

JAROSŁAW JAŻWIŃSKI

Ochrona antyterrorystyczna obiektów użyteczności publicznej oraz infrastruktury krytycznej przed atakami z wykorzystaniem pojazdów mechanicznych

Abstrakt

Wykorzystywanie pojazdów jako narzędzi w atakach terrorystycznych, do których doszło w ostatnich kilku latach, spowodowało, że coraz częściej zaczęto stosować blokady antyterrorystyczne wokół budynków infrastruktury krytycznej oraz w przestrzeniach publicznych. Proces ten postępuje wraz ze wzrostem świadomości i wiedzy decydentów o istnieniu tego rodzaju zagrożeń. Z powodu różnorodności urządzeń wykorzystywanych do ochrony przed atakami ich dobór nie jest rzeczą oczywistą, a także nie są to rozwiązania łatwe w realizacji. W artykule autor podejmuje próbę opisu zaistnienia ryzyka dla obiektów infrastruktury krytycznej ze strony pojazdów drogowych użytych jako broń do przeprowadzenia ataków. Opisuje możliwości zapobiegania tego typu zdarzeniom i rekomenduje rozwiązania pomocne przy projektowaniu i wykonaniu systemów zewnętrznego bezpieczeństwa budynków. Wskazówki zawarte w artykule mogą być źródłem wiedzy dla osób odpowiedzialnych za bezpieczeństwo obiektów, jednak oprócz podstaw teoretycznych w projektowaniu bezpieczeństwa zewnętrznego obiektów niezbędne jest przeprowadzenie każdorazowo specjalistycznej oceny ryzyka, realizowanej przez kwalifikowanego konsultanta.

Słowa kluczowe:

ochrona przestrzeni publicznych i infrastruktury krytycznej, bariery antyterrorystyczne, VSB, ograniczenie ryzyka ataku wrogimi pojazdami, HVM, pojazd użyty jako broń, VAW, normy: PAS 68, IWA 14, ASTM F2656, DOS (SDSTD-02.1)

W opracowaniu przedstawiono podstawowe zagadnienia dotyczące tematu blokad drogowych antyterrorystycznych jako elementu ograniczenia ryzyka ataku wrogimi pojazdami (ang. *hostile vehicle mitigation*, HVM). Autor podjął próbę uporządkowania informacji dotyczących specyfiki zachowania bariery oraz pojazdu w trakcie zderzenia, ponieważ istnieje kilka standardów przeprowadzania takich badań, zwanych testami zderzeniowymi (ang. *crash tests*) lub potocznie normami. Świadomość istnienia różnic między nimi jest bardzo istotna w przypadku konieczności wyboru produktu adekwatnego do poziomu ryzyka wynikającego z użycia pojazdu jako narzędzia ataku. Decydenci mogą wybrać produkty różnych dostawców, którzy testowali je zgodnie z różnego rodzaju standardami, ponieważ wyniki tego typu testów się nie wykluczają i mogą być porównywalne. Jednak nie we wszystkich przypadkach normy mogą być stosowane zamiennie, dlatego ważna jest wiedza ekspercka w tym zakresie. Niewłaściwe jest na przykład bezpośrednie porównanie pojazdu „amerykańskiego”, z konstrukcją komory silnika przed kabiną, z pojazdem „europejskim”, w którym silnik znajduje się pod kabiną kierowcy. Amerykański standard oceny DOS (SDSTD-02.1) był jedną z pierwszych norm dla testów zderzeniowych, stosowaną od kwietnia 1985 r. Na jego podstawie powstały inne wykorzystywane obecnie normy, które różnią się w zależności od kraju pochodzenia i wymogów lokalnych.

Istnieje wiele czynników wpływających na analizę ryzyka ataku z wykorzystaniem pojazdu, a najważniejszym z nich jest określenie prawdopodobieństwa takiego zdarzenia ze względu na uwarunkowania polityczne, religijne i rasowe oraz dobór odpowiednich środków zapobiegawczych. W dalszej części artykułu przedstawiono między innymi analizę możliwości prowadzenia działań prewencyjnych w stosunku do potencjalnego zagrożenia, niezależnie od genezy jego pochodzenia.

Główną rolą barier antyterrorystycznych (ang. *vehicle security barrier*, VSB) jest tworzenie w centrach miast stref przyjaznych dla pieszych, kontrolowanie przepływu ruchu, zarządzanie ruchem drogowym i ulicznym, zarządzanie dostępem pojazdów do stref chronionych i budynków użyteczności publicznej, w tym infrastruktury krytycznej, oraz ochrona tych miejsc przed atakami z użyciem pojazdów. Aby spełnić swoje zadania, bariery są konstruowane w określony sposób i według restrykcyjnych norm, co odróżnia je od innych urządzeń z zakresu blokad drogowych. Dla porównania – bariery drogowe stosowane na drogach publicznych między pasami ruchu lub na krawężniach zakrętów pełnią funkcje ochronne,

tn. zmniejszając rozmiary niezamierzonych kolizji drogowych z udziałem pojazdów poruszających się po drogach publicznych. Są one badane według innych parametrów i norm niż bariery antyterrorystyczne. Dlatego też wyniki uzyskane po zbadaniu barier drogowych nie mogą być uznawane za podstawę do stosowania tego typu urządzeń jako zabezpieczenia przed atakiem z wykorzystaniem pojazdu. W celu stworzenia ochrony antyterrorystycznej przed atakiem stosuje się różne rozwiązania – od prostych słupków parkingowych bez określonego poziomu bezpieczeństwa, uznawanych za zabezpieczenia porządkowe, po atestowane systemy zapór drogowych o najwyższym poziomie zabezpieczenia (zatrzymujące pojazdy o masie nawet do 30 t i prędkości 80 km/h).

Historyczne podstawy rozwoju zabezpieczeń drogowych przed HVM

Postęp technologiczny jest nierozzerwalnie związany ze zmianą charakteru zagrożeń bezpieczeństwa człowieka. W miarę rozwoju motoryzacji jest obserwowany wzrost liczby różnego rodzaju zdarzeń, do których doszło w wyniku celowych lub niezamierzonych działań kierowców pojazdów. Wiek XX, w którym rozwinęła się na całym świecie działalność terrorystyczna, przyniósł ludziom nowy typ zagrożenia. Są nim ataki przy użyciu pojazdów pułapek, zwanych z języka angielskiego VBIED (ang. *vehicle-borne improvised explosive device* – improwizowane urządzenie wybuchowe zainstalowane w pojeździe). Innym rodzajem ataku przy użyciu pojazdu jest rozjeżdżanie ludzi (ang. *vehicle as a weapon*). Tego typu działania zaczęły być podejmowane po 2010 r.

Europejskim krajem, który najwcześniej doświadczył traumy w walce z terroryzmem w XX w., była Wielka Brytania. Pierwszym powszechnie znanym i szeroko opisywanym zdarzeniem był atak bombowy przeprowadzony 25 sierpnia 1939 r. przez Irlandzką Armię Republikańską (ang. Irish Republican Army, IRA). Zamachu dokonano w Broadgate – dzielnicy Coventry, podkładając ładunek w koszu rowerowym (zdjęcie 1). W wyniku zdarzenia 5 osób zostało zabitych, 10 ciężko rannych, a 40 hospitalizowano.



Zdjęcie 1. Okolice sklepu Astleya w Coventry po wybuchu bomby.

Źródło: <https://www.historiccoventry.co.uk/articles/content.php?pg=not-forgotten> [dostęp: 24 IX 2022].

Na przestrzeni lat w odpowiedzi na różne zagrożenia terrorystyczne rozwijały się adekwatne metody zapobiegania im i ograniczania skutków takich ataków. W miarę postępu technologicznego skonstruowano także urządzenia zapobiegające atakom z użyciem pojazdów. W rozmaitych częściach naszego globu eksperci od zabezpieczeń, inżynierowie i producenci, korzystając z własnych doświadczeń oraz wyników analizy potencjalnych zagrożeń, stworzyli podstawy do klasyfikowania i doboru urządzeń zapobiegających atakom. W projektowaniu współczesnych barier antyterrorystycznych należy uwzględniać zagrożenia stwarzane nie tylko przez lekkie pojazdy osobowe, lecz także przez samochody ciężarowe. To z kolei skutkuje ciągłym rozwojem nowych rozwiązań technologicznych stosowanych w celu zapewnienia większej odporności systemów bezpieczeństwa na atak pojazdem¹.

¹ Zob. J. Jaźwiński, *Blokady drogowe i zapory antyterrorystyczne jako elementy zapewniania bezpieczeństwa w obiektach użyteczności publicznej*, w: *Zabezpieczenia techniczne w bezpieczeństwie antyterrorystycznym budynków użyteczności publicznej*, J. Stelmach, P. Szczuka, M. Kozuszek (red.), Wrocław 2021, s. 206.

Podstawy analizy zagrożeń w obiektach

Analiza zagrożeń w obiektach użyteczności publicznej wskazuje jednoznacznie, że projektowanie systemów technicznych zabezpieczeń antyterrorystycznych nie może odnosić się jedynie do obszaru wnętrza obiektów i wybranych rodzajów zdarzeń, jak np. podłożenie ładunku wybuchowego. Zamachy terrorystyczne przeprowadzane przy użyciu pojazdów mechanicznych oraz niezamierzone wypadki komunikacyjne zagrażają i osobom przebywającym wewnątrz budynków, i osobom pozostającym w ich najbliższej okolicy, w tym w ciągach pieszo-jezdnych. Zastosowanie różnego rodzaju barier antyterrorystycznych ma na celu zminimalizowanie zagrożenia życia ludzkiego oraz zniszczenia obiektów. Poniżej wymieniono zdarzenia, w przypadku których użycie VSB mogłoby zminimalizować skutki ataku (w opisie zawarto też informację na temat pojazdu wykorzystanego do ataku)².

- Nicea, lipiec 2016 r. – 87 zabitych, 434 rannych, pojazd: ciężarowy 20 t, prędkość ok. 80 km/h, przebyta odległość – ok. 1800 m;
- Berlin, grudzień 2016 r. – 12 zabitych, 56 rannych, pojazd: ciężarowy 40 t, prędkość 80 km/h, przebyta odległość – 80 m;
- Barcelona, marzec 2017 r. – 13 zabitych, 130 rannych, pojazd: dostawczy 3,5 t, prędkość 60 km/h, przebyta odległość – 500 m;
- Westminster, marzec 2017 r. – 5 zabitych, 50 rannych, pojazd: osobowy 1,5 t, prędkość ok. 110 km/h, przebyta odległość – 300 m;
- Sztokholm, kwiecień 2017 r. – 5 zabitych, 15 rannych, pojazd: ciężarowy 12,5 t, prędkość 60 km/h, przebyta odległość – 500 m;
- London Bridge, czerwiec 2017 r. – 5 zabitych, 15 rannych, pojazd: dostawczy 2 t, prędkość ok. 80 km/h, przebyta odległość – 300 m;
- Nowy Jork, październik 2017 r. – 8 zabitych, 15 rannych, pojazd: dostawczy 3 t, prędkość ok. 100 km/h, przebyta odległość – 1500 m;
- Toronto, kwiecień 2018 r. – 10 zabitych, 16 rannych, pojazd: dostawczy 2,5 t, prędkość ok. 70 km/h, przebyta odległość – 2300 m.

² <https://hvmhub.com/> [dostęp: 24 IX 2022].

Spośród wyżej wymienionych zdarzeń, ze względu na ich skutki, najbardziej jest znane to, do którego doszło w Nicei. Podczas obchodów święta narodowego Francji, Dnia Bastylli, po pokazie sztucznych ogni, ok. godziny 22.40, prowadzona przez zamachowca ciężarówka staranowała bariery i wjechała na promenadę. Samochodem kierował 31-letni obywatel Tunezji Mohamed Lahouaiej Bouhlej, przebywający legalnie we Francji i mający kartę stałego pobytu. Świadomie wjechał w znajdujących się na promenadzie ludzi. Niezatrzymany, pokonał dystans ok. 1800 m. Dopiero w okolicy hotelu Palais de la Méditerranée pojazd został ostrzelany przez policję, w wyniku czego sprawca poniósł śmierć (zdjęcie 2).



Zdjęcie 2. Samochód sprawcy po unieruchomieniu.

Źródło: <https://www.nbcnews.com/news/us-news/tsa-report-warns-against-truck-ramming-attacks-terrorists-n754576> [dostęp: 24 IX 2022].

Przebieg ataku w Nicei i drogę przebytą pojazdem prowadzonym przez zamachowca przedstawiono na rysunku 1³.

³ B. Love, *Deadly truck attack in Nice unfolded at high speed*, Reuters, 15 VII 2016 r., (UNFOLDED), <https://www.reuters.com/article/us-europe-attacks-nice-killings-idUSKCN0ZV1VG> [dostęp: 24 IX 2022].



Rysunek 1. Przebieg zdarzenia w Nicei (pierwszy zaznaczony na mapie punkt – ciężarówka wjeżdża na chodnik – pierwsze ofiary; drugi zaznaczony na mapie punkt – ciężarówka nadal celowo przejeżdża przez tłum; trzeci zaznaczony na mapie punkt – ciężarówka zatrzymuje się, następuje ostrzał przez policję, sprawca zostaje zabity).

Źródło: <https://www.politico.eu/article/nice-bastille-day-attack-live-blog/> [dostęp: 24 IX 2022].

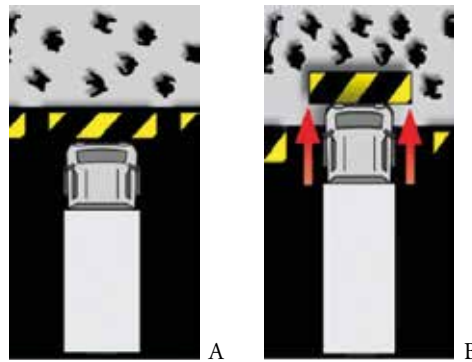
Po 2014 r. nastąpił znaczny wzrost liczby ataków przeprowadzonych z wykorzystaniem pojazdów oraz znaczny wzrost liczby ofiar śmiertelnych tych ataków, co zobrazowano na wykresie. Przytoczone zdarzenia miały ogromny wpływ na wzrost liczby instalowanych barier antyterrorystycznych jako skutecznego środka ograniczającego skutki ataku VAW.



Wykres. Ataki przeprowadzone w latach 1970–2015 z wykorzystaniem pojazdów, z uwzględnieniem ofiar śmiertelnych spowodowanych tymi atakami (dla porównania zaznaczono liczbę ofiar zamachów z 11 września 2000 r.).

Źródło: <https://www.nbcnews.com/news/world/vehicles-are-becoming-weapons-choice-terrorists-n-768846> [dostęp: 24 IX 2022].

Stosowanie zabezpieczeń antyterrorystycznych ma olbrzymie znaczenie prewencyjne i zniechęca ewentualnych sprawców do przeprowadzania ataków z użyciem pojazdów w miejscach, w których zainstalowano tego typu urządzenia. O skutecznym zabezpieczeniu można mówić wtedy, gdy zapobiega ono penetracji, czyli przemieszczeniu się pojazdu poza określoną wcześniej linię ochrony. Na rysunku 2. zobrazowano potencjalne zagrożenie będące wynikiem zastosowania nieodpowiedniego zabezpieczenia.



Rysunek 2. Zagrożenie wynikające z zastosowania niewłaściwie zamontowanych lub źle dobranych zabezpieczeń: uderzenie samochodu ciężarowego (A), przesunięcie bariery zabezpieczającej (B).

Źródło: Materiały ATG Access.

Przyczyną potencjalnego zagrożenia może być: niezwiązanie z podłożem betonowych bloków stanowiących zabezpieczenie przed atakiem, zastosowanie nieatestowanych barier bez certyfikatów, zastosowanie barier dobranych niewłaściwie do wielkości zagrożenia. W takich sytuacjach bariera nie zatrzyma pojazdu i pozwoli na jego dalsze przemieszczanie się, przesuwając się razem z nim. To spowoduje niebezpieczeństwo trudne do określenia w skutkach, gdyż nie wiadomo, jak długo samochód będzie się poruszał i jaką drogę pokona, zanim się zatrzyma. Podczas testów zderzeniowych jednym z parametrów uwzględnianych przy sprawdzaniu skuteczności zabezpieczenia jest tzw. penetracja. Określa ona odległość, jak daleko poza linię zapory może przemieścić się pojazd. Znając ten parametr, należy go uwzględnić podczas projektowania odległości bariery od chronionych obiektów lub ciągów pieszo-jezdných.

Podczas imprez masowych częstą praktyką jest wykorzystywanie betonowych bloków jako zabezpieczenia przestrzeni publicznej. Są to bariery nieskuteczne, doraźnie zabezpieczające przed ewentualnym atakiem VAW. Przykład takiego rozwiązania został pokazany na zdjęciu 3 A – mimo że betonowe bloczki mają tu swoje zastosowanie porządkowe (uniemożliwiają wjazd pojazdów osobowych), nie zapewniają ochrony przed cięższymi pojazdami.



Zdjęcie 3. Zastosowanie niewłaściwych zabezpieczeń: niecertyfikowane blokady tymczasowe (Polska, Warszawa, ul. Nowy Świat – A, Sri Lanka, Kandy – B), użycie pojazdu jako blokady antyterrorystycznej (Francja, Auxerre – C).

Źródło: Opracowanie własne.

Aby zrozumieć, jak nieskuteczne jest takie zabezpieczenie, warto zapoznać się z filmem z testów zderzeniowych przeprowadzonych przez jeden z instytutów badawczych DEKRA (dostęp do filmu – rysunek 3). Pojazd po zderzeniu z tego typu barierą porusza się dalej i może przebyć znaczny odcinek drogi, nawet ponad 100 m.



Rysunek 3. Kod QR z odnośnikiem prowadzącym do testów firmy DEKRA.

Źródło: Materiały firmy DEKRA, <https://youtu.be/V33bfmAgTo> [dostęp: 24 IX 2022].

Na zdjęciu 4. przedstawiono przykład prawidłowego zainstalowania barier chroniących przed atakami dokonanymi za pomocą samochodów.



Zdjęcie 4. Przykład prawidłowego zastosowania zabezpieczeń w postaci słupków automatycznych i stałych (Francja, Paryż, ul. Rue des Petits-Carreaux).

Źródło: Opracowanie własne.

Etapy oceny ryzyka związanego z użyciem pojazdu jako narzędzia ataku

Proces oceny ryzyka można podzielić na trzy etapy, które mogą pomóc decydom (w tym instytucjom odpowiedzialnym za bezpieczeństwo narodowe) w ustaleniu priorytetów w zakresie zabezpieczenia przy użyciu VSB. Jest to możliwe dzięki zdefiniowaniu i zrozumieniu powiązanych ze sobą czynników wpływających na wybór urządzeń zastosowanych jako środki prewencji.

Przy ustalaniu rodzaju ryzyka dla konkretnego miejsca należy uwzględnić trzy fazy z nim związane: zagrożenie, konsekwencje i podatność. Dodatkowe określenie założeń na każdym etapie pozwala na dobór urządzeń z szerokiej gamy różnych certyfikowanych produktów, które mogą skutecznie zapobiec lub ograniczyć efekty ataków polegających na taranowaniu pojazdami. Istotne jest też uwzględnienie kosztów przyjętych rozwiązań, ponieważ dzięki zastosowaniu środków zapobiegawczych adekwatnych do prawdopodobieństwa wystąpienia określonego typu ryzyka można dokonać wyboru najodpowiedniejszego i jednocześnie najmniej kosztownego urządzenia.

Nie ma uzasadnienia sytuacji, w której w systemie zabezpieczeń zewnętrznych umieszcza się ponadwymiarowe bariery chroniące na przykład przed atakiem pojazdem o masie 7,5 t, poruszającym się z prędkością 80 km/h, w obszarze, w którym przeprowadzone analizy wskazują na możliwość ruchu jedynie pojazdów o masie do 3,5 t, mogących rozpedzić się maksymalnie do 50 km/h. Dobór urządzeń powinien bezwzględnie odpowiadać realnym potrzebom chronionego obiektu.

Etap pierwszy: identyfikacja potencjalnych zagrożeń terrorystycznych istotnych dla celu podlegającego analizie

Oszacowania prawdopodobieństwa wystąpienia ataku polegającego na użyciu pojazdu jako tarana powinno się dokonywać na podstawie danych statystycznych dotyczących tego typu ataków, z uwzględnieniem preferowanego sposobu działania terrorystów. Informacje mogą być pozyskiwane z takich źródeł, jak internet, biuletyny i analizy instytucji publicznych, raporty służb porządkowych i wywiadowczych lub jednostek antyterrorystycznych. Do najcenniejszych informacji należą jednak te, które nie są ogólnodostępne. Mogą się z nimi zapoznać jedynie osoby upoważnione, w tym konsultanci ds. bezpieczeństwa. Dane uzyskane samodzielnie przez zarządzających obiektami są niewystarczające do przeprowadzenia analizy we właściwy sposób. Przygotowanie poprawnej oceny poziomu zagrożenia jest możliwe przede wszystkim dzięki korzystaniu z wiedzy konsultantów i ekspertów ds. bezpieczeństwa.

Sposoby działania oraz miejsca ataku wybierane przez terrorystów podlegają ciągłym zmianom. Są one uwarunkowane wieloma czynnikami, m.in.: ich umiejętnościami i wiedzą, dysponowaniem odpowiednimi środkami finansowymi i zasobami ludzkimi, obszarem działania. Dlatego tak ważne jest sprawdzenie, czy w najbliższych geograficznie rejonach doszło do podobnych zdarzeń. Po przeanalizowaniu ataków z kilku ostatnich lat przeprowadzonych przy użyciu pojazdów można zauważyć, że do ataków na ludność cywilną częściej dochodziło w przestrzeniach publicznych, ponieważ charakteryzują się one niskim poziomem zabezpieczenia. Łatwiej w nich zarówno przeprowadzić atak, jak i pozyskać narzędzie ataku, tzn. pojazd⁴.

⁴ Zob. M. Larcher, V. Karlos, *Protection Of Public Spaces*, w: V. Karlos, M. Larcher, G. Solomos, *Review on Soft target/Public space protection guidance*, European Commission Joint Research Centre, <https://www.researchgate.net/publication/330221013> [dostęp: 12 VIII 2022].

Etap drugi: ocena skutków

W ostatnich latach większość ataków została przeprowadzona na tzw. cele miękkie, czyli miejsca charakteryzujące się dużym skupiskiem ludzi i brakiem zabezpieczeń, nieosłonięte lub słabiej chronione. Są one przeciwieństwem tzw. celów twardych, do których należą obszary i obiekty o podwyższonej ochronie, podlegające monitorowaniu. Atrakcyjność danego miejsca dla sprawcy potencjalnego zamachu zależy od wielu różnych czynników, również symbolicznego charakteru miejsca. Symbolika może przyciągnąć grupy terrorystyczne, które atakując szeroko rozpoznawalny i popularny obiekt, próbują zwrócić na siebie uwagę mediów, a także zastraszyć opinię publiczną. Takimi celami terrorystów mogą stać się miejsca kultu religijnego lub ośrodki kulturowe, uważane za promujące zachodni styl życia, kapitalizm lub demokrację. Popularne miejsca turystyczne, festiwale plenerowe, imprezy sportowe, punkty orientacyjne (miejsca zwyczajowych spotkań) i obszary, w których przebywa wielu ludzi, są również atrakcyjne dla zamachowców.

Terrorysty kierujący się różnymi motywacjami mogą także zaatakować obiekty, które reprezentują jurysdykcję rządową, organy podatkowe, organy ścigania, instytucje finansowe itp. Konsekwencje ataku są bezpośrednio związane z rodzajem celu wybranego przez agresorów i gęstością zaludnienia tego obszaru w momencie ataku.

W przypadku strefy dla pieszych lub placu miejskiego następstwa ataku będą zupełnie inne, jeśli zostanie on przeprowadzony w godzinach szczytu lub podczas imprez towarzyskich, gdy tłum jest największy. Przy szacowaniu ryzyka wystąpienia ataku terrorystycznego mającego wpływ na ludzi (zgony, obrażenia, obniżenie morale itp.) oraz na gospodarkę (koszt naprawy, zakłócenia w świadczeniu usług itp.) jako punkt odniesienia należy przyjąć najgorszy scenariusz, ponieważ terroryści najczęściej uderzają podczas popularnych wydarzeń lub w godzinach szczytu. Ocena konsekwencji przeprowadzonego ataku może być różna w zależności od interesariusza, który przeprowadza analizę, ale podstawowym priorytetem podczas procesu oceny powinna być ochrona życia ludzkiego. W następnej kolejności należy zwrócić uwagę na szkody w infrastrukturze, skutki ekonomiczne, a także psychologiczny wpływ na społeczeństwo⁵.

⁵ Tamże.

Etap trzeci: ocena podatności

Luki w zabezpieczeniach mogą być wykorzystywane przez sprawców podczas planowania ataku bądź jego przeprowadzenia, dlatego konieczne jest określenie optymalnych strategii w celu zminimalizowania stopnia narażenia obiektu na atak, zwiększenia odporności obiektu oraz zastosowanie skutecznych środków łagodzących skutki ataku. Ocena podatności wymaga szczegółowego zbadania rozważanego scenariusza w celu ujawnienia słabych punktów i wad, które mogą zachęcić agresorów do opracowania planu ataku. Im mniej środków bezpieczeństwa zastosowano, tym – w oczach sprawców – dany obiekt lub obszar jest atrakcyjniejszy jako cel, ponieważ znacznie wzrastają szanse na sukces.

Analiza terenu przeprowadzona przez doświadczonych specjalistów pozwala na wskazanie słabych punktów w systemie ochrony oraz dobranie odpowiednich środków, które można zastosować w celu zminimalizowania tych słabych punktów i wynikającego z nich niebezpieczeństwa. Dokładna inspekcja wizualna układu terenu i zapoznanie się z charakterystyką systemu bezpieczeństwa w fazie operacyjnej może ujawnić niedociągnięcia w projekcie zabezpieczenia, które należy uwzględnić w zaktualizowanym planie ograniczania skutków. Sporządzenie obiektywnej oceny stopnia wrażliwości przestrzeni publicznej jest trudnym zadaniem, ponieważ należy wziąć pod uwagę wiele różnych czynników, takich jak: dostępność celu, jego lokalizacja, znaczenie, kształt przestrzeni publicznej – aktualne zabezpieczenia itp. Poniżej przedstawiono przykłady kategoryzacji podatności na ataki dla przestrzeni publicznych:

- **niska podatność:** badana przestrzeń publiczna jest wyposażona w odpowiednie środki zaradcze (w celu odstraszenia potencjalnych agresorów): kontrolowany dostęp, pracowników ochrony, ochronę obwodową. Przestrzeń jest nieatrakcyjna jako potencjalny cel ataku;
- **umiarkowana podatność:** badana przestrzeń publiczna może być wyposażona w niektóre środki zabezpieczające i jest znana tylko w skali lokalnej (nie stosuje się kontroli dostępu, ograniczona liczba pracowników ochrony, częściowa ochrona obwodowa itp.);
- **wysoka podatność:** badana przestrzeń publiczna charakteryzuje się niewystarczającymi zabezpieczeniami, jest znana i rozpoznawalna w skali kraju;

- **bardzo duża podatność:** badana przestrzeń publiczna charakteryzuje się niewystarczającymi środkami zaradczymi, jest znana w skali międzynarodowej⁶.

Wnioski cząstkowe: rola prewencji i środków odstrasżających

Najskuteczniejszym środkiem przeciwdziałającym terroryzmowi jest przede wszystkim niedopuszczenie do zaistnienia ataku. Jeśli atak zostanie powstrzymany, nie będzie ani ofiar, ani szkód w otoczeniu. Obecność barier bezpieczeństwa, nawet o mniejszej możliwości blokowania, może potencjalnie zniechęcić sprawcę do przeprowadzenia ataku, ponieważ jego szanse na skuteczne działania wydają się ograniczone. Jeżeli jednak dojdzie do takiego zdarzenia, zainstalowane bariery bezpieczeństwa zminimalizują wszelkiego rodzaju straty z niego wynikające.

Podstawy stosowania blokad drogowych i zapór antyterrorystycznych

Dobór odpowiednich antyterrorystycznych zapór drogowych nie jest prostym i oczywistym zadaniem. Podczas uzgodnień dotyczących przygotowania tego rodzaju urządzeń ich dostawcy stawiają decydentom odpowiadającym za bezpieczeństwo obiektu następujące pytania:

- Pojazd o jakiej masie może być źródłem zagrożenia?
- Z jaką maksymalną prędkością pojazd może się poruszać?
- Jaki jest dopuszczalny zakres penetracji, tzn. jak daleko za linię blokady może przemieścić się pojazd?
- Czy penetracja musi wynosić zero, czy dopuszczalny jest większy jej zakres (np. 1 metr)?

Jeśli nie zna się odpowiedzi na powyższe pytania, to aby mieć pewność co do właściwego doboru rozwiązań zabezpieczających przed atakiem z użyciem pojazdu, należy zamówić opracowanie inżynierskie wykonane przez certyfikowanych specjalistów, mających wiedzę branżową szerszą niż ta, którą dysponują osoby wpisane na listę kwalifikowanych pracowników zabezpieczenia technicznego⁷.

⁶ Tamże.

⁷ J. Stelmach, M. Kożuszek, *Założenia i rekomendacje do wykonywania planów ochrony w obiektach podlegających obowiązkowej ochronie*, w: *Bezpieczeństwo antyterrorystyczne budynków użyteczności publicznej*, t. 4: *Założenia i rekomendacje do prowadzenia działań antyterrorystycznych w wybranych kategoriach obiektów*, B. Wiśniewska-Paź, J. Stelmach (red.), Toruń 2019.

Aktualna sytuacja na rynku zabezpieczeń antyterrorystycznych w Polsce jest dość skomplikowana ze względu na deficyt wykwalifikowanych ekspertów w zakresie HVM. W przypadku np. Wielkiej Brytanii tego rodzaju usługi dość powszechnie świadczą biura projektowe. Doradztwo i projekty są realizowane poprzez współpracę przeszkolonych policyjnych doradców ds. bezpieczeństwa antyterrorystycznego (ang. Police Counter Terrorism Security Advisors), Rejestru Inżynierów i Specjalistów ds. Bezpieczeństwa (ang. Register of Security Engineers and Specialists)⁸, dyplomowanych specjalistów ds. bezpieczeństwa (ang. Chartered Security Professionals)⁹ oraz producentów barier ochronnych. Rządowe Centrum Ochrony Infrastruktury Narodowej oraz Krajowe Biuro Bezpieczeństwa Antyterrorystycznego (ang. Government's Centre for the Protection of National Infrastructure and National Counter Terrorism Security Office - NaCTSO)¹⁰ zapewniają wsparcie dla tych zespołów.

Sytuacja staje się łatwiejsza dla polskich decydentów, jeśli biuro projektowe wykonujące projekt obiektu wraz z systemami zabezpieczeń technicznych i antyterrorystycznych zatrudnia inżynierów z uprawnieniami zagranicznymi. Najczęściej zdarza się tak w biurach projektowych pochodzących z krajów zachodniej Europy lub z USA, w których – w ramach zleconej usługi – praktyką jest przygotowanie takiego opracowania inżynierskiego jako integralnej części projektu. Przy projektowaniu i wykonawstwie systemów zabezpieczeń technicznych bardzo ważne jest uwzględnienie tego, że projektujący ma do czynienia z dostępem do informacji niejawnych, w tym m.in. do procedur bezpieczeństwa, np. procedur awaryjnego otwarcia przejazdów dla odpowiednich służb lub lokalizacji i działania sterowników. Ponieważ informacje niejawne powinny być chronione, firmy uczestniczące w projekcie powinny mieć poświadczenie bezpieczeństwa przemysłowego, a ich pracownicy – certyfikaty bezpieczeństwa osobowego odpowiedniego poziomu. Inwestor już na etapie rozpoczęcia projektu powinien określić, jakie poziomy dostępu do informacji niejawnych są wymagane oraz w których obszarach projektowo-wykonawczych są one niezbędne¹¹.

⁸ <https://www.rses.org.uk>.

⁹ <https://security-institute.org/csyp/>.

¹⁰ <https://www.proteyp/>.

¹¹ Zob. J. Jaźwiński, *Blokady drogowe i zapory antyterrorystyczne...*

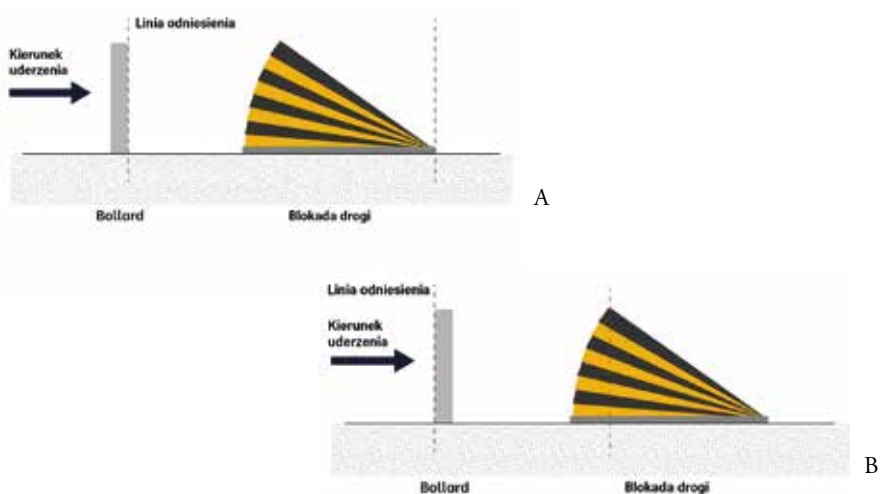
Aktualne standardy badań barier zabezpieczających przed atakiem z użyciem pojazdu

Standardy badań barier zabezpieczających przed atakiem z użyciem pojazdu są stosowane w odniesieniu do wielu czynników wpływających na klasyfikację danego urządzenia. Aby właściwie dobrać i zainstalować barierę, należy wziąć pod uwagę kilka parametrów, które są uwzględniane w wynikach przeprowadzonych testów zderzeniowych. Są nimi:

- **obiekt testu** – pojazd (ang. *vehicle*, V), czyli pojazd samochodowy,
- **masa pojazdu** (ang. *class*) – wyrażona w kilogramach [kg] lub funtach [lbs] w zależności od kraju pochodzenia normy,
- **prędkość uderzenia** – wyrażona w kilometrach na godzinę [km/h] lub milach na godzinę [mph/h] w zależności od kraju pochodzenia normy,
- **kąt uderzenia** – wyrażony w stopniach; dla wymienionych dalej norm wynosi on 90°, co oznacza uderzenie prostopadłe do testowanej bariery (linii odniesienia testowanej bariery),
- **penetracja** – wyrażona w metrach [m] lub stopach [ft] w zależności od kraju pochodzenia normy lub wymogów lokalnych. W przypadku pomiaru tego parametru ważne jest umiejscowienie linii odniesienia pomiaru (ang. *datum line*), czyli określenie różnicy między odległością przemieszczenia pojazdu a barierą (jak daleko pojazd przejechał poza linie odniesienia),
- **dyspersja** (wg normy PAS 68:2013) – wyrażona w metrach [m] lub stopach [ft]. Pomiar ten dotyczy odległości rozproszenia oderwanych elementów testowanego pojazdu lub jego balastu. Pomiar jest wykonywany od linii odniesienia do najdalszej krawędzi oderwanego elementu. Rozpatrywane są tylko elementy, których masa wynosi ≥ 25 kg¹².

Ważnym kryterium pomiaru jest określenie położenia linii odniesienia pomiaru, która może znajdować się na początkowej lub końcowej krawędzi bariery. W przypadku bollardów (tzn. słupków) ta różnica jest nieznaczna i wynosi ok. 20–30 cm, ale już w przypadku blokad drogowych (ang. *road blocker*) taka różnica może wynieść nawet ok. 1 m. Na rysunku 4. przedstawiono linię odniesienia dla norm PAS 68, IWA 14-1 oraz ASTM F2656.

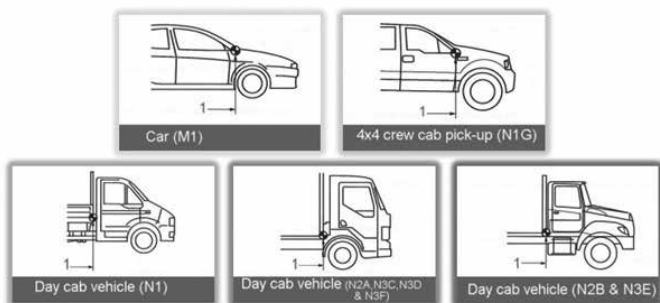
¹² Na podstawie: *BSI PAS 68:2013 – Impact test specifications for vehicle security barrier systems.*



Rysunek 4. Linie odniesienia (ang. *datum line*): dla normy PAS 68:2013 (A), dla norm IWA 14-1:2013 i ASTM F2656-20 (B).

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów ATG Access: <https://www.atgaccess.com/news/guides/what-is-iwa-14>; <https://atgaccess.com/what-is-pas-68/> [dostęp: 24 IX 2022].

Kolejnym ważnym kryterium jest określenie **punktów pomiarowych** znajdujących się na pojazdach i dokonanie pomiaru odległości między tym punktem a linią odniesienia. W przypadku samochodów osobowych punkt pomiarowy znajduje się w dolnej części słupka przedniego nadwozia pojazdu. W przypadku samochodów ciężarowych i dostawczych punkt pomiarowy znajduje się za tylną przegrodą kabiny kierowcy (rysunek 5).



Rysunek 5. Umieszczenie punktu pomiarowego dla samochodów osobowych oraz ciężarowych.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: <https://www.cpni.gov.uk/resources/impact-testing-vehicle-security-barriers> [dostęp: 24 IX 2022].

Porównanie obowiązujących norm światowych dla VSB

Za wiodące standardy odnoszące się do parametrów barier antyterrorystycznych należy uznać opracowane w Wielkiej Brytanii normy PAS 68 i PAS 69 oraz amerykańską normę ASTM F2656-20, a także powstałe – w wyniku uwspólniania zapisów znajdujących w tych standardach – ogólnoświatowe normy IWA 14-1 i IWA 14-2. Na rynku europejskim niekiedy zamienne podaje się parametry odnoszące się do wskazanych norm, dlatego też ważne jest, aby znać ich charakterystykę. W dalszej części artykułu przedstawiono główne założenia i kryteria z obszaru normalizacji VSB.

Wielka Brytania – normy: PAS 68 i PAS 69

Norma PAS 68 zawiera wyniki i specyfikacje badań zderzeń dla urządzeń VSB, w normie PAS 69 określono zaś wytyczne dotyczące wyboru, instalacji i użytkowania systemów VSB. Testy barier wykonano, stosując następujące kryteria:

- sześć kategorii pojazdów,
- zakres badanych prędkości uderzenia: 16–112 km/h,
- penetracja mierzona od końca blokady (w standardzie ASTM pomiar jest prowadzony od początku blokady).

Przykład klasyfikacji produktów zgodnie z normą PAS 68:2013: wynik testu V/7500(N2)/80/90:0.0/3.6 oznacza pojazd N2 (7500 kg) poruszający się z prędkością 80 km/h, kątem uderzenia 90°, penetracja 0,0 m, dyspersja 3,6 m¹³. W wynikach uwzględnia się następujące kryteria: obiekt testu (rodzaj pojazdu), masa pojazdu [kg], prędkość uderzenia [km/h], kąt uderzenia, penetracja za linię odniesienia bariery [m] oraz rozproszenie odpadków [m].

Klasy pojazdów dla PAS 68 (*class*):

- 1500 kg – samochód osobowy (M1),
- 2500 kg – 4×4 pick-up (N1G),
- 3500 kg – furgon (N1),
- 7500 kg – samochód ciężarowy z 2 osiami (N2),
- 18 000 kg – samochód ciężarowy z 2 osiami (N3),
- 30 000 kg – samochód ciężarowy z 4 osiami (N3).

¹³ Zob. *Impact Testing of Vehicle Security Barriers*, sierpień 2020 r., <https://www.cpni.gov.uk/hostile-vehicle-mitigation> [dostęp: 24 IX 2022].

Ameryka Północna i Ameryka Południowa – norma ASTM F2656-20

W Ameryce przez wiele lat obowiązywała norma DOS (SDSTD-02.1), którą wycofano w kwietniu 1985 r.¹⁴ W 2007 r. została ona zastąpiona przez ASTM F2656, która dostarczyła więcej szczegółów testów. Przy normalizacji stosuje się następujące kryteria:

- sześć kategorii pojazdów,
- zakres badanych prędkości uderzenia: 48–100 km/h,
- penetracja mierzona od końca blokady, ocena penetracji „P” 1, 2, 3 i 4.

Przykład klasyfikacji produktów zgodnie z normą ASTM F2656: wynik testu C7:50-P3 oznacza pojazd C7 (7200 kg) poruszający się z prędkością 50 mph, penetracja P3 pomiędzy 23 ft a 98 ft. W wynikach testów uwzględnia się następujące kryteria: kategoria pojazdu, prędkość uderzenia [mph], skala zakresów penetracji od P1 do P4 [ft].

Klasy pojazdów dla ASTM F2656 (*class*):

- 1100 kg – samochód (S.C),
- 2100 kg – samochód (FS),
- 2300 kg – pick-up (PU),
- 6800 kg – samochód ciężarowy z 2 osiami (US typ M),
- 7200 kg – samochód ciężarowy z 2 osiami (EU typ C7),
- 29 500 kg – samochód ciężarowy z 4 osiami (H).

Wielkość penetracji:

- P1 – mniej niż 3 ft (stopy),
- P2 – pomiędzy 3,3 ft a 23 ft,
- P3 – pomiędzy 23 ft a 98 ft,
- P4 – powyżej 98 ft.

Ameryka Północna i Ameryka Południowa – wycofana norma DOS (SDSTD-02.1)

Ponieważ wiele urządzeń antyterrorystycznych zostało przetestowanych zgodnie z normą DOS (SDSTD-02.1), wciąż jeszcze można znaleźć produkty, które mają takie atesty. Oczywiście bariery przetestowane w ten sposób mogą być stosowane na równi z innymi barierami, które zostały sklasyfikowane według innych, wymienionych już norm.

Klasyfikacja produktów według tej normy zakłada jedynie trzy kategorie i dlatego przy opisie produktów podaje się tylko jedną z nich:

- 1) K12 = M50 – średni samochód ciężarowy, 15 000 lbs (6,8 t), test przy prędkości 50 mph (~80 km/h),

¹⁴ <https://hvmhub.com/> [dostęp: 24 IX 2022].

- 2) K8 = M40 – średni samochód ciężarowy, 15 000 lbs (6,8 t), test przy prędkości 40 mph (~64 km/h),
- 3) K4 = M30 – średni samochód ciężarowy, 15 000 lbs (6,8 t), test przy prędkości 30 mph (~50 km/h).

Ogólnoświatowe standardy: IWA 14-1 i IWA 14-2

Norma IWA 14-1 nie neguje poprzednich testów produktów spełniających normy ASTM, DOS lub standardu PAS 68 i 69. Ma ona na celu umiędzynarodowienie i połączenie poprzednich standardów oceny ryzyka wspólnego dla wszystkich kontynentów. W normie IWA 14-2 zawarto wskazówki dotyczące doboru, instalacji i użytkowania barier bezpieczeństwa pojazdów, opisano również wymagania uwzględniane przy przeprowadzaniu testów, którymi są:

- dziewięć kategorii pojazdów – wynika to przede wszystkim ze specyfiki konstrukcji pojazdów amerykańskich i europejskich,
- zakres badanych prędkości uderzenia: 16–112 km/h,
- penetracja mierzona od początku blokady,
- pomiary rozproszenia szczątków; są one pomijane w klasyfikacji wyników (tabeli), zapisuje się je w pełnym raporcie z testów.

Przykład klasyfikacji produktów zgodnie z normą IWA 14-1: wynik testu V/7200(N2A)/80/90:0.0 oznacza pojazd N2A (7200 kg) poruszający się z prędkością 80 km/h, kątem uderzenia 90°, penetracją 0,0 m.

Klasy pojazdów dla IWA 14-1 (*class*):

- 1500 kg – samochód osobowy (M1),
- 2500 kg – 4×4 pick-up (N1G),
- 3500 kg – furgon (N1),
- 7200 kg – samochód ciężarowy z 2 osiami (N2A),
- 7200 kg – samochód ciężarowy z 2 osiami (N2B),
- 7200 kg – samochód ciężarowy z 2 osiami (N3C),
- 12 000 kg – samochód ciężarowy z 2 osiami (N2D),
- 24 000 kg – samochód ciężarowy z 3 osiami (N3E),
- 30 000 kg – samochód ciężarowy z 4 osiami (N3F).

Porównanie kategorii pojazdów według ich masy dla wszystkich przytoczonych norm

Zestawienia przedstawione na rysunkach 6. i 7. umożliwiają porównanie wyników testów zderzeniowych przeprowadzonych według różnych norm.

Dzięki temu można określić, czy urządzenia proponowane przez różnych producentów spełniają wymogi przedstawione w koncepcji zabezpieczenia budynku. Daje to decydentom dużo większą możliwość doboru urządzeń od producentów, którzy przetestowali i certyfikowali swoje wyroby według innych standardów, zależnych od kraju pochodzenia.

PAS 68:2013		IWA14-1:2013		ASTM F2656-18	
	1500 M1		1500 M1		1100 SC
					2100 FS
	2500 N1G		2500 N1G		2300 PU
	3500 N1		3500 N1		
	7500 N2		7200 N2A		

Rysunek 6. Porównanie norm dla samochodów osobowych i dostawczych.

Źródło: <https://hvmhub.com/wp-content/uploads/2018/09/HVMhub-Crash-Testing-Standards-Explained-v1.2.pdf> [dostęp: 24 IX 2022].

PAS 68:2013		IWA14-1:2013		ASTM F2656-18	
			7200 N2B		6800 M
	7500 N3		7200 N3C		7200 C7
			12000 N3D		
			24000 N3E		29500 H
	30000 N3		30000 N3F		

Rysunek 7. Porównanie norm dla samochodów ciężarowych.

Źródło: <https://hvmhub.com/wp-content/uploads/2018/09/HVMhub-Crash-Testing-Standards-Explained-v1.2.pdf> [dostęp: 24 IX 2022].

Tabele oraz opisy mogą być czasami niewystraszające i budzić wątpliwości co do równoważności urządzeń w nich sklasyfikowanych. W celu sprawdzenia, czy urządzenie spełni swoje zadanie, można do obliczeń użyć

wzoru matematycznego, porównując wielkości energii kinetycznej powstającej w wyniku ruchu pojazdów uwzględnionych w badaniach.

$$\text{Energia kinetyczna} = \frac{\text{masa} \times \text{prędkość}^2}{2}$$

gdzie: energia kinetyczna jest wyrażona w kJ, masa w t, prędkość w m/s.

Poniżej przedstawiono przykłady obliczeń wartości energii kinetycznej dla samochodów o różnej masie.

Pojazd o masie 7,5 t (np. N2 według PAS 68) poruszający się z prędkością 40 mph (~64 km/h) przy zderzeniu z barierą osiąga wartość energii kinetycznej równą 1185 kJ:

$$\frac{7,5 \times (64 \times 1000 \div 3600)^2}{2} = \mathbf{1185 \text{ kJ}}$$

Pojazd o masie 12 t (np. N3D według IWA 14-1) poruszający się z prędkością 32 mph (~50 km/h) przy zderzeniu z barierą osiąga wartość energii kinetycznej równą 1157 kJ:

$$\frac{12 \times (50 \times 1000 \div 3600)^2}{2} = \mathbf{1157 \text{ kJ}}$$

Jak wynika z przykładów obliczeniowych energii kinetycznej dla obu pojazdów mających różną masę i jadących z różną prędkością, jest ona podobna, dlatego też bariera, która była testowana z wynikiem pozytywnym dla energii kinetycznej równej 1185 kJ, prawdopodobnie może skutecznie zatrzymać oba pojazdy o wskazanych parametrach. Obliczenie energii kinetycznej nie zastępuje jednak testu zderzeniowego, który powinien być przeprowadzony dla tych pojazdów. Pojazdy mają różną budowę i wysokość, podobnie jak bariery. Nie należy zakładać, że podobna energia kinetyczna oznacza zbliżony wynik badania zderzenia pojazdów.

Najczęściej porównywane pojazdy zaklasyfikowane według różnych norm

W tabeli zestawiono wartości energii kinetycznej wyliczone zgodnie z przedstawionym wcześniej wzorem dla różnych kategorii samochodów

o różnej masie, co pozwala na szybkie porównanie pojazdów sklasyfikowanych według różnych norm.

Tabela. Porównanie energii kinetycznej dla pojazdów o różnej masie i jadących z różną prędkością, obliczonej według poszczególnych norm.

Norma	PAS 68	IWA 14-1	ASTM F2656	ASTM F 2566	DOS SC /STD2.01
Kategoria pojazdu	N2	N2A	Ciężarówka (M)	Ciężarówka (C7)	N2A
Masa pojazdu [kg]	7500	7200	6800	7200	6800
Prędkość [km/h]	48	48	50 (30 mph/h)	50 (30 mph/h)	50 (30 mph/h)
Energia kinetyczna [kJ]	667	640	656	694	656
Prędkość [km/h]	64	64	65 (40 mph/h)	65 (40 mph/h)	65 (40 mph/h)
Energia kinetyczna [kJ]	1185	1138	1108	1174	1108
Prędkość [km/h]	Nieklasyfikowane	80	80 (50 mph/h)	80 (50 mph/h)	80 (50 mph/h)
Energia kinetyczna [kJ]		1778	1679	1778	1679

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: <https://hvmhub.com> [dostęp: 24 IX 2022].

Wyniki badań i testy wyrobów. Wnioski

Bardzo istotnym elementem w procesie wyboru urządzeń jest uzyskanie od potencjalnego dostawcy wyników testów wykonanych przez akredytowaną jednostkę badawczą. Wiele firm informuje, że ma w swojej ofercie wyroby tzw. *engineered solutions*, co oznacza, że zostały one zaprojektowane zgodnie z dobrą praktyką inżynierską, ale nie zostały przetestowane. W celu przeprowadzenia testów należy wykonać próby zniszczeniowe dla różnych kategorii pojazdów, co jest kosztowne, ale daje gwarancję, że oferowane urządzenie zabezpieczy obiekt we właściwy sposób. Testy są przeprowadzane w konkretnych warunkach, a montaż barier powinien odwzorowywać rzeczywiste warunki. Wszystkie te wytyczne, np. jaki czas musi upłynąć od momentu wylania betonu ze zbrojeniami i montażu bariery do przeprowadzenia próby zderzeniowej, są opisane w poszczególnych normach. Testy zderzeniowe są bardzo drogie nie tylko ze względu na koszt wykonania testu przez laboratorium badawcze, lecz także koszt testowanych

barier, które ulegną zniszczeniu, oraz pojazdu, który musi spełniać normy pojazdu dopuszczonego do ruchu. Oznacza to, że pojazd musi mieć sprawne zawieszenie, hamulce, opony o naturalnym dopuszczalnym zużyciu oraz wiele innych cech opisanych w standardach każdej z norm. Określony jest również maksymalny wiek pojazdu, jaki może być testowany. Wszystko to oznacza, że zainstalowane bariery i wykonane fundamenty zostaną zniszczone lub naruszone podczas prób testowych i niemożliwe będzie ich ponowne wykorzystanie do kolejnych testów. Dlatego zazwyczaj ocenia się tylko niewielką liczbę scenariuszy możliwych ataków, tzn. jest wybierana jedna długość bariery lub minimalna liczba bollardów.

W ostatnich latach numeryczne metody obliczeniowe były z powodzeniem wykorzystywane do oceny i weryfikacji, co dzieje się z elementami konstrukcyjnymi i niekonstrukcyjnymi podczas różnych zdarzeń dynamicznych, jak kolizje pojazdów lub samolotów (symulacje zderzeń). Do wykorzystania modeli numerycznych może dojść w przypadku interakcji uderzenia pojazd–bariera. Osiągnięcie wysokiego poziomu zaufania do rozwiązań numerycznych wymaga użycia niezawodnych i efektywnych algorytmów elementów obliczeniowych, które są rozważane przez naukowców jako alternatywa dla eksperymentów fizycznych. Modele komputerowe powinny być wykorzystywane jako część rozwoju projektu bariery, a nie jako jedyny sposób na udowodnienie, czy bariera zatrzyma pojazd. Na rysunku 8. zamieszczono kod QR, pod którym jest dostępny film z przeprowadzenia testu z wykorzystaniem pojazdu o masie 7,2 t poruszającego się z prędkością 48 km/h¹⁵.



Rysunek 8. Kod QR z odnośnikiem prowadzącym do testu Horiba-Mira.

Źródło: Materiały laboratorium Horiba-Mira, <https://www.youtube.com/watch?v=Rq4IPZu7nv8> [dostęp: 24 IX 2022].

¹⁵ Test został wykonany przez laboratorium badawcze Horiba Mira, <https://www.horiba-mira.com/> [dostęp: 24 IX 2022].

Normy dotyczące odporności na włamanie

Oprócz zagrożenia płynącego z użycia pojazdu istnieją inne niebezpieczeństwa wynikające np. z próby siłowego sforsowania strefy obwodowej chronionego obszaru. Tego typu ryzyko i zdolność zabezpieczeń technicznych do zapobiegania im są klasyfikowane według norm badających odporność na włamanie. Przeprowadzenie testów przeciwwłamaniowych ma na celu określenie czasu oporu zabezpieczeń przy próbie sforsowania strefy przez włamywacza. W przypadku potrzeby zastosowania VSB, np. bram przesuwanych lub uchylnych, mogą być określane też dodatkowe parametry związane z odpornością na włamanie. Dotyczy to szczególnie przypadków, gdy jest to parametr, który występuje jako wymóg dla ogrodzenia stałego będącego linią obwodowej ochrony.

Norma PN-EN 1627 definiuje odporność na włamanie jako właściwość następujących produktów: drzwi, okien, ścian osłonowych, krat i żaluzji. W testach bada się czas (w minutach) stawiania oporu próbom siłowego wejścia do chronionego pomieszczenia lub obszaru na skutek użycia siły fizycznej oraz określonych narzędzi. Stopień odporności zabezpieczenia decyduje o przyporządkowaniu go do odpowiedniej klasy odporności na włamanie. W normie PN-EN 1627 uwzględnia się **6 klas odporności na włamanie** (oznaczonych symbolem RC) dla budowlanych wyrobów otworowych, w tym okien i drzwi, w zależności od poziomu odporności na próby włamania, a także określa się dla nich przewidywane metody i próby uzyskania dostępu, czyli czasu sforsowania przeszkody:

- RC1 – RC3: dla założenia „przypadkowy włamywacz” – zmienną są użyte narzędzia; wynik badań określa czas oporu na włamanie (odpowiednio: RC1 – 0 min, RC2 – 3 min, RC3 – 5 min),
- RC4: dla założenia „wprawny włamywacz” – zmienną są użyte narzędzia; wynik badań określa czas oporu na włamanie (RC4 – 10 min),
- RC5 – RC6: dla założenia „doświadczony włamywacz”, zmienną są użyte narzędzia; wynik badań określa czas oporu na włamanie, odpowiednio RC5 – 15 min, RC6 – 20 min.

Wynikiem badania jest przypisanie produktom klasy odporności od RC1 do RC6, co odpowiada czasowi sforsowania przegrody od 0 min do 20 min¹⁶.

Inną normą opisującą kategorie odporności na sforsowanie, praktycznie nieznaną w Polsce, jest norma brytyjska LPS¹⁷ 1175, wersja 8, stworzona

¹⁶ Zob. <https://badaniaokien.pl/> [dostęp: 24 IX 2022].

¹⁷ Standardy Zapobiegania Stratom (ang. *Loss Prevention Standards*, LPS).

i wdrożona przez BRE Global. Częścią tej organizacji jest biuro badawcze LPCB¹⁸. Wynikiem badań i certyfikacji według tej normy jest przypisanie produktom odporności w 48 klasach, co odpowiada czasowi sforsowania przegrody od 0 min do 20 min, który jest uzależniony od typu użytych narzędzi oraz doświadczenia i kwalifikacji intruza.

Norma LPS 1175 obejmuje szeroki zakres oceny produktów bezpieczeństwa fizycznego. Zajmuje się scenariuszami możliwych zagrożeń spowodowanych wejściem intruzów, którzy nie zwracają uwagi na hałas towarzyszący próbie uzyskania dostępu do aktywów, mienia i osób. Wypracowanie standardu jest wynikiem wieloletniej współpracy partnerskiej z rządem, ubezpieczycielami i policją oraz innymi służbami. Standardy LPS są obecnie powszechnie uznawane i stosowane w sektorach ochrony przeciwpożarowej i bezpieczeństwa na całym świecie. Biuro LPCB oferuje certyfikację jako niezależna jednostka certyfikująca.

W najnowszej wersji LPS 1175 (8) zdefiniowano wskaźniki odporności na działania intruzów składające się z dwóch elementów:

- 1) poziom zagrożenia – oznaczany literami od A do H odpowiadającymi zestawowi narzędzi – służy do oceny odporności produktu na intruzów i liczby zaangażowanych osób,
- 2) opóźnienie – oznaczone liczbami: 1, 3, 5, 10, 15 lub 20 odpowiadającymi minimalnemu opóźnieniu (w min) gwarantowanemu przez produkt – badane po jego zablokowaniu.

Produkty certyfikowane zgodnie z LPS 1175 uwzględniają w badaniu:

- ataki amatorskie narzędziami ręcznymi, małymi i łatwymi do ukrycia, przy próbie sforsowania trwającej ok. 1 min (klasa A1),
- ataki profesjonalne z wykorzystaniem szerokiej gamy narzędzi mechanicznych, elektrycznych i termicznych, przy próbie sforsowania trwającej ok. 20 min (klasa bezpieczeństwa H20).

Uzyskane wyniki badania umożliwiają przypisanie produktom odpowiedniej klasy odporności, co odpowiada czasowi sforsowania przegrody od 0 min do 20 min¹⁹.

Wnioski cząstkowe dotyczące norm odporności na włamanie

Wyroby przebadane według wskazanych powyżej norm nie są w pełni odporne na włamanie i aktywne działania sprawców. Ich funkcją jest

¹⁸ Ang. Loss Prevention Certification Board.

¹⁹ www.bregroup.co.uk [dostęp: 24 IX 2022].

stawianie oporu intruzowi forsującemu dane zabezpieczenie przez określony czas. Norma EN 1627 zajmuje się badaniem i certyfikacją drzwi, okien, ścian przegrodowych, krat i żaluzji. Norma LPS 1175 (8) skupia się na badaniu i certyfikacji dużo szerszego zakresu produktów, których nie obejmuje norma EN 1627. **Dlatego też zastosowanie produktów sklasyfikowanych według normy LPS 1175 (8) razem z produktami sklasyfikowanymi według norm dla VSB stanowi doskonale uzupełnienie wykorzystywane w zakresie projektowania kompleksowego zabezpieczenia ochrony obwodowej.**

Klasyfikacja barier antyterrorystycznych – podział ze względu na rodzaj sterowania oraz typ montażu

Poniżej zaprezentowano podstawowe charakterystyki poszczególnych rodzajów urządzeń z obszaru zewnętrznych zabezpieczeń technicznych.

Bollardy stałe

Bollardy stałe (ang. *fixed bollards*) to urządzenia o najprostszej konstrukcji i najczęściej stosowane. Stalowa rura jest instalowana w betonowym zbrojonym fundamencie (zdjęcie 5). Głębokość fundamentu nie przekracza zazwyczaj 1400 mm, a wysokość ponad poziom gruntu nie przekracza 1200 mm. Blokada jest projektowana z zachowaniem staranności inżynierskiej, a następnie poddawana testom zderzeniowym w celu określenia rzeczywistej odporności według wcześniej opisanych norm.

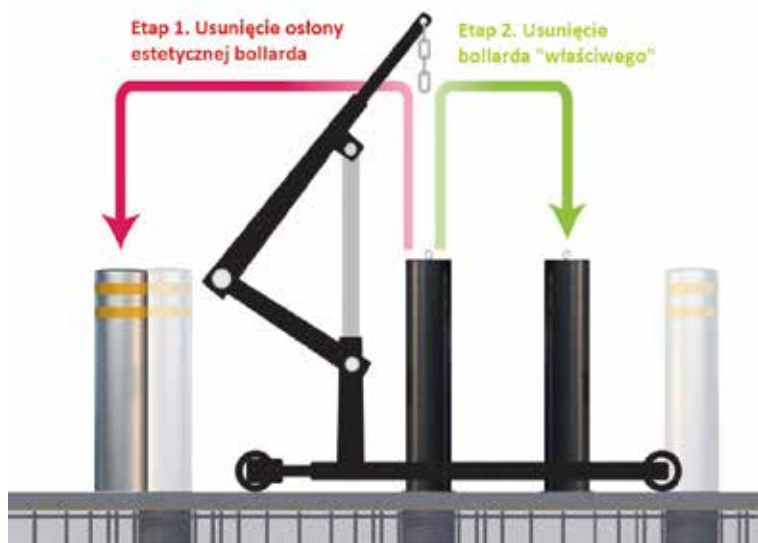


Zdjęcie 5. Bollardy stałe zamontowane na stacji metra w Londynie.

Źródło: Materiały marketingowe ATG Access.

Bollardy demontowane

Konstrukcja bollardów demontowanych (ang. *removable bollards*) jest taka sama jak bollardów stałych co do wielkości fundamentów, średnicy rury oraz użytych materiałów. Zasadnicza różnica polega na możliwości ich czasowego zdemontowania. W praktyce oznacza to, że górna część rury jest przymocowana do jej dolnej części i do fundamentu za pomocą śrub lub specjalistycznych „zatrząsków” (rysunek 9). Tego typu bollardy są montowane np. w miejscach, w których okresowo odbywają się imprezy masowe, co wymaga czasowego odgródnienia części obszaru. Oprócz ekonomicznej zalety tego rozwiązania, tańszego od bollardów automatycznych, niewątpliwą korzyścią jest również to, że po demontażu barier miejsce ich zamontowania nie stanowi przeszkody komunikacyjnej dla ruchu kołowego lub pieszego. Słabymi stronami są natomiast konieczność przewożenia zdemontowanych słupków, ich magazynowania oraz koszty związane z zatrudnieniem ekipy montażowej.

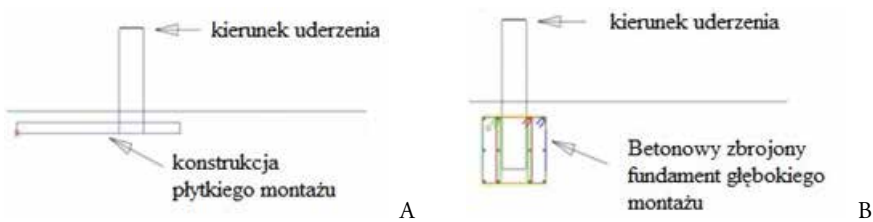


Rysunek 9. Schemat demontowania bollardów.

Źródło: <https://www.frontierpitts.com/products/bollards/hvm-static-bollards/pas68-removable-jupiter-7550/> [dostęp: 24 IX 2022].

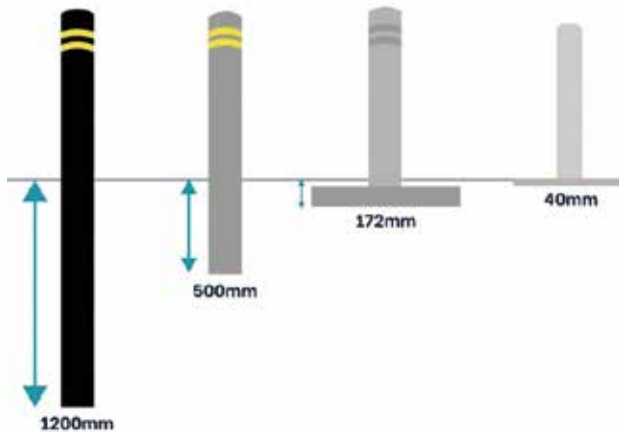
Bollardy stałe – płytki montaż

W centrach miast, gdzie prawdopodobieństwo kolizji pojazdów z instalacjami miejskimi jest bardzo wysokie, stosuje się konstrukcje z bollardami płytkiego montażu. Taki typ rozwiązania w przypadku bollardów statycznych charakteryzuje się brakiem tradycyjnego fundamentu ze zbrojeniem (rysunki 10 oraz 11).



Rysunek 10. Porównanie fundamentów bollardów: płytki montaż (A), standardowy głęboki montaż (B).

Źródło: Materiały marketingowe ATG Access.



Rysunek 11. Porównanie różnych głębokości montażu bollardów.

Źródło: Materiały marketingowe ATG Access.

Montaż urządzeń następuje bezpośrednio na przygotowanym podłożu na zasadzie łączenia prefabrykowanych elementów w linii, która nie musi być prosta (rysunek 12). Podczas projektowania ustala się przebieg linii zabudowy bollardów zgodny z parametrami oceny ryzyka, np. odległością od obiektu wynikającą z penetracji oraz rozproszenia odpadków (dyspersji).



Rysunek 12. Bollardy płytowego montażu zamontowane zgodnie z parametrami oceny ryzyka.

Źródło: Materiały marketingowe ATG Access.

Bollardy automatyczne

Konstrukcję bollardów automatycznych stanowi w uproszczeniu ruchoma stalowa rura z napędem, instalowana w betonowym i zbrojonym fundamencie (zdjęcie 6). Głębokość fundamentu zazwyczaj nie przekracza 2300 mm, wysokość nad poziom gruntu nie przekracza 1200 mm. W rurze o większej średnicy jest umieszczana rura o mniejszej średnicy, która na zasadzie teleskopu porusza się wewnątrz. W zależności od potrzeb jest schowana lub wysunięta ponad poziom terenu. W tych urządzeniach najbardziej pożądanym jest napęd hydrauliczny z elektroniką sterującą. Napęd hydrauliczny pozwala na bardzo płynne i szybkie otwarcie lub zamknięcie barier.



Zdjęcie 6. Bollardy automatyczne.

Źródło: Materiały marketingowe ATG Access.

Blokada w wersji automatycznej daje duże możliwości ochrony wybranych stref, pozwala na nieograniczony ruch pieszy przy limitowanym dopuszczeniu pojazdów. Blokada umożliwia wykonywanie dużej liczby operacji ruchu bollarda, dlatego doskonale sprawdza się w miejscach o dużym natężeniu ruchu. Może być elementem składowym większego systemu kontroli dostępu, całego zdalnego systemu zarządzania bezpieczeństwem lub działać jako system autonomiczny. W przypadku specyficznych wymagań możliwa jest również funkcja szybkiego otwarcia lub zamknięcia awaryjnego. Oprócz wymienionych wyżej zalet należy zwrócić uwagę na to, że cena automatycznych urządzeń w stosunku do bollardów stałych jest wyższa.

Bardzo ważną opcją jest tzw. szybkie działanie awaryjne (ang. *Emergency Fast Operation*, EFO). Taki system pozwala na prawie natychmiastowe wysunięcie bariery automatycznej, nawet w czasie krótszym niż 2 s. Jest to dodatkowa funkcja, która musi być przewidziana przed rozpoczęciem produkcji, czyli na etapie złożenia zamówienia. Podczas oceny ryzyka pokonania przeszkody konsultant może zarekomendować zastosowanie EFO jako elementu podniesienia poziomu bezpieczeństwa.

Bollardy automatyczne do płytkiego montażu

Przykładem nietypowego rozwiązania jest automatyczny bollard do płytkiego montażu, który ma oryginalną, podwójnie chowaną konstrukcję opartą na zasadzie teleskopu (zdjęcie 7). Bollard jest zbudowany z rury osłonowej oraz dwóch ruchomych rur poruszających się wewnątrz. Całość jest instalowana w betonowym zbrojonym fundamencie.



Zdjęcie 7. Bollardy automatyczne płytkiego montażu.

Źródło: Materiały marketingowe ATG Access.

Większość certyfikowanych automatycznych słupków ma fundament o głębokości ok. 1500 mm. Ten innowacyjny produkt ma głębokość posadowienia zaledwie 900 mm, czyli mniej niż 1 m. To rozwiązanie pozwala na instalację w miejscach, w których nie można wykonywać głębokich wykopów lub istnieje groźba uszkodzenia instalacji podziemnych.

Bollardy bez napędu automatycznego – sterowane ręcznie

Konstrukcja tych bollardów jest podobna do konstrukcji bollardów automatycznych, z tą różnicą, że rolę automatycznych napędów elektryczno-hydraulicznych przejmuje człowiek. Przy użyciu siły mięśni lub wkrętarek z patentowymi adapterami można regulować wysunięcie rury bollarda. Stalowa rura jest instalowana w betonowym zbrojonym fundamencie. Głębokość fundamentu przeważnie nie przekracza 1400 mm, wysokość nad poziom gruntu nie przekracza 1200 mm. W rurze o większej średnicy umieszcza się rurę o mniejszej średnicy, która na zasadzie teleskopu porusza się wewnątrz i w zależności od potrzeb jest albo schowana, albo wysunięta ponad poziom terenu (zdjęcie 8).



Zdjęcie 8. Bollard sterowany ręcznie.

Źródło: Materiały marketingowe ATG Access.

Tego typu bariery są instalowane w miejscach dojazdowych do obszarów stale chronionych, w których okazjonalnie pojawia się konieczność wjazdu pojazdów, na przykład w centrach wystawienniczych lub galeriach wymagających okresowej zmiany ekspozycji. Zaletą w stosunku do urządzeń automatycznych jest niższa cena, niedogodnością – konieczność obecności obsługi w miejscu instalacji urządzeń. Dodatkową korzyścią w porównaniu z bollardami demontowanymi jest brak konieczności transportowania urządzeń oraz wynajmu ekip montażowych.

Blokady drogowe automatyczne i ręczne

Blokady drogowe są zazwyczaj stosowane w celu zabezpieczenia miejsc o szerokich wjazdach, gdzie nie estetyka, a funkcjonalność i poziom zabezpieczenia są najważniejszymi kryteriami. Będą one najbardziej skuteczne, gdy zostaną użyte jako ostateczny punkt kontroli (zdjęcie 9). Blokady drogowe można usystematyzować w następujący sposób:

- blokady automatyczne z napędem hydraulicznym,
- blokady manualne do stosowania w przypadku sporadycznego otwarcia drogi przejazdowej,
- blokady płytkego lub nawierzchniowego montażu,
- blokady głębokiego montażu.



A



B

Zdjęcie 9. Bollardy drogowe automatyczne: płytkego montażu (A), nawierzchniowego montażu (B).

Źródło: Materiały marketingowe ATG Access.

Szlabany

Szlabany znajdują zastosowanie w miejscach, w których niepraktyczne i niepotrzebne jest umieszczanie fundamentów na nawierzchni jezdni. Na zdjęciu 10. zaprezentowano szlaban, którego fundamenty znajdują się

po obu stronach drogi. Głębokość posadowienia fundamentów wynosi od 500 mm do 1500 mm.



Zdjęcie 10. Szlaban jako zabezpieczenie VSB.

Źródło: <https://www.jacksons-security.co.uk/crash-rated-products/crash-rated-manual-arm-barrier> [dostęp: 24 IX 2022].

Jest to estetyczne rozwiązanie będące alternatywą dla bram wjazdowych, ponieważ zapewnia szybsze otwarcie wjazdu niż większość bram dostępnych na rynku. Szlabany mogą być wyposażone w dodatkowe wypełnienia montowane poniżej ruchomego ramienia w celu uniemożliwienia ominięcia bariery przez pieszych, rowerzystów czy motocyklistów.

Na rynku są dostępne różne typy produktów – z napędem ręcznym lub automatycznym, w zależności od liczby dziennych cykli otwarcia przejazdu. Są one przetestowane nawet dla pojazdów o masie 7,5 t poruszających się z prędkością 80 km/h.

Bramy

Testowane bramy antyterrorystyczne są stosowane jako ostateczna kontrola dostępu fizycznego zarówno dla pojazdów, jak i dla pieszych. Mogą one zapewnić skuteczną ochronę przed atakami VAW oraz próbami włamania dokonywanymi przez osoby fizyczne. Bramy uzupełniają również ochronę obwodową obiektu jako całości i są zintegrowane z ogrodzeniem stałym. Bardzo częstymi argumentami przemawiającymi za stosowaniem bram są ich bezawaryjność oraz łatwość konserwacji i eksploatacji. Uznani producenci gwarantują ich bezawaryjną pracę przez długi czas.

Przy testowaniu produktów stosuje się takie same zasady jak dla bollardów i również dla tych urządzeń uzyskuje się wyniki wysokiej odporności na atak nawet dla pojazdów o masie 7,5 t poruszających się z prędkością 80 km/h.

Nazwa „brama” odnosi się do całej różnorodnej gamy rozwiązań, m.in.: bram przesuwnych, składanych bram dwustronnych, bram uchylanych dwuskrzydłowych oraz bram do montażu tymczasowego. Wybór typu bramy zależy od możliwości jej otwarcia, na przykład czy jest wystarczająco dużo miejsca do przesunięcia bramy, jest to tzw. tor powrotny dla skrzydła przesuwnego, a w przypadku bram składanych, czy jest zapewniona wystarczająca ilość miejsca do ich otwarcia (rysunek 13).



Rysunek 13. Brama płytkego montażu jako VSB.

Źródło: <https://barkersfencing.com/product/vulcan-rcs/> [dostęp: 24 IX 2022].

Bramy są często wybierane jako bardzo skuteczne rozwiązanie ze względu na niewielką penetrację, dla niektórych konstrukcji równą nawet 0,0 m. Skutecznym zabezpieczeniem – zgodnie z procedurami bezpieczeństwa – jest zastosowanie bramy w połączeniu z innymi typami blokad. Najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest tworzenie służy do kontroli pojazdów. Służa może składać się z bollardów automatycznych montowanych przed strefą obwodową, którą jest brama wraz z ogrodzeniem. Dzięki takiemu rozwiązaniu jest możliwy dwustopniowy poziom weryfikacji: przed służą oraz wewnątrz strefy służy. Pojazd zatrzymany w służy może być poddany szczegółowej kontroli, w tym skanowaniu podwozia w celu wykrycia materiałów wybuchowych.

Ogrodzenia stałe linowe

Ochrona jedynie dróg dojazdowych bez uzupełnienia jej skutecznym ogrodzeniem obwodowym jest często niewystarczająca. Budowa stałej bariery jest niejednokrotnie niemożliwa ze względu na znaczne koszty oraz trudności montażowe, np. czas montażu, wielkość wykopów, roboty fundamentowe i kolizje. Z tego względu na rynku produktów są dostępne systemy uzupełniające, którymi są ogrodzenia linowe.

Ogrodzenia linowe to system napiętych lin stalowych poprowadzonych przez słupki pośrednie, które mogą być montowane w odległości większej niż 1 200 mm oraz wysokości ok. 1200 mm (zdjęcie 11). Liny przechodzą przez słupki pośrednie oraz słupy właściwe zakotwiczone w głębokim fundamencie, będące ważnym elementem wytrzymałości całości ogrodzenia linowego. Głębokość fundamentów zależy od rodzaju słupków – pośrednich i właściwych, przy czym dla słupów właściwych jest dużo większa. Testy zderzeniowe wykazały odporność tego typu ogrodzeń na atak pojazdami o masie 7,5 t poruszającymi się z prędkością 80 km/h.



Zdjęcie 11. Ogrodzenie linowe Bristorm.

Źródło: <https://hill-smith.co.uk/what-we-do/bristorm-hostile-vehicle-mitigation/> [dostęp: 24 IX 2022].

Blokady typu *art & design* – meble uliczne

Tego typu rozwiązania są montowane w centrach miast i powstały w celu zapewnienia spójności architektonicznej. Takie blokady wprowadzają

pewną lekkość wizualną, powiązaną jednocześnie z dużą skutecznością zabezpieczenia w przypadku ataku pojazdem. Mają one różne formy, np. ławek, kwietników, donic, poręczy lub bollardów ze specjalnymi nasuwany- mi na nie osłonami zewnętrznymi typu *art & design*. Innym rozwiązaniem stosowanym przez architektów przestrzeni jest projektowanie kompletnych urządzeń małej architektury, które poddaje się testom według wcześniej opisanych norm. W ich montażu wykorzystuje się zintegrowany element konstrukcji, jakim jest fundament zagłębiany poniżej poziomu terenu. Na zdjęciach 12. i 13. przedstawiono przykłady rozwiązań, które oprócz funkcji użytkowych są skutecznym zabezpieczeniem antyterrorystycznym.



Zdjęcie 12. Przykłady blokad w postaci mebli ulicznych (ang. *street furniture*).

Źródło: Materiały marketingowe ATG Access.



Zdjęcie 13. Zastosowanie blokady złożonej z kwietników i bollardów stałych.

Źródło: Materiały marketingowe ATG Access.

Innym ciekawym przykładem praktycznego zastosowania koncepcji *art & design* jest bollard stały „City of London”, stylizowany na historyczne słupki miejskie. Tego typu zabezpieczenia można znaleźć na obszarze całego Londynu. Jest to wyjątkowe rozwiązanie będące połączeniem tradycyjnego projektu z najwyższymi wymogami bezpieczeństwa, mające certyfikat odporności na zderzenia.



Zdjęcie 14. Bollardy typu „City of London”.

Źródło: Materiały marketingowe ATG Access.

Blokady tymczasowe

Systemy barier do montażu nawierzchniowego, tzn. barier niezwiązanych trwale z podłożem, zostały zaprojektowane w celu tymczasowej ochrony wybranych obszarów, szczególnie podczas imprez masowych i różnego typu zgromadzeń. Są one montowane na określony czas, a ich konstrukcja pozwala zarówno na montaż w bardzo krótkim czasie, jak i łatwe przetransportowanie lekkimi pojazdami. Bariery są dostarczane w oddzielnych modułach, które układa się po kilka elementów, co pozwala na transport na palecie i ułatwia przechowywanie, załadunek i rozładunek.

Montaż bariery na drodze o standardowej szerokości można wykonać w ciągu zaledwie kilku minut przy udziale nielicznej ekipy montażowej, bez użycia wózka widłowego. Zaletą systemu jest wykorzystanie mniejszej liczby pojazdów wymaganych do dostarczenia wszystkich elementów blokady w porównaniu z transportem tradycyjnych barier (jak bloki betonowe lub stalowe) oraz całkowita rezygnacja z wykorzystania wózka widłowego. Blokada jest zaopatrzona w wiele różnych prefabrykowanych elementów i adapterów pozwalających na montaż na różnych poziomach powierzchni oraz w miejscach ograniczonych krawężnikami lub

istniejącymi elementami małej architektury. Bariera jest zaprojektowana w taki sposób, aby była estetyczna dla użytkowników miejskiej przestrzeni publicznej. Powierzchnie barier mogą być wykorzystane jako nośniki reklamowe, które w przypadku pozyskania sponsora przynoszą organizatorowi imprezy dodatkowe korzyści marketingowe lub finansowe.

Bariera tymczasowa pozwala na swobodny dostęp tylko pieszym i rowerzystom. Aby umożliwić przejazd służbom ratowniczym, można dodatkowo zainstalować tzw. punkt dostępu dla pojazdów, który będzie wkomponowany w standardowy układ bariery. Bariery tego typu są testowane zderzeniowo przy użyciu np. pojazdów 7,5 t i gwarantują odporność przy uderzeniu z prędkością nawet 50 km/h. Ponieważ w tym systemie brakuje trwałego związania z podłożem, w przypadku uderzenia dochodzi do penetracji chronionego terenu wynoszącej do kilkunastu metrów. Dlatego instalację barier należy planować w taki sposób, aby były ustawione w większej odległości od chronionej strefy, niż wynosi penetracja uzyskana w testach (zdjęcie 15).



Zdjęcie 15. Przykład bariery tymczasowej.

Źródło: <https://www.pitagone.com/en/home/gallery> [dostęp: 24 IX 2022].

Blokady ziemne – wały i rowy

Chronione obiekty mogą być zabezpieczone za pomocą naturalnie utworzonych barier lub przez nieznaczną modyfikację istniejącego ukształtowania terenu, co może być elementem skutecznej ochrony obwodowej przed HVM. Naturalne bariery to m.in. rzeki, stawy, jeziora, obszary gęsto zalesione, strome zbocza lub niezniwelowane powierzchnie gruntów. Tego

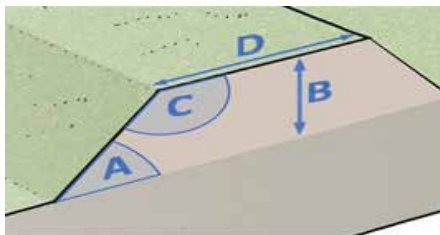
typu bariery pozwalają przeprowadzić działania prewencyjne, które skutkują zaniechaniem ataku ze względu na brak możliwości przejazdu samochodem. Jeśli takie naturalne bariery nie występują w obszarze ochrony obwodowej, możliwe jest ich zaprojektowanie. Zalecany rozwiązaniem jest budowa rowu, obwałowania lub kombinacja tych elementów. Wskazaniem do wykorzystania naturalnych barier ochronnych mogą być:

- uwarunkowania finansowe – proste projekty ziemne obniżają koszty montażu drogich rozwiązań obwodowych budowanych z elementów stalowych,
- dostępność lokalna materiałów do wykonania robót ziemnych,
- uwarunkowania gruntowe – możliwość kolizji z instalacjami podziemnymi, które uniemożliwiają wykonanie głębokich wykopów potrzebnych do montażu VSB,
- poprawność architektoniczna – konieczność integracji projektowanych barier z istniejącym krajobrazem.

Projektowanie barier naturalnych nie jest dowolne – musi być zgodne z wytycznymi, które są ważnym elementem projektu ochrony przed HVM. Ten typ zabezpieczenia również powinien być opracowany przez uprawnionego, wykwalifikowanego projektanta. Możliwość zatrzymania ataku przez budowlę ziemne lub elementy krajobrazu będzie zależało od ich struktury i wymiarów. Podstawowymi parametrami wymagającymi przeanalizowania przy tworzeniu tego typu zabezpieczeń są:

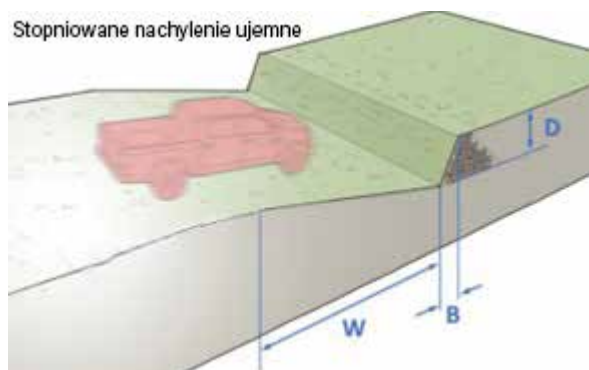
- wytrzymałość użytego materiału, np. wzmocnienie wałów dodatkowymi workami z kamieniami,
- wysokość, szerokość, długość, kąt spadku krawędzi – stromość w przypadku wału, głębokość w przypadku rowu.

Na rysunkach 14. i 15. zobrazowano, jakie parametry należy uwzględnić, aby wykorzystać ukształtowanie terenu jako zabezpieczenie przed atakiem.



Rysunek 14. Parametry wymagane przy projektowaniu wału: kąty nachylenia, długość i wysokość.

Źródło: <https://www.cpni.gov.uk/resources/hvm-earthworks-and-landscaping>, s. 11 [dostęp: 24 IX 2022].



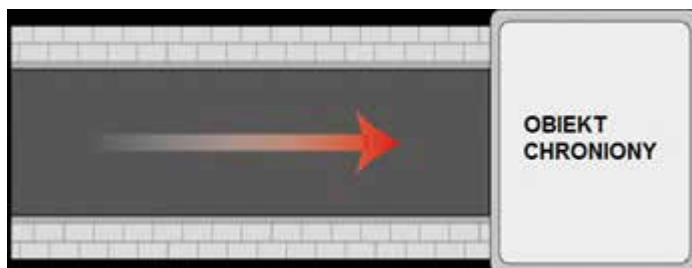
Rysunek 15. Parametry wymagane przy projektowaniu rowu: kąty nachylenia, długość, wysokość, długość najazdu drogi.

Źródło: <https://www.cpni.gov.uk/resources/hvm-earthworks-and-landscaping>, s. 8 [dostęp: 24 IX 2022].

Doświadczenia autora w projektowaniu zabezpieczeń

Autor artykułu ma szeroką wiedzę z zakresu projektowania zabezpieczeń z zastosowaniem VSB. Zgodnie z jego doświadczeniem na etapie opracowywania założeń dla systemów bezpieczeństwa zewnętrznego występują dwa uwarunkowania wynikające z ukształtowania terenu, które wpływają na realizację projektu.

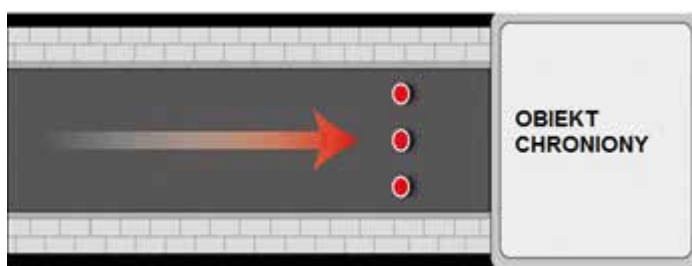
Pierwszy przypadek występuje w sytuacji, gdy istnieją ograniczone możliwości wpływania na ukształtowanie dróg dojazdowych lub wcale nie ma możliwości zmiany charakteru dojazdu. W tej sytuacji prawdopodobne jest stworzenie wielu wersji scenariuszy możliwych zabezpieczeń, a opracowanie projektu odpowiedniego dla danego terenu wymaga od osoby go przygotowującej wiedzy eksperckiej w związku z koniecznością poddania analizie wielu aspektów wynikających z dokonanej oceny ryzyka ataku. Dlatego też tylko wykwalifikowany konsultant jest w stanie zaproponować optymalne rozwiązanie, w którym uwzględnia się zarówno zabezpieczenia adekwatne do zagrożenia, jak i optymalizuje się koszty realizacji. W dalszej części artykułu przedstawiono przykłady typowych zabezpieczeń możliwych do zastosowania na drodze dojazdowej. Na rysunku 16. zaprezentowano niezabezpieczoną drogę dojazdową do obiektu, który podlega ochronie, a na kolejnych – możliwe do zastosowania zabezpieczenia w tych samych warunkach.



Rysunek 16. Budynek chroniony bez żadnych barier.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów marketingowych ATG Access.

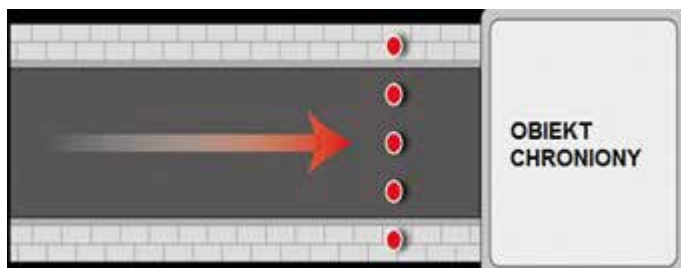
Na rysunkach 17–22 pokazano zastosowanie jako zabezpieczenia budynków barier dobranych do oszacowanej masy i prędkości pojazdu wynikające z oceny dynamiki pojazdu (ang. *vehicle dynamic assessment*, VDA). Na podstawie parametrów opisanych w certyfikacie dla wybranych bollardów zostały one zainstalowane w odpowiedniej odległości od budynku, z uwzględnieniem penetracji i przemieszczenia odpadków poudrzeniowych. Blokady zainstalowano tylko w strefie jezdni drogi dojazdowej (rysunek 17).



Rysunek 17. Bollardy automatyczne tylko w strefie jezdni.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów marketingowych ATG Access.

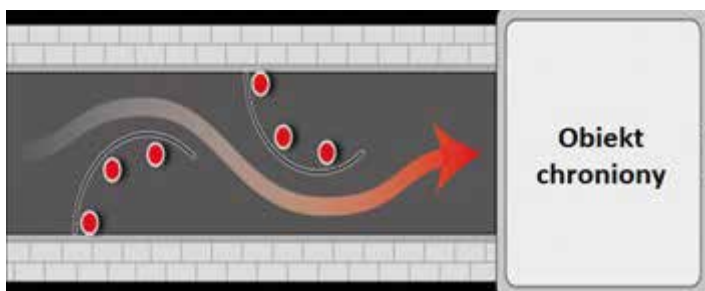
Na rysunku 18. zobrazowano umieszczenie dodatkowych bollardów w strefie ciągu pieszego. Jest to kompletny i prawidłowy przykład projektowania, ponieważ tylko w ten sposób można zabezpieczyć całą fasadę budynku chronionego. Sprawca najprawdopodobniej będzie się poruszał nie tylko jezdnią, lecz także może próbować omijać zamontowane zabezpieczenia. Po przeprowadzeniu analizy w sytuacji rzeczywistej może okazać się, że konieczne będzie zastosowanie jeszcze innych, dodatkowych blokad.



Rysunek 18. Bollardy stałe w strefie jezdni i strefie ciągu pieszego.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów marketingowych ATG Access.

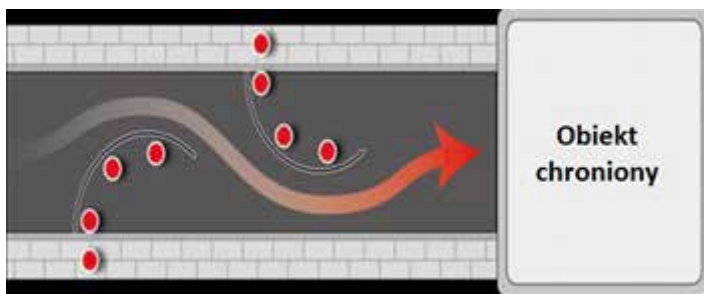
Umieszczenie szykan przed barierą antyterrorystyczną pozwala na optymalizację kosztów instalacji produktów. Dzięki ograniczeniu prędkości pojazdu użytego do ataku zamiast barier odpornych na uderzenie pojazdem poruszającym się z prędkością 80 km/h można zastosować bariery odporne na atak pojazdem poruszającym się z prędkością 50 km/h lub mniejszą (rysunek 19).



Rysunek 19. Szykany zmniejszające prędkość pojazdu tylko w strefie jezdni.

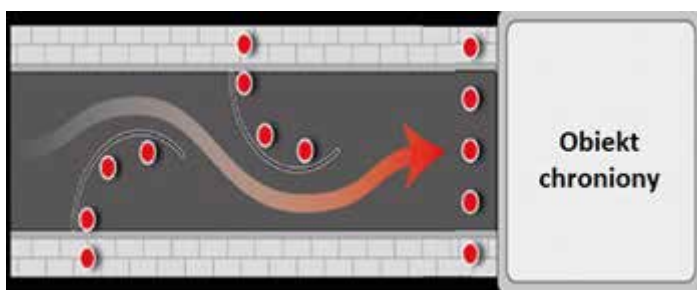
Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów marketingowych ATG Access.

Umieszczenie dodatkowych szykan w strefie ciągu pieszego tworzy kompletny i prawidłowy przykład projektowania zabezpieczenia przed HVM (rysunki 20 i 21).



Rysunek 20. Szykany zmniejszające prędkość pojazdu w strefie jezdni i strefie ciągu pieszego.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów marketingowych ATG Access.



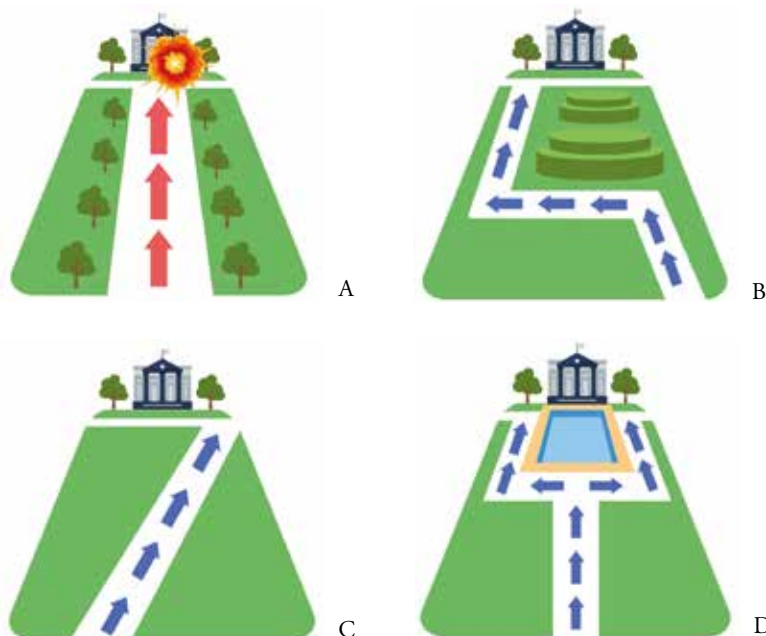
Rysunek 21. Prawidłowo zaprojektowany montaż szyn i bollardów, zoptymalizowany również pod względem kosztów.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów marketingowych ATG Access.

Na zaprezentowanych rysunkach pokazano przykładowe rozwiązania zastosowane jako działania prewencyjne, które powstały po przeprowadzeniu analizy zagrożenia. Wykwalifikowany projektant nie tylko właściwie określi wymagane poziomy bezpieczeństwa dla różnych stref obwodowych budynku, lecz także umożliwi optymalizację kosztów związanych z wyborem konkretnych produktów. Przygotowanie projektów pozwoli na zaplanowanie wokół budynku systemu blokad o spójnym wyglądzie, ale o różnych parametrach odporności na atak, a co za tym idzie – innych kosztach instalacji. Podstawą właściwego postępowania jest przeprowadzenie VDA, która pozwala na zdefiniowanie, jakie pojazdy (masa i rodzaj) i z jaką maksymalną prędkością poruszania się mogą być użyte podczas ataku.

Drugi przypadek uwarunkowań wpływających na realizację projektu to sytuacja, w której na etapie projektowania projektanci mają wpływ

na ukształtowanie dróg dojazdowych, dzięki czemu mogą ograniczyć prędkość i wielkość poruszających się pojazdów. Na rysunku 22. przedstawiono rozwiązania stosowane przy projektowaniu dróg dojazdowych.



Rysunek 22. Zapobieganie atakom VAW poprzez projektowanie dróg dojazdowych. Droga dojazdowa przebiegająca na wprost (A), skręcająca droga dojazdowa oraz naturalne przeszkody umieszczone na osi drogi (B), przesunięcie drogi dojazdowej w pozycji „na skos” (C), umieszczenie przeszkody, np. zbiornika wodnego, na osi drogi dojazdowej (D).

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: <https://www.cpni.gov.uk/resources/integrated-security> [dostęp: 24 IX 2022].

Przedstawione na rysunku przykłady dotyczą następujących sytuacji:

A – droga dojazdowa do chronionego obiektu przebiega na wprost, co daje możliwość rozpędzenia się pojazdu VAW,

B – szykana dojazdowa w postaci skręcającej drogi dojazdowej oraz naturalne przeszkody zmniejszają prędkość, z jaką może poruszać się pojazd,

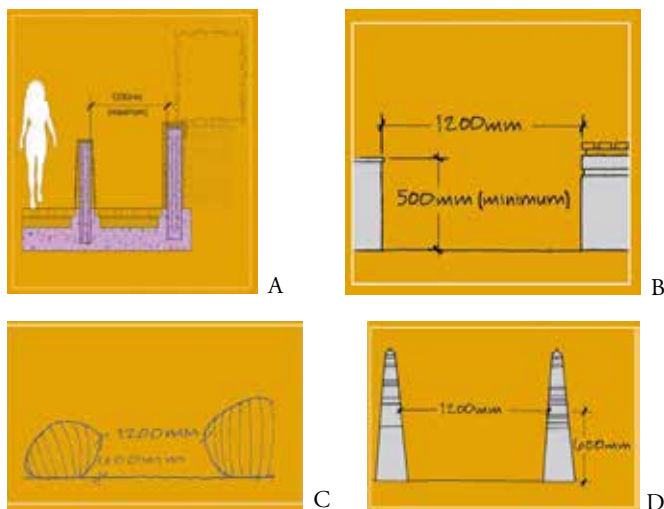
C – przesunięcie drogi dojazdowej „na skos” pozwala na odsunięcie i ograniczenie bezpośredniego dojazdu do obiektu,

D – skierowanie w inną stronę drogi dojazdowej oraz umieszczenie na drodze przeszkody, np. zbiornika wodnego, przed budynkiem pozwala na utrudnienie dojazdu, co skutecznie ogranicza możliwość przeprowadzenia ataku.

Przytoczone powyżej przykłady obrazują różnorodność przypadków w zależności od sytuacji w miejscu realizacji projektów. Niezależnie od możliwości kształtowania krajobrazu wokół chronionego obszaru istnieją rozwiązania pozwalające na zabezpieczenie każdego rodzaju obiektu.

Wytyczne projektowe i dobre praktyki

Jednym z bardzo ważnych parametrów, który zawsze należy brać pod uwagę przy projektowaniu zabezpieczeń, jest odległość między barierami – nie może ona być większa niż 1200 mm. Dotyczy to wszystkich rodzajów słupków montowanych równoległe obok siebie oraz barier typu *road blocker*. Zalecenie to wynika bezpośrednio z zapisów norm dla warunków przeprowadzania testów, które obejmują również badania fundamentów w ramach procesu certyfikacji. Pośrednio ma to źródło w tym, że na rynku motoryzacyjnym znajdują się samochody osobowe o niewielkim rozstawie osi (np. w przypadku fiata 500 rozstaw kół wynosi 1414 mm). Na rysunku 23. ukazano odległość, jaka musi być zachowana między: słupkami cylindrycznymi, meblami ulicznymi w formie bloków betonowych, meblami ulicznymi o nieregularnych kształtach i słupkami w kształcie stożka.



Rysunek 23. Maksymalne zalecane odległości między barierami: słupki cylindryczne (A), meble uliczne w formie bloków betonowych (B); meble uliczne o nieregularnych kształtach (C), przeszkody o rozstawie 600–1200 mm, słupki w kształcie stożka (D).

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: <https://www.cpni.gov.uk/hostile-vehicle-mitigation> [dostęp: 24 IX 2022].

Kolejnymi zaleceniami, które mają wpływ na właściwe zamontowanie barier ochronnych, bezawaryjną eksploatację oraz skuteczne zabezpieczenie w przypadku ataku, są:

- wykonanie odpowiedniej wielkości i głębokości fundamentu wraz ze zbrojeniem oraz z uwzględnieniem klasy betonu, ilości i gęstości zbrojenia, zgodnie z zaleceniami producenta oraz wynikami testów zderzeniowych,
- wykonanie odwodnienia z właściwym spadkiem dla systemów automatycznych i sterowanych ręcznie,
- wypoziomowanie urządzeń, wykonanie instalacji zasilających w osłonach przepustowych w celu zapewniania ich wymienialności w przypadku awarii,
- ustalenie i wdrożenie procedury bezpieczeństwa na potrzeby awaryjnego otwarcia urządzeń w przypadku konieczności wjazdu do zabezpieczonej strefy takich służb, jak pogotowie, straż pożarna i policja lub innych upoważnionych osób,
- uzgodnienie procedur serwisowych, czasu reakcji oraz podtrzymywania ciągłości działania urządzeń VSB.

Istotną rolę w prawidłowej realizacji projektu odgrywają nadzór i znajomość szczegółów technologicznych decydujących o skuteczności instalowanych zabezpieczeń (zdjęcie 16). Jeżeli inwestor nie jest w stanie zapewnić współpracy z wykwalifikowanym specjalistą, rekomenduje się skorzystanie ze wsparcia niezależnych ekspertów z obszaru zabezpieczeń antyterrorystycznych.



A



B

Zdjęcie 16. Przykłady prawidłowego montażu bollardów automatycznych (A i B).

Źródło: Opracowanie własne.

Realizacja projektów

Obecnie na całym świecie coraz większe znaczenie przypisuje się instalowaniu właściwych zabezpieczeń technicznych w miejscach szczególnie narażonych na zamachy. Przykładem może być między innymi Francja i bariery antyterrorystyczne w pobliżu miejsc użyteczności publicznej. Jednym z takich obiektów jest dworzec Gare de Lyon, który jest jednym z sześciu głównych dworców w Paryżu, obsługującym rocznie ok. 110 mln pasażerów²⁰. Możliwość przeprowadzenia ataku terrorystycznego na budynek dworca jest bardzo duża, dlatego też poza wieloma środkami ochrony swoje zastosowanie znalazły tam również VSB. W celu utrudnienia dojazdu do miejsca potencjalnego ataku przed budynkiem zainstalowano bariery automatyczne i stałe o odporności dostosowanej do przewidywanego zagrożenia. Projektant zastosował w tym przypadku korzystne kosztowo rozwiązanie, wybierając urządzenia adekwatne do wielkości i prędkości pojazdu, który mógłby być użyty jako narzędzie ataku w tym konkretnym przypadku (zdjęcie 17).



Zdjęcie 17. Zabezpieczenie dworca Gare de Lyon w Paryżu.

Źródło: Opracowanie własne.

Kolejnym przykładem właściwej realizacji projektu „atak wrogimi pojazdami” jest zabezpieczenie wjazdu do strefy bezpieczeństwa wokół Pałacu Elizejskiego, który jest oficjalną rezydencją prezydenta Francji oraz miejscem posiedzeń rządu. Podatność na atak terrorystyczny dla tego obiektu jest bardzo duża ze względu na ciągłą obecność osób o statusie VIP, ważnych dla prawidłowego funkcjonowania państwa, oraz organizację imprez masowych związanych ze świętami narodowymi Francji.

²⁰ Zob. <https://en.parisinfo.com/transport/73400/Gare-de-Lyon> [dostęp: 24 IX 2022].

Rozwiązania widoczne na zdjęciu 18. zostały wybrane i wprowadzone zgodnie z dobrą praktyką inżynierską opartą na szerokiej wiedzy dotyczącej ochrony tego typu obiektów. Standardowymi zabezpieczeniami przed atakiem z użyciem pojazdów są w tym wypadku bariery automatyczne płytkego montażu oraz blokady stałe, o bardzo dużej odporności na atak. Uzupełnieniem zainstalowanych blokad są bariery tymczasowe stosowane podczas imprez masowych. Instalacja dodatkowych barier tymczasowych widocznych na zdjęciu jest związana z obchodzoną 14 lipca we Francji Dniem Bastylli – świętem narodowym (w tym dniu została wykonana fotografia). Dodatkowym zabezpieczeniem jest szlaban łańcuchowy, który zapobiega wjazdowi pojazdem jednośladowym na chroniony obszar.



Zdjęcie 18. Ulica dojazdowa do Pałacu Elizejskiego.

Źródło: Opracowanie własne.

Podsumowanie

Przedstawiony w artykule opis różnych rodzajów barier antyterrorystycznych oraz zasad instalacji i dobrych praktyk projektowych może być wprowadzeniem do rozległej tematyki zabezpieczenia obiektów lub terenu przed atakiem z użyciem pojazdu. Zamachy terrorystyczne, do których doszło w krajach Unii Europejskiej, spowodowały wzrost świadomości społeczeństw oraz wdrożenie działań prewencyjnych, dlatego w wielu krajach służby rozpoczęły instalowanie VSB. Bardzo dobrymi przykładami są przedstawione rozwiązania wprowadzone w Paryżu.

Omawiając zagadnienia dotyczące VSB, należy pamiętać, że wiedza na ich temat w Polsce nie jest ogólnie znana ze względu na początkową fazę rozwoju i upowszechniania instalowania tego rodzaju urządzeń. Sytuacja ta jest bezpośrednio powiązana z poziomem oraz rodzajem zdefiniowanych zagrożeń w naszym kraju, które determinują taką, a nie inną dynamikę powstawania zabezpieczeń antyterrorystycznych. W przypadku konieczności dostawy i montażu barier należy zawsze dochować staranności i dbałości o profesjonalną realizację projektu. Rekomendowane jest podejmowanie działań, takich jak:

- przeprowadzenie oceny dynamiki pojazdu, czyli oceny, jaki pojazd i jaka prędkość jego ruchu jest maksymalnym zagrożeniem dla konkretnych lokalizacji na terenie chronionego obiektu,
- konsultowanie opracowań i projektów z certyfikowanym ekspertem,
- ustalenie – przy współpracy z konsultantem oraz służbami: pogotowiem ratunkowym, strażą pożarną i policją – procedury awaryjnego otwarcia blokad w przypadku różnych zagrożeń,
- wybieranie dostawców produktów i instalacji mających koncesję MSWiA oraz poświadczenie bezpieczeństwa przemysłowego wystawione przez ABW,
- wprowadzenie kontroli dostępu do informacji dla pracowników wykonawcy – dostęp tylko dla osób upoważnionych, a w przypadku dokumentacji objętej klauzulami tajności – dopuszczanie tylko pracowników z poświadczeniem bezpieczeństwa osobowego adekwatnym do poziomu klauzul,
- ustalenie procedur serwisowych dotyczących przeglądów okresowych oraz awarii: czasu reakcji, czasu usunięcia awarii i zakresów przeglądów zgodnych z oryginalną instrukcją producenta.

Bardzo istotne podczas spotkań związanych z tego typu inwestycjami jest uwspólnianie wiedzy inwestora i dostawcy urządzeń. Poniżej zamieszczono propozycję pytań, jakie należy zadać w przypadku omawiania przygotowania projektu zabezpieczenia przed atakiem z użyciem pojazdu. Odpowiedzi pomogą w stworzeniu wizji potrzeb, wymagań oraz oceny możliwości ich realizacji. Przykładowe pytania:

- Czy została przeprowadzona ocena dynamiki pojazdu VDA?
- Jaki jest wymagany poziom zabezpieczenia według norm: PAS 68, IWA 14-1, ASTM F2656?
- Jaka jest planowana procedura kontroli dostępu pojazdów autoryzowanych, np. pogotowie ratunkowe, straż pożarna, policja?

- Jaka jest infrastruktura danego miejsca: zasilanie elektryczne, sieć internetowa, dostęp do wody?
- W jakich godzinach można prowadzić uciążliwe oraz nieuciążliwe prace instalacyjne?
- Czy są limity głębokości posadowienia urządzeń (kolizje)?
- Jaka jest zakładana liczba operacji otwarcia/zamknięcia w ciągu dnia i nocy (częstotliwość działania urządzenia)?
- Jaka jest średnia liczba operacji otwarcia/zamknięcia w godzinach szczytu? Kiedy są godziny szczytu?
- Jak mają działać urządzenia w przypadku utraty zasilania? Czy mają pozostać w pozycji otwartej czy zamkniętej?
- Czy są wymogi co do wyglądu zabezpieczenia (estetyka wykonania, *art & design*)?
- Czy pojazdy będą się poruszać w jednym kierunku czy w obu kierunkach?
- Czy planowane jest zastosowanie urządzeń statycznych, uzupełniające montowanie urządzeń automatycznych?
- Czy została przeprowadzona analiza kosztowa Real System Cost – porada dla klienta w zakresie serwisu i utrzymania urządzeń?
- Czy wymagana jest tylko dostawa urządzenia czy pełne roboty budowlane wraz z wykonaniem instalacji elektrycznych?

Bibliografia

BSI PAS 68:2013 – *Impact test specifications for vehicle security barrier systems.*

BSI PAS 69:2013 – *Guidance for the selection, installation and use of vehicle security barrier systems.*

Jaźwiński J., *Blokady drogowe i zapory antyterrorystyczne jako elementy zapewnienia bezpieczeństwa w obiektach użyteczności publicznej*, w: *Zabezpieczenia techniczne w bezpieczeństwie antyterrorystycznym budynków użyteczności publicznej*, J. Stelmach, P. Szczuka, M. Kozuszek (red.), Wrocław 2021, s. 206–234.

Stelmach J., Kozuszek M., *Założenia i rekomendacje do wykonywania planów ochrony w obiektach podlegających obowiązkowej ochronie*, w: *Bezpieczeństwo antyterrorystyczne budynków użyteczności publicznej*, t. 4: *Założenia i rekomendacje do prowadzenia działań antyterrorystycznych w wybranych kategoriach obiektów*, B. Wiśniewska-Paź, J. Stelmach (red.), Toruń 2019.

Źródła internetowe

<https://badaniaokien.pl/> [dostęp: 24 IX 2022].

<https://barkersfencing.com> [dostęp: 24 IX 2022].

<https://www.bregroup.co.uk> [dostęp: 24 IX 2022].

<https://en.parisinfo.com/transport/73400/Gare-de-Lyon> [dostęp: 24 IX 2022].

<https://hvmhub.com> [dostęp: 24 IX 2022].

<https://jacksons-security.co.uk/crash-rated-products/crash-rated-manual-arm-barrier> [dostęp: 24 IX 2022].

<https://www.atgaccess.com> [dostęp: 24 IX 2022].

<https://www.coventrytelegraph.net/lifestyle/nostalgia/gallery/look-ira-bomb-attack-broadgate> [dostęp: 24 IX 2022].

<https://www.cpni.gov.uk/> [dostęp: 24 IX 2022].

<https://www.historicoventry.co.uk> [dostęp: 24 IX 2022].

<https://www.horiba-mira.com> [dostęp: 24 IX 2022].

<https://www.nbcnews.com/news/world/vehicles-are-becoming-weapons-choice-terrorists-n768846> [dostęp: 24 IX 2022].

<https://www.pitagone.com/> [dostęp: 24 IX 2022].

<https://www.reuters.com/article/us-europe-attacks-nice-killings-idUSKCN0ZV1VG> [dostęp: 24 IX 2022].

<https://www.start.umd.edu/gtd/> [dostęp: 24 IX 2022].

Larcher M., Karlos V., *Protection Of Public Spaces*, w: V. Karlos, M. Larcher, G. Solomos, *Review on Soft target/Public space protection guidance*, European Commission Joint Research Centre, <https://www.researchgate.net/publication/330221013> [dostęp: 12 VIII 2022].

Jarosław Jaźwiński

Specjalista i praktyk w dziedzinie zabezpieczeń technicznych i antyterrorystycznych, rzeczoznawca Polskiej Izby Ochrony o specjalizacji: systemy zabezpieczeń antyterrorystycznych przed atakiem pojazdem mechanicznym użytym jako narzędzie zamachu.