

Tomasz SZUBRYCHT¹

Stefan KOWALSKI²

ZASTOSOWANIE BARIER ZABEZPIECZAJĄCYCH W MINIMALIZOWANIU ZAGROŻEŃ BEZPIECZEŃSTWA

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono przegląd biernych systemów zabezpieczenia przed różnymi zagrożeniami bezpieczeństwa. Zaprezentowane systemy to bariery zabezpieczające przed zagrożeniami naturalnymi, przed różnymi formami działań pozaprawnych oraz bariery ochronne. Ze względu na specyfikę oraz nowe podejście szczególną wagę poświęcono barierom wodnym, które nadal poddawane są testom, z tego właśnie powodu podjęto próbę przybliżenia potencjalnym czytelnikom zasadnicze założenia przeprowadzanych testów.

Słowa kluczowe: zagrożenia bezpieczeństwa, bariery zabezpieczające, bariery wodne.

RODZAJE BARIER ZABEZPIECZAJĄCYCH

Dynamicznie zachodzące zmiany w środowisku bezpieczeństwa, które miały miejsce w ostatnich dwóch dekadach sprawiły, iż znacznie wzrosło zainteresowanie nowoczesnymi systemami zwiększającymi bezpieczeństwo. W konsekwencji znacznemu rozszerzeniu uległa oferta wyposażenia technicznego i usług z zakresu bezpieczeństwa. Analiza tego rynku wskazuje na dużą dynamikę jego rozwoju i rozwijającej się konkurencji. W konsekwencji tych dwu trendów pojawiają się coraz doskonalsze i tańsze produkty będące istotnym wsparciem w działaniach minimalizujących różnego rodzaju zagrożenia z szeroko pojmowanej dziedziny bezpieczeństwa.

Powstałe kilkanaście lat temu, i systematycznie doskonalsze, wizje barier zabezpieczających znajdują w ostatnich kilku latach coraz szersze praktyczne zastosowania. Analiza zastosowań różnych typów barier

¹ Tomasz SZUBRYCHT, dr hab. inż. prof. nadzw. AMW, Akademia Marynarki Wojennej, Wydział Dowodzenia i Operacji Morskich.

² Stefan KOWALSKI, dr, Akademia Marynarki Wojennej, Wydział Dowodzenia i Operacji Morskich.

znajdujących się w ofercie poszczególnych firm, pozwala dokonać ich podziału na trzy następujące grupy: bariery zabezpieczające przed zagrożeniami naturalnymi, bariery ochronne oraz bariery zabezpieczające przed różnymi formami działań pozaprawnych. Poniżej przedstawione zostały wybrane typy takich barier.

Bariery zabezpieczające przed zagrożeniami naturalnymi:

- bariery przeciwrumowiskowe;
- bariery wychytujące odłamki skalne;
- bariery zabezpieczające przed osuwiskami.

Bariery ochronne:

- siatki oraz klatki ochronne przed odłamkami powstałymi w czasie detonacji lub eksplozji;
- aplikacje siatkowe;
- siatki zwiększające bezpieczeństwo techniczne.

Bariery zabezpieczające przed różnymi formami działań pozaprawnych:

- system LASSO (Light Armor System against Shaped Ordnance);
- pływające i stałe bariery wodne;
- przenośny system ogrodzenia rozwijanego FENCEBOX.

Pierwotnie główną grupę barier stanowiły bariery ochronne. Były one stosowane dla minimalizowania ryzyka zaistnienia nieszczęśliwego wypadku, a kolejnym rozszerzeniem ich zastosowania, połączonym z opracowaniem nowych konstrukcji, była ochrona przed zagrożeniami naturalnymi. Wzrastające w ostatnich latach prawdopodobieństwo wystąpienia różnych aktów pozaprawnych, w szczególności aktów terrorystycznych sprawiło, iż kolejne zastosowanie barier, określono ogólną nazwą - zastosowania specjalne.

Podstawową zaletą omawianych konstrukcji jest ich prostota, funkcjonalność i duża skuteczność przy stosunkowo niskich kosztach zakupu i eksploatacji. Omawiane w niniejszej publikacji konstrukcje wielokrotnie dowiodły swojej użyteczności nie tylko w trakcie testów, ale przede wszystkim w wielu różnorodnych zastosowaniach praktycznych, na wszystkich kontynentach. Dla przykładu, wszystkie produkty szwajcarskiej firmy GEOBRUGG AG, po pomyślnych badaniach testowych nadzorowanych przez wiodące instytucje naukowo-badawcze (np. szwajcarski Instytut Badawczy ds. Lasu, Śniegu oraz Krajobrazu) znalazły praktyczne zastosowania w kilkunastu państwach na świecie.

Poniżej przybliżona zostanie krótka charakterystyka różnych typów barier zabezpieczających.

Barьеры przeciwrumowiskowe - zasadniczą zaletą takich barier jest ich elastyczność; zwykle są to różnego rodzaju siatki wykonane z wysokiej jakości stali. Ich konstrukcja gwarantuje wysoką wytrzymałość (cehuje je zdolność pochłaniania energii od 100 aż do 5 000 kJ). Zastosowanie w takich barierach siatek sprawia, że zatrzymywany jest tylko osuwający się gruz skalny, natomiast woda, drobny materiał skalny jest przepuszczany. Konstrukcje te sprawdziły się w wielu miejscach na świecie, a w szczególności tam, gdzie rumowiska skalne mogą dodatkowo powodować zagrożenie powodziowe. Ważnym zastosowaniem omawianych barier jest również zabezpieczanie wrażliwych części hydrobudowli (mostów, elektrowni wodnych, przepustów etc.) przed spływającymi pniami drzew. Poniżej na rys.1 przedstawiono przykładowe zastosowanie jednej z barier przeciwrumowiskowych.



Źródło: <http://www.geobrugg.com>

Rys.1. Bariera przeciwrumowiskowe wykorzystana w Alpach szwajcarskich

Barьеры wychytujące odłamki skalne – konstrukcje takie mogą znaleźć szerokie zastosowanie na obszarach o wysokim ryzyku wystąpienia osuwisk lub lawin skalnych. Barьеры wychytujące odłamki skalne, szczególnie często montowane są nie tylko w bezpośrednim sąsiedztwie górskich dróg, ale również siedzib ludzkich, linii kolejowych oraz innych

elementów infrastruktury drogowej, komunalnej czy przesyłowej. Bariery wychwytyjące cechuje wysoka odporność na uderzenia oraz unikalne właściwości sprężysto-plastyczne. Cechuje je ponadto wysoka zdolność pochłaniania energii - aż do 5 000 kJ (rys. 2).



Źródło: <http://www.geobrugg.com>

Rys. 2. Bariera wychwytyjąca odłamki skalne

Bariery zabezpieczające przed osuwiskami – tego typu konstrukcje mogą, i w wielu regionach odgrywają, ważną rolę w minimalizowaniu szeroko rozumianych zagrożeń, które generowane są przez osuwiska drobnego materiału skalnego, piachu lub lawiny (śnieżne bądź błotne). Bariery te, podobnie jak omówione wcześniej konstrukcje, cechuje wysoka zdolność pochłaniania energii - aż do 5 000 kJ. Generalnie można stwierdzić, że spełniają one podobne funkcje jak bariery wychwytyjące odłamki skalne. Zasadniczą różnicą jest rodzaj materiału, który „wychwytyją” te bariery.

Odmianą barier zabezpieczających przed osuwiskami, które mimo odmiennej konstrukcji spełniają podobne funkcje, są bariery pierścieniowe. Wykorzystywane są one przede wszystkim do ochrony tras turystycznych w górach czy stoków narciarskich przed małymi lawinami śnieżnymi (rys. 3).

Kolejną odmianą barier wychwytyjących odłamki skalne jest system TECCO. System ten wykorzystywany jest przede wszystkim do stabilizowania różnych typów skarp. System TECCO tworzy: siatka stalowa, płytki kotwiące oraz gwoździe gruntowe. Podstawową zaletą takiej konstrukcji jest możliwość dostosowania kształtu siatki do kształtu skarpy, dzięki czemu w znacznym stopniu ograniczana jest możliwość powstawania

osuwisk drobnego materiału skalnego i obrywów skalnych. System ten stosowany jest na tych zboczach, gdzie nie występują zleby/kanały, którymi może poruszać się masa osuwiskowa.



Źródło: <http://www.geobrugg.com>

Rys. 3. Przykłady różnych barier zabezpieczających przed osuwiskami

Barьеры ochronne - zastosowanie siatek jako elementów zwiększających bezpieczeństwo techniczne jest powszechnie znane, dlatego ich zastosowania i cechy konstrukcyjne zostaną pominięte. Scharakteryzowane natomiast zostanie wykorzystanie barier ochronnych jako elementów ochronnych przed odłamkami, powstałymi w czasie detonacji lub eksplozji (rys. 4).



Źródło: <http://www.geobruigg.com>

Rys. 4. Siatki zabezpieczające przed odłamkami

W tym przypadku wykorzystywane są one między innymi do zabezpieczania: miejsc składowania materiałów niebezpiecznych, instalacji testowych, prac z materiałami wybuchowymi (np. prac strzałowych). Ich zasadniczą właściwością, która determinuje ich zastosowanie, jest wysoka odporność na powstałe w trakcie detonacji ciśnienie. Konstrukcja siatkowa przepuszcza falę ciśnienia, powstrzymuje jednocześnie powstałe odłamki. W zależności od wielkości oczek w zastosowanej siatce, może ona stanowić zabezpieczenie nawet przed małymi odłamkami (np. śrubami).

Na bardziej szczegółową analizę i obszerniejsze zaprezentowanie zasługują trzy specjalne zastosowania barier i siatek zabezpieczających. Są to zastosowania zarówno militarne, jak i pozamilitarne (antyterrorystyczne i zwiększające bezpieczeństwo imprez masowych). To ostatnie zastosowanie jest szczególnie ciekawe w kontekście organizacji przez nasz kraj Mistrzostw Europy w Piłce Nożnej - EURO 2012.

BARIERY ZABEZPIECZAJĄCE PRZED RÓŻNYMI FORMAMI DZIAŁAŃ POZAPRAWNYCH

System LASSO (Light Armor System against Shaped Ordnance) przeznaczony jest do zwiększenia odporności pojazdów opancerzonych na pociski przeciwpancerne wystrzeliwane z różnych typów granatników (w tym pociski kumulacyjne - nie dopuszcza on do uformowania się strumienia kumulacyjnego). Zasadniczym elementem systemu LASSO jest siatka

wykonana z drutu o wysokiej odporności na rozciąganie, montowana na pojazdach opancerzonych (rys. 5). Jak zapewniają producenci, zastosowanie tego rozwiązania pozwala obniżyć wagę pojazdu nawet o 2 tony (przy tym samym poziomie bezpieczeństwa załogi).

Co więcej, jego zastosowanie nie pociąga za sobą obniżenia widoczności. System LASSO może być również wykorzystany do ochrony infrastruktury krytycznej (np. budynków, stacji przekaźnikowych) przed działaniami pozaprawnymi bądź atakami terrorystycznymi z wykorzystaniem granatników.



Źródło: www.ruag.com/en/Land_Systems/Protection/Side_protection_for_armoured_vehicles

Rys. 5. Transporter opancerzony z zamontowanym systemem LASSO

System FENCEBOX - to rozwijane ogrodzenie wykonane z wysokiej jakości siatki odpornej na deformacje. Ogrodzenie to cechuje nie tylko wysoka trwałość, ale również utrudnia wspinanie się na to ogrodzenie. System ten znajduje szerokie zastosowanie między innymi do oddzielania sektorów na stadionach sportowych oraz formowania pożądanego kierunku przepływu mas ludzkich w czasie imprez masowych, takich jak targi czy mecze piłki nożnej. Stanowić on może również alternatywę dla barier drogowych bądź

stałych ogrodzeń wykorzystywanych przez Policję czy inne służby porządkowe.

Bariery wodne - są to konstrukcje, które mogą, a nawet powinny, znaleźć szerokie zastosowanie w kompleksowo pojmowanym zabezpieczeniu różnych hydrobudowli. Za szczególnie predestynowane do takiego zabezpieczenia należy uznać:

- terminale portowe (naftowe, gazowe, kontenerowe);
- filary mostów;
- tamy i śluzy;
- szczególnie cenne statki i okręty.

Wydaje się, że bariery wodne predestynowane są przede wszystkim do uniemożliwienia nieautoryzowanego wtargnięcia na zabezpieczany akwen wodny czy terrorystycznych zamachów bombowych przy użyciu szybkich łodzi motorowych (*Water-Borne Improvised Explosive Device - WBIED*). Ze względu na środowisko, w którym wykorzystywane są powyższe bariery siatkowe, wykonane są one ze stali nierdzewnej, którą cechuje wysoka wytrzymałość na rozciąganie, odporność na przecinanie, odporność dynamiczna oraz długa żywotność. Dużą zaletą tych barier jest stosunkowo niski koszt (uwzględniający koszty zakupu i obsługi). Oczywiście mogą być one wykorzystywane zarówno na akwenach śródlądowych jak i morskich.

Dostępne na rynku bariery wodne podzielić można na dwa typy: bariery stałe (*Fixe Security Barriers - FSB*) oraz bariery pływające (*Port Security Barriers - PSB*). Bariery wodne prezentowane na rys. 6 i 7 opracowane zostały przez dział Inżynierii Bezpieczeństwa szwajcarskiej firmy GEOBRUGG AG we współpracy z *Harbor Offshore Barriers*.



Źródło: <http://www.geobrugg.com>

Rys. 6. Stałe i pływające bariery wodne

Opracowane rozwiązania mogą być skutecznie używane dla zabezpieczenia różnorodnych typów hydrobudowli. Za najważniejsze zalety omawianych barier wodnych należy uznać:

- brak możliwości przedostania się łodzi motorowych pod lub nad barierą;
- prostota obsługi, wysoka żywotność oraz łatwość dokonywania przeglądów;

- zastosowanie barier nie ogranicza pola obserwacji (nie istnieje możliwość ukrycia się za barierą);
- wysoka odporność na promieniowanie UV, ogień, detonacje oraz ostrzał z broni palnej;
- możliwość dostosowania do specyficznych wymagań zamawiającego i warunków lokalnych.

Port Security Barriers (PSB) - bariery te posiadają budowę modułową, są połączonych w taki sposób, aby kompensować ruchy wody oraz zmiany jej poziomu. W związku z małymi oporami stawianymi przez bariery PSB, świetnie nadają się one do instalacji w charakterze „bramy”. Aktualnie tego typu konstrukcje o łącznej długości ponad 30 km są użytkowane na kilku akwenach morskich na świecie.

Fixe Security Barriers (FSB) - jest barierą, która może być zamocowana do już istniejących konstrukcji lub do pali nośnych. Siatka jest mocowana bez konieczności prowadzenia intensywnej prac na powierzchni wody. Ze względów praktycznych bariery te rozciągają się na długość nie większą niż 60 metrów. Wykorzystane materiały oraz konstrukcja czyni FSB odpornymi na działanie czynników hydrometeorologicznych (pływy morskie, napór wiatru, falowanie, prądy). Cechuje je również wysoka odporność na korozję. Jednym z akwenów, na którym są one obecnie użytkowane jest Zatoka Perska.



Źródło: <http://www.geobrugg.com>

Rys. 7. Test wytrzymałościowy stałej bariery wodnej

Po pewnych modyfikacjach omówione bariery wodne mogą znaleźć również zastosowanie na łodzi. Ich „wariant lądowy” to lekkie i przenośne konstrukcje (dziennie można zainstalować nawet 1600 metrów konstrukcji zabezpieczającej), o znacznej zdolności pochłaniania energii do 1000 kJ. Mogą być one wykorzystywane jako bariery pozwalające zatrzymywać pojazdy mechaniczne. Pozwalają zatrzymać pojazd o masie 4,5 tony pędzący z prędkością 60 km/h. Są szczególnie użyteczne przy zabezpieczaniu obiektów szczególnie zagrożonych samobójczymi atakami terrorystycznymi. Dodatkową zaletą takich konstrukcji jest to, że tylko w bardzo małym stopniu ograniczają możliwość prowadzenia obserwacji, tym samym redukują ryzyko skrytego ataku na zabezpieczany obiekt.

CHARAKTERYSTYKA TESTÓW, JAKIM PODAWANE SĄ STAŁE I PŁYWAJĄCE BARIERY WODNE

Testy potwierdzające użyteczność, a przede wszystkim skuteczność barier wodnych przeprowadzane są w oparciu o standardy opracowane przez ASTM (Komitet F12 - *Security Systems and Equipment*, a konkretnie jego podkomitet *Systems Products and Services*). Wszystkie założenia i wymagania odnoszące się do procedury testowej określone zostały w dokumencie (WK11191) liczącym 30 stron, który wstępnie zaakceptowany został w styczniu 2009 roku. Analizując zapisy zawarte w powyższym dokumencie można zauważyć, iż zawiera on odniesienia do takich parametrów technicznych, którymi nie dysponuje żadna z aktualnie produkowanych i eksploatowanych łodzi motorowych. Autorzy tych założeń, ze względu na prędkość, podzielili wszystkie łodzie motorowe na pięć kategorii:

- **kategoria I** (prędkość od 0 do 20 węzłów czyli od 0 do 10, 3m/s);
- **kategoria II** (prędkość od 20 do 40 węzłów czyli 10,3 do 20,6 m/s);
- **kategoria III** (prędkość od 40 do 60 węzłów czyli 20,6 do 30,9 m/s);
- **kategoria IV** (prędkość od 60 do 80 węzłów czyli od 30,9 do 41,2 m/s);
- **kategoria V** (prędkość powyżej 80 węzłów czyli powyżej 41,2 m/s).

Współcześnie żadną z produkowanych łodzi nie można zakwalifikować do kategorii IV i V, ponieważ znajdujące się w eksploatacji szybkie łodzie motorowe nie są w stanie rozwijać prędkości powyżej 60 węzłów.

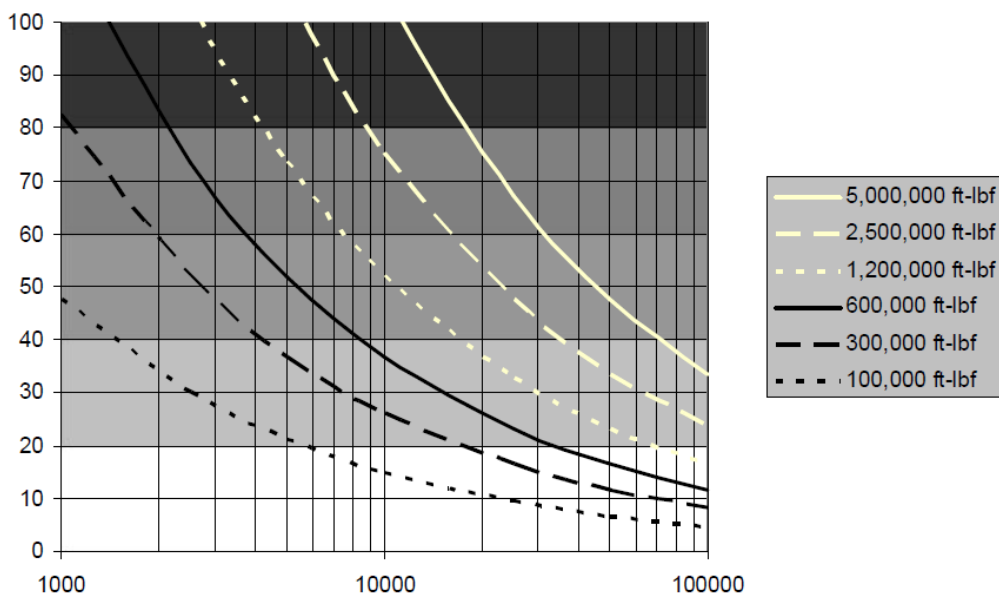
W opracowanych założeniach przyjęto, iż testowane mogą być łodzie motorowe o ciężarze całkowitym od 1 000 do 100 000 funtów czyli od 454 do 45 359 kg.

Na potrzeby testów przyjęto podział na następujące klasy jednostek pływających:

- łodzie pneumatyczne o sztywnym kadłubie (RHIB) i ciężarze całkowitym do 907 kg;
- jednostki o napędzie motorowym o ciężarze całkowitym do 2 268 kg;
- motorowe łodzie sportowo-rekreacyjne o ciężarze całkowitym do 3 402 kg;
- szybkie łodzie motorowe o ciężarze całkowitym do 4 536 kg;
- jachty o ciężarze całkowitym do 13 608 kg;
- duże jachty o ciężarze całkowitym do 22 268 kg.

Dotychczasowe ataki samobójcze przy wykorzystaniu jednostek pływających dowodzą, że do takich ataków użyto jednostki, które zaliczyć należy do jednej z pierwszych czterech klas przedstawionych powyżej.

W trakcie przeprowadzania testów mających na celu określenie rzeczywistych właściwości i skuteczności barier wodnych, najważniejszym parametrem jest energia kinetyczna. Uwzględniając przyjęte zakresy prędkości oraz ciężar całkowity łodzi, które mogą zostać wykorzystane do ataków terrorystycznych przyjęto sześć poziomów energii kinetycznej. To właśnie wartość energii kinetycznej jest kluczowym parametrem niezbędnym dla weryfikacji zdolności pochłaniania energii przez bariery wodne. Dla ułatwienia prac analitycznych opracowany został specjalny wykres (rys. 8). Na osi X prezentowanego poniżej wykresu znajdują się wartości odpowiadające ciężarowi całkowitemu testowanej łodzi wyrażone w funtach, zaś na osi Y prędkość jednostki w momencie zetknięcia z barierą wyrażona w węzłach. Wydaje się, że w przyjętych założeniach testowych w niewystarczający sposób uwzględniono warunki hydrometeorologiczne, w szczególności odnosi się to do stanu morza, który ma w opinii autorów istotny wpływ na wyniki przeprowadzonych testów morskich. Oczywiście na śródlądowych akwenach ten czynnik nie jest tak istotny.



Źródło: *Standard Test Method for Boat Barriers, ASTM International, West Conshohocken*

Rys. 8. Szacunkowe wartości energii kinetycznej w funkcji prędkości i ciężaru całkowitego jednostki pływającej

Należy podkreślić, iż konstrukcje barier wodnych są systematycznie doskonalone i poddawane testom. Najbliższy test przeprowadzony zostanie na początku listopada na zbiorniku wodnym w okolicach Krakowa. Przewidziane są również próby testowe na akwenie morskim. Istnieje duża szansa, iż producent barier wodnych zdecyduje się na przeprowadzenie prób morskich na Bałtyku.

Przy opracowywaniu wymogów przyjęto założenie, iż podczas testów jednostka pływająca powinna uderzyć w barierę pod kątem $90^{\circ} (\pm 15^{\circ})$. Do obliczeń energii kinetycznej przyjmuje się prędkość jednostki testowej w momencie zetknięcia z barierą. Należy podkreślić, iż podczas przeprowadzania testów rygorystycznie przestrzegane są przepisy ochrony środowiska.

Przedstawione w niniejszym artykule konstrukcje różnych barier mogą, a w wielu przypadkach już w istotny sposób wpływają na minimalizację różnych zagrożeń bezpieczeństwa. Konstrukcje te mają szerokie spectrum zastosowań, posiadają liczne zalety, jedną z nich jest koszt zakupu oraz koszty eksploatacji, które są stosunkowo niskie. Wydaje się, iż

zaprezentowane konstrukcje zabezpieczające w bliskiej perspektywie znajdują coraz powszechniejsze zastosowanie.

BIBLIOGRAFIA

1. <http://www.geobrugg.com>
2. www.ruag.com/en/Land_Systems/Protection/Side_protection_for_armoured_vehicles
3. *Standard Test Method for Boat Barriers*, ASTM International, West Conshohocken, 2009

PROTECTION BARRIERS – AS A TOOL FOR REDUCING THE SECURITY THREATS

ABSTRAKT

The paper presents different passive protection barriers. The various types of barrier are used all over the world, for example as a protection against natural disasters, antiterrorist's activity. Important in the paper is also test method of boats barriers. This test is intended to provide a means of evaluating the performance of Boat Barriers and through that evaluation provide a certification of performance in the form of an ASTM International Impact Rating for Boat Barriers.