

NAPRAWA BUDYNKU ROZDZIELNI ELEKTRYCZNEJ ODBUDOWANEJ PO KATASTROFIE BUDOWLANEJ

TOMASZ BŁASZCZYŃSKI, *e-mail: tomasz.blaszczynski@put.poznan.pl*

MICHAŁ BABIAK

PRZEMYSŁAW WIELENTEJCZYK

Politechnika Poznańska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

Streszczenie: Artykuł przedstawia sposób naprawy murowanego budynku rozdzielni elektrycznej, którego część została w niewłaściwy sposób odbudowana po katastrofie budowlanej. Błędy powstałe w trakcie odbudowy doprowadziły do pęknięć i wyboczenia murowanych ścian nośnych budynku. W artykule przedstawiono prawdopodobne przyczyny i zakres uszkodzeń oraz sposób zespolenia i naprawy konstrukcji budynku.

Słowa kluczowe: ściany, konstrukcja murowa, naprawa konstrukcji

1. Wprowadzenie

Znaczącym w skutkach oddziaływaniem na obiekt budowlany jest wybuch i często związany z nim pożar [1, 2]. Przeprowadzenie naprawy danego obiektu lub konstrukcji wymaga zróżnicowanego podejścia w zależności od rodzaju obiektu, jego wielkości i funkcji. Ponadto postępowanie naprawcze powinno być związane z oddziaływaniem środowiska i przyjętym rozwiązaniem konstrukcyjnym [3–6]. Jeszcze trudniejszym zadaniem jest, gdy naprawa ta została wykonana w sposób błędny. Sytuacja tak prowadzi w konsekwencji do ponownej naprawy. Z taką właśnie sytuacją mamy do czynienia w przypadku budynku z rozdzielnią elektryczną, który znajduje się w południowej części terenu zakładu STEICO Sp. z o.o. w Czarnkowie. Około 20 lat temu obiekt ten uległ katastrofie budowlanej w wyniku wybuchu transformatora. Obiekt odbudowano nie ustrzegając się prostych i podstawowych błędów, tj. brak powiązania monolitycznego stropodachu ze ścianą nośną (brak wieńca stropowego) oraz brak prawidłowego docieplenia obiektu. W efekcie popełnionych błędów po ok 20 latach eksploatacji budynek znów zagraża bezpieczeństwu użytkowników. Znaczące spękania pionowe ścian (narożników budynku) i odchylenie od pionu podłużnej ściany nośnej budynku grożą ponowną katastrofą budowlaną.

2. Informacje o obiekcie

Analizowany budynek został zaprojektowany jako dwukondygnacyjny, niepodpiwniczony obiekt, wykonany w technologii mieszanej: tradycyjnej z monolitycznymi elementami żelbetowymi. Stropodach budynku zaprojektowano jako płaski. Budynek został wykonany w dwóch etapach. W pierwszy etapie wykonano część monolityczno-żelbetową parteru, gdzie mieszczą się transformatory elektryczne. W drugim etapie po wybuchu odbudowano część piętra w postaci murowanych ścian i monolityczno-żelbetowego stropodachu. Przeznaczając te pomieszczenia na urządzenia rozdzielni elektrycznej.

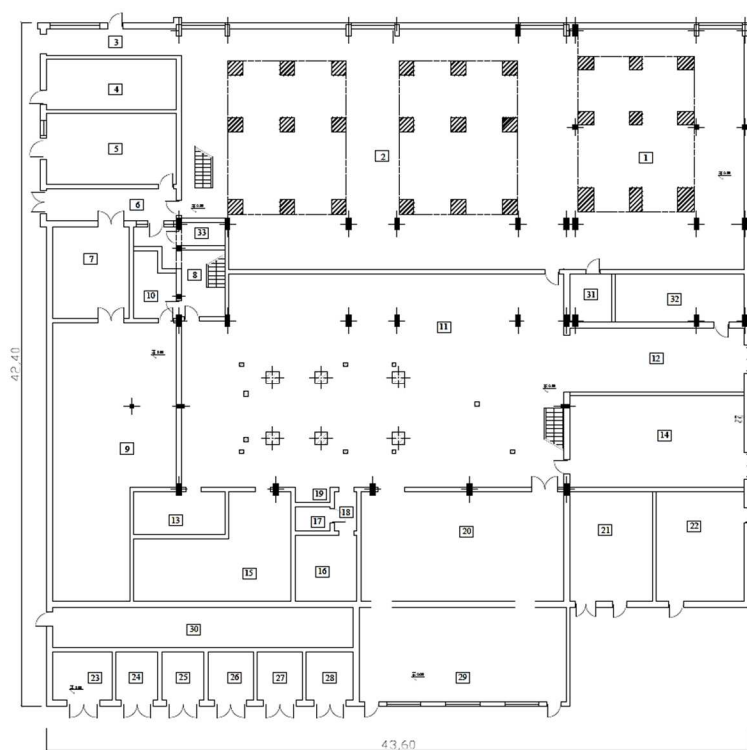
Zewnętrzne wymiary opisywanego obiektu to: wysokość 21,50 m, szerokość 42,40 m (uwzględniając wiatrołap) i długość 43,60 m. Widok elewacji obiektu przed naprawą przedstawiono na rys. 1 i 2, a schematyczne rzuty i przekrój na rys. 3 do 5.



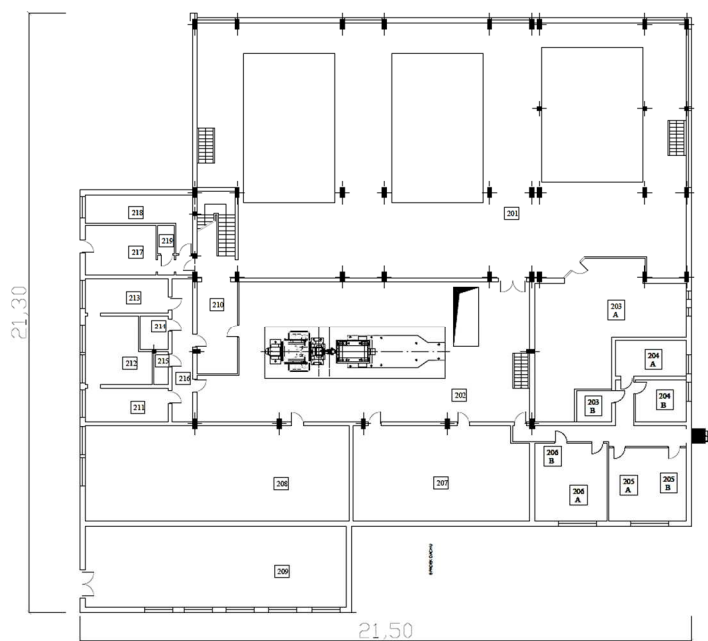
Rys. 1. Widok budynku od strony wschodniej



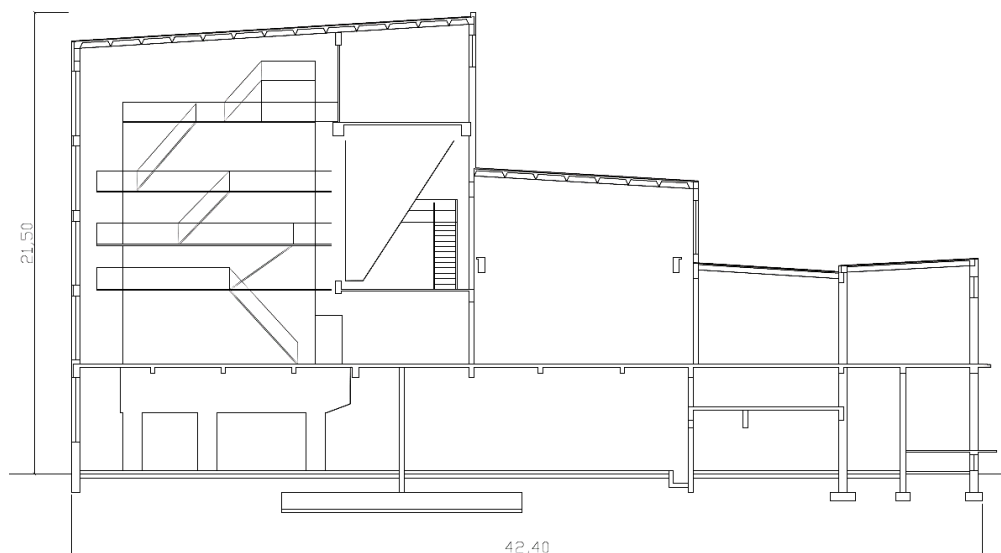
Rys. 2. Widok budynku od strony zachodniej



Rys. 3. Rzut parteru – schemat



Rys. 4. Rzut pierwszego piętra – schemat



Rys. 5. Przekrój poprzeczny – schemat

3. Opis uszkodzeń

Z informacji przedstawionych przez właściciela obiektu wynika, że 20 lat temu część budynku uległa zniszczeniu w wyniku wybuchu transformatora elektrycznego. Na dzień dzisiejszy właściciel nie dysponuje dokumentacją techniczną oraz fotograficzną uszkodzonego budynku. W tym czasie budynek został odbudowany i przywrócony do eksploatacji. Niestety dokumentacja naprawy i odbudowy budynku nie została zachowana. Z przekazanych informacji wynika, że odbudowie poddano piętro budynku wraz ze stropodachem. Zgodnie z pierwotnym rozwiązaniem użyto technologii mieszanej, czyli ściany wykonano jako murowane z cegły wapienno-piaskowej, a nad pomieszczeniem rozdzielni wybudowano żelbetowy, monolityczny stropodach.

W trakcie odbytych oględzin stwierdzono, że naprawa budynku została wykonana w sposób nieprawidłowy, np. nie wykonano wieńców wiążących ściany nośne ze stropodachem, a poza tym budynek pozostał niedocieplony. Popętnione błędy doprowadziły do pęknięcia narożi ścian nośnych budynku, w miejscach połączenia ze ścianami szczytowymi. Rozszerzalność termiczna nieocieplonego stropodachu oraz brak prawidłowego powiązania płyty stropowej ze ścianą (brak wieńców), doprowadziła do powolnego odchylania się ściany nośnej budynku. Z informacji przekazanych przez właściciela budynku wynika, że wraz z upływem czasu pęknięcia się powiększają. Na podstawie oględzin autorzy opracowania stwierdzili, że obiekt należy niezwłocznie naprawić, gdyż jego dalsza eksploatacja grozi katastrofą budowlaną. Obecny stan techniczny budynku został zilustrowany na rys. 6 do 11.



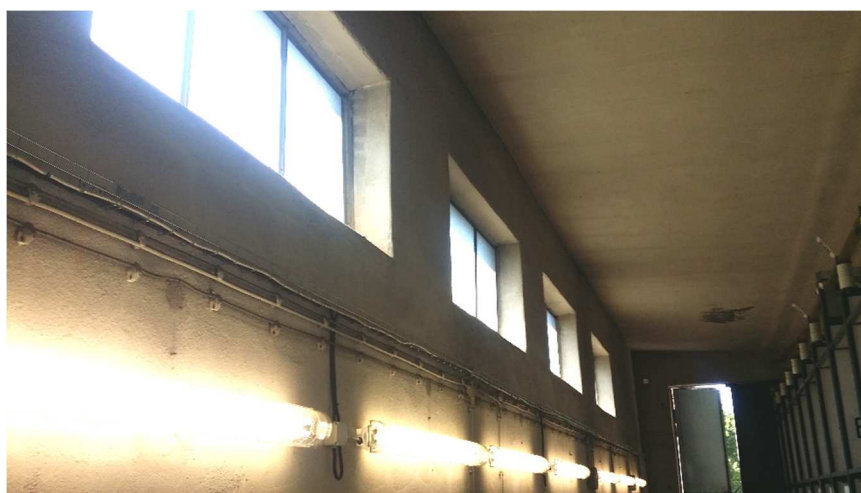
Rys. 6, 7. Zachodni narożnik budynku – widoczne spękania biegnące przez całą wysokość kondygnacji I piętra



Rys. 8. Elewacja południowa – widoczne spękania pionowe, spękania w okolicach podparcia belek nadprożowych i spękania nad otworami okiennymi



Rys. 9, 10. Wschodni narożnik budynku – widoczne spękania biegnące przez całą wysokość kondygnacji I piętra



Rys. 11. Wnętrze budynku od strony wschodniej z widocznym oparciem na ścianie zewnętrznej monolitycznego stropodachu

Na powierzchni ścian od strony zewnętrznej budynku widoczne są liczne rysy i spękania. Najbardziej uszkodzone są narożniki budynku oraz ściana podłużna. W związku z tym należy wzmocnić i zespolić zewnętrzne ściany (podłużną i poprzeczną) oraz zabezpieczyć je przed dalszym pękaniem i przemieszczeniem.

4. Propozycja naprawy elementu

Konstrukcja obiektu znajdowała się w stanie przedawaryjnym. Dalsze wychylenie ściany podłużnej budynku (ściana nośna) groziło zawaleniem pomieszczenia rozdzielni elektrycznej. W celu zachowania stateczności budynku zewnętrzne ściany (podłużną i poprzeczną) nakazano wzmocnić i zespolić. Zastosowane rozwiązanie zabezpieczyło budynek i zapobiegło dalszemu powstawaniu pęknięć i przemieszczeń. W celu wyeliminowania wpływu naprężeń wywołanych oddziaływaniem temperatury budynek należało ocieplić. Zalecono wykonanie ocieplenia metodą „suchą” (np. wełna mineralna pokryta blachą elewacyjną). Autorzy opracowania wykonali kompleksowy projekt naprawy obiektu. Ze względu na możliwości techniczne prace naprawcze podzielono na etapy:

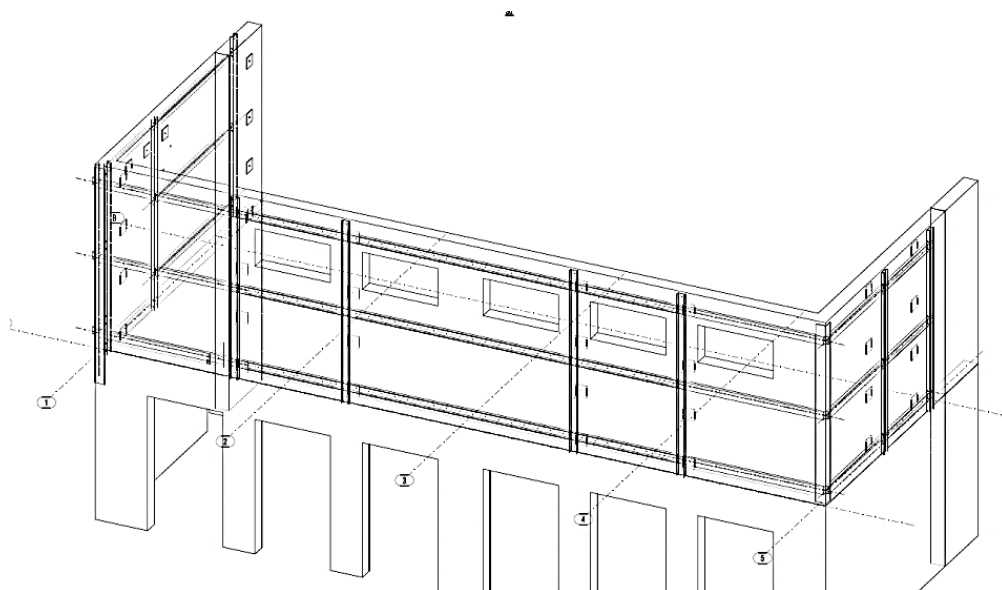
- Etap 1 – prace przygotowawcze,
- Etap 2 – naprawa elementów monolitycznych
- Etap 3 – montaż konstrukcji wzmocnienia,
- Etap 4 – napięcie ściąągów,
- Etap 5 – docieplenie budynku.

Zgodnie z projektem prace przygotowawcze polegały na oczyszczeniu ścian budynku, usunięciu luźnych fragmentów cegieł (ze ścian) i betonu (ze stropodachu oraz belek nadprożowych).

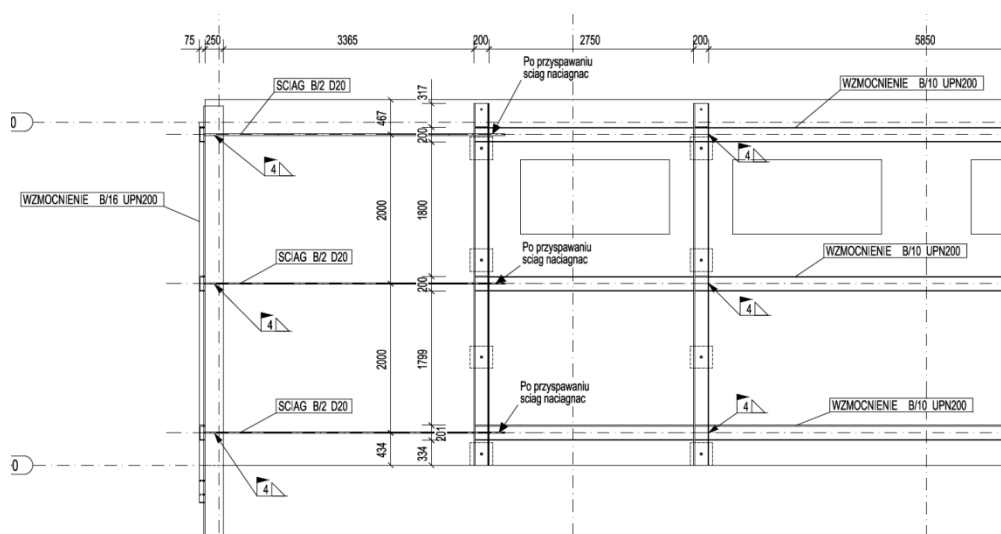
W celu naprawy spękanych elementów żelbetowych zlecono wykonanie iniekcji ciśnieniowych na bazie żywic epoksydowych. Żywice epoksydowe charakteryzują się wysoką przyczepnością do betonu, dużą wytrzymałością na ściskanie (od 30 do ok. 85 MPa), zginanie (od 3 do 60 MPa) oraz rozciąganie (do ok. 40 MPa). Ze względu na dobrą przyczepność do betonu i wysoką wytrzymałość na ściskanie stwierdzono, że żywice epoksydowe w omawianym przypadku są najskuteczniejszymi materiałami do naprawy pęknięć oraz rys. W celu naprawy pękniętych nadproży i stropodachu wybrano iniekcję średniociśnieniową ($0,15 \text{ MPa} < p < 0,80 \text{ MPa}$). Naprawę wykonano według zasady „niskie ciśnienie i długi czas tłoczenia”, a następnie zwiększano ciśnienie stopniowo do ciśnienia roboczego. Takie postępowanie zapewniło laminarny przepływ iniektu. Iniekcję ciśnieniową żywicy wykonują się przez pakery, które należy zamontować w wywierconych otworach albo wbić w rysy. Pakery rozmieszczono naprzemiennie wzdłuż przebiegu rysy, w odstępach odpowiadających $\frac{1}{2}$ grubości elementu. Pakery powinny przecinać rysę pod kątem 45° , w połowie grubości naprawianego elementu konstrukcyjnego. Rozmieszczenie i rodzaj pakerów należało dostosować do rodzaju użytej żywicy. Po zamocowaniu pakerów można było przystąpić do tłoczenia żywicy. Prace rozpoczęto od najniższej położonego pakera w przypadku pęknięcia pionowego (dla belki) oraz od skrajnego pakera w przypadku rysy poziomej (w płycie stropowej). Autorzy artykułu zwracają uwagę, że ze względu na skurcz żywicy bardzo często konieczne jest przeprowadzenie ponownego wypełnienia już zainiektowanych pęknięć.

Kolejnym etapem naprawy budynku było zamontowanie stalowej konstrukcji wzmacniającej. Zaproponowano autorskie rozwiązanie składające się z kilku prostych elementów stalowych (zastosowane rozwiązanie przedstawiono na rys. 12 do rys. 14). Do wzmocnienia i zespolenia ścian budynku użyto:

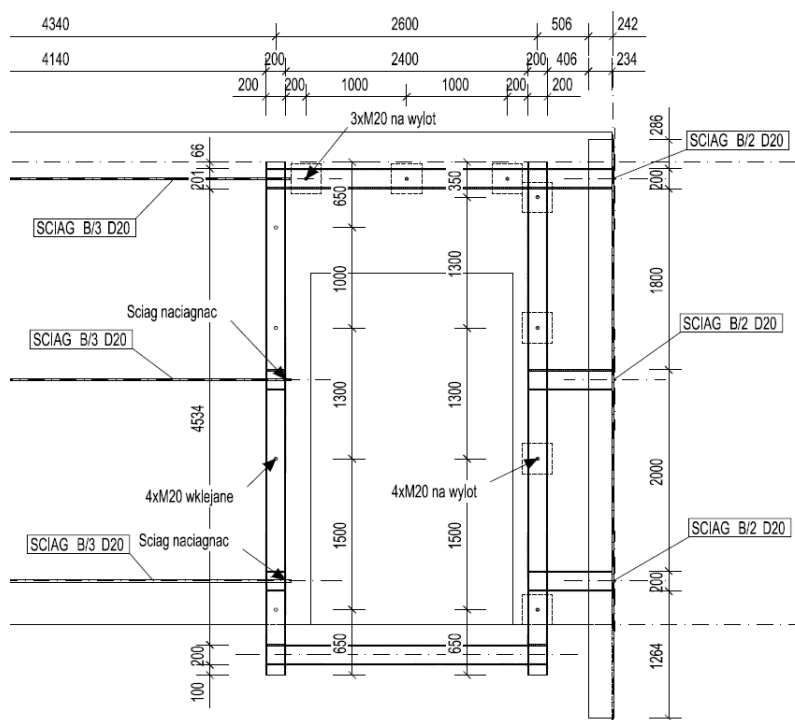
- płaskowników zespawanych w kątownik – wzmacniających narożnik budynku,
- ram wykonanych z ceowników [200 mocowanych do ściany przez przykręcanie na wylot,
- ściąągów napinających.



Rys. 12. Widok wzmocnienia konstrukcji – rysunek schematyczny



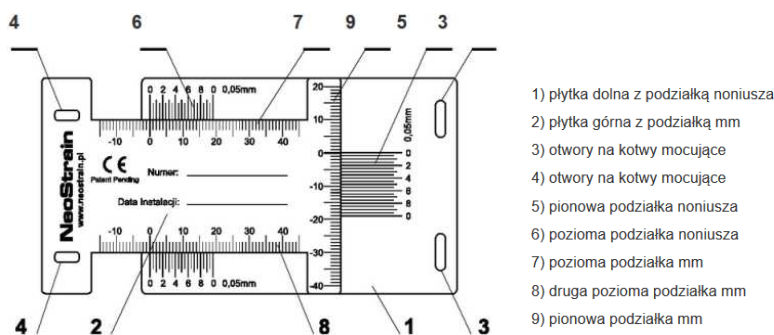
Rys. 13. Widok wzmocnienia konstrukcji podłużnej (nośnej) ściany zewnętrznej – fragment



Rys. 14. Widok wzmocnienia konstrukcji poprzecznej ściany zewnętrznej – fragment

5. Monitorowanie konstrukcji po naprawie

W celu weryfikacji skuteczności naprawy budynku wydano zalecenia odnośnie monitorowania konstrukcji. Zaproponowano montaż analogowych szczelinomierzy monitorujących rozwarście rys. Zalecana dokładność pomiaru to 0,05 mm. Zalecono również przyklejenie dwóch szczelinomierzy do każdego narożnika budynku (po 1 dla każdego pęknięcia) i dwóch do płyty stropodachowej (po 1 dla każdego pęknięcia). Przykładowy szczelinomierz umożliwiający monitorowanie zarysowania elementu żelbetowego przedstawiono na rys. 15. Odczyt rozwarścia rys należy dokonywać systematycznie, a uzyskane wyniki należy odnotowywać w książce obiektu. W pierwszym roku od momentu naprawy, kontrolę zarysowania należy przeprowadzać co najmniej raz w miesiącu.



Rys. 15. Przykładowy szczelinomierz do monitorowania konstrukcji

6. Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzona wizja lokalna wykazała, że budynek stacji transformatorowej i rozdzielni elektrycznej był w bardzo złym stanie technicznym. Z informacji przedstawionych przez właściciela obiektu wynika, że część budynku uległa zniszczeniu w wyniku wybuchu transformatora elektrycznego. Niestety odbudowa budynku została wykonana w sposób nieprawidłowy, np. nie wykonano wieńców wiążących ściany nośne ze stropodachem, a do tego budynek pozostał nieocieplony. Błędnie przeprowadzona odbudowa budynku doprowadziła do pęknięcia naroży ścian nośnych w miejscach połączenia ze ścianami szczytowymi oraz do powolnego odchyłania się od pionu ściany nośnej. Przedstawiono autorski sposób naprawy obiektu, który wzmocnił obiekt, zapobiegając dalszemu pękaniu narożników i odchyłaniu się ścian zewnętrznych. Autorzy artykułu zwracają uwagę, że właściwe odbudowanie budynku po wybuchu (zgodnie ze sztuką budowlaną) uchroniłoby budynek przed ponowną awarią.

Literatura

1. Błaszczyński T., Babiak M., Wielentejczyk P.: Naprawa zniszczeń wywołanych pożarem żelbetowego silosu na biomasę. *Materiały Budowlane*, Nr 9/2015, s. 61–62.
2. Błaszczyński T., Babiak M., Wielentejczyk P.: Naprawa murowanego budynku technicznego uszkodzonego w wyniku pożaru. *Materiały Budowlane*, Nr 11/2016, s. 98–99.
3. Błaszczyński T., Zgoła B.: Stan awaryjny konstrukcji żelbetowej poddanej oddziaływaniu mieszanego środowiska korozyjnego. Konferencja Naukowo-Techniczna „Awary Budowlane”. Szczecin-Międzyzdroje, 1997, s. 355–361.
4. Błaszczyński T., Babiak M., Wielentejczyk P.: Naprawa i wzmocnienie stropu hali rozwłóknienia pod nowy ciąg technologiczny. XXVII Konferencja Naukowo-Techniczna „Awary Budowlane”, Szczecin-Międzyzdroje, 2015, s. 585–592.
5. Masłowski E., Spiżewska D.: Wzmacnianie konstrukcji budowlanych, Warszawa 2000 r.
6. Runkiewicz L.: Wzmacnianie Konstrukcji żelbetowych, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2011 r.

THE REPAIR OF ELECTRICAL TRANSFORMER BUILDING REBUILT AFTER STRUCTURAL COLLAPSE

Abstract: The repair scenario for electrical transformer masonry building is presented in this paper. A part of the building was improperly rebuilt after its collapse (the explosion of an electrical transformer). This led to the buckling of the masonry walls. This paper describes the ways to repair and a compound of structural elements.

Keywords: walls, masonry structure, structures repair