



Zagrożenia bezpieczeństwa konstrukcji wynikające z wymiany stropu w budynku szkieletowym

XXVI Konferencja Naukowo-Techniczna awarie budowlane 2013

Dr inż. Jacek Ścigallo, Politechnika Poznańska

ARTYKUŁY PROBLEMOWE

1. Wprowadzenie

Adaptacje istniejących budynków do spełniania nowych funkcji często wiążą się z koniecznością ingerencji w istniejący układ konstrukcyjny. Wielkość i zakres ingerencji wynikają z konieczności spełnienia nowych wymogów architektoniczno-funkcjonalnych, co często wiąże się z koniecznością przeniesienia nowych obciążeń zarówno co do ich wartości jak i charakteru działania. Modernizowane obiekty są często znacznie wyeksploatowane, a ich konstrukcja jest mocno zużyta. Niezależnie od prac remontowych, dostosowujących budynek do nowych funkcji, konstrukcja wymaga często wykonania dodatkowych zabiegów wzmacniających ze względu na zużycie eksploatacyjne, spotęgowane wieloletnimi zaniedbaniami. W pracy przedstawiono przypadek płyty stropowej 2 kondygnacji, która na znacznej swej powierzchni została zaolejona i wymagała naprawy [1]. Analiza różnych rozwiązań konstrukcyjnych wykazała, że najbardziej racjonalnym, a zarazem akceptowalnym przez użytkownika rozwiązaniem, będzie wymiana zaolejonej powierzchni stropu łącznie z przyległymi zaolejonymi nadprożami i słupami.

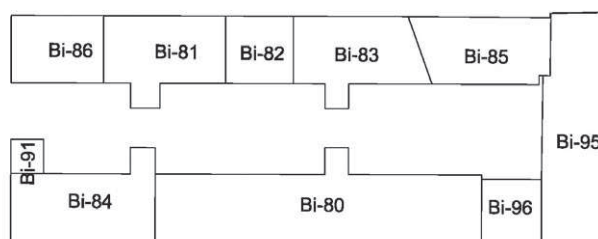
2. Ogólna charakterystyka obiektu i konstrukcji stropów

Będący przedmiotem referatu żelbetowy strop płaski jest elementem konstrukcyjnym czterokondygnacyjnego, pofabrycznego budynku szkieletowego o konstrukcji słupowo-płytywowej (rys. 1). Adaptacja całego obiektu pofabrycznego na cele dydaktyczno-naukowe szkoły SWPS w Warszawie podzielona została na 3 etapy. Przedmiotem opracowania projektowego był etap III, który obejmował skrzydło północne budynku – moduły Bi-81 oraz Bi-82 (rys. 2).

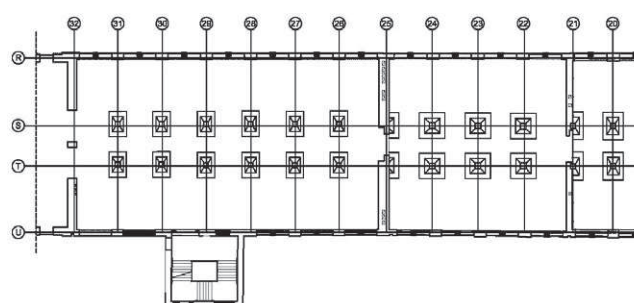
Etap III modernizacji obiektu pofabrycznego obejmował obszar budynku ograniczony osiami konstrukcyjnymi 21-32/R-U (rys. 3). Podstawowe wymiary budynku etapu III: długość 48,85 m, szerokość 17,85 m. Budynek trójtraktowy (6,70-4,45-6,70) m, czterokondygnacyjny z lokalnym przegłębieniem piwnicznym w obszarze osi konstrukcyjnych 28-30/R-U. Wysokości poszczegól-



Rys. 1. Modernizowany budynek III etapu od strony podwórza



Rys. 2. Rzut całego modernizowanego obiektu pofabrycznego



Rys. 3. Rzut budynku obejmujący III etap modernizacji obiektu

nych kondygnacji licząc od poziomu posadzki parteru/piwnicy wynoszą odpowiednio: 3,15/5,70 m, 3,50 m, 3,60 m oraz 4,75 m dla poddasza. Komunikację piono-



wą zapewnia zewnętrzna, trójbiegowa klatka schodowa z szybem windowym. Szywność przestrzenną budynku zapewniają poprzeczne ściany murowane zlokalizowane w osiach: **21**, **25** i **32** oraz zewnętrzna, murowana klatka schodowa. Monolityczne stropy międzypiętrowe w układzie słupowo-płytowym grubości 0,25 m z wykonstrowanymi głowicami w miejscach podparcia słupami (rys. 4). W obszarze głowicowym płyta stropowa pogrubiona do wartości 0,35 m o zasięgu 2,50 x 2,50 m. W obszarze słupowym o zasięgu 1,50 x 1,50 m wykonstrowano głowicę o wysokości 0,50 m. Pobocznica głowicy nachylona do poziomu pod kątem 45°. Stropodach wentylowany na bazie żelbetowego, monolitycznego stropu płytowo-belkowego jednokierunkowo zbrojonego. Słupy żelbetowe o przekroju kwadratowym o wymiarach: 0,50 x 0,50 m – słupy parteru i I piętra oraz 0,40 x 0,40 m – słupy II piętra oraz słupy poddasza.

3. Opis stanu technicznego wymienianego stropu

Strop nad I piętrzem (poziom +2) w obszarze ograniczonym osiami konstrukcyjnymi **28-31/R-U** znajdował się w bardzo złym stanie technicznym. Na całym tym obszarze strop był zaolejony (rys. 4), a jego zły stan techniczny wynikający z zaolejenia został dodatkowo

spotęgowany korozją odkrytego zbrojenia nośnego (rys. 5). W analizowanym obszarze zaolejenie stropu obejmowało całą grubość płyty stropowej jak również słupy podpierające strop na skrzyżowaniu osi **S/29,30** oraz **T/29,30**. Zasięg zaolejenia betonu słupów obejmował całe głowice słupowe oraz mniej więcej połowę wysokości słupów podpierających (rys. 4), jak również około 1,0 m wysokości słupów powyżej rozpatrywanego poziomu stropu +2.

Stan techniczny stropu międzykondygnacyjnego poziomu +2 w obszarze ograniczonym osiami konstrukcyjnymi **28-31/R-U** wymagał podjęcia decyzji odnośnie wyboru sposobu jego naprawy, której celem było przywrócenie stropowi pierwotnych jego funkcji. Przeprowadzono analizę różnych, możliwych do realizacji rozwiązań konstrukcyjnych. Wyniki analiz przedstawiono użytkownikowi, który zdecydował się na rozwiązanie polegające na wymianie zaolejonego obszaru płyty stropowej.

4. Koncepcja konstrukcyjna częściowej wymiany stropu nad I piętrzem

Zaprojektowano nowy, żelbetowy monolityczny strop płytowo-słupowy w obszarze ograniczonym osiami

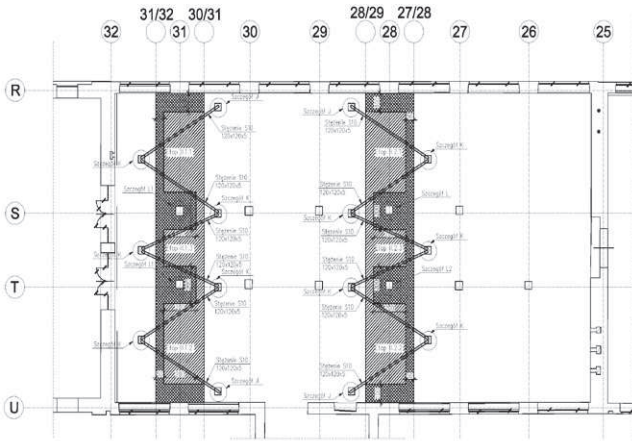


Rys. 4. Widok zaolejonego stropu nad I piętrzem



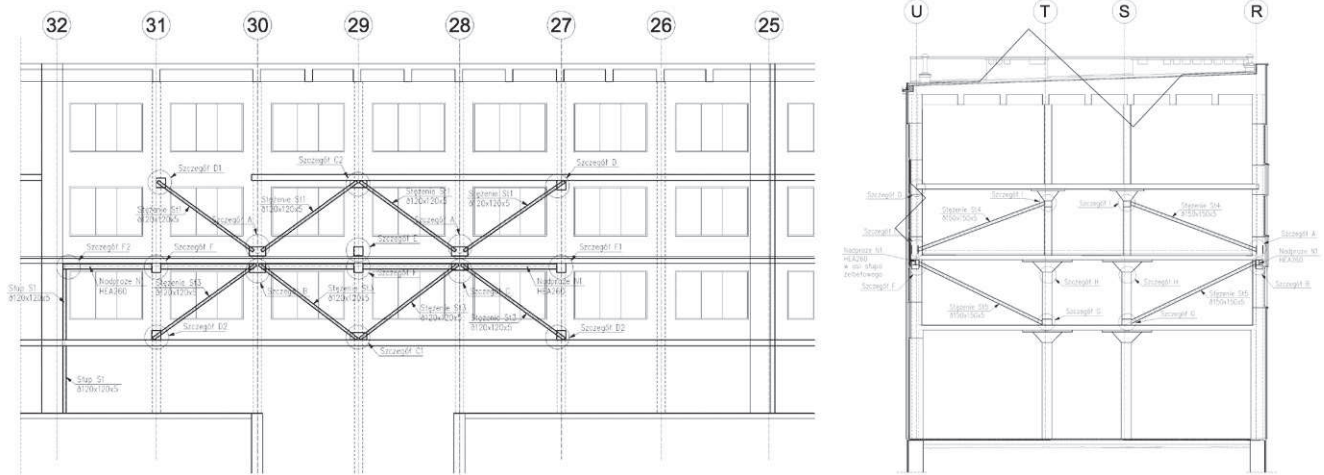
Rys. 5. Odkryte i skorodowane zbrojenie zaolejonego stropu





Rys. 6. Stężenie poziome stropu na czas realizacji stropu części 1

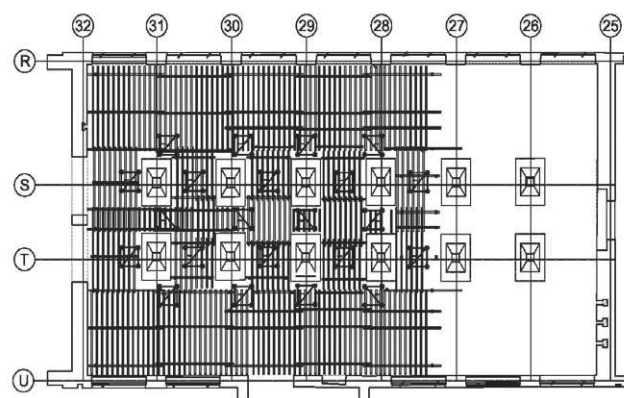
projektowano ich wymianę. Ponadto z uwagi na znaczne zaolejenie słupów podpierających na skrzyżowaniu osi **S, T/29,30** podjęto decyzję o ich częściowej wymianie. Wymiana części stropu międzykondygnacyjnego łącznie ze słupami podpierającymi wymagała zaprojektowania specjalnej montażowej konstrukcji wsporczej, której celem, oprócz przeniesienia obciążeń pionowych z wyższych kondygnacji, było zapewnienie sztywności przestrzennej budynku na czas realizacji, związany z usunięciem starej i wykonaniem nowej płyty stropowej. Dodatkowym elementem znacznie zmniejszającym sztywność przestrzenną budynku było wcześniejsze, nie konsultowane z konstruktorem, wyburzenie klatki schodowej. Dla bezpiecznego przebiegu realizacji wymiany konstrukcji istniejącego stropu na nowy, zaprojektowa-



Rys. 7. Stężenia pionowe podłużne i poprzeczne zapewniające sztywność przestrzenną

(27/28-31/32)/R-U (rys. 3). Przyjęto schemat statyczny płyty podpartej liniowo na nadprożach w osiach zewnętrznych **R** i **U** oraz punktowo na słupach w osiach wewnętrznych [2, 3]. Z uwagi na zaolejenie stropu obejmujące swym zasięgiem również nadproża okienne za-

no stężenia poziome stropu (rys. 6) na czas realizacji części 1 stropu oraz stężenia pionowe budynku w kierunku podłużnym i poprzecznym. Zadaniem stężeń pionowych było usztywnienie przestrzenne obiektu na czas realizacji wymiany stropu łącznie ze słupami wewnętrznymi oraz nadprożami okiennymi w podłużnych, zewnętrznych ścianach budynku (rys. 7). Dla przeniesienia obciążeń pionowych ze stropów powyżej poziomu **+2** została zaprojektowana konstrukcja samonośnych wież pionowych przejmujących obciążenia ze stropów poziomów **+3** oraz **S**. Obciążenia z wież przekazano dalej na poziom **+0**. Pionowe obciążenia montażowe ze stropu poziomu **+2** zostały przejęte przez zaprojektowane szalunki, przekazujące obciążenia na strop poziomu **+1** oraz na poziom piwniczny **+0** (rys. 8).



Rys. 8. Szalunki przejmujące montażowe obciążenia pionowe wymienianego stropu

5. Realizacja wymiany stropu

Prace związane z wyburzeniem starego i betonowaniem nowego stropu oraz z wykonywaniem stężeń na czas realizacji podzielono na etapy:



Rys. 9. Stężenia w kierunku podłużnym budynku w osiach zewnętrznych R,U i wewnętrznych S,T



Rys. 10. Stężenia pionowe w kierunku poprzecznym remontowanego budynku



Rys. 11. Mechaniczne wyburzenie obszarów stropu z pozostawieniem prętów do zakotwienia

Etap I – usztywnienie przestrzenne budynku,
 Etap II – wyburzenia stropu części 1,
 Etap III – szalowanie, zbrojenie i betonowanie stropu części 1,
 Etap IV – betonowanie i murowanie ścian,
 Etap V – montaż wież pionowych i szalunków,
 Etap VI – wyburzenia stropu części 2,
 Etap VII – szalowanie, zbrojenie i betonowanie stropu części 2,

Etap VIII – demontaż wież i szalunków oraz stężeń montażowych,
 Etap IX – prace wykończeniowe.
 Dla zachowania odpowiedniej sztywności przestrzennej budynku podczas wykonywania prac remontowych, roboty wyburzeniowe poprzedzono wykonaniem montażowych stężeń pionowych zarówno w kierunku podłużnym (rys. 9), jak i w kierunku poprzecznym budynku (rys. 10).



Rys. 12. Cięcie wyburzanej powierzchni stropu na elementy nadające się do ręcznego transportu



Rys. 13. Kolumny przejmujące obciążenia montażowe oraz obciążenia pionowe z wyższych pięter



Rys. 14. Prace wyburzeniowe części 1. Widoczne stare zbrojenie stropowe łączone z nowym

Prace wyburzeniowe były przeprowadzane dwiema różnymi metodami w zależności od lokalizacji powierzchni stropowej. Metoda 1 (rys. 11) polegała na mechanicznym wyburzeniu płyty stropowej. Zastosowano ją w obszarach stropu, w których istniała konieczność pozostawienia istniejącego zbrojenia, w celu jego zakotwienia ze zbrojeniem nowo projektowanej płyty

stropowej. W metodzie tej zastosowano młoty pneumatyczne oraz robot wyburzeniowy BROKK. Metoda 2 (rys. 12) polegała na wycięciu z płyty stropowej elementów, których wielkość wynikała z możliwości transportowych ręcznych wózków paletowych. Do cięcia zastosowano tutaj piłę diamentową firmy HILTI. Metodę stosowano w obszarach, w których nie występo-



Rys. 15. Wyburzony obszar stropu wokół słupów żelbetonowych



Rys. 16. Widok pomieszczeń w poziomie i obszarze wymienianego stropu po modernizacji



wała potrzeba łączenia prętów starej płyty stropowej ze zbrojeniem nowej płyty.

Prace wyburzeniowe poprzedzono wykonaniem szalunków i kolumn przejmujących pionowe obciążenia montażowe (rys. 13). Wyburzenie stropu nad I piętrzem wykonano dwuczęściowo:

– część 1 prac wyburzeniowych (etap II) obejmowała powierzchnię stropu (rys. 14) ograniczoną osiami konstrukcyjnymi **(30/31-31/32)/R-U** oraz **(27/28-28/29)/R-U**. Słupy znajdujące się w tych obszarach zostały zachowane, natomiast górne zbrojenie stropu przechodzące przez słupy zostało odkryte i pozostawione w celu zakotwienia z nowym zbrojeniem stropowym (rys. 15).

– część 2 prac wyburzeniowych (etap VI) obejmowała powierzchnię stropu ograniczoną osiami **(30/31-27/28)/R-U**. Słupy z tych obszarów zostały usunięte, a w ich miejsce wykonano nowe, pracujące w układzie stropu bezgłowicowego (rys. 15).

Po wykonaniu wymiany płyty stropowej wraz z podpierającymi ją słupami wewnętrznymi, zdemontowano stężenia wykonane na czas modernizacji konstrukcji budynku. Następnie przystąpiono do prac wykończeniowych. Efekt końcowy, po wykonaniu remontu adaptacyjnego

objektu pofabrycznego na cele szkoły SWPS w Warszawie, przedstawiono na rysunku 16.

5. Podsumowanie

Wnioski z wcześniej wykonanej ekspertyzy technicznej modernizowanego obiektu pofabrycznego wskazywały na konieczność wzmocnienia zniszczonego olejem mineralnym i korozją zbrojenia, międzykondygnacyjnego stropu nad I piętrzem. Alternatywnym, przyjętym przez użytkownika obiektu rozwiązaniem, była wymiana zaolejonego obszaru płyty stropowej. Wycięcie zniszczonej olejem mineralnym płyty stropowej wymagało zaprojektowania i wykonania dodatkowych stężeń montażowych, zwiększających sztywność przestrzenną budynku na czas realizacji wymiany stropu na nowy.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Błaszczyński T., The influence of crude oil product on RC structure destruction. *Journal of Civil Engineering and Management*, 2011, Vol. 17, No. 1, s. 146–156
- [2] Grajek K., ABC Płyta wersja 6, Pro-Soft, Gliwice 2005
- [3] Starosolski W., Komputerowe modelowanie betonowych ustrojów inżynierskich, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2009