

Artur Jasiński

## TECHNICZNE ŚRODKI ZABEZPIECZANIA BUDYNKÓW PRZED ATAKIEM TERRORYSTYCZNYM

### Wprowadzenie

Przystąpienie Polski do Unii Europejskiej i NATO, aktywny udział polskich sił zbrojnych w operacjach antyterrorystycznych w Iraku i Afganistanie oraz organizacja mistrzostw piłkarskich EURO 2012 – to główne czynniki, które powodują, że zagrożenie terrorystyczne naszego kraju wzrasta [Jałoszyński 2008, s. 55; Machnikowski 2007, s. 4 - 7]. Spośród wszystkich aktów terrorystycznych ponad 90% to ataki bombowe [Jałoszyński 2008, s. 45]. Terror bombowy jest już w Polsce znany: liczba tego typu zamachów utrzymuje się od początku lat 90. na podobnym poziomie i wynosi kilkaset rocznie. W większości zamachy bombowe w Polsce są wynikiem porachunków gangsterskich, a ich skutki są ograniczone. Jednak w przypadku ataku terrorystycznego można spodziewać się dużej liczby ofiar i spektakularnych zniszczeń, gdyż cechą współczesnego terroryzmu jest maksymalna eskalacja przemocy i dążenie do wywołania medialnego szoku o skali globalnej [Coaffee 2003, s. 6 - 8].

W krajach, które są najbardziej narażone na zamachy terrorystyczne (Izrael, USA, Wielka Brytania), oprócz działań antyterrorystycznych prowadzonych przez siły zbrojne, policyjne i służby specjalne, dużą wagę przywiązuje się do prewencji, w tym do odpowiednich metod zabezpieczania przestrzeni publicznej i najbardziej zagrożonych obiektów. Zasady projektowania tych zabezpieczeń nawiązują do znanych doktryn wykorzystujących cechy środowiskowe do prewencji kryminalnej, tj. do: *Przestrzeni obronnej (Defensible Space)*, autorstwa amerykańskiego architekta Oskara Newmana [Newman 1972] i do *Zapobiegania przestępczości poprzez odpowiednie kształtowanie przestrzeni (Crime Prevention Through Environmental Design – CPTED)*, powstałej w oparciu o badania C. Raya Jeffreya. Konieczność przeciwdziałania zagrożeniu terrorystycznemu spowodowała dalszą ewolucję tych doktryn. Są one obecnie rozwijane pod umowną nazwą *Design Out Terrorism (Projektowanie jako narzędzie ograniczenia ryzyka zamachu terrorystycznego)*, co w efekcie przyniosło szereg publikacji naukowych [Coaffee 2003; Hopper, Droge 2005; Hinman 2008; Smilowitz 2008], odpowiednich unormowań, wytycznych projektowych [AIA 2001; FEMA 2003, 2007; DoD 2007] oraz zastosowań praktycznych.

**Tab. 1. Strategie doktryny CPTED w zastosowaniu antyterrorystycznym.**

1. Kontrola dostępu (*access control*): ograniczenie zagrożenia poprzez zróżnicowane środki kontroli dostępu: ochrona fizyczna (strażnicy), mechaniczna (bramy i zamki), elektroniczna (czujniki i sygnalizatory włamania, karty dostępu i urządzenia biometryczne). Wyznaczenie w obiekcie hierarchicznych stref, do których wstęp mają tylko uprawnione osoby. Celem jest ograniczenie potencjalnemu napastnikowi dostępu do obiektu.
2. Zapewnienie nadzoru (*surveillance*): ułatwienie użytkownikom i służbom ochrony obserwacji wnętrza i terenu wokół obiektu, szczególnie dojść i wejść, za pomocą odpowiedniej konstrukcji budynku i jego otoczenia oraz urządzeń optycznych i elektronicznych (noktowizory, CCTV). Celem jest odstraszenie, wykrycie i zneutralizowanie potencjalnych napastników.
3. Wzmocnienie terytorialne (*territorial reinforcement*): tworzenie wokół zagrożonych budynków stref chronionych (ogrodzenia, mury i patrole) oraz stref bezpieczeństwa uniemożliwiających atak na budynek przy użyciu bomby samochodowej. Służą temu zmiany organizacji ruchu kołowego i bariery tworzone przez elementy małej architektury, mury oporowe, kwiatony, rzeźby, ławy, maszty i słupki (*bollards*). Celem jest utrudnienie dokonania zamachu i ograniczenie jego skutków.
4. Utwardzenie celów (*target hardening*): zabezpieczanie potencjalnych celów ataku przed jego skutkami poprzez planowanie, środki architektoniczne i techniczne (strefowanie funkcji budynku, wzmacnianie konstrukcji i elewacji, stosowanie przeszkleń pancernych lub innych, zabezpieczanie otworów, kanałów i instalacji podziemnych, tworzenie schronów i bezpiecznych pomieszczeń, dublowanie instalacji budynku), w celu ograniczenia strat i zniszczeń powstałych w wyniku ewentualnego ataku.

Źródło: opracowanie własne.

## Skutki ataku bombowego na budynek

Zagrożenia zmieniają się stale, a pomysłowość i przebiegłość terrorystów jest nieograniczona [FEMA 2003], czego przykładem było wykorzystanie samolotów pasażerskich do ataku na Pentagon i budynki World Trade Center w Nowym Jorku. Niektóre źródła podają, że Al-Kaida posiada już broń biologiczną, chemiczną i radiologiczną („brudne bomby” i tzw. *pocket nukes* – bomby kieszonkowe<sup>1</sup>) [Coaffee 2003, s. 76; Villamarin Pulido 2008, s. 203 – 232]. Jednak nadal najczęstszą formą zamachu terrorystycznego skierowanego przeciwko budynkom jest atak bombowy, szczególnie przy użyciu ładunku wybuchowego umieszczonego w pojeździe kołowym (tzw. *VBIED* – *Vehicle Borne Improvised Explosive Device*). Zamach może mieć formę statyczną, tj. zdetonowanie samochodu pozostawionego pod budynkiem (World Trade Center, Nowy Jork 1993) lub obok budynku (Oklahoma City 1995), albo dynamiczną – poprzez staranowanie ogrodzenia, bram wjazdowych lub barier przez samochód, najczęściej prowadzony przez zamachowca samobójcę (ambasady amerykańskie w Kuwejcie i Bejrucie, 1983; koszary Marines w Bejrucie, 1983). Waga typowej bomby samochodowej wynosi kilkaset kilogramów, ale w przypadku dużego samochodu ciężarowego lub cysterny może sięgać nawet kilkudziesięciu ton [FEMA 2003].

Fala uderzeniowa, która powstaje w efekcie wybuchu, ma podwójny skutek destrukcyjny: pierwotny – energia uderzenia przekazywana jest na części budynku położone najbliższej eksplozji, niszcząc jego elewację i naruszając układ podstawowych elementów konstrukcji, i wtórny – uszkodzone elementy konstrukcji mogą bowiem doprowadzić do utraty stateczności i zawałenia się fragmentów lub całej budowli. „Odpowiedź” obiektu na eksplozję można podzielić na kilka faz: w pierwszej fala uderzeniowa bezpośrednim uderzeniem niszczy jego zewnętrzną ścianę; okna i ściany osłonowe

<sup>1</sup> „Bрудna bomba” to konwencjonalny ładunek wybuchowy otoczony materiałem rozszczepialnym; bomba kieszonkowa – to miniaturowy ładunek jądrowy o wadze kilku kilogramów.

są roztrzaskane, a elementy konstrukcji poddane dynamicznym obciążeniom. Następnie fala „opływa” budynek, oddziałując na dach i pozostałe ściany. Fala uderzeniowa, która wdziera się do wnętrza obiektu przez otwory lub zniszczoną fasadę wywiera na stropy parcie skierowane ku górze. Jest to zjawisko tym groźniejsze, że stropy nie są zwykle projektowane z myślą o tego typu obciążeniach. Fala uderzeniowa zagraża także ludziom, niszcząc ich organy wewnętrzne, a unoszące się fragmenty budynku, mebli i odłamki szkła potęgują zagrożenie [Hinman 2008].

Skala zniszczeń spowodowanych atakiem bombowym jest zależna od splotu następujących czynników: wielkości ładunku wybuchowego, odległości miejsca eksplozji od budynku i odporności budynku na skutki ataku. Podstawowym zagrożeniem związanym z atakiem bombowym jest utrata stateczności konstrukcji budowli (katastrofa budowlana). W rezultacie zamachu na Alfred P. Murrah Federal Building w Oklahoma City w 1995 r. aż 87% ofiar śmiertelnych to wynik zawalenia się budynku [FEMA 2003, s. 3 - 1]. Innym niezwykle poważnym zagrożeniem są odłamki szkła powodujące liczne zranienia. W czasie ataku bombowego na ambasadę amerykańską w Kenii (1998 r.) zabitych zostało 258 osób, a ranionych 5000, w większości właśnie przez unoszące się odłamki szkła, które mogą zostać odrzucone na ponad kilometr od miejsca eksplozji. Bardzo groźne są także spadające z górnych pięter fragmenty szymb, które także mogą



**Fot. 1. Alfred P. Murrah Federal Building w Oklahoma City zniszczony w 1995 r. przez atak bombowy.**

*Źródło: Site and Urban Design for Security: Guidance Against Potential Terrorist Attacks, US Federal Emergency Management Agency, 2007, s. 1 - 7.*

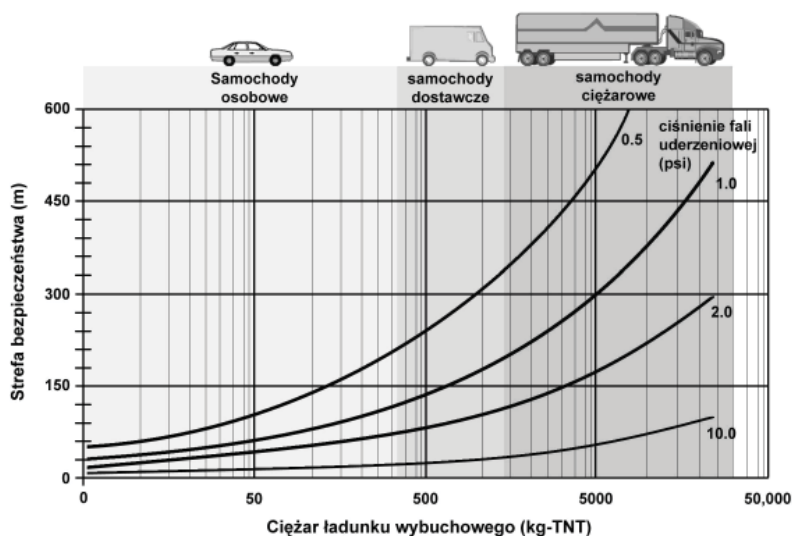
odpryskiwać na znaczne odległości [Hinman 2006].

### **Ochrona budynków przed atakiem terrorystycznym**

Metody zabezpieczania obiektów przed atakami terrorystycznymi można podzielić na działania zmierzające do utrudnienia przeprowadzenia zamachu terrorystycznego (*Security Design*) i działania mające na celu zwiększenie odporności budynku

na skutki ataku bombowego (*Building Hardening*). Są one realizowane poprzez odpowiednie planowanie, za pomocą środków architektonicznych, technicznych i technologicznych. Projektując zabezpieczenia budynku, wyznaje się zasadę dostosowywania zabezpieczeń do poziomu zagrożenia. Wychodzi się przy tym z założenia, że całkowita ochrona obiektu przed atakiem jest niemożliwa lub nieuzasadniona z przyczyn ekonomicznych, psychologicznych i społecznych.

Najprostszym, najłatwiejszym i najtańszym sposobem zabezpieczenia budowli jest otoczenie jej strefą bezpieczeństwa i oddalenie w ten sposób ewentualnego zagrożenia (np. miejsca, w którym może zostać zaparkowany samochód) na odpowiednią – możliwie największą – odległość. Strefa bezpieczeństwa musi być otoczona solidnymi, trwale połączonymi z podłożem przeszkodami, którymi najczęściej są elementy małej architektury: ławy, żelbetowe kwiatony, słupy, masywne ogrodzenia, podesty i mury oporowe. Wjazd na chronioną posesję musi być zaopatrzone w masywne bariery i zapo-



**Rys. 1. Zależność wielkości strefy bezpieczeństwa, ciężaru ładunku wybuchowego i ciśnienia fali uderzeniowej.**

Źródło: opracowanie własne autora za: *Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks against Buildings*, US Federal Emergency Management Agency, 2003, s. 4 - 17.

ry, których sforsowanie przez rozpędzony samochód będzie niemożliwe.

Standardy amerykańskie zalecają, aby odległość chronionego budynku od krawędzi ulicy lub niekontrolowanego parkingu wynosiła od 10 m (cele niskiego ryzyka) do 50 m (cele wysokiego ryzyka, np. miejsca chronionych zgromadzeń i budynki ambasad). Za niedopuszczalne uważa się parkowanie samochodów bezpośrednio przy budynku lub pod nim. Szybką metodę wyznaczania zależności pomiędzy wielkością strefy bezpieczeństwa (tj. odległością miejsca potencjalnego wybuchu od budynku), ciężarem ładunku wybuchowego i skutkami wybuchu (wyrażoną wartością ciśnienia psi) przedstawia załączony rysunek 1. Z analizy tego rysunku, a także zamieszczonej poniżej tabeli 2 wynika, że nawet 100-metrowa strefa bezpieczeństwa nie zabezpiecza w pełni budowli przed uszkodzeniami (na przykład w przypadku eksplozji bardzo silnego ładunku wybuchowego o wadze ponad 500 kilogramów, który może być przewie-

ziony w furgonetce lub ciężarówce).

**Tab. 2. Przewidywane skutki wybuchu, w zależności od ciśnienia fali uderzeniowej.**

Przewidywane zniszczenia	Ciśnienie fali uderzeniowej (psi)	Ciśnienie fali uderzeniowej (kPa)
Popękane szyby w oknach	0,15 - 0,22	1,03 - 1,51
Niewielkie uszkodzenia części budynków	0,5 - 1,1	3,4 - 7,6
Wygięte arkusze metalu	1,1 - 1,8	7,6 - 12,0
Pęknięcia murowanych ścian	1,8 - 2,9	12,0 - 20,0
Zniszczenie drewnianych budynków	powyżej 5	powyżej 34
Poważne uszkodzenie budynków o szkieletowej konstrukcji stalowej	4 - 7	27 - 48
Poważne uszkodzenie budynków o konstrukcji żelbetowej	6 - 9	41 - 62
Prawdopodobne całkowite zniszczenie większości typów budynków	10 - 12	69 - 82

Źródło: opracowanie własne za: *Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks against Buildings*, US Federal Emergency Management Agency, 2003, *Damage Approximation*, s. 4 - 19.

Elementem znacznie zwiększającym bezpieczeństwo budynku jest ogrodzenie, które powinno być wysokie (ponad 2,40 m) i solidne, ale przy tym ażurowe. Ogródenia pełne ograniczają widoczność i kontrolę terenu, ponadto mogą – szczególnie kiedy są wykonane z bloków kamiennych lub murowane z drobnych elementów – zwiększyć niszczylielską siłę eksplozji. Elementem ogrodzenia powinien być punkt kontroli wjazdu i wejścia oraz rozdzielnia poczty i zamknięte pomieszczenie do składowania śmieci. Teren wokół budynku musi być uporządkowany, przejrzysty, pozbawiony elementów, w których można ukryć bombę (lub w których może ukrywać się napastnik), takich jak kwiatony, pojemniki na śmieci i gęste krzewy. Powinien być także dobrze oświetlony, dozorowany i monitorowany. Wszelkie otwory w zewnętrznych ścianach budynku, a w szczególności czerpnie powietrza do urządzeń wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, powinny być umieszczone poza zasięgiem agresora i zabezpieczone przed możliwością wrzucenia tam ładunku wybuchowego lub gazowego.

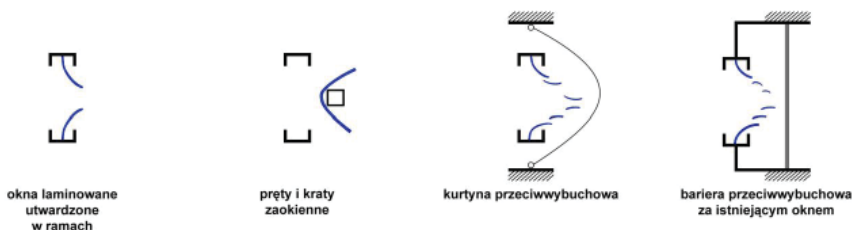
W ochronie budynku i terenu wokół niego dużą rolę odgrywają urządzenia elektroniczne, szczególnie dozór wizyjny, systemy sygnalizacji włamania i kontroli dostępu. Często wszystkie elektroniczne systemy zabezpieczające budynek zintegrowane zostają w nadrzędny system nadzoru i bezpieczeństwa, tzw. SMS (*Security Management System*), zapewniający monitorowanie i rejestrowanie ich działania oraz wizualizację sygnałów. Zaletą systemów elektronicznych, szczególnie połączonych ze specjalnymi, wzmocnionymi różnymi typami przeszkleń, jest możliwość ograniczenia tradycyjnych, masywnych zabezpieczeń technicznych (kraty) i nadania budynkowi przejrzystego charakteru. Jednak współczesne, tzw. inteligentne, technologie, które skutecznie zabezpieczają budynek przed włamaniem, stają się bezradne wobec niszczylielskiej siły terrorystycznego ataku bombowego [Racoń-Leja, Róg 2004, s. 209].

Techniczne zabezpieczenie budynku przed skutkami wybuchu jest najtrudniejszym i najbardziej kosztownym elementem systemu zabezpieczeń antyterrorystycznych, gdyż wywołuje daleko idące implikacje przestrzenne, ingerując w formę, architekturę i sposób użytkowania budynku [Smilowitz 2008]. Idealnym zabezpieczeniem w tym przypadku jest bowiem skonstruowanie budynku pozbawionego okien, najlepiej podziemnego bunkra [ATF 2006]. Dlatego filozofia zabezpieczania budowlanej przed skutkami wybuchów opiera się na dwóch podstawowych przesłankach: zabezpieczeniu ich

przed zawaleniem się oraz dążeniu do ograniczenia liczby ofiar i rozmiaru zniszczeń.

Najsłabszym elementem wszelkich obiektów są okna i ściany osłonowe. Fakt ten wykorzystuje się na etapie projektowania: fragmenty przeszklone powinny ustąpić fali uderzeniowej jako pierwsze, tak aby jej energia mogła w kontrolowany sposób przejść przez wnętrze budynku, nie naruszając jego zasadniczej konstrukcji (*balanced design*) [Hinman 2006]. Jednocześnie podejmuje się działania zmierzające do ograniczenia zagrożenia wywołanego przez latające odłamki szkła poprzez zastosowanie warstwowego szkła laminowanego (bezpiecznego) oraz silne połączenie zestawów szklanych z ramami okiennymi, które z kolei muszą być dobrze osadzone w murach. Zabiegi te mają na celu spowodowanie w następstwie wybuchu „rozdarcia” tafli szklanych, które jednak powinny pozostać w ramach.

Innym systemem, który zabezpiecza przed rozpryskami szkła, są kurtyny przeciwybuchowe (*blast curtains*), zastosowane po raz pierwszy w czasie II wojny światowej w Londynie. Są to obciążone wzdłuż dolnej krawędzi pasy gęstej metalowej siatki (obecnie stosuje się siatki kevlarowe) zawieszane nad oknem, szersze i dłuższe od otworów okiennych. Nadmiar kurtyny zrolowany jest pod oknem w skrzynce, umieszczonej w ścianie lub stropie. Na skutek wybuchu kurtyny wyginają się, przepuszczając falę uderzeniową i skutecznie wychwytyują odłamki szkła. Alternatywą dla kurtyn są wewnętrzne pręty lub kraty montowane w świetle okna, których zadaniem jest wylapywanie fragmentów foliowanego szkła. Jednak skuteczność tego rozwiązania jest ograniczona [Hinman 2006].



**Rys. 2. Przeciwybuchowe zabezpieczenia otworów okiennych.**

Źródło: opracowanie własne autora za: HINMAN E., *Blast Safety of the Building, Whole Building Design Guide, Washington D.C. 2008.*

Inną formą zabezpieczenia wnętrza budynku przed niszczącymi skutkami wybuchu jest wykonanie bariery przeciwybuchowej (*blast resistant barrier*) w postaci okien przeciwybuchowych. Konstrukcja okien przeciwybuchowych jest oparta na wykorzystaniu warstwowo klejonych arkuszy poliwęglanowych lub klejonego szkła na przemian z arkuszami poliwęglanu, zamocowanymi w bardzo solidnych ramach. W przypadku stosowania okien przeciwybuchowych konieczna jest analiza statyczna budynku i ścian zewnętrznych w celu wyeliminowania zagrożeń, np. ewentualnego zawalenia się budynku lub wgniecenia okien wraz z ramami i częściami ścian do jego wnętrza [Hinman 2006]. W razie konieczności zabezpieczenia okien budynku tworzy się za nimi drugą warstwę elewacji, wykonaną ze szkła przeciwybuchowego. Przegrody poliwęglanowe mocowane są w tym przypadku do stropów i tworzą rodzaj zamkniętej komory, powstałej pomiędzy oknem a przeszkodą przeciwybuchową. Jest to najskuteczniejsze rozwiązanie chroniące ludzi i mienie. Do jego wad zalicza się jednak konieczność odpowiedniego wzmocnienia konstrukcji ścian i stropów, utratę powierzchni wewnętrznej i brak możliwości korzystania z okien.

Zaleca się, aby konstrukcja ścian osłonowych budynków narażonych na atak bombowy była stalowa lub aluminiowa, z wypełnieniem słupów i rygli dodatkowymi profilami stalowymi, a zestawy szklane laminowane – wklejane do ram za pomocą konstrukcyjnych klejów silikonowych. Prowadzone są badania zmierzające do poprawy odporności ścian osłonowych na skutki wybuchu poprzez zastosowanie kabli, które zabezpieczają szkło przed wyrwaniem z ram. Ponadto kable, łącząc ze sobą ramy okienne i rygle, nadają całej przeszklonej powłoce budynku dodatkowej elastyczności (*cable protected window system*) [Smilowitz 2008].

Na skuteczność ochrony przeciwybuchowej obiektu duży wpływ ma kształt jego bryły: wszelkie rozczłonkowania i nadwieszania kumulują energię wybuchu bardziej niż formy zwarte, obłe czy skośne. Właściwe jest także takie ukształtowanie funkcji wewnątrz budowli, aby strefy i pomieszczenia szczególnie chronione umieścić w głębi budynku („pudełko w pudełku”), a większe kompleksy zabudowy kształtować na zasadzie pierścieniowej, umieszczając pomieszczenia najbardziej chronione wewnątrz kompleksu. Budynki niskie, rozproszone, ukryte w zieleni, są bardziej bezpieczne od budynków wysokich. Za najbardziej narażone na atak uważa się części wejściowe obiektów: halle wejściowe i doki rozładowcze. Zaleca się, aby tego typu pomieszczenia miały formę kubatur dostawionych do głównej bryły budynku, tak aby ich ewentualne zniszczenie nie zagrażało głównej konstrukcji. Stanowczo odradza się projektowanie wolnostojących słupów, arkad i innych miejsc, w których elementy głównej konstrukcji nośnej są dostępne, nieosłonięte i narażone na zniszczenie. W wypadku wzmacniania istniejącej struktury zewnętrzne kolumny winny zostać obudowane masywnym płaszczem ze stali, o licu ustawionym w odległości 20 cm od powierzchni żelbetu [Hinman 2008].

Najbardziej odporna na skutki wybuchu jest monolityczna konstrukcja żelbetowa. Wszystkie ambasady USA, które uważa się za obiekty najbardziej narażone na atak terrorystyczny, wznoszone są obecnie właśnie w tej technologii. Układy żelbetowe posiadają wiele zalet: są wszechstronnie rozpoznane i przebadane, ich poszczególne elementy mogą być dowolnie wymiarowane i kształtowane zgodnie z potrzebami statyki, a całość jest niezwykle zwarta. Duży ciężar własny opóźnia reakcję obiektu na falę uderzeniową, co jest zjawiskiem korzystnym, gdyż w czasie kolejnych milisekund impet fali uderzeniowej maleje. Aby konstrukcja żelbetowa była odporna na wybuch, przy projektowaniu jej detali należy stosować zasady analogiczne do projektowania w obszarach zagrożonych ruchami sejsmicznymi<sup>2</sup>. Ponadto należy pamiętać, aby m.in.:

- symetrycznie zbroić obie powierzchnie wszystkich przegród (ścian i stropów),
- używać podpór raczej w postaci ścian niż słupów,
- łączyć zbrojenie konstrukcyjne w najmniej obciążonych miejscach,
- zwiększyć odporność elementów konstrukcji na ugięcia,
- zapewnić stateczność budynku na wypadek zniszczenia dowolnego fragmentu konstrukcji na wysokości jednego piętra i szerokości jednego przęsła,
- w popularnych układach słupowo-płytowych wzmacniać połączenie słupów ze stropami poprzez głowice płaskie lub ostrosłupowe, tworząc tzw. stropy grzybkowe [Hinman 2008].

<sup>2</sup> Oddziaływanie wybuchu na konstrukcję budynku jest inne niż oddziaływanie sejsmiczne: siła wybuchu jest skierowana głównie w stronę nadziemnej części budowli, energia sejsmiczna zaś oddziałuje głównie na podziemne partie budynku. Także czas zdarzenia znacznie się różni. Mimo to, zasady projektowania elementów i węzłów są podobne: przede wszystkim należy zachować ciągłość i elastyczność konstrukcji.

W budynkach zagrożonych atakiem terrorystycznym odradza się stosowanie elementów prefabrykowanych i ścian murowanych [Hinman 2008]. Dla stalowych konstrukcji szkieletowych należy stosować mechaniczne połączenia wszystkich elementów konstrukcji. Aby zabezpieczyć obiekt przed wgniataniem elementów lekkiej obudowy do wewnątrz budynku, stosowane są siatki: stalowe lub wykonane ze zbrojonych włókien polimerowych czy kevlarowych, rozpinane na zewnętrznym licu elementów konstrukcji nośnej (słupy, rygle). W projektowaniu elewacji i elementów otoczenia budynków nie należy stosować drewna, cegieł, bloczków betonowych, luksferów i innych pustaków szklanych, a także masywnych osłon przeciwsłonecznych ani żadnych innych elementów, których latające szczątki mogą być źródłem dodatkowego zagrożenia.

Projektując stropy i dachy, szczególną uwagę należy zwracać na pierwszy zewnętrzny trakt, który będzie podlegał największym obciążeniom od wybuchu. Nie należy przekraczać rozpiętości 10 metrów; preferowanym typem zbrojenia jest zbrojenie krzyżowe dwukierunkowe. Zarówno płyty, jak i belki powinny być symetrycznie zbrojone, zaś wszystkie przeszklenia dachowe i świetliki – maksymalnie odsunięte od zewnętrznej krawędzi w głąb budynku (powinny też posiadać laminowane wewnętrzne tafle szklane i być zaopatrzone w siatki łapiące odpryski szkła). Wskazane jest, aby zewnętrzne urządzenia sytuowane na dachach były solidnie mocowane do podłoża.

Na zakończenie warto odnotować bardzo dobre właściwości ziemi jako materiału chroniącego przed skutkami wybuchu [FEMA 2003, s. 3 - 17]. Budynki zakopane bądź okopane w ziemi i pokryte roślinnością oraz tzw. zielone dachy to rozwiązania wykorzystywane od dawien dawna w budowie fortyfikacji, a obecnie coraz częściej stosowane do konstruowania budynków cywilnych. Ich rosnąca popularność [Betsky 2006] związana jest z propagowaniem wartości proekologicznych i łatwością, z jaką wtapiają się w teren. Do ich wymienionych powyżej zalet należy dodać także dużą odporność na atak terrorystyczny, pod warunkiem, że uniemożliwiony zostanie wjazd samochodów na ich stropodachy.

## Wnioski

Zabezpieczenia antyterrorystyczne i ich skutki przestrzenne wywołują szereg kontrowersji, a nieraz i protestów<sup>3</sup>. Wskazuje się przy tym na ogół na groźbę nadmiernej ingerencji państwa w swobody obywatelskie, fortyfikację przestrzeni publicznej miast i ograniczanie dostępu do najważniejszych budynków, a także na utrwalanie szkodliwego psychologicznie syndromu „oblężonej twierdzy”. Zabezpieczanie obiektów jest tylko drobnym fragmentem kompleksowych działań antyterrorystycznych, ale elementem bardzo kosztownym i widocznym. Celowość i skuteczność zabezpieczeń technicznych poddawana jest często w wątpliwość, tym bardziej, że terroryści dysponują całym arsenałem środków, które mogą wykorzystać w atakach na tzw. cele miękkie: zatłoczone obiekty publiczne, stadiony i dworce oraz środki komunikacji masowej, które jest niepomiaralnie trudniej chronić niż wybrane budynki. Dlatego przed podjęciem

<sup>3</sup> Na przykład studencki konkurs *Design Out Terror*, zorganizowany w roku 2008 w Wielkiej Brytanii, został zbojkotowany przez studentów i skrytykowany przez nauczycieli akademickich. Konkurs ten opierał się na teoretycznym założeniu, że zaatakowany został wielki publiczny plac (o rozmiarach zbliżonych do Trafalgar Square), w wyniku czego zginęło 500 osób. Zadaniem uczestników konkursu było przeprojektowanie placu tak, aby uczynić go bardziej bezpiecznym i odpornym na ewentualny atak terrorystyczny. Protestujący zarzucali organizatorom *szerzenie paranoi* i promocję autorytaryzmu [Lazell 2008].



decyzji o zabezpieczeniu antyterrorystycznym danej budowli konieczna jest kompleksowa analiza zarówno ryzyka, jak i kosztów i rezultatów tego działania, w tym skutków psychologicznych i przestrzennych. Jak pokazują przykłady z Wielkiej Brytanii i USA, dla powodzenia tego typu przedsięwzięć konieczna jest ich społeczna akceptacja, będąca zazwyczaj funkcją ogólnego poczucia zagrożenia. Najskuteczniejszymi, stosunkowo najprostszymi i najmniej inwazyjnymi metodami zabezpieczania budynków i ich użytkowników przed skutkami ataku bombowego są: zapewnienie odpowiedniej strefy bezpieczeństwa wokół obiektu i zastosowanie do wszystkich przeszkleń laminowanego szkła bezpiecznego [Hinman 2008].

W przypadku podjęcia decyzji o potrzebie zastosowania zabezpieczeń przeciw-wybuchowych wysokiej klasy konieczna jest interdyscyplinarna współpraca projektantów i konsultantów do spraw zabezpieczeń w celu ograniczenia skutków przestrzennych tych działań. Niezbędne jest także dbanie o jakość, estetykę i humanizację projektowanej przestrzeni. Źle zaprojektowane zabezpieczenia mogą bowiem, po ich zrealizowaniu, przynieść większe szkody przestrzenne i społeczne niż sam terroryzm.

### **Bibliografia:**

1. Betsky A., *Landscapers: Building with the Land*, London 2006, Hudson and Thames.
2. Coaffee J., *Terrorism, Risk and the City. The Making of a Contemporary Urban Landscape*, Hants 2004, Ashgate Publishing.
3. Hinman E., *Upgrading Window for Blast Effect*, San Francisco 2006, Hinman Consulting Engineers, ([www.hce.com/html/articles/glass.html](http://www.hce.com/html/articles/glass.html)).
4. Hinman E. E., *Blast Safety of the Building Envelope*, Whole Building Design Guide, Washington D.C. 2008, Whole Building Design Guide, ([www.wbolg.org](http://www.wbolg.org)).
5. Hopper L. J., DROGE M. J., *Security and Site Design: a Landscape Architectural Approach to Analysis, Assessment, and Design Implementation*, New Jersey 2005, Wiley Publishing.
6. Jałoszyński K., *Współczesny wymiar antyterroryzmu*, Warszawa 2008, Trio.
7. Machnikowski R. M., *Polska jako potencjalny cel ataku terrorystycznego*, Łódź 2007, Centrum Studiów i Prognoz Strategicznych.
8. Newman O., *Defensible Space – Crime Prevention through Urban Design*, New York 1972, Macmillan.
9. Lazell M., *Counterterrorism Competition Blasted*, „Building Design” 21.11.2008.
10. Racoń-Leja K., RÓG M., *Rozwiązania, materiały i systemy zapewniające ochronę budynku, umożliwiające kształtowanie architektury w sposób otwarty i dostępny*, w: Wyżykowski Andrzej (red.), *Przestrzeń bezpieczna. Urbanistyczne i architektoniczne uwarunkowania kształtowania przestrzeni miejskiej dla zwiększenia bezpieczeństwa mieszkańców*, Kraków 2004, Wydział Architektury Politechniki Krakowskiej.
11. Smilowitz R., *Designing Buildings to Resist Explosive Threats*, Whole Building Design Guide, Washington D.C. 2008 ([www.wbolg.org](http://www.wbolg.org)).

## Normy i Wytyczne Projektowe

1. AIA 2001, *Building Security Through Design: A Primer for Architects, Design Professionals and Their Clients*, The American Institute of Architects, 2001.
2. DoD 2007, *DoD Minimum Antiterrorism Standards for Buildings*, US Department of Defence, 2007.
3. FEMA 2003, *Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks against Buildings*, US Federal Emergency Management Agency, 2003.
4. FEMA 2007, *Site and Urban Design for Security: Guidance Against Potential Terrorist Attacks*, US Federal Emergency Management Agency, 2007.

### Streszczenie

Najczęstszą formą zamachów terrorystycznych są ataki bombowe. Szczególnie groźne są ładunki wybuchowe o wielkiej mocy montowane na samochodach. Niniejsza publikacja przedstawia skutki ataku bombowego na budynek oraz architektoniczne, techniczne i technologiczne środki zabezpieczania budynków przed takim atakiem. Artykuł zwraca również uwagę na konieczność przeprowadzania kompleksowych analiz przed podejmowaniem decyzji o zabezpieczeniu antyterrorystycznym danego budynku, źle zaprojektowane zabezpieczenia mogą bowiem po ich zrealizowaniu przynieść większe szkody przestrzenne i społeczne niż sam terroryzm.

*Słowa kluczowe: terroryzm, przestrzeń bezpieczna, skutki wybuchu, zabezpieczenie budynku przed atakiem terrorystycznym.*

### Abstract

The most frequent form of terrorist attacks are the attacks with the use of explosive devices. Vehicle Borne Improvised Explosive Device is the most deadly terrorist weapon due to the amount of explosive material that can be used. The article presents post blast effects on buildings, as well as architectural, technical and technological measures of protecting buildings against such attacks. The article draws the attention to the need of conducting appropriate and complex analysis before taking any decision about introducing additional counter-terrorist protection of a building. Badly designed and implemented security measures could be more dangerous, and bring to society and public space more damage, than terrorism itself.

*Keywords: terrorism, safe zone, blast effect, introducing counter-terrorist protection measures to buildings.*