Broń jądrowa

gen. bryg. dr n. med. Andrzej Trybusz

AKADEMIA KALISKA IM. PREZYDENTA STANISŁAWA WOJCIECHOWSKIEGO

Broń jądrowa

- Broń jądrowa (nuklearna) to środki walki zaliczane do kategorii broni masowego rażenia, które wykorzystują energię wyzwalającą się podczas reakcji jądrowych o charakterze wybuchowym.
- Eksplozja do której dochodzi w wyniku szybkiego uwolnienia energii spowodowanej reakcją jądrową jest wynikiem rozszczepienia jąder pierwiastków ciężkich (np. uranu, plutonu), lub reakcji termojądrowej, czyli syntezy jąder pierwiastków lekkich (np. deuteru, trytu), która zachodzi w ładunku jądrowym.
- Wybuch jądrowy prowadzi do wydzielenia olbrzymich ilości energii, w bardzo krótkim czasie, blisko 10^{-6}sek. w niewielkiej objętości materii. W wyniku tego produkty rozszczepienia, obudowa, wraz z innymi częściami broni oraz otaczające powietrze ogrzane zostają do temperatury kilku milionów stopni Celsjusza, w fazę gazową przechodzą wszystkie materiały oraz powstaje ogromne ciśnienie rzędu kilku miliardów atmosfer. Spowodowane jest to tym, że początkowa objętość powstających w czasie wybuchu gazów ograniczona jest przez rozmiary bomby.

Broń (bomba) jądrowa

- Zbiorcze określenie dla wszystkich rodzajów broni nuklearnej. W zakres tego pojęcia wchodzi:
  - bomba atomowa,
  - bomba wodorowa (termojądrowa),
  - bomba neutronowa,
  - bomba kobaltowa.

Moc wybuchów jądrowych

- Moc amunicji jądrowej określa się na podstawie ilości energii uwolnionej podczas wybuchu jądrowego, wyrażonej w kilotonach (kT) lub megatonach (MT). 1 kT odpowiada energii wybuchu 1.000 ton trotylu, a 1 MT – 1.000.000 ton trotylu.
- Pod względem mocy ładunki jądrowe dzieli się na:
  - bardzo małej mocy – do 1 kT,
  - małej mocy – powyżej 1 kT do 10 kT,
  - średniej mocy – powyżej 10 kT do 100 kT,
  - dużej mocy – powyżej 100 kT do 1 MT,
  - bardzo dużej mocy – powyżej 1 MT.

Rodzaje wybuchów jądrowych

- Wyróżnia się następujące rodzaje wybuchów jądrowych:
  - na dużej wysokości (troposferyczne – 10-15 km; stratosferyczne – 15-50 km; jonosferyczne – 50-150 km; kosmiczne – ponad 150 km),
  - powietrzne – wysokie lub niskie,
  - naziemne,
  - podziemne,
  - nawodne,
  - podwodne.

Środki przenoszenia broni jądrowej

- Broń jądrowa może być stosowana przez wszystkie rodzaje sił zbrojnych (lądowe, lotnicze, morskie).
- Do głównych środków jej przenoszenia należy zaliczyć:
  - pociski rakietowe „ziemia-ziemia” o znaczeniu strategicznym, operacyjnych i taktycznym;
    - rakiety międzykontynentalne – zasięg powyżej 5,5 tys. km.
    - rakiety strategiczne – zasięg powyżej 1 tys. km.
    - rakiety operacyjno-taktyczne – zasięg poniżej 1 tys. km.,
  - pociski rakietowe „ziemia-powietrze”,
  - samoloty przystosowane do przenoszenia broni jądrowej,
  - artyleria lufowa przystosowana do strzelania ładunkami jądrowymi,
  - okręty nawodne (rakiety, torpedy, bomby głębinowe),
  - okręty podwodne (rakiety, torpedy),
  - miny jądrowe.

Rodzaje broni jądrowej

- Pod względem budowy zewnętrznej, rozmiarów i ciężaru, bomba jądrowa zbliżona jest do konwencjonalnej bomby lotniczej. Zasadniczymi elementami są:
  - ładunek jądrowy,
  - urządzenie zapłonowe,
  - powłoka metalowa.
- Ze względu na sposób działania wyróżnia się:
  - bombę rozszczepieniową (F od fission) – najprostsza, jednostopniowa bomba z materiałem rozszczepialnym,
  - bombę termojądrową (FF, od fission-fusion) – dwustopniowa bomba,
  - bombę płaszczową (FFF, od fission-fusion-fission) – trójstopniowa bomba, w której stopień pierwszy (bomba rozszczepieniowa) inicjuje bombę termojądrową (II stopień), a neutrony wywołane jej eksplozją rozszczepiają jądra płaszcza z uranu-238, lub innego materiału aktywowanego neutronami (III stopień).

Rodzaje broni jądrowej

- **Bomba atomowa**
  - Działanie bomby atomowej polega na łańcuchowej reakcji rozszczepienia ciężkich jąder atomowych (np. uranu-235 lub plutonu-239) na lżejsze, pod wpływem bombardowania neutronami. Rozpadające się jądra emitują kolejne neutrony, które bombardują inne jądra wywołując reakcję łańcuchową.
  - W jak najkrótszym czasie wytworzona/przekroczona musi być masa krytyczna ładunku jądrowego, którą można uzyskać na dwa sposoby: w tzw. metodzie działa czyli przez połączenie materiału rozszczepialnego, bądź w metodzie implozyjnej, polegającej na zapadnięciu się materiału uformowanego w powłokę.
  - Aby reakcja nie została przerwana już w początkowej fazie, w wyniku przedwczesnego rozproszenia materiału rozszczepialnego,używa się konwencjonalnego materiału wybuchowego. Reakcja łańcuchowa wydziela ogromną ilość energii.

Rodzaje broni jądrowej

- **Bomba wodorowa**
  - Określa się ją też bombą termojądrową. Ładunek wybuchowy wyzwala energię w wyniku reakcji łańcuchowej. Pod wpływem wysokiej temperatury dochodzi do fuzji jądrowej izotopów wodoru, którymi są deuter i tryt. Dwa lżejsze jądra deuteru i trytu łączą się w jedno, cięższe jądro helu.
  - Do zapoczątkowania reakcji konieczny jest ładunek inicjujący, którego głównym składnikiem jest radioaktywny uran lub pluton. Rozszczepienie jąder jednego z tych pierwiastków umożliwia bombardowanie jąder kolejnego pierwiastka – litu – neutronami uranu lub plutonu. To z kolei pozwala na wygenerowanie wspomnianego trytu, który w opisanej fuzji jądrowej tworzy hel.
  - Ten typ bomby określony jest ładunkiem dwufazowym. W fazie pierwszej dochodzi do rozszczepienia jąder uranu lub plutonu, co pozwala przejść do fazy drugiej, czyli syntezy deuteru i trytu w hel.
  - Deuter jest izotopem stabilnym (nie następuje proces jego rozpadu), natomiast tryt ma krótki okres półtrwania (12,32 roku). Dlatego lepszym rozwiązaniem jest otrzymywanie go w wyniku rozszczepienia pierwiastków radioaktywnych już w trakcie detonacji. Dzięki temu bombę wodorową można przechowywać znacznie dłużej, przez wiele lat.

Rodzaje broni jądrowej

- **Bomba neutronowa**
  - Bomba neutronowa jest zbudowana podobnie do bomby termojądrowej. Różnicę stanowi brak powierzchni ekranującej neutrony.
  - Siła wybuchu bomby neutronowej jest mała w stosunku do bomb atomowych oraz skażenie radioaktywne terenu jest niewielkie. Jednak najgroźniejsza podczas wybuchu tej bomby jest intensywność promieniowania przenikliwego w postaci neutronów powstających w wyniku reakcji deuteru i trytu. Wytworzone w ten sposób wysokoenergetyczne neutrony z łatwością przenikają przez większość przeszkód, typu budynki, pojazdy, ale są przede wszystkim śmiertelnie niebezpieczne dla organizmów żywych.
  - Użycie takiej bomby pozwala na eliminację życia biologicznego bez niszczenia infrastruktury naziemnej bombardowanego obszaru.

Rodzaje broni jądrowej

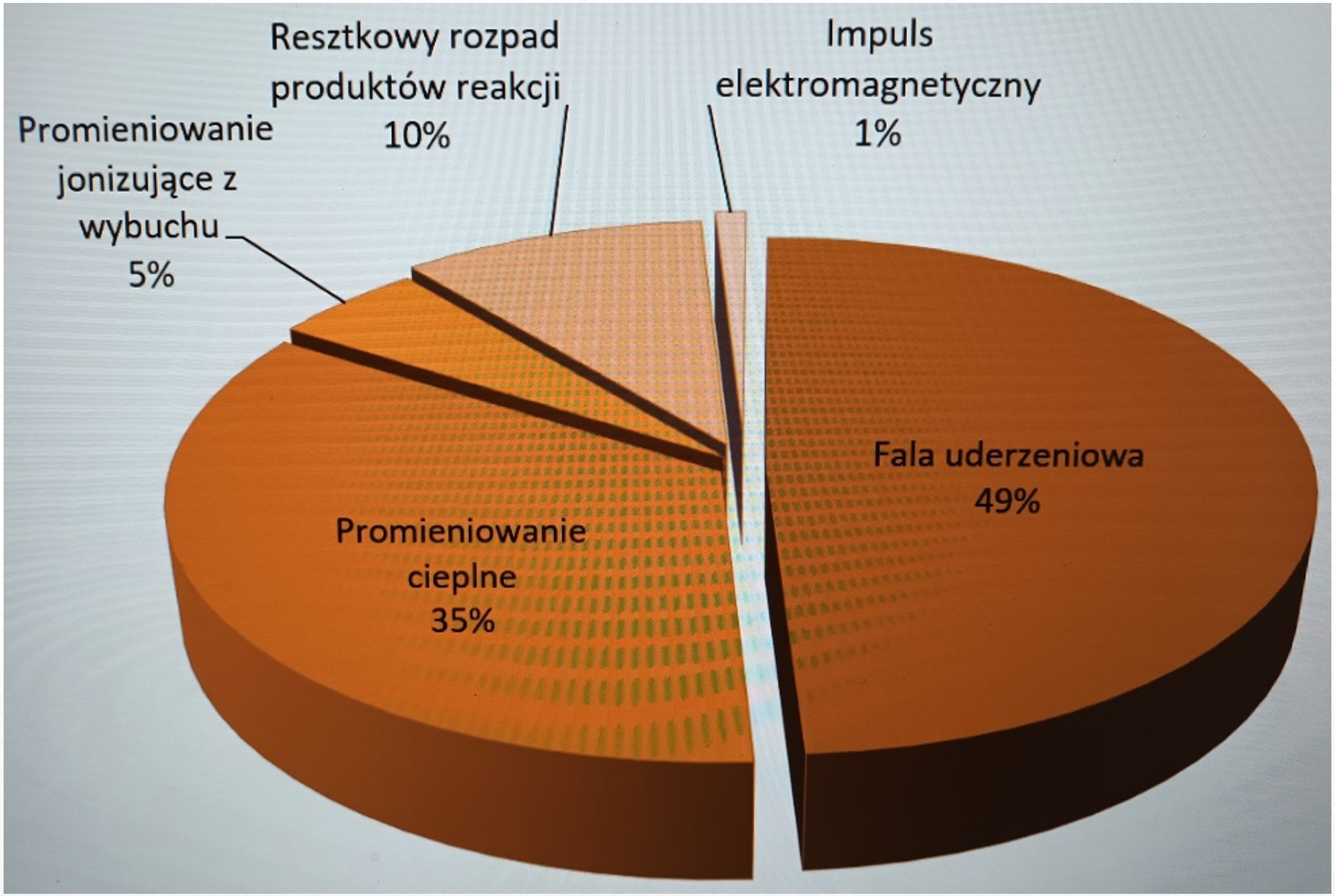
- **Bomba kobaltowa**
  - Zawiera w osłonie kobalt, który pod wpływem wytwarzanych przez ładunek neutronów przekształca się w izotop Co-60 i trwałe (okres półrozpadu 5,26 lat) źródło promieniowania gamma.
  - Głównym celem stosowania bomby kobaltowej jest skażenie terenu, by uczynić go niezdatnym do zasiedlenia (rodzaj brudnej bomby).
  - Zamiast kobaltu dodatkiem może być złoto, które pozostanie radioaktywne przez okres kilku dni, lub tantal i cynk (kilka miesięcy).
- **Brudna bomba**
  - Rodzaj broni radiologicznej, której działanie polega na rozrzuceniu materiału radioaktywnego na dużej przestrzeni przy pomocy konwencjonalnych materiałów wybuchowych. Powoduje to skażenie promieniotwórcze terenu.

Rodzaje broni jądrowej - porównanie

Bomba atomowa	Bomba wodorowa	Bomba neutronowa	Bomba kobaltowa
Wyzwolenie energii następuje w wyniku rozszczepienia ciężkich jąder atomowych izotopów pierwiastków radioaktywnych (uran-235, pluton-239). Rozszczepienie uzyskuje się poprzez bombardowanie pierwiastków neutronami. Rozpadające się jądra emitują kolejne neutrony co prowadzi do rozpadu kolejnych jąder.	Faza pierwsza przebiega jak w bombie atomowej. W fazie drugiej dochodzi do syntezy deuteru i trytu w hel, dzięki czemu w bardzo krótkim czasie emitowana jest energia wielokrotnie przekraczająca tę uzyskaną z reakcji fazy pierwszej.	Jest odmianą bomby wodorowej, którą różni brak płaszcza uranowego redukującego odległość na jaką mogą się przemieszczać neutrony. Siła wybuchu może być mniejsza niż bomby wodorowej, a eksplozja nie powoduje znacznego skażenia radioaktywnego terenu. Niszczycielską siłę w stosunku do organizmów żywych ma promieniowanie neutronowe – rodzaj promieniowania jonizującego.	Posiada osłonę z kobaltu. Bombardowanie neutronami nieradioaktywnego izotopu kobalt-59 powoduje jego rozpad i powstanie promieniotwórczego izotopu kobalt-60, który jest silnym źródłem bardzo szkodliwego promieniowania gamma. Znaczne skażenie terenu uniemożliwia zamieszkiwanie na nim, będąc śmiertelnym zagrożeniem dla organizmów żywych.

Czynniki rażenia broni jądrowej

- Czynnikami rażenia broni jądrowej są:
  - **fala uderzeniowa** – gwałtowne wahania ciśnienia i wywołany nimi podmuch, w wybuchu powietrznym przenosi ok. 50% energii wybuchu,
  - **promieniowanie przenikliwe** – promieniowanie o właściwościach jonizujących, w wybuchu powietrznym przenosi ok. 5% energii wybuchu,
  - **promieniowanie cieplne/świetlne** – promieniowanie niejonizujące, jego skutkiem jest głównie nagrzewanie, w wybuchu powietrznym przenosi ok. 35% energii wybuchu,
  - **impuls elektromagnetyczny** – trwa ułamek sekundy, porusza się z prędkością światła,
  - **skażenie promieniotwórcze** – w przypadku wybuchu powietrznego wyzwala ok. 10% energii wybuchu.

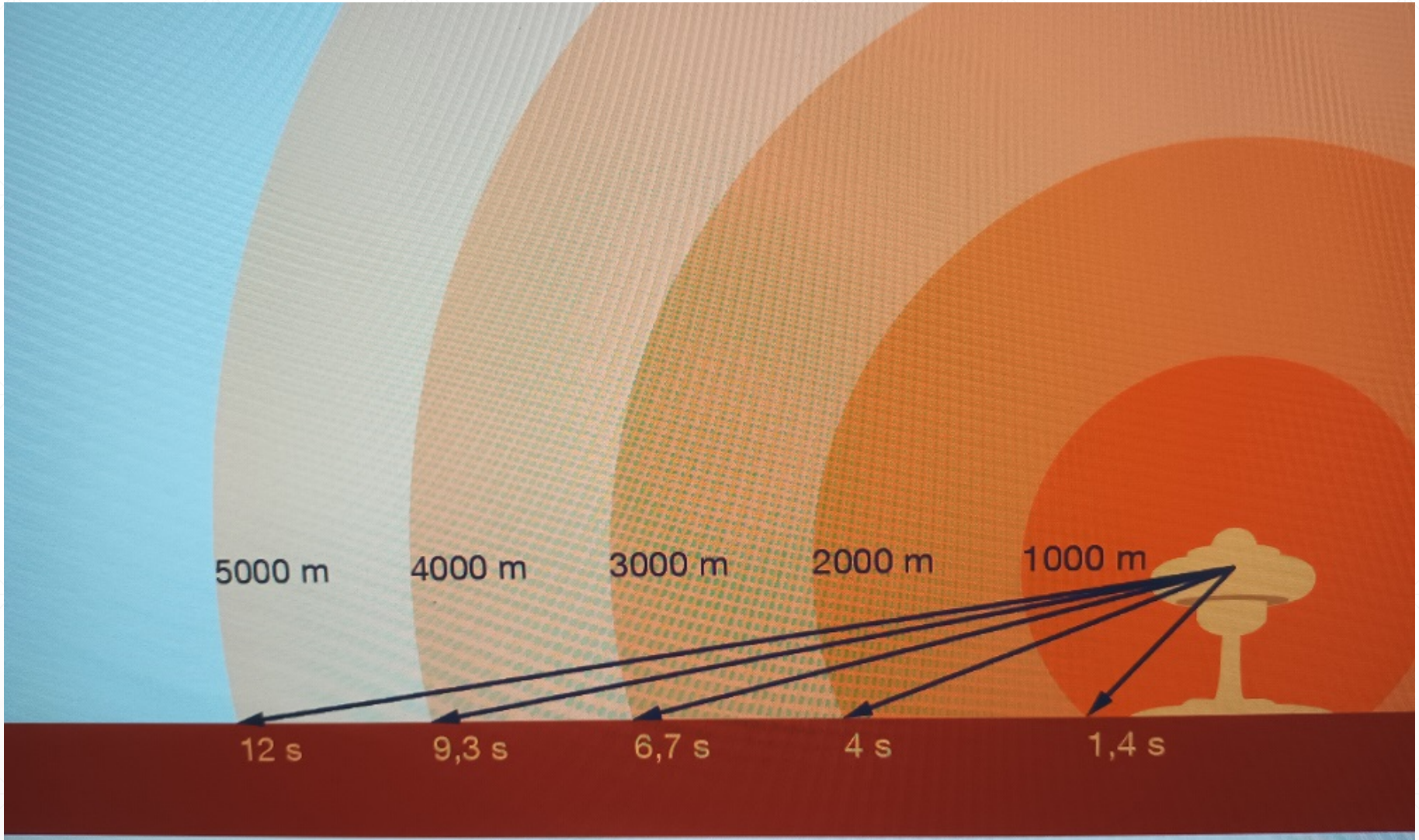

Resztkowy rozpad produktów reakcji 10%
Impuls elektromagnetyczny 1%
Promieniowanie jonizujące z wybuchu 5%
Fala uderzeniowa 49%
Promieniowanie cieplne 35%

Czynniki rażenia broni jądrowej *(kolejność występowania)*

- Czynnikami rażącymi występującymi najwcześniej po wybuchu jądrowym są: promieniowanie cieplne oraz promieniowanie przenikliwe (promieniowanie gamma i neutrony z rozszczepianych jąder) emitowane przez kilka pierwszych sekund po detonacji (w przypadku ładunków małej i średniej mocy). Towarzyszy im także impuls elektromagnetyczny.
- Następnie pojawia się fala uderzeniowa rozprzestrzeniająca się ze średnią prędkością mniejszą od prędkości dźwięku (jedynie w najbliższym sąsiedztwie wybuchu ma ona prędkość większą od dźwięku).
- Skażenie promieniotwórcze występuje natomiast z dużym opóźnieniem i może narastać w ciągu następnych 24 godzin. Utrzymuje się ono przez wiele tygodni stopniowo tracąc swoją intensywność.

Czynniki rażenia broni jądrowej
Fala uderzeniowa

- Wybuchowi jądrowemu towarzyszy powstanie ognistej kuli składającej się z rozżarzonych par i gazów. Ciśnienie powietrza otaczającego kulę wzrasta gwałtownie do kilku miliardów atmosfer i formuje się fala uderzeniowa w postaci ściany silnie sprężonego powietrza.
- Najwyższe ciśnienie występuje na skierowanym na zewnątrz czole fali, a w pewnej odległości za nim powstaje strefa podciśnienia.
- Fala uderzeniowa jest jednym z głównych czynników rażenia broni jądrowej. Poprzez temperaturę, ciśnienie, uniesione przedmioty razi na swojej drodze ludzi, niszczy budynki, pojazdy. Wywołuje pożary zabudowań, zniszczenia sieci energetycznej i innych elementów infrastruktury, w tym krytycznej. Powoduje poważne obrażenia i śmierć ludzi znajdujących się na jej drodze w wyniku działania bezpośredniego i wtórnych urazów (np. walące się domy).



.. Szybkość rozprzestrzeniania się fali uderzeniowej z wybuchu jądrowego (oprac. A. Szczęsny).

Czynniki rażenia broni jądrowej
Promieniowanie przenikliwe

- Reakcje jądrowe zachodzące wewnątrz ładunku bojowego powodują wydzielenie promieniowania alfa, beta, gamma oraz strumieni neutronów. Promieniowanie alfa i beta, powodują intensywne zjawisko jonizacji, przez co mają ograniczony zasięg i ich rola jako czynników rażących jest stosunkowo niewielka.
- Terminem promieniowanie przenikliwe określa się natomiast promieniowanie gamma i strumień neutronów wytworzone podczas wybuchu jądrowego. Mogą się one rozchodzić w przestrzeni na odległość od kilkuset metrów do kilku kilometrów (w zależności od energii wybuchu). Czas emisji tego czynnika rażącego waha się pomiędzy 10, a 15 sekund od momentu wystąpienia błysku.
- Promieniowanie to nie powoduje zniszczeń obiektów znajdujących się na ziemi, nie uszkadza elementów konstrukcyjnych oraz pojazdów. Szkodliwe działanie promieniowania przenikliwego wiąże się z przenikaniem przez organizmy żywe mogąc powodować gwałtowną śmierć lub chorobę popromienną.

Czynniki rażenia broni jądrowej
Promieniowanie cieplne

- Wydzielane jest przez ognistą kulę. Promieniowanie cieplne składa się z widzialnej części promieniowania nadfioletowego (ultrafioletowego) i podczerwonego. Rozprzestrzenia się z prędkością ok. 300 tys. km/sek., a więc wyprzedza falę uderzeniową.
- Wybuch powietrzny emituje promieniowanie cieplne na większe odległości niż naziemny.
- Występuje ono w ciągu pierwszych sekund po detonacji ładunku, a jego energia maleje wraz z odległością. Warunki atmosferyczne (np. ulewny deszcz, opady śniegu, gęsta mgła) i zróżnicowane ukształtowanie terenu mogą ograniczać skutki działania promieniowania cieplnego.
- Promieniowanie cieplne może powodować u ludzi poparzenia nieosłoniętych części ciała, zapalenie ubrania, poparzenia płuc oraz trwałą lub tymczasową utratę wzroku.
- W pobliżu punktu zero może dochodzić do stopienia przedmiotów metalowych i części konstrukcyjnych budynków. W terenach zabudowanych powstają trudne do opanowania pożary i burze ogniowe.

Czynniki rażenia broni jądrowej
Impuls elektromagnetyczny

- Krótkotrwałe pole elektromagnetyczne powstające podczas wybuchów jądrowych.
- Jest rezultatem oddziaływania promieniowania jonizującego (promieniowanie gamma i neutronów) z materią (m.in. z powietrzem).
- Impuls elektromagnetyczny może indukować w antenach odbiorczych i innych urządzeniach elektrycznych prąd o napięciu kilku tysięcy woltów i w czasie trwania wynoszącym dziesiąte mikrosekundy.
- Gwałtowny wzrost wytwarzanego w ten sposób napięcia powoduje, że standardowe zabezpieczenia (m.in. uziemienia, ekrany urządzeń elektrycznych) są niewystarczające. Dochodzi do uszkodzeń urządzeń elektrycznych, niszczenia całych sieci energetycznych, unieruchomienia pojazdów i samolotów.
- Wybuch ładunku jądrowego dużej mocy na pułapie kilkuset kilometrów ponad terytorium przeciwnika tworzy strefę, w której przestają działać środki łączności oraz elektroniczne systemy obrony, w tym radary.

Czynniki rażenia broni jądrowej
Skażenie promieniotwórcze

- Skażenie promieniotwórcze powietrza, terenu i akwenu powodują substancje promieniotwórcze stanowiące produkty rozszczepienia lub nierozszczepioną część ładunku jądrowego oraz izotopy sztuczne powstałe w rejonie wybuchu na skutek aktywacji pierwiastków znajdujących się w glebie, wodzie, itp. Produkty wybuchu jądrowego składają się z mieszaniny ok. 300 różnych izotopów 36 pierwiastków.

- Największe skażenie promieniotwórcze towarzyszy naziemnym i podziemnym wybuchom jądrowym, ponieważ w składzie pyłu promieniotwórczego wypadającego na śladzie obłoku znajdują się ogromne ilości izotopów sztucznych, wzbudzonych strumieniem neutronów z reakcji jądrowej i zassanych wraz z masami ziemi do atmosfery. Pierwiastki promieniotwórcze zawarte w pyle, podczas swego naturalnego rozpadu wydzielają promieniowanie alfa, beta i gamma. Niebezpieczeństwo oddziaływania tych rodzajów promieniowania wynika ze zdolności jonizacji otaczającego środowiska, a więc i materii organizmów żywych.

Czynniki rażenia broni jądrowej
Skażenie promieniotwórcze cd.

- **Promieniowanie alfa**
  - Ma największą zdolność jonizacji. Jednakże jego przenikanie przez różne materiały jest ograniczone (promieniowanie jest zatrzymywane przez kartkę papieru), a zasięg ograniczony do kilku centymetrów (w powietrzu do 10 cm). Promieniowanie to jest niebezpieczne w przypadku spożywania produktów skażonych substancjami alfapromieniotwórczymi.
- **Promieniowanie beta**
  - To strumień elektronów i pozytonów o zasięgu w powietrzu rzędu setek metrów. Zdolność jonizacji jest mniejsza niż promieniowania alfa. Szczególnie niebezpieczne jest bezpośrednie oddziaływanie promieniowania beta na nieosłonięte części ciała, co prowadzi do poparzeń skóry. Odzież ochronna nie zabezpiecza przed tym promieniowaniem.
- **Promieniowanie gamma**
  - Ma charakter fali elektromagnetycznej. Cechą charakterystyczną jest bardzo duży zasięg i duża przenikliwość przez różne materiały.

Efekt osiadania pyłu promieniotwórczego prowadzi do promieniotwórczego skażenia terenu i znajdujących się na nim obiektów oraz produktów i źródeł wody.

Choroba popromienna

- Choroba popromienna to dolegliwość chorobowa wywołana promieniowaniem jonizującym, powstająca wskutek nadmiernej ekspozycji na to promieniowanie lub często powtarzających się niedużych dawek.
- Izotopy promieniotwórcze mogą wnikać do organizmu drogą doustną, drogą wziewną lub poprzez skórę. Choroba może mieć przebieg ostry lub przewlekły.
- Na przebieg choroby popromiennej istotny wpływ ma m.in. ilość i rodzaj wchłoniętego promieniowania jonizującego, wiek i stan zdrowia osoby napromienionej, wielkość i rodzaj obszaru poddanego działaniu czynnika jonizującego, wrażliwość osobnicza.
- Promieniowanie jonizujące wywołuje ogromne zmiany chemiczne wody, która zajmuje ok. 60% ludzkiego organizmu. Dochodzi do procesu radiolizy, tj. uwolnienia rodników tlenowych i wodorotlenowych oraz rozrywania wiązań wodorowych.
- Powoduje to uszkodzenie komórek organizmu i materiału genetycznego. Jeśli nie zostaną one odpowiednio „naprawione”, uszkodzenie może spowodować śmierć komórki lub potencjalnie szkodliwe zmiany w DNA (tj. mutacje), które z czasem mogą doprowadzić do rozwoju nowotworów.

Choroba popromienna
Ostra choroba popromienna

Objawy pojawiają się kilka lub kilkadziesiąt godzin po napromienieniu. Im krótszy jest czas utajenia, tym przebieg choroby cięższy.

Postaci ostrej choroby popromiennej:

- **postać subkliniczna** – ogólne osłabienie i limfopenia (zmniejszenie liczby limfocytów w krwi obwodowej). Jeśli nie towarzyszą tej postaci dodatkowe objawy, to stan ten w zasadzie nigdy nie kończy się zgonem,
- **postać hematologiczna** – osłabienie, limfopenia, skaza krwotoczna, a dodatkowo: silne bóle głowy, duszność, nawracające krwawienia, problemy z gojeniem się ran, skłonność do infekcji i sepsy. Umieralność w przypadku hematologicznej choroby popromiennej wynosi ok. 25%,
- **postać jelitowa** – biegunka z krwią, zaburzenia gospodarki wodno-elektrolitowej, skaza krwotoczna, a dodatkowo: niedrożność jelit, ostra niewydolność nerek, krwawienie z przewodu pokarmowego, odwodnienie, niedożywienie. Śmiertelność pomiędzy 50%, a 100%,

Choroba popromienna
Ostra choroba popromienna cd.

- **postać mózgowa** – drgawki, utrata przytomności, a także obrzęk mózgu, niedotlenienie mózgu, wysokie ciśnienie śródczaszkowe, niedociśnienie tętnicze. Jest to najbardziej niebezpieczna postać choroby popromiennej, kończąca się zawsze śmiercią,
- **postać enzymatyczna** – objawem jest natychmiastowa utrata przytomności, po której chory umiera.

Jednostką dawki pochłoniętej promieniowania jonizującego jest Grej (Gy). Określa ilość energii przyjętej przez jednostkę masy. Jednemu grejowi odpowiada energia 1 dżula pochłonięta przez jeden kilogram żywej materii.

Orientacyjne dawki pochłoniętego promieniowania dla poszczególnych postaci ostrej choroby popromiennej wynoszą: postać subkliniczna – 0,5-2 Gy; postać hematologiczna – 2-4 Gy; postać jelitowa – 4-8 Gy; postać mózgowa – 8-50 Gy.

Choroba popromienna
Przewlekła choroba popromienna

- Przewlekłą chorobą popromienną określa się odległe skutki napromieniowania, które miało miejsce tylko raz lub efekty długotrwałego narażenia na powtarzające się nieduże dawki promieniowania. Konsekwencje tych zjawisk pojawiają się po kilku lub kilkunastu latach od ekspozycji. W wyniku przewlekłej choroby popromiennej dochodzi do:
  - rozwoju nowotworów złośliwych, zwłaszcza białaczek i chłoniaków oraz nowotworów tarczycy i układu kostnego,
  - bezpłodności (zwykle tymczasowej),
  - uszkodzenia genomu komórek płciowych (co zwiększa ryzyko wystąpienia wad wrodzonych potomstwa),
  - zaburzeń hormonalnych,
  - zaćmy.

Choroba popromienna
Leczenie

- Podstawową zasadą leczenia choroby popromiennej jest dostarczenie organizmowi leków, które są w stanie odbudować wyniszczone narządy wewnętrzne. Leczenie skutków choroby popromiennej jest procesem długotrwałym.
- Do głównych zasad leczenia należy zaliczyć między innymi:
  - leczenie objawowe, przeciwdziałające biegunce, nudnościom, wymiotom,
  - systematyczną kontrolę poziomu limfocytów,
  - podawanie czynników, które stymulują wzrost komórek macierzystych szpiku kostnego,
  - antybiotykoterapię,
  - przetaczanie krwi w razie konieczności i podawanie preparatów krwiopochodnych,
  - podawanie preparatów aktywujących proces hematopoezy szpikowej,
  - płynoterapię,
  - stosowanie leków antywirusowych i przeciwgrzybicznych.

Wytyczne WHO – leki na wypadek zagrożeń radiologicznych i jądrowych

- Światowa Organizacja Zdrowia (WHO), w styczniu 2023 roku zaktualizowała listę leków, które powinny być gromadzone przez państwa w przypadku zagrożeń radiologicznych i jądrowych.
- WHO podkreśla, że sytuacje zagrożenia radiologicznego i jądrowego mogą skutkować narażeniem na dawki promieniowania wystarczająco wysokie, aby doprowadzić do poważnych konsekwencji zdrowotnych, a nawet śmierci.
- Potencjalne scenariusze, które obejmują wytyczne to:
  - zagrożenia radiologiczne lub jądrowe w elektrowniach jądrowych, placówkach medycznych lub badawczych,
  - wypadki podczas transportu materiałów promieniotwórczych, a także celowe użycie materiałów promieniotwórczych w złych zamiarach.

Wytyczne WHO – leki na wypadek zagrożeń radiologicznych i jądrowych – cd.

- Typowy zapas na wypadek zagrożenia promieniowaniem ma zawierać:
  - stabilny jod, podawany w celu zapobiegania lub zmniejszenia narażenia tarczycy na jod radioaktywny,
  - błękit pruski, stosowany w celu usunięcia radioaktywnego cezu z organizmu,
  - cytokiny stosowane w celu złagodzenia uszkodzenia szpiku kostnego, w przypadku ostrego zespołu popromiennego,
  - inne leki stosowane w leczeniu wymiotów, biegunki i infekcji.

Materiały źródłowe

https://pl.wikipedia.org/wiki/Bro%C5%84_j%C4%85drowa

https://scroll.morele.net/technologia/czym-jest-bomba-wodorowa-najwazniejsze-informacje-o-ladunku-termojadrowym/

https://inob.uph.edu.pl/images/Legia_Akademicka/Bro_jdrowa.pptx

https://trzeciazona.pl/aktualnosci/czynniki-razenia-broni-jadrowej

https://www.bip.krakow.pl/?sub_dok_id=744&metka=1

https://www.medonet.pl/zdrowie/zdrowie-dla-kazdego,skutki-promieniowania-jonizujacego,artykul,1640021.html

https://www.medme.pl/choroby/choroba-popromienna-objawy-leczenie-i-skutki-czym-jest,73894.html

https://www.medonet.pl/choroby-od-a-do-z/inne-choroby,choroba-popromienna,artykul,1586367.html

https://www.upday.com/pl/who-aktualizuje-wykaz-lekow-na-wypadek-zagrozen-radiologicznych-i-jadrowych?utm_source=upday&utm_medium=referral

https://pl.wikipedia.org/wiki/Wybuch_j%C4%85drowy