

**Bilski, Marek / Lisiak, Emil / Janiak,
Marek K.**

**Z życia nauki i życia Towarzystwa :
Zagrożenia terroryzmem
radiologicznym i nuklearnym**

Rocznik Towarzystwa Naukowego Warszawskiego 65, 57-66

2002

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych oraz w kolekcji mazowieckich czasopism regionalnych mazowsze.hist.pl.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach
dozwolonego użytku.

Marek K. Janiak, Emil Lisiak, Marek Bilski

ZAGROŻENIA TERRORYZMEM RADIOLOGICZNYM I NUKLEARNYM

We współczesnym świecie coraz bardziej realna wydaje się możliwość użycia przez terrorystów czynników biologicznych, chemicznych, i promieniotwórczych jako broni masowego rażenia (BMR). Wynika to z faktu coraz większej dostępności „surowca” lub możliwości produkcji tej broni we własnym zakresie, a także ze wzrostu agresywności i braku zahamowań moralnych wśród terrorystów.

Czynniki sprzyjające rozwojowi terroryzmu radiologicznego i nuklearnemu to:

- kusząca możliwość zastosowania „broni absolutnej”;
- rosnąca agresywność i brak zahamowań terrorystów („no limits attitude”);
- niewystarczające zabezpieczenie instalacji jądrowych i magazynów materiałów rozszczepialnych (przede wszystkim na terenie byłego ZSRR);
- niewystarczająca ochrona przed kradzieżą ładunków jądrowych (na terenie byłego ZSRR);
- bezrobocie wśród ekspertów nuklearnych (z byłego ZSRR);
- dostępność (w internecie) informacji na temat budowy bomb jądrowych i radiologicznych;
- dobrze prosperujący czarny rynek materiałów promieniotwórczych i rozszczepialnych;
- niestabilna sytuacja polityczna w Azji Południowej (Pakistan i Indie).

W tym kontekście, tzw. broń radiologiczna, a szczególnie nuklearna (broń „absolutna”), ciągle uważane są za najbardziej „przekonywujący”, a więc pożądany przez zorganizowane grupy terrorystyczne środek walki. Nic więc dziwnego, że w ostatnich latach rośnie liczba prób nielegalnego zdobycia i/lub użycia materiałów rozszczepialnych w celach przestępczych. Praktycznie, istnieją trzy potencjalne scenariusze (możliwości) ataku terrorystycznego z wykorzystaniem promieniowania jonizującego jako czynnika rażenia: detonacja ładunku nuklearnego, użycie tzw. broni radiologicznej (w tym tzw. „brudnej bomby”), lub spowodowanie wybuchu instalacji jądrowej.

Detonacja ładunku nuklearnego. Fanatyczna determinacja oraz brak zahamowań moralnych różnych grup terrorystycznych pozwalają sądzić, że – gdyby udało im się zdobyć broń jądrową – nie wahałoby się przed jej użyciem. Świadczy o tym chociażby oświadczenie ibn Ladena z maja 1998 r., że „Muzułmanie mają obowiązek posiadać broń jądrową i terroryzować (za jej pomocą) wrogów Allacha”.

Terrorystyci mogą wejść w posiadanie broni nuklearnej poprzez kradzież już wyprodukowanej bomby lub konstruując ją samodzielnie metodą chałupniczą (tzw. produkcja „garażowa”). Istnieją przesłanki wskazujące, że kradzież bomby ze źle strzeżonego lub nie zabezpieczonego magazynu jest całkiem prawdopodobna. Według dostępnych danych, w krajach byłego Związku Radzieckiego znajduje się od 10 do 17 tys. bomb jądrowych i ok. 40 tys. głowic nuklearnych przechowywanych w ponad 120 różnych miejscach, które często są niewłaściwie chronione. Nie dziwi więc szokujące odkrycie dokonane swego czasu przez gen. A. Lebiedzia, który nie mógł doliczyć się ponad 80 tzw. burzących bomb atomowych o wymiarach małej walizki, które „gdzieś się zapodziały”.

Własnoręczna produkcja bomby przez terrorystów również nie jest wykluczona, szczególnie wobec dostępności w internecie i innych publikacjach „przepisów” budowy takiej broni (np. odtajniony Projekt Manhattan). Produkcja taka wymaga wprawdzie posiadania odpowiedniej ilości wysokiej klasy materiałów rozszczepialnych (5–25 kg uranu U-235 lub 1–8 kg plutonu Pu-239), których wytworzenie jest procesem bardzo skomplikowanym i kosztownym, ale mogą być one stosunkowo łatwo zdobyte drogą nielegalną. Obecnie, na świecie zmagazynowanych jest ok. 1700 ton wysoko wzbogaconego uranu (WWU) oraz ok. 450 ton Pu-239. Najbardziej dostępnym źródłem materiału rozszczepialnego są znajdujące się na terenie krajów byłego Związku Radzieckiego (przede wszystkim w Rosji) źle lub niedostatecznie strzeżone i ewidencjonowane zasoby WWU, których ilość przekracza 1 milion kilogramów – wystarczająco dużo, aby zbudować 10 tys. bomb jądrowych. Dla przykładu, na przedmieściach Moskwy, na terenie Instytutu Kurczatowa jeszcze niedawno znaleziono ok. 73 kg WWU przechowywanego w zabezpieczonych łańcuchem metalowych szafkach typu szkolnego, natomiast w zakładzie Czeliabińsk-65 pokaźna ilość plutonu Pu-239 znajdowała się w zamkniętym na jedną kłódkę starym magazynie ze szklanymi oknami. Według amerykańskich ekspertów, ok. 80% rosyjskich zakładów produkcji, wykorzystywania i/lub przechowywania materiałów rozszczepialnych nie ma tzw. bramek radiologicznych, stanowiących elementarne zabezpieczenie przed możliwością wyniesienia lub wywozu tych materiałów na zewnątrz. Surowiec do produkcji

broni nuklearnej znajduje się również w porzuconych okrętach podwodnych o napędzie atomowym; wiadomo o zatonięciu co najmniej 4 rosyjskich okrętów tego typu (jeden z nich wyposażony w dwie głowice zawierające po 6 kg Pu-239 oraz rdzeń reaktora zawierający 116 kg WWU leży na dnie Morza Norweskiego). Źródłem materiałów rozszczepialnych i/lub gotowych bomb jądrowych, a także „zapleczem” terroryzmu radiologicznego mogą być także należące do „nuklearnego klubu”, ale niezbyt stabilne politycznie kraje takie jak Indie i Pakistan. Możliwość „chałupniczej” konstrukcji bomby atomowej ze skradzionego i przemyconego WWU lub – rzadziej – Pu-239 jest tym bardziej prawdopodobna, że po rozpadzie Związku Radzieckiego wielu wyszkolonych tam ekspertów nuklearnych pozostało bez pracy (a pozostali są na ogół marnie opłacani) i mogą być zatrudnieni przez organizacje terrorystyczne.

Istnieje więc realna możliwość zdobycia lub wyprodukowania przez dobrze zorganizowane organizacje terrorystyczne bomby jądrowej, najpewniej o stosunkowo małej mocy rzędu kilku do kilkunastu kt (dla porównania, bomba zrzucona na Hiroshimę miała moc 13 kt). Naziemnej lub powietrznej detonacji takiej bomby towarzyszyć będą wszystkie charakterystyczne zjawiska typowe dla wybuchu każdego ładunku jądrowego, a więc błysk lub „kula ognista” (która może przejściowo lub trwale oślepić obserwujące wybuch ofiary), fala uderzeniowa (o energii sięgającej 50% całkowitej energii wybuchu) i termiczna (do 35% energii wybuchu), które będą główną przyczyną śmierci i poważnych urazów ofiar znajdujących się najbliżej epicentrum oraz pożarów i zniszczeń w środowisku, wreszcie promieniowania jonizującego pierwotnego (złożonego z neutronów i promieni gamma, stanowiącego do 5% energii wybuchu) oraz resztkowego (do 10% energii wybuchu). Ekspozycja na promieniowanie pierwotne doprowadzi do natychmiastowego, jednorazowego pochłonięcia przez znajdujące się w pobliżu ofiary dużych, często śmiertelnych dawek energii, natomiast promieniowanie resztkowe pochodzące z radiacyjnego skażenia środowiska będzie przyczyną rozłożonej w czasie ekspozycji zewnętrznej i wewnętrznej na promieniowanie prowadząc do pojawienia się urazów i zespołów popromiennych oraz wzrostu zachorowań na nowotwory złośliwe. Szacuje się, że detonacja ładunku nuklearnego o mocy 15 kt na Manhattanie zabiłaby od razu ponad 100 tys. ludzi, natomiast kolejne 100 tys. zmarłoby w okresie późniejszym. Na szczęście, jak dotąd nie zanotowano przypadków terrorystycznego użycia broni nuklearnej.

Użycie broni radiologicznej. W odróżnieniu od zastosowania bomby atomowej, współcześnie znacznie bardziej prawdopodobne jest użycie przez terrorystów tzw. „broni radiologicznej”, czyli urządzeń,

środków lub sposobów umożliwiających rozproszenie w środowisku substancji promieniotwórczej w celu wywołania zaburzeń zdrowotnych i/lub lęku i paniki wśród ludności; wg terminologii NATO, broń taką określa się jako radiological dispersal device (RDD), Zamierzone skażenie radiacyjne środowiska można osiągnąć np. przez bezpośrednie rozpylenie mieszaniny radioizotopów z samolotu lub rozrzucenie jej z jadącego samochodu, ale najbardziej skuteczne wydaje się być zmieszanie materiału promieniotwórczego z konwencjonalnym ładunkiem wybuchowym i stworzenie tzw. „brudnej” bomby; ten rodzaj broni dziennikarze nazwali też – jak zwykle z przesadą – „atomówką dla ubogich” (ang.: poor man’s nuke). Ilość oraz stopień „czystości” substancji promieniotwórczej, która może być użyta jako broń radiologiczna są dużo mniejsze niż to jest w przypadku bomb jądrowych. Oprócz WWU, plutonu i innych materiałów rozszczepialnych, źródłem promieniotwórczego surowca do stworzenia „brudnej bomby” mogą być dużo łatwiejsze do zdobycia radioizotopy powszechnie stosowane w przemyśle i medycynie (Tabela 1).

Tabela 1. Źródła i rodzaje izotopów promieniotwórczych przydatnych do budowy „brudnej bomby”.

Źródło	Rodzaje stosowanych izotopów
Cykl produkcji paliwa jądrowego	U-235 i U-238 oraz produkty ich rozpadu; Rn-222 i produkty jego rozpadu; H-3; Rb-88, Cr-51, Ar-41, izotopy plutonu, strontu, cezu, jodu, kryptonu, ksenonu, azotu i kobaltu
Diagnostyka medyczna, radioterapia, badania biomedyczne	Tc-99, I-123, I-125, I-131, Co-60, Cs-137, Ir-192, Ra-226, P-32, Pd-103, H-3, S-35, Cr-51, C-14
Diagnostyka i analiza radioizotopowa w przemyśle	H-3, C-14, Cl-36, Pb-210, Sc-46, Co-57, Co-60, Au-198, Cr-51, Ir-192, Mn-54, Zn-65, Fe-57, Br-82, Kr-85, Sr-90, Ce-144, Pm-147, Tc-99m, Cs-137, Yb-169, Tm-170, Pu-239, Am-241, Cf-252.
Uzbrojenie i sprzęt wojskowy	H-3, Ni-63, Cs-137, Pm-147, Ra-226, Th-232, Am-241, zubożony uran (zawierający ok. 0,2% U-235)

W odróżnieniu od ładunku jądrowego, eksplozja bomby radiologicznej raczej nie spowoduje skażenia obszaru o promieniu większym od 100–200 m, a poziom tego skażenia będzie raczej niski (aby był on znaczący, do budowy bomby trzeba by użyć materiału promieniotwórczego o tak dużej aktywności, że byłby on zabójczy dla samych jej konstruktorów). Bezpośrednimi ofiarami użycia takiej bomby będą więc stosunkowo nieliczne osoby znajdujące się w pobliżu miejsca detonacji, którzy doznają urazów

termicznych i mechanicznych. Ważnym, a często jedynym skutkiem zdrowotnym użycia takiej bomby, będzie jednak szerząca się panika i zamieszanie (niewykluczone, że także wśród służb porządkowych i ratowniczych), a w okresie późniejszym rozwój stanów nerwicowych, a nawet zaburzeń psychicznych również wśród ludzi, którzy ani nie byli narażeni na działanie wybuchu ani nie zostali skażeni materiałem promieniotwórczym. Źródłem tych zaburzeń jest psychoza strachu przed promieniowaniem jonizującym (radiofobia) wynikająca z powszechnej niezajomości rzeczywistych skutków działania szczególnie małych dawek tego promieniowania, celowo lub nieświadomie podsycana przez środki masowego przekazu oraz różne grupy „ekologów” i innych „aktywistów”. Wydaje się, że wywołanie paniki i zamieszania może być jednym z głównych celów, jaki stawiają sobie terroryści posługujący się „brudną” bombą. Przypuszczenie to potwierdza jeden z bardziej znanych przypadków zastosowania broni radiologicznej przez terrorystów czeceńskich, których przywódca Szamil Basajew w wywiadzie udzielonym rosyjskiej telewizji 23 listopada 1995 r. oświadczył wprost, że cztery pojemniki zawierające promieniotwórczy cez zostały rozmieszczone w Moskwie i okolicach (jeden z nich został rzeczywiście odnaleziony w parku Ismailowskim) – terrorystom chodziło nie tyle o spowodowanie bezpośrednich zaburzeń zdrowotnych ani tym bardziej śmierci mieszkańców Moskwy, co o wywołanie poczucia zagrożenia i paniki wśród ludności oraz wykazanie bezradności władz.

Atak na instalację jądrową. Obecnie na świecie czynnych jest ponad 430 reaktorów energetycznych w elektrowniach jądrowych oraz ponad 600 reaktorów (w tym ok. 280 czynnych) wykorzystywanych do celów naukowych. Nic więc dziwnego, że – szczególnie po 11 września 2001 r. – nie raz sugerowano możliwość terrorystycznego ataku na instalacje jądrowe znajdujące się w elektrowniach lub ośrodkach badawczych. Groźby takie mogą być uzasadnione. Wykazano bowiem, że rozpędzony do prędkości 850 km/godz. Boeing 767 z wypełnionymi zbiornikami paliwa jest w stanie przebić warstwą zbrojonego betonu o grubości 1 m, którym otoczone są reaktory we wszystkich elektrowniach jądrowych w USA i innych państwach Zachodu (reaktory badawcze są gorzej zabezpieczone, ale są też na ogół znacznie mniejsze). Wprawdzie w razie awarii funkcjonowanie reaktora zostaje natychmiast zablokowane, ale wybuch może doprowadzić do uwolnienia do środowiska pewnej ilości materiału promieniotwórczego (przede wszystkim jodu-131 i niektórych gazów szlachetnych), podobnie jak to się dzieje przy detonacji ładunku jądrowego o stosunkowo niewielkiej mocy; szacuje się, że promień strefy skażenia przy wybuchu reaktora energetycznego o mocy 2,5–3,5 tys. MW może wynosić

od 25 do 100 km, a przy eksplozji reaktora badawczego o mocy 2–50 MW od 2 do 20 km. W odróżnieniu od dobrze zabezpieczonych przed kataklizmami i atakiem z zewnątrz reaktorami w krajach rozwiniętych, stan techniczny i zabezpieczenie przed takimi zdarzeniami elektrowni atomowych znajdujących się w krajach byłego bloku socjalistycznego pozostawia wiele do życzenia. Z doświadczeń największej w historii katastrofy instalacji nuklearnej jaka miała miejsce w 1986 r. Czarnobylu okazuje się jednak, że skutki ataku terrorystycznego na elektrownię jądrową mogą być znacznie mniejsze niż się powszechnie sądzi i niż się spodziewają sami (potencjalni) sprawcy. Okazało się bowiem, że po wybuchu reaktora w Czarnobylu, poza stosunkowo nieliczną (ok. 30 osób) grupą strażaków i ratowników, którzy bezpośrednio po katastrofie brali udział w gaszeniu pożaru oraz przeciwdziałali szerzeniu się zniszczeń i skażeń (i w związku z tym pochłonęli wysokie lub bardzo wysokie dawki promieniowania oraz doznali urazów termicznych i mechanicznych), jak dotąd nie wykryto innych śmiertelnych ofiar tego wybuchu; co więcej, u mieszkańców nawet najbardziej skażonych terenów nie stwierdzono zwiększonej zachorowalności na nowotwory ani też inne choroby (jedynym wyjątkiem jest wzrost liczby zachorowań na raka tarczycy wśród osób będących dziećmi w czasie wybuchu reaktora, ale choroba ta jest na ogół uleczalna). Okazało się również, że dawki promieniowania jakie okoliczna ludność otrzymała w wyniku katastrofy czarnobylskiej mieszczą się w przedziale od 30 do 500 mSv, nie mogły więc doprowadzić do wystąpienia żadnych bezpośrednich (ostrzych i podostrych) zaburzeń popromiennych.

Szacowane ryzyko terroryzmu radiologicznego i nuklearnego i sposoby przeciwdziałania. Potencjalne skutki użycia broni jądrowej i radiologicznej to: ranni i zabici w wyniku wybuchu, skażenie ludzi i środowiska, panika i stres psychiczny, wysokie koszty ratownictwa i usuwania skutków, skutki polityczne: odwetu, izolacjonizm, ograniczenie praw obywatelskich, destabilizacja polityczna. itp.

W zależności od rodzaju zastosowanego środka ryzyko związane z atakiem może jednak kształtować się bardzo różnie. Posługując się uznaną metodą szacowania ryzyka utraty zdrowia i/lub życia przy istnieniu danego zagrożenia (które określa się jako iloczyn prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia i jego skutków) można stwierdzić, że największe ryzyko związane jest z możliwością użycia broni radiologicznej (stosunkowo duże prawdopodobieństwo użycia przy niewielkim skażeniu i małej liczbie ofiar), mniejsze ryzyko wynika z możliwości wybuchu reaktora nuklearnego (choć wybuch taki wydaje się być stosunkowo mało prawdopodobny, jego

konsekwencje będą większe niż w przypadku użycia broni radiologicznej), natomiast najmniejsze wiąże się z detonacją improwizowanej lub skradzionej bomby atomowej (której użycie jest raczej mało realne, ale potencjalna liczba ofiar i skażenie promieniotwórcze środowiska mogą być znaczne) (Tabela 2).

Tabela 2. Ryzyko związane z atakiem bronią radiologiczną i nuklearną (wg B. Anet, 2001).

Ryzyko ataku	Prawdopodobieństwo użycia	Skutki użycia			Ryzyko
		obszar skażenia	liczba ofiar	skażenie środowiska	
Improwizowana bomba atomowa	bardzo małe	duży (< 50 km ²)	bardzo duża	bardzo poważne	bardzo niskie
Broń radiologiczna („brudna bomba”)	stosunkowo duże	niewielki (w pobliżu miejsca detonacji)	mała	niewielkie	średnie
Atak na instalację nuklearną	stosunkowo małe	bardzo duży (> 100 km ²)	stosunkowo mała	poważne	niskie

Istnieje wiele sposobów i możliwości zapobiegania potencjalnemu użyciu przez terrorystów broni radiologicznej i nuklearnej. Bezpośrednie środki zapobiegawcze powinny polegać przede wszystkim na właściwym zabezpieczeniu instalacji nuklearnych, zakładów produkcyjnych i składowisk materiałów promieniotwórczych (które powinny być ściśle ewidencjonowane) przed dostępem osób niepowołanych, a także możliwością zatakowania tych obiektów w celu wywołania eksplozji reaktora lub kradzieży, np. wypalonego paliwa jądrowego. Niestety, w wielu przypadkach zadanie to – bez pomocy zewnętrznej – jest trudne lub nawet niemożliwe do wykonania, ponieważ duże składy materiałów rozszczepialnych znajdują się w nekanych poważnymi problemami ekonomicznymi krajach byłego ZSRR, a także w krajach tolerujących lub sprzyjających międzynarodowemu terroryzmowi, takich jak Północna Korea, Kuba, Libia, Syria, Pakistan i Iran. Należy doskonalić i wszelkimi dostępnymi sposobami przeciwdziałać i zwalczać przemyt i czarny rynek materiałów promieniotwórczych – zjawisko, które stanowi ostatnio poważny problem: wg danych Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej, od 1 stycznia 1993 r. do grudnia 2001 r. na świecie zanotowano 550 prób nielegalnego przewozu i handlu materiałami promieniotwórczymi, przy czym w 175 przypadkach

był to materiał rozszczepialny nadający się do budowy bomby atomowej. Aby maksymalnie ograniczyć dostępność takiego materiału, tworzy się międzynarodowe programy utylizacji zapasów wzbogaconego uranu, pochodzącego przede wszystkim z krajów byłego ZSRR. Jeden z najważniejszych takich programów, podpisany został w roku 1993 (na podstawie tzw. Nunn-Lugar-Domenici Defense Authorization Bill), zakłada pomoc finansową USA, która ma umożliwić oczyszczenie 500 tys. ton rosyjskiego WWU z uranu U-235 i sprzedaż tak „zubożonego” paliwa amerykańskim elektrowniom jądrowym. Bardzo istotną rzeczą jest znalezienie miejsc pracy i właściwe wykorzystanie ciągle licznych w krajach byłego Związku Radzieckiego marnie opłacanych lub bezrobotnych ekspertów nuklearnych, którzy – znęcani dobrymi zarobkami – mogą świadczyć „usługi” zorganizowanym grupom przestępczym.

Tak jak w stosunku do innych rodzajów zorganizowanej przestępczości, zapobieganie terroryzmowi radiologiczno-nuklearnemu powinno być prowadzone wszelkimi dostępnymi metodami i środkami, w tym polityczno-ekonomicznymi (szczególnie w przypadku działań sponsorowanych przez tzw. państwa zbójce), technicznymi (działania wywiadu) i militarnymi (akcje prewencyjne, np. misja sił koalicyjnych w Iraku). Ważnym, choć często najłabszym elementem systemu ochrony i obrony przed terroryzmem elementem jest gotowość poszczególnych krajów do rozpoznania i likwidacji skutków ataku radiologicznego (nuklearnego). Powinny być stworzone specjalistyczne struktury i zespoły ratownicze, oparte na siłach i środkach wojska, policji, straży pożarnej, pogotowia ratunkowego i innych służb porządkowych. W Polsce, dla celów prognozowania sytuacji i koordynacji działań w przypadku nadzwyczajnego zdarzenia radiacyjnego (do takiej kategorii należy atak terrorystyczny przy użyciu broni radiologicznej lub nuklearnej), w Państwowej Agencji Atomistyki zostało powołane Centrum Zdarzeń Radiacyjnych „CEZAR”, które otrzymuje sygnały z Krajowego Punktu Kontaktowego (który stanowi element światowego systemu informacyjno-ostrzegawczego Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej) oraz z Centralnego Ośrodka Pomiaru Skażeń Promieniotwórczych. Jak dotąd brak jest jednak w naszym kraju mobilnych zespołów specjalnie przeznaczonych do przeciwdziałania, zwalczania i/lub likwidacji skutków ataku bronią radiologiczną lub nuklearną podobnych do tych jakie istnieją już w USA (np. NEST – *Nuclear Emergency Search Team* czy wojskowe RADCON-y – *Radiation Control Team* i AFRAT-y – *Air Force Radiation Assessment Team*), czy w Rosji (grupy do zwalczania terroryzmu nuklearnego „Vympel”). Wreszcie, istotne znaczenie w zapobieganiu osiągnięciu zamierzonych przez terrorystów celów ma skuteczne przeciwdziałanie

społecznej radiofobii poprzez szerzenie rzetelnej wiedzy na temat działania niewielkich dawek promieniowania jonizującego jakie potencjalnie otrzyma większość ofiar użycia brudnej bomby, detonacji improwizowanego ładunku nuklearnego lub wybuchu reaktora jądrowego. Pozwoli to uniknąć lub poważnie ograniczyć poczucie strachu przed promieniowaniem prowadzące do paniki i dezorganizacji akcji ratowniczej – zjawisk, które mogą znacznie zwielokrotnić liczbę ofiar i koszty likwidacji skutków ataku terrorystycznego przy użyciu broni radiologicznej lub nuklearnej.

LITERATURA:

- Albright, D., Buehler, K., Higgins, H. *Bin Laden and the bomb*. „Bull. Atomic Scientists”, January/February 2002, pp. 23–24;
- Anet, B. *Nuclear terrorism: The ultimate form of terrorism? Paper presented at the 7th „Chemical and Biological Medical Treatment Symposium”, CBMTS-Industry II in Dubrovnik, Croatia, April 2001;*
- Bowman, S. *Weapons of mass destruction: The terrorist threat. CRS Report for Congress* (receive through the CRS web), March 7, 2002;
- Bunn, M., Bunn, G. *Strengthening nuclear security against post-September 11 threats of theft and sabotage*. „J.Nucl.Materials Manag.”, Spring 2002; 1–13;
- Calogero, F. *Nuclear terrorism. speech given at the Nobel Peace Prize Centennial Symposium „The Conflicts of the 20th Century and the Solutions for the 21st Century” at the Holmenkollen Park Hotel Rica, Oslo, December 6–8, 2001;*
- Cardis, E. *Epidemiology of accidental radiation exposures*. „Environm.Health Perspect”. 104: 643, 1996;
- Chemical, Biological, Radiological and Nuclear (CBRN) Terrorism. Report 2000/02, Perspectives, a Canadian Security Intelligence Service Publ.*, December 18, 1999;
- Edwards, R. *The nightmare scenario. What would happen is a passenger jet ploughed into a nuclear plant?* „New Scientist Magazine”, 172: 10, 2001;
- Estabrooks, S. *Nuclear terrorism*, „Ploughshares Monitor”, 20: 4, 2001;
- Gonzales, A.J. *Security of radioactive sources. The evolving of international dimensions*. „IAEA Bull.”, 43: 39, 2001;
- Jurkowski, M., Niewodniczański, J. *Nadzwyczajne zdarzenia radiacyjne*. „Ratownictwo Pol.” 4: 24, 1998;
- McCloud, K., Osborne, M. *WMD terrorism and Usama bin Laden. CNS Reports*, 20 November 2001;
- Mettler, F.A., Voelz, G.L. *Major radiation exposure – What to expect and how to respond*. „New Engl.J.Med.” 346: 1554, 2002;
- Nichelson, S.M., Medlin, D.D. *Radiological Weapons of Terror*, „A Research Report, Maxwell Air Force Base”, Alabama, April 1999;
- Spector, L.S. *The new landscape for nuclear terrorism*. [w:] *After 9/11: Preventing Mass-Destruction Terrorism and Weapons Proliferation*, M. Barletta (ed.), Center for Nonproliferation Studies, Monterey Institute of International Studies, 2002, pp.6–12;

Treatment of Nuclear and Radiological Casualties. Field Manual, HQ Departments of the Army, The Navy, and The Air Force, and Commandant, Marine Corps, Washington, DC, 20 December, 2001.