

# Ocena stanu technicznego i wzmocnienie konstrukcji dwóch budynków po pożarze w garażu podziemnym

Mgr inż. Dariusz Karolak, Biuro Projektowe T.K.M.

XVI  
KONFERENCJA NAUKOWO-TECHNICZNA  
WARSZTAT PRACY  
RZECZOZNAWCY BUDOWLANEGO 2020

## 1. Wprowadzenie

Przedmiotem niniejszego artykułu jest diagnostyka elementów konstrukcyjnych budynku po pożarze i ocena jego stanu technicznego, możliwości dalszego użytkowania oraz podanie sposobu naprawy stwierdzonych uszkodzeń.

Na działce zlokalizowano trzy zespoły obiektów mieszkalnych, po dwa budynki każdy. Budynki objęte diagnostyką (nr 36B i 36C) znajdują się pomiędzy dwoma pozostałymi zespołami. Zostały wzniesione w zabudowie bliźniaczej, o 3 kondygnacjach mieszkalnych (parter, I i II piętro). Budynki mają kondygnację podziemną przeznaczoną na cele garażowe i techniczne, a także trakt jezdny pełniący funkcję dojazdu do kolejnych zespołów (schemat garażu według rysunku 6). Budynki każdego zespołu są od siebie oddylatowane. Układ konstrukcyjny budynków jest ścianowy, mieszany. Stropy płytowe są żelbetowe, z podciągami i nadciągami, oparte na słupach i ścianach murowanych. Budynki są posadowione bezpośrednio na ławach i stopach fundamentowych. Izolacja termiczna ścian zewnętrznych i spodu płyty stropowej nad garażem wykonana została ze styropianu. Na skutek pożaru, jaki wybuchł w garażu podziemnym, spaleni uległy dwa samochody osobowe, zaparkowane na miejscach postojowych w budynku nr 36C. Z relacji mieszkańców wynika, że straż pożarna przybyła na miejsce zdarzenia po ok. 20–30 min od zgłoszenia, w momencie, kiedy pożar zaczynał już słabnąć. Akcja gaśnicza trwała ok. 30 min i brały w niej udział trzy zastępy strażackie (rys. 1).



Rys. 1. Widok elewacji szczytowych obu budynków z wjazdami do garażu podziemnego

## 2. Stan techniczny budynków po pożarze

Ogólnie można stwierdzić, że przyczyną powstałych uszkodzeń i pogorszenia się stanu technicznego poszczególnych elementów konstrukcyjnych, instalacyjnych i wykończeniowych budynków nr 36B i 36C był pożar dwóch samochodów osobowych w garażu podziemnym pod ww. budynkami [1]. Płyta stropowa nad garażem grubości 24 cm oparta jest na ścianach murowanych oraz na podciągach PD-1 o przekroju 25×58 cm i PD-2 o przekroju 25×48 cm. Podciąg PD-2 jest podparty słupem żelbetowym o przekroju 25×25 cm. W odkrywkach zbrojenia dolnego stropu stwierdzono występowanie prętów #12 ze stali AIII w rozstawach od 12 do 20 cm. Podciągi są zbrojone dołem prętami #16 ze stali AIII i poprzecznie strzemionami z prętów Ø6 ze stali A0. Słupy żelbetowe podpierające podciągi PD-2 zbrojone są pionowo prętami #16 ze stali AIII i poziomo strzemionami z prętów Ø6 ze stali A0. Analiza stanu technicznego płyt stropowych powyżej kondygnacji parteru w obu budynkach wykazała, że są one w dobrym stanie technicznym. Natomiast strop nad garażem wraz z podciągami i słupem je podpierającym na skutek pożaru uległ uszkodzeniu (rys. 2).

W trakcie wizji lokalnej stropu nad garażem w budynku nr 36B stwierdzono na całej powierzchni spodniej płyty rysy włoskowate, spaleni izolacji termicznej ze styropianu, a w poziomie parteru lokalnie pod ścianami działowymi występowanie osiadania warstw wykończeniowych posadzki o wartości do 2 mm. Na skutek zadymienia w trakcie

pożaru wszystkie elementy w garażu uległy osmoleniu. W momencie przeprowadzania wizji lokalnej termoizolacja stropu wykonana ze styropianu była już w większości usunięta. W trakcie badania ścian murowanych stwierdzono lokalne zarysowania bloczków betonowych kondygnacji garażu o rozwartości do 0,1 mm, lokalne odspojenie fragmentów tynku na ścianach wewnętrznych, spaleni warstwy izolacji





**Rys. 2.** Widok wnętrza garażu pod budynkiem nr 36B, z widocznym roztopionym styropianem



**Rys. 3.** Widok wnętrza garażu pod budynkiem nr 36C ze spalonymi dwoma samochodami osobowymi



termicznej ściany szczytowej w rejonie wjazdu do garażu i osmolenia elewacji oraz ścian wewnętrznych garażu. Ogólnie stan techniczny elementów konstrukcyjnych w budynku nr 36B określono jako średni, natomiast wykończenia i instalacji w garażu jako zły.

Natomiast w budynku nr 36C, gdzie było zlokalizowane zarzewie pożaru, stan techniczny badanych elementów był znacząco gorszy. W trakcie wizji lokalnej stropu nad garażem stwierdzono na całej powierzchni spodniej płyty rysy włoskowate, na ok. 30% płyty odspojeniu uległa otulina dolnego zbrojenia i widoczne są odkształcone pręty zbrojeniowe. Wytrzymałość na ściskanie betonu do głębokości kilku centymetrów od powierzchni dolnej płyty stropowej została obniżona, a otuliny prętów zbrojeniowych podciągów są zniszczone. Spaleniu uległa cała izolacja termiczna spodu płyty stropowej wykonana ze styropianu. W poziomie parteru stwierdzono osiadanie warstw wykończeniowych posadzki o wartości do 8 mm. Na skutek zadymienia w trakcie pożaru wszystkie elementy uległy osmoleniu.

W słupie znajdującym się pomiędzy spalonymi samochodami otuliny prętów zbrojeniowych zostały zniszczone z powodu oddziaływania wysokiej temperatury, a pionowe pręty

zbrojenia uległy wyboczeniu na odcinku pomiędzy strzemionami.

Stwierdzono także liczne zarysowania ścian nośnych z bloczków z betonu komórkowego kondygnacji nadziemnych (zarysowania pionowe i poziome), pęknięcia fragmentu ściany przy wjeździe do garażu o rozwartości do 6 mm, duże ubytki tynku na ścianach w rejonie zarzewia pożaru, spalenie warstwy izolacji termicznej ściany szczytowej w rejonie wjazdu

do garażu i osmolenia elewacji oraz ścian wewnętrznych garażu. Ściany działowe na kondygnacjach mieszkalnych uległy zarysowaniu, głównie na styku z elementami żelbetowymi. Ogólnie stan techniczny elementów konstrukcyjnych, wykończenia i instalacji w garażu w budynku nr 36C określono jako zły (rys. 3–5).

W obu budynkach stolarka okienna z PCV zlokalizowana w ścianach szczytowych bezpośrednio nad wjazdami do garażu uległa uszkodzeniu (popękały szyby), a odkształceniom uległy profile ram okiennych. Również instalacja elektryczna, gazowa i wod.-kan. znajdująca się w garażach uległa spaleni.

### 3. Stan betonu w konstrukcji po pożarze

Podstawowy problem przy sprawdzaniu stanu konstrukcji żelbetowej po pożarze stanowi określenie temperatury w przekroju elementu. Zmiany fizykochemiczne powodowane działaniem wysokiej temperatury w dużym uproszczeniu wpływają na pogorszenie się parametrów wytrzymałościowych betonu i stali zbrojeniowej. Rozwój pożaru to wzrost



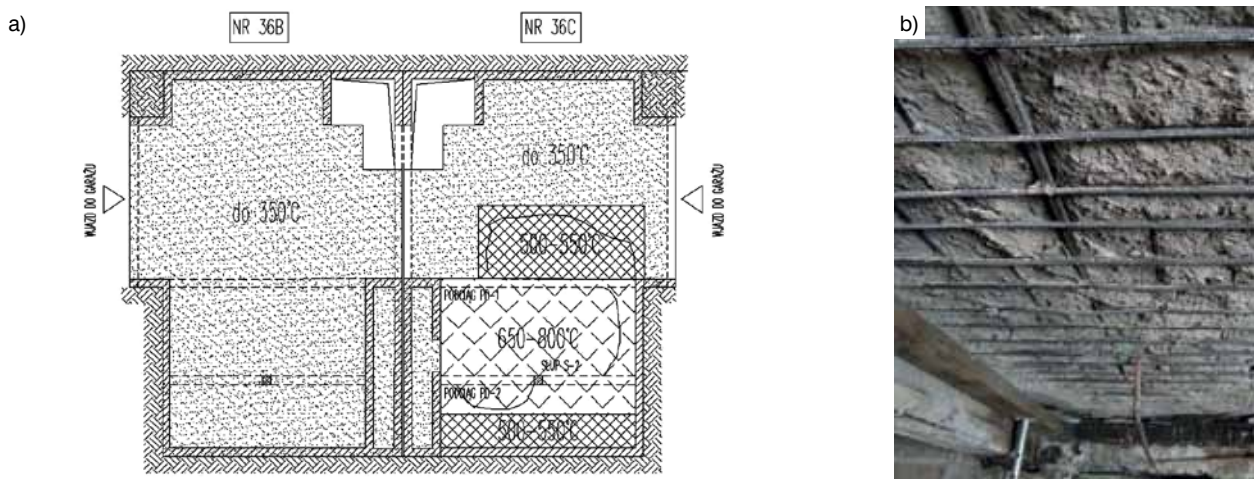
**Rys. 4.** Widok uszkodzeń konstrukcji żelbetowej i ścian murowanych w garażu budynku nr 36C



**Rys. 5.** Widok osiadania posadzki i zarysowania ścianek działowych w pomieszczeniach mieszkalnych nad garażem w budynku nr 36C

szybkości spalania, temperatury oraz intensywności wymiany gazowej. Pożar w budynkach nr 36B i 36C można zakwalifikować do grupy pożarów wewnętrznych ze swobodnym dopływem powietrza (brak zamknięcia obu wjazdów do garażu). Temperatura pożaru wewnętrznego zależy od wielu czynników i zmienia się również w czasie jego trwania. Pożar wewnętrzny można podzielić na trzy fazy [7]:

I – od chwili zainicjowania pożaru, spalający się materiał ogrzewa otoczenie, powodując rozprzestrzenianie się ognia. W wyniku spalania powstaje coraz więcej gorących produktów spalania. Kiedy stężenie gazów palnych w mieszaninie z powietrzem, a także temperatura przekraczają pewne graniczne wartości, następuje przejście pożaru o określonej powierzchni do sytuacji, w której palą się wszystkie materiały

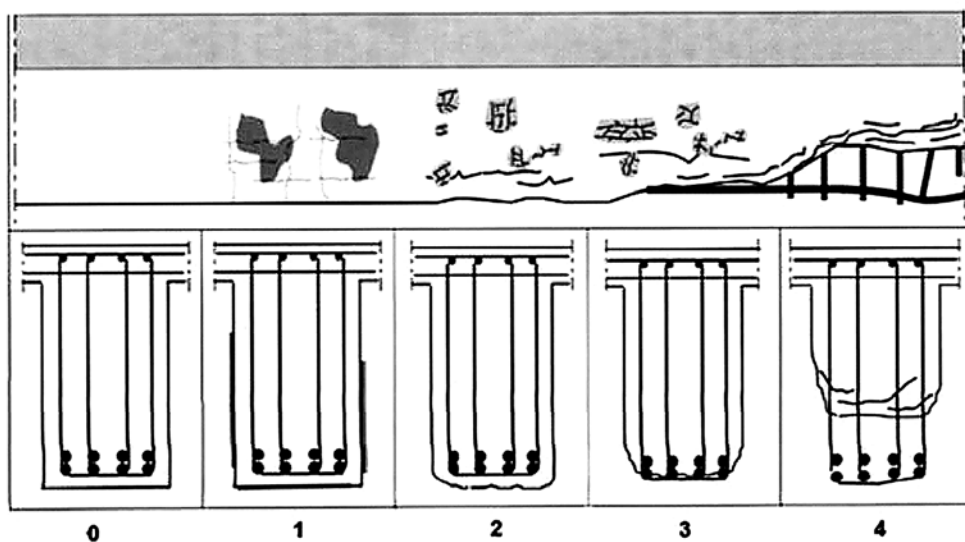


**Rys. 6.** Schemat garażu ze strefami oszacowanej temperatury bezpośrednio pod stropem (a), widoczny stan betonu bezpośrednio nad źródłem pożaru (b)

w pomieszczeniu. Szybko rośnie temperatura na skutek gwałtownego wydzielania się ciepła;  
 II – w fazie tej spala się materiał palny z niemal jednakową intensywnością. Czas trwania tej fazy zależy od dopływu powietrza do strefy spalania i ilości materiału palnego. Kiedy zostanie ograniczony dopływ powietrza lub wyczerpie się materiał palny, intensywność palenia ulega zmniejszeniu;  
 III – charakteryzuje się stałym spadkiem temperatury, dopalają się resztki materiału palnego.

Biorąc pod uwagę stan spalonych samochodów i elementów konstrukcyjnych garażu przyjęto, że do momentu rozpoczęcia gaszenia pożar osiągnął szczyt fazy II. Do określenia temperatury oddziaływującej na elementy konstrukcyjne posłużono się wynikami badań zawartych w [4]. Oceniono, że temperatura przy dachu auta po 30 min od rozpoczęcia fazy I wynosiła w przybliżeniu 900°C, natomiast na spodzie stropu bezpośrednio nad palącymi się autami przyjęto temperaturę 650–800°C (barwa betonu jasnoszara z odcieniem żółtym). W ocenie wzięto pod uwagę niższą niż w przywołanych badaniach odległość do sufitu pomieszczenia (~1,0 m) i występowanie dodatkowych źródeł temperatury – palącego się styropianu będącego izolacją termiczną stropu. Dla obszarów płyty nad przejazdem, gdzie uszkodzeniu ulega

otulina zbrojenia, przyjęto temperaturę 500–550°C (barwa betonu jasnoszara z odcieniem różowym). W pozostałym obszarze garażu, poza zarzewiem pożaru przyjęto temperaturę spodu płyty wynikającą ze spalania styropianu. Wzięto pod uwagę, że przy temperaturze ponad 100°C styropian zaczyna powoli mięknąć i przy tym kurczyć się, a przy dalszym podgrzewaniu topi się. Styropian dopiero w temperaturze ponad 350°C zaczyna się palić. Jeżeli nie ma źródła ognia, to do samozapłonu dochodzi przy temperaturze 450–500°C. W oddaleniu od źródła pożaru styropian nie wypalił się całkowicie. Dlatego, biorąc pod uwagę stan techniczny izolacji termicznej stropu przyjęto dla pozostałej powierzchni temperaturę spodu płyty żelbetowej nie przekraczającą 350°C (rys. 6).



**Rys. 7.** Klasyfikacja uszkodzeń pożarowych belki: 0 – beton nieuszkodzony termicznie, 1 – obecność sadzy i osmolenia, widoczna sieć mikrozarzysowań, 2 – odpryski powierzchniowe wielkości do 10 mm, rysy widoczne i zorientowane (rozwartość > 0,5 mm), 3 – widoczne ubytki otuliny zbrojenia, beton złuszczony, widoczne odsłonięte zbrojenie, 4 – zbrojenie widoczne i uszkodzone, wyraźne ubytki znacznej części betonu

## 4. Wpływ działania temperatury na elementy konstrukcyjne

### 4.1. Beton

Do oszacowania parametrów betonu w konstrukcji obu budynków po pożarze zastosowano metodę oceny wizualnej i metodę nieniszczącą badania wytrzymałości betonu na ściskanie – metodę sklerometryczną. W celu określenia przybliżonej głębokości występowania betonu o gorszych parametrach wykonano również odkrywki i odwierty w płytach stropowych, podciągach i słupach. Do wizualnej oceny stopnia uszkodzenia elementów posłużono się schematem z literatury [3].



Rys. 8. Widok uszkodzeń konstrukcji żelbetowej w garażu budynku nr 36C, z odsloniętym zbrojeniem: a – płyta i belka, b – słup

Elementy konstrukcji budynku nr 36B zakwalifikowano do grupy 1 (płyta stropowa, podciąg, słup). Natomiast elementy konstrukcji budynku nr 36C zakwalifikowano do grupy 1–4 (płyta stropowa nad garażem) oraz do grupy 3 (podciąg i słup) (rys. 7 i 8).

Na skutek działania temperatury zachodzą zamiany w betonie. Przy temperaturze w betonie przekraczającej 300°C występuje znaczna degradacja wartości wytrzymałości na ściskanie. Przy temperaturze 573°C kwarc zawarty w kruszywie zwiększa swoją objętość i powoduje zniszczenia matrycy betonowej. Przekroczenie tej wartości temperatury w konstrukcji powoduje zazwyczaj spadek wytrzymałości na ściskanie o 50–60%, a beton uważa się za zniszczony (norma [5] tę wartość redukuje do 500°C – tzw. metoda izotermy 500). Do określenia przybliżonego zasięgu występowania znaczących uszkodzeń w betonie posłużono się metodologią według Eurokod 2 [5]. Przy założeniu, że pożar trwał ok. 30 min „izoterma 500” powinna przebiegać około 10 mm od spodu elementu płytowego. Jednak rzeczywiste uszkodzenie konstrukcji w miejscu zarzewia pożaru przebiega znacznie głębiej. Zbrojenie jest odslonięte w 100% i pozbawione przyczepności do betonu. Na podstawie odkrywek i wierceń

kontrolnych na spodzie płyty stropowej w miejscu zarzewia oszacowano, że przebieg „izotermy 500” dochodzi do głębokości 60 mm względem spodu płyty.

Za pomocą badań sklerometrycznych określono klasę betonu zastosowanego w konstrukcji jako C12/15 (B15). Zwerifikowano również zasięg strefy o obniżonej wytrzymałości na skutek pożaru.

### 4.2. Stal zbrojeniowa

W obiekcie zastosowana została stal zbrojeniowa klasy AIII gatunku 34GS. Wytrzymałość stali na rozciąganie ulega zmniejszeniu na skutek nagrzania i następnie schłodzenia. W miejscu największych uszkodzeń od temperatury 650–800°C oszaco-

wano redukcję wytrzymałości stali zbrojeniowej na co najmniej 30%. Natomiast dla temperatury do 550°C spadek wartości granicy plastyczności nie przekracza 10%. Na skutek pożaru zmianie uległa również przyczepność prętów zbrojeniowych do betonu, której redukcję obliczono według [6] na około 13% w przekrojach najbardziej wyężonych. W trakcie przeprowadzonej wizji lokalnej w obu budynkach nie odnotowano niepokojących zarysowań czy ugięć płyty stropowej nad garażem w obszarach z zachowaną i nie odspajającą się otuliną.

### 4.3. Mur

W trakcie wizji lokalnej stwierdzono uszkodzenia ścian garażu wykonanych z bloczków betonowych. Na znacznym obszarze tynk uległ odparzeniu. Występują również zarysowania pionowe i skośne muru. Stwierdzone uszkodzenia ścian są nie tyle skutkiem działania wysokiej temperatury, co wtórnymi przemieszczeniami wywołanymi przez odkształcenia innych elementów konstrukcyjnych (np. wydłużenie płyty stropowej). Na podstawie przeprowadzonych badań in situ oceniono, że nośność ścian murowanych w poziomie garażu nie uległa istotnemu zmniejszeniu.

## 5. Wnioski z przeprowadzonych badań

Budynki mieszkalne nr 36B i 36C zostały uszkodzone w trakcie pożaru. Uszkodzeniu uległa konstrukcja garażu w budynku nr 36C. Budynek ten obecnie nie nadaje się do użytkowania. Przeprowadzona analiza obliczeniowa stanu płyty stropowej przed pożarem wykazała, że zastosowane w niej zbrojenie jest większe od wymagane-go obliczeniowo. W płycie stropowej na skutek uszkodzeń spowodowanych oddziaływaniem termicznym doszło do zmiany sztywności i redystrybucji sił wewnętrznych. Dlatego uszkodzone podciągi PD-1 i PD-2 oraz słup żelbetowy w rejonie zarzewia pożaru nie uległy awarii. Odciążenie budynku nr 36C poprzez zakaz jego użytkowania do czasu oceny jego stanu technicznego również pozytywnie wpłynęło na zachowanie uszkodzonych elementów. Konieczna jest pilna naprawa uszkodzonych elementów budynku, a do czasu jej wykonania podparcie stemplami płyty stropowej i podciągów w poziomie garażu.

W związku z tym, że przeprowadzona ocena stanu technicznego nie wykazała uszkodzenia konstrukcji budynku nr 36B, a jedynie instalacji i wykończenia w garażu oraz na elewacji, został on dopuszczony do użytkowania.

## 6. Wzmocnienie konstrukcji budynku

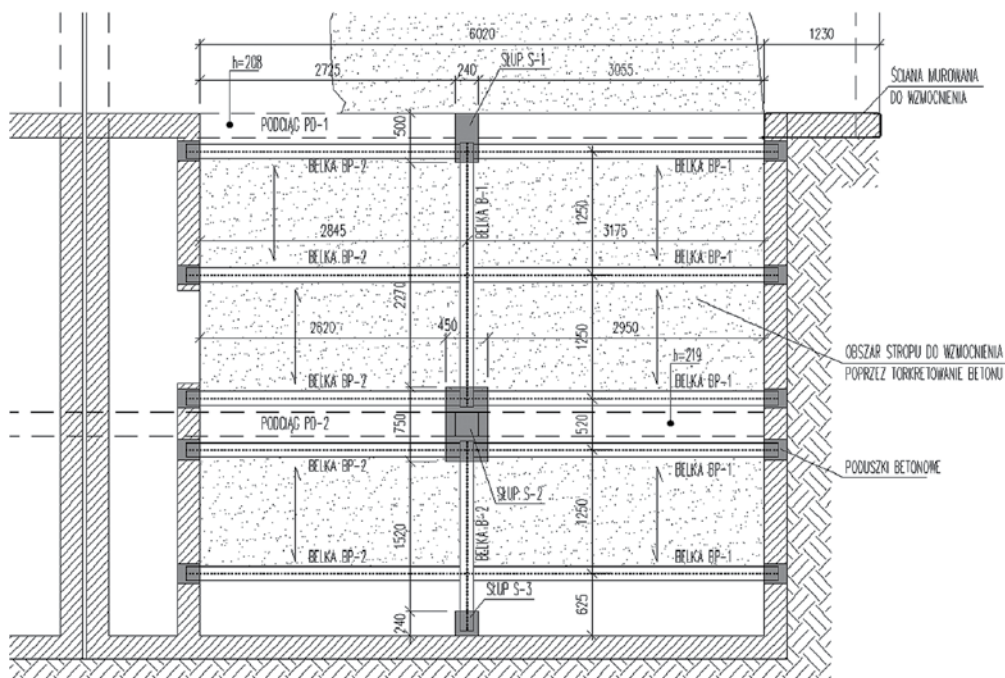
W zakresie robót naprawczych w garażu budynku nr 36C wykonano według [2]:

- wzmocnienie uszkodzonego stropu nad dwoma stanowiskami postojowymi,
- uzupełnienie otuliny zbrojenia w stropie nad przejazdem,
- wzmocnienie pękniętej ściany przy wjeździe do garażu,
- wykonanie słupa podpierającego podciąg nad stanowiskami postojowymi wraz z fundamentem,
- wzmocnienie istniejącego słupa podpierającego podciąg pośredni (rys. 9).

Istniejący uszkodzony i luźny beton o miąższości do 6 cm w stropie nad dwoma stanowiskami postojowymi, podciągach oraz słupie usunięto poprzez piaskowanie (nie dopuszczalne było stosowanie urządzeń udarowych ze względu

na ryzyko związane z dalszym uszkodzeniem budynku na skutek drgań). Odsoniętą stal zbrojeniową oczyszczono do klasy Sa2½.

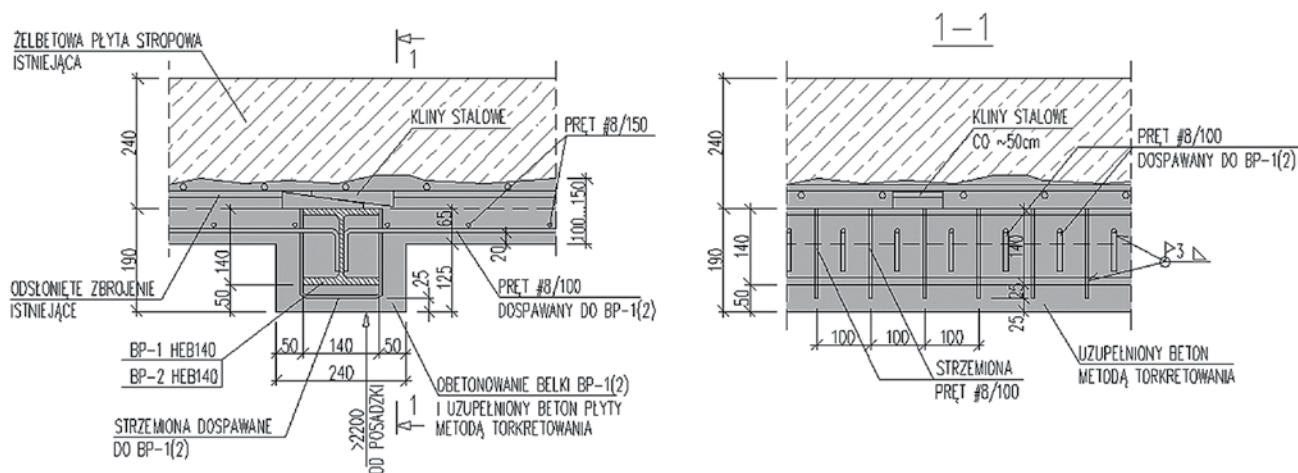
W miejscu projektowanego słupa S-1 wykonano stopę fundamentową ST-1 o wymiarach 160×160×40 cm, posadowioną -1,10 m p.p.p., analogicznie jak istniejące fundamenty budynku. Następnie wykonano nowy żelbetowy słup S-1



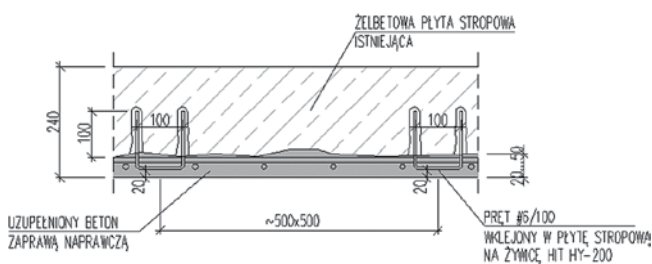
Rys. 9. Rzut garażu z lokalizacją wzmocnień jego konstrukcji

podpierający istniejący podciąg PD-1, wzmocniono poprzez obetonowanie istniejący uszkodzony słup S-2 podpierający istniejący podciąg PD-2 oraz wykonano żelbetowy słup S-3 przy ścianie zewnętrznej piwnicy. Słupy S-2 i S-3 zostały posadowione na fundamentach istniejących i połączone z nimi poprzez wklejone pręty #12. Wszystkie słupy żelbetowe zostały wykonane do poziomu 23 cm poniżej spodu wzmacnianego stropu budynku.

Następnie po osiągnięciu zakładanej wytrzymałości betonu na słupach żelbetowych oparto główne belki stalowe B-1 i B-2 zaprojektowane z 2 ceowników walcowanych C180. W ścianach poprzecznych do podciągów PD-1 i PD-2 wykonano gniazda pod stropem, dla oparcia stalowych belek pośrednich BP-1 i BP-2 zaprojektowanych z dwuteowników walcowanych HEB140. Belki te zostały zlokalizowane bezpośrednio pod stropem, opierając się na ścianach poprzez poduszki betonowe na belkach głównych B1 i B2. Belki stalowe B-1 i B-2 zostały wyparte pod strop klinami na słupach żelbetowych, a szczeliny wynikające z nierównej powierzchni stropu zniwelowano wbitymi klinami stalowymi co ok. 50 cm. Belki pośrednie zostały wypoziomowane do belek głównych. Połączenie wszystkich belek stalowych zostało wykonane za pomocą spawania (rys. 10).



Rys. 10. Detal podparcia istniejącego stropu rusztem stalowym



Rys. 11. Detal podwieszenia istniejącej siatki zbrojeniowej

w istniejącą płytę stropową zbrojenie podwieszające istniejącą siatkę zbrojeniową. Podwieszenie to zostało wykonane z prętów #6, w rozstawie co około 50x50 cm (rys. 11). Po wykonaniu rusztu stalowego nad stanowiskami postojowymi i podwieszeniu zbrojenia stropu nad przejazdem, istniejącą powierzchnię betonów przeznaczonych do wzmocnienia oraz konstrukcję stalową przeznaczoną do obetonowania zagruntowano środkiem szczepnym Sika MonoTop-910 N.



Rys. 12. Widok wykonanego wzmocnienia konstrukcji, z dodatkowymi słupami żelbetowymi i rusztem z obetonowanymi belkami stalowymi



Następnie do belek BP-1 i BP-2 zostały dospawane strzemiona z prętów #8 w rozstawie co 10 cm, zapewniając zespolenie z obetonowaniem, a w polach między belkami pośrednimi dospawano do ich środków zbrojenie poprzeczne płyty podtrzymującej uszkodzony strop z prętów #8. Wszystkie elementy stalowe przed torkretowaniem zostały dodatkowo owinięte siatką Rabitza.

W stropie nad przejazdem w miejscu, gdzie doszło do ubytków w otulinie dolnego zbrojenia płyty stropowej, po oczyszczeniu betonu poprzez piaskowanie, analogicznie jak w przypadku stropu nad stanowiskami postojowymi, wklejono

Przed aplikacją beton został zwilżony wodą, aż do nasycenia powierzchni do stanu matowo wilgotnego. Następnie przystąpiono do uzupełnienia ubytków w betonie oraz do obetonowania elementów stalowych metodą natrysku – torkretowania. Ubytki w stropie nad przejazdem w miejscu, gdzie doszło do odparzenia otuliny dolnego zbrojenia płyty uzupełniono za pomocą zaprawy naprawczej Sika MonoTop 614 (rys. 12).

Do wzmocnienia pękniętej ściany przy wjeździe do garażu przystąpiono po skuciu tynku ze ściany. Szczeliny w ścianie wypełniono zaprawą cementową marki M5 metodą iniekcji.



Rys. 13. Widok uszkodzonej ściany i jej wzmocnienie obejmami stalowymi

W narożnikach ściany osadzono pionowo stalowe kątowniki walcowane o przekroju 80×80×8 mm wcięte za pomocą piły tarczowej w bloczki betonowe, które połączono ze sobą obejmami ze stalowych płaskowników o przekroju 8×80 mm w pięciu poziomach (co ok. 50 cm). Płaskowniki przed dospawaniem do kątowników wstępnie nagrzano w celu ich sprężenia (rys. 13).

## 7. Podsumowanie

W artykule omówiono sposób diagnostyki konstrukcji budynku po pożarze oraz metodę jej naprawy. Zwrócono uwagę na zmiany zachodzące w betonie i stali zbrojeniowej na skutek oddziaływania wysokiej temperatury. Przyjęty system naprawy poprzez odciążenie wybranych elementów konstrukcji budynku okazał się skuteczny i możliwy do realizacji w krótkim czasie. Po wykonaniu naprawy budynek został przywrócony do użytkowania.

**Referat był prezentowany na konferencji Warsztat Pracy Rzeczoznawcy Budowlanego 2020**

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Karolak D., Rak R., Rogacki Ł., Ekspertyza techniczna konstrukcji budynków zlokalizowanych w Warszawie-Wesołej, kwiecień 2013
- [2] Karolak D., Rogacki Ł., Puciłowski P., Projekt budowlany remontu konstrukcji budynków zlokalizowanych w Warszawie-Wesołej, kwiecień 2013
- [3] Hager I., Metody oceny stanu betonu w konstrukcji po pożarze, CWB 4/2009
- [4] Praca zbiorowa: Badanie rozwoju pożaru samochodu w pomieszczeniu, BiTP 3/2012
- [5] PN-EN 1992-1-2: Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu, Część 1-2: Reguły ogólne. Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe
- [6] Bednarek Z., Ogrodnik P., Badanie spadku przyczepności stali do betonu w warunkach termicznych pożarów, Budownictwo i Architektura 2/2008, str. 5–18
- [7] www.strazak.com

# Termomodernizacja się opłaca – skorzystaj z dofinansowania



Przy ocieplaniu domu, można się ubiegać o dotację lub pożyczkę w ramach rządowego programu „Czyste Powietrze”, jak również skorzystać z ulgi termomodernizacyjnej z tytułu prac ociepleniowych. Termo Organika na swojej stronie

internetowej opublikowała krótki poradnik, dzięki któremu z łatwością można przygotować wszystkie dokumenty. Producent udostępnił także specjalny kalkulator, który pomoże wyliczyć wymaganą grubość ocieplenia.

Decydując się na przeprowadzenie termomodernizacji, trzeba podjąć decyzję o tym, jaki materiał do izolacji wybrać. W celu określenia jej grubości można skorzystać ze specjalnego kalkulatora: <https://termoorganika.pl/kalkulator-u>. Z danych z raportu Politechniki Warszawskiej pod redakcją dr. inż. Szymona Firląga pt. „Określenie głównych zalet ocieplania budynków istniejących oraz wpływu termomodernizacji na ograniczenie smogu (niskiej emisji)” wynika, że kompleksowa termomodernizacja pozwala na największą redukcję emisji niebezpiecznych substancji aż o 95% dla pyłów, 98% rakotwórczego benzo(a)pirenu, 80% dwutlenku siarki, 43% dla tlenków azotu czy w końcu o 72% dwutlenku węgla. Dlatego warto wspierać ideę termomodernizacji, która bez wątpienia jest jednym z najlepszych i najprostszymi sposobami ograniczającymi smog.

<https://termoorganika.pl/czyste-powietrze>