

Adaptacja garażu podziemnego na budowlę ochronną – studium przypadku

Budowle ochronne to najbardziej skuteczny zbiorowy środek ochrony przed bronią masowego rażenia oraz konwencjonalnymi środkami rażenia w czasie wojny. Jednak w Polsce ich liczba nie jest znacząca, dlatego trwają prace nad nowym rozporządzeniem, w którym będą zawarte m.in. wytyczne dotyczące niektórych obiektów budowlanych mogących służyć jako miejsca doraźnego schronienia.

Michał Pietrzak

Stowarzyszenie Instytut Budownictwa Ochronnego

Franciszek Wołoch

Stowarzyszenie Instytut Budownictwa Ochronnego; Politechnika Poznańska, Szkoła Doktorska, Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu

Adam Kamoś

Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu

Aleksander Fiedorek

Stowarzyszenie Instytut Budownictwa Ochronnego

Piotr W. Sielicki

Politechnika Poznańska, Instytut Analizy Konstrukcji, Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu

Zgodnie z I protokołem dodatkowym do 4. Konwencji Genewskiej jednym z zadań obrony cywilnej jest przygotowanie i organizowanie schronów na potrzeby ochrony ludności cywilnej [1]. Według *Oceny przygotowań w zakresie ochrony ludności i obrony cywilnej w Polsce za 2017 r.* [2] miejsc w schronach oraz

ukryciach w Polsce starczy dla mniej niż 3% społeczeństwa, które nie jest świadome najbliższych lokalizacji schronienia [3]. Konieczność większej dbałości o obiekty obrony cywilnej nabrała szczególnego znaczenia wraz z rozpoczęciem wojny w Ukrainie. Mimo trwającej od 24 lutego 2022 r. agresji Federacji Rosyj-

skiej z dniem 23 kwietnia 2022 r. przestały obowiązywać wytyczne Szefa Obrony Cywilnej z 4 grudnia 2018 r. w sprawie zasad postępowania z zasobami budownictwa ochronnego [4] i do końca 2024 r. nie zostały przyjęte nowe wytyczne oraz warunki, jakie powinny spełniać budowle ochronne służące ochronie ludności.

Zarówno nieobowiązujące już wytyczne, jak i projekt nowego rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle ochronne, zakładały podział obiektów obrony cywilnej na schrony (kategorii A – podwyższonej i P – podstawowej) oraz ukrycia (kategorii I–III) [4, 5]. W nowym rozporządzeniu pojawia się także pojęcie miejsca doraźnego schronienia, które jest interpretowane jako inny obiekt budowlany, taki jak garaż podziemny lub tunel, który można wykorzystać w przypadku braku zapewnienia możliwości ochrony w innych, sąsiednich obiektach obrony cywilnej. To właśnie z tego typu budowli, według najnowszych danych, musiałoby skorzystać ponad 97% Polaków. Jednocześnie rozporządzenie na tym etapie nie podaje kluczowych wymagań technicznych dla miejsc doraźnego schronienia. Doświadczenie ekspertów wskazuje celowość, aby podczas projektowania nowo powstających obiektów uwzględniać wymagania techniczne przynajmniej takie jak dla ukryć, np. w halach garażowych budynków mieszkalnych lub biurowych, oraz dokonać adaptacji istniejących obiektów do wymagań technicznych dotyczących obiektów obrony cywilnej.

W przypadku nowo projektowanych obiektów znaczna część wymaganych miejsc parkingowych – wynikających ze średniego wskaźnika parkingowego 1,5–2,0 miejsca/mieszkanie – znajduje się w podziemnych halach garażowych. Jednym z godnych uwagi pomysłów na zwiększenie liczby dostępnych miejsc mogących zapewnić schronienie jest właśnie wykorzystanie powierzchni w halach garażowych. Również podczas wielu publicznych dyskusji na temat właściwości ochronnych obiektów budowlanych lub ich części często padały argumenty o możliwości wykorzystania garaży podziemnych jako budowli ochronnych lub miejsc doraźnego schronienia [6]. Chcąc odpowiedzieć na często pojawiające się w przestrzeni publicznej

pytanie dotyczące poziomu ochrony garaży podziemnych, autorzy podjęli próbę określenia możliwości adaptacji garażu podziemnego na potrzeby budowli ochronnej na podstawie zrealizowanego wcześniej rzeczywistego obiektu mieszkalnego wielorodzinnego.

PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA

Garaże podziemne projektuje się tak, by miały możliwie duży, powtarzalny układ przestrzenny. Głównym czynnikiem wpływającym na rozmiar powierzchni garażu są wymagania przeciwpożarowe w zakresie powierzchni stref pożarowych. W celu zaadaptowania ich do roli schronu lub ukrycia konieczne jest spełnienie dodatkowych, szczegółowych warunków technicznych. Aby spełnić warunki stawiane w najnowszym projekcie rozporządzenia ukryciom kategorii I, konieczne jest zapewnienie ochrony przed obciążeniem wtórnym od tzw. zagruzowania [7] odłamkami bomb i pocisków [8, 9], promieniowaniem przenikliwym gamma z opadu promieniotwórczego oraz obciążeniem wynikającym z oddziaływania falą padającą, a w konsekwencji odbitą, wybranych powierzchni obiektu. W przypadku ukrycia nie jest konieczne zapewnienie zabezpieczenia przed skażeniami biologicznymi i chemicznymi, jak to ma miejsce w schronach. Jednakże nadal konieczne jest stosowanie wyposażenia specjalnego, przystosowanego do obiektów ochronnych, takiego jak zawory przeciwybuchowe czy drzwi ochronno-hermetyczne. Ukrycia, podobnie jak schrony, należy projektować ze szczególnym uwzględnieniem zapewnienia potrzeb przebywającej w nich ludności. W ramach adaptacji przedstawionego w artykule garażu konieczne jest więc zabezpieczenie dostępu do mediów, np. wody czy prądu. Dodatkowo, w przypadku niewystarczającej nośności elementów konstrukcyjnych, zwłaszcza stropów, słupów i ścian, alternatywą jest realizacja ukrycia kategorii II, czyli budowli ochronnej, która nie ma określonej odporności

na działanie fal ciśnienia powstałych w wyniku wybuchu.

ANALIZA ZESPOŁU RZECZYWISTYCH BUDYNKÓW

Istniejący obiekt znajduje się na przedmieściach dużej aglomeracji miejskiej. Budynek mieszkalny otoczony jest od wschodu oraz południa przez wielokondygnacyjną zabudowę mieszkalną, powstałą w latach 70. i 80. Od strony zachodniej umiejscowione są budynek mieszkalny oraz pętla autobusowa obsługująca pobliską okolicę. Na południu znajduje się publiczna droga dojazdowa wraz z jedynym wjazdem do garażu podziemnego i wyjazdem z niego.

Zespół obiektów składa się z dwóch budynków mieszkalnych, mających wspólną podziemną kondygnację garażową. Budynek nr 1 ma siedem kondygnacji nadziemnych oraz pięć klatek schodowych. Z kolei budynek nr 2 ma sześć kondygnacji nadziemnych oraz dwie klatki schodowe.

Na kondygnacji podziemnej oprócz 141 miejsc parkingowych zlokalizowano pomieszczenia techniczne oraz komórki lokatorskie. Strop nad garażem jest miejscowo wzmocniony i jego nośność jest na poziomie 25 kN/m² ze względu na konieczność zapewnienia przejazdu wozu bojowego Państwowej Straży Pożarnej. Minimalna liczba miejsc postojowych w hali garażowej wymuszona jest zapisami zawartymi w decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu analizowanego zespołu budynków. Zgodnie z Ustawą z dnia 5 lipca 2018 r. o ułatwieniach w przygotowaniu i realizacji inwestycji mieszkaniowych oraz inwestycji towarzyszących [10] minimalna krotność miejsc parkingowych wynosi 1,5 miejsca/mieszkanie.

W tab. 1 zestawiono dane dotyczące budynków oraz założenia projektowe dla obiektów obrony cywilnej. Przyjęto zastosowanie wentylacji mechanicznej, co dyktuje wymagane 0,6 m²/osobę powierzchni użytkowej oraz zapewnienie miejsca do spania dla 1/3 mieszkańców

Tab. 1. Dane budynków oraz założenia projektowe

Parametry analizowanego budynku	
Liczba mieszkań	138
Liczba mieszkańców/lokal	3,5
Liczba mieszkańców w zespole budynków	483
Współczynnik pobytu	1,0
Powierzchnia użytkowa/osoba [m ²]	0,6
Min. powierzchnia użytkowa [m ²]	289,90
Liczba miejsc do spania	161

i/lub osób obsługiwanych przez projektowane obiekty obrony cywilnej.

LOKALIZACJA BUDOWLI OCHRONNEJ

W związku z wyborem kondygnacji podziemnej jako potencjalnego miejsca ukrycia konieczne jest przeanalizowanie zagrożenia wynikającego ze zburzenia okolicznych budynków oraz powstałego z tego zagruzo-

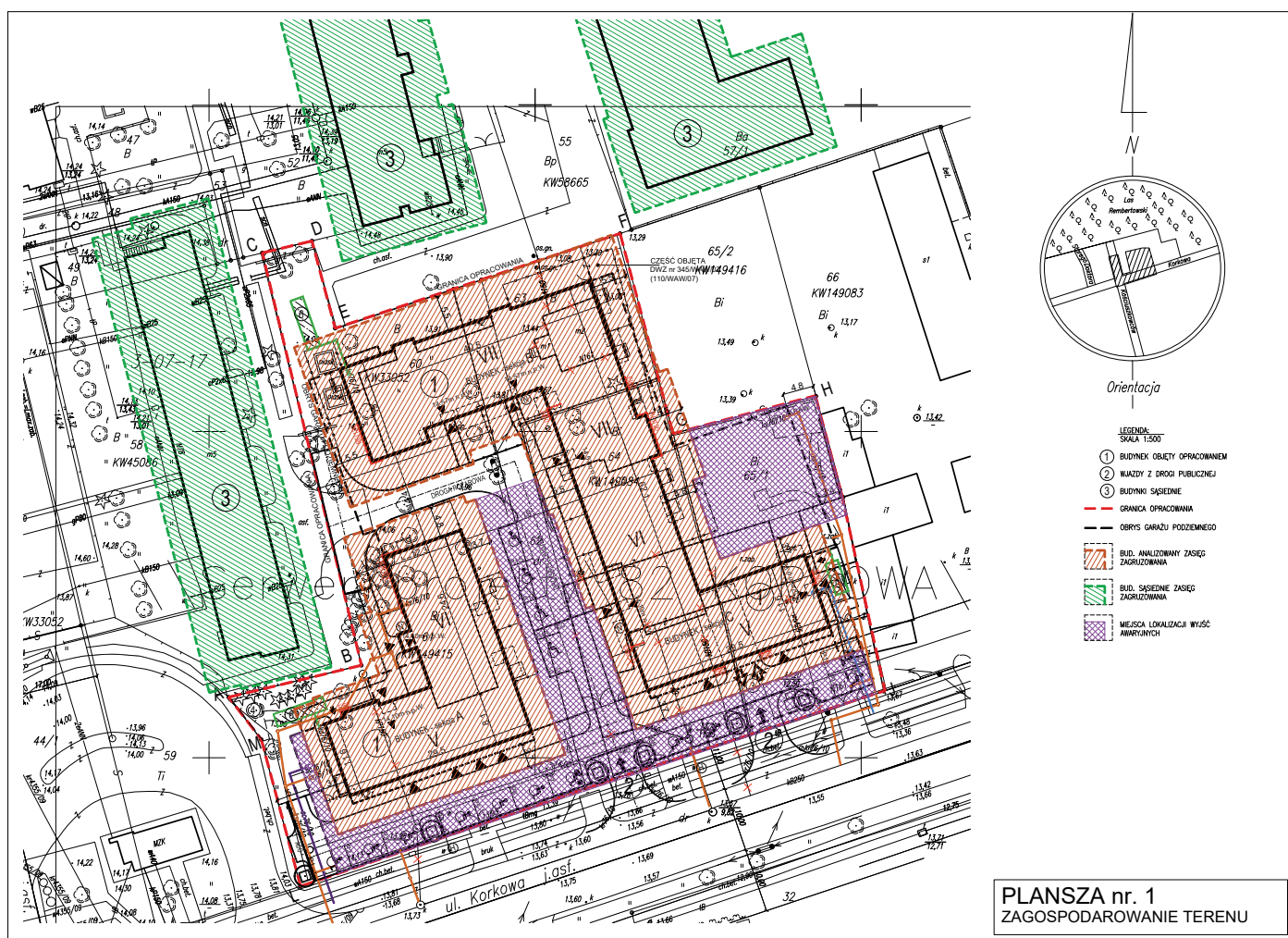
wania. Budynki wykonane są w technologii żelbetowej monolitycznej szkieletowej, dlatego jako zasięg zagruzowania przyjęto $\frac{1}{4}$ wysokości zabudowy poszczególnych budynków. Wyniki analizy stref zagruzowania przedstawiono na rys. 1. Kolorem czerwonym wskazano strefy narażone na zagruzowanie, fioletowym – strefę bezpieczną oraz zielonym – strefy zagruzowania po-

chodzące od innych budynków w okolicy. Dodatkowo, zaznaczono potencjalne lokalizacje wyjść ewakuacyjnych oraz drogi dostępne dla służb ratowniczych.

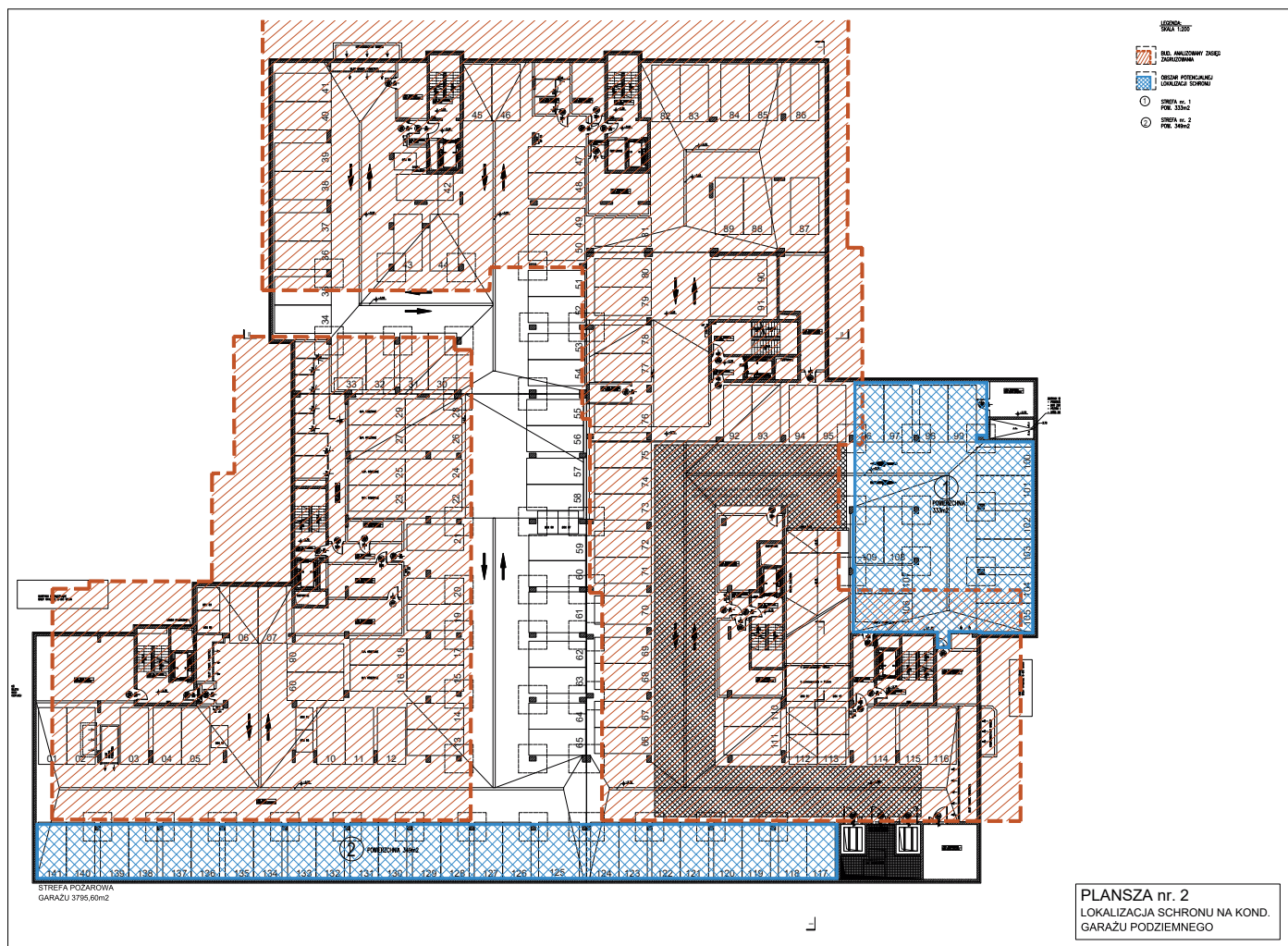
Na rys. 2 przedstawiono rzut garażu wraz z zaznaczonymi strefami zagrożonymi zagruzowaniem (czerwone kreskowanie) oraz strefami o dużym potencjale adaptacyjnym na ukrycie kategorii II (niebieskie kreskowanie). Z racji dużego obciążenia zagruzowaniem należy minimalizować udział przestrzeni narażonych na zagruzowanie w projektowanych budynkach ochronnych, w szczególności w przypadku adaptacji istniejących obiektów na ukrycia kategorii II.

OBCIĄŻENIE WTÓRNE OD ZAGRUZOWANIA

W celu określenia wielkości obciążeń wtórnych pochodzących od zagruzowania w wyniku zniszczenia okolicznych



Rys. 1. Zagospodarowanie terenu



Rys. 2. Zasięg stref zagruzowania

budynków można posłużyć się ostatnimi, nieobowiązującymi już wytycznymi Szefa Obrony Cywilnej Kraju z dnia 4 grudnia 2018 r. w sprawie postępowania z zasobami budownictwa ochronnego wraz z załącznikami [4].

W przypadku budynków o konstrukcji szkieletowej dla dwóch pierwszych kondygnacji ponad budowlą ochronną należy przyjąć obciążenie równe $\Delta p_r = 10 \text{ kN/m}^2$ oraz dodatkowe $2,50 \text{ kN/m}^2$ dla każdej kolejnej kondygnacji do maksymalnej wartości $\Delta p_{r,\max} = 25 \text{ kN/m}^2$. Obciążenie dla budynku nr 1 wyniesie:

$$10,0 + 5,0 \cdot 2,5 = 22,5 \text{ kN/m}^2$$

a dla budynku nr 2:

$$10,0 + 4,0 \cdot 2,5 = 20,0 \text{ kN/m}^2$$

Dokładnie takie same wartości obciążeń oraz wytyczne dotyczące ich obliczania znajdują się w projekcie nowego rozporządzenia [5]. W przypadku

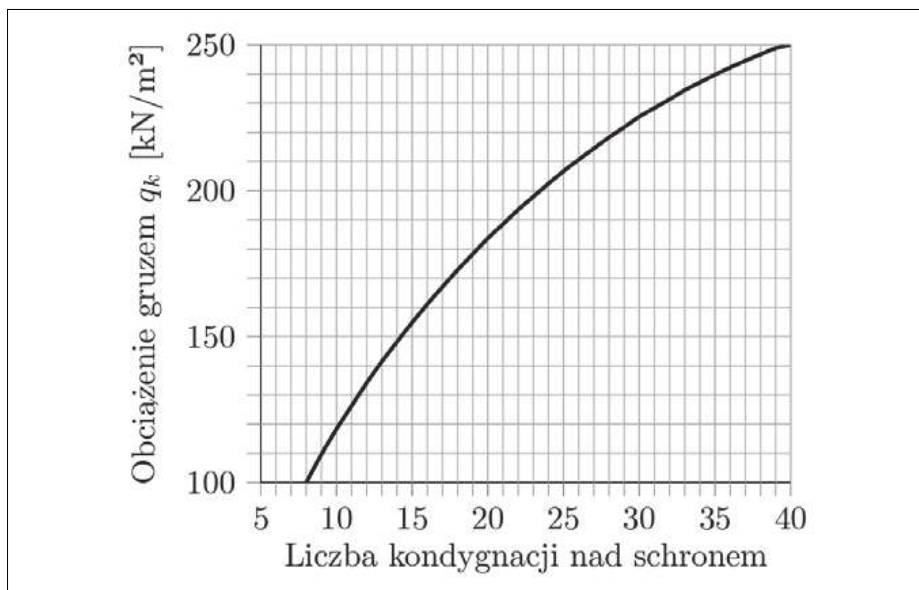
projektowania ukrycia kategorii I lub schronu technicznie uzasadnione byłoby, na wzór wytycznych zagranicznych [11], pominąć obciążenia od zagruzowania pod warunkiem jego mniejszej wartości niż założone obciążenie od nadciśnienia fali padającej.

Dla porównania, w celu wyznaczenia obciążeń od zagruzowania można posłużyć się także wykresem znajdującym się w TWK 2017 – szwajcarskich wytycznych technicznych dotyczących projektowania obiektów obrony cywilnej [11]. Obciążenie od zagruzowania odczytuje się z wykresu, który został przedstawiony na rys. 3. Jednymi z założeń są średni ciężar jednej kondygnacji równy $1,5 \text{ t/m}^2$ oraz pomijanie obciążenia od zagruzowania, jeśli budowle znajdujące się nad projektowanymi obiektami obrony cywilnej mają mniej niż osiem kondygnacji – w takich przypadkach za de-

cydujące uznaje się działanie fali padającej (według TWP nadciśnienie fali padającej wynosi $1 \text{ bar} = 0,1 \text{ MPa} = 100 \text{ kPa} = 100 \text{ kN/m}^2$) [12].

Porównując wartości obciążeń stropu nad garażem od zagruzowania dla analizowanego budynku ($22,5 \text{ kN/m}^2$ oraz $20,0 \text{ kN/m}^2$) z wartościami obciążeń użytkowych wyznaczonych według PN-EN 1991-1-1 [13], można zauważyć, w zależności od przyjętej kategorii obciążeń, nawet około dziesięciokrotną różnicę w zakładanych wielkościach.

Zgodnie z normą PN-EN 1990 [14] wartości obliczeniowe oddziaływań w sytuacjach wyjątkowych (zazwyczaj krótkotrwałych, lecz o znaczących wielkościach), takich jak pożar, wybuch czy lokalne zniszczenie, należy wyznaczać zgodnie ze wzorem numer (6.11b). Według punktu A1.3.2 oraz tabeli A1.3 zalecane jest przyjmowanie



Rys. 3. Obciążenie gruzem w zależności od liczby kondygnacji [11]

współczynników częściowych w takich sytuacjach równych 1,0 oraz współczynników jednoczesności obciążeń zmiennych ψ_1 lub ψ_2 [14].

Zgodnie z obowiązującymi normami obciążenie wyjątkowe od zagruzowania w kombinacji obliczeniowej przyjmuje się równe obciążeniu charakterystycznemu, z kolei towarzyszące obciążenia zmienne ulegają zmniejszeniu o 40–70%.

Z przedstawionych kalkulacji wynika zatem, że z reguły nośność stropu nad garażem może być niewystarczająca z uwagi na odporność na zagruzowanie. Stąd też w omawianej analizie przypadku zdecydowano się na lokalizację ukrycia poza strefą zagruzowania. W tym miejscu należy zwrócić uwagę na fakt, że taka lokalizacja byłaby niezgodna z projektowanym rozporządzeniem. Z niewiadomych przyczyn

dopuszcza ono w przypadku budowli ochronnych znajdujących się pod budynkami tylko lokalizację w obszarze objętym powierzchnią zabudowy. Z przeprowadzonych analiz wynika, że przepis ten w obecnym brzmieniu nie ma technicznego uzasadnienia.

WENTYLACJA

Garaże podziemne ze względu na ryzyko wystąpienia pożarów projektuje się w sposób zapewniający szybką ewakuację. Garaże powyżej 1500 m² wyposaża się także w wentylację oddymiającą, która ma na celu odprowadzenie nadmiernego ciepła oraz szkodliwych dla zdrowia produktów spalania. Jednocześnie celem jest poprawa warunków do działania jednostek ratowniczo-gaśniczych. Konsekwencją stosowania wentylacji oddymiającej jest stosunkowo

duża ekspozycja wnętrza garażu na czynniki zewnętrzne, której w trakcie projektowania obiektów ochronnych należy unikać. Trzeba też zminimalizować wpływ czynników zewnętrznych. Zastosowanie np. dużych czerpni powietrza zapewnia idealną ścieżkę dostępu do ukrycia dla fali padającej powstałej w wyniku eksplozji.

Projekt rozporządzenia [3] dopuszcza możliwość wydzielenia części garażu wielostanowiskowego poprzez oznaczenie stref ochronnych i pozostałych. W przypadku braku zasilania wentylatory, bardzo często lokalizowane na dachach budynków, nie spełnią swojej roli w zapewnianiu wentylacji mechanicznej garażu. Ponadto przepisy warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, nie przewidują wentylacji grawitacyjnej jako awaryjnej w przypadku braku zasilania. Wytyczne strefy ochronne należałoby więc dodatkowo zabezpieczyć poprzez wykonanie osobnych instalacji wentylacyjnych. W przypadku ukrycia kategorii I oraz schronu wentylację należałoby zabezpieczyć automatycznymi zaworami przeciwwybuchowymi. Z kolei w przypadku realizacji schronu zarówno proponowane przepisy, jak i praktyka projektowa [15] nakazują zaprojektowanie oraz wykonanie instalacji filtrowentylacyjnej i zapewnienie możliwości hermetyzacji budowli ochronnej.

ZAGROŻENIA POŻAROWE GARAŻY PODZIEMNYCH

W analizowanym przypadku, zakładającym stworzenie dwóch ukryć o pojemności 296 oraz 191 miejsc, należy rozważyć

Tab. 2. Obciążenia zmienne powierzchniowe nad analizowanym garażem [13, 14]

Kategoria obciążenia	Definicja/opis	Zalecana wartość obciążenia powierzchniowego	Współczynnik jednoczesności według PN-EN 1990	Stosunek obciążenia wyjątkowego od zagruzowania do obciążenia użytkowego w sytuacji wyjątkowej
C5	Powierzchnie ogólnie dostępne dla tłumu, np. tarasy oraz dojścia	5,0 kN/m ²	$\psi_1 = 0,7$ $\psi_2 = 0,6$	6,43
F	Powierzchnie ruchu i parkowania dla pojazdów lekkich (ciężar ≤ 30 kN)	2,5 kN/m ²	$\psi_1 = 0,5$ $\psi_2 = 0,3$	30,00

także bezpieczeństwo przeciwpożarowe. Przy takiej liczbie osób w hali garażowej mamy do czynienia z kategorią zagrożenia ludzi ZL I, co ma także wpływ na wymagania dotyczące odporności konstrukcji na wysoką temperaturę czy liczbę i charakter wyjść ewakuacyjnych. Wymagania dotyczące tych aspektów stawia także projekt rozporządzenia, stanowiąc np. minimalne wymiary drzwi wyjściowych czy też szerokość korytarzy. Niezależnie jednak od tego wydaje się oczywiste, że lokalizowanie budowli ochronnych jako wydzielonej części funkcjonującego normalnie w czasie zagrożenia parkingu podziemnego jest dyskusyjne. W szczególności w świetle zwiększonego zagrożenia pożarem oraz utrudnionej ewakuacji należy zwrócić uwagę na aspekty pożarowe. Przykładem niszczycielskiego oraz trudnego do opanowania pożaru jest zdarzenie w podziemnej hali garażowej przy ulicy Górczewskiej w Warszawie w 2020 r. W trakcie pożaru wywołanego przez awarię instalacji elektrycznej spłonęło ok. 50 samochodów, a 48 mieszkań zostało wyłączonych z użytkowania na ponad rok. W związku z zagrożeniem wszyscy mieszkańcy musieli zostać ewakuowani [16, 17].

WYJŚCIE ZAPASOWE

Wysokie ryzyko poważnego w skutkach pożaru w połączeniu z liczbą osób w hali garażowej, która w trakcie normalnego wykorzystania nie jest miejscem przebywania ponad 400 osób, sprawia, że konieczne jest zadbanie o odpowiednią ilość oraz rozmieszczenie wyjść ewakuacyjnych. Według projektu nowego rozporządzenia wyjście zapasowe wymagane jest w momencie, gdy pojemność projektowanego obiektu przekracza 25 osób, długość zewnętrznej ściany budowli ochronnej wynosi więcej niż 10 m lub wejście podstawowe znajduje się w strefie zagruzowania [5]. Analizowany obiekt spełnia wszystkie te warunki, w związku z czym konieczne jest zaprojektowanie co najmniej jednego wyjścia



Fot. 2. W wyniku pożaru częściowemu uszkodzeniu uległa konstrukcja budynku, instalacje oraz pojazdy znajdujące się w garażu podziemnym [16]

zapasowego znajdującego się poza strefą zagruzowania – proponowane lokalizacje zostały pokazane na rys. 1. Chociaż w aktualnym projekcie rozporządzenia nie ma wymaganej ilości wyjść awaryjnych, sugestią dla projektantów mogą być wspomniane wcześniej szwajcarskie wytyczne, gdzie w przypadku schronów dla powyżej 100 osób konieczne są dwa wyjścia awaryjne [12].

ASPEKTY PRAWNE

Przedstawiona propozycja adaptacji garażu podziemnego wiąże się z koniecznością likwidacji 26 miejsc parkingowych w celu zapewnienia podstawowych funkcji obiektu obrony cywilnej. Adaptacja została podzielona na dwa etapy, których ostatecznym efektem jest stworzenie dwóch ukryć spełniających wymagania dotyczące ilości wyjść awaryjnych, wentylacji mechanicznej czy zapewnienia dostępu do wody oraz obecności węzłów sanitarnych. Ostatecznie należałoby zlikwidować 26 miejsc parkingowych, które są czyjąś własnością. Oprócz konieczności wykupienia tych miejsc parkingowych taka adaptacja wiąże się ze zmniejszeniem liczby miejsc

postojowych o ponad 18%. Współczynnik liczby miejsc parkingowych do liczby mieszkań, przy założeniu braku miejsc na powierzchni terenu, wynosiłby 1,036 miejsca/mieszkanie. W wyniku adaptacji współczynnik ten spadnie do poziomu 0,846 miejsca/mieszkanie. W celu spełnienia wymaganej krotności miejsc parkingowych równej 1,5 miejsca/mieszkanie konieczne byłoby zapewnienie 97 miejsc na poziomie terenu danego obiektu, a także ponad 1200 m² terenu, nie wliczając w to potencjalnych dróg dojazdowych.

Kolejna ważna kwestia to prawo do nieruchomości. Najpopularniejszy obecnie model budownictwa mieszkaniowego – deweloperski zakłada, że mieszkanie i miejsce parkingowe kupuje się na własność. Jeżeli mieszkanie i miejsce parkingowe są finansowane z kredytu, to może to utrudniać ewentualne zmiany własnościowe (np. wywłaszczenie miejsca parkingowego). W tym modelu adaptacja miejsc parkingowych na cele ochronne jest ingerencją w strukturę własności. Obecnie nie ma opracowanej ścieżki prawnej rozwiązania takiego problemu w czasie pokoju.



Warto również mieć na uwadze często dziś stosowaną praktykę lokalizowania budynków na działkach budowlanych: często ściany garażu podziemnego są wykonywane blisko lub praktycznie w ostrej granicy działki budowlanej. W takiej sytuacji może dochodzić do sytuacji, w której budowa wyjścia ewakuacyjnego wyjdzie poza granicę własności terenu inwestora. Przypadek może dotyczyć sąsiednich działek budowlanych i pasa drogowego, którego zarządcą jest samorząd miejski. W takim wypadku konieczne będzie rozwiązanie problemów prawnych: wykupu lub dzierżawy terenu. W realiach procedur prawno-administracyjnych to działania, które mogą zająć kilka lat.

WNIOSKI

Analizowany przykład adaptacji podziemnej hali garażowej wskazuje na wyraźne braki obecnie dostępnych rozwiązań prawnych, które umożliwiłyby skuteczne zwiększenie liczby dostępnych miejsc ochronnych dla ludności cywilnej. Choć założenia są dobre, projektowanie schronów, ukryć lub miejsc doraźnego schronienia w podziemiach budynków mieszkalnych wiąże się z koniecznością likwidacji miejsc parkingowych oraz stosowania specjalistycznego

wyposażenia, które dodatkowo zajmuje powierzchnię zazwyczaj wykorzystywaną na miejsca parkingowe lub komórki lokatorskie. Obecnie stosowane rozwiązania, np. wentylacji w garażach, tworzą dodatkowe trudności w spełnieniu warunków stawianych budowlom ochronnym. Przedstawione porównanie obciążeń, które potencjalnie występują w sytuacjach wyjątkowych, wskazuje na brak przygotowania istniejących konstrukcji do szybkiej adaptacji na cele obrony cywilnej, a w przypadku nowych obiektów – na konieczność uwzględnienia oddziaływań znacząco przekraczających wartościami obciążenia typowe, do których przyzwyczajeni są projektanci. ■

Literatura

1. ICRC Database, Treaties, States Parties and Commentaries, *Protocol Additional to the Geneva Conventions of 12 August 1949, and relating to the Protection of Victims of International Armed Conflicts (Protocol I)*, czerwiec 1977, <https://ihl-databases.icrc.org/en/ihl-treaties/api-1977> (dostęp: 6.10.2024).
2. Ocena przygotowań w zakresie ochrony ludności i obrony cywilnej w Polsce za 2017 r., Biuro ds. Ochrony Ludności i Obrony Cywilnej Komendy Głównej PSP, 2018.

3. Informacja o wynikach kontroli Zapewnienie obywatelom miejsc schronienia w budowlach ochronnych na wypadek wystąpienia zagrożenia, nr ewid. 79/2023/P/23/061/LKI, Najwyższa Izba Kontroli.
4. Szef Obrony Cywilnej Kraju, Załącznik do Wytycznych Szefa Obrony Cywilnej Kraju z dnia 4 grudnia 2018 r. w sprawie zasad postępowania z zasobami budownictwa ochronnego, 2018.
5. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie warunków technicznych dla budowli ochronnych oraz warunków technicznych ich użytkowania, projekt z dnia 14 maja 2024 r.
6. Zapis przebiegu posiedzenia podkomisji stałej do spraw funkcjonowania zarządzania kryzysowego z dn. 23 czerwca 2022 r., <https://www.sejm.gov.pl/Sejm9.nsf/biuletyn.xsp?sknr=ASW02S-4> (dostęp: 19.10.2024).
7. M. Malendowski, W. Sumelka, T. Gajewski i in., *Prediction of high-speed debris motion in the framework of time-fractional model: theory and validation*, *Archiv.Civ.Mech.Eng* 23, 46 (2023), <https://doi.org/10.1007/s43452-022-00568-5>.
8. H. Grisaro, S. Turygan, P. Sielicki, *Concrete Slab Damage and Hazard from Close-In Detonation of Weaponized Commercial Unmanned Aerial Vehicles*, *Journal of Structural Engineering*, 147 (2021), [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)ST.1943-541X.0003158](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0003158).
9. P. Baranowski, M. Kuciewicz, J. Małachowski, P. Sielicki, *Failure behavior of a concrete slab perforated by a deformable bullet*, *Engineering Structures*, 245 (2021), <http://dx.doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112832>.
10. Ustawa z dnia 5 lipca 2018 r. o ułatwieniach w przygotowaniu i realizacji inwestycji mieszkaniowych oraz inwestycji towarzyszących (Dz.U. z 2024 r. poz. 195).
11. Swiss Federal Department of Defence, Civil Protection and Sport i Swiss Federal Office for Civil Protection, TWK 2017 – Technische Weisungen für die Konstruktion und Bemessung von Schutzbauten, 2017.
12. Swiss Federal Department of Justice and Police i Swiss Federal Office for Civil Defense, TWP 1984 – Technische Weisungen für den Pflicht-Schutzraumbau, 1984.
13. PN-EN 1991-1-1 Eurokod 1 – Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-1: Oddziaływania ogólne – Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
14. PN-EN 1990 Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji.
15. ISO 22359 – Security and resilience – Guidelines for hardened protective shelters.
16. 16.10.2020 – Pożar w garażu podziemnym przy ulicy Górczewskiej, <https://archiwum.warszawa-straz.pl/index.php/interwencje/597-16-10-2020-pozar-w-garazu-podziemnym-przy-ulicy-gorczewskiej> (dostęp: 13.10.2024).
17. Śledztwo w sprawie pożaru garażu przy ulicy Górczewskiej zamknięte – decyzją prokuratury nastąpiło umorzenie, <https://warszawainfo.pl/sledztwo-w-sprawie-pozaru-garazu-przy-ulicy-gorczewskiej-zamkniete-decyzja-prokuratury-nastapilo-umorzenie/> (dostęp: 13.10.2024).