

Podparcia zabezpieczające i deskowania ścienne dla elementów żelbetowych garażu podziemnego zniszczonego w wyniku pożaru

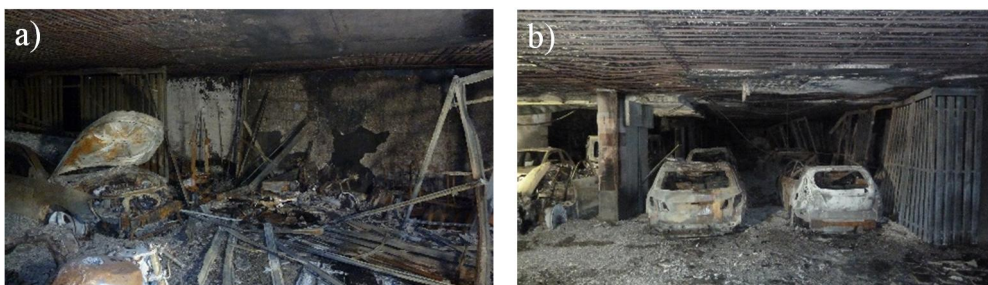
TOMASZ KACPEREK*, ZBIGNIEW JAŹDRZYK
PERI Polska Sp. z o.o., Oddział Warszawa

Streszczenie: Autorzy referatu pokazują problematykę związaną z projektowaniem rusztowań i deskowań w nietypowych zastosowaniach. Jak należy dobrać system do warunków, z którymi spotykamy się podczas robót zabezpieczających. Portfolio systemów, które można zastosować i jak ważną rzeczą jest dostępność zasobów materiałowych. Wskazano kryteria, które są ważne przy takich realizacjach. Podano przykłady rozwiązań wraz z dokumentacją fotograficzną, pokazujące zastosowane systemy deskowaniowe i rusztowaniowe firmy PERI.

Słowa kluczowe: deskowanie, rusztowanie, PERI, pożar, zabezpieczenie konstrukcji, wzmocnienie

1. Wprowadzenie

Po koniec października 2020 roku doszło do wybuchu pożaru w jednym z podziemnych garaży na warszawskim osiedlu. Nad garażem mieści się sześć kondygnacji mieszkalnych, które nie ucierpiały w wyniku pożaru. Po udanej akcji straży pożarnej organ nadzoru budowlanego wyłączył cały garaż wraz z budynkiem z eksploatacji, wraz z nakazem zabezpieczenia konstrukcji, a w późniejszym etapie jego odbudowy. Należy nadmienić, że w trakcie pożaru w garażu były samochody, które uległy całkowitemu, bądź częściowemu spaleni i nie nadawały się do użytku (rys. 1). Zakazano wstępu do garażu osobom postronnym, dostęp jedynie miały osoby powiązane służbowo, tj. administratorzy, osoby wskazane jako projektanci naprawy stropu, specjaliści.



Rys. 1. Garaż po pożarze: a) resztki komórek lokatorskich b) spalony strop nad wrakami samochodów.

*Autor do korespondencji: Tomasz.Kacperek@peri.com.pl

Zarząd wyżej wymienionej nieruchomości zlecił panu dr. hab. Robertowi Kowalskiemu z Politechniki Warszawskiej, jako ekspertowi z dziedziny ochrony pożarowej konstrukcji, oraz rzeczoznawcy budowlanego, oględziny garażu. Stan garażu po pożarze był na tyle zły, że nie zdecydowano się prowadzić prac kontrolno-pomiarowych bez odpowiednich tymczasowych zabezpieczeń stropu i słupów. Przeszkodą, i to dużą, był brak oświetlenia, choćby sztucznego w garażu, przez co nie wolno było wprowadzić ekip sprzątających, a to uniemożliwiło dokładne określenie ilości i jakości zniszczeń. W wyniku wstępnych oględzin określono kolejność prac, tj.:

- należy zabezpieczyć strop tymczasowo,
- usunąć samochody, pozostałości ścianek komórek lokatorskich, gruz,
- usunąć naziom znad stropu,
- wykonać pomiary i oględziny stropu,
- sporządzić projekt naprawy i wzmocnień,
- wzmocnić słupy i odtworzyć strop.

Tak nakreślony plan zaczęto realizować krok po kroku. Po dwóch tygodniach po pożarze zorganizowano spotkanie, w którym oprócz przedstawiciela zarządcy, eksperta z dziedziny zabezpieczeń pożarowych, także udział wziął przedstawiciel PERI. Ze względu na niebezpieczeństwo zawalenia konstrukcji na tym etapie wykonano poglądowe zdjęcia, nie ingerując w konstrukcję i elementy odsłonięte. Oczywistym priorytetem było opracowanie takiego rozwiązania, które gwarantuje bezpieczne prowadzenie prac rozbiórkowych na każdym ich etapie. Ustalono pola podpierania stropu, podpór które należy odciążać, jak również zaznaczono przeszkody, które trzeba ominąć, tj. wraki samochodów i gruz. Lokalizacje uszkodzeń naniesiono na archiwalną dokumentację (tylko architektoniczną), która posłużyła w późniejszym etapie do rozmieszczenia projektowanych tymczasowych podpór. Wstępnie przyjęto podparcia fragmentaryczno-powierzchniowe omijające samochody, ze względu na konieczność pozostawienia wraków do czasu zabezpieczenia stropu.

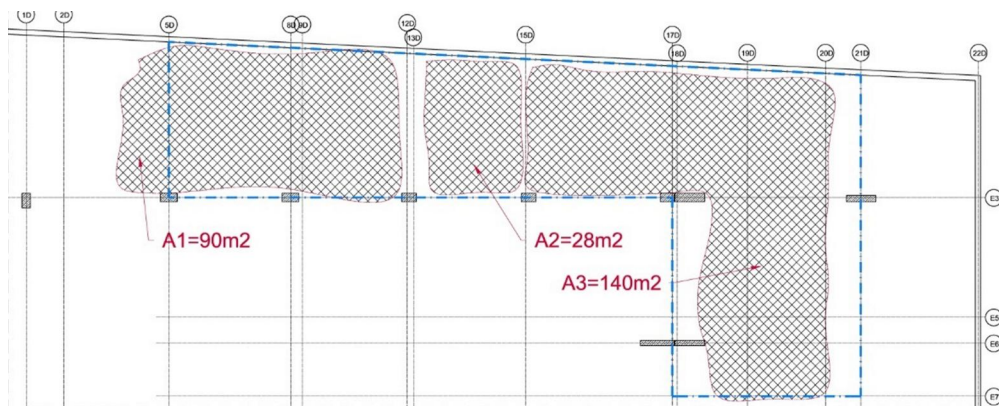
Dla tak przyjętych założeń nasuwało się rozwiązanie w postaci lekkich aluminiowych podpór MULTIPROP, łączonych w systemy wieżowe za pomocą ram, bądź rur rusztowaniowych oraz dźwigarów stalowych 2C120 i dźwigarów drewnianych. W przypadku ciężkich podparć punktowych (w pobliżu filarów) wybór padł na lekkie podpory trójgałęziowe HDS 200.

2. Podparcie zabezpieczające strop

W ciągu dwóch tygodni od pożaru powstało opracowanie [1] na temat wstępnego zabezpieczenia stropu i filarów. Opracowanie to, miało charakter wytycznych dla projektu technologicznego, w tym przypadku przygotowanego, przez firmę PERI, jak również kroków które musi przedsięwziąć administracja budynku.

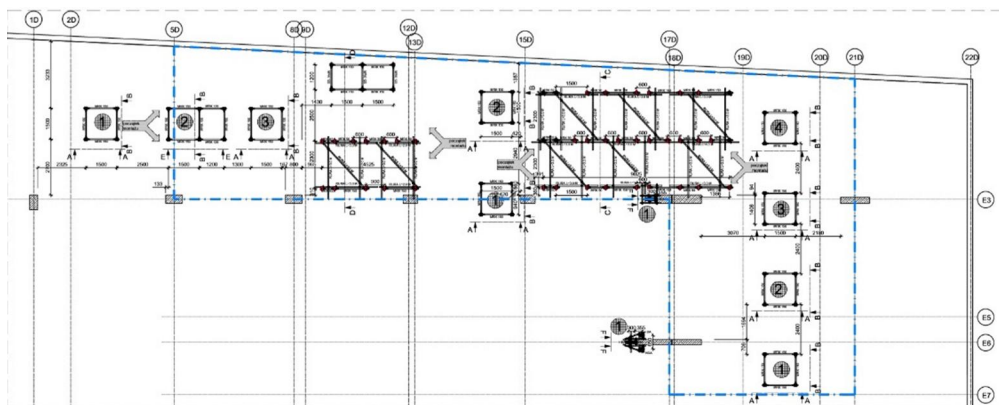
Na podstawie oględzin, zdjęć oraz wytycznych [1] zlokalizowano największe uszkodzenia stropu wg (rys. 2).

W ciągu dwóch tygodni od pożaru powstało opracowanie [1] na temat wstępnego zabezpieczenia stropu i filarów. Opracowanie to miało charakter wytycznych dla projektu technologicznego. Podparcie miało być traktowane jako tymczasowe i zabezpieczyć strop na obciążenie, od naziomu i samej konstrukcji o wartości 15 kN/m^2 , miało ono także umożliwić sprzątnięcie pogorzelska, usunięcie wraków i dokładną ocenę zniszczeń. Rusztowanie podporowe stanowiły wieże MULIPROP wraz z ramami MRK ustawione w miejscach łatwo dostępnych. Pomiedzy wrakami ustawiono tarcze z podpór MULTIPROP połączone poziomymi rurami rusztowaniowymi ponad samochodami (rys. 3 i 4). Całość miało stanowić układy samostateczne, gdyż nie wolno było wypierać i kotwić się do zniszczonych ścian garażu. Nośność pojedynczej podpory w takim układzie przyjęto o wartości 105 kN (nośność obliczeniowa) [4].



Rys. 2. Lokalizacja uszkodzeń – pow. 258 m².

Do zabezpieczenia spodu płyty żelbetowej zastosowano układ: ruszt deskowaniowy na bazie dźwigarów drewnianych GT24 oraz rygli stalowych SRU opartych na w/w rusztowaniu. Rygle stalowe SRU mocowane były do podpór MULTIPROP za pomocą uchwytów SRU 100-140 tworząc tym samym nieprzesuwne połączenie. Wcześniej należało oczyścić podłoże z gruzu, gdyż podpory wymagają podłoża równego i wypoziomowanego. W razie potrzeby elementy konstrukcji ścianek lub wraków przesunięto poza miejsca ustawienia podpór zabezpieczających. Dopuszczalne odchylenie wymiarów (poziomej siatki konstrukcyjnej rusztowania podporowego) określono na +/-100 mm; dopuszczalne odchylenie podpór od pionu +/-2 mm. Rygle podpierające strop przylegały do jego dolnej, uszkodzonej powierzchni, ale tak aby nie podnosić konstrukcji. Na rysunkach umieszczono także kolejność montażu podparcia, zaczynając od miejsc „bezpiecznych” postępując w kierunku większych zniszczeń.

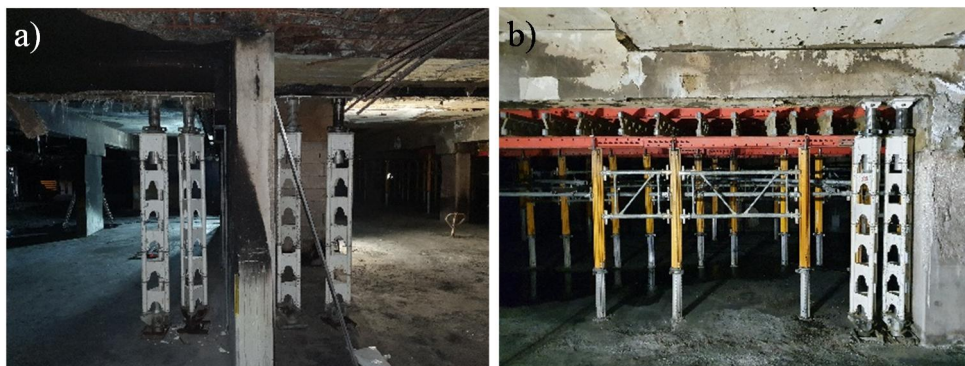


Rys. 3. Projekt techniczny PERI Polska. Układ rusztowania podporowego.



Rys. 4. Rusztowanie podporowe a) układ tarczowy b) układ wieżowy.

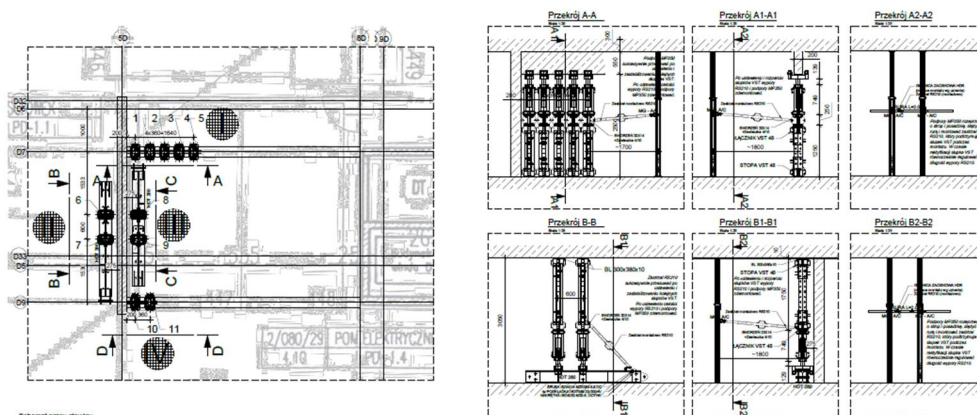
Po zabezpieczeniu stropu przystąpiono do wzmocnień wokoło ściano-tarcz i słupów. Po pierwszych oględzinach wytypowano dwa takie miejsca. W każdym z nich ustawiono cztery podpory wysokońsne, aluminiowe, trójgałęziowe HDS o nośności obliczeniowej każdej z nich 300 kN [4]. Przy tak wysokiej nośności podpora ta jest łatwa w montażu. Wszystkie segmenty podporowe łączy się wzajemnie za pośrednictwem sprzęgieł bez użycia narzędzi i luźnych łatwo gubiących się łączników. Praca w niskim garażu oraz utrudniona możliwość poruszania się, przeważały o zastosowaniu lekkich podpór, a takie właśnie są poszczególne segmenty HD200. Maksymalna waga elementu wynosi 31,5 kg. Podpory zostały sztywno rozparte pomiędzy podłogą garażu a dolną powierzchnią belek (po usunięciu gruzu na posadzce i wełny na elementach żelbetowych). Podczas montażu podpór aluminiowych HDS, uważano aby nie naruszyć konstrukcji słupów, co było bezwzględnie niedopuszczalne (rys. 5).



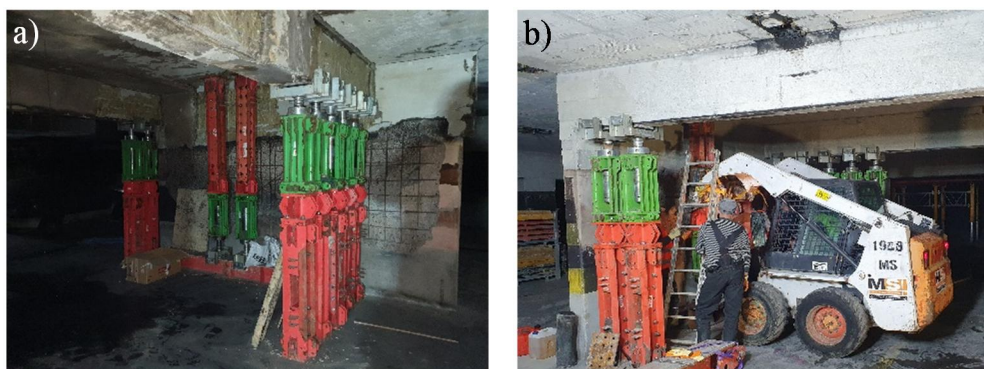
Rys. 5. Rusztowanie podporowe. a) podpory HDS b) wieże MULTIPROP i podpory HDS.

Wiele z prac prowadzono równocześnie, tj. podpierano strop, okolice filarów oraz sprzątano garaż w rejonie już wykonanych podparć. W pewnym momencie pracę te przzerwano, gdyż ukazał się filar z bardzo dużym odspojeniem betonu. W początkowej fazie oględzin, dostęp do tego filara był utrudniony poprzez zwały gruzu. Wstępna analiza statyczna tego filara uświadomiła nam, że jest on bardzo wyjątkowo i całość prac zabezpieczających należało przerwać i skoncentrować się na wzmocnieniu strefy około filarowej [2]. Ze względu na wymiary tego filara, należało się spodziewać dużych obciążeń, które w bezpieczny sposób należy przenieść na podłoże. Zgodnie z opracowaniem [2] należało użyć podpór wysokońsnych, o nośności pojedynczej podpory większej niż 500 kN. Projekt technologiczny PERI przewidywał użycie podpór VST o nośności 1050 kN (nośność obliczeniowa) w ilości 11 szt. (rys. 6). Ze względu

na ryzyko przebicia podłogi, bądź płyty stropowej, użyto belki rozdzielcze HEB400. Tu musimy zauważyć, że jest to system, który nie nadaje się do ręcznego montowania, więc zastosowano urządzenia dźwignicowe (rys. 7). Zadanie zabezpieczenia w/w filara nakreślono jako priorytetową i w takim przypadku liczy się szybki, sprawny dostawca z fachową kadrą inżynierskich i dużym zapleczem sprzętowym oraz możliwością szybkiej reakcji.



Rys. 6. Projekt technologiczny PERI Polska. Projekt wzmocnienia okolic filara podporami VST.



Rys. 7. Rusztowanie podporowe. a) podpory wysokości VST b) montaż podpór VST.

Podpory wysokości VST stanowią integralną część systemu wież VST, której parametry techniczne i walory prezentowane były szerzej już trzy lata temu na jednej z poprzednich konferencji *Awarie Budowlane* [5] w kontekście zastosowania przy pracach zabezpieczających, po katastrofie budowlanej na zamku w Szczecinie. Podstawowe elementy składowe pozwalają dobrać wysokość podpory i dopasować ją do zadanej geometrii, z drugiej strony nie tracąc maksymalnej nośności aż do 30 m. Podpory VST były zmontowane w całości za pomocą sworzni i śrub, i ustawione do pionu. Głowice tego systemu posiadają płynną adaptację do oparcia na nich belek w zakresie 200–300 mm, dlatego można było oprzeć bezpiecznie belki podwalinowe HEB300 oraz belki żelbetowe stropu. W tym przypadku wykorzystano inną zaletę podpór VST a zwłaszcza jej głowicy. Podpora miała być wstępnie doprężona do belek i dzięki naszemu ręcznemu zestawowi hydraulicznemu udało nam się wywołać pożądaną siłę 50 kN. Zestaw hydrauliczny składa się z pompki ręcznej, przewodów, manometru oraz cylindra, który umieszcza się w korpusie głowicy VST. Nośność tego zestawu to około 750 kN i jest daleko większa niż oczekiwano na tej budowie.

Po zabezpieczeniu w/w filara prace mogły być prowadzone w innych częściach garażu.

Częste spotkania na budowie wszystkich zainteresowanych stron, przyczyniły się do usprawnienia całego procesu dostawy rusztowań. Pamiętajmy, że za zrealizowaniem podparcia zabezpieczającego na budowę kryją się:

- koncepcja naprawy,
- projekt technologiczny + system,
- mobilizacja i dostawa materiału na budowę oraz
- jego montaż i odbiór.

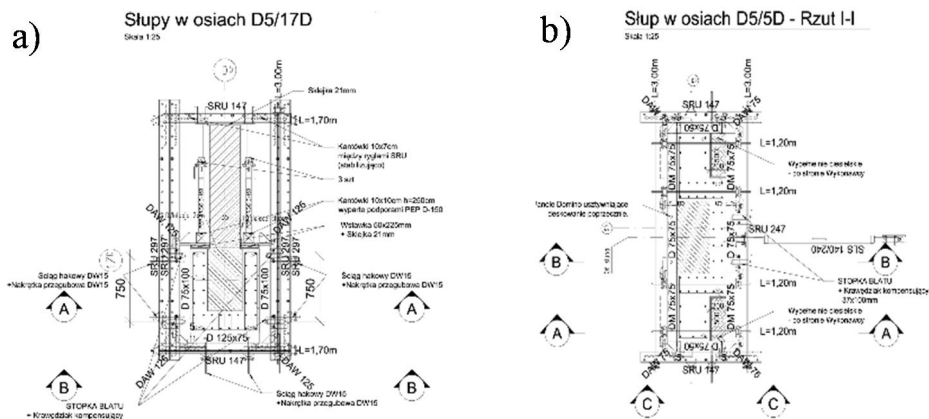
Każda z tych faz ma swój czas i przy zaangażowaniu wszystkich stron, ten czas można skrócić do niezbędnego minimum. Należy nadmienić, że na każdym z etapów, projekty technologiczne PERI były przed dostawą konsultowane z autorem projektu zabezpieczeń.

Mając na uwadze wyjątkowy stan techniczny obiektu oraz możliwość wystąpienia potrzeby zmian usytuowania konstrukcji podparcia podczas montażu, (np. przesunięcie) należało ewentualne zmiany każdorazowo konsultować z technikiem PERI. Kompletność rusztowania podporowego była kontrolowana w sposób ciągły. Szczegółowy przegląd był prowadzony po każdej zaobserwowanej rozbieżności w stosunku do projektu technologicznego, lecz nie rzadziej niż co 15 dni kalendarzowych. Po przeglądach każdorazowo sporządzano protokół zatwierdzony przez osobę uprawnioną do kierowania robotami budowlanymi w specjalności konstrukcyjno-budowlanej.

3. Deskowanie elementów pionowych

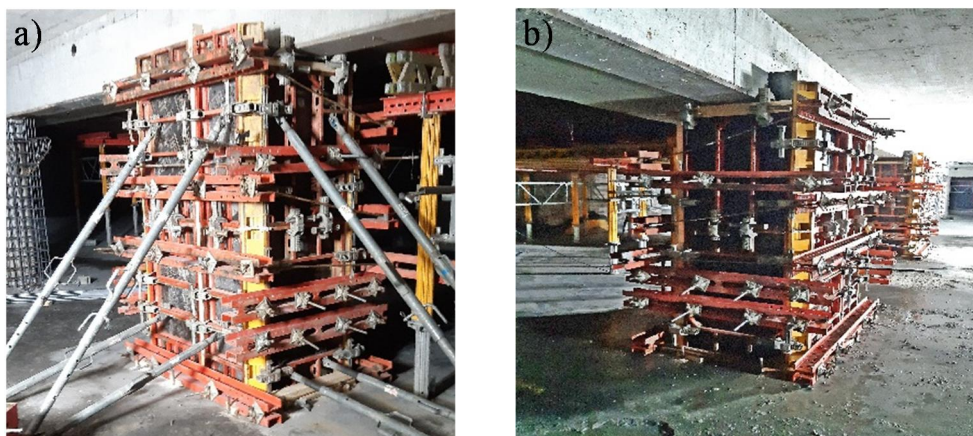
Po fazie zabezpieczenia elementów żelbetowych budynku w garażu, przyszedł czas na etap wzmocnień elementów konstrukcyjnych pionowych oraz odbudowę samego stropu. Już bezpiecznie i dokładnie dokonano oględzin garażu, określono ubytki w elementach żelbetowych oraz wyczyszczono dokładnie garaż. Po otrzymaniu projektu naprawy elementów pionowych, technolodzy z PERI Polska przystąpili do wykonania projektów technologicznych deskowań. Do wzmocnienia były trzy filary i około sześć słupów. Jak można sobie wyobrazić, nie było to wybudowanie od nowa tych elementów, tylko wzmocnienie na zasadzie „dolepiania”. Skutkiem takiej formy naprawy były deskowania nieszablone, a każdy słup czy tarcza wymagały oddzielnych opracowań. Ograniczenia w postaci ręcznego montażu elementów, brak możliwości kotwienia (oprócz posadzki) oraz sąsiadujące podparcia zabezpieczające, zmusiło PERI Polska do wyboru rozwiązań daleko idących poza standardową ofertę PERI, ale użycia podstawowych systemów.

W pierwszej kolejności należało wzmocnić ściano-filary. Każdy z tych elementów miał inny kształt, inny sposób wzmocnienia albo inaczej wyglądał podział na etapy betonowania. To spowodowało, że na każdą wzmocnianą ścianę należało przygotować nową dokumentację technologiczną. Niska wysokość kondygnacji oraz małe wymiary w planie słupów, zmuszały nas do stosowania drobnowymiarowych elementów deskowania DOMINO, co przy małej masie jednostkowej paneli, umożliwiło nam ręczny montaż. Ze względu na pracę z elementami konstrukcyjnymi, które istnieją i są nadwyřęzone [6], zabronione było wiercenie, czy kotwienie się w tych elementach. Miało to wpływ na niesystemowe miejsca przeprowadzenia ściągów, a wiemy jak wrażliwe są deskowania ramowe na tę kwestię. Sprawdzone sposobem rozwiązania tego problemu jest zastosowanie rygli rozdzielczych SRU (2C120), które dzięki swojej sztywności, mogą rozprowadzić siły pochodzące od parcia na ściągi (rys. 8).



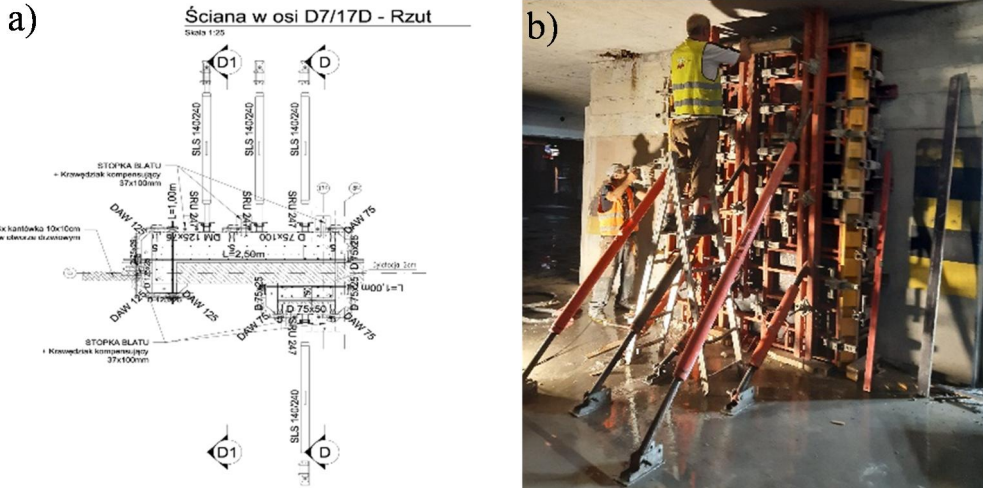
Rys. 8. Deskowanie DOMINO. a) wzmocnienie typ „C” b) wzmocnienie typ „Omega”.

W większości przypadków ściągi były prowadzone poza rdzeniem wzmocnianych elementów konstrukcji (rys. 9). Wysokość kondygnacji $h = 2,5$ m, przekładała się na parcie świeżej mieszanki betonowej około 60 kN/m^2 , co odpowiada wytrzymałości systemu DOMNIO. Należało skupić się jedynie na sprowadzeniu sił od parcia mieszanki betonowej na naprzeciwległe, równoważące parcie, ściany deskowania.



Rys. 9. Deskowanie DOMINO: a) deskowanie na pełną wysokość b) wzmocnienie ryglami SRU.

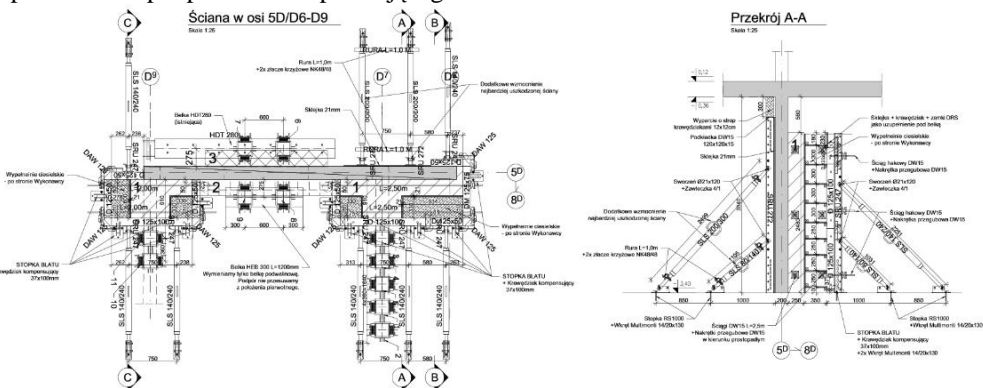
Dużą trudnością w takich realizacjach, stanowią wzmocnienia typu „doklejki”, które eliminują przeprowadzenie ściągów. W takich przypadkach deskowanie należy traktować jako przypadki deskowania jednostronnego. Zgodnie ze sztuką budowlaną stosujemy dwa rozwiązania: dedykowane, czyli kozły oporowe, lub stosujemy zastrzały wysokonożne. Ze względu na warunki, pierwszego z rozwiązań w naszym przypadku nie można zastosować. Wyklucza to waga kozłów oporowych i brak możliwości bezpiecznego zakotwienia w posadzce. W takim przypadku siły pochodzące od parcia świeżej mieszanki betonowej należy sprowadzić na podłoże za pomocą rozpór SLS (rys. 10). Przy zastosowaniu takiego rozwiązania, generują się duże siły w rozporach i tu niewralgicznym punktem jest połączenie rozpóra-głowica. Standardowe rozwiązanie jest niewystarczające, dlatego też zastosowano w pionie wzmocnienie w postaci rygli SRU. Rygle te, przymocowane do płyt i zabezpieczone przed poślizgiem, połączone są na sworzeń z rozpórą i stanowią bezpieczny układ do przeniesienia sił na podłoże.



Rys. 10. Deskowanie DOMINO: a) deskowanie jednostronne b) montaż rozpór SLS.

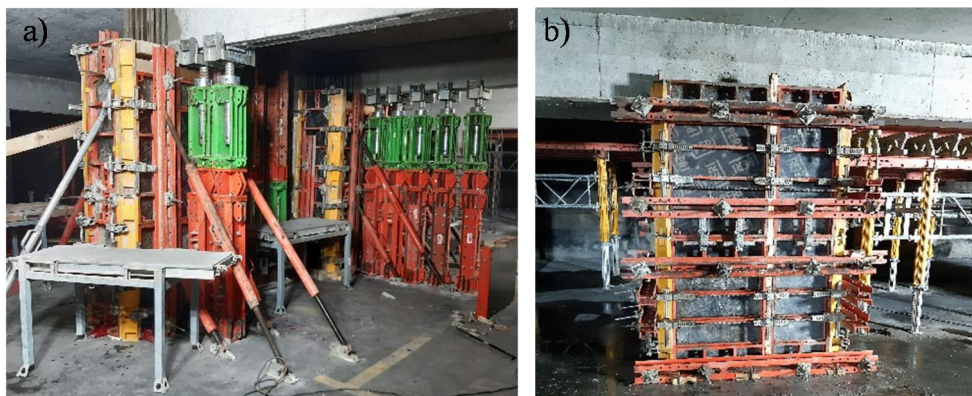
Największym wyzwaniem był filar-ściana, który miał największe zniszczenia po pożarze. Wzmocnienie filara zaprojektowano w czterech etapach, każdy musiał odbyć się po sobie. Przeszkodę stanowiły wcześniej ustawione podpory VST, jako podparcie zabezpieczające, które kolidowały z dodatkowymi elementami wzmocnienia i deskowaniami. Przed przystąpieniem do naprawy należało przestawić (przesunąć) podparcie zabezpieczające, dostawiając nowe, a demontując stare podpory. Co do zasady, ilość podpór wokół słupa się nie zmieniła. Przy tym filarze (rys. 12) skumulowały się wszelkie niedogodności dla projektanta PERI, a mianowicie:

- „doklejski” – kolizja istniejącego słupa ze ściągami,
- małe gabaryty etapu betonowania,
- deskowania jednostronne wraz ze wzmocnieniem drugiej strony filara,
- mało miejsca na deskowanie,
- przebudowa podparcia zabezpieczającego.



Rys. 11. Deskowanie filara. Faza nr 1.

Pozostałe słupy (o małych gabarytach) wzmocniane było po obwodzie, więc zastosowano klasyczną metodę oryglowania i przeprowadzenie ściągów po zewnętrznej części przekroju. (rys. 12).



Rys. 12. Deskowanie filarów a) filar – ściana – faza nr 1. b) deskowanie słupa powtarzalnego

Ten etap kończył wzmocnianie elementów pionowych konstrukcji garażu, a elementy deskowaniowe i rusztowaniowe zostały zwrócone do magazynu PERI, z wyjątkiem podparć stropów. Po otrzymaniu dalszych wytycznych dotyczących naprawy stropu, zaczęto zastanawiać się, czy nie wykorzystać wcześniej zmontowanych stolików, które podpięły strop do przy robotach zabezpieczających [6].

4. Rozbiórka zniszczonego i wykonanie stropu docelowego

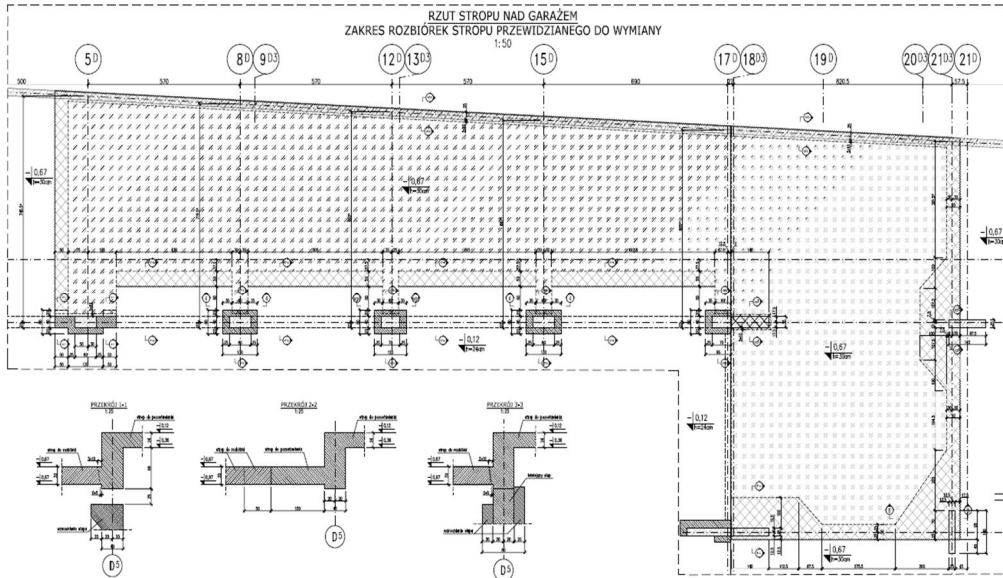
Część stropu, która nie była zabezpieczona wełną mineralną od spodu uległa takiej degradacji, że nie nadawała się do naprawy. W pozycji [6] nakazano rozebrać stary strop i na jego miejsce wylać nowo zaprojektowany. Za nim przystąpiono do wycięcia starego stropu pola „przylegające” do pól rozbieranych, zostały podparte punktowo podporami stalowymi PEP w siatce 1,2–2,2 m. Klasa podpór PEP została dobrana tak, aby mogły one bezpiecznie przenieść obciążenie pochodzące od stropów sąsiednich, tj. 13 kN/m^2 (rys. 13). W obszarach linii cięcia ze zdegradowanym stropem, podparcie miało charakter liniowy, nie punktowy, więc na podporach stalowych zamontowano dźwigary kratowe GT24.



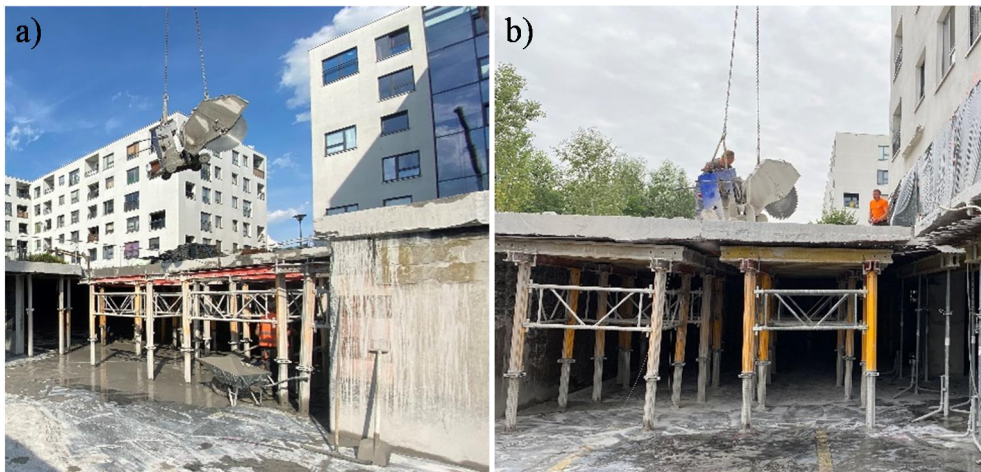
Rys. 12. Podparcie zabezpieczające istniejący strop: a) punktowe b) liniowe

Zgodnie w projekcie naprawy stropu część podpierającą patio należało rozebrać w całości (rys. 13). Strop odcinany był kawałkami, które miały statycznie oprzeć się na podporach i dopiero podjęte przez dźwig. Do cięcia betonu użyto pił do betonu. Cięcia wykonywane były

między stolikami, a w drugim kierunku stoliki ustawiano tak, aby tarcza piły znajdowała się między dźwigarami VT. Górną warstwę stolików stanowiły dźwigary drewniane, co pozwoliło uniknąć dużych zniszczeń w przypadku kontaktu z tarczą piły. Każdy z odciętych kawałków, około 6 m^2 , „spoczywał” miękko na podbudowie (rys. 14). Rusztowanie stanowiły, podpory MULTIPROP, usztywnione ramkami w dwóch kierunkach. Sztynność wieży nadaje połączenie podpory z ramką oraz zamkiem klinowym. Takie połączenie jest w stanie przenieść niewielkie siły poprzeczne, co dla systemów wieżowych jest niespotykane i pozwoliło wyeliminować usztywnienia zastrzałami. Na styku głowica – rygiel SRU, zastosowano jarzma, co sprawiło, że cała konstrukcja jest sztywna i odporna na niekontrolowane obciążenia dynamiczne.



Rys. 13. Strop nad garażem: a) zakres rozbiórki i odbudowy.



Rys. 14. Rozbiórka stropu: a) transport piły b) stoliki z wież MULTIPROP.

Ostatnim etapem tej naprawy była odbudowa stropu garażu. Strop płytowo-belkowy jest klasycznym przykładem, gdzie doskonale sprawdza się system dźwigarowy MULTIFLEX. Jest to system, którym możemy zadeskować dowolny kształt stropu. Należy podkreślić, że doświadczenie wykonawcy i znajomość nowoczesnych systemów rusztowaniowych i deskowaniowych pozwoliły na zdecydowanie szybsze zamontowanie rusztowania, czy deskowania. Po zabetonowaniu płyty stropu, nadzór i doradztwo techniczne PERI Polska na tej budowie się zakończył.

5. Podsumowanie

Z pojęciem awaria czy katastrofa budowlana kojarzy nam się przede wszystkim wydarzenia związane z zawaleniem, wybuchem. Tutaj mieliśmy do czynienia z awarią polegającą na pożarze w garażu, który osłabił konstrukcję nośną budynku. Stan garażu, jaki ukazał się po akcji gaśniczej, zmusił nadzór budowlany do ewakuacji wszystkich mieszkańców, a sam budynek został wyłączony z użytkowania. W takiej sytuacji szybkość działania jest kluczowa. Współpraca na każdym etapie między zarządcą budynku, projektantem naprawy stropu, a technologiemi PERI Polska usprawniła i skróciła czas naprawy. Z punktu widzenia dostawcy deskowań kluczową sprawą jest właściwy dobór systemu do sytuacji, która wybiega poza standardową realizację. Wiedza i zaangażowanie kadry inżynierskiej pracowników PERI oraz znajomość systemów rusztowań i deskowań, gwarantowała sprawny przebieg zabezpieczenia stropu a później jego naprawę. Systemy muszą być lekkie, łatwe w montażu, bez elementów specjalnych, których przygotowanie zajmuje wiele czasu. Przy takich zdarzeniach bardzo ważną rolę odgrywa park dzierżawny, jakim dysponuje np. PERI Polska. Jest to ważne, aby materiał był dostępny „od ręki”, materiał, który można dostarczyć natychmiast. Można zauważyć, że na tej budowie zastosowane były systemy rusztowaniowe, które są od dawna w zasobach PERI Polska. Systemy ponadczasowe spełniające podstawowe kryteria dobrych rusztowań tj.: wysoka nośność, lekkość, łatwość montażu.

Na każdym z etapów uczestnictwo przedstawicieli PERI Polska przyczyniło się do podejmowania trafnych decyzji, a nie rozpatrywania rozwiązań alternatywnych, dla których marnuje się cenny czas. Nie raz od szkicu na budowie, do dostarczeniu rusztowań na budowę miały zaledwie dwa dni robocze. I to był cel, który postawiono sobie na tym zadaniu – stałe ukierunkowanie na minimalizację czasu reakcji. W takich przypadkach wszystkie strony powinny działać bez zbędnej zwłoki i czuć się jak ważne ogniwo w naoliwionej maszynie pod nazwą „naprawa stropu”.

Sukces można definiować różnie. Tutaj sukces to bezpieczne prowadzenie robót, szybkie projektowanie i dostawa deskowań i rusztowań, która z każdym dniem przybliżała ponowne włączenie budynku do użytkowania po katastrofie.

Literatura

1. dr hab. inż. Robert Kowalski, prof. uczelni z zespołem, Wytoczne na temat tymczasowego zabezpieczenia konstrukcji budynku po pożarze (Warszawa, 2020).
2. dr hab. inż. Robert Kowalski, prof. uczelni z zespołem, Wytoczne nr 2 na temat tymczasowego zabezpieczenia konstrukcji budynku po pożarze (Warszawa, 2020).
3. PN-EN 12812, Deskowanie – Warunki wykonania i ogólne zasady projektowania.
4. PERI Polska – Design Tables 2015.
5. Kamil Karpała, Paweł Różyło – Systemowe wieże podporowe VST na etapie prac rozbiórkowych po katastrofie budowlanej na Zamku Książąt Pomorskich w Szczecinie.

6. dr hab. inż. Robert Kowalski, prof. uczelni z zespołem, Projekt wykonawczy wzmocnienia i naprawy konstrukcji żelbetowej budynku mieszkalnego uszkodzonej w wyniku pożaru cz. 1 i cz. 2 (Warszawa, 2021).

Safety supports and wall formwork for reinforced concrete elements of the underground garage destroyed by fire

Key words: formwork, scaffolding, PERI, fire, structure protection, reinforcement