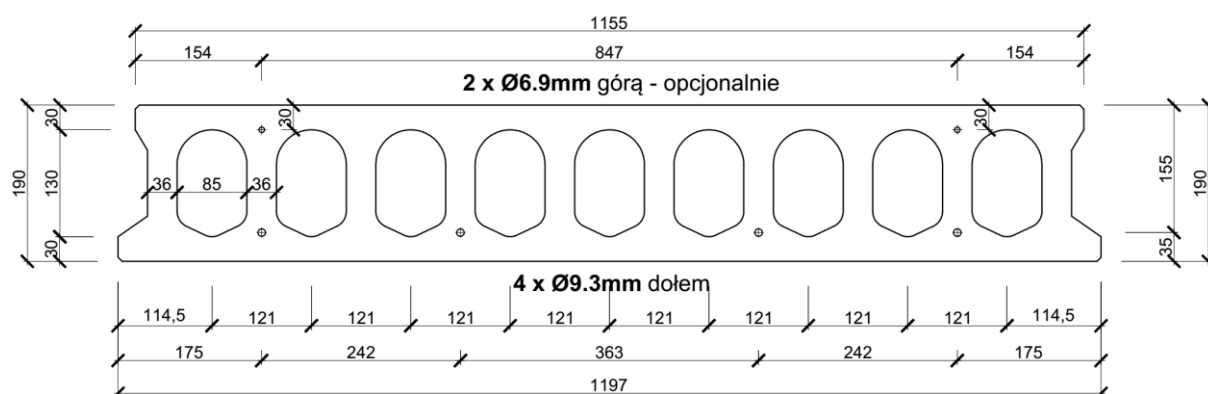


Rys. 3.6. Przekrój płyty stropowej PKS 150 N6 R60 – (zbrojenie górą opcjonalne)

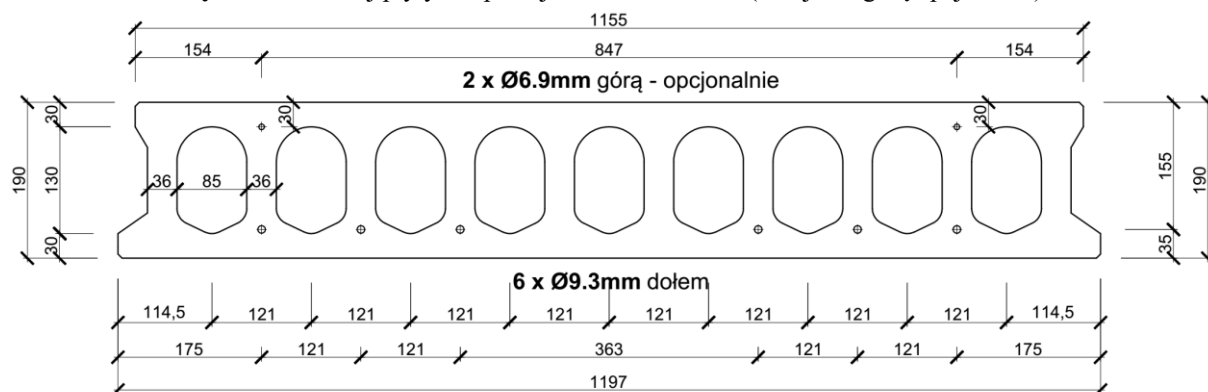
3.2. Płyty sprężone PKS 190 R60

Nominalna wysokość płyt stropowych kanałowych PKS 190 R60 to 190 mm. Posiadają one dziewięć podłużnych kanałów o przekroju zbliżonym do owalnego o wysokości maksymalnej 130 mm i szerokości 85 mm. Kanały umieszczone są centralnie na wysokości przekroju. Grubości półtek – dolnej i górnej – wynoszą 30 mm. Rozmieszczenie kanałów jest równomierne na szerokości płyty – co 121 mm. Odległość skrajnego kanału od krawędzi to 114,5 mm. Masa 1 m² płyty PKS 190 wynosi 270 kg, natomiast po wypełnieniu zamków 288 kg.

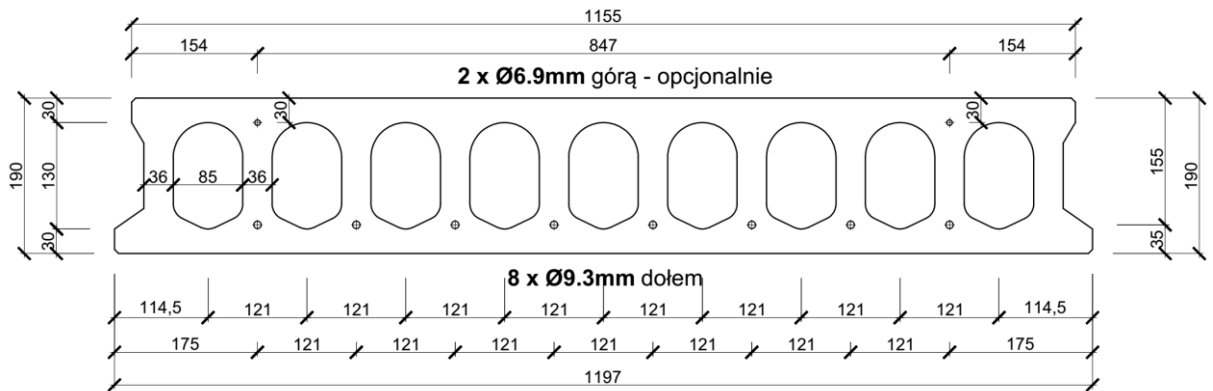
Warianty płyt PKS 190 w zależności od ilości zbrojenia sprężającego zostały przedstawione poniżej.



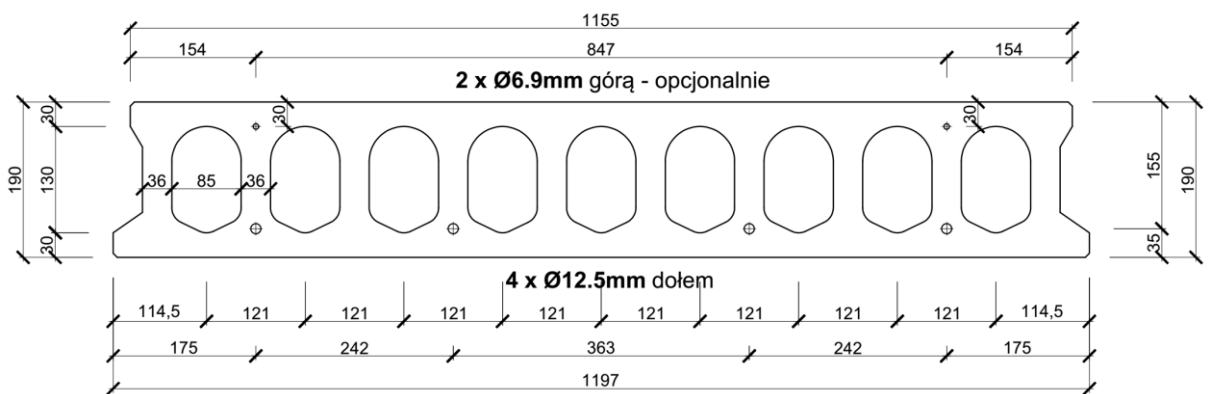
Rys. 3.7. Przekrój płyty stropowej PKS 190 N1 R60 (zbrojenie górą opcjonalne)



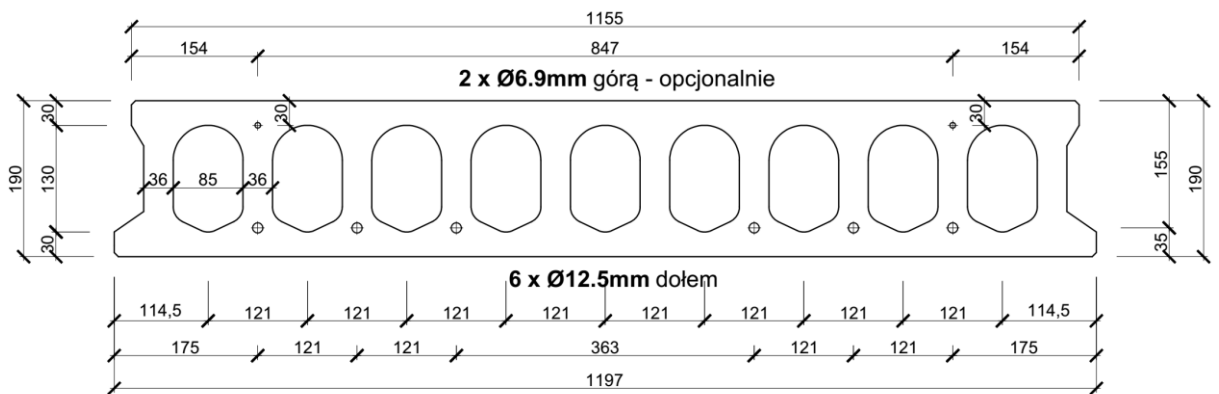
Rys. 3.8. Przekrój płyty stropowej PKS 190 N2 R60 (zbrojenie górą opcjonalne)



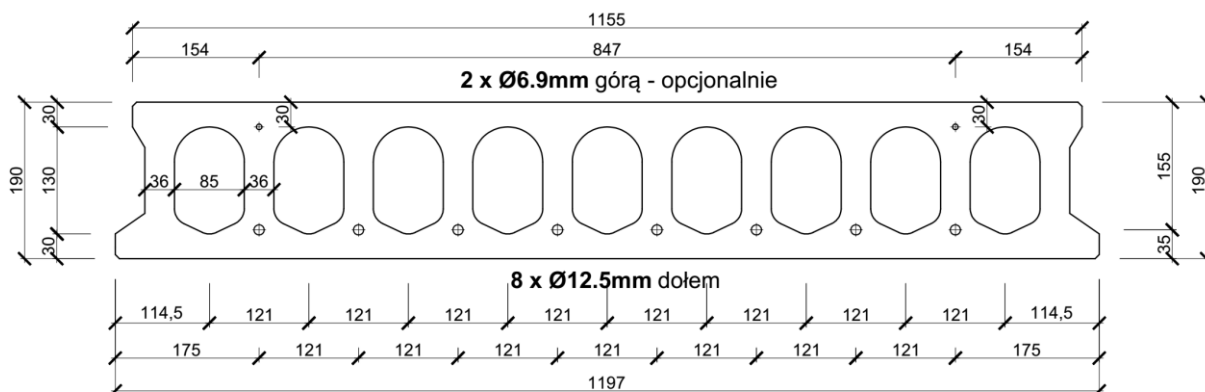
Rys. 3.9. Przekrój płyty stropowej PKS 190 N3 R60 (zbrojenie górną opcjonalne)



Rys. 3.10. Przekrój płyty stropowej PKS 190 N4 R60 (zbrojenie górną opcjonalne)



Rys. 3.11. Przekrój płyty stropowej PKS 190 N5 R60 (zbrojenie górną opcjonalne)

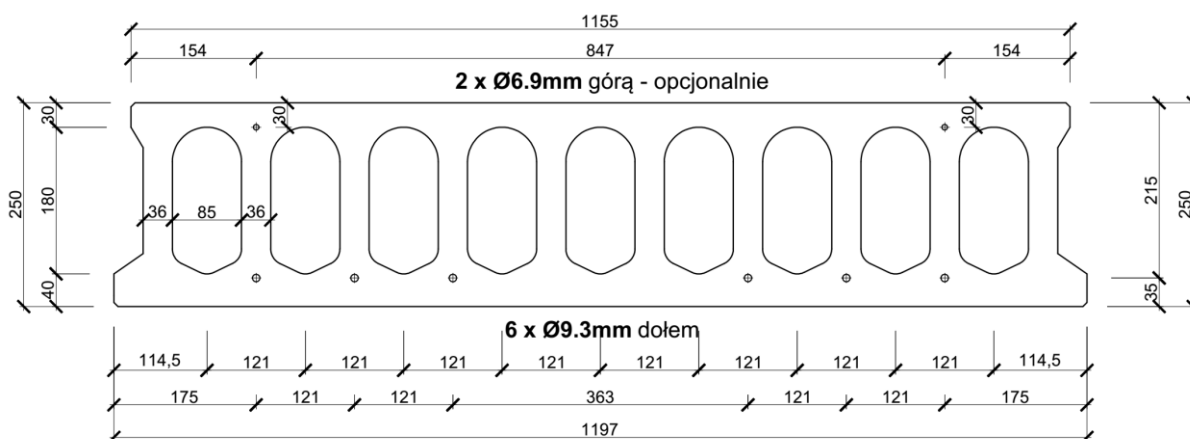


Rys. 3.12. Przekrój płyty stropowej PKS 190 N6 R60 (zbrojenie górną opcjonalne)

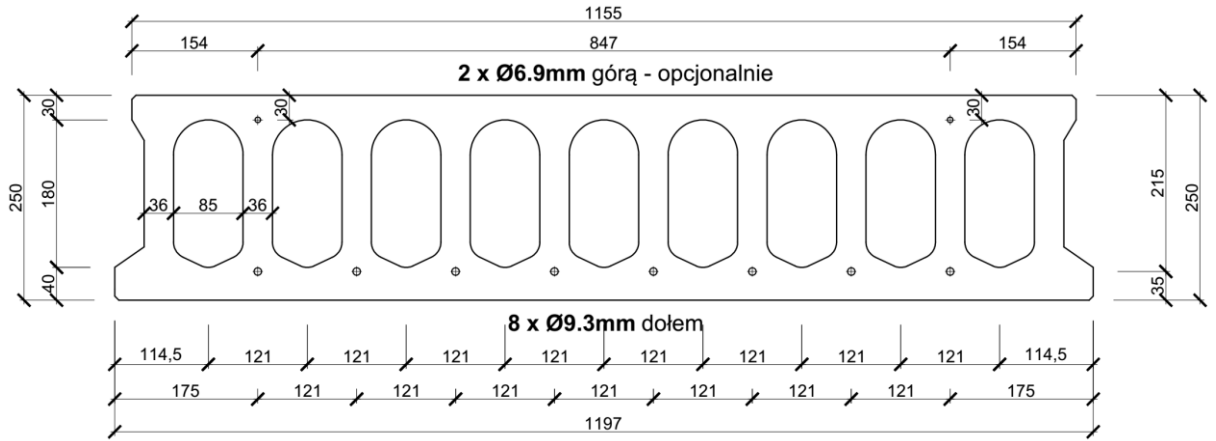
3.3. Płyty sprężone PKS 250 R60

Nominalna wysokość płyt stropowych kanałowych PKS 250 R60 to 250 mm. Posiadają one dziewięć podłużnych kanałów o przekroju zbliżonym do owalu o wysokości maksymalnej 180 mm i szerokości 85 mm. Grubości półek – dolnej i górnej – wynoszą odpowiednio 40 i 30 mm. Rozmieszczenie kanałów jest równomierne na szerokości płyty – co 121 mm. Odległość skrajnego kanału od krawędzi to 114,5 mm. Masa 1 m² płyty PKS 250 wynosi 330 kg, natomiast po wypełnieniu zamków 360 kg.

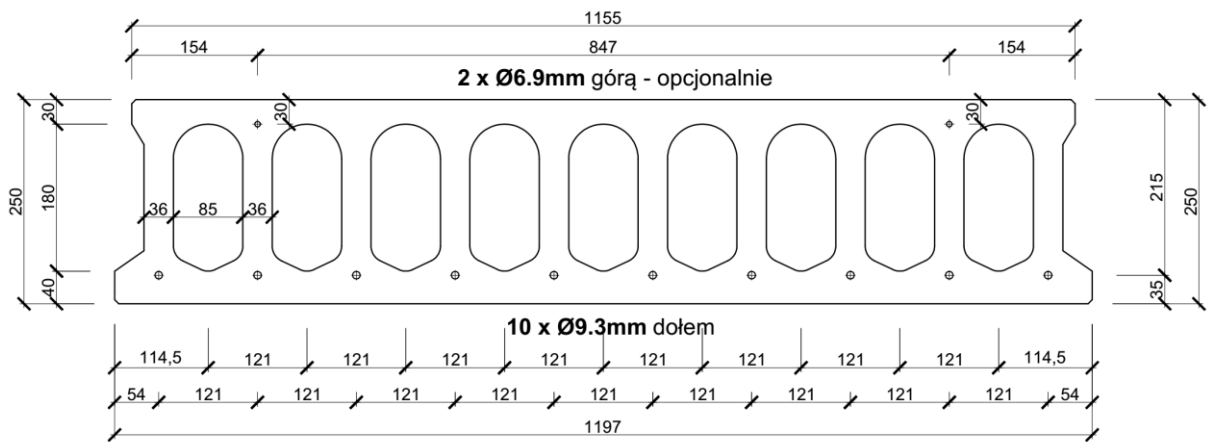
Warianty płyt PKS 250 w zależności od ilości zbrojenia sprężającego zostały przedstawione poniżej.



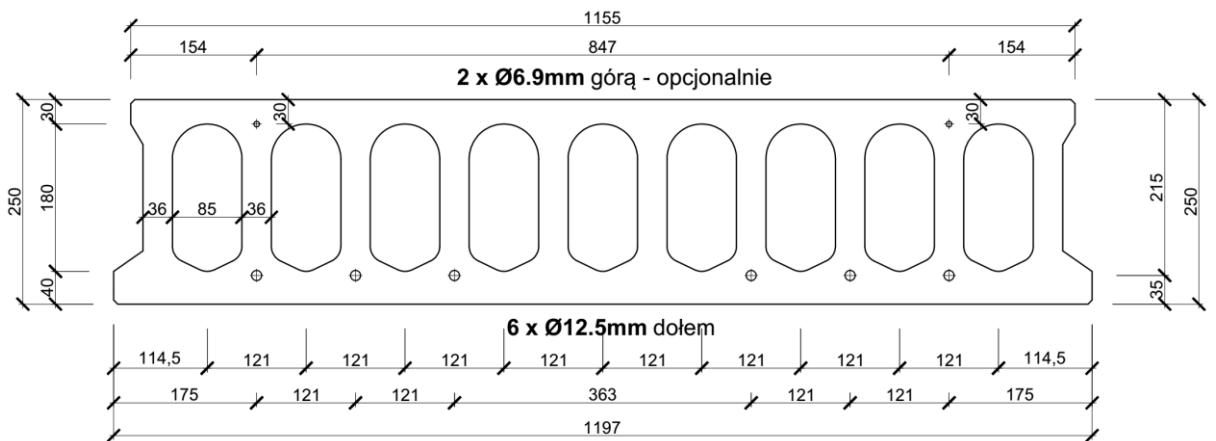
Rys. 3.13. Przekrój płyty stropowej PKS 250 N1 R60 – (zbrojenie górną opcjonalne)



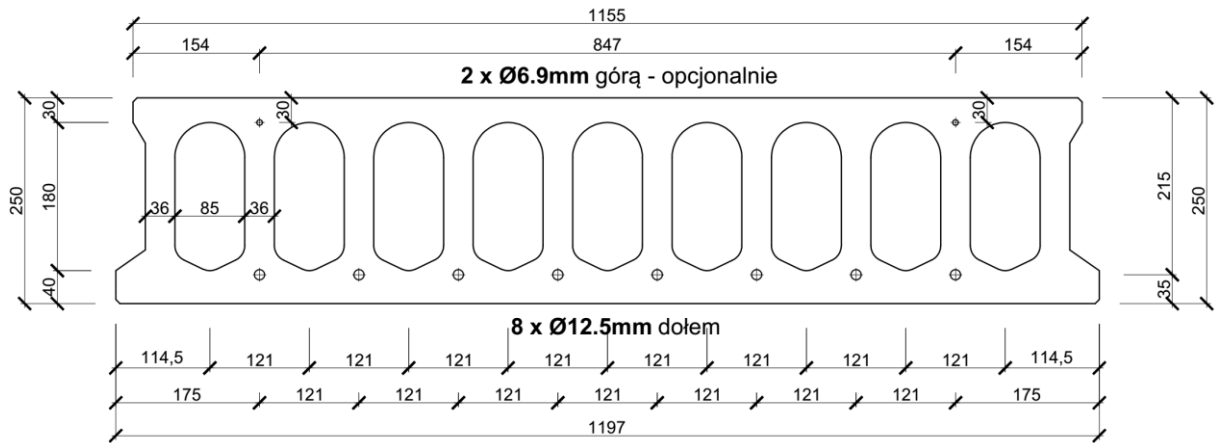
Rys. 3.14. Przekrój płyty stropowej PKS 250 N2 R60 (zbrojenie górą opcjonalnie)



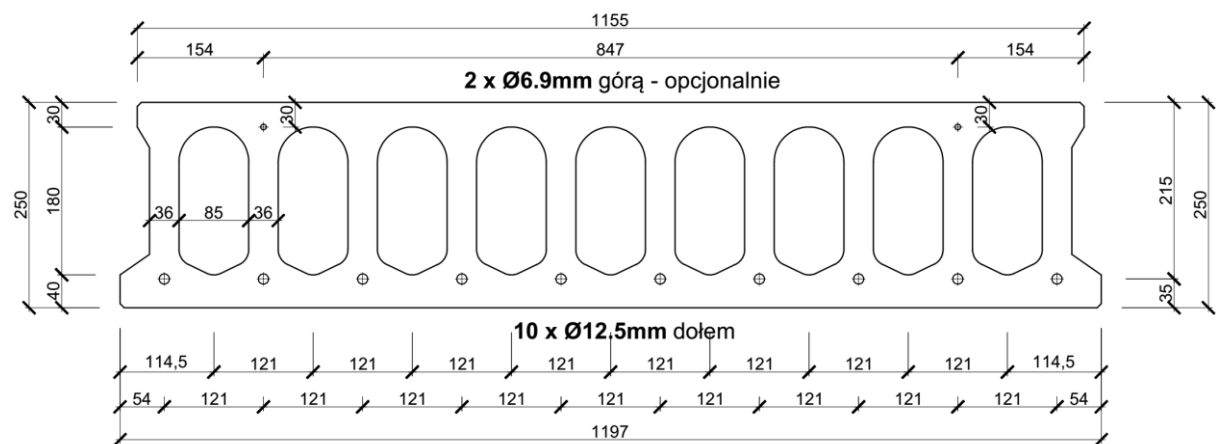
Rys. 3.15. Przekrój płyty stropowej PKS 250 N3 R60 (zbrojenie górą opcjonalnie)



Rys. 3.16. Przekrój płyty stropowej PKS 250 N4 R60 – (zbrojenie górą opcjonalnie)



Rys. 3.17. Przekrój płyty stropowej PKS 250 N5 R60 – (zbrojenie górą opcjonalne)



Rys. 3.18. Przekrój płyty stropowej PKS 250 N6 R60 (zbrojenie górą opcjonalne)

4. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

4.1. Informacje ogólne

Poniżej zestawione zostały podstawowe wyniki obliczeń dla płyt PKS – w tym:

P_0 – siła naciągu w wszystkichciągach [kN];

$P_{m,t}$ – średnia siła sprężająca po uwzględnieniu strat sprężania [kN];

M_{Rd} – nośność obliczeniowa przekroju na zginanie [kNm];

$M_{cr,r}$ – moment zginający powodujące powstanie rys o szerokości 0,2 mm [kNm];

$M_{cr,d}$ – moment zginający powodujący dekompresję [kNm];

V_{Rdc} – nośność obliczeniowa przekroju na ścinanie [kN];

l_{bpd} – obliczeniowa długość zakotwienia

Ponadto zestawione zostały wyniki obliczeń statyczno-wytrzymałościowych w postaci maksymalnych dopuszczalnych obciążeń równomiernie rozłożonych dla każdego wariantu płyt PKS.

Dobierając odpowiednie płyty stropowe należy zwrócić szczególną uwagę na warunki pracy stropu. W przypadku klas ekspozycji XC2, XC3 oraz XC4 należy zawsze uwzględnić warunek

dekompresji, co wiąże się z wyraźnym ograniczeniem dopuszczalnych obciążeń równomiernie rozłożonych.

Dobór płyt o niepełnej szerokości przekroju zaleca się zawsze konsultować z projektantem, a w szczególnych przypadkach wybór powinien być potwierdzony obliczeniami statyczno-wytrzymałościowymi.

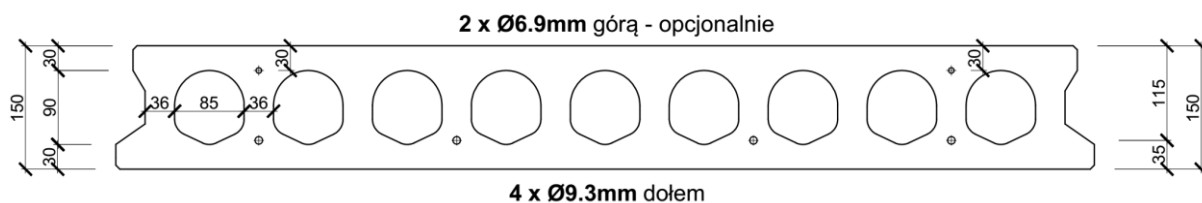
Wartości obciążeń dopuszczalnych można uzyskać poprzez liniową interpolację. Nie należy natomiast ekstrapolować wyników poza zakres rozpiętości podany w tabelach zestawieniowych obciążeń dopuszczalnych.

4.2. Wyniki obliczeń statyczno-wytrzymałościowych

Płyta		P_0 [kN]	$P_{m,t}$ [kN]	M_{Rd} [kNm]	$M_{cr,r}$ [kNm]	$M_{cr,d}$ [kNm]	V_{Rdc} [kN]	l_{bpd} [m]
PKS 150	N1	260	208.1	33.59	30.04	14.48	69.6	0.6
	N2	390	312.16	49.7	37.5	21.85	70.59	0.6
	N3	520	416.21	65.06	45.05	29.31	71.55	0.6
	N4	460	368.19	54.29	41.54	25.85	69.56	0.81
	N5	690	552.28	79.19	55.03	39.18	70.52	0.81
	N6	920	736.37	102.61	68.78	52.77	71.44	0.81
PKS 190	N1	260	208.1	45.69	43.14	20.28	91.07	0.6
	N2	390	312.16	67.86	53.63	30.62	93.02	0.6
	N3	480	384.19	115.33	61.76	38.35	97.98	0.6
	N4	460	368.19	74.21	59.35	36.26	91.2	0.81
	N5	690	552.28	109.08	78.38	55.02	93.19	0.81
	N6	920	736.37	147.43	101.92	78.15	95.77	0.81
PKS 250	N1	390	312.16	95.1	81.38	43.44	126.14	0.6
	N2	520	416.21	125.59	96.47	58.29	129.59	0.6
	N3	650	520.26	155.48	111.75	73.33	132.94	0.6
	N4	690	552.28	153.91	116.53	78.02	127	0.81
	N5	920	736.37	202.23	144.15	105.2	130.67	0.81
	N6	1150	920.46	249.05	172.36	132.98	134.21	0.81

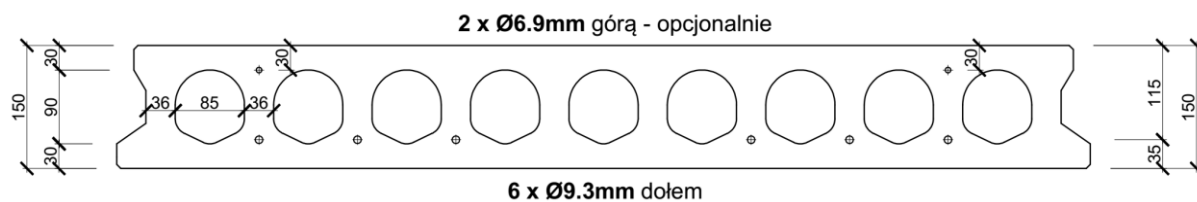
4.3. Tablice nośności

PLYTA PKS 150 N1 R60



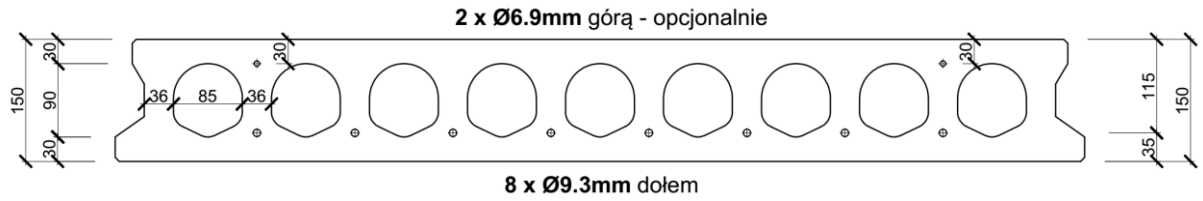
L	$P_{d,max}$	$P_{k,max}$	$P_{ku,max}$ [X0, XC1]	$P_{kd,max}$ [XC2, XC3, XC4]
[cm]	[kN/m ²]			
210	44.13	43.06	101.91	19.49
240	36.14	32.39	67.80	14.34
270	27.96	25.08	47.27	10.81
300	22.11	19.84	36.89	8.29
330	17.78	15.97	27.23	6.42
360	14.49	13.03	20.56	5.00
390	11.93	10.73	15.79	3.90
420	9.89	8.92	12.29	3.02
450	8.25	7.45	10.20	2.31
480	6.91	6.25	8.06	1.74
510	5.80	5.25	6.39	1.26
540	4.86	4.42	5.07	-
570	4.07	3.71	4.01	-
600	3.40	3.11	3.32	-

PŁYTA PKS 150 N2 R60



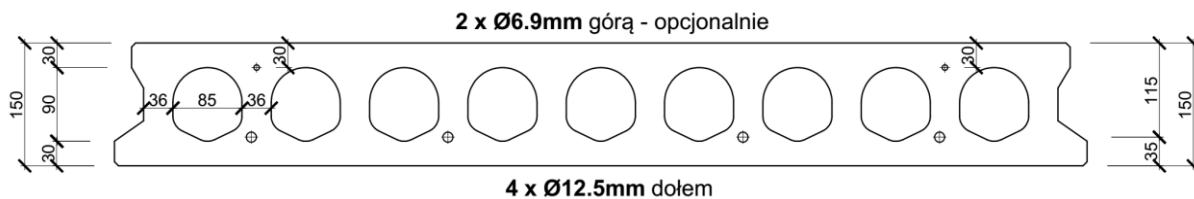
L	$P_{d,max}$	$P_{k,max}$	$P_{k,u,max}$ [X0, XC1]	$P_{k,d,max}$ [XC2, XC3, XC4]
[cm]	[kN/m ²]			
210	44.78	54.37	108.85	30.66
240	38.09	41.05	73.08	22.90
270	33.08	31.92	51.43	17.57
300	29.18	25.38	40.25	13.77
330	26.06	20.55	30.01	10.95
360	22.80	16.87	22.88	8.81
390	19.01	14.01	17.77	7.14
420	16.00	11.74	13.99	5.82
450	13.57	9.91	11.68	4.75
480	11.58	8.41	9.36	3.87
510	9.94	7.17	7.54	3.15
540	8.56	6.13	6.09	2.54
570	7.39	5.25	4.93	2.03
600	6.39	4.50	4.15	1.59
630	5.53	3.85	3.33	1.21
660	4.79	3.29	2.65	-

PŁYTA PKS 150 N3 R60



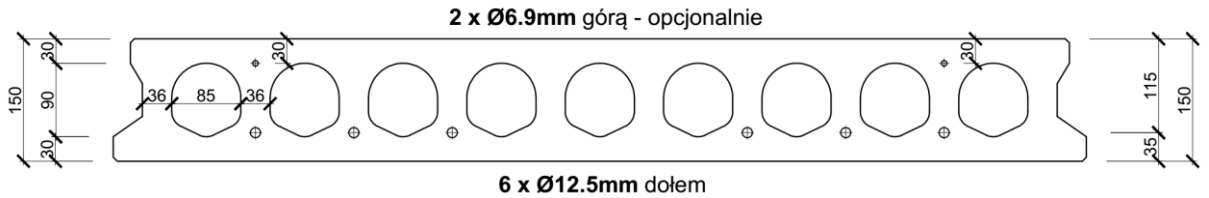
L	$P_{d,max}$	$P_{k,max}$	$P_{k_u,max}$ [X0, XC1]	$P_{k_d,max}$ [XC2, XC3, XC4]
[cm]	[kN/m ²]			
210	45.41	65.81	115.80	41.96
240	38.64	49.81	78.37	31.55
270	33.55	38.84	55.59	24.41
300	29.60	30.99	43.62	19.30
330	26.44	25.18	32.78	15.53
360	23.85	20.77	25.21	12.65
390	21.69	17.33	19.75	10.42
420	19.87	14.60	15.69	8.64
450	18.31	12.40	13.16	7.21
480	16.04	10.60	10.66	6.04
510	13.88	9.11	8.69	5.07
540	12.08	7.86	7.12	4.25
570	10.55	6.80	5.84	3.56
600	9.24	5.90	4.97	2.98
630	8.12	5.12	4.08	2.47
660	7.15	4.45	3.34	2.03
690	6.30	3.86	2.71	1.65
720	5.55	3.34	2.17	1.31

PŁYTA PKS 150 N4 R60



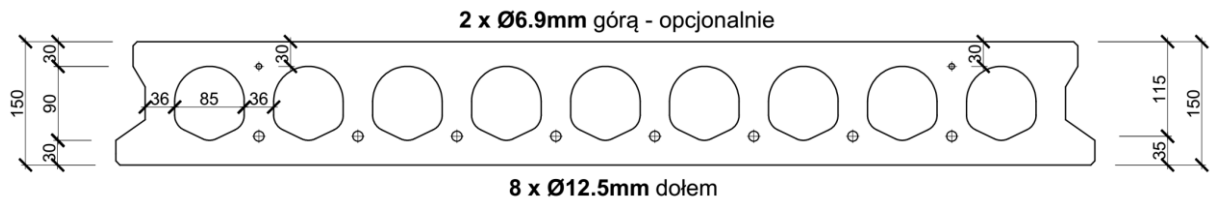
L	$P_{d,max}$	$P_{k,max}$	$P_{ku,max}$ [X0, XC1]	$P_{kd,max}$ [XC2, XC3, XC4]
[cm]	[kN/m ²]			
210	44.10	60.50	112.58	36.72
240	37.51	45.74	75.92	27.54
270	32.57	35.62	53.67	21.24
300	28.72	28.39	42.06	16.73
330	25.65	23.03	31.50	13.40
360	23.13	18.96	24.13	10.87
390	21.02	15.79	18.83	8.90
420	17.73	13.28	14.91	7.33
450	15.08	11.25	12.48	6.07
480	12.91	9.59	10.05	5.03
510	11.12	8.21	8.15	4.18
540	9.61	7.06	6.64	3.46
570	8.33	6.08	5.42	2.85
600	7.24	5.25	4.59	2.33
630	6.31	4.53	3.73	1.89
660	5.49	3.91	3.02	1.50
690	4.79	3.37	2.42	1.16

PŁYTA PKS 150 N5 R60



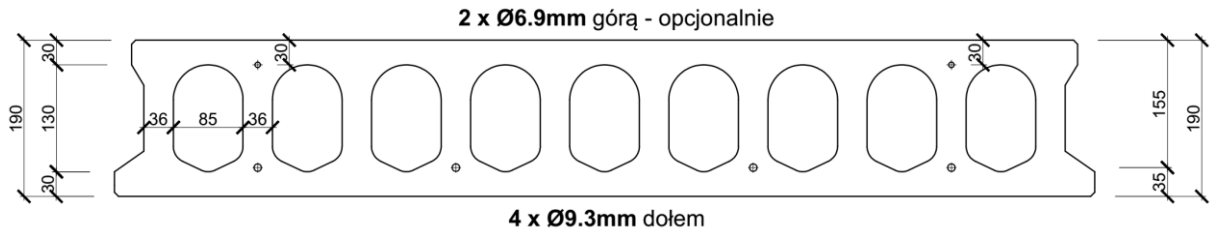
L	P _{d,max}	P _{k,max}	P _{ku,max} [X0, XC1]	P _{kd,max} [XC2, XC3, XC4]
[cm]	[kN/m ²]			
210	44.73	80.94	124.86	56.91
240	38.05	61.39	85.27	43.00
270	33.04	47.99	61.02	33.46
300	29.15	38.40	48.02	26.63
330	26.03	31.31	36.40	21.58
360	23.48	25.91	28.24	17.74
390	21.35	21.72	22.33	14.75
420	19.55	18.38	17.92	12.38
450	18.01	15.70	15.10	10.47
480	16.68	13.50	12.35	8.90
510	15.51	11.67	10.19	7.60
540	14.48	10.15	8.45	6.51
570	13.46	8.85	7.04	5.59
600	11.87	7.75	6.06	4.81
630	10.50	6.80	5.06	4.13
660	9.32	5.98	4.23	3.55
690	8.28	5.26	3.52	3.03
720	7.37	4.63	2.92	2.59
750	6.57	4.07	2.48	2.19

PŁYTA PKS 150 N6 R60



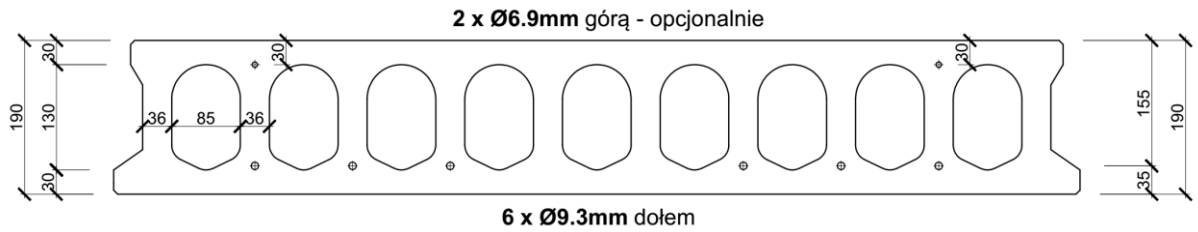
L	P_{d,max}	P_{k,max}	P_{ku,max} [X0, XC1]	P_{kd,max} [XC2, XC3, XC4]
[cm]	[kN/m ²]			
210	45.35	101.78	137.14	77.51
240	38.58	77.35	94.62	58.77
270	33.50	60.60	68.38	45.92
300	29.55	48.61	53.97	36.72
330	26.40	39.75	41.30	29.92
360	23.81	33.01	32.35	24.75
390	21.66	27.76	25.82	20.72
420	19.84	23.60	20.92	17.53
450	18.28	20.24	17.72	14.95
480	16.92	17.49	14.65	12.84
510	15.74	15.21	12.22	11.09
540	14.69	13.30	10.27	9.63
570	13.76	11.68	8.67	8.39
600	12.93	10.30	7.52	7.33
630	12.18	9.12	6.39	6.42
660	11.51	8.09	5.44	5.63
690	10.89	7.19	4.63	4.94
720	10.33	6.40	3.94	4.34
750	9.36	5.71	3.41	3.80
780	8.44	5.09	2.89	3.33

PŁYTA PKS 190 N1 R60



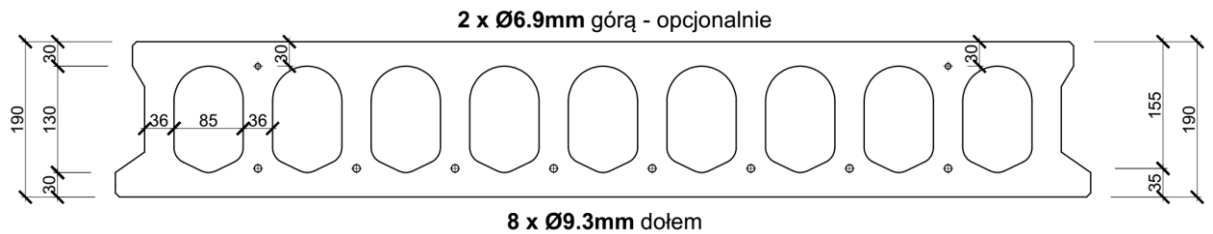
L	$P_{d,max}$	$P_{k,max}$	$P_{ku,max}$ [X0, XC1]	$P_{kd,max}$ [XC2, XC3, XC4]
[cm]	[kN/m ²]			
210	60.92	62.62	187.39	27.98
240	49.84	47.30	124.78	20.77
270	38.71	36.79	87.20	15.83
300	30.75	29.27	68.35	12.30
330	24.86	23.71	50.72	9.68
360	20.38	19.48	38.56	7.69
390	16.90	16.19	29.90	6.15
420	14.13	13.58	23.55	4.92
450	11.90	11.47	19.80	3.93
480	10.07	9.75	15.92	3.12
510	8.56	8.32	12.91	2.45
540	7.29	7.12	10.53	1.88
570	6.22	6.11	8.63	1.41
600	5.30	5.24	7.40	1.00
630	4.51	4.50	6.08	-
660	3.83	3.85	4.99	-
690	3.23	3.29	4.07	-
720	2.71	2.80	3.30	-

PŁYTA PKS 190 N2 R60



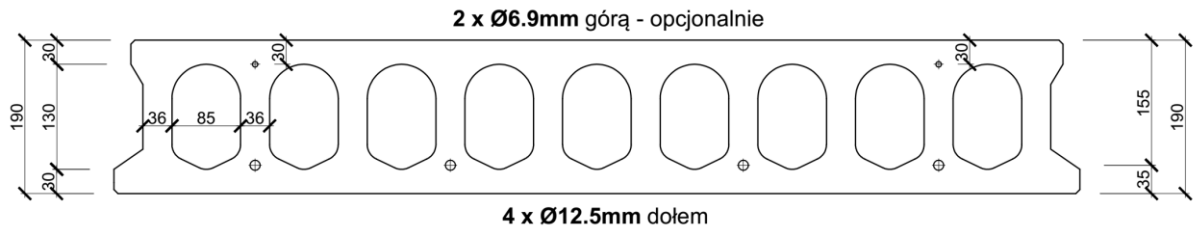
L	P _{d,max}	P _{k,max}	P _{ku,max} [X0, XC1]	P _{kd,max} [XC2, XC3, XC4]
[cm]	[kN/m ²]			
210	62.27	78.52	198.00	43.65
240	52.69	59.47	132.83	32.77
270	45.58	46.41	93.52	25.31
300	40.10	37.06	73.47	19.98
330	35.75	30.15	54.93	16.03
360	31.82	24.89	42.09	13.03
390	26.64	20.80	32.89	10.69
420	22.53	17.55	26.13	8.84
450	19.22	14.94	22.04	7.34
480	16.51	12.79	17.89	6.12
510	14.26	11.01	14.65	5.10
540	12.37	9.53	12.08	4.25
570	10.78	8.27	10.01	3.53
600	9.42	7.19	8.65	2.92
630	8.25	6.26	7.21	2.39
660	7.23	5.46	6.02	1.93
690	6.35	4.76	5.02	1.53
720	5.57	4.15	4.17	1.18
750	4.88	3.61	3.58	-
780	4.27	3.12	2.94	-

PŁYTA PKS 190 N3 R60



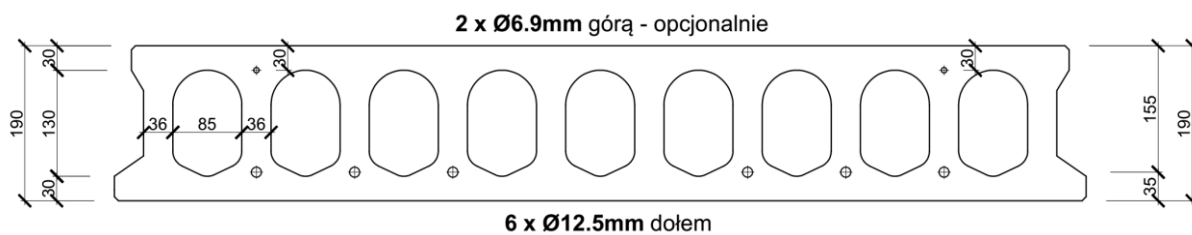
L	$P_{d,max}$	$P_{k,max}$	$P_{ku,max}$ [X0, XC1]	$P_{kd,max}$ [XC2, XC3, XC4]
[cm]	[kN/m ²]			
210	63.58	94.62	208.60	59.53
240	53.80	71.79	140.88	44.93
270	46.55	56.15	99.85	34.92
300	40.96	44.95	78.58	27.76
330	36.52	36.67	59.14	22.46
360	32.90	30.37	45.61	18.43
390	29.91	25.47	35.89	15.29
420	27.38	21.58	28.70	12.81
450	25.22	18.44	24.28	10.80
480	22.72	15.87	19.85	9.16
510	19.76	13.74	16.38	7.79
540	17.28	11.96	13.62	6.65
570	15.18	10.45	11.40	5.69
600	13.39	9.16	9.90	4.86
630	11.85	8.05	8.35	4.15
660	10.52	7.09	7.05	3.54
690	9.35	6.25	5.96	3.00
720	8.33	5.52	5.03	2.53
750	7.43	4.87	4.38	2.12
780	6.63	4.29	3.68	1.75
810	5.91	3.78	3.08	1.42

PŁYTA PKS 190 N4 R60



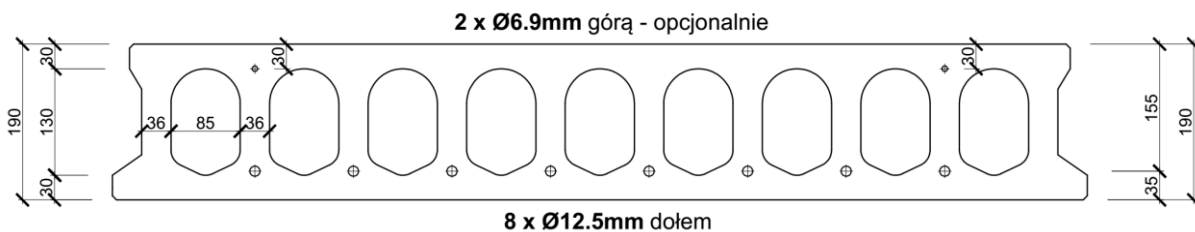
L	P _{d,max}	P _{k,max}	P _{ku,max} [X0, XC1]	P _{kd,max} [XC2, XC3, XC4]
[cm]	[kN/m ²]			
210	61.01	87.19	203.74	52.19
240	51.61	66.10	137.19	39.31
270	44.64	51.65	96.94	30.48
300	39.27	41.31	76.23	24.16
330	35.00	33.66	57.20	19.49
360	31.53	27.84	43.99	15.93
390	28.65	23.31	34.51	13.17
420	24.94	19.72	27.52	10.97
450	21.31	16.82	23.25	9.20
480	18.35	14.45	18.95	7.75
510	15.89	12.48	15.58	6.55
540	13.83	10.84	12.91	5.54
570	12.09	9.44	10.76	4.69
600	10.60	8.25	9.33	3.96
630	9.32	7.23	7.82	3.34
660	8.21	6.34	6.57	2.80
690	7.24	5.57	5.52	2.32
720	6.39	4.89	4.64	1.91
750	5.64	4.29	4.01	1.54
780	4.97	3.75	3.34	1.22
810	4.38	3.28	2.76	-

PLYTA PKS 190 N5 R60



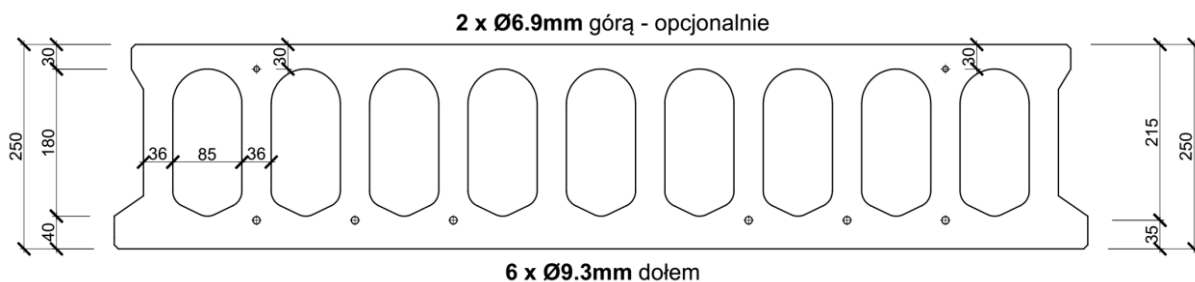
L	P _{d,max}	P _{k,max}	P _{ku,max} [X0, XC1]	P _{kd,max} [XC2, XC3, XC4]
[cm]	[kN/m ²]			
210	62.39	116.02	222.51	80.62
240	52.79	88.18	151.44	61.08
270	45.67	69.09	108.14	47.68
300	40.18	55.44	85.29	38.09
330	35.82	45.34	64.65	31.00
360	32.27	37.65	50.23	25.61
390	29.32	31.68	39.81	21.41
420	26.84	26.93	32.07	18.08
450	24.72	23.10	27.21	15.39
480	22.89	19.97	22.42	13.19
510	21.29	17.37	18.66	11.37
540	19.88	15.20	15.65	9.84
570	18.63	13.36	13.21	8.55
600	17.07	11.78	11.54	7.45
630	15.19	10.43	9.83	6.50
660	13.56	9.26	8.40	5.67
690	12.13	8.24	7.19	4.96
720	10.88	7.34	6.17	4.33
750	9.78	6.55	5.42	3.77
780	8.80	5.84	4.64	3.28
810	7.93	5.22	3.97	2.84
840	7.15	4.66	3.38	2.44
870	6.45	4.15	2.87	2.09

PLYTA PKS 190 N6 R60



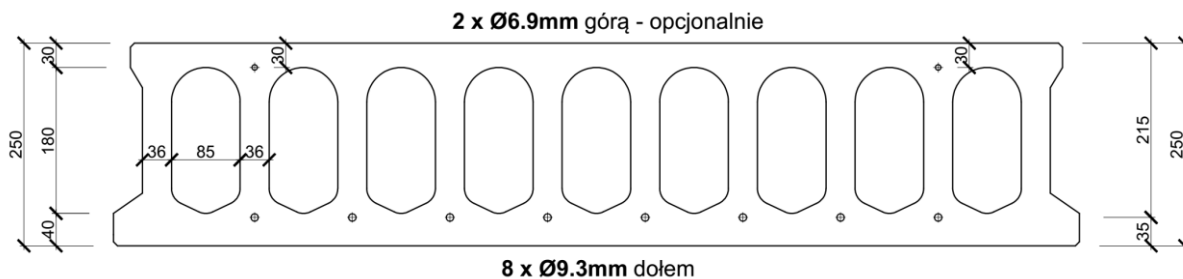
L	P _{d,max}	P _{k,max}	P _{ku,max} [X0, XC1]	P _{kd,max} [XC2, XC3, XC4]
[cm]	[kN/m ²]			
210	63.72	145.50	241.29	109.69
240	53.92	110.75	165.70	83.33
270	46.65	86.93	119.33	65.26
300	41.05	69.88	94.35	52.34
330	36.60	57.27	72.10	42.77
360	32.98	47.68	56.46	35.50
390	29.97	40.22	45.10	29.84
420	27.44	34.30	36.63	25.35
450	25.28	29.52	31.18	21.72
480	23.41	25.61	25.90	18.76
510	21.78	22.37	21.73	16.30
540	20.34	19.66	18.39	14.24
570	19.06	17.36	15.67	12.50
600	17.92	15.40	13.75	11.01
630	16.90	13.71	11.83	9.73
660	15.98	12.24	10.22	8.62
690	15.14	10.97	8.86	7.65
720	14.37	9.85	7.70	6.80
750	13.67	8.86	6.83	6.05
780	12.47	7.98	5.95	5.38
810	11.33	7.20	5.18	4.79
840	10.31	6.50	4.51	4.26
870	9.40	5.87	3.91	3.79
900	8.57	5.31	3.46	3.36
930	7.83	4.79	2.98	2.97

PŁYTA PKS 250 N1 R60



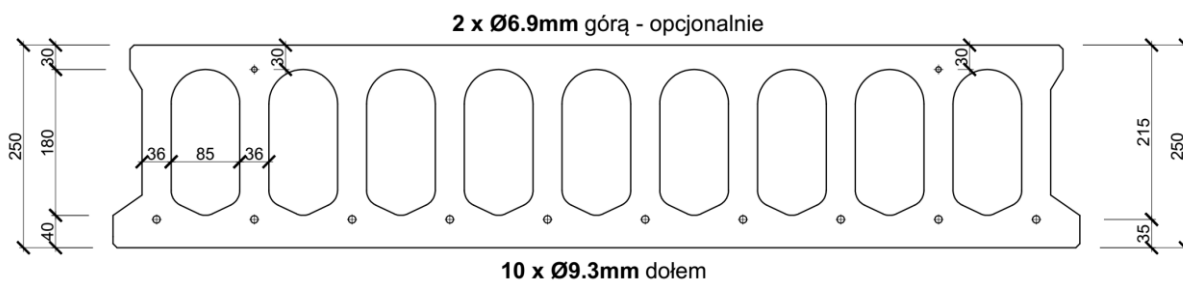
L	P_{d,max}	P_{k,max}	P_{ku,max} [X0, XC1]	P_{kd,max} [XC2, XC3, XC4]
[cm]	[kN/m ²]			
210	91.30	119.94	415.24	62.45
240	76.45	91.04	277.47	47.02
270	65.64	71.22	194.77	36.44
300	57.43	57.04	153.26	28.87
330	50.98	46.55	114.44	23.27
360	45.14	38.58	87.68	19.01
390	37.89	32.37	68.60	15.70
420	32.13	27.44	54.62	13.07
450	27.49	23.47	46.34	10.95
480	23.69	20.21	37.79	9.21
510	20.54	17.52	31.15	7.77
540	17.90	15.26	25.91	6.56
570	15.66	13.35	21.71	5.54
600	13.75	11.72	19.01	4.67
630	12.11	10.31	16.09	3.92
660	10.69	9.09	13.68	3.27
690	9.45	8.03	11.67	2.71
720	8.36	7.10	9.97	2.21
750	7.40	6.28	8.82	1.77
780	6.55	5.55	7.55	1.38
810	5.79	4.90	6.46	1.03
840	5.11	4.32	5.51	-
870	4.50	3.79	4.69	-
900	3.95	3.32	4.12	-

PŁYTA PKS 250 N2 R60



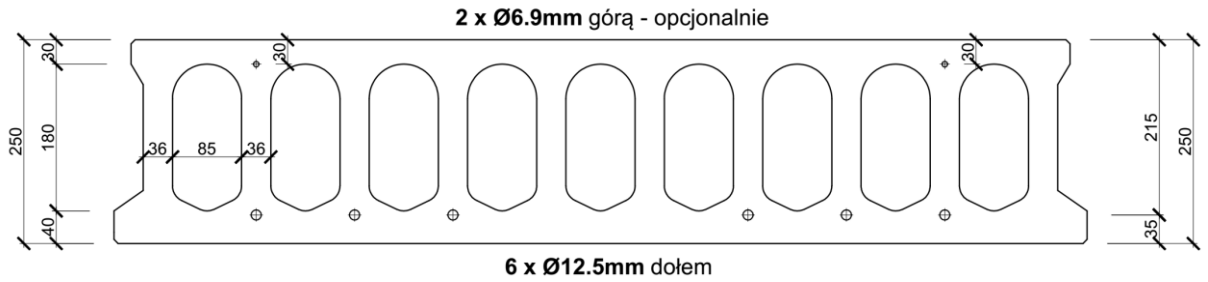
L	P _{d,max}	P _{k,max}	P _{ku,max} [X0, XC1]	P _{kd,max} [XC2, XC3, XC4]
[cm]	[kN/m ²]			
210	93.88	142.82	431.61	84.96
240	78.62	108.55	289.85	64.25
270	67.52	85.05	204.46	50.05
300	59.08	68.25	161.09	39.90
330	52.45	55.82	120.87	32.38
360	47.11	46.36	93.05	26.67
390	42.70	39.00	73.16	22.22
420	39.01	33.16	58.53	18.69
450	35.88	28.45	49.74	15.85
480	32.53	24.59	40.78	13.52
510	28.37	21.40	33.79	11.59
540	24.88	18.72	28.26	9.97
570	21.93	16.45	23.81	8.60
600	19.42	14.52	20.90	7.43
630	17.25	12.85	17.81	6.42
660	15.37	11.41	15.24	5.55
690	13.73	10.15	13.09	4.79
720	12.29	9.04	11.28	4.12
750	11.02	8.07	10.02	3.53
780	9.90	7.20	8.66	3.01
810	8.89	6.43	7.49	2.55
840	7.99	5.74	6.47	2.13
870	7.19	5.13	5.59	1.75
900	6.46	4.57	4.95	1.42
930	5.80	4.06	4.25	1.11

PŁYTA PKS 250 N3 R60



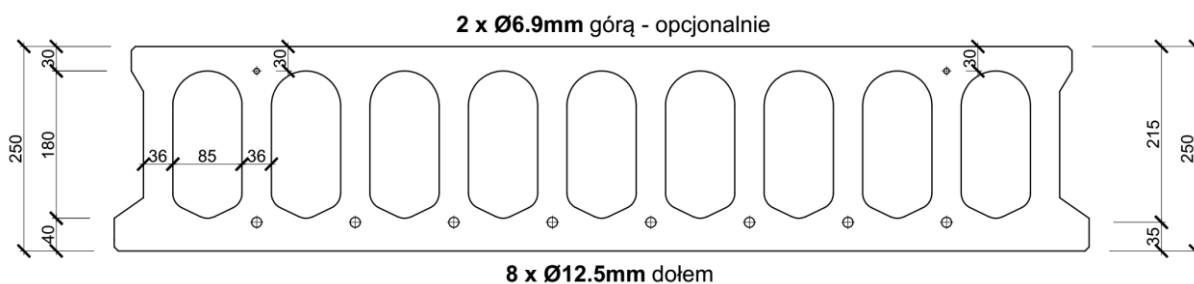
L	P _{d,max}	P _{k,max}	P _{ku,max} [X0, XC1]	P _{kd,max} [XC2, XC3, XC4]
[cm]	[kN/m ²]			
210	96.37	165.97	447.97	107.74
240	80.72	126.27	302.23	81.69
270	69.33	99.06	214.15	63.84
300	60.68	79.59	168.93	51.06
330	53.88	65.19	127.30	41.61
360	48.39	54.24	98.42	34.42
390	43.88	45.71	77.71	28.83
420	40.09	38.95	62.45	24.39
450	36.88	33.49	53.15	20.81
480	34.11	29.02	43.76	17.88
510	31.70	25.32	36.43	15.45
540	29.59	22.22	30.60	13.41
570	27.72	19.59	25.91	11.69
600	24.96	17.35	22.80	10.22
630	22.28	15.42	19.52	8.96
660	19.95	13.75	16.80	7.86
690	17.92	12.29	14.52	6.90
720	16.14	11.01	12.59	6.06
750	14.57	9.88	11.23	5.32
780	13.18	8.88	9.77	4.66
810	11.94	7.99	8.52	4.08
840	10.83	7.19	7.43	3.55
870	9.83	6.47	6.48	3.08
900	8.93	5.83	5.78	2.66
930	8.11	5.24	5.03	2.27
960	7.37	4.71	4.36	1.92
990	6.70	4.23	3.77	1.61
1020	6.09	3.79	3.24	1.32

PŁYTA PKS 250 N4 R60



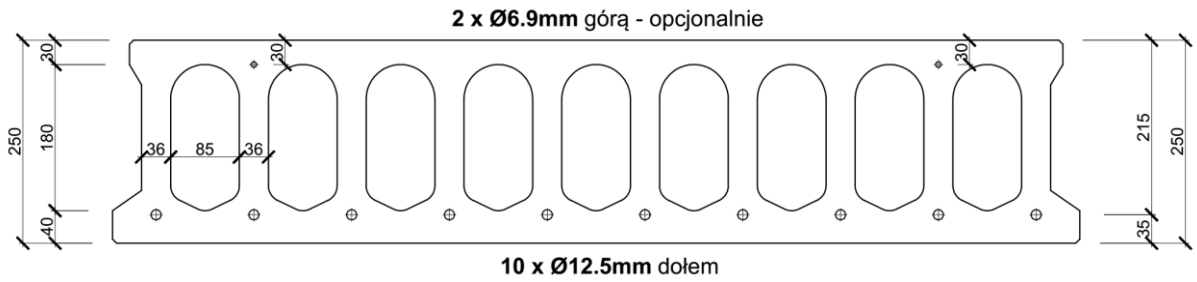
L	P _{d,max}	P _{k,max}	P _{ku,max} [X0, XC1]	P _{kd,max} [XC2, XC3, XC4]
[cm]	[kN/m ²]			
210	91.94	173.22	453.09	114.85
240	76.99	131.82	306.09	87.14
270	66.11	103.44	217.17	68.14
300	57.84	83.15	171.37	54.55
330	51.34	68.13	129.30	44.49
360	46.11	56.70	100.09	36.84
390	41.79	47.81	79.13	30.89
420	38.18	40.76	63.66	26.17
450	35.10	35.07	54.21	22.36
480	32.46	30.41	44.69	19.24
510	30.16	26.55	37.24	16.66
540	28.15	23.32	31.33	14.49
570	26.36	20.58	26.56	12.66
600	24.67	18.24	23.39	11.09
630	22.02	16.23	20.05	9.75
660	19.71	14.49	17.28	8.58
690	17.70	12.97	14.96	7.56
720	15.94	11.63	12.99	6.67
750	14.39	10.45	11.60	5.88
780	13.01	9.41	10.12	5.18
810	11.78	8.48	8.84	4.55
840	10.68	7.64	7.73	4.00
870	9.69	6.90	6.75	3.50
900	8.80	6.22	6.04	3.04
930	7.99	5.61	5.27	2.64
960	7.26	5.06	4.59	2.27
990	6.59	4.55	3.98	1.93
1020	5.99	4.09	3.44	1.62

PŁYTA PKS 250 N5 R60



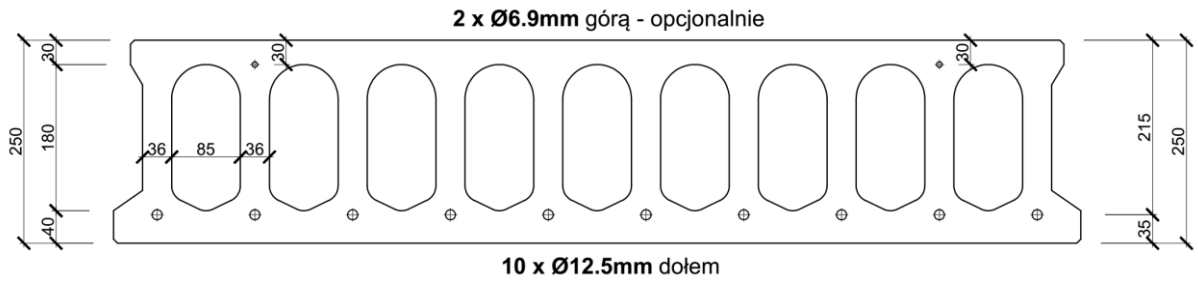
L	P _{d,max}	P _{k,max}	P _{ku,max} [X0, XC1]	P _{kd,max} [XC2, XC3, XC4]
[cm]	[kN/m ²]			
210	94.68	215.07	482.07	156.05
240	79.29	163.87	328.01	118.68
270	68.10	128.76	234.33	93.06
300	59.59	103.65	185.24	74.73
330	52.91	85.07	140.69	61.17
360	47.52	70.94	109.61	50.86
390	43.08	59.95	87.20	42.84
420	39.36	51.22	70.59	36.47
450	36.20	44.18	60.24	31.33
480	33.48	38.42	49.97	27.12
510	31.12	33.65	41.91	23.64
540	29.04	29.65	35.48	20.72
570	27.20	26.26	30.28	18.25
600	25.57	23.37	26.74	16.14
630	24.10	20.88	23.09	14.32
660	22.78	18.72	20.05	12.75
690	21.58	16.84	17.48	11.38
720	20.49	15.19	15.31	10.17
750	19.49	13.73	13.73	9.11
780	18.31	12.44	12.09	8.16
810	16.70	11.29	10.66	7.32
840	15.25	10.26	9.42	6.57
870	13.96	9.34	8.33	5.90
900	12.78	8.50	7.51	5.29
930	11.73	7.75	6.65	4.74
960	10.76	7.06	5.88	4.24
990	9.89	6.44	5.20	3.78
1020	9.09	5.87	4.58	3.37
1050	8.36	5.35	4.11	2.98
1080	7.69	4.87	3.61	2.64

PŁYTA PKS 250 N6 R60



L	P _{d,max}	P _{k,max}	P _{ku,max} [X0, XC1]	P _{kd,max} [XC2, XC3, XC4]
[cm]	[kN/m ²]			
210	97.32	257.82	511.05	198.14
240	81.51	196.60	349.93	150.91
270	70.02	154.62	251.49	118.52
300	61.28	124.60	199.11	95.36
330	54.42	102.39	152.08	78.22
360	48.88	85.49	119.12	65.18
390	44.32	72.34	95.27	55.04
420	40.50	61.91	77.52	46.99
450	37.26	53.49	66.27	40.50
480	34.46	46.60	55.25	35.18
510	32.03	40.90	46.58	30.78
540	29.90	36.11	39.63	27.09
570	28.01	32.06	34.00	23.96
600	26.33	28.61	30.09	21.29
630	24.83	25.63	26.13	19.00
660	23.47	23.05	22.81	17.01
690	22.24	20.80	20.01	15.27
720	21.12	18.83	17.62	13.75
750	20.09	17.09	15.87	12.41
780	19.15	15.54	14.06	11.21
810	18.29	14.16	12.49	10.15
840	17.49	12.93	11.11	9.20
870	16.75	11.83	9.91	8.35
900	16.06	10.83	8.99	7.58
930	15.34	9.93	8.03	6.88
960	14.16	9.11	7.17	6.25
990	13.08	8.36	6.41	5.67

PLYTA PKS 250 N6 R60 c.d.



L	$P_{d,max}$	$P_{k,max}$	$P_{ku,max}$ [X0, XC1]	$P_{kd,max}$ [XC2, XC3, XC4]
[cm]	[kN/m ²]			
1020	12.10	7.68	5.73	5.15
1050	11.20	7.06	5.19	4.67
1080	10.37	6.48	4.63	4.23
1110	9.61	5.96	4.12	3.82
1140	8.91	5.47	3.65	3.45
1170	8.26	5.02	3.23	3.10
1200	7.66	4.61	2.89	2.78

4.4. PŁYTY OBCIĄŻONE NIERÓWNOMIERNIE – ZASADY DOBORU

Obliczając płyty stropowe obciążone w sposób nierównomierny – kiedy występuje obciążenie skupiony lub liniowe – zaleca się uwzględnić współpracę poprzeczną pomiędzy sąsiadującymi płytami. Współpracę tę zapewnia się poprzez zabetonowanie zamków powstałych po ułożeniu płyt stropowych. W przypadkach bardziej złożonych układów obciążenia zaleca się wykonanie dodatkowej warstwy nadbetonu, co poprawia współpracę między płytami i zwiększa nośność stropu.

Uwzględnienie współpracy sąsiadujących płyt przy przenoszeniu obciążeń nierównomiernych sprowadza się do przemnożenia wartości obciążenia przez współczynniki wpływu. Zasady wyznaczania współczynników wpływu zostały określone w normie [5] i przedstawione poniżej. Jeżeli zamki płyt zostały wykonane zgodnie z zaleceniami producenta, wszelkiego typu obciążenia liniowe równoległe do kierunku oparcia stropu przenoszone są przez płytę bezpośrednio obciążoną, a także płyty z nią sąsiadujące.

Na zamieszczonych rysunkach (Rys. 8.1 – 8.5) przedstawiono zasady wyznaczania współczynników wpływu, zgodnie z zaleceniami normy [5]. Każdorazowo należy dodatkowo sprawdzić nośność płyty obciążonej w sposób nierównomierny, poprzez dwóch warunków (1-2) dla klas ekspozycji X0 i XC1 oraz trzech warunków (1-3) dla klas ekspozycji XC2, XC3 oraz XC4.

$$M_{Sd}(x) \leq M_{Rd}(x)$$

$$V_{Sd} \leq V_{Rd}$$

$$M_{Sk}(x) \leq M_{dec}(x)$$

Należy zwrócić uwagę na to, że nośność przekroju na zginanie $M_{Rd}(x)$ osiąga maksymalną wartość w środku rozpiętości belki, natomiast wraz ze zbliżaniem się do podpory maleje z uwagi na jednoczesne działanie siły poprzecznej. W przekroju przypodporowym występuje również niepełne zakotwienie cięgien sprężających. Zaleca się wyznaczać obliczeniową nośność przekroju na zginanie zgodnie z zależnościami:

$$M_{Rd}(x) = \frac{x}{l_1} \cdot M_{Rd} \quad \text{jeżeli} \quad x < l_1$$

$$M_{Rd}(x) = M_{Rd} \quad \text{jeżeli} \quad l_1 \leq x \leq L - l_1$$

$$M_{Rd}(x) = \frac{L-x}{l_1} \cdot M_{Rd} \quad \text{jeżeli} \quad x \geq L - l_1$$

Ograniczenia wymaga również moment wywołujący dekompresję – w zależności od odcinka zakotwienia cięgien zmienia się on liniowo, proporcjonalnie:

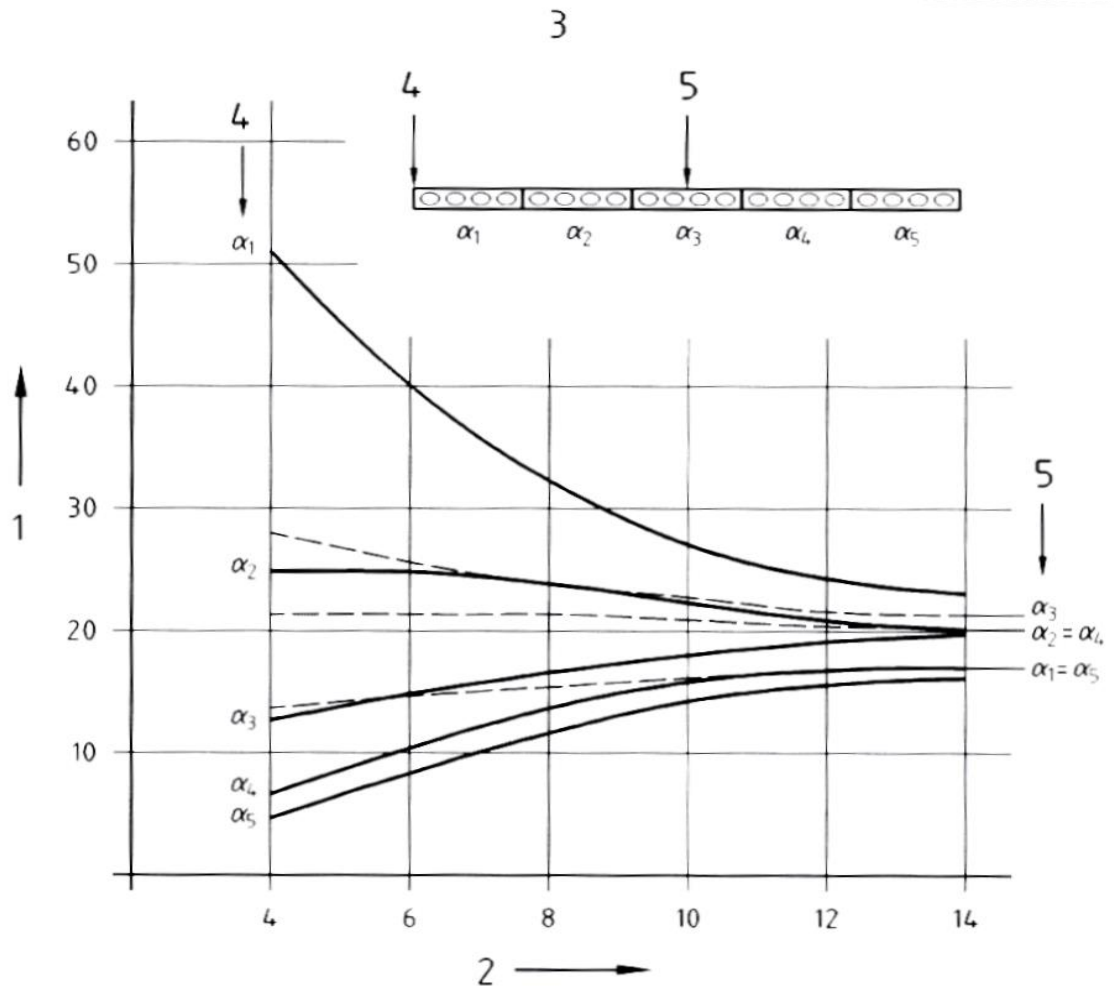
$$M_{dec}(x) = \frac{x}{l_{bpd}} \cdot M_{dec} \quad \text{jeżeli} \quad x < l_{bpd}$$

$$M_{dec}(x) = M_{dec} \quad \text{jeżeli} \quad l_{bpd} \leq x \leq L - l_{bpd}$$

$$M_{dec}(x) = \frac{L-x}{l_1} \cdot M_{dec} \quad \text{jeżeli} \quad x \geq L - l_{bpd}$$

W powyższych wzorach można przyjmować $l_l = 400 \text{ cm}$, natomiast l_{bpd} stosownie do wariantu płyty PKS, została określona w tabelach zestawieniowych (Tab. 6.1 – 6.36).

Współczynniki wpływu do wyznaczania udziału w przenoszeniu obciążenia liniowego poszczególnych płyt wyznacza się zgodnie z rysunkiem 8.1, przy czym należy zwrócić uwagę na umiejscowienie obciążenia liniowego na sąsiadujących płytach.

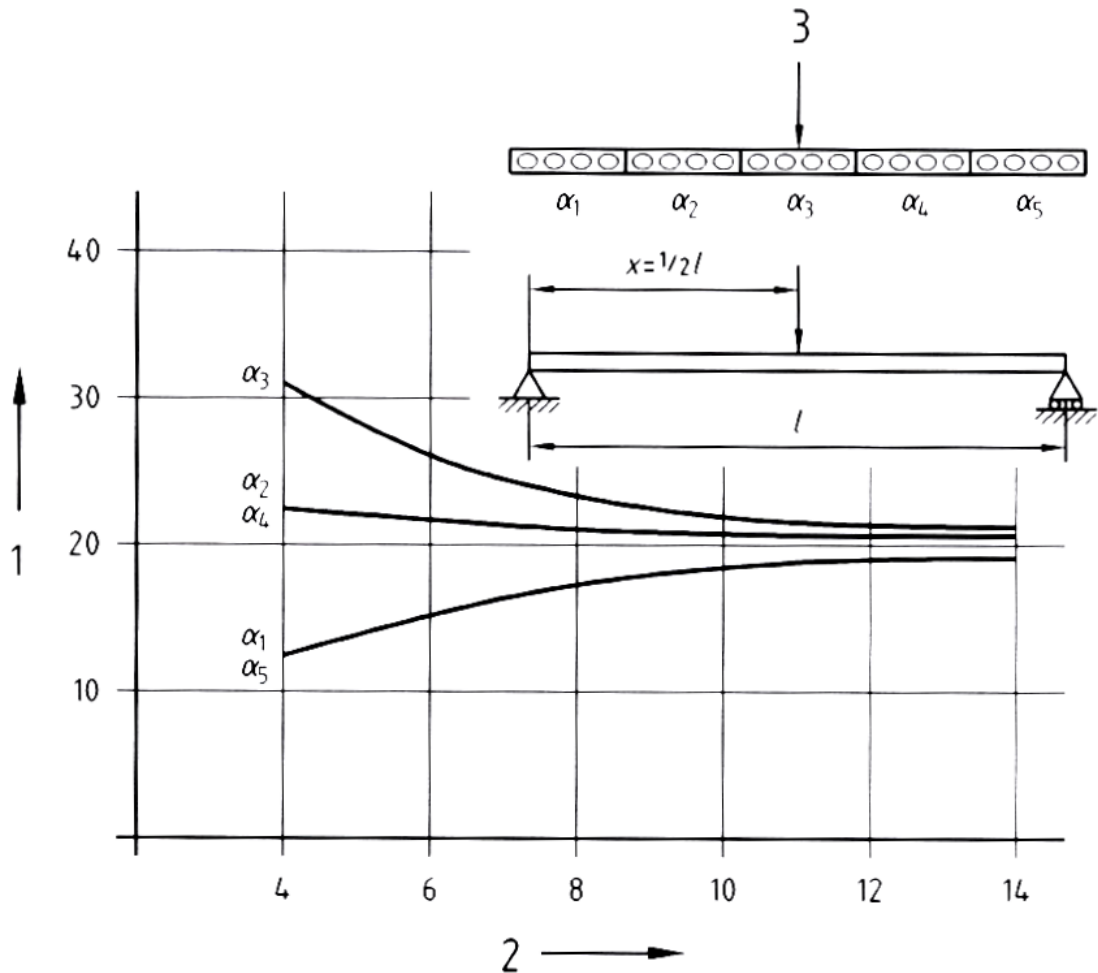


Rys. 4.1. Dystrybucja obciążenia liniowego na współpracujące płyty stropowe [5]

Na rysunku:

- 1 – procent przejmowanego obciążenia [%]
- 2 – rozpiętość [m]
- 3 – obciążenia liniowe
- 4 – krawędź układu płyt współpracujących
- 5 – środek układu płyt współpracujących

Współpracę sąsiadujących płyt przy przenoszeniu obciążeń skupionych można natomiast uwzględnić, kiedy siła jest przyłożona w środkowej strefie układu stropowego, jak również – w ograniczonym zakresie – kiedy jest ona usytuowana na skraju układu. Wyznaczenie współczynników wpływu dla przypadku z siłą skupioną przyłożoną na jednej ze środkowych płyt, polega na odczytaniu procentowego udziału w przenoszeniu obciążeń z normowego wykresu (Rys. 8.2).



Rys. 4.2. Dystrybucja obciążenia skupionego na współpracujące płyty stropowe
– siła skupione w środkowej części stropu [5]

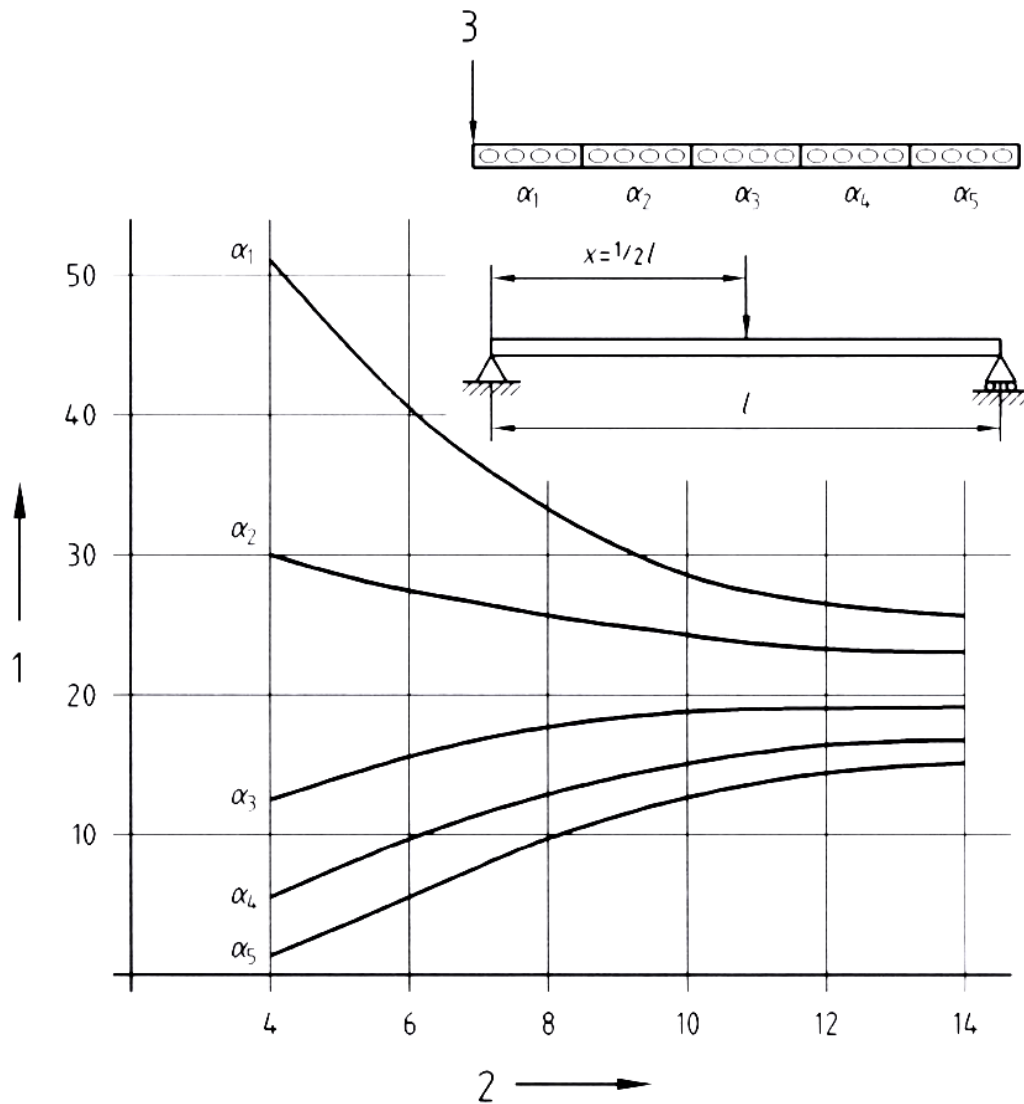
Na poniższym wykresie:

- 1 – procent przejmowanego obciążenia [%]
- 2 – rozpiętość [m]
- 3 – obciążenia skupione

Wyznaczenie współczynników wpływu dla przypadku z siłą skupioną przyłożoną na skrajnej płycie polega na odczytaniu procentowego udziału w przenoszeniu obciążeń z normowego wykresu (Rys. 8.3).

Na poniższym wykresie:

- 1 – procent przejmowanego obciążenia [%]
- 2 – rozpiętość [m]
- 3 – obciążenia skupione



Rys. 4.3. Dystrybucja obciążenia skupionego na współpracujące płyty stropowe – siła skupiona na skraju stropu [5]

5. KONSTRUOWANIE PODPÓR

Prefabrykowane płyty stropowe sprężone mogą być stosowane zarówno w budownictwie mieszkaniowym, jak również przemysłowym. Dopuszczalne jest oparcie płyt na ścianach murowanych (przy zastosowaniu poduszki betonowej), a także na ryglach żelbetowych i belkach stalowych. Każdorazowo trzeba uwzględnić wymagania dotyczące minimalnej głębokości oparcia płyty stropowej.

- minimalna szerokość wieńca w przypadku opierania płyt stropowych na ścianach murowanych to 40 mm przy oparciu obustronnym oraz 120 mm przy oparciu jednostronnym,
- minimalna klasa betonu stosowanego do konstruowania wieńców, podpór żelbetowych (rygle, ściany), a także wypełnień zamków to C20/25,
- nominalna głębokość oparcia płyt na ścianach murowanych i podporach żelbetowych jest uzależniona od wysokości konstrukcyjnej płyt i wynosi: 80 mm (PKS 150 i PKS 190) i 100 mm (PKS 250),
- nominalna głębokość oparcia płyt na podporach stalowych wynosi: 60 mm (PKS 150, PKS 190, PKS 250),
- płyty powinny być oparte równomiernie na długości krawędzi podpory, przy uwzględnieniu wycięć podporowych,
- w przypadku ścian murowanych należy stosować poduszkę betonową lub zaprawę cementową – warstwa nie powinna być mniejsza niż 10 mm,
- w miejscu styków płyt – strop powinien być połączony monolitycznie z podporą liniową (wieńcem lub rygłem żelbetowym) za pomocą pręta w kształcie pręta o średnicy minimalnej $\phi 12$, odgiętego ku dołowi.