



JANUSZ KUBIAK, [janusz.kubiak@pwr.wroc.pl](mailto:janusz.kubiak@pwr.wroc.pl)

ALEKSY ŁODO, [aleksy.lodo@pwr.wroc.pl](mailto:aleksy.lodo@pwr.wroc.pl)

JAROSŁAW MICHAŁEK, [jaroslaw.michalek@pwr.wroc.pl](mailto:jaroslaw.michalek@pwr.wroc.pl)

Institut Budownictwa Politechniki Wrocławskiej, Katedra Konstrukcji Betonowych

## ANALIZA PRZYCZYŃ ZARYSOWANIA PŁYTY ŻELBETOWEJ W ZESPOLONYM STROPIE STALOWO-ŻELBETOWYM

### ANALYSIS OF CRACKED RC SLABS IN AN INTERCONNECTED STEEL-REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

**Streszczenie** W trakcie realizacji monolitycznej płyty żelbetowej o rzucie 78,1×84,5 m opartej na układzie krzyżujących się ortogonalnie stalowych żebrach, podciągach i ryglach stwierdzono liczne rysy i pęknięcia płyty, pomimo podziału jej na sekcje betonowania. W referacie przedstawiono analizę przyczyn powstania uszkodzeń płyty żelbetowej i wpływ tych uszkodzeń na bezpieczeństwo płyty i całego ustroju nośnego oraz zachowanie się posadzek żywicznych wykonanych na tej płycie.

**Abstract** During assembling of the RC slab of dimensions 78,1×84,5 m supported by orthogonally positioned steel girders a set of cracks and fractures was observed in spite of the slab division into concreting sections. Causes of the damages are analysed in this paper and influence of these damages on the slab and entire structure safety is also presented. Behavior of a resin floor made on the slab surface is also considered.

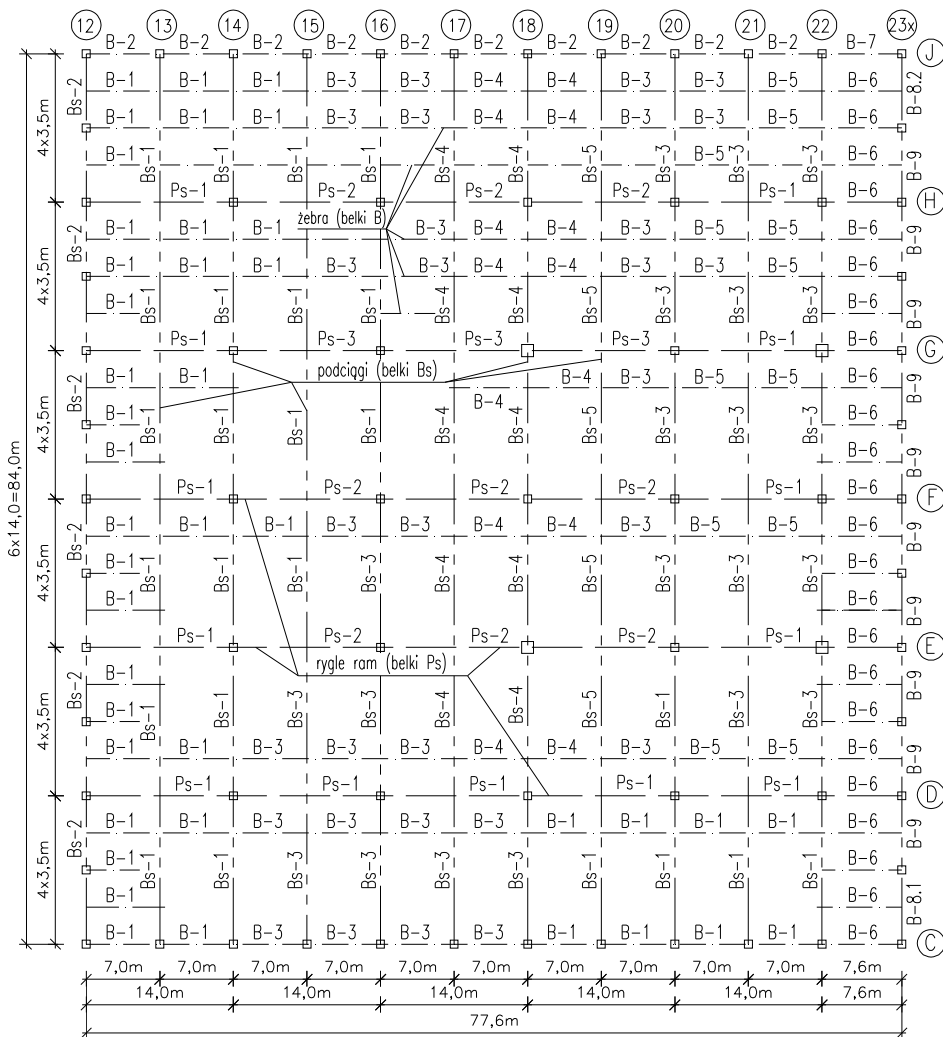
#### 1. Wprowadzenie

Przyczyny powstawania pęknięć i zarysowań konstrukcji żelbetowych i murowych można podzielić na materiałowo – fizyczne (skurcz i pęcznienie betonu, wahania temperatury i agresywność środowiska) i mechaniczno – wytrzymałościowe (przeciążenie konstrukcji, przyjęcie w obliczeniach niewłaściwego schematu statycznego lub nadmierne przemieszczenia podpór) [1]. Najczęstszą przyczyną zarysowań i pęknięć żelbetowych konstrukcji stropowych są nadmierne lub nierównomierne przemieszczenia (osiadania) konstrukcji wsporczych [1, 2].

Do częstych błędów projektowych w konstrukcjach żelbetowych można zaliczyć brak właściwie usytuowanych przerw dylatacyjnych, dzielących budynek na mniejsze części. Według norm [3, 4] dla stropów monolitycznych w obiektach ogrzewanych betonowanych w jednym ciągu maksymalna odległość między przerwami dylatacyjnymi wynosi 30 m. W przypadku betonowania odcinkami nie większymi niż 15 m, z pozostawieniem przerw do późniejszego betonowania, odległość między dylatacjami nie powinna przekraczać 50 m.

Nadmierne zarysowanie konstrukcji żelbetowej powoduje pogorszenie jej walorów użytkowych oraz zagrożenie korozyjne stali zbrojeniowej. Według przepisów norm [3, 4] graniczna szerokość rozwarcia rys  $w_{lim}$  zależy głównie od klasy ekspozycji środowiska użytkowania konstrukcji żelbetowej. Dla środowiska klasy XC3 (najbardziej odpowiedniej dla stropów budynku produkcyjnego) dla długotrwałej kombinacji obciążeń graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3$  mm. W przypadku posadzek żywicznych układanych bezpośrednio

na konstrukcji stropu wymagania dla szerokości rozwarcia rys na górnej powierzchni płyty żelbetowej mogą być zaostżone.



Rys. 1. Układ żebrow B, podciągów Bs i rygli Ps w stropie nad parterem (poziom +6,50 m) w części produkcyjnej Zakładu [7, 8]

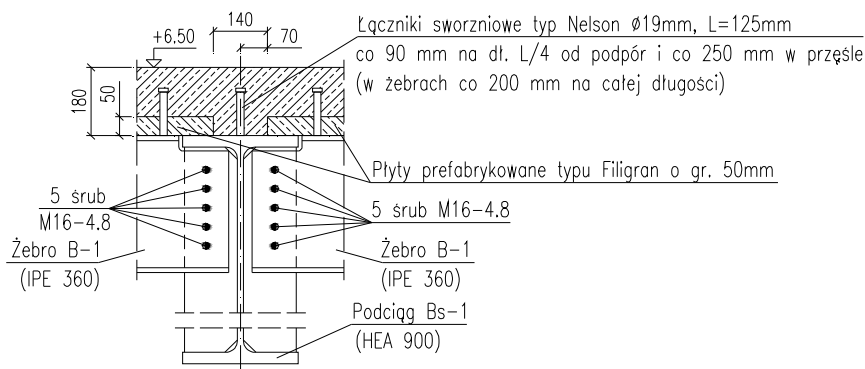
W pracy przedstawiono przyczyny zarysowania żelbetowej płyty stropowej typu Filigran zespolonej z układem krzyżujących się ortogonalnie żebrow B, podciągów Bs i rygli Ps (rys. 1 i tabl. 1). Rysy w przedmiotowej płycie powstały w trakcie jej wykonywania pomimo podziału płyty na sekcje betonowania dokonanego w celu ograniczenia wpływu skurczu betonu. W analizie przyczyn powstania uszkodzeń zespolonej płyty żelbetowej uwzględniono między innymi wpływ zamiany dolnej płyty prefabrykowanej typu Filigran, wymagającej podparć pośrednich, na płytę samonośną (wzmocnioną) z podparciem tylko przy podporach. Oceniono także bezpieczeństwo użytkowania zespolonej płyty stropowej i całego ustroju nośnego oraz zachowanie się posadzek żywicznych wykonanych na powierzchni płyty.

Tablica 1. Stalowe żebra B, podciągi Bs i rygle Ps stropu zespolonego

	Oznaczenie na rys. 1	Oznaczenie kształtowników	Gatunek stali
Kształtowniki walcowane	B-2	IPE300	S235JR (St3S)
	B-1, B-7, B-9	IPE360	
	B-3, Bs-2	IPE400	
	B-5, B-6, B-8.1, B-8.2	IPE450	
	B-4	IPE550	
	Bs-1	HEA900	
	Bs-3	HEA1000	
Blachownice	Bs-4, Ps-1	pasy 31×300, średnik 17×1138	S355JO (18G2A)
	Bs-5	pasy 31×300, średnik 17×1038	
	Ps-2	pasy 36×400, średnik 17×1228	
	Ps-3	pasy 36×300, średnik 17×1228	

## 2. Ogólna charakterystyka obiektu

Głównymi obiektami przedmiotowego Zakładu są budynki: produkcyjno – magazynowy i administracyjno – socjalny [7, 8]. Stalowa konstrukcja budynku produkcyjno – magazynowego ma szerokość 84,5 m i długość 204,3 m. Budynek ten został podzielony dylatacjami na trzy sekcje o długościach 42,0 m (magazyn surowców), 106,1 m (magazyn – 28,0 m i produkcja 78,1 m) i 56,2 m (magazyny produktów gotowych). Ze względów technologicznych część produkcyjną Zakładu zlokalizowano na dwóch poziomach (parter – poziom  $\pm 0,00$  m i piętro – poziom  $+6,50$  m). Strop nad parterem o wymiarach 78,1×84,5 m wykonany jest w postaci zespolonej płyty żelbetowej typu Filigran połączonej sworzniami z rusztem stalowym (rys. 1 i 2).

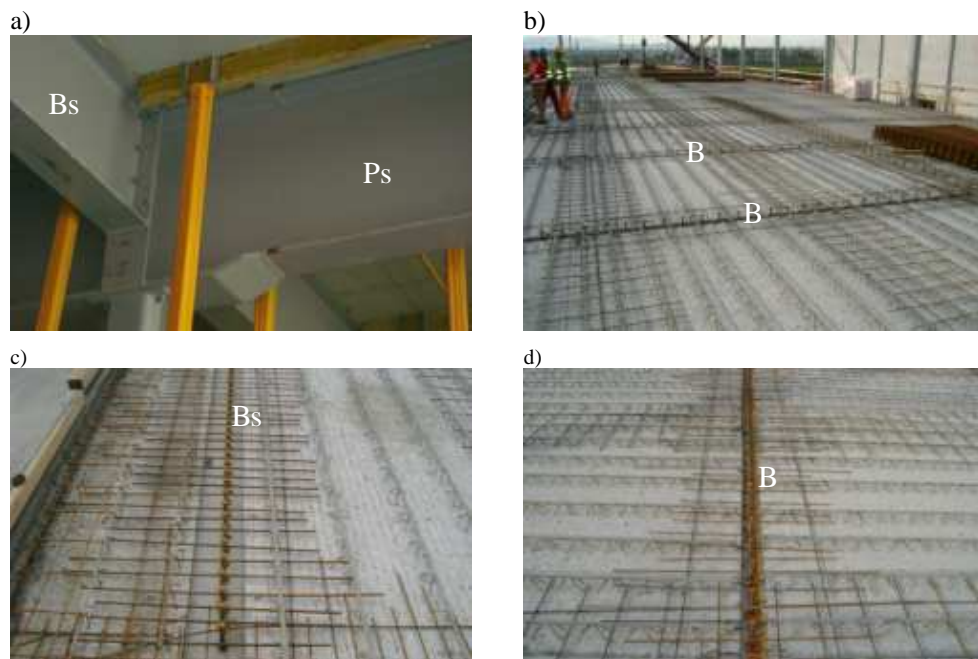


Rys. 2. Połączenie żebra B-1 z podciągiem Bs-1 pokazane na rys. 4a

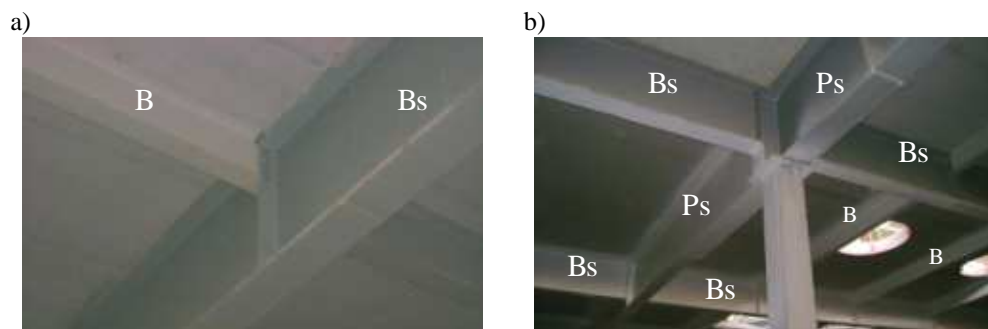
Ciężar własny stropu w części produkcyjnej Zakładu wynosi  $g_k = 5,5 \text{ kN/m}^2$  (płyta żelbetowa o grubości 18 cm, belki rusztu stalowego i instalacje podwieszane). Obciążenia użytkowe na przeważającej części stropu mają wartość  $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$ . W obrębie ustawienia mieszalników (między osiami 20–23 – rys.1) przyjęto  $q_k = 10 \text{ kN/m}^2$  a w miejscach lokalizacji zbiorników (osie 17–19) –  $q_k = 20 \text{ kN/m}^2$ . Obciążenia użytkowe  $q_k = 10$  i  $20 \text{ kN/m}^2$  zastępują siły skupione pochodzące od wózków paletowych o udźwigu  $Q_1 = 10 \text{ kN}$  lub od zbiorników przejezdnych typu Lee Mixer o ciężarze  $Q_2 = 90 \text{ kN}$  i  $P = 23 \text{ kN}$ , bądź zbiorników typu Crem Storage o ciężarze  $Q_3 = 65 \text{ kN}$  i  $P = 23 \text{ kN}$ .

### 3. Opis konstrukcji stropu

Strop w części produkcyjnej Zakładu (rys. 1) zaprojektowano jako zespoloną płytę żelbetową typu Filigran. Prefabrykaty dolne płyty o rozpiętości 3,36 m (stanowiące szalunek dla nadbetonu) układano bezpośrednio na półkach górnych żeber B, podciągów Bs i rygli Ps (rys. 2 i 3), a następnie podparto je asekuracyjnie stemplami wzdłuż żeber i podciągów (rys. 3a). Płytę żelbetową zespolono trzpieniami z rusztem (rys. 2 i 3b, 3c, 3d).



Rys. 3. Strop typu Filigran w trakcie realizacji: a) podparcie montażowe płyt Filigran przy ryglu Ps, b) część dolna (szalunkowa) stropu zespolonego typu Filigran z ułożonym zbrojeniem na stykach podłużnych płyt, c) zbrojenie zespalające nadbeton z podciągami Bs ułożone na płytach prefabrykatów; po lewej stronie widoczna jest przerwa robocza w nadbetonie, d) zbrojenie dolne ułożone prostopadłe do żebra B i styków podłużnych płyt prefabrykowanych; siatki zgrzewane zbrojenia górnego (widoczne wyżej) układane były na kratownicach płyt tuż przed betonowaniem



Rys. 4. Belki stalowe stropu w części produkcyjnej Zakładu: a) połączenie przegubowe żebra B z podciągami Bs, b) połączenie podciągów Bs z rygłem Ps w przęśle i w węźle przystępowym

Żebra B połączono przegubowo z podciągami Bs (rys. 2 i 4a). Podciągi Bs połączono z ryglami ram Ps, a te z kolei ze słupami za pomocą śrub sprężających (rys. 4b).

W obliczeniach statycznych żelbetowej płyty stropowej typu Filigran i całego ustroju nośnego [5, 6, 8] założono, że płyta opiera się głównie na żebrach B rozmieszczonych co 3,5 m i pracuje jako jednokierunkowo zbrojona (stosunek wymiarów boków oparcia płyty  $l_x / l_y = 7,0 / 3,5 = 2,0$ ). Do obliczeń przyjęto zastępczą belkę czteroprzęsłową (powinna być raczej pięcioprzęsłowa) o szerokości 1,0 m [8]. Nie przeanalizowano wpływu technologii wykonania stropu typu Filigran na stan odkształceń stropu jako całości (płyta żelbetowa jest zespolona z rusztem stalowym). Odkształcenia te (ugięcia żeber i podciągów) powodują powstawanie ujemnych momentów zginających w płycie żelbetowej w miejscu połączenia jej z podciągami Bs i ryglami Ps.

W pierwotnym projekcie stropu [8] przewidziano zespoloną płytę żelbetową typu Filigran o grubości 150 mm wykonywaną na prefabrykatach dolnych podpartych w przęśle i zbrojoną w dwóch warstwach (dołem w prefabrykatach i górą w nadbetonie) siatkami wiązаныmi z prętów #8 i #10 mm ze stali klasy A-IIIIN (dodatkowo dozbrojono strefy stykowe płyt i otwory w stropie). Ilości zbrojenia w płycie pierwotnej i nośności na zginanie podano w tabl. 2. W obliczeniach statycznych płyty stropowej [8] nie uwzględniono dwuetapowego sposobu jej wykonania rozpatrując tylko fazę eksploatacji.

W zrealizowanej płycie żelbetowej typu Filigran (rys. 3) zastosowano wzmocnione płyty dolne z większą ilością kratownic (zastosowano 8 kratownic w płytach o szerokości 2485 mm – rys. 3b). Założono, że płyty te będą samonośne (nie wymagają montażowych podparć przeszłowych) i będą opierać się na górnych półkach żeber B bądź rygli Ps oraz na stemplach przypodporowych (rys. 3a). Wzmocnione płyty dolne zaprojektowano z betonu klasy B30 o grubości płyciny 50 mm (wysokość łącznie z kratownicą 130 mm z górnym prętem podłużnym #14 mm i 140 mm z górnym prętem #12 mm). Rozpiętość płyt wynosiła 3,36 m, a szerokość podstawowa 2485 mm. Zbrojenie wykonano ze stali klasy A-IIIIN (St500b), przy otulinie 25 mm. Płyty uzupełniające miały zróżnicowane szerokości od 1,88 m do 1,55 m. Zbrojenie główne płyt samonośnych i nadbetonu oraz nośności na zginanie podano w tabl. 2.

Zastosowano także odpowiednie zbrojenie styków płyt i połączeń płyt z żebrami B, podciągami Bs i ryglami Ps (rys. 3b, 3c, 3d) oraz otworów w stropach [8]. Z przeprowadzonych obliczeń nośności granicznej płyt typu Filigran zaprojektowanych w wersji pierwotnej i zrealizowanej wynika (tabl. 2), że obie wersje stropu zostały zaprojektowane poprawnie, a strop z płytami samonośnymi ma wyższe nośności niż w wersji pierwotnej. Na stan zarysowania żelbetowej płyty stropowej miał wpływ przede wszystkim sposób wykonania połączeń stalowych żeber B z podciągami Bs (rys. 2).

Główne elementy rusztu stalowego wykonane są z kształtowników walcowanych na gorąco (tabl. 1 i rys. 2). Wszystkie żebra stropu (belki B) wykonane są z dwuteowników równoległościennych (tabl. 1). Elementy te w stropie mają schemat belek jednoprzęsłowych, prawie przegubowo połączonych z podciągami Bs (łączą się z podciągami za pomocą śrub rozmieszczonych na wysokości średnika – rys. 2). Półka górna żebra B kolidująca z półką górną podciagu Bs została wycięta, a półka dolna podcięta jednostronnie na długości styku połączenia średnika żebra B z żeberkiem pionowym podciagu Bs (rys. 2).

Podciągi Bs (belki o długościach montażowych około 13,7 m) wykonano w przeważającej części (strefa obciążeń  $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$ ) z kształtowników szerokostopowych HEA900 i HEA1000, a w strefie obciążeń użytkowych  $q_k = 20 \text{ kN/m}^2$  dano blachownice o wysokości 1100 i 1200 mm (tabl. 1). Podciągi Bs połączono z ryglami ram Ps stykiem czołowym na 12 śrub sprężających M20 klasy 10.9 (po 4 przy pasie dolnym i górnym oraz po 2 z każdej strony średnika – rys. 3a i 4b).

Tablica 2. Porównanie nośności granicznej na zginanie  $M_{Rd}$  w zespolonej płycie żelbetowej typu Filigran według projektu pierwotnego i zrealizowanego

Opis wielkości			Projekt pierwotny (zespolona płyta żelbetowa typu Filigran z podparciem pośrednim prefabrykatów)	Projekt zrealizowany (zespolona płyta żelbetowa typu Filigran z prefabrykatem dolnym samonośnym podpartym stemplami na końcach)		
Dane ogólne	Grubość całkowita płyty żelbetowej stropu [mm]		150	180		
	Grubość płyty prefabrykatu [mm]		50	50		
	Klasa betonu prefabrykatu i nadbetonu		B30	B30		
	Klasa i gatunek stali w prefabrykacie i nadbetonie		A-IIIIN, gat. St500b	A-IIIIN, gat. St500b		
	Otulina zbrojenia dolnego w płycie prefabrykatu [mm]		25	25		
	Otulina zbrojenia górnego w nadbetonie [mm]		25	35		
Zbrojenie prefabrykatów na momenty dodatnie	Zbrojenie główne przęsłowe (zbrojenie dolne w prefabrykatach)	Oście 12÷15	Średnica prętów i rozstaw	#8 mm co 125 mm	#8 / #10 mm co 150 mm	
			Przekrój zbrojenia [cm <sup>2</sup> /m]	4,02	4,34 (6,16)*	
			Nośność obliczeniowa $M_{Rd}$ [kNm]	<b>19,58</b>	<b>26,35 (36,80)*</b>	
		Oście 15÷23x	Średnica prętów i rozstaw	#10 mm co 125 mm	#10 / #12 mm co 150 mm	
			Przekrój zbrojenia [cm <sup>2</sup> /m]	6,28	6,45 (8,28)*	
			Nośność obliczeniowa $M_{Rd}$ [kNm]	<b>29,57</b>	<b>38,17 (48,20)*</b>	
	Zbrojenie rozdzielcze (prostopadłe do głównego)	Oście 12÷15 i 15÷23x	Średnica prętów i rozstaw	#8 mm co 200 mm	7#6 + 17#8 mm / 3,36 średnio co 150 mm	
			Przekrój zbrojenia [cm <sup>2</sup> /m]	2,51	3,13	
			Nośność obliczeniowa $M_{Rd}$ [kNm]	<b>11,37</b>	<b>16,70</b>	
	Zbrojenie górne nadbetonu na momenty ujemne i skurcz betonu	Zbrojenie główne podporowe (na momenty ujemne)	Oście 12÷15	Średnica prętów i rozstaw	#8 mm co 125 mm	#8 mm co 125 mm
				Przekrój zbrojenia [cm <sup>2</sup> /m]	4,02	4,02
				Nośność obliczeniowa $M_{Rd}$ [kNm]	<b>19,58</b>	<b>22,95</b>
Oście 15÷23x			Średnica prętów i rozstaw	#10 mm co 125 mm	#10 mm co 125 mm	
			Przekrój zbrojenia [cm <sup>2</sup> /m]	6,28	6,28	
			Nośność obliczeniowa $M_{Rd}$ [kNm]	<b>29,57</b>	<b>34,84</b>	
Zbrojenie rozdzielcze (również na momenty ujemne nad podciągami B <sub>s</sub> )		Oście 12÷15 i 15÷23x	Średnica prętów i rozstaw	#8 mm co 200 mm	#8 mm co 200 mm	
			Przekrój zbrojenia [cm <sup>2</sup> /m]	2,51	2,51	
			Nośność obliczeniowa $M_{Rd}$ [kNm]	<b>11,37</b>	<b>13,48</b>	

\* – wartości w nawiasach uwzględniają zbrojenie dolne #6 mm w kratownicach płyty prefabrykatu

Zrealizowane połączenie podciągów B<sub>s</sub> z ryglami P<sub>s</sub> jest rozwiązaniem pośrednim między połączeniem sztywnym a podatnym. Rozmieszczenie śrub jest mniej więcej proporcjonalne do przekrojów pasów i średnika, co sugeruje połączenie sztywne, którego głównym celem jest przeniesienie momentów i sił poprzecznych. Zauważone prześwity w niektórych stykach blach czołowych podciągów B<sub>s</sub> i rygli P<sub>s</sub> (w prześwicie widoczne są śruby) oraz ukosowania na blachach czołowych podciągów sugerują, że podczas montażu wystąpiły problemy z dopasowaniem styków podciągów z ryglami. Rozpierzano więc rygle, wciskając między nie podciągi. W sąsiednich stykach uzyskiwano w ten sposób „niedobór” długości podciągów, czego nie udało się zlikwidować śrubami.

#### 4. Przyczyny zarysowania płyty stropowej

Zastosowanie płyt samonośnych typu Filigran w żelbetowym stropie zespolonym spowodowało większe zużycie stali w prefabrykatkach w stosunku do płyt pierwotnych, ale równocześnie korzystnie wpłynęło na rozkład momentów ujemnych w miejscu oparcia płyty na żebrach B (zmniejszono niebezpieczeństwo zarysowania od góry). Korzyść ta wynika z faktu, że w zespolonej płycie żelbetowej typu Filigran z samonośnymi płytami dolnymi nie powstają momenty ujemne od ciężaru własnego prefabrykatów i nadbetonu (prefabrykowane płyty w trakcie montażu i układania betonu pracują jako elementy swobodnie podparte). Momenty ujemne nad żebrami powstają dopiero od obciążeń użytkowych i ewentualnego skurczu betonu w nadbetonie. Porównanie momentów zginających od obciążeń użytkowych (ujemnych nad żebrami i dodatnich w środku rozpiętości płyt – tabl. 2) wykazuje duże zapasy nośności użytkowej w płycie stropowej. Pomimo takich rezerw nośności na górnej powierzchni żelbetowej płyty stropowej nad podciągami B<sub>s</sub> w osiach parzystych (rys. 1) powstały rysy o szerokościach 0,2÷0,4 mm.

Bezpośrednią przyczyną zarysowania się płyty stropowej nad podciągami był obrót względem siebie swobodnie podpartych żeber B na podciągach B<sub>s</sub>. Zarysowanie to wystąpiło tuż po usunięciu podparć montażowych płyt prefabrykowanych widocznych na rys. 3a – w pierwszej kolejności nad podciągami B<sub>s</sub> w osiach parzystych 16 i 18 (rys. 1), czyli nad podciągami „słupowymi”, charakteryzującymi się mniejszymi przemieszczeniami pionowymi od podciągów „przęsłowych” w osiach nieparzystych. W następnej kolejności (po „wejściu” obciążeń użytkowych) powstały rysy nad podciągami w osiach nieparzystych. W trakcie układania nadbetonu na samonośnych płytach prefabrykowanych stropu część obciążenia od ciężaru płyt i nadbetonu przekazała się na podpory montażowe. Żebra B nie były w tym czasie odciążone ciężarem nadbetonu. Jako belki swobodnie podparte miały małe ugięcia i kąty obrotu na podciągach B<sub>s</sub>. Po usunięciu podpór montażowych siły ze stempli przeszły na żebra, które zaczęły współpracować z nadbetonem. W miejscu swej nieciągłości w połączeniu z podciągami żebra doznały obrotu, powodując znaczne momenty w płycie. Momenty te zarysowały płytę, umożliwiając „dopasowanie się” jej linii ugięcia do ugięcia żeber. Dodatkowo w strefie przypodciągowej dyble żeber ciągną płytę w dół, powodując jej dalsze zarysowanie nawet przy niewielkich obciążeniach (ugięcie płyty w obrębie podciągów musi się dopasować do ugięcia nieciąglych żeber).

W przypadku żeber ciągłych nie wystąpiłyby nieciągłości linii ugięcia płyty w miejscu połączenia żeber z podciągami. Przy zastosowaniu żeber ciągłych wymagane byłoby dodatkowe zbrojenie w nadbetonie w miejscu połączenia żeber nad podciągami. Wszystko to można było przewidzieć na etapie projektowania i właściwie zaprojektować ruszt stalowy z belkami ciągłymi zespolonymi z monolityczną płytą żelbetową.

Rysy nad podciągami B<sub>s</sub> w stropie z żebrami jednoprzęsłowymi miały prawo wystąpić, a ich rozwartości zależą od intensywności obciążenia użytkowego. Zarysowanie płyty żelbetowej stropu nie wpłynie jednak na obniżenie nośności użytkowej stropu. Obniżone są natomiast walory estetyczne posadzek żywicznych, gdyż rysy te mogą być widoczne na powierzchni posadzki układanej bezpośrednio na płycie żelbetowej stropu (szczególnie w osiach parzystych, w których wystąpił największy obrót żeber na podciągach).

Widoczność rys na posadzkach żywicznych będzie zależała od wytrzymałości żywicy na rozciąganie (wynosi ona około 12 MPa – czyli jest wysoka) oraz od ciągliwości granicznej żywicy. Przy wysokiej wytrzymałości żywicy na rozciąganie i dużej jej ciągliwości rysy te nie powinny być widoczne na powierzchni posadzki w osiach nieparzystych. Istnieje natomiast duże prawdopodobieństwo pojawienia się rys na powierzchni posadzki w osiach parzystych.

## 5. Podsumowanie

W pracy przedstawiono przypadek przekroczenia stanu granicznego zarysowania w zespolonej płycie żelbetowej o wymiarach  $78,1 \times 84,5$  m opartej na układzie krzyżujących się ortogonalnie stalowych żebrach, podciągach i ryglach ram. Żebra połączone z podciągami w sposób przegubowy.

Na podstawie obserwacji obiektu w trakcie jego realizacji, oceny projektu wykonawczego (obliczenia statyczne i rysunki konstrukcyjne) oraz własnych analiz i obliczeń kontrolnych, sformułowano następujące wnioski:

1. Żelbetowa płyta zespolona stropu wykonana została zgodnie z projektem wykonawczym i spełnia ze znacznym zapasem wymagania dotyczące nośności granicznej dla przewidzianych w projekcie obciążeń użytkowych (tabl. 2).
2. W konstrukcji stalowo – żelbetowego stropu zastosowano płytę zespoloną typu Filigran o zbyt dużej powierzchni bez dylatacji. Według norm [3, 4] maksymalna odległość dylatacji powinna wynosić 50 m.
3. Zastosowanie w konstrukcji stropu prefabrykowanych płyt samonośnych typu Filigran opartych wzdłuż żeber podczas układania nadbetonu na podporach montażowych korzystnie wpłynęło na wartości momentów ujemnych nad żebrami B (uzyskano znacznie mniejsze wartości tych momentów).
4. Duże zapasy nośności użytkowej płyty stropowej nad żebrami nie uchroniły jej jednak przed zarysowaniem nad podciągami Bs, co jest wynikiem zastosowania w konstrukcji stropu stalowych żeber jednoprzęsłowych, połączonych przegubowo z podciągami i podparcia płyt dolnych podporami montażowymi podczas układania nadbetonu. Przy zespolonej płycie żelbetowej opartej na układzie krzyżujących się belek wszystkie elementy tego rusztu powinny być belkami ciągłymi, jeśli chcemy do minimum ograniczyć zarysowanie górnej powierzchni płyty.
5. Zarysowanie żelbetowej płyty stropowej nad podciągami Bs wpłynęło niekorzystnie na stan posadzek żywicznych położonych bezpośrednio na płycie. Zastosowanie żywicy o dużej ciągliwości granicznej zmniejszyło do minimum możliwość pojawienia się rys i spękań na powierzchni posadzki.

## Literatura

1. Mitzel A., Stachurski W., Suwalski J.: Awarie konstrukcji betonowych i murowych, Arkady, Warszawa 1973.
2. Kubiak J., Stachurski W.: Konstrukcje żelbetowe T. I+IV, Arkady, Warszawa T. I – 1984, T. II – 1987, T. III – 1989, T. IV – 1991.
3. PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
4. PN-EN 206-1:2003/Ap1:2004 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
5. PN-B-03300:2006 Konstrukcje zespolone stalowo-betonowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
6. PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
7. Kubiak J., Łodo A., Michałek J.: Analiza stanu technicznego stropu stalowo – żelbetowego w części produkcyjnej ..., Raport Instytutu Budownictwa Politechniki Wrocławskiej serii SPR nr 57/2006, Wrocław 2006.
8. Opisy techniczne i obliczenia statyczne do projektu budowlanego Zakładu oraz rysunki do projektu wykonawczego stropu poz. 6,50 m – 2006 r.