

BA

**Przebudowa
ul. Bohaterów Monte
Cassino w Białymstoku
- str. 12**

ROK 2022 W POIIB

RZECZNIK OSTRZEGA

1

(80)

2023



ZWIĘKSZANIE NOŚNOŚCI STROPÓW DZ-3 PRZEZ DOKLEJANIE TAŚM WĘGLOWYCH FRP

0 krok od katastrofy

Wśród wielu rozważań na temat sposobów naprawy stropów DZ-3 zapewniającej im właściwą nośność na zginanie, najlepszą okazuje się być technologia doklejania taśm węglowych FRP. Zastosowano na każdej belce po jednej taśmie szerokości 80 mm i grubości 1,2 mm. Bardzo skutecznie, szybko i bez znacznej ingerencji w konstrukcję budynku.

Temat dotyczy szkoły w Sobolewie pod Białymstokiem, której historia sięga czasów sprzed II wojny światowej. Od 24 listopada 1957 r. szkoła zaczęła dysponować własnym budynkiem, a w rok później pojawiła się tu pierwsza żarówka – wcześniej lekcje były prowadzone bez elektryczności. Pomiędzy 1963 a 1975 r. dokonano pierwszej rozbudowy szkoły i kolejnych w latach 1999 i w 2014. Czwarta już z kolei rozbudowa jest realizowana obecnie przez firmę Akcess z Białegostoku. Szkoła zostanie wzbogacona o szatnię w części podziemnej, stołówkę z zapleczem gastronomicznym i sześć nowych sal dydaktycznych. W zakres rozbudowy wchodzi również przebudowa i remont pierwszego etapu rozbudowy szkoły czyli część z przełomu lat 60 i 70-tych.

Stara część budynku, na pierwszy rzut oka, nie budziła żadnych obaw co do stanu technicznego. Budynek był ocieplony, dach przekryty, wewnętrzne ściany i sufity obłożone różnego rodzaju okładzinami, typu panele, siding. Niestety rzeczywistość okazała się inna.

– Z uwagi na odbywające się zajęcia, istniejącą część budynku do remontu przejęliśmy później – opowiada Paweł Pietrotaj, kierownik robót. – Razem z kierownikiem budowy zdążyliśmy posadowić szyb windowy ponad 4 m poniżej posadowienia starego budynku i wykonać część ścian żelbetowych w istniejącym narożniku. I właśnie w tym momencie zaczęły pojawiać się pierwsze trudności. Znaleźliśmy w narożniku najpierw olbrzymią bryłę betonu dolaną do istniejących fundamentów, co wskazywało na nigdzie niezainwentaryzowane podbicie fundamentu. Widocznie ktoś kiedyś próbował ratować narożnik przed nadmiernym osiadaniem. Kiedy zerwaliśmy elewację zewnętrzną i jednocześnie wewnętrzne okładziny ścian zrobiło się nam naprawdę gorąco.

Ściana szczytowa w części istniejącej była dosłownie poszatkowana od pęknięć, odspojona od reszty budynku, niektóre



Paweł Pietrotaj – kierownik robót

szczeliny miały nawet 2 cm szerokości, np. przy połączeniu z klatką schodową. Dodatkowo, w ścianie znajdował nieczynny spękany komin i liczne zamurowania, co znacznie pogarszało jej stabilność. Zlecona ekspertyza wykazała, że omawiana ściana nie jest połączona w żaden sposób ani ze stropem pośrednim, ani ze ścianą klatki schodowej. W każdej chwili mogła runąć. Niezwłocznie wstrzymano prace i wykonano czynności mające zabezpieczyć stateczność tej ściany. Przed rozbudową nikt nie miał najmniejszej świadomości zagrożenia zawaleniem.

– Na dalszym etapie prac naprawczych moją uwagę zwróciło nadmierne ugięcie stropów DZ-3 – kontynuuje Paweł Pietrotaj. – To było jakieś instynktowne. Spojrzałem w sufit, policzyłem w pamięci normowe $L/200$ i... pomyślałem: o kurka wodna (uśmiech). Prawie 4 cm ugięcia stropu to zdecydowanie za dużo jak na rozpiętość 5,95 m. Przeanalizowałem obciążenia stropów i okazało się, że ciężaru na tych stropach jest zdecydowanie za dużo.

Największym problemem okazał się strop nad piętrzem, gdzie na istniejące warstwy dachu w dawnych latach nadbudowano kolejne warstwy. Finalnie grubość stropu i nadbudowanych warstw wynosiła razem ok. 0,7 m. Strop górny DZ-3, wg obliczeń inżynierskich, jest w stanie przenieść

- | Inwestor: Gmina Supraśl
- | Autor projektu wzmocnienia stropu: mgr inż. Sławomir Sanejko, współpraca projektowa mgr inż. Paweł Pietrotaj
- | Wykonawca: Akcess Białystok
- | Kierownik budowy: mgr inż. Bogusław Koziół
- | Kierownik robót: mgr inż. Paweł Pietrotaj
- | Wykonawca wzmocnienia: FRP: Alobex Niedzwica Duża

moment $M_{SGN}=22,12$ kNm, a przy układzie takim, jaki zastaliśmy na budowie wyęcie wynosiło $M_{SGN}=32,91$ kNm.

Kolejną wadą stropów był brak wieńców obwodowych, brak połączenia stropu ze ścianą szczytową, wadliwie wykonane żebra rozdzielcze i brak normowej grubości nadbetonu. W niektórych miejscach nie było go wcale. Stropy były bardzo popękane, zwłaszcza w miejscach zespolenia nadbetonu z belkami. Wymagały wzmocnienia. Z dachu górnego należało usunąć zbędne 11 cm szlichty betonowej i 10-30 cm mieszaniny piasku trocin żużlu, gruzu i płyt suprema.

Jak sobie z tym poradziliśmy. Otóż... Do wzmocnienia stropów przyjęliśmy technologię wzmocnienia taśmami węglowymi FRP. W pierwszym etapie należało wykonać próby odrywania Pull-off. Osiągnięto wynik odrywania $>2,1$ N/mm² co kwalifikowało belki jako zdolne do wzmocnienia. Należało wykonać nadłania stropu tak, aby warstwa nadbetonu wynosiła min. 4 cm. Górną warstwę stropów agresywnie oszlifowano, aby pozbyć się mleczka cementowego. Dla poprawienia przyczepności zostały nawiercone pręty stalowe.

– Zrobiliśmy tzw. jeża – komentuje Paweł Pietrotaj.

Powierzchnię umyto myjką ciśnieniową, a następnie nałożono warstwę szczepną, ułożono siatki stalowe i przystąpiono do układania betonu. Po zabetonowaniu stropy nie odbiegają sztywnością i odpornością na drgania stropom żelbetowym wykonanych na nowej części budynku.

Wzmocnienie stropów taśmami FRP może powodować wiele wątpliwości dotyczących konieczności ochrony pożarowej tego rodzaju wzmocnień. Należy mieć na uwadze, że dla stali przyjmuje się temperaturę krytyczną 500 st. C, natomiast temperatura krytyczna dla kleju

C.D. ZE STR. 27

FRP wynosi zaledwie 67 st. C. Należy przeanalizować każdy przypadek obliczeniowy indywidualnie.

– We wzmacnianym przez nas stropie DZ-3 wg zaleceń Eurokodu, kombinacja obciążeń pożarowych dla stref dachowych kategoria „G” pozwala redukować współczynniki bezpieczeństwa dla obciążeń stałych 1,0 i do 0 dla obciążeń zmiennych – liczy kierownik robót. – W ujęciu obliczeniowym „sytuacja pożar”, można uznać, że taśma w naszym przypadku podczas pożaru, nie jest głównym elementem nośnym i zabezpieczyć pożarowo należy tylko główne zbrojenie stalowe, Jest to szczegółowo opisane w publikacji Piotra Turkowskiego Budownictwo i Architektura 12(1) (2013) 179-186. W naszym przypadku ze względu na otulinę zbrojenia belek DZ-3 gr. 16 mm obliczono, że strop może przy tej grubości przenieść obciążenia przez 30 min. Aby podwyższyć odporność pożarową, w naszym przypadku należało zwiększyć grubość otuliny zbrojenia dolnego z 16 do 46 mm, co można uzyskać przez nałożenie natryskiem 18,5 mm tynku ogniochronnego.

Przez wzmacnienie taśmami węglowymi uzyskano znaczne zwiększenie nośności stropów na zginanie, tj: strop dolny przed wzmacnieniem $MSGN=22,12 \text{ kNm}$ po wzmacnieniu $MSGN_FRP=36,22 \text{ kNm}$ oraz strop górny przed wzmacnieniem $MSGN=22,12 \text{ kNm}$ po wzmacnieniu $MSGN_FRP=32,72 \text{ kNm}$.

Opisana historia jest dowodem na to jak ważne jest w procesie budowlanym prowadzenie szczegółowej dokumentacji budowy, a zwłaszcza jak istotna jest rola dokumentacji powykonawczej. Szacuje się, że nadbudowa dachu mogła nastąpić 20-30 lat temu. Nikt wtedy nie przeanalizował wpływu dodatkowych obciążeń na nośność stropów DZ-3. Kiedy strop zaczął pękać, sufit obłożono warstwą sidingu. Podobnie ściana szczytowa została zastąpiona nową elewacją, a od wewnątrz ściany wykończono panelami.

– Cieszę się, że przyczyniliśmy się z Bogusławem Koziołem do możliwości bezpiecznego użytkowania szkoły przez dzieci – podsumowuje Paweł Pietrolaj.

Obiekt niebawem zostanie oddany do użytkowania.

TEKST I ZDJĘCIA: PAWEŁ PIETROŁAJ,
AKCESS BIAŁYSTOK
OPRACOWAŁA BARBARA KLEM



Badanie pull-off



Odkrywka w dachu



Strop przed wzmacnieniem



Ściana zagrożona zawaleniem



Warstwy do usunięcia na dachu



Klejenie taśm węglowych FRP



Grzybek oderwany