



Dr inż. Marek KAPELA
Instytut Budownictwa WBMiP
Politechnika Warszawska

ROZBIÓRKA OBIEKTU ŹRÓDŁEM INFORMACJI O ZACHOWANIU SIĘ KONSTRUKCJI W STANIE AWARYJNYM

DEMOLITION OF BUILDINGS AS SOURCE OF INVALUABLE EXPERIENCE ABOUT MAINTENANCE ONESELF CONSTRUCTION IN EMERGENCY STATE

Streszczenie Podczas rozbiórek budynków niezbędna jest znajomość zachowania się konstrukcji w trakcie prowadzonych robót ze szczególnym uwzględnieniem sztywności przestrzennej i mechanizmów zniszczenia. Przy rozbiórce kina Praha w Warszawie zastosowano sposób, który można określić jako katastrofę kontrolowaną. Ten sposób rozbiórki pozwolił na zaoszczędzenie czasu, a przede wszystkim zmniejszenie zagrożenia dla ludzi i budynków w bezpośrednim sąsiedztwie.

Abstract It is essential that demolition work be a controllable process. It regards primarily spatial stiffness and mechanisms of destruction while pulling down a building. An example of demolition of the building of Praha Cinema in Warsaw is described, whereby a method of controllable collapse was employed. This approach effectively helped to save time, and largely limited the potential danger to people and buildings in the nearest surroundings.

1. Wstęp

Konieczność modernizacji zabudowy miejskiej oraz wzrost cen działek powodują, że coraz częściej rozbiera się budynki usytuowane w gęstej zabudowie miejskiej. Dotyczy to nie tylko starych, wyeksploatowanych budynków o konstrukcji tradycyjnej, ale również późniejszych, o konstrukcji żelbetowej. Zwykle nie ma żadnej dokumentacji technicznej takich obiektów. Rozbiórka takich budynków stwarza wiele problemów natury organizacyjnej, technologicznej i konstrukcyjnej. Istotnym problemem, który należy rozwiązać przed przystąpieniem do robót wyburzeniowych, jest wybór właściwej metody rozbiórki. Przyjęta metoda powinna zapewniać maksymalne bezpieczeństwo robót oraz minimalizować ich negatywne oddziaływanie na otoczenie. O wyborze metody wyburzania powinny decydować przede wszystkim lokalizacja obiektu i jego gabaryty oraz rodzaj konstrukcji.

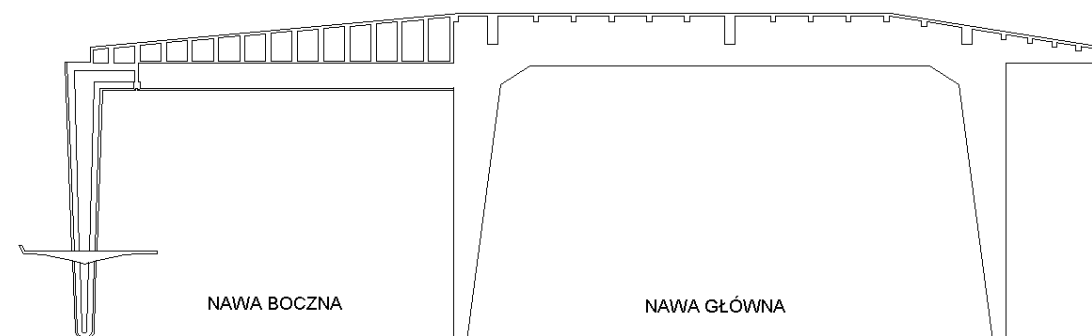
Coraz częściej do rozbiórki dużych żelbetowych obiektów na świecie stosowana jest metoda „Controlled Demolition” polegająca na zniszczeniu budynku przez „położenie” jego konstrukcji w obrębie rzutu poziomego budynku. Zwykle w tym celu stosowane są techniki minerskie. Przez odpowiednie rozmieszczenie ładunków wybuchowych i zaprogramowanie czasu ich odpalenia doprowadza się do sukcesywnego zniszczenia elementów konstrukcyjnych budynku. W Polsce zastosowano podobną metodą do wyburzenia biurowca byłych zakładów sprzętu budowlanego im. Ludwika Waryńskiego w Warszawie.

Ze względu na bliskie sąsiedztwo budynków, przy rozbiórce kina Praha w Warszawie nie można było użyć metody wybuchowej. Zastosowano sposób rozbiórki mechanicznej, który w efekcie doprowadził do katastrofy kontrolowanej. W niniejszym referacie szczególną uwagę zwrócono na zagadnienia konstrukcyjne. Poczynione obserwacje dotyczące sztywności przestrzennej konstrukcji oraz formy zniszczenia żelbetowej konstrukcji ramowej, są ujęte szerzej w dokumentacji fotograficznej, która uzupełni tekst referatu w czasie jego prezentacji.

2. Opis i lokalizacja budynku

Budynek kina wybudowano w 1953 roku na Starej Pradze w kwartale wyznaczonym ulicami Kłopotowskiego, Jagiellońskiej i Okrzei. Plac rozbiórki był bardzo ograniczony. Odległości ścian budynku od ulic wynosiły: 2,70m od ulicy Jagiellońskiej, 4,20m od ulicy Kłopotowskiego i 3,60m od ulicy Okrzei. Ponadto w odległości 6,90m znajdował się 6-cio kondygnacyjny budynek administracyjny połączony z budynkiem kina łącznikiem w poziomie II i III kondygnacji. W bliskim sąsiedztwie znajdowały się również budynki zabytkowe, których stan techniczny był zły.

Wymiary budynku kina w planie wynosiły 41,47x33,64m, zaś wysokość 12,60m. Główna konstrukcja nośna budynku była żelbetowa monolityczna. Tworzyło ją 6 dwunawowych ram z jednostronnym wspornikiem.



Rys. 1. Rama główna konstrukcji nośnej budynku kina

Ramy rozmieszczone były w rozstawie 5,90m. Rozpiętość osiowa przęseł ramy wynosiła: 20,65m (przęsło główne nad salą kinową) i 14,30m przęsło boczne oraz 3,9m wspornik. Słupy ramy głównej miały zmienną wysokość przekroju – zwiększająca się wraz z wysokością słupa - od 80x50cm przy fundamencie do ok. 180x50cm na końcu słupa. Słup skrajny przęsła bocznego opierał się na fundamencie przegubowo. Rygiel ramy w przęśle głównym miał wymiary 200x50cm. Na ryglach ram opierały się żebra żelbetowej płyty dachowej. Żebra główne miały wymiary 115x40cm, a żebra pośrednie ok. 20x20cm. Płyta dachowa miała grubość 8cm. Nad nawą boczną znajdował się stropodach skrzynkowy.

Ściany boczne wykonano jako szklane na szkielecie stalowym, a ściany frontową i tylną jako murowane na szkielecie żelbetowym.

3. Rozbiórka nawy bocznej

Do rozbiórki zastosowano kleszcze hydrauliczne o sile nacisku 3000kN umieszczone na wysięgniku koparki. Korzystanie z takiego sprzętu ma między innymi tę zaletę, że jest on

obsługiwany jedynie przez jednego operatora. Znaczny wysięg ramienia koparki ogranicza ryzyko związane z rozbiórką.

Przy rozbiórce nawy bocznej wykorzystano znaczną nośność żebra dachowych. Po skuciu fragmentu górnej płyty stropodachu odsłonięte zostały żebra. Przestrzenie te były dotychczas niedostępne. Pomierzono przekroje zbrojenia i wykonano obliczenia sprawdzające. Rozstaw żebra dachowych wynosił ok. 1m, ich grubość 15cm, a średnia wysokość ok. 1,3m. Żebra zbrojone były górną i dolną dwoma prętami $\phi 20$ ze stali gładkiej. Biorąc pod uwagę dużą sztywność żebra oraz ich zbrojenie oceniono, że żebra dachowe są w stanie przenieść obciążenie z sąsiedniego ryglu po przerwaniu jego ciągłości (przez zmiżdżenie ryglu w środku rozpiętości). Założenie to umożliwiło szybką i bezpieczną rozbiórkę nawy bocznej. Kleszczami niszczone rygle nawy bocznej począwszy od środka (rys.2), kierując się następnie ku słupom. Stabilne położenie przegubowo opartego na fundamencie słupa zapewniał sztywny, monolityczny daszek podłużny (rys. 1)

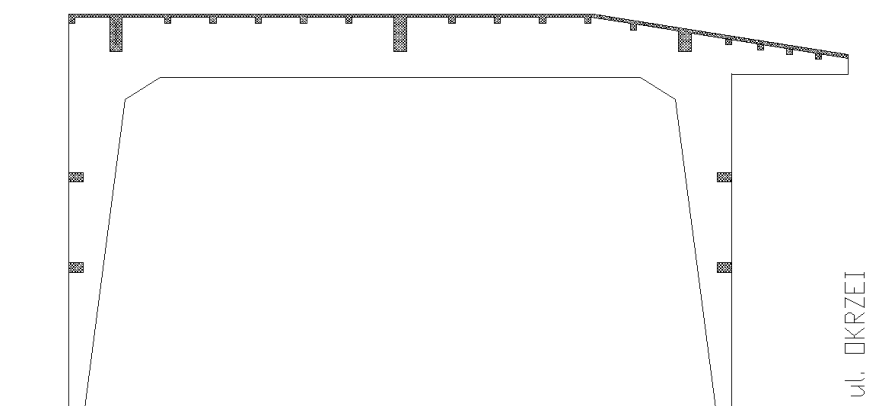


Rys. 2. Burzenie nawy bocznej

4. Rozbiórka nawy głównej

Największy problem ze względu na wynoszącą 2,5t/mb masę ryglu oraz znaczną rozpiętość, stanowiła rozbiórka ram nawy głównej. Początkowo w projekcie założono, że rygle i strop będą podstemplowane i rozbiórka będzie odbywała się przy użyciu lekkiego sprzętu. Było to jednak rozwiązanie bardzo pracochłonne i kosztowne.

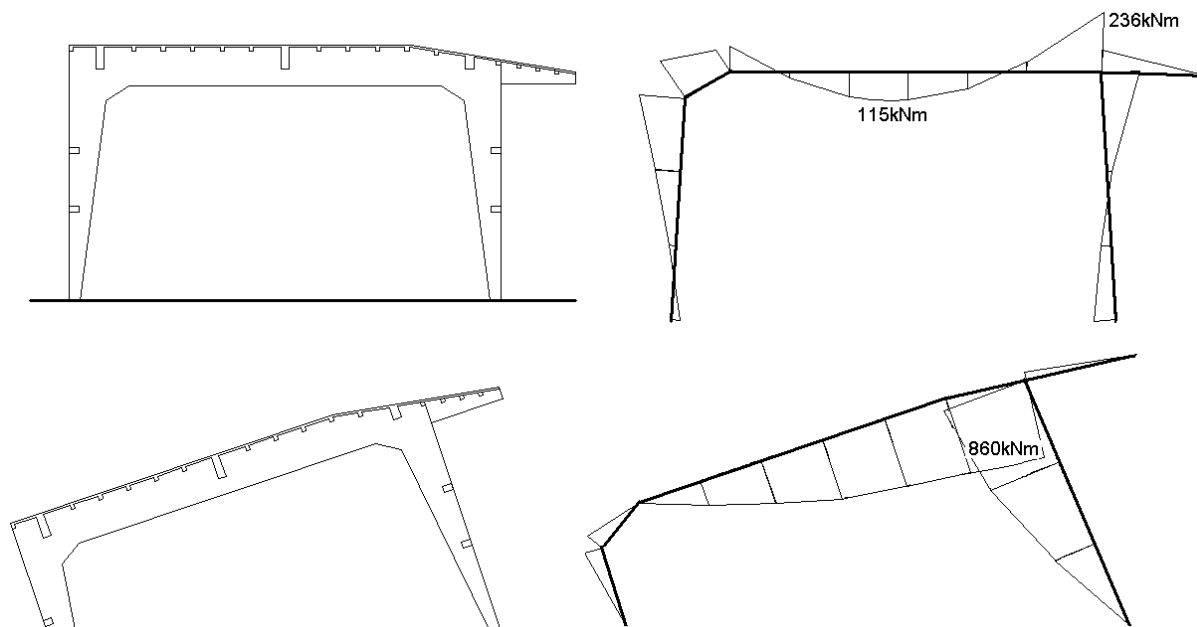
Po analizie konstrukcji nawy głównej przyjęto inne rozwiązanie. Skrajne ramy – od strony ulicy Jagiellońskiej i od strony budynku biurowego – były wypełnione ścianami murowanymi z cegły ceramicznej pełnej (rys.2). Wykorzystano nośność wypełnienia i rozebrano ramy skrajne począwszy od rygli, a następnie mury do poziomu terenu. W ten sposób odsunięto się od ulicy Jagiellońskiej i od budynku biurowego. Pozostały cztery ramy z częścią wspornikową w bezpośrednim sąsiedztwie ulicy Okrzei. Sztywność przestrzenną ram zapewniały monolityczna konstrukcja dachu z żebrami podłużnymi oraz dwa poziome żebra podłużnych stężających słupy (rys. 3).



Rys. 3. Przekrój ramy nawy głównej z zaznaczonymi ryglami podłużnymi

W celu eliminacji zagrożenia dla przechodniów oraz ekipy prowadzącej roboty rozbiórkowe przyjęto, że ramy te zostaną w całości „położone” jak najdalej od ulicy Okrzei. Założono, że zostanie to osiągnięte przez kruszenie kleszczami niewielkich (do ok. 0,5m) dolnych odcinków kolejnych słupów skrajnych 1, 2, 3 i 4, a następnie w kolejności odwrotnej 4, 3, 2, 1. Przyjęto, że na przeciwległych końcach słupów wytworzą się przeguby plastyczne oraz, że strop i rygle podłużne zapewnią stateczność konstrukcji w kierunku podłużnym podczas procesu „kładzenia” ram. Uwzględniając rozpiętość ram i ich masę było to przedsięwzięcie trudne i raczej nowatorskie.

Wykonano obliczenia statyczne uwzględniając schemat (etap) początkowy i końcowy. Z obliczeń tych wynikało, że przypuszczalnym miejscem zniszczenia ram będzie końcowy odcinek rygla. W miejscu tym pręty są zwykle odginane na moment ujemny, a wystąpi tam znaczny moment dodatni (rys. 4).



Rys. 4. Etapy początkowy i końcowy w procesie „kładzenia” ram

W celu ograniczenia skutków ewentualnego dynamicznego charakteru zniszczenia ram, pod ramami ułożono „poduszkę” z gruzu. Za pomocą kleszczy rozpoczęto proces kruszenia dolnej części słupów. Po wykruszeniu betonu w dolnej części słupa skrajnego okazało się, że sztywność przestrzenna konstrukcji jest tak duża, że słup nie opadł pomimo, iż wartość siły pionowej wynosiła ok. 400kN (rys. 5).



Rys. 5. Zmiazdżony dolny fragment skrajnego słupa

Słup oparł się na fundamencie dopiero po podcięciu kolejnego słupa. Po dwóch cyklach podcinania w słupach na przeciwległych końcach ram uwidoczniły się rysy świadczące o powstawaniu przegubów plastycznych (rys. 6).



Rys. 6. Tworzenie się w słupie przegubu plastycznego

Cykliczne kruszenie słupów trwało w dalszym ciągu. Układ sił przekrojowych w ramie zmieniał się i w ryglach, w sąsiedztwie słupów zaczęły powstawać zarysowania. Rysy poszerzały się w miarę opuszczania się słupów.

Do „katastrofy kontrolowanej”, czyli do położenia się ram na warstwie gruzu doszło, gdy wykruszono ok. 2/3 wysokości słupów. Nie powstały przy tym drgania, które mogłyby wpłynąć negatywnie na sąsiednią zabudowę. Najtrudniejsza część rozbiórki zakończyła się.



Rys. 7. Zarysowanie rygli w końcowym procesie „kładzenia” ram



Rys. 8. Widok leżących ram od strony ulicy Okrzei

5. Wnioski

Podczas rozbiórek budynków niezbędna jest znajomość zachowania się konstrukcji w trakcie prowadzonych robót ze szczególnym uwzględnieniem sztywności przestrzennej i mechanizmów zniszczenia. Rozbierany budynek o żelbetowej monolitycznej konstrukcji ramowej miał dużą sztywność przestrzenną, co po przeprowadzonej analizie statycznej, umożliwiło jego rozbiórkę poprzez spowodowanie „katastrofy kontrolowanej”. Przyjęte założenia potwierdziły się podczas rozbiórki. Pozwoliło to na zaoszczędzenie czasu, a przede wszystkim zmniejszenie zagrożenia dla ludzi i budynków w bezpośrednim sąsiedztwie. Zastosowany przy rozbiórce kina Praha sposób może być wykorzystany przy rozbiórkach innych budynków o konstrukcji ramowej monolitycznej.

Wykorzystane materiały

1. Kapela M.: Projekt rozbiórki budynku kina Praha przy ul. Jagiellońskiej 26 w Warszawie, Warszawa 2005.
2. Zaleski S.: Remonty i modernizacja budynków mieszkalnych. Poradnik, Arkady, Warszawa 1987.