

Andrzej Urbanek

Akademia Pomorska

Słupsk

andrzej.urbanek@apsl.edu.pl

TSUNAMI – ZAGROŻENIE EKOLOGICZNE BEZPIECZEŃSTWA POWSZECHNEGO

TSUNAMI – AN ECOLOGICAL THREAT OF THE PUBLIC SAFETY

Zarys treści: Bezpieczeństwo powszechne zaliczane jest obecnie do kluczowych dziedzin bezpieczeństwa narodowego. Jego głównym celem staje się ochrona ludności przed skutkami różnego rodzaju zagrożeń, które mogą się pojawić na terytorium Polski, ale także poza jej granicami. Do tego typu zagrożeń można zaliczyć niewątpliwie fale tsunami, które są najczęściej następstwem trzęsień ziemi czy wybuchów podwodnych wulkanów. Autor w artykule podjął się próby analizy omawianego zjawiska z perspektywy bezpieczeństwa powszechnego.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo powszechne, bezpieczeństwo ekologiczne, zagrożenia naturalne, tsunami

Key words: public safety, ecological safety, natural threats, tsunami

Wstęp

Współczesny człowiek narażony jest każdego dnia na różnego rodzaju zagrożenia, które w zależności od okoliczności i skali wystąpienia określonego zjawiska mogą przybrać rozmiar klęski żywiołowej czy też katastrofy. Powszechność skutków tego typu zdarzeń i sytuacji powoduje, że stają się one przedmiotem zainteresowania ważnej dziedziny bezpieczeństwa narodowego, jaką jest niewątpliwie bezpieczeństwo powszechne.

Sam termin „bezpieczeństwo powszechne” nie doczekał się jeszcze jasnej i powszechnie uznanej definicji, zatem trudno jest jednoznacznie określić, jakie działania o charakterze obronnym, ochronnym czy ratowniczym wchodzą w zakres kompetencji instytucji zapewniających bezpieczeństwo wszystkim bez wyjątku obywatelom.

Brak powyższej definicji powoduje ponadto, że trudno jest jednoznacznie sklasyfikować wszystkie zagrożenia, które wpisują się w przestrzeń bezpieczeństwa powszechnego. Wątpliwości wśród teoretyków i praktyków bezpieczeństwa nie budzi jednakże fakt, że do zagrożeń bezpieczeństwa powszechnego zaliczyć można zagrożenia ekologiczne naturalnego pochodzenia, a wśród nich i zjawisko tsunami.

Tsunami, podobnie jak inne zagrożenia ekologiczne, które mogą przybrać postać klęski żywiołowej, interesuje specjalistów od bezpieczeństwa powszechnego w Polsce, pomimo że ryzyko powstania fal tsunami na Bałtyku, które mogłyby siać spustoszenie na polskim wybrzeżu jest niewielkie. Wynika to z faktu, że polscy obywatele, wykonując obowiązki zawodowe bądź w celach turystycznych coraz częściej znajdują się w tych rejonach naszego globu, gdzie ryzyko to jest stosunkowo wysokie. Poznanie istoty tego zjawiska z perspektywy sekuritologicznej staje się więc koniecznością, dlatego też autor artykułu dokonał jego analizy na podstawie dostępnej literatury i materiałów źródłowych, w tym materiałów prasowych, które szczegółowo informowały opinię publiczną o skali zagrożenia i skutkach fal tsunami, które pustoszyły wybrzeża państw na brzegach Oceanu Indyjskiego w 2004 r. czy wybrzeża Japonii w 2009 r.

Bezpieczeństwo powszechne i jego zagrożenia

Analizując zagrożenia z perspektywy systemu powszechnej ochrony ludności, nie sposób pominąć kwestii współczesnego podejścia do istoty bezpieczeństwa powszechnego. Bezpieczeństwo powszechne określa się najczęściej jako stan zapewniający ochronę życia i zdrowia obywateli oraz majątku publicznego i infrastruktury krytycznej przed skutkami klęsk żywiołowych czy też katastrof technicznych. Pojęcie bezpieczeństwa powszechnego jest przez to zbliżone do pojęcia bezpieczeństwa ekologicznego i różni się w praktyce przedmiotem zainteresowań wymienionych dziedzin bezpieczeństwa, bowiem o ile bezpieczeństwo ekologiczne zajmuje się szeroko rozumianym środowiskiem naturalnym, o tyle przedmiotem zainteresowań bezpieczeństwa powszechnego jest zdrowie i życie obywateli, a szerzej ochrona i obrona obywateli przed skutkami różnego rodzaju zagrożeń¹.

Z perspektywy bezpieczeństwa narodowego bezpieczeństwo powszechne jest traktowane jako proces obejmujący „[...] szereg różnorodnych działań (m.in. w dziedzinach: zdrowotnej, ekologicznej, edukacyjnej, społecznej, gospodarczej, prawnej, psychologicznej, weterynaryjnej i sanitarnej), którego zasadniczym celem jest zapewnienie bezpieczeństwa ludności cywilnej, a zarazem stanem uzyskanym w wyniku zorganizowanej ochrony życia i zdrowia ludzi, także dóbr materialnych i kulturalnych oraz środowiska naturalnego – w zakresie niezbędnym do przetrwania ludzi”².

¹ Zob.: *Bezpieczeństwo wewnętrzne RP w ujęciu systemowym i zadań administracji publicznej*, red. B. Wiśniewski, S. Zalewski, Bielsko-Biała 2006, s. 32–33.

² W. Kitler, *Bezpieczeństwo narodowe RP. Podstawowe kategorie. Uwarunkowania. System*, Warszawa 2011, s. 56.

Analizując powyższe definicje można przyjąć tezę, że głównym przedmiotem zainteresowań bezpieczeństwa powszechnego jest system ochrony ludności, któremu próbuje się w Polsce nadać formalnoprawny charakter.

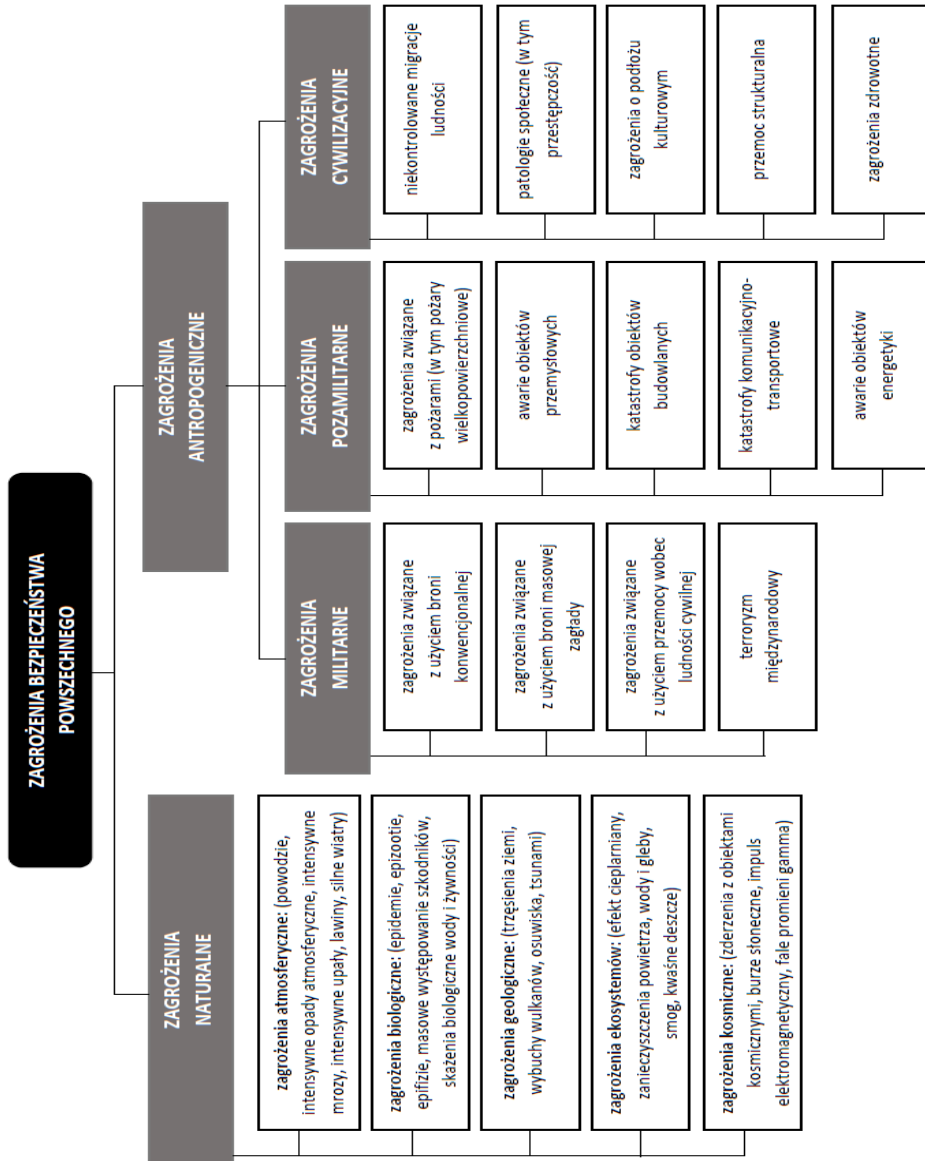
Pierwszej takiej próby podjęto się w 2006 r., kiedy w projekcie *ustawy o bezpieczeństwie obywateli i zarządzaniu kryzysowym* termin „ochrona ludności” zdefiniowano w kategoriach działań praktycznych jako „[...] podejmowanie niezbędnych przedsięwzięć ukierunkowanych na ochronę ludzi, mienia, środowiska i infrastruktury krytycznej przed skutkami katastrof naturalnych i awarii technicznych, zdarzeń o charakterze terrorystycznym, a w przypadkach bezpośredniego zewnętrznego zagrożenia państwa i wojny, zapewnienie warunków koniecznych do przetrwania”. W takim ujęciu ochrona ludności, jak podaje się dalej w przedmiotowym projekcie ustawy, ma mieć „[...] charakter powszechny oraz interdyscyplinarny, wyrażający się w skoordynowanym użyciu sił i środków, będących w dyspozycji organów władzy publicznej, przedsiębiorców, organizacji społecznych i humanitarnych oraz poszczególnych obywateli”³. Nieco inaczej ochronę ludności definiuje się w projekcie *ustawy o ochronie ludności i obronie cywilnej* z 2016 r. W projekcie tym można przeczytać, że przez ochronę ludności należy rozumieć „[...] zintegrowaną działalność organów administracji publicznej właściwych w sprawach ochrony ludności i podmiotów realizujących zadania mających na celu ochronę życia i zdrowia ludności przebywającej na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej oraz ochronę mienia, środowiska naturalnego i dziedzictwa kulturowego w przypadku wystąpienia zagrożenia, oraz obronę cywilną jako przygotowanie i realizacja zadań ochrony ludności po wprowadzeniu stanu wojennego i w czasie wojny określonych ustawą z dnia 21 listopada 1967 r. o powszechnym obowiązku obrony Rzeczypospolitej Polskiej (Dz.U. z 2015 r. poz. 827, z późn. zm.) oraz realizację zadań z zakresu zarządzania kryzysowego określonych w ustawie z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym (Dz.U. z 2013 r. poz. 1166, z późn. zm.)”⁴.

Z powyższych definicji wynika, że celem działań dotyczących ochrony ludności w ramach bezpieczeństwa powszechnego jest podejmowanie niezbędnych przedsięwzięć ukierunkowanych na ochronę ludzi, mienia, środowiska i infrastruktury krytycznej przed skutkami różnego rodzaju zagrożeń pojawiających się zarówno po wprowadzeniu stanu wojennego czy też już w czasie wojny, jak i zagrożeń pojawiających się w czasie pokoju i to nie tylko na terytorium naszego kraju, ale również poza jego granicami. Nakłada to na stosowne instytucje obowiązek analizy i oceny ryzyka różnego rodzaju zagrożeń, ostrzeganie o możliwości ich pojawienia, a także dostarczenie do powszechnej wiadomości informacji na temat zachowania się w sytuacji ich wystąpienia.

W tym układzie lista zagrożeń bezpieczeństwa powszechnego jest bardzo długa. Zaliczamy do nich zarówno destrukcyjne działania, których sprawcą jest człowiek, jak i czynniki destrukcyjne będące efektem oddziaływania sił natury. Można je rów-

³ Projekt ustawy o bezpieczeństwie obywateli z 2006 r., dostępny na stronie: http://orka.sejm.gov.pl/proc.nsf/projekty/805_p.htm (dostęp: 20.01.2017).

⁴ Projekt ustawy o ustawy o ochronie ludności i obronie cywilnej z 2016 r., dostępny na stronie: www.ock.gov.pl/prawo/projekty_aktow_prawnych (dostęp 20.01.2017).



Rys. 1. Klasyfikacja zagrożeń bezpieczeństwa powszechnego

Fig. 1. Classification of ecological threats to public safety

Źródło: opracowanie własne.

niez klasyfikować przedmiotowo, chociażby w kategoriach zagrożeń politycznych, militarnych, ekonomicznych, społeczno-kulturowych czy ekologicznych⁵. Wpływ na omawianą dziedzinę bezpieczeństwa mają również zagrożenia asymetryczne, takie jak: terroryzm międzynarodowy, transnarodowa przestępczość zorganizowana, możliwość użycia broni masowego rażenia przez podmioty pozapaństwowe, a także zagrożenia cyberprzestrzeni, w tym cyberterroryzm. Ogólną klasyfikację zagrożeń bezpieczeństwa powszechnego zestawiono na rysunku 1.

Na liście zagrożeń bezpieczeństwa powszechnego na szczególną uwagę zasługują zagrożenia ekologiczne naturalnego pochodzenia. Lista takich zagrożeń jest bardzo długa. Stosując kryterium przedmiotowe, zagrożenia te można podzielić na naturalne (klęski i katastrofy żywiołowe) i cywilizacyjne (np. zanieczyszczenie powietrza, gleby, wód, awarie i katastrofy techniczne). Zagrożenia ekologiczne są groźne, złożone, występują z reguły na znacznych obszarach, są niezmiernie dynamiczne, zagrażają nie tylko zdrowiu i życiu człowieka, ale całej biosferze danego obszaru⁶.

Szczególnym rodzajem zagrożeń ekologicznych są zagrożenia pochodzenia geologicznego, wśród których wyróżnia się: trzęsienia ziemi, wybuchy wulkanów, osuwiska czy też fale tsunami. W niniejszym opracowaniu podjęto się próby przybliżenia zjawiska tsunami, które stanowi dla wielu krajów poważny czynnik zagrożeń bezpieczeństwa powszechnego, a w dobie globalizacji i dużej intensywności chociażby ruchu turystycznego może dotknąć niemalże wszystkich mieszkańców naszej planety, o czym przekonaliśmy się w 2004 r.

Pojęcie i istota tsunami

Tsunami, jak wspomniano wcześniej, to zjawisko zaliczane do kategorii katastrof naturalnych o geologicznym pochodzeniu. Według powszechnie obowiązującej definicji fale tsunami to takie, które powstają za sprawą gwałtownego zaburzenia całej kolumny wody w zbiorniku. Mogą być one indukowane bądź od dołu (*bottom-up*) – między innymi poprzez zmianę ukształtowania dna morskiego w wyniku trzęsienia ziemi, wybuchu wulkanu lub podmorskiego osuwiska (typowych zjawisk geologicznych) – bądź też od góry (*top-down*) – za sprawą chociażby upadku meteorytu lub ruchów masowych na lądzie, ale równie dobrze w wyniku podwodnego lub nawodnego wybuchu ładunku jądrowego o dużej lub wielkiej mocy⁷. Fale rozchodzą się promieniście od źródła powstania z wielką prędkością (400–1000 km/h); na otwartym oceanie tsunami osiągają wysokość 1–2 m (maksymalnie 8 m), w pobliżu lądu do 30–50 m⁸. Pod względem genetycznym tsunami traktuje się jako fale sejsmiczne.

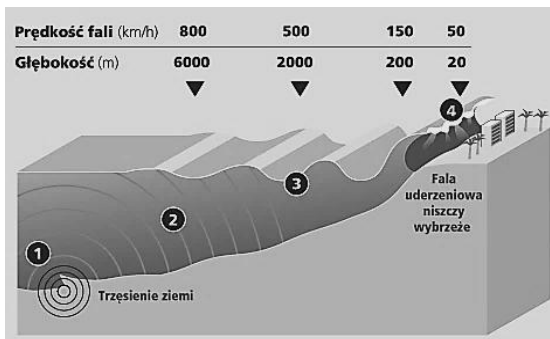
⁵ Por.: *Niemilitarne zagrożenia bezpieczeństwa publicznego*, red. S. Kowalkowski, Warszawa 2011.

⁶ E. Nowak, M. Nowak, *Zarys teorii bezpieczeństwa narodowego*, Warszawa 2011, s. 127–128.

⁷ Por. P. Łuczyński, *Problem tsunami. Dlaczego tak mało jest kopalnych osadów tsunami?*, „Przegląd Geologiczny” 2012, t. 60, nr 11, s. 598–604.

⁸ <http://encyklopedia.pwn.pl/haslo/3989752/tsunami.html> (dostęp: 20.05.2014).

Fale tsunami charakteryzują się znaczną długością, rzędu kilkunastu – stukilkudziesięciu tysięcy metrów, a ich wysokość na otwartym, głębokim oceanie wynosi, jak wspomniano wcześniej, kilka metrów. Ze względu na ich wielkie długości prędkość przemieszczania tych fal jest stosunkowo duża (rzędu kilkuset km na godzinę) i nawet na dużych głębokościach przemieszczają się jako fale płytkowodzia. Stromość fal tsunami na otwartych, głębokich wodach jest bardzo mała, dlatego na takich akwenach nie stanowią jakiegokolwiek zagrożenia dla statków. Dopiero w chwili dojścia do strefy brzegowej poruszająca się z dużą prędkością fala długa staje się falą przyboju o stromym czole, a jej wysokość wzrasta. Wzrost wysokości fali tsunami uzależniony jest od początkowej wysokości (energii fali), szerokości i nachylenia strefy przybrzeża, w której zachodzi dyssypacja energii fali oraz od topografii linii brzegowej. W skrajnych przypadkach wysokość fali tsunami sięgać może kilkunastu metrów. Szczególnie wysokie fale tsunami obserwuje się w sytuacjach, gdy wąski, dość stromo nachylony szelf przylega do zatok w linii brzegowej. W zatoce dochodzi bowiem do dodatkowego spiętrzenia wody. Nadejście fali tsunami zazwyczaj poprzedzone jest szybkim obniżeniem lustra wody o 1–4 metry, które trwa od kilku do kilkunastu minut, po czym następuje gwałtowne i szybkie podnoszenie się poziomu morza, zakończone nadejściem fali tsunami wysokości kilku – kilkunastu metrów. Zazwyczaj najwyższa jest pierwsza fala tsunami, po której może przyjść kilka kolejnych, o coraz mniejszej wysokości⁹. Niszczycielskie działanie tsunami objawia się w strefie przybrzeżnej, gdzie tworzą one wysoki, stromy wał wody, uderzający w brzeg z dużą prędkością i zmiatający wszystko po drodze. Szczególnie narażone na zniszczenia są urządzenia hydrotechniczne, infrastruktura portowa, statki znajdujące się w portach i na płytkich, przyporтовых redach. Mechanizm tworzenia się fal tsunami przedstawiono graficznie na rysunku 2.



Etapy powstawania fal tsunami inicjowanych od dołu (*bottom-up*):

1. Trzęsienie ziemi lub podwodny wybuch wulkanu powoduje powstanie fali.
2. Fale przemieszczają się swobodnie w kierunku lądu.
3. Fala załamuje się na płytkich wodach przybrzeżnych i osiąga duże rozmiary.
4. Fala tsunami uderza i zalewa wybrzeże z ogromną siłą, siejąc na swojej drodze spustoszenie.

Rys. 2. Mechanizm tworzenia się fal tsunami w wyniku podwodnego trzęsienia ziemi
Fig. 2. The mechanism of formation of a tsunami as a result of underwater earthquakes

Źródło: M. Grad, *Trzęsienia ziemi i tsunami*, „Przegląd Geofizyczny” 2005, nr 50(1-2), s. 47–58, grafika: <http://infografika.wp.pl/title,Zabojcze-tsunami,wid,14401809,wiadomosc.html> (dostęp: 20.07.2014).

⁹ M. Grad, *Fale tsunami*, Katedra Meteorologii i Oceanografii Nautycznej WM WSM w Gdyni, http://ocean.am.gdynia.pl/student/oceanol/falo/fal_tsun.html (dostęp: 20.05.2014).

Wyróżnia się na ogół, uwzględniając genezę i miejsce powstania fali, trzy rodzaje tsunami¹⁰:

- *lokalne* – miejsce wzbudzenia fali znajduje się blisko wybrzeża, a czas jej przybycia do lądu wynosi do pół godziny;
- *regionalne* – fale mogą zagrozić większemu obszarowi przybrzeżnemu; czas przybycia do lądu wynosi do 5 godzin od wzbudzenia;
- *ponadregionalne (pacyficzne)* – mogą objąć wiele obszarów po obu stronach Pacyfiku; czas przybycia fali do lądu wynosi od kilku do kilkunastu godzin, w zależności od odległości wzbudzenia.

Większość wstrząsów, które zdolne są wygenerować fale tsunami, jest związana ze strefami kolizji płyt tektonicznych litosfery. Te zaś okalają cały Ocean Spokojny (80% wszystkich fal tsunami pojawia się na Pacyfiku), a także północno-wschodnią część Oceanu Indyjskiego. Występują także w basenie Morza Karaibskiego na Oceanie Atlantyckim¹¹. Stosunkowo często, choć o niewielkiej sile, występują fale tsunami na Morzu Śródziemnym, zwłaszcza przy wybrzeżach Północnej Afryki (Algeria, Maroko), gdzie strefa przybrzeżna wykazuje stale niewielką aktywność sejsmiczną¹².

Skutki tsunami

Czynnikiem wywołującym bezpośrednio, destrukcyjne dla otoczenia skutki w przypadku tsunami są ogromne fale, które docierając do lądu mogą osiągać wysokość kilkudziesięciu metrów. Falam tsunami mogą towarzyszyć też zjawiska wtórne, takie jak skażenie środowiska wywołane np. przez uszkodzenia zakładów przemysłowych (przemysłu chemicznego), a nawet, jak to miało miejsce w Fukushima, uszkodzenie reaktorów elektrowni jądrowej.

Skutki tsunami, podobnie zresztą jak trzęsień ziemi, można podzielić na bezpośrednie (natychmiastowe) i pośrednie (długoterminowe); mogą one mieć charakter skutków społecznych, ekonomicznych i ekologicznych.

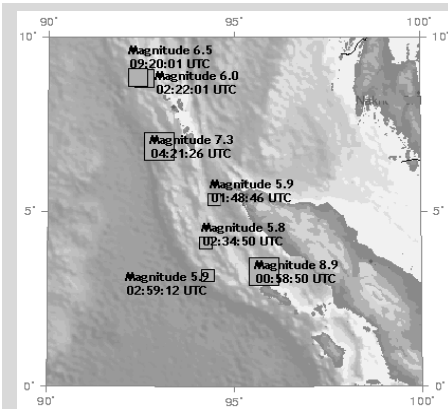
Do **skutków bezpośrednich** zaliczyć można: utratę życia, trwałe kalectwo, utratę zdrowia, urazy psychiczne wśród ludności; całkowite lub częściowe zniszczenie budynków i ich wyposażenia na skutek zalania lub zasypania; zniszczenia infrastruktury komunikacyjnej (drogi, linie kolejowe, mosty); uszkodzenia sieci gazowej, wodociągowej, elektrycznej; zniszczenia infrastruktury portowej, w tym statków i łodzi.

Skutki pośrednie obejmują z kolei: wszelkie szkody wywołane samym żywiołem i towarzyszącymi mu zjawiskami wtórnymi; długotrwały proces odbudowy infrastruktury regionu; wysokie koszty pomocy humanitarnej; możliwość wybuchu epidemii w rejonach objętych działalnością żywiołu; skażenia, zniszczenia lub całkowitą destrukcję środowiska.

¹⁰ M. Graniczny, W. Mizerski, *Katastrofy przyrodnicze*, Warszawa 2009, s. 80.

¹¹ Tamże, s. 79.

¹² M. Grad, *Fale tsunami...*



Data:	26 grudnia 2004
Godzina:	7:58:53 czasu lokalnego w Dżakarcie i Bangkoku
Przyczyna:	trzęsienie ziemi
Epicentrum trzęsienia:	Ocean Indyjski
Siła trzęsienia:	9,1 w skali Richtera
Państwa dotknięte kataklizmem:	Indonezja, Sri Lanka, Tajlandia, Indie, Malediwy, Somalia, Birma, Malezja
Liczba ofiar:	około 300 tys.

Trzęsienie ziemi o magnitudzie 9,1 w skali Richtera, którego epicentrum znajdowało się 30 km pod dnem Oceanu Indyjskiego w pobliżu zachodniego wybrzeża północnej Sumatry wywołało fale tsunami, które w ciągu trzech godzin uderzyły w wybrzeża kilku państw Azji Południowo-Wschodniej, a później także Afryki. Sięgające 15 m fale zniszczyły nadmorskie wsie i miasteczka, a także kąpieliska odwiedzane o tej porze roku przez zagranicznych turystów.



Kraje najbardziej dotknięte tsunami.

Źródło: http://commons.wikimedia.org/wiki/2004_Indian_Ocean_earthquake

Skutki: około 300 tysięcy ofiar śmiertelnych. Dziesiątki tysięcy osób zaginęły. Miliony straciły dach nad głową oraz miejsca pracy. Organizacje humanitarne stwierdziły, że co trzecia ofiara kataklizmu była dzieckiem. Wśród ofiar znalazły się tysiące turystów z całego świata, którzy spędzali razem z dziećmi Boże Narodzenie na słonecznych plażach Oceanu Indyjskiego. Woda zniszczyła plaże, roślinność, miasta i wioski leżące na wybrzeżu. W Indonezji zniszczeniu uległo miasto Banda Aceh, stolica prowincji Aceh. Straty i koszty odbudowy oceniono na kilka bilionów dolarów.

Ramka 1. Niszczycielskie tsunami na Oceanie Indyjskim z 2004 r.

Frame 1. The devastating tsunami in the Indian Ocean in 2004

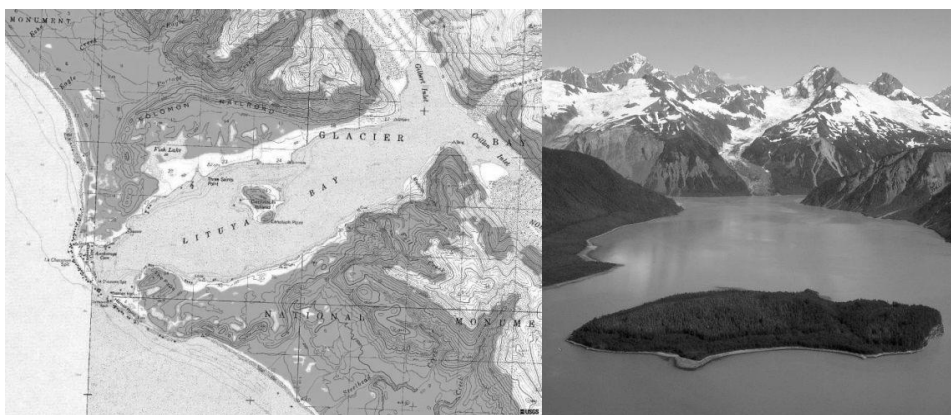
Źródło: <http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/sumatraEQ/>, <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2004/us2004slav/> (dostęp: 20.07.2014).

W przypadku zmian środowiskowych istotnym problemem staje się erozja terenów dotkniętych kataklizmem. Erozja spowodowana falą tsunami dotyczy przede wszystkim przybrzeża, plaży, przylądków oraz ujść rzek i kanałów. Zasoleniu ulega ponadto grunt i wody podziemne. Są to zmiany, których skutki mogą być odczuwalne przez wiele lat, a niektóre mogą być nieodwracalne¹³.

¹³ W. Szczuciński, *Potencjalne skutki geologiczne i środowiskowe tsunami na wybrzeżu Bałtyku*, [w:] *Holocenne przemiany wybrzeży i wód południowego Bałtyku – przyczyny, uwarunkowania i skutki*, red. K. Rotnicki, J. Jasiewicz, M. Woszczyk, Poznań–Bydgoszcz 2008, s. 121–127.

Najtragiczniejsze w skutkach w ciągu ostatnich lat było tsunami na Sumatrze w 2004 r. Wywołało je podwodne trzęsienie ziemi o magnitudzie 9,1 stopnia w skali Richtera, którego hipocentrum znajdowało się ok. 30 km pod dnem Oceanu Indyjskiego w pobliżu zachodniego wybrzeża północnej Sumatry. Główny wstrząs nastąpił 26 grudnia 2004 r. o godzinie 07.58 czasu lokalnego w Dżakarcie i w Bangkoku. Według sejsmologów było to czwarte pod względem siły trzęsienie ziemi od roku 1900, od którego prowadzi się ciągle obserwacje sejsmiczne. Trzęsienie ziemi wywołało fale tsunami, które w ciągu trzech godzin uderzyły w wybrzeża kilku państw Azji Południowo-Wschodniej, a później także Afryki. Sięgające 15 m fale zniszczyły nadmorskie wsie i miasteczka, a także kąpieliska odwiedzane o tej porze roku przez zagranicznych turystów. Szacuje się, że liczba osób zabitych i zaginionych wynosi ponad 300 tysięcy i nie jest to ostateczny bilans tragedii. Kilka milionów straciło dach nad głową¹⁴. Informacje dotyczące kataklizmu zestawiono w ramce 1.

Megatsunami miało jednak miejsce nie na Oceanie Indyjskim, a w Zatoce Lituya na Alasce 9.06.1958 r. O potraktowaniu tego zjawiska w kategorii „mega” zadecydowało odnotowanie nieznannej do tej pory wysokości fali, która osiągnęła wartość 524 m. Lituya Bay to fiord leżący w amerykańskim stanie Alaska. Zatokę odkrył w 1786 r. Jean-François de La Pérouse¹⁵.



Rys. 3. Zatoka Lituya na Alasce

Fig. 3. Lituya Bay in Alaska

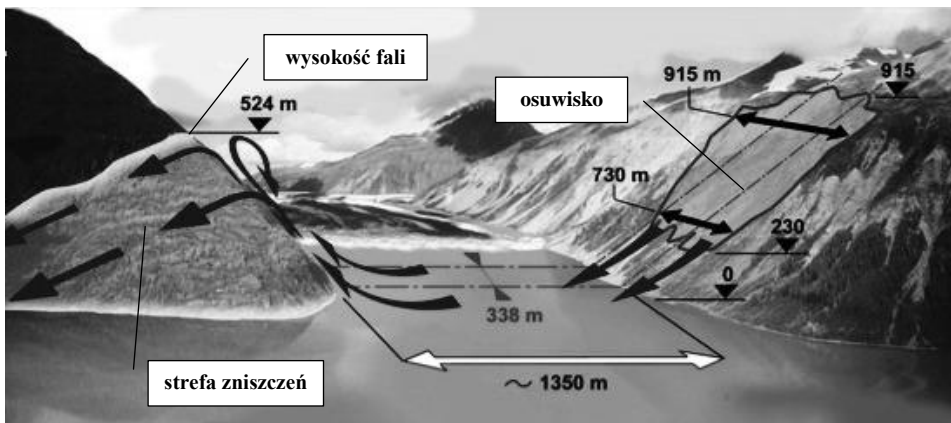
Źródło: mapa: Wenatchee Valley College, Introduction to Physical Geology, <http://commons.wvc.edu/~rdawes/G101OCL/Labs/GlaciersLab.html> (dostęp: 20.05.2014); zdjęcie: Northwest Coast Archaeology, <http://qmackie.com/2010/02/22/la-perouse-at-port-des-francais-lituya-bay/> (dostęp: 20.05.2014).

¹⁴ Opracowano na podstawie danych z NOAA's National Weather Service. www.tsunami.gov/ (dostęp: 20.05.2014).

¹⁵ J-F. La Pérouse, *A Voyage Around the World*, t. 1, London 1799, s. 364–416. Zob.: E.W. Eickelberg, *Lituya Bay, Gulf of Alaska*, "U.S. Coast and Geodetic Survey FIELD ENGINEERS BULLETIN" No. 10, December 1936, dostępny na stronie: NOAA, http://www.history.noaa.gov/stories_tales/lituya.html (dostęp: 20.05.2014).

Lituya Bay ma około 11,3 km długości i 3,2 km szerokości. Największa głębokość zatoki to 219 m, przy czym ujście do Zatoki Alaska mierzy zaledwie 9,7 m głębokości i ma około 500 m szerokości. Zatoka jest miejscem zejścia trzech lodowców: dwóch mniejszych *Kaskadowego* i *Crillon* oraz największego z nich – *Lituya*. W centrum zatoki leży wyspa Cenotaph, która w znaczący sposób wpływa na kształt prądów. Zatoka jest częścią Parku Narodowego Glacier Bay na Alasce¹⁶ (zob.: rys. 3).

W nocy 9 lipca 1958 r. trzęsienie ziemi wzdłuż uskoku *Fairweather* wywołało osunięcie się do zatoki Gilberta około 30 mln m³ skał o wadze ponad 900 mln ton. Obryw skał z wysokości blisko 900 m wywołał lokalne tsunami, które z największą siłą uderzyło w przeciwny brzeg i podążyło dalej w kierunku otwartego oceanu, zdzierając ze zbocza miliony drzew i glebę. Trzęsienie ziemi miało siłę 7,9 stopnia w skali Richtera z epicentrum 21 km na północny wschód od zatoki. Niszczycielska fala osiągnęła wielkość 524 m¹⁷ (zob.: rys. 4).



Rys. 4. Mechanizm niszczycielskiego działania tsunami w zatoce Lituya na Alasce
Fig. 4. The mechanism of the destructive action of the tsunami in Lituya Bay in Alaska

Źródło: G. Pararas-Carayannis, *Mega-Tsunami 9 lipca 1958 roku w Lituya Bay, Alaska, Analiza mechanizmu*, <http://www.drgeorgepc.com/Tsuna-mi1958LituyaB.html> (dostęp: 20.05.2014).

Zagrożenie tsunami w Polsce

Czy Polska jest wolna od zagrożenia tsunami? To pytanie nie jest wcale bezzasadne. Co prawda prawdopodobieństwo wystąpienia tego zjawiska jest znikome, ale nie można go całkowicie wykluczyć. Przy spełnieniu pewnych warunków towarzyszących trzęsieniu ziemi, fale tsunami mogłyby się na Bałtyku pojawić, jednak by-

¹⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/Lituya_Bay (dostęp: 20.05.2014).

¹⁷ Szerzej o mechanizmie powstania największej zanotowanej fali tsunami: G. Pararas-Carayannis, *Mega-Tsunami 9 lipca 1958 roku w Lituya Bay, Alaska, Analiza mechanizmu*, www.drgeorgepc.com/Tsuna-mi1958LituyaB.html (dostęp: 20.05.2014).

łyby to fale o niedużej wysokości. Tsunami mogłoby wywołać trzęsienie ziemi o magnitudzie 5–6 lub większej w skali Richtera, z epicentrum pod dnem morskim, a do takich zjawisk już na Bałtyku dochodziło¹⁸, o czym świadczą zapiski w kronikach¹⁹:

- w 1625 r. nastąpiło zapadnięcie murów miejskich i jednego budynku w Szczecinie;
- 25 lutego 1648 r. jedna z wież kościelnych w rejonie Szczecina został przesunięta o 7 metrów;
- 16–17 maja 1888 r. trzęsienia ziemi objęły zachodni Bałtyk;
- w grudniu 1912 r. wystąpił silny wstrząs sejsmiczny w okolicach Łeby i Smołdzina.

Według historycznych zapisków tsunami, zwane przez historyków „Morskim Niedźwiedziem”, wystąpiło w Polsce przynajmniej dwukrotnie: w 1497 oraz w 1779 r.

Jeden z opisów historycznych „Morskiego Niedźwiedzia” powstał w Darłowie (Zachodniopomorskie) i dotyczy roku 1497. Jego autorem jest jeden z mnichów zamieszkujących tamtejszy klasztor kartuzów. Przetłumaczony przez Mariana Czernerę zapis brzmi następująco: „Ósmego dnia po Narodzinach Maryi, roku 1497, w piątek w południe, zerwał się sztorm z północnego zachodu i trwał do późnego wieczora wywołując powódź. W DarłóWKu zostały całkowicie zniszczone nabrzeża portowe, paraliżując na długi czas handel. Ich odbudowa pociągnęła za sobą wysokie koszty. Prawie wszystkie domy zostały rozmyte, wszystko było potonęło, a rzeczka (Lutowa łącząca Wieprzę z jeziorem Kopań) została zapiaszczona. Cztery cumujące w porcie statki, w tym duży ‘Kreyer’ zostały wyrzucone na ląd. Jeden koło Żukowa Morskiego, dwa koło klasztoru kartuzów, jeden aż w pobliżu kaplicy Św. Gertrudy. W klasztorze woda stała w krużgankach i w kościele do wysokości ołtarzy”²⁰. Szacuje się, że wysokość tego tsunami wynosiła około 20 metrów, bowiem jeden ze statków wylądował prawie na szczycie miejscowego wzgórza Kopa, które liczy 22 metry n.p.m.

W kwietniu 1779 r. tsunami nawiedziło z kolei Wybrzeże Trzebiatowskie. Jak podaje kronikarz L. W. Brueggemann: „Bałtyk posiada także często swoją własną pogodę, która z pogodą lądową nie ma związku; czasami jednakże tylko rzadko, występuje podwodna burza w tymże (Bałtyku), o czym można wnioskować z tego, że przy czystym i spokojnym niebie, daje się słyszeć wzdłuż pomorskich brzegów morskich toczący się grzmot, a na ląd wyrzucane są nieżywe lub na wpół żywe ryby morskie i przybrzeżne. Tak było np. 3 kwietnia 1757 r. około południa przy spokojnej i jasnej pogodzie, brzeg Bałtyku koło Trzebiatowa nad Regą stał się nagle tak wzburzony, że wysokie fale zerwały duży prom zacumowany w porcie i przeniosły daleko na ląd. Po czym kiedy to (falowanie) się trzykrotnie powtórzyło morze stało się znowu spokojne”²¹. Inny historyczny przekaz mówi o tym, że w marcu 1779 r.

¹⁸ Zob.: *Tsunami w Polsce*, za: www.ekologia.pl (dostęp: 15.04.2015).

¹⁹ M. Graniczny, W. Mizerski, *Katastrofy przyrodnicze...*, s. 86.

²⁰ Podaję za: *Badania: przez Bałtyk przeszło tsunami – przekazy kronikarzy potwierdzają się*, PAP – Nauka w Polsce, <http://naukawpolsce.pap.pl/> (dostęp: 15.04.2015).

²¹ Za: *Sejsmiczny Bałtyk*, <http://szkolnictwo.pl/> (dostęp: 15.04.2015).

wysokie fale zalały Łebę i uniosły zacumowany w tamtejszym porcie statek do miejskich ogrodów, zaś trzy godziny później w Kołobrzegu nastąpił nagły odpływ wód, odsłaniający dno morza²².

Przyczyną tsunami w Darłowie, zdaniem niektórych naukowców, było oddalone o 500 km na północ trzęsienie ziemi w rejonie jeziora Wener w Szwecji. Siła trzęsienia ziemi była tam jednak zbyt mała, aby bezpośrednio spowodować tsunami. Można przyjąć najbardziej prawdopodobną tezę, że to słabe trzęsienie wywołało eksplozję metanu uwięzionego w warstwach tworzących dno Morza Bałtyckiego. Eksplozji metanu towarzyszył grzmot, huk, czyli „pomruk niedźwiedzia morskiego” – jak dawniej określano efekty dźwiękowe poprzedzające nadejście fali tsunami. Najbardziej prawdopodobny jest scenariusz powtórzenia się wybuchu tej specyficznej „bomby metanowej” i powstania tsunami na Bałtyku. Nie zlokalizowano jednak na razie pod Bałtykiem złóż mogących zagrazać w najbliższym czasie naszemu bezpieczeństwu. Inną przyczyną tsunami może być upadek meteorytu do Morza Bałtyckiego, niemniej jednak ryzyko takiego zdarzenia jest niewielkie.

Ochrona przed tsunami

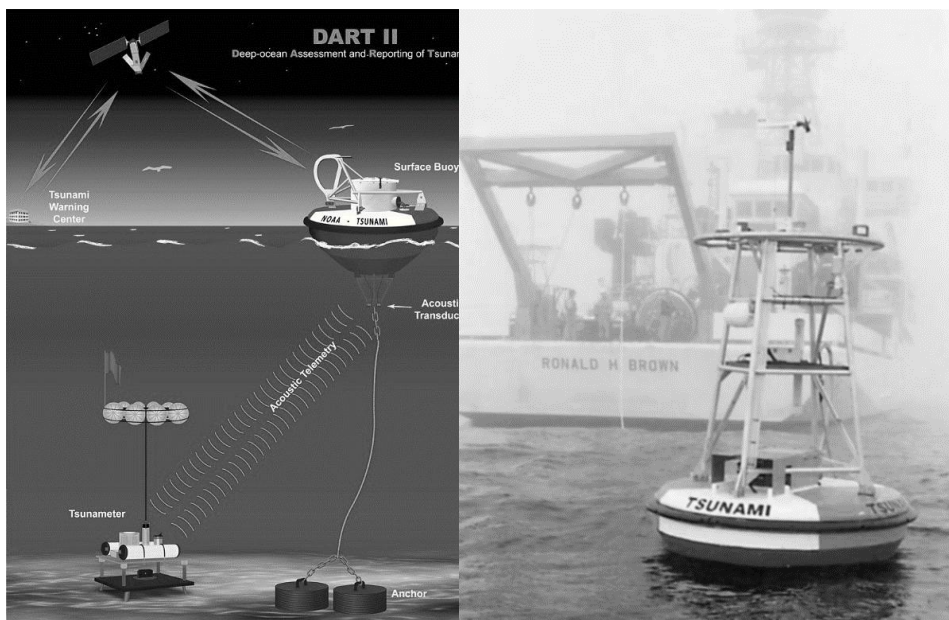
Ochrona przed tsunami ma na celu ograniczenie jego skutków i obejmuje działania związane z monitoringiem, tworzeniem systemu ostrzegania i alarmowania, a także rozmieszczaniem i utrzymaniem w sprawności urządzeń zabezpieczających wybrzeża przed niszczycielskim działaniem ogromnych mas wody (falochronów, nasypów, ścian betonowych na morzu, ścian na wybrzeżu).

Najważniejszym, a jednocześnie o największym zasięgu systemem monitorowania i ostrzegania przed tsunami jest amerykański system DART (Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunami). Obejmuje on obecnie (od 2008 r.) sieć 39 stacji, zainstalowanych m.in. w regionie Hawajów i Wysp Salomona, dostarczających informacji o groźbie fal tsunami w czasie rzeczywistym, jakie mogą osiągnąć wybrzeży Oceanu Spokojnego, Zatoki Meksykańskiej, Karaibów, Indonezji i Australii. W realizację projektu zaangażowanych jest 26 krajów. Systemem tym zawiaduje Amerykańska Narodowa Służba Oceaniczna i Meteorologiczna – NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Obecnie wdrożono do użytku już drugą generację systemu – DART II.

System DART II to technologia opracowana przez NOAA Pacific Marine Environmental Lab (PMEL) w Seattle. Opiera się ona na integracji pomiarów w czasie rzeczywistym i technologii modelowania zagrożeń. System ten umożliwia wczesne wykrywanie w czasie rzeczywistym tsunami na otwartym oceanie. System DART składa się głównie z tsunamometru i boi umieszczonej na powierzchni. Tsunamometr usytuowany jest na dnie oceanu i zawiera komputer, modem i przetwornik akustyczny (komunikacji), czujnik ciśnienia, czujnik pochylenia (do ustalenia nachylenia tsunamometru) oraz baterie. W stanie czuwania tsunamometr monitoruje głębokość wody do pływy umieszczonej na powierzchni co 15 minut. Boja przekazuje do sate-

²² Za: *Tsunami w Polsce*, www.ekologia.pl (dostęp: 15.04.2015).

litów informacje, które są następnie przekazywane do ośrodków ostrzegania i alarmowania o tsunami (ośrodek taki znajduje się na Hawajach). Gdy tsunamometr wychwyci trzęsienie ziemi, przechodzi w tryb alarmowy i rozpoczyna pomiar oraz raportowanie wysokości powierzchni morza nawet co 15 sekund (zob. rys. 5)²³.



Rys. 5. System monitorowania i wczesnego ostrzegania przed tsunami DART II
Fig. 5. Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis DART II

Źródło: <http://www.srh.noaa.gov/srh/jetstream/tsunami/images/dartbuoyth.jpg>, http://www.magazine.noaa.gov/stories/images/dart_tsunamicover.jpg (dostęp: 20.05.2016).

W 2005 r., z inicjatywy Komisji Oceanograficznej UNESCO, 31 zainteresowanych krajów atlantyckich i śródziemnomorskich zaczęło tworzyć system ostrzegania podobny do amerykańskiego DART. System został już przetestowany. UNESCO uruchomiło też Międzynarodowe Centrum Informacji o Tsunami (International Tsunami Information Center)²⁴.

Podsumowanie i wnioski

Tsunami należy niewątpliwie do jednych z poważniejszych zagrożeń naturalnego pochodzenia zagrażających mieszkańcom wybrzeży dużych zbiorników wodnych, głównie mórz i oceanów. W warunkach globalizacji, a przede wszystkim swobodnego przemieszczania się wielu milionów ludzi w celach zawodowych czy turystycz-

²³ Za: www.ndbc.noaa.gov/dart/dart.shtml (dostęp: 15.04.2015).

²⁴ Zob.: <http://itic.ioc-unesco.org/index.php> (dostęp: 15.04.2015).

nych, nabiera ono powszechnego charakteru i to w skali globalnej. Poznanie tego zjawiska i tworzenie skutecznych systemów ochrony ludności przed jego destrukcyjnym działaniem wpisuje się w problemy, które powinny być analizowane z perspektywy bezpieczeństwa powszechnego. Problem ten nie może być bagatelizowany czy marginalizowany przez stosowne służby w Polsce, dlatego warto pokusić się o pewne wnioski, które nasuwają się w wyniku analizy powyższego problemu przedstawionej przez jej autora:

1. Ryzyko pojawienia się fal tsunami na Bałtyku jest niewielkie, niemniej jednak nie można tego zagrożenia wykluczyć z katalogu zagrożeń bezpieczeństwa powszechnego i należy przygotować odpowiednie służby do działania w sytuacji, gdyby sprawdziły się najczarniejsze scenariusze.
2. Polska powinna aktywnie uczestniczyć w programach o charakterze globalnym (Globalny monitoring środowiska i bezpieczeństwa – GMES) czy regionalnym (Europejska Sieć Informacji i Obserwacji Środowiska Morskiego – EMODnet) zajmujących się monitoringiem i analizą środowiska morskiego, a także różnego rodzaju zagrożeń pojawiających się w tej przestrzeni. Przykładem takiego programu jest program SatBałtyk, w którym uczestniczy między innymi Akademia Pomorska w Słupsku. Warto zastanowić się, czy w projekcie tym nie uwzględnić również obserwacji dotyczących zjawiska tsunami.
3. Nie mniej ważnym problemem jest kwestia edukacji społeczeństwa o zagrożeniach powodowanych tsunami, a przede wszystkim o odpowiednich sposobach zachowania się w rejonach, gdzie tego typu zjawiska mogą wystąpić. Informacje takie powinny być dostępne chociażby na stronach internetowych Ministerstwa Spraw Zagranicznych czy też polskich placówek dyplomatycznych funkcjonujących w krajach, gdzie zjawisko to może wystąpić. Informacje tego typu powinny być dostępne głównie dla osób, które udają się rejonu zagrożone wystąpieniem tego kataklizmu.
4. Informacje, w tym ostrzeżenia o zagrożeniu tsunami, powinny być również przekazywane przez polskie media, aby dać możliwość zapoznania się z nimi osobom przebywającym w rejonach o wysokim stopniu ryzyka lub udającym się tam.

Bibliografia

- Bezpieczeństwo wewnętrzne RP w ujęciu systemowym i zadań administracji publicznej*, red. B. Wiśniewski, S. Zalewski, Bielsko-Biała 2006.
- Graniczny M., Mizerski W., *Katastrofy przyrodnicze*, Warszawa 2009.
- Kitler W., *Bezpieczeństwo narodowe RP. Podstawowe kategorie. Uwarunkowania. System*, Warszawa 2011.
- Łuczyński P., *Problem tsunami? Dlaczego tak mało jest kopalnych osadów tsunami?*, „Przegląd Geologiczny” 2012, t. 60, nr 11.
- Nowak E., Nowak M., *Zarys teorii bezpieczeństwa narodowego*, Warszawa 2011.
- Niemilitarne zagrożenia bezpieczeństwa publicznego*, red. S. Kowalkowski, Warszawa 2011.
- Szczuciński W., *Potencjalne skutki geologiczne i środowiskowe tsunami na wybrzeżu*

Bałtyku, [w:] *Holocońskie przemiany wybrzeży i wód południowego Bałtyku – przyczyny, uwarunkowania i skutki*, red. K. Rotnicki, J. Jasiewicz, M. Woszczyk, Poznań–Bydgoszcz 2008.

Projekt ustawy o bezpieczeństwie obywateli z 2006 r., http://orka.sejm.gov.pl/proc.nsf/projekty/805_p.htm (dostęp: 20.01.2017).

Projekt ustawy o ustawie o ochronie ludności i obronie cywilnej z 2016 r., www.ock.gov.pl/prawo/projekty_aktow_prawnych (dostęp: 20.01.2017).

Eickelberg E. W., *Lituya Bay, Gulf of Alaska*, “U.S. Coast and Geodetic Survey FIELD ENGINEERS BULLETIN” no. 10, December 1936, NOAA, www.history.noaa.gov/stories_tales/lituya.html (dostęp: 20.05.2014).

Grad M., *Fale tsunami*, Katedra Meteorologii i Oceanografii Nautycznej WM WSM w Gdyni, http://ocean.am.gdynia.pl/student/oceano1/falo/fal_tsun.html (dostęp: 20.05.2014).

Pararas-Carayannis G., *Mega-Tsunami 9 lipca 1958 roku w Lituya Bay, Alaska, Analiza mechanizmu*, www.drgeorgepc.com/Tsunami1958LituyaB.html (dostęp: 20.05.2014).

Sejsmiczny Bałtyk, <http://szkolnictwo.pl> (dostęp: 15.04.2015).

Tsunami w Polsce, www.ekologia.pl (dostęp: 15.04.2015).

<http://encyklopedia.pwn.pl/haslo/3989752/tsunami.html> (dostęp: 20.05.2014).

<http://itic.ioc-unesco.org/index.php> (dostęp: 15.04.2015).

http://en.wikipedia.org/wiki/Lituya_Bay (dostęp: 20.05.2014).

www.ndbc.noaa.gov/dart/dart.shtml (dostęp: 15.04.2015).

www.tsunami.gov/ (dostęp: 20.05.2014).

Summary

Public safety is included in the key areas of national security. The main objective is to protect the population against the effects of the various risks that may threaten Polish territory, but also territory outside Polish borders. In these type of threats we can undoubtedly include tsunami waves, which are often the consequence of earthquakes and eruptions of underwater volcanoes. In the article, the author attempts to analyze this phenomenon from the perspective of public safety.

