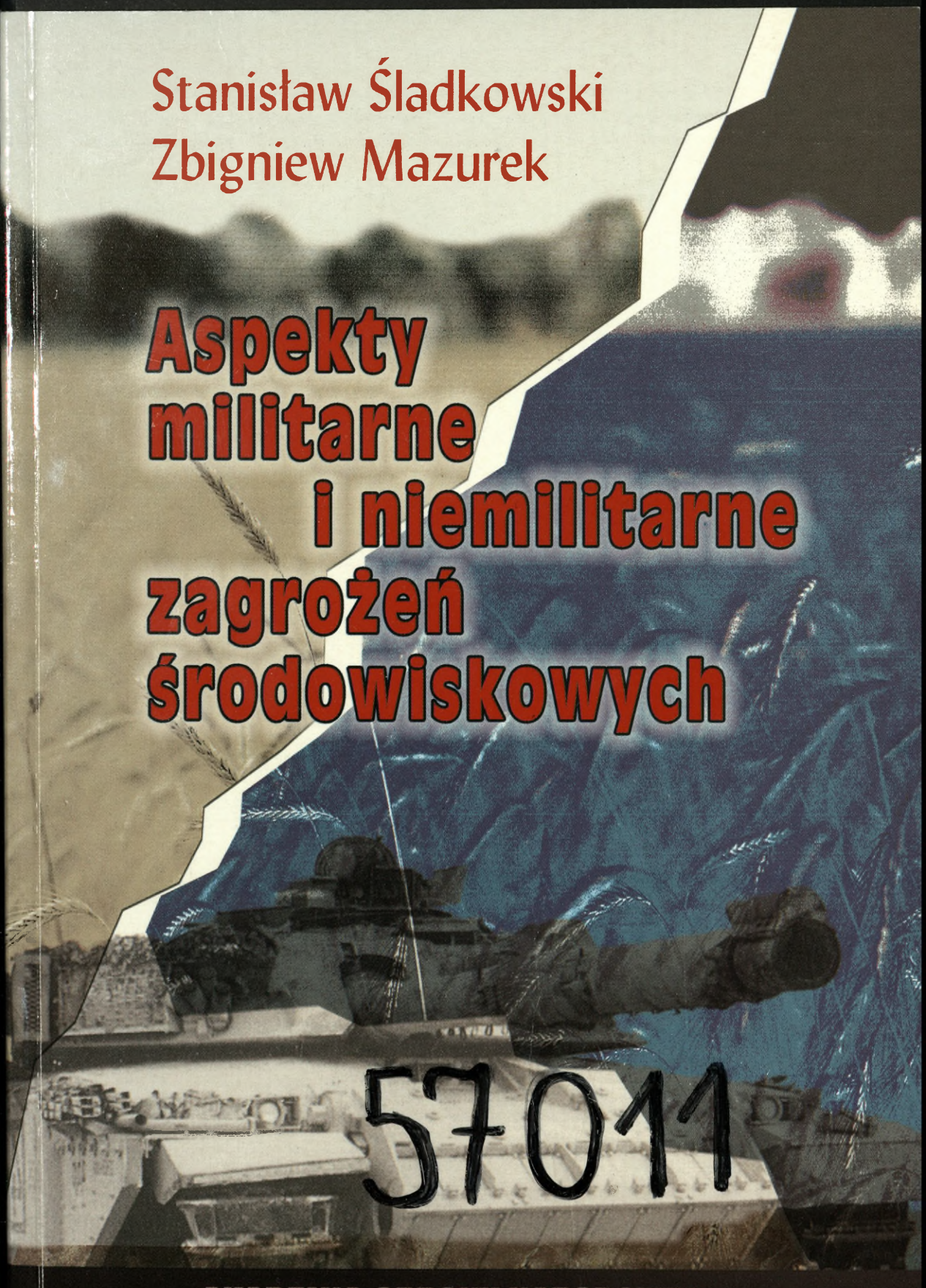
Stanisław Śladkowski
Zbigniew Mazurek

Aspekty militarne i niemilitarne zagrożeń środowiskowych



57011

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Akademii Obrony Narodowej
Nr ewid. 57011

Stanisław Śladkowski
Zbigniew Mazurek

Aspekty militarne i niemilitarne zagrożeń środowiskowych

Warszawa 2003

Recenzent
doc. dr hab. inż. Władysław Harmata

Projekt okładki
Dariusz Łysio

Redaktor
Teresa Piątek

Redaktor techniczny
Beata Klarowska

Korekta
Jolanta Puchalska

ISBN 83-89423-55-3

Sygn. AON 5573/03

Skład, druk i oprawa: Akademia Obrony Narodowej – Wydział Wydawniczy
00-910 Warszawa, al. gen. A. Chruściela 103, tel. 681-40-55, tel./faks 681-37-52
Zam. nr 1073/2003

SPIS TREŚCI

PRZEDMOWA 5

W POSZUKIWANIU BEZPIECZEŃSTWA EKOLOGICZNEGO 7
EKOLOGIA A BEZPIECZEŃSTWO 8
ZAGROŻENIA A BEZPIECZEŃSTWO – WZAJEMNE ZALEŻNOŚCI 9
AGRESJA ANTYEKOLOGICZNA A OTOCZENIE 16
BEZPIECZEŃSTWO EKOLOGICZNE – SPOSOBY UTRZYMANIA 18
BEZPIECZEŃSTWO EKOLOGICZNE – OBSZAR ODDZIAŁYWAŃ 21

SKUTKI NIE TYLKO WOJENNEJ DZIAŁALNOŚCI CZŁOWIEKA 29
PRESJA ZAGROŻEŃ ANTROPOGENICZNYCH 29
O RODZAJACH ZAGROŻEŃ 34
ŹRÓDŁA I OGÓLNE SKUTKI SKAŻEŃ OTOCZENIA 44
Przemysłowe zagrożenia chemiczne – typologia, skutki 50
Niebezpieczne substancje chemiczne – rażące działanie 53
KILKA SŁÓW O ZAGROŻENIACH POLSKI 57
„Bomba" z opóźnionym zapłonem? 58
Nie mamy przemysłu jądrowego, ale 71

WOJNA A ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE 78
WZAJEMNE POWIĄZANIA 78
DZIAŁANIA ZBROJNE A ŚRODOWISKO 82
WOJNA I JEJ SKUTKI W ŚRODOWISKU 85
Konsekwencje wojny nuklearnej 87
WOJNA CHEMICZNA A ŚRODOWISKO 96
Na początku był Wietnam 100
Zatoka Perska – czy wojna ze środowiskiem? 104
SKUTKI NIE TYLKO WOJENNYCH ZAGROŻEŃ W ŚRODOWISKU 110
Promieniowanie jonizujące a organizmy 113
DYLEMATY BRONI BIOLOGICZNEJ 117

NOWE RODZAJE ORĘŻA – MIT CZY PRZYSZŁOŚĆ? 125
KRÓTKA HISTORIA PORÓWNAŃ 125
DOKĄD ZMIERZA NAUKA I TECHNIKA WOJSKOWA? 131
Motywacje przemian w technice wojennej 132
„PROMIENIE ŚMIERCI"? 134

Broń wiązkowa (elektromagnetyczna) 135
Nowa forma idei Archimedesa – broń laserowa 136
Broń radiacyjna (radiologiczna) 137
BROŃ Z FAL AKUSTYCZNYCH 139
Broń infradźwiękowa (bezkrwawa wojna?) 140
WOJNA I BROŃ GEOFIZYCZNA 143
Rodzaje broni geofizycznej 146
Broń „atmosferyczna" 146
Czy „dziura ozonowa" może być orężem? 149
Broń „litosferyczna" 151
Broń „hydrosferyczna" 151
Broń „biosferyczna" 152

ZAKOŃCZENIE 154

SPIS RYSUNKÓW 155
SPIS TABEL 157
SPIS LITERATURY 158

PRZEDMOWA

Kto z nas nie miał okazji do wymiany zdań na temat zagrożeń w otaczającym nas środowisku, zwłaszcza wtedy, kiedy byliśmy zasypywani przez media lawiną informacji o różnych awariach, wypadkach czy katastrofach na morzu i lądzie. Ile to razy dyskutowaliśmy nad działaniami, jakie przez ustawy i konwencje (!) miały zapobiegać ewentualnym awariom czy katastrofom w środowisku, ile razy w ramach różnych spotkań rozpatrywaliśmy problemy jego zagrożeń powodowanych przez wojny.

Jeżeli na wstępie wspominamy o rzeczywistych czy potencjalnych zagrożeniach dotyczących środowiska, czynimy to dlatego, że z podobnej wymiany zdań i dyskusji bierze początek niniejsza skromna praca. Były one bowiem zaczątkiem obserwacji zagrożeń środowiskowych, jakie niosły różne zdarzenia i jakie również niosła wojna, gdziekolwiek i w jakiejkolwiek formie i warunkach się toczyła. Nie natrafiliśmy jednak na materiał, który odpowiadałby na interesujące nas pytania.

Jednocześnie przekonaliśmy się, że podobne pytania interesują wielu ludzi. Wtedy też zakiełkowała myśl, by niektóre odpowiedzi opracować. Jednak bilans zamiarów i sił okazał się niewielki, a stąd i niewielkie moralne prawo do głoszenia odpowiedzi ex cathedra. Staraliśmy się więc uzupełnić braki przez rozpatrywanie zagadnień zagrożeń, obserwację, analizę przyczyn i skutków wypadków groźnych dla środowiska. Rezultatem tego jest niniejsza książka, stanowiąca próbę podjęcia rozważań nad militarnymi i niemilitarnymi aspektami zagrożeń środowiska.

Przedstawiając niektóre drogi powstania tej książki, chcemy zawczasu zapewnić sobie pobłażliwość Czytelników wobec potknięć i niedomówień. Mamy nadzieję, iż próba rozważań na temat zagrożeń środowiskowych towarzyszących także zjawisku wojny może się przyczynić do głębszego uświadomienia sobie skutków tej złożonej problematyki, jaka stanowiła niegdyś i stanowi dziś wytwór umysłu i rąk człowieka. Jeżeli zaś zważy się, że zagadnienia zagrożeń środowiska są i będą nadal aktualne wobec ciągłego rozwoju gospodarczego państw oraz wyścigu zbrojeń toczącego się z różnym skutkiem, można przypuszczać, że próba ta leży w zakresie potrzeb zarówno osób wojskowych, jak i cywilnych.

Tradycje interesowania się problemami zagrożeń środowiskowych nie są długie w odniesieniu do wszystkich przyczyn ich wywoływania i skutków, jakimi się objawiały. Nie ulega wątpliwości, że długą tradycyjną osnowę mają zjawiska pożarów, nieuniknienie towarzyszących wojnom od czasu istnienia ludzkości. Nie mniej długą, wielowiekową tradycję mają oceny wojen z punktu widzenia celowe-

go wzniecania lub samoistnego wzbudzania się epidemii chorób zakaźnych. Ma to niewątpliwy związek z pojawieniem się w końcu XX wieku problemu wojny biologicznej. Podobnie i stosowanie trucizn na polu walki, przekształcone później w pojęcie wojny chemicznej, ginie w mrokach dziejów, choć wizja tej wojny wciąż towarzyszy nam i w lokalnych konfliktach zbrojnych, i potencjalnych wojnach światowych. Bardzo krótką, lecz wymuszoną tradycją może się poszczycić wizja wojny nuklearnej. Dobrze chociaż, że tylko w myśli teoretyków wojennych, których domniemania opisano w licznych periodykach wojskowych i pozycjach literatury.

Jednak szybki rozwój przemysłu i techniki wojennej sprawia, że zagadnienia zagrożeń środowiskowych, powodowanych przez z pozoru „niewinnie" wyglądające substancje chemiczne używane przez człowieka w jego codziennym życiu, sprzęgnięte z wizją wojny czy to na obszarze własnego kraju, czy w różnych częściach świata, stanowi jeszcze wyłom w naszym doświadczeniu z dziedziny: wojna a środowisko. Dodać do tego musimy i to, że postęp dokonujący się w badaniach naukowych, których wyniki jakże łatwo możemy przekształcić w broń o różnych skutkach i różnej sile degradowania i dewastowania środowiska, sprzyja rozwojowi szeroko pojętej sztuki przewidywania tego, co może mieć miejsce w hipotetycznej wojnie.

Dla każdej armii szkołą oceny zagrożenia zawsze były pola bitewne. Zarówno te w zamierzchłej przeszłości, jak i te w pierwszej i drugiej połowie XX wieku, czy też te, jakie obserwujemy obecnie. A że dotyczą różnych zjawisk, cóż, taka jest kolej rzeczy. Szczególnie w minionym pięćdziesięcioleciu nagromadziło się sporo doświadczeń i wiedzy o zagrożeniach. Chciałoby się je zebrać, uporządkować i poddać ocenie Czytelników w nadziei, że rozważania te mogą być korzystne dla pogłębiania wiedzy o zjawiskach zagrożeń wywoływanych w środowisku nie tylko przez działania wojenne.

Przemyślenia dotyczące tematu pozwalają na naświetlenie tylko niektórych zagadnień zagrożeń środowiska, dotyczących ich genezy, specyfiki oraz funkcji składowych. Sam charakter książki zakłada szkicowość wielu wysuwanych sformułowań i tez. Toteż pewne kwestie mogą być tylko zaznaczone, a nie wyczerpane, rola zaś niektórych z nich jest tego rodzaju, że wymagałyby odrębnych opracowań. Wymieńmy tu dla przykładu problemy, jakie niesie z sobą broń środowiskowa w różnorodnych swoich odmianach. Zatem w wielu wypadkach celowo ograniczyliśmy się do zorientowania w przedmiocie, obawiając się zbytniego rozszerzenia objętości rozważań, które mogłyby ujemnie wpłynąć na przejrzystość wstępnego wykładu.

Książka mówi w zasadzie o rzeczach, z których wiele jest znanych i oczywistych. Jednakże mamy nadzieję, że przybliży ona owe zdawałoby się niekwestionowane zagadnienia szerszemu ogółowi Czytelników. O ile gdzieniegdzie znajdą się uwagi typu instruktywnego, czujemy się zobowiązani uprzedzić, że ich charakter nie jest zamierzony, lecz spowodowany chęcią pominięcia uzasadnienia tez chyba ewidentnych.

Kończąc ów wstęp, wyrażamy nadzieję, że cenne uwagi Czytelników pozwolą nam na dalsze uzupełnienia, korekty i ewentualne rozwinięcie poruszonych problemów.

Wierzę, iż ludzkość uświadomiła sobie wreszcie fakt, że na Ziemi i wokół niej istnieje subtelna równowaga między zjawiskami fizycznymi i biologicznymi, której nie wolno nierozważnie zakłócić przez nadmierny rozwój techniczny.

U Thant, sekretarz generalny ONZ

W POSZUKIWANIU BEZPIECZEŃSTWA EKOLOGICZNEGO

Niemal bez przerwy słyszymy wyraz „bezpieczeństwo", używany w różnym kontekście i różnie pojmowany. Bardzo często jesteśmy informowani o tym, że grozi nam niebezpieczeństwo albo że jesteśmy przed czymś bezpieczni, albo że tworzy się warunki bezpieczeństwa czy też zapewniamy komuś lub nam zapewniają bezpieczeństwo.

W pierwszym odruchu zawsze z niepokojem zastanawiamy się nad zagrożeniem ukrytym w tym słowie. Podświadomie wyobrażamy sobie jakąś formę, jakąś sytuację, za którą czai się groźba spowodowania czegoś ujemnego, czegoś, co niesie jakąś szkodę. Jednocześnie dodajemy do naszych wyobrażeń – z poczuciem ulgi – działanie przeciwstawiające się zagrożeniu. W ten sposób, nie zadając sobie wiele trudu, zawsze – używając wyrazu „bezpieczeństwo" – formułujemy zasadniczą relację przyczynowo-skutkową. Oto jest przyczyna – zagrożenie i oto skutek – podjęcie działania wiodącego do zminimalizowania albo ograniczenia skutków tego zagrożenia. Zresztą już samo pojęcie „bezpieczeństwo" oznacza pewność, zabezpieczenie przed czymś, wskazuje zarówno brak zagrożenia, jak i ochronę przed nim[1].

Jakież mamy pole do popisu, jeśli do owego słowa dodamy określenie oznaczające czynność albo działanie. Uzyskujemy swoisty zakres pojęciowy odnoszony do różnych dziedzin naszej działalności. Mówiąc na przykład, że tworzymy warunki pracy eliminujące zagrożenie zatrudnionych, mamy na myśli „bezpieczeństwo i higienę pracy", wskazując na warunki i instytucje chroniące życie, zdrowie i mienie ludzi oraz majątek ogólnonarodowy – myślimy o „bezpieczeństwie publicznym", rozpatrując system społeczno-prawny służący utrwalaniu pokoju, posługujemy się pojęciem „bezpieczeństwa zbiorowego". Podobne przykłady można przytaczać w nieskończoność, ale i bez tego staje się jasne: zawsze bezpieczeństwo łączymy z istnieniem lub przypuszczeniem zagrożenia przejawiającego się pod różnymi postaciami.

---

[1] Por. *Bezpieczeństwo narodowe i międzynarodowe u schyłku XX wieku*, red. D.B. Bobrow, E. Haliżak, R. Zięba, Wyd. Nauk. „Scholar", Warszawa 1997, s. 3.

EKOLOGIA A BEZPIECZEŃSTWO

Celowo przeprowadziliśmy to, może nieco przydługie wprowadzenie, by zwrócić uwagę na nowe pojęcie – „bezpieczeństwo ekologiczne". Ma ono w zasadzie wiele znaczeń. Decyduje o tym czasem opacznie rozumiane słowo „ekologia", które oznaczając w istocie gałąź nauki, weszło dzisiaj na stałe do języka potocznego. Oto, jak pisze o tym jeden z prekursorów ochrony środowiska Jean Dorst: *Pojawiło się całe nieznane dotąd słownictwo, z którego najczęściej słyszy się cudowne słowo ekologia: prawdziwe znalezisko, bo jest dźwięczne i wyraziste. Czterdzieści lat temu nie używali go nawet uczeni.* [...] *Potem zrobiło bajeczną karierę. Ze względu na jej związki z problemami zagospodarowania przestrzeni i wykorzystania zasobów naturalnych ma siłą rzeczy implikacje polityczne. Jest to jej nieszczęście i szansa zarazem. Ekologiczne może być wszystko. Słowo zbanalizowało się zupełnie*[2].

W istocie ekologia jest nauką biologiczną o gospodarce przyrody, obejmującą całość zjawisk dotyczących wzajemnych zależności między organizmami i ich zespołami oraz żywym i martwym środowiskiem[3]. Zatrzymajmy się na chwilę nad tym pojęciem. Jakkolwiek jej początki giną w mrokach dziejów ludzkości – idea ochrony przyrody przewijała się już w starożytności – nie ulega wątpliwości, iż jako nauka we współczesnym sensie ukształtowała się dopiero w XIX wieku. U jej podstaw legły tak prace Karola Darwina, jak badania Augustina Candolle'a, Karla Möbiusa, Edwarda Warminga, Johna Forbesa i innych. Pierwszy raz zdefiniował ją Ernst Haeckel w 1869 roku. W miarę upływu lat i rozwoju myśli naukowej wyodrębniły się w niej samodzielne dyscypliny naukowe: fitosocjologia, hydrobiologia oraz w początkach XX wieku sozologia.

Ekologia oprócz tego, że jest dyscypliną naukową, jest też pewnym sposobem myślenia o problemach związanych ze środowiskiem. Opisano to w wielu różnych wydawnictwach. Mimo wszystko jednak trzeba się zgodzić z Włodzimierzem Tyburskim, że: *Istnieje potrzeba teoretycznego odniesienia się do globalnych, kryzysowych zjawisk i tendencji, ujawnienia ich najogólniejszych przyczyn, uwarunkowań i mechanizmów, a także aktywnego włączenia się w nurt tych działań praktycznych, których celem jest eliminowanie lub pomniejszanie zgubnych dla przyrody i człowieka procesów*[4]. To prowadzi wprost do analizowania problematyki ekologicznej w obszarze filozofii, a [...] *konsekwencją przyrostu wiedzy w tym obszarze zainteresowań jest konstytuowanie się nowych dyscyplin – filozofii i etyki ekologicznej*[5]. Takie podejście jednak nie zamyka ani nie zawęża zakresu zainteresowania ekologii, chociaż dzisiaj bardzo często jest ona postrzegana także jako metoda walki z zanieczyszczeniami środowiskowymi, których mnogość, zarówno co do rodzaju, jak i co do form występowania, niesie zagrożenie środowisku powietrznemu, lądowemu, wodnemu i noosferze.

---

[2] J. Dorst, *Siła życia*, PIW, Warszawa 1987, s. 144–145.

[3] *Encyklopedia powszechna*, PWN, Warszawa 1983, s. 692.

[4] W. Tyburski, *Pojednać się z Ziemią. W kręgu zagadnień humanizmu ekologicznego*, IPIR, Toruń 1993.

[5] Ibidem.

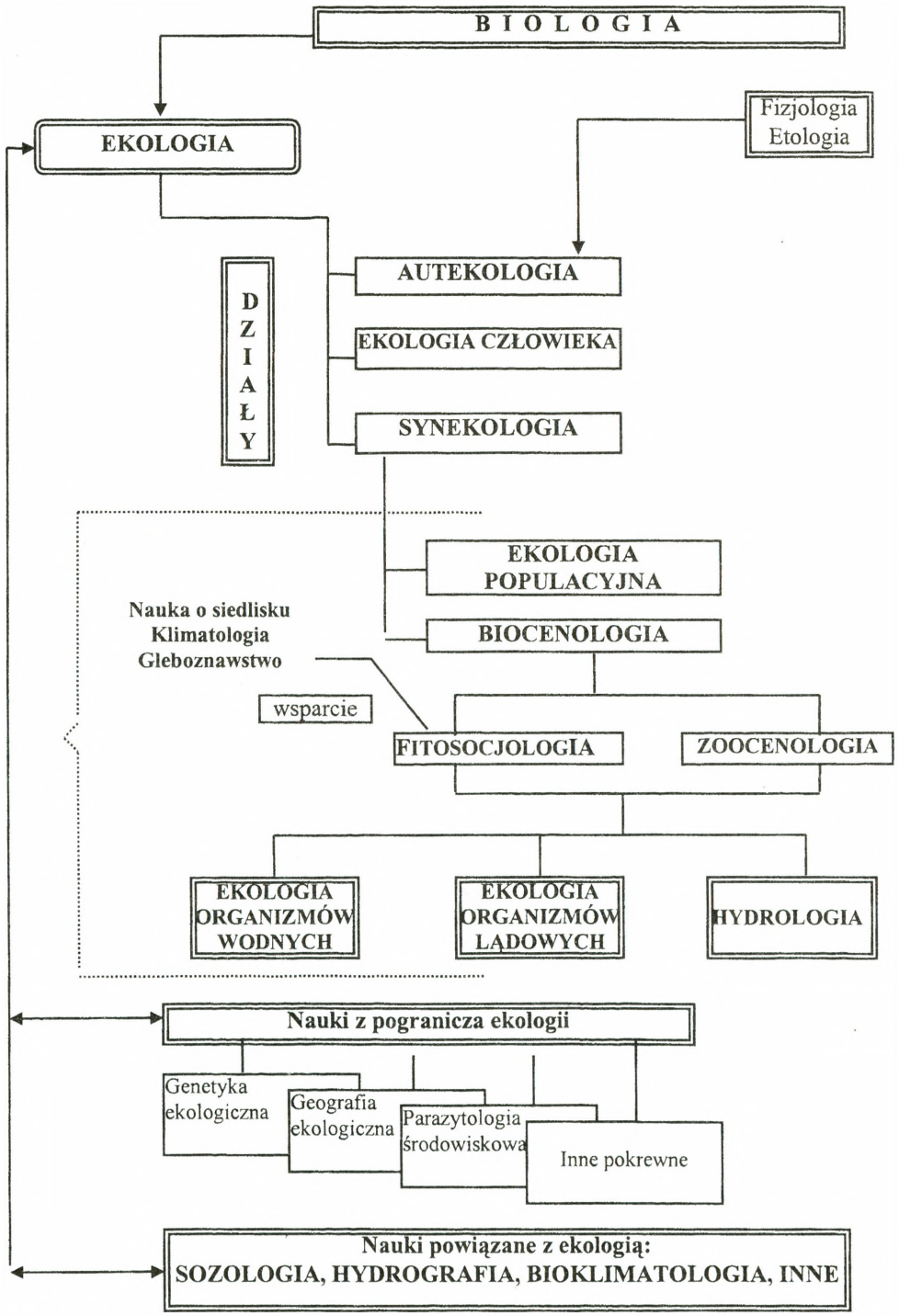
Otóż właśnie ta instrumentalna cecha – ***ekologia jako metoda przeciwdziałania zagrożeniom*** – pozwala (naszym zdaniem) na jej związek z bezpieczeństwem, tworzący pojęcie – „bezpieczeństwo ekologiczne". By jednak do tego doszło, musiało upłynąć wiele trudnych i żmudnych lat zwracania uwagi przez ludzi nauki ku szkodom, jakie ujawniały się w środowisku przyrodniczym. Zresztą oddajmy jeszcze raz głos cytowanemu już J. Dorstowi. Pisze on: *Wymieranie gatunków zwierzęcych, erozja gleby i zanieczyszczenie wody niepokoiło wprawdzie niektóre dalekowzroczne umysły już w czasach starożytności klasycznej, a nawet znacznie wcześniej, ale zajmowano się tym tylko sporadycznie, jako że były to zjawiska ograniczone w czasie i przestrzeni.* [...] *Do roku 1945 ochroną przyrody interesowali się tylko przyrodnicy.* [...] *Później szkody wyrządzone przez przemysł, skażenie rzek i atmosfery szybko uczyniły z niej przedmiot troski*[6]. Zwróćmy uwagę, że mowa jest tutaj o jednym z najważniejszych działań człowieka, mianowicie o działalności prowadzącej do racjonalnego korzystania z zasobów przyrody i do utrzymania jej odpowiedniej kondycji.

Szkoda tylko, że nie została ona rozpoczęta wcześniej, gdy jeszcze nie było za późno, to znaczy wraz z rozwojem przemysłu, lecz dopiero wtedy, kiedy związek zagrożeń przezeń powodowanych ze środowiskiem stał się nad wyraz widoczny. Dopiero kryzys środowiskowy, który ujawnił się w nie tak odległych latach nie tylko w Polsce, lecz także w innych krajach, będący skutkiem niemilitarnych zagrożeń, ich zakresu przestrzennego i podmiotowego, dobitnie uświadomił potrzebę zapewnienia sobie bezpieczeństwa. Stało się tak, albowiem ekosfera została uznana za istotne uwarunkowania funkcjonowania, rozwoju, a nawet istnienia poszczególnych państw, narodów i społeczności w ogóle.

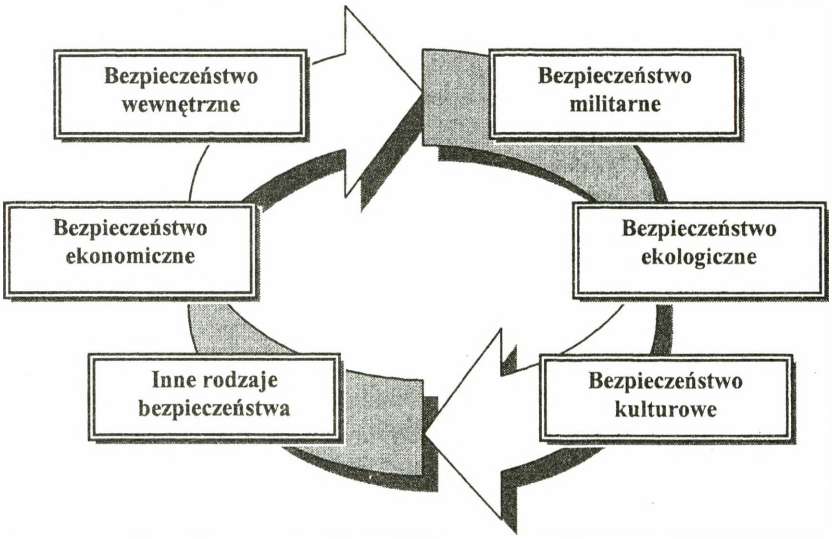
ZAGROŻENIA A BEZPIECZEŃSTWO – WZAJEMNE ZALEŻNOŚCI

Cokolwiek by powiedzieć, najbardziej istotne jest jedno: każdy rodzaj zagrożenia rodzi potrzebę przeciwdziałania jego skutkom. Tym bardziej że zmieniło się postrzeganie zagrożeń, zaczęto dostrzegać wzajemne związki i zależności oraz wspólne uwarunkowania dotyczące różnych ich rodzajów. Zmienił się także, wraz z dynamiką przemian stosunków międzynarodowych, przestrzenny zakres zainteresowania problemami bezpieczeństwa postrzeganego już nie tylko w skali lokalnej. Dostrzeżono potrzebę budowy bezpieczeństwa ogólnego mieszkańców kraju czy regionu geograficznego, uwzględniającego charakter różnych zagrożeń i powstających między nimi zależności. Zaczęto uwzględniać potrzebę tworzenia ludności warunków bezpieczeństwa tak militarnego i politycznego, jak kulturowego, ekonomicznego czy wewnętrznego, które wpływają na obszar zainteresowania bezpieczeństwa środowiskowego.

[6] J. Dorst, wyd. cyt., s. 144–145.



Rys. 1. Ekologia w związkach z innymi naukami biologicznymi



Rys. 2. Związki bezpieczeństwa ekologicznego z innymi rodzajami bezpieczeństwa

Nie można żadnego z nich, bez względu na skalę, charakter czy ważność, traktować odrębnie, bo wtedy tworzy się fałszywy obraz rzeczywistości. Są jednak takie tendencje dotyczące zagrożeń, powstałe na gruncie ewolucji i przekształceń, jakie dokonały się w czasie i przestrzeni.

Zgodzić się trzeba z poglądem, że najwcześniej pojawiły się zagrożenia militarne, określane wielkością siły wojskowej przeciwnika czy rywala, której wzrost decydował o ich skali. W miarę postępu nauki i techniki wojny, toczone od zarania dziejów ludzkości, stawały się coraz bardziej niszczycielskie w stosunku do ekosfery. I o ile niegdyś dotyczyły one ograniczonych przestrzeni oddziaływania i tylko broni konwencjonalnej, o tyle dzisiaj świat stanął w obliczu zagrożenia zniszczeniem, nawet katastrofą cywilizacji w ewentualnej wojnie prowadzonej z użyciem broni nuklearnej, zagrożenia, które implikuje niemożliwość takiej katastrofy w imię przeżycia mieszkańców Ziemi.

Nie mniej ważne są zagrożenia o charakterze ekonomicznym, będące konsekwencją przyśpieszania procesów internacjonalizacji stosunków gospodarczych, które obok wzrostu rozwoju państw i regionów rodzą poważne dysproporcje w stosunkach międzynarodowych – jedni stają się bardziej zamożni, drudzy ubożeją coraz bardziej. Niebezpieczeństwa tego typu wynikają z: wyczerpywania się surowców energetycznych nieodnawialnych, niewystarczalności żywnościowej, zależności technologicznej (luki technologicznej) krajów zacofanych od wysoko rozwiniętych, wielkich rozmiarów długu międzynarodowego. To prowadzi do wykorzystania przewagi gospodarczej silniejszego wobec słabszego. Weźmy choćby

przykład wywierania presji politycznej na Polskę po wprowadzeniu stanu wojennego, francuskiej interwencji wojskowej w Afryce czy ogłoszenia Zatoki Perskiej rejonem żywotnych interesów USA, a następnie wprowadzenie tam wojska. Znane są także przypadki zjawiska odwrotnego, mianowicie wystąpień słabszego wobec silniejszego. Na przykład w roku 1973 państwa arabskie użyły wobec państw sprzyjających Izraelowi tzw. broni surowcowej, podnosząc wielokrotnie ceny ropy naftowej. Wówczas państwa OPEC zastosowały zespół przeciwdziałań obejmujących przepływ technologii, operacje giełdowe, zakaz handlu bronią itp.

Również inne rodzaje zagrożeń mają wpływ na zagrożenie bezpieczeństwa ogólnego. Wśród nich na czoło wysuwają się zagrożenia środowiska przyrodniczego powodowane przez zanieczyszczenia będące rezultatem działalności gospodarczej i militarnej człowieka. Tym bardziej są one groźne, że zanieczyszczenie cechuje transgraniczność – skażenie środowiska w jednym kraju przenosi się na terytorium sąsiadów i dalej położonych państw, a zatem naruszenie równowagi ekologicznej staje się problemem międzynarodowym. Jako przykład można wskazać dziury ozonowe, wzrost skażenia radioaktywnego niektórych obszarów w rezultacie prób z bronią jądrową na lądzie lub na wodzie czy skutki awarii obiektu jądrowego.

To wymusiło potrzebę odpowiedzi na podstawowe pytania dotyczące pojęcia „bezpieczeństwo ekologiczne": *co się pod nim kryje?*, *czym jest?* i *jak je postrzegać?*, wreszcie *jak rozwiązywać pojawiające się i narastające problemy?* Odpowiedzi są trudne i niekiedy wieloznaczne, zależne od sposobu podejścia do ich uzyskania. Tym bardziej że niełatwo jednoznacznie określić to pojęcie, dotyczy ono bowiem tak ekosystemu, jak i kraju, regionu czy globu.

W odniesieniu do ekosystemu przez bezpieczeństwo rozumiemy stan, w którym ryzyko zakłóceń jego składowych jest niewielkie. W stosunku zaś do kraju, regionu geograficznego itp. na bezpieczeństwo środowiska musimy spojrzeć przez pryzmat skutków zagrożeń powodowanych czy to przez procesy wytwarzania, czy to przez transport, czy to przez technologie przemysłowe, czy to przez wyścig zbrojeń, czy to wreszcie przez niszczenie obiektów przemysłowych w działaniach wojennych, jeśli do nich dojdzie. Bez względu na sposób oglądu zjawiska zawsze wyłoni się ujemne oddziaływanie na środowisko i na człowieka skutków uwalniania do otoczenia przemysłowych środków promieniotwórczych, niebezpiecznych toksycznych substancji chemicznych oraz pierwotnych i wtórnych następstw katastrof urządzeń hydrotechnicznych, czy klęsk i katastrof naturalnych i antropogenicznych.

Szukając formuły bezpieczeństwa ekologicznego, zwracamy uwagę na to, co temu bezpieczeństwu faktycznie zagraża, o jakie procesy i zjawiska idzie, czego są one skutkiem itp. Nie wolno przy tym zapomnieć o potrzebie określenia bezpieczeństwa „na dziś", a więc odnoszonego do agresji antyekologicznej objawiającej się codziennie w naszym otoczeniu jako skutku działalności człowieka, i „na jutro", traktowanego jako skutek jego ewentualnej działalności militarnej.

W procesie definiowania omawianego pojęcia, które zarazem oznacza praktyczną działalność człowieka, są widoczne dwa nurty, wynikające ze sposobów podejścia do zagadnienia. Pierwszy odwołuje się do źródeł zagrożeń i sposobów ich unikania, preferując filozofię neokatastrofizmu, przejawiającą się w postawie „co ma być to będzie" i upatrującą źródeł zagrożeń przede wszystkim w środowi-

sku naturalnym i w działalności różnych podmiotów gospodarczych. Takie podejście sprawiło, że przeciwdziałanie skutkom rozpoczyna się dopiero po zaistnieniu zagrożenia, a konkretnie szkód, jakie się ujawniły. Bez wątpienia stanowisko to spowodowało, iż przez długie lata bezpieczeństwo ekologiczne traktowane było li tylko jako prawne dążenie państw do ochrony swego środowiska naturalnego i zdrowia ludzi przed antyekologicznymi działaniami innych państw bez uwzględniania możliwości przeciwdziałania.

Dopiero katastrofy przemysłowe, jakie miały miejsce w minionych latach, szczególnie w Seveso, Bhopalu i Czarnobylu, dowiodły potrzeby innego patrzenia na zagadnienie bezpieczeństwa ekologicznego. Wobec tego pojawił się drugi nurt – kreacyjny, w którym traktuje się bezpieczeństwo ekologiczne jako podejmowanie działań mających na celu kształtowanie pożądanego stanu środowiska przyrodniczego. W takim odniesieniu przemawiającą do wyobraźni, zarazem ogólną, przeto w pewnym sensie uniwersalną wykładnią, jest definicja: *bezpieczeństwo ekologiczne to trwały i ciągły proces zmierzający do osiągnięcia pożądanego stanu ekologicznego, zabezpieczający spokojną i zdrową egzystencję wszystkich elementów ekosystemu, przy użyciu różnych środków zgodnych z zasadami współżycia wewnętrznego państwa i społeczności międzynarodowych*[7].

Zaletą takiego ujęcia zagadnienia jest sprowadzenie jego istoty do wąsko pojmowanej konstruktywnej ochrony środowiska (jego ekosystemów) i dążeń prowadzących do unikania wszelkich zagrożeń. Jednocześnie definicja wskazuje, że proces ten powinien się toczyć przy udziale wielu elementów składowych, których działanie przede wszystkim powinno być dostosowane do sfery współpracy międzynarodowej, strategii rozwoju danego kraju oraz zbiorowej świadomości ekologicznej jego społeczności. To zaś sprawia, iż możemy przyjąć następująca tezę: *bezpieczeństwo ekologiczne to umowny system jednostek i instytucji wykonawczych połączonych jednolitym celem, zbiorami zadań itp., funkcjonowanie tego systemu powinno przynieść pożądane efekty w wypadku różnorakich zagrożeń bez względu na to, czy będą to zagrożenia czasu pokoju, czy okresu wojny*. By to mogło nastąpić, niezbędne jest spełnienie kilku najważniejszych wymagań. Po pierwsze, organizacja i zasady funkcjonowania systemu bezpieczeństwa ekologicznego powinny zapewnić realizację określonych wcześniej celów i sformułowanych zadań. Po drugie, system powinno się budować na istniejących już urzędach, instytucjach i jednostkach wykonawczych różnego podporządkowania, wykorzystujących swój dotychczasowy dorobek i doświadczenia z niezbędnymi modyfikacjami i korektami. Po trzecie, musi istnieć jednoznacznie czytelny podział zadań pomiędzy podmioty i przedmioty wykonawcze w celu uniknięcia dublowania się i powtarzania w wykonywaniu czynności informacyjnych i wykonawczych. Po czwarte, kierowanie i koordynowanie funkcjonowaniem systemu trzeba powierzyć jednemu organowi odpowiedzialnemu za diagnozowanie stanu środowiska i poziomu zagrożeń, profilaktykę i likwidację powstałych skutków. Po piąte, istotną rolę powinna odegrać edukacja ekologiczna prowadzona już od szczebla podstawowego, dająca

[7] J. Haber, *Bezpieczeństwo jako determinanta stosunków międzynarodowych*, w: Z.J. Pietraś, M. Pietraś, *Determinanty polityki zagranicznej i międzynarodowej*, Warszawa 1981.

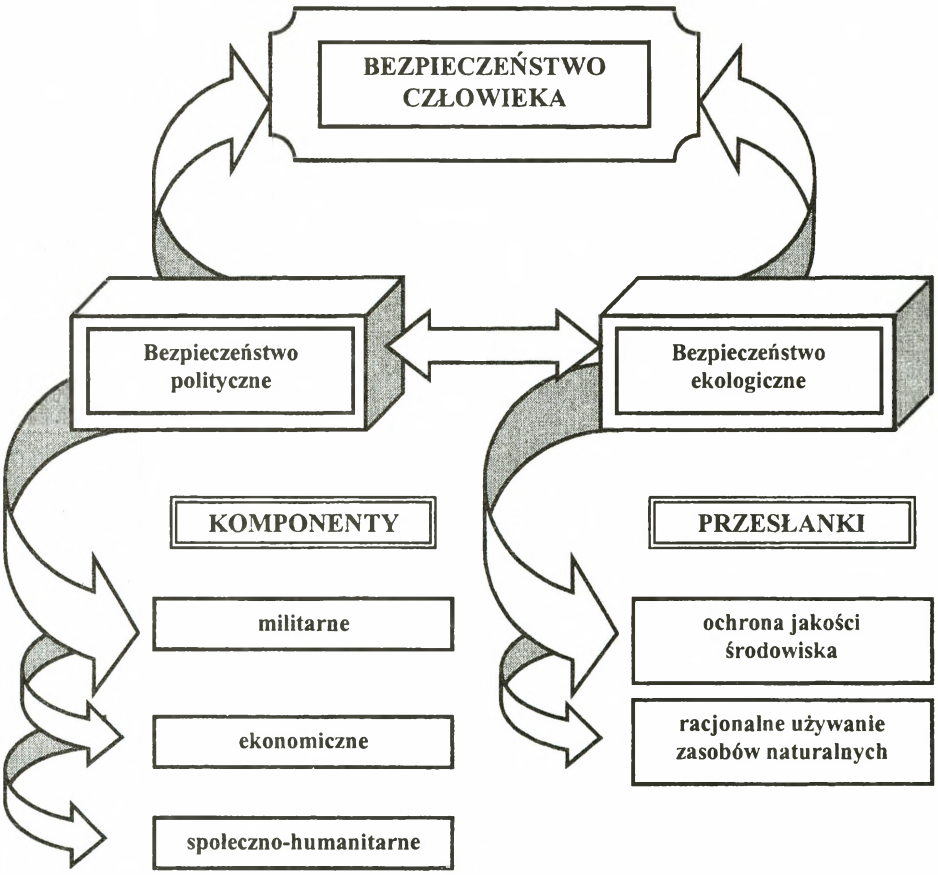
dostęp do wiedzy na temat środowiska i rozwoju oraz tworząca przez to i ugruntowująca w społeczeństwie swoiście pojmowaną filozofię i etykę ekologiczną. Po szóste, działania każdego elementu systemu muszą być wspierane wiedzą naukową. Przez łączenie „zaawansowanej nauki" z najlepszą, pochodzącą z różnych kultur wiedzą ludności miejscowej lepiej zostaną poznane działania systemów naturalnych i sposobu gospodarowania zasobami, prędzej będą dostrzeżone skutki badań dla środowiska i powstające w ich wyniku zasady rozwoju na poziomie regionalnym i globalnym. Po siódme wreszcie, wszelkie poczynania powinny być zgodne z międzynarodowymi dokonaniami po to, by stawić czoła narastającym problemom ekologicznym.

Wydaje się, że trzeba podkreślić potrzebę zaprzestania praktyk protekcjonistycznych, pewności, że polityka w zakresie ochrony środowiska będzie sprzyjać formom rozwoju społecznego, zapewnienia, iż przepisy dotyczące ochrony środowiska (również te odnoszące się do norm zdrowia i bezpieczeństwa) nie będą stanowić środków arbitralnej lub nieuzasadnionej dyskryminacji. Wymagań stawianych przed systemem bezpieczeństwa ekologicznego można wymienić więcej, a ich zbiór nie jest zamknięty. O takim – jak przedstawione – traktowaniu bezpieczeństwa ekologicznego świadczą podejmowane działania. Już od pewnego czasu obserwuje się bowiem tendencje do poszerzania pojęcia bezpieczeństwa ogólnego o nowe elementy, w tym o zagadnienia dotyczące bezpieczeństwa środowiska przyrodniczego, bezpieczeństwa, którego rodowód sięga przełomu lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych.

Trzeba przyznać, że najpełniej nowe podejście do koncepcji bezpieczeństwa znalazło odbicie w dokumentach Konferencji Bezpieczeństwa i Współpracy w Europie (KBWE). Przyjęto wówczas, że system bezpieczeństwa europejskiego obejmował będzie aspekty polityczne, wojskowe, gospodarcze, kulturowo-cywilizacyjne i – co nas najbardziej interesuje – ekologiczne. Zagadnienia bezpieczeństwa globalnego i regionalnego po raz pierwszy w dziejach szerzej ujmował raport sekretarza generalnego ONZ z 1985 roku, w którym podkreślono, że współczesne pojęcie bezpieczeństwa ma bardzo szeroki i złożony charakter. Obok podstawowych problemów polityczno-wojskowych wskazano w nim na wzrost znaczenia innych aspektów bezpieczeństwa, w tym bezpieczeństwa ekologicznego.

Jest bezspornym faktem, że bezpieczeństwo ekologiczne postrzega się jako składową bezpieczeństwa międzynarodowego i realizuje jako kategorię prawną na szczeblu regionalnym, subregionalnym i międzypaństwowym. Jest faktem także, iż w kontekście pełnego bezpieczeństwa międzynarodowego jego znaczenie rozciąga się daleko poza sprawy związane li tylko z ochroną środowiska, albowiem stanowi element bezpieczeństwa człowieka. By zapewnić pełne poczucie bezpieczeństwa, muszą być spełnione dwa warunki: pierwszy, człowiek powinien być całkowicie bezpieczny od zagrożeń, jakie niesie wojna, rozwój gospodarki kraju, wreszcie międzynarodowe stosunki społeczno-humanitarne, a więc musi być zapewnione „bezpieczeństwo polityczne", i drugi, człowiek powinien być zabezpieczony przed skutkami agresji wobec środowiska, czyli musi być realizowane „bezpieczeństwo ekologiczne"[8].

[8] Przesłanki dla takich ogólnych składowych bezpieczeństwa człowieka można wyprowadzić z Powszechnej Deklaracji Praw Człowieka (1948 r.) i Światowej Karty Przyrody (World Charter for Nature – 1982 r.).



Źródło: oprac. na podst. L. Zacher, *Bezpieczeństwo ekologiczne – wymiary polityczne, międzynarodowe i globalne*, w: Z.J. Pietraś, M. Pietraś, *Międzynarodowe bezpieczeństwo ekologiczne*, UMCS, Lublin 1991.

Rys. 3. Składowe bezpieczeństwa człowieka

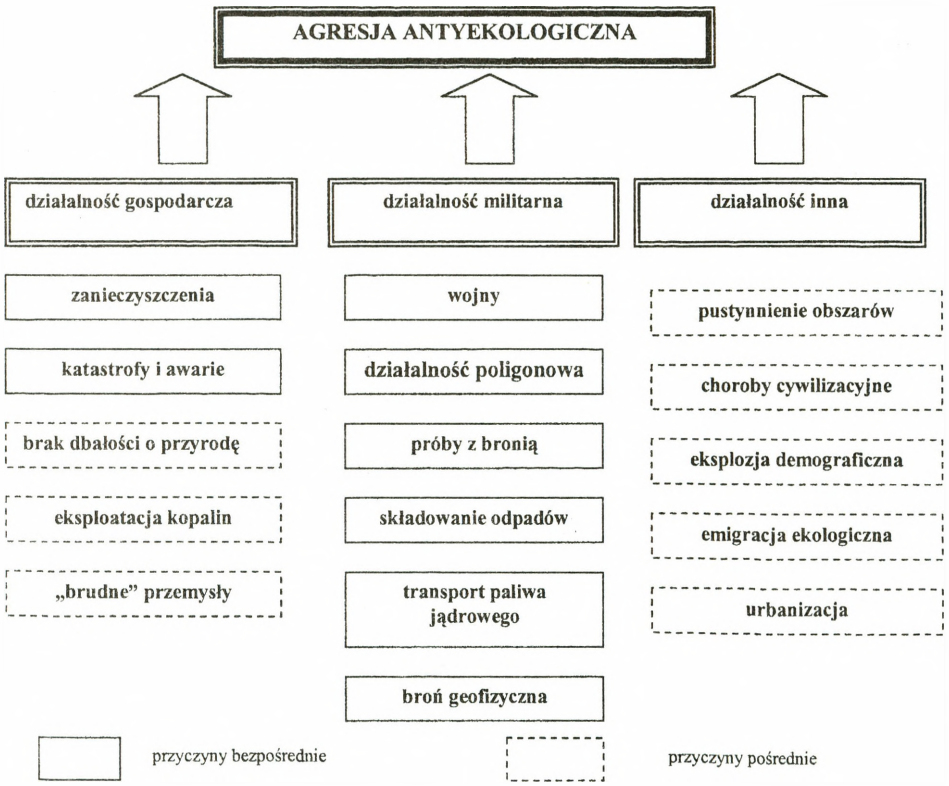
Ten rodzaj bezpieczeństwa postrzegany jako kategoria prawna stanowi także kategorię praktyczną faktycznego stanu środowiska w danym miejscu i czasie, określanego przez czynniki odnoszące się zarówno do przeszłości, jak i do rzeczywistości oraz uwzględniające przesłanki dotyczące ochrony jakości środowiska czy rozsądnego używania zasobów naturalnych. Ma również ścisły związek z bezpieczeństwem politycznym, albowiem tylko wzajemne współdziałanie wywiera korzystny wpływ na bezpieczeństwo człowieka. Jakkolwiek patrzeć na owe zagadnienia, wszystko sprowadza się do oceny przejawów agresji antyekologicznej.

AGRESJA ANTYEKOLOGICZNA A OTOCZENIE

Agresja antyekologiczna jest skierowana przeciwko środowisku i traktowana jako zanieczyszczenie go różnymi szkodliwymi dla niego środkami. Ma ona różne wymiary i charakter oddziaływania. Pośród nich trzeba przede wszystkim wymienić transgraniczny zasięg zanieczyszczeń przenoszonych drogą powietrzną i wodną oraz ich bezpośrednich oddziaływań (na przykład zanieczyszczenia gazowe i pyłowe napływające nad Polskę znad obszarów byłej NRD czy znad obszarów Wielkiej Brytanii nad Morze Północne i Półwysep Skandynawski bądź skażenie produktami ropopochodnymi kilkudziesięciu kilometrów Odry przez Czechów). Zanieczyszczenia mogą być umyślne i nieumyślne, bezpośrednie i wtórne (pochodne). Przykładem nieumyślnych i niebezpośrednich zanieczyszczeń mogą być kwaśne deszcze czy oddziaływanie na klimat wskutek eksploatacji kopalni odkrywkowych bądź długotrwały brak dbałości o zasoby przyrody (np. Morze Bałtyckie). Obok takich oddziaływań agresję antyekologiczną powodują skutki katastrof i awarii przemysłowych (elektrownie jądrowe, tankowce, platformy wiertnicze, fabryki chemiczne itp.) oraz katastrof i klęsk naturalnych (trzęsienia ziemi, huragany, wielkie powodzie i inne), których czasu i miejsca nie sposób przewidzieć.

Jednym z jej przejawów jest sfera działalności militarnej człowieka. Dotyczy to zarówno zniszczeń środowiska w wypadku wojen (np. używanie substancji fitotoksycznych w Wietnamie, celowe wypuszczanie ropy naftowej czy podpalenie kuwejckich szybów naftowych podczas wojny w rejonie Zatoki Perskiej), jak i degradowania obszarów poligonów (np. poligony Nevady, Kazachstanu, atol Mururoa), miejsc stacjonowania jednostek wojskowych (chociażby przykłady zdewastowanego środowiska na obszarach stacjonowania wojsk Armii Radzieckiej w Polsce), nie wspominając o próbach z bronią jądrową i innymi broniami masowego rażenia. Niebezpieczeństwo zwiększa także składowanie przemysłowych środków radioaktywnych (paliwo reaktorowe), chemicznych i innych czy amunicji chemicznej bądź biologicznej – niejednokrotnie prowadzące do tzw. katastrofy pełzającej. Sam transport paliwa jądrowego oraz odpadów radioaktywnych już jest ogromnym zagrożeniem.

Agresja antyekologiczna to także skutek błędów człowieka powodujących zakłócenie równowagi ekosystemu. Nie mniej groźne są eksperymenty inżynierii genetycznej – tworzenie zmodyfikowanych lub zmutowanych mikroorganizmów, roślin itp. Jeszcze innym jej przejawem jest niespodziewane i gwałtowne „obciążenie ekologiczne" kraju spowodowane przepływem emigrantów, uciekających nie tylko od skutków wojny czy zmian struktur społecznych, lecz także od suszy, wielkich pożarów, powodzi i innych kataklizmów. Zjawiska takie miały miejsce w czasie powodzi w Bangladeszu, po katastrofie siłowni jądrowej w Czarnobylu (spowodowała migrację prawie 100 tys. ludzi) czy w rejonie składowiska odpadów toksycznych Love Canal w stanie Nowy Jork, skąd usunięto kilkaset rodzin.



Rys. 4. Wybrane składowe agresji antyekologicznej

Podane tu nieliczne przykłady wskazują, że nie można uniknąć zagrożeń, jakie wywołuje działalność człowieka polegająca na korzystaniu z zasobów przyrody, i że są one przedmiotem troski dopiero wtedy, kiedy ujawni się kryzys środowiskowy. Te zdegradowane i zdewastowane obszary nie tylko w Polsce (Góry Izerskie, okolice Głogowa i Legnicy), lecz także w wielu częściach świata nad wyraz dobitnie uświadomiły potrzebę utrzymania bezpieczeństwa ekologicznego, jako działalności przeciwdziałającej skutkom degradacji środowiska. A wszystko w imię stworzenia człowiekowi warunków dobrobytu życiowego.

Wytwórcza działalność ludzka, bogata w formy i rodzaje, przynosi jednak w rezultacie mniejsze lub większe zagrożenia środowiska. Trzeba podkreślić, że problem ten jest trudny do rozwiązania. Nie jest możliwe przecięcie węzła gordyjskiego, by uchronić się od kłopotów. Wynika to już choćby z internacjonalizacji wielu różnych dziedzin życia społecznego, albowiem procesy te spowodowały, że

stale potęgują się, do niedawna niedoceniane (!), kwestie zanieczyszczeń, które dziś są już problemem globalnym. W dzisiejszym uprzemysłowionym świecie paradoksem jest nawet to, że skażenie powietrza i wód wyprzedza takie niebezpieczeństwa, jak skażenie żywności czy zagrożenie skutkami użycia broni masowego rażenia.

BEZPIECZEŃSTWO EKOLOGICZNE – SPOSOBY UTRZYMANIA

Oczywiste jest, że agresja antyekologiczna zrodziła potrzebę przeciwdziałania jej różnorodnym skutkom, a to można zrealizować przez spełnienie wymogów bezpieczeństwa ekologicznego. Jeśli tak, to czy istnieją i jakie są środki jego zapewnienia w naszym niespokojnym świecie? Na początek podkreślmy, że wszelkie działania mają na celu eliminowanie bądź ograniczanie zanieczyszczeń i skażeń środowiska przyrodniczego przez podejmowanie i realizowanie jedno- i wielostronnych przedsięwzięć, chociaż tu napotyka się trudności. Jak dowodzi praktyka, skuteczność przedsięwzięć jednostronnych jest zazwyczaj ograniczona. Decyduje o tym przede wszystkim transnarodowy zasięg zagrożeń. Dlatego też ich likwidowanie musi być z konieczności przedmiotem wysiłków międzynarodowych, to jest działań dwu- i wielostronnych. Taki też tok działania ma polityka dotycząca ochrony środowiska.

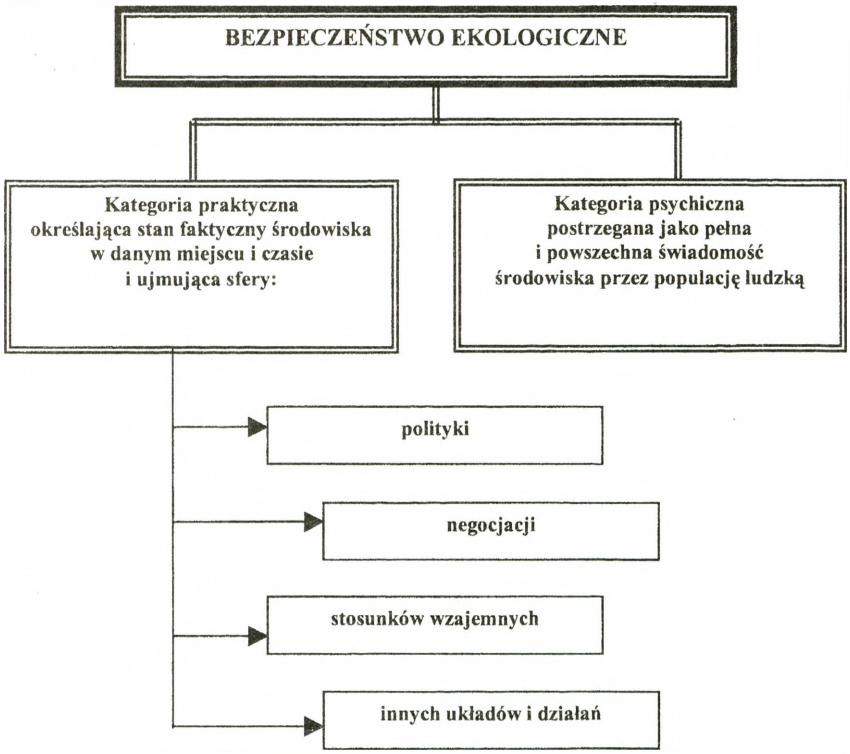
Bezpieczeństwo ekologiczne może być osiągnięte i utrzymane przez przestrzeganie określonych zasad postępowania zarówno w odniesieniu do środowiska naturalnego, jak i stosunków między państwami. Ma ono współcześnie wiele ważnych aspektów, w tym również o charakterze czysto militarnym. Nie da się w czasach „zbrojnego pokoju" rozdzielić polityki militarnej od polityki wewnętrznej, zewnętrznej, ekonomicznej itp. Z tego wynika, że winny one być przedmiotem szczegółowych rozważań naukowych. Aby jednak o nich mówić w miarę wszechstronnie, należy je oprzeć na wiedzy o szeroko rozumianym bezpieczeństwie środowiskowym rozpatrywanym w makro- i mikroskali. Wychodzi się przy tym z założenia, że współczesne bezpieczeństwo nie może już być gwarantowane li tylko przy pomocy rozwiązań militarnych, jak to miało miejsce niegdyś. Dlatego właśnie składowa bezpieczeństwa ogólnego, jaką jest bezpieczeństwo ekologiczne, wymaga koordynacji zarówno w skali narodowej, jak i światowej. Tym bardziej że jest ono postrzegane zazwyczaj i jako kategoria praktyczna, określająca stan faktyczny środowiska w danym miejscu i czasie, i jako kategoria psychiczna, określana mianem świadomości ekologicznej.

Jeżeli bezpieczeństwo ekologiczne jest postrzegane jako kategoria praktycznej działalności człowieka, to siłą rzeczy musi być też kategorią polityki, negocjacji, układów, stosunków wzajemnych państw itp. I chociaż nie dotyczy jakiegoś wyimaginowanego nieosiągalnego stanu idealnego, to w rzeczywistości odnosi się do stanu faktycznego, istniejącego w danym miejscu i czasie. Jednak by mówić o bezpieczeństwie ekologicznym w sensie funkcjonowania pewnych norm, uzgodnionych w formie traktatów, zwyczajowo lub innymi sposobami, i działań czy reko-

mendacji działań związanych z odpowiednimi środkami i metodami ich użycia, należy zwrócić uwagę na:

• *obszary środowiskowe*, w których zamierza się stan bezpieczeństwa osiągnąć, a więc na atmosferę, hydrosferę, litosferę itp.;

• *czynniki zagrożeń środowiska*, które wywierają wpływ na jego stan;



Rys. 5. Dualizm postrzegania bezpieczeństwa ekologicznego

• *tendencje rozwoju wypadków i katastrof* lub świadomej działalności (np. w toku wojny), czyli inaczej: na kierunki i siłę oddziaływania ich negatywnych skutków, przy jednoczesnej ocenie okoliczności, jakie sprzyjają lub nie sprzyjają ich wystąpieniu;

• *przewidywanie i ocenę* skutków negatywnych zjawisk degradacji środowiska w bliższej i dalszej perspektywie czasowej.

Zdajemy sobie sprawę z tego, iż bezpieczeństwo ekologiczne może być zachowane w wyniku stosowania przez wszystkich bez wyjątku jednakowych, ustalonych zasad współpracy. Pośród nich z wielu względów na czoło wysuwa się kilka, a mianowicie: utrzymywanie już istniejącego stanu środowiska, przywracanie do normy zakłóconego stanu środowiska przyrodniczego i podejmowanie działań w celu jego poprawy.

We współczesnych realiach obiecującym postulatem do spełnienia byłoby osiągnięcie pełnego bezpieczeństwa ekologicznego. Objęłoby ono swym zasięgiem wszystkie środowiska: oceany, powietrze, glebę, klimat itp., a w przyszłości doprowadziłoby do globalnego bezpieczeństwa ekologicznego na całym obszarze Ziemi. Jeśli jednak zdamy sobie sprawę, iż proces ten będzie równie długotrwały jak okres degradowania i dewastowania środowiska (w wielu miejscach doprowadzający do stanu kryzysu czy nawet klęski ekologicznej), jest to dzisiaj mało realne. W praktyce częściej dąży się do osiągnięcia takiego stanu stopniowo i decyduje albo o bezpieczeństwie pewnych środowisk i dziedzin działalności człowieka, albo też określonych obszarów. Na przykład podejmuje się czynności zmierzające do ograniczenia transgranicznego przepływu zanieczyszczeń między określonymi regionami lub oczyszczenia wód mórz śródlądowych.

Na forum państwowym lub międzynarodowym, jak wskazują liczne doświadczenia, już istniejące czy wyłaniające się problemy ekologiczne ani nie są rozwiązywane, ani zwykle nie mogą być rozwiązane do końca, przynajmniej w krótkim czasie, np. problem gazowych i pyłowych zanieczyszczeń atmosfery czy kwaśnych deszczów. Jest to niemożliwe z różnych przyczyn – organizacyjnych, fizycznych, ekonomiczno-finansowych itp. Jest to nierealne również z tego powodu, że interesy poszczególnych państw czy regionów gospodarczych tyczące się bezpieczeństwa ekologicznego, ogólnie rzecz biorąc, nie są tożsame. Dobrym przykładem na to jest kwestia tzw. brudnych przemysłów, do których zalicza się przede wszystkim przemysł stalowy, chemiczny i wydobywczy. Z tego też względu powstaje błędne koło. Kraje rozwinięte – co jest zrozumiałe – chcą pozbyć się takich gałęzi przemysłu, zwłaszcza w imię ochrony swego środowiska, natomiast kraje biedne, zacofane i zależne gospodarczo dążą do ich rozwijania, a często w celu rozwoju własnego państwa decydują się nawet na eksport niebezpiecznego przemysłu[9]. Wobec rozbieżności interesów gospodarczych nie daje się zatem zdefiniować globalnego bezpiecznego środowiska. Dobrą ilustracją może być sprzedaż polskim przedsiębiorstwom odpadów toksycznych przez firmy zachodnioeuropejskie. I o dziwo, obie strony osiągały korzyści z tego rodzaju transakcji, jedna ekologiczne, druga finansowe.

Z tych zależności i uwarunkowań wiedzie prosta droga do wysnucia wniosku, że podejście do bezpieczeństwa ekologicznego może być tak różne, jak różna jest świadomość ekologiczna oraz wiedza o problemie zagrożeń środowiskowych. Zdajemy sobie jednak sprawę, że o bezpieczeństwie środowiska decydują przede wszystkim możliwości gospodarcze, cele nie tylko ekonomiczne, interesy czy nawet wymuszenia pozaekologiczne. Wynika z tego, iż ono wcale nie jest tym samym dla wszystkich. To zaś oznacza, że różnice interesów mogą się stać źródłem niebłahych problemów w polityce międzynarodowej. Jeśli więc bezpieczeństwo ekologiczne określi się pewnymi granicami – na przykład granicami sfer ziemskich

[9] Takiego przykładu katastrofalnego eksportu przemysłu dostarczył Bhopal w Indiach.

– to obszar między nimi stanowi pole do negocjacji oraz możliwych wyborów i porozumień międzynarodowych[10].

BEZPIECZEŃSTWO EKOLOGICZNE – OBSZAR ODDZIAŁYWAŃ

Trzeba się zgodzić z faktem, że chociaż ekologia jest obecnie postrzegana i traktowana jako jeden z wielu czynników stosunków międzynarodowych i wewnętrznych, to jednak nie osiągnęła jeszcze tej rangi, co czynniki natury militarnej czy ekonomicznej. Wydaje się, iż przyczyna tkwi w tym, że wahania w zainteresowaniu sprawami bezpieczeństwa ekologicznego są bardziej związane z ewidentnym i systematycznym pogarszaniem się stanu środowiska naturalnego, niźli z globalnymi problemami ekologicznego bezpieczeństwa międzynarodowego, regionalnego czy dotyczącego określonego państwa (np. wewnętrznego). A przecież fakty przeczą takiemu stanowisku. Od ostatniego dziesięciolecia XX wieku obserwuje się wzmożone narastanie różnego rodzaju współzależności międzynarodowych. To, co do niedawna było przede wszystkim domeną poszczególnych państw (kapitał, produkcja, handel, problemy wojskowe i ekologiczne), zaczęło „wylewać" się niejako poza ich granice, powodując umiędzynarodowienie różnych przejawów życia społecznego, politycznego i ekonomicznego. Mówi się w związku z tym o procesie internacjonalizacji, który jest mechanizmem powodującym narastanie współzależności międzynarodowych. W niemałym stopniu dotyczy on także problematyki ekologicznej, która już przestała być tylko sprawą wewnątrzpaństwową, choć w wymiarze krajowym ma niewątpliwie niebagatelne znaczenie. Wynika to z tego, że granice państwowe nie stanowią absolutnie żadnej przeszkody na drodze „transportu" zanieczyszczeń powietrznych, wodnych oraz dokonywanych przez ludzi. Coraz częściej także wewnątrz kraju mamy do czynienia z różnymi przejawami agresji antyekologicznej, która może mieć wymiar i państwowy, i międzynarodowy. Stąd zrodziła się idea bezpieczeństwa ekologicznego utrzymywanego w różnej skali przestrzennej i w różnych zależnościach. Ogólnie biorąc, globalne bezpieczeństwo ekologiczne wiązane jest z kwestią zachowania pokoju; bez pokoju i dobrego środowiska ludzkość nie ma przyszłości na naszej planecie. Ale bezpieczeństwo ekologiczne rozpatruje się również w odniesieniu do środowiska człowieka, czyli ekosystemu, w skali kraju, regionu, globu (planety), traktując je jako stan, w którym ryzyko zakłócenia danego ekosystemu jest niewielkie (ryzyko zerowe jest zapewne nieosiągalne). Jednakże współczesny ekosystem światowy nie jest „dziki", co oznacza, że rejony tzw. dzikiej przyrody są dzisiaj rzadkością. Obecne środowisko człowieka to nie tylko przyroda, ale mieszanka przyrody ze środowiskiem przekształconym, składającym się z tworów autorstwa ludzi, do jakich zaliczyć można: sadzenie lasów, tworzenie piasków, jezior, zapór i tam, przenoszenie gatunków zwierząt i roślin do innych regionów, a także rolnictwo

[10] Por. L. Zacher, *Bezpieczeństwo ekologiczne...*, wyd. cyt., s. 95–125.

i gospodarkę wodną oraz procesy urbanizacji i industrializacji. Ze smutkiem trzeba przyznać, że współczesny sztuczny ekosystem jest strukturą znacznie zdewastowaną w swoich składnikach. Na przykład aglomeracja miejska nie tylko zabiera przyrodzie kawałek przestrzeni, lecz także wiąże się nieodłącznie z określonym stopniem jej zanieczyszczenia – pyłami, gazami, ściekami, odpadami, hałasem itp. Stopień tej dewastacji (lub degeneracji) jest oczywiście różny, w zależności od miejsca (kraju, regionu) i czasu – w przeszłości, obecnie czy w przyszłości.

Uwzględniając przedstawione aspekty bezpieczeństwa ekologicznego, zdajemy sobie sprawę, że jest ono kategorią praktyczną wszelkiej działalności człowieka odnoszonej do środowiska. Zatem jako kategoria polityki wewnętrznej i zewnętrznej, negocjacji, układów, stosunków dwustronnych i wielostronnych itp., bezpieczeństwo ekologiczne dotyczy nie jakiegoś stanu idealnego, ale stanu faktycznego w danym miejscu i czasie, jest logicznym postępowaniem w sensie funkcjonowania pewnych norm (uzgodnionych traktatowo, zwyczajowo itp.) i działaniem (czy rekomendacją działań), powiązanym z odpowiednimi środkami i sposobami ich użycia. Działalność ta dotyczy obszarów (dziedzin), w których zamierza się stan bezpieczeństwa osiągnąć (np. oceany, atmosfera), czynników określających stan środowiska w tych obszarach, ustalania tendencji rozwoju wypadków, czyli kierunków i siły działania tych czynników, przy jednoczesnej ocenie sprzyjających im lub też niesprzyjających okoliczności, wreszcie przewidywania (prognozowania) i oceniania skutków tych tendencji w bliższej i dalszej perspektywie.

Wydaje się, że bezpieczeństwo ekologiczne może być zachowane przez realizowanie odpowiednich zadań, już poprzednio wskazanych, na które, celowo powtórzmy, składają się:

- *przywracanie* zachwianego bezpieczeństwa ekologicznego,
- *utrzymywanie* istniejącego stanu tego bezpieczeństwa,
- *podejmowanie* różnorodnych czynności w celu jego zwiększenia.

Autorzy zajmujący się tą problematyką wskazują, że w warunkach współczesnych mało realistycznym postulatem byłoby pełne bezpieczeństwo ekologiczne, obejmujące cały obszar Ziemi. Stąd w praktyce częściej decyduje się o bezpieczeństwie pewnych dziedzin i określonych obszarów, np.: wód Morza Bałtyckiego czy transgranicznego przepływu zanieczyszczeń między określonymi regionami, choćby w rejonie tzw. czarnego trójkąta (czasem nazywanego „trójkątem siarkowym"), obejmującego południowo-zachodnią część Polski z przyległymi obszarami Czech i Niemiec. Przy tym praktyka wskazuje, że istniejące problemy ekologiczne nie są i zwykle nie mogą być rozwiązane do końca, przynajmniej w krótkim czasie, np. problem zanieczyszczeń atmosfery czy kwaśnych deszczów.

Z tych zależności i uwarunkowań prosta droga do wniosku, że podejście do tzw. ryzyka ekologicznego może, a nawet musi być różne. Wieloletnie już praktyczne działania w wymiarze międzynarodowym dowodzą, że zasadnicze czynności państw, podejmowane na rzecz bezpieczeństwa ekologicznego, dotyczą trzech tendencji. Pierwszej, związanej z zapobieganiem przenoszeniu się zanieczyszczeń i skażeń środowiska; drugiej, mającej na celu eliminowanie powstawania nowych zagrożeń w przyszłości; trzeciej, dotyczącej porozumień (choć jeszcze rzadkich) na

temat likwidacji istniejących źródeł zanieczyszczeń, czyli zatruwających otoczenie jednostek gospodarczych, obiektów różnych gałęzi przemysłu chemicznego i energetycznego, składowisk odpadów, prób z bronią masowego rażenia itp. Ich wynikiem są prawne międzynarodowe uregulowania wielostronnej współpracy ekologicznej, jak na przykład: *Konwencja o zakazie stosowania technik modyfikacji środowiska w militarnych i innych wrogich celach*, uchwalona w 1977 roku, *Konwencja prawa morza* z 1983 roku czy *Umowa o przeciwdziałaniu transgranicznym zanieczyszczeniom na dalekie odległości*, która weszła w życie także w 1983 roku.



Rys. 6. Rejon „czarnego trójkąta"

W działalności związanej z bezpieczeństwem ekologicznym występuje ciekawe zjawisko. Oto wśród ugrupowań międzynarodowych istnieje swoista rywalizacja w rozwiązywaniu jego problemów. Na przykład w Europie, obok międzynarodowych ustaleń prawnych, trwa dynamiczna subregionalna współpraca ekologiczna obejmująca państwa – członków ugrupowań integracyjnych czy to w ramach Europejskiej Współpracy Gospodarczej, czy to np. w ramach Rady Nordyckiej. Jeszcze innym przykładem takich działań może być współpraca państw należących do rywalizujących ugrupowań. Można tu wskazać na *Deklarację Morza Bałtyckiego* przyjętą w Ranneby w Szwecji 3 września 1993 roku przez państwa nadbałtyckie, Norwegię i byłą Czechosłowację, można też wskazać na działanie Komisji Wspólnot Europejskich.

Jeżeli na bezpieczeństwo ekologiczne spojrzymy z punktu widzenia potencjału gospodarczego i technologicznego państwa oraz technologicznej innowacyjności, podjętej strategii rozwoju gospodarczego, poziomu konsumpcji i stanu świadomości ekologicznej tak decydentów, jak społeczeństwa, zauważymy, że są to czynniki powodujące z jednej strony stres ekologiczny, z drugiej strony zaś tworzące możliwość przeciwdziałania temu stresowi.

Nie można pominąć faktu, że jednym z ważnych filarów budowy i utrzymania bezpieczeństwa ekologicznego jest społeczeństwo. Jest ono podatne na zmiany środowiskowe, zachodzące w otoczeniu za przyczyną dynamicznie narastających zagrożeń – społeczeństwo dostosowuje się do nich w odpowiednim stopniu i zakresie. To zaś może odegrać niebagatelną rolę w utrzymaniu bezpieczeństwa ekologicznego, wszak pod jednym warunkiem: zdolności narodu do wypracowania proekologicznej strategii rozwoju, zastępującej kult wzrostu gospodarczego za wszelką cenę (dzisiaj płacimy za taką postawę w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku), rozwijania i kształtowania świadomości ekologicznej, poszerzania zakresu współpracy i przezwyciężania narodowych i państwowych egoizmów.

Rozpatrując możliwości utrzymania i tworzenia bezpieczeństwa ekologicznego, nie sposób pominąć możliwości, jakie mają organizacje międzynarodowe. Wprawdzie są one wtórne, pochodne wobec forum państw, jednak ukazują złożoność społeczności międzynarodowej, narastające współzależności oraz wzrastającą dążność państw do uznawania wspólnych interesów i rozwijania wielostronnej współpracy. Wymownym tego przykładem jest sformułowanie w początkach lat siedemdziesiątych XX wieku – w kontekście narastających problemów środowiskowych – koncepcji utworzenia w ramach ONZ Rady Ochrony Środowiska Naturalnego o uprawnieniach zbliżonych do tych, jakie ma Rada Bezpieczeństwa.

Działalność organizacji międzynarodowych zmierzająca do rozwiązania problemów ekologicznych obejmuje trzy podstawowe kierunki, mianowicie: konceptualizację działań w zakresie rozwiązań zagadnień ekologicznych, tworzenie norm ekologicznego prawa międzynarodowego oraz przedsięwzięcia organizacyjne, wykonawcze i kontrolne. Potwierdzone są one przez treść raportu sekretarza generalnego ONZ z 1969 roku, dokumenty przyjęte podczas konferencji sztokholmskiej w 1972 roku, aprobowaną w 1972 roku *Koncepcję ekorozwoju*, *Światową Kartę Przyrody* uchwaloną w 1982 roku przez Zgromadzenie Ogólne Narodów Zjednoczonych, dokumenty konferencji w Rio de Janeiro w 1992 roku oraz inne dokumenty prawnomiędzynarodowe.

Z dotychczasowych rozważań niezbicie wynika, że bezpieczeństwo ekologiczne ma wymiar międzynarodowy i jako taka kategoria jest postrzegane. Bez względu jednak na wszelkie działania zagadnieniem dotąd nierozwiązanym jest kodyfikacja powszechnego międzynarodowego prawa ochrony środowiska, a przecież odgrywa ono decydującą rolę w sprawach bezpieczeństwa ekologicznego. Tworzy zasady i normy zachowania się państw w odpowiednich dziedzinach (redukowania szkodliwych skutków ekologicznych). Zajmuje się ustalaniem ekologicznie rozsądnych prawideł używania zasobów naturalnych, ustanawianiem reguł i środków ochrony pomników przyrody, rezerwatów itp., a także regulowaniem międzynaro-

dowej współpracy naukowo-technicznej w ochronie środowiska. W wielu jednak przypadkach stworzone wytyczne i zalecenia stanowią tzw. miękkie prawo, które dopiero w miarę upływu czasu może się stać podstawą wiążących konwencji, czyli tworzyć „prawo twarde". Studia literaturowe jednoznacznie ukazują, że kwestie ekologiczne coraz częściej rozpatrywane są w kategoriach bezpieczeństwa ogólnego, co nadaje im najwyższy priorytet międzynarodowy. Tendencje te każą pozytywnie wyrokować w sprawach przyjęcia skutecznych rozwiązań systemowych, mających na celu zapewnienie poszczególnym państwom, regionom i światu bezpieczeństwa ekologicznego. Potwierdzeniem tego są funkcjonujące, powszechnie znane i respektowane, kanony bezpieczeństwa ekologicznego. Ich zbiór jest ciągle otwarty, chociaż wiele znalazło już w nim trwałe miejsce. Anatolij Timoschenko wymienia ich jedenaście[11].

Na pierwszym miejscu znajduje się zasada równego bezpieczeństwa. Dotyczy ona zakazu transportu zanieczyszczeń oraz szkodliwych działów przemysłu i odpadów. Formę reguły ma zakaz agresji antyekologicznej, a konkretnie monitoring uzgodnionych kwestii bezpieczeństwa ekologicznego. Niezwykle ważna jest zasada regularnej wymiany informacji o sytuacji ekologicznej na szczeblu krajowym i regionalnym.

Bardzo istotne w układaniu pomyślnych stosunków między sąsiadami jest przestrzeganie zasady zapobiegania ekologicznym szkodom transgranicznym. Polega ona na odejściu od regulacji prawnej typu „*reagować i korygować*" na rzecz wykorzystania modelu „*przewidywać i zapobiegać*". Ten drugi model wymaga stosowania metod oceny skutków ekologicznych, powiadamiania o działalności, która może powodować szkody poza danym krajem, metod konsultacji międzynarodowej itp. W nagłych zagrożeniach ekologicznych niezbędne jest przestrzeganie zasady kooperacji. Chodzi w tym wypadku o współudział w likwidacji skutków katastrof i klęsk żywiołowych oraz awarii i katastrof obiektów przemysłowych i energetycznych (przykładem może być Czarnobyl). W tworzeniu systemu bezpieczeństwa dużą rolę odgrywa respektowanie zasady współpracy naukowo-technicznej. Jej istotą jest przede wszystkim pomoc techniczna oraz rozwijanie międzynarodowego systemu wymiany ekologicznie bezpiecznych technologii i systemów monitoringu. Jak już wspomniano, bezpieczeństwo ekologiczne ma wymiar międzynarodowy. Z tego powodu tak ważne staje się przestrzeganie zasady pokojowego rozwiązywania międzynarodowych sporów dotyczących transgranicznych szkód ekologicznych oraz zasady międzynarodowej odpowiedzialności za środowisko. Bardzo interesujące jest podejście do bezpieczeństwa ekologicznego wynikające z zasady podtrzymującego się rozwoju. Reguła ta opiera się na założeniu, że zapobieganie dewastacji ekologicznej jest gospodarczo korzystniejsze aniżeli naprawianie szkód już powstałych. Dlatego należy preferować praktykę ochraniania ważnych dla biosfery ekosystemów i procesów ekologicznych. Kolejna zasada, wieńcząca niejako zasady wymienione wcześniej, mówi o posiadaniu

[11] Zob. szerzej A.S. Timoschenko, *International Enwironmental Law and the Concept of Ecological Security*, „Breaktrough", Summer-fall 1989.

prawa do korzystnego środowiska i odnosi się nie tyle do państw, ile do zbiorowisk ludzi i jednostek, będąc elementem praw i wolności człowieka.



Rys. 7. Zasady bezpieczeństwa ekologicznego (wg A. Timoschenki)

Przestrzeganie prawideł działalności to nie tylko dobra wola. Aby określane przez nie działanie było właściwe, niezbędne jest zachowanie i utrzymanie funkcji operacyjno-wykonawczej i kontrolnej. I tu wyłania się rola organizacji międzynarodowych – funkcję taką spełniają stosownie do obszaru, jaki podlega ich zainteresowaniu. Otóż na poziomie globalnym organizacją dozorową jest Program Ochrony Środowiska Narodów Zjednoczonych (UNEP), na poziomie regionalnym w przypadku Europy – Europejska Komisja Gospodarcza ONZ (EKG/UNECE), a w wymiarze subregionalnym Europejska Wspólnota Gospodarcza (EWG/EEC[12]). W swej pracy uwzględniają następujące kierunki działania: pomiary i kontrolę stanu środowiska oraz tworzenie i prowadzenie banku informacji, koordynację pomiarów, akcje zapobiegawcze dotyczące obszarów zagrożonych, badanie skutków działalności wojskowej dla

[12] Od 1993 roku Wspólnota Europejska.

środowiska oraz ochronę środowiska morskiego[13]. Inspirują one do tworzenia programów wykonawczych i począwszy od 1973 roku stały się podstawą do przyjęcia ponad 140 aktów regulujących różne aspekty polityki ekologicznej[14]. Trzeba jeszcze zwrócić uwagę na to, że obecnie uzgodnienia można wymuszać czy to prośbami i sankcjami, czy wpływem na przekonania i koncepcje, czy to wreszcie wpływem na politykę międzynarodową.

Bez względu na to, jakie środki zostaną zastosowane, osiągnięcie bezpieczeństwa ekologicznego wymaga spełnienia dwóch przesłanek. Pierwsza, związana z działalnością militarną i niemilitarną, dotyczy ochrony jakości środowiska człowieka i wiąże się z unikaniem: wandalizmu ekologicznego, czyli niszczenia w czasie konfliktów zbrojnych zasobów rolniczych, instalacji wodnych, tam, elektrowni itp. (regulują to protokoły ONZ z 1977 roku) oraz nadmiernego zanieczyszczania powietrza, wód i gleby, przekraczającego możliwości procesów naturalnej odnowy czy oczyszczania (nie ma w tym zakresie międzynarodowych regulacji prawnych, z wyjątkiem traktatu o częściowym zakazie prób jądrowych z 1963 roku) i unikania jakichkolwiek stałych modyfikacji w specjalnie wydzielanych miejscach, np. rezerwaty przyrody (mówi o tym konwencja z Ramsar z 1971 roku i inne traktaty wielostronne). Druga przesłanka dotyczy rozsądnego użycia zasobów naturalnych. Za podstawę ma samopodtrzymywanie rozwoju przyrody i wiąże się z wykorzystywaniem zasobów niekopalnych, w tym ziemi i gleby (używanymi dla rolnictwa, urbanizacji, transportu), wód (żegluga, wytwarzanie energii), atmosfery (łączność, transport itp.) oraz z zasobami kopalnymi odnawialnymi (woda) i nieodnawialnymi, np. minerały, surowce energetyczne.

Totalne zagrożenie ekologiczne sprawia, że przeciwdziałanie temu negatywnemu zjawisku musi mieć wymiar ogólnonarodowy i wszechogarniający. Aby sprostać nowym wyzwaniom, konieczne jest stworzenie i funkcjonowanie systemu przedsięwzięć normatywnych organizacyjnych i gospodarczo-produkcyjnych w kraju i układzie międzynarodowym, zwłaszcza w stosunku do państw sąsiadujących. System takich przedsięwzięć, przy rozpatrywaniu problemu w mikroskali, powinien dotyczyć także funkcjonowania sił zbrojnych – tak w warunkach pokoju, jak i wojny. Siły zbrojne mogą być źródłem zagrożeń ekologicznych, ale mogą także spełnić ważną misję w zakresie ich eliminacji, przez działania profilaktyczne i bezpośredni udział w akcjach ratowniczych w razie awarii i katastrof ekologicznych. Wojsko ze względu na swoje wyposażenie dysponuje możliwością uczestniczenia w krajowym systemie bezpieczeństwa ekologicznego, zwłaszcza w zakresie monitoringu skażeń oraz przeciwdziałania skutkom ewentualnych awarii i katastrof. Może być zatem elementem systemu nie tylko krajowego, lecz także rozumianego szeroko i rozpatrywanego chociażby w kontekście regionalnym. Główne kierunki proekologicznej działalności wojska, a tym samym zapewnienia bezpie-

[13] Por. A. Czarkowski J. Woroniecki, *Rozwój międzynarodowej współpracy na rzecz środowiska naturalnego człowieka*, „Sprawy Międzynarodowe" 1979, nr 12.

[14] *Zbiór umów międzynarodowych Polski w dziedzinie ochrony środowiska*, red. L. Łukasik, S. Wajda, Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 1990.

czeństwa ekologicznego, sprowadzają się do: monitoringu środowiska potencjalnych działań wojennych oraz prowadzenia banku informacji z tym związanych, akcji zapobiegawczych na obszarach zagrożonych przez działalność zbrojną, badania skutków działalności wojskowej dla środowiska, ochrony środowiska powietrznego, lądowego i morskiego.

Reasumując przedstawione rozważania, można sformułować następujące wnioski. Rodowód bezpieczeństwa ekologicznego sięga przełomu lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych XX wieku, a współczesne jego pojęcie ma bardzo szeroki i złożony wymiar. Jego istota sprowadza się do utrzymania takiego stanu ekosystemu, w którym ryzyko zakłócenia go jest niewielkie. Wyrazem troski o pożądany jego poziom jest przywracanie zachwianego bezpieczeństwa ekologicznego, utrzymywanie istniejącego stanu lub systematyczne jego zwiększanie. Może ono być osiągnięte i utrzymane w rezultacie przestrzegania zasad postępowania w odniesieniu do środowiska naturalnego i w stosunkach pomiędzy państwami. Istniejący pakiet reguł bezpieczeństwa ekologicznego jest zbiorem otwartym, albowiem w kontekście pojawiających się zagrożeń cywilizacyjnych (antropogenicznych) zachodzi potrzeba zastosowania nowych procedur ujmujących bezpieczeństwo w wymiarze wewnętrznym (państwowym), regionalnym i światowym.

Na zachowanie bezpieczeństwa ekologicznego wywiera wpływ działalność militarna. Egzystowanie armii, a zwłaszcza jej działania wojenne, mogą doprowadzić do degradacji i dewastacji środowiska naturalnego, a przez to do obniżenia poziomu bezpieczeństwa ekologicznego, chociaż siły zbrojne mogą jednocześnie odegrać pozytywną rolę w kształtowaniu bezpieczeństwa ekologicznego, dysponują bowiem określonymi możliwościami (systemy, siły i środki, metody, technologie itp.).

Przedstawiono tylko zarys problemów, jakie stają do rozwiązania przed konstruktorami bezpieczeństwa ekologicznego i animatorami działalności zmierzającej do jego rozwoju i utrzymania. Już tylko na tej podstawie można sobie wyrobić zdanie o ogromie trudności, które trzeba przezwyciężyć, by osiągnąć zamierzony cel. A droga do tego daleka i wciąż napotyka się przeszkody, jeśli nie natury politycznej, to ekonomicznej albo innej, z całym bagażem skutków, jakie z sobą niosą i jakie wywołują.

Specjalizacja dość głęboko pojęta nie zmusza do zacieśnienia horyzontów, lecz organizuje swoiście, każda na swój sposób, wiedzę ogólną o rzeczywistości.

Tadeusz Kotarbiński

SKUTKI NIE TYLKO WOJENNEJ DZIAŁALNOŚCI CZŁOWIEKA

Pojęcie „zagrożenie środowiskowe" zawsze wzbudza w nas pewien nieokreślony lęk, obawę przed czymś nieznanym, co może przynieść nam groźbę porażeń. Być może daje tu o sobie znać kompleks Bhopalu czy Czarnobyla, być może skutków katastrofy platform wydobywczych ropy naftowej czy tankowców morskich. Doprawdy trudno jest jednoznacznie osądzić, kto z interpretatorów tej nazwy ma rację, tym bardziej że wiele informacji nie odpowiada prawdzie. Ileż to bowiem substancji powszechnego użytku okazuje się nagle wysoce niebezpieczne bądź też ile ocen skutków katastrof okazało się przesadzone w określaniu ich szkodliwości. By rozwijać tematykę zagrożeń środowiskowych, jakie rzeczywiście występują i będą występować w otoczeniu człowieka tak długo, jak długo będzie istniała cywilizacja (?), wydaje się celowe określenie, co przez to pojęcie rozumieć. Skoro mowa o zagrożeniu, spróbujmy rozpatrzyć je z punktu widzenia skutków, jakie może wyrządzić, tym bardziej iż sens wyrażenia sygnalizuje nam, że zagrożenie przynosi naruszenie jakiejś wartości.

PRESJA ZAGROŻEŃ ANTROPOGENICZNYCH

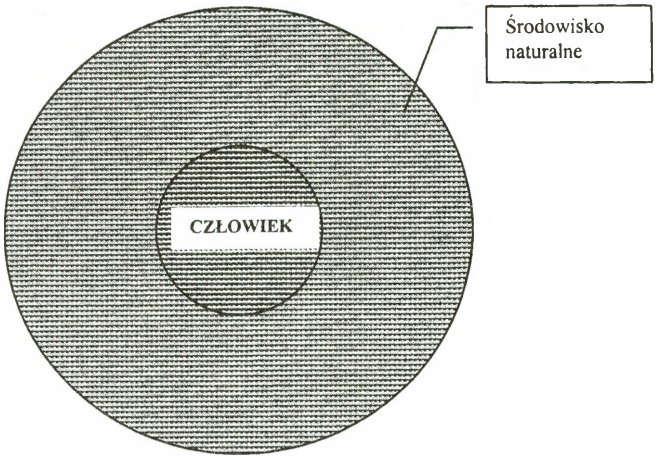
Zacznijmy od tego, że nasze życie upływa pod groźbą zagrożeń. Chociaż niejednokrotnie nie zdajemy sobie z tego sprawy. Bo czyż nie zagraża nam nasze otoczenie, w którym pełno różnych zdobyczy cywilizacji, tak zmiennych, jak zmienia się poziom naszych sił wytwórczych i technicznych możliwości produkcyjnych. Wszak żyjemy w świecie o wysokim poziomie rozwoju technicznego. Światecie dającym nam do ręki produkty ułatwiające życie i zaspokajające zwiększające się potrzeby każdego z nas. Jednak wszystkie wytwory umysłu i rąk ludzkich, od najprostszych do najbardziej skomplikowanych, służące człowiekowi, mogą się obrócić przeciwko niemu w najmniej spodziewanym momencie. Wystarczy przecież zapomnieć o przestrzeganiu prawideł posługiwania się danym urządzeniem albo artykułami przemysłu, by ponieść uszczerbek na zdrowiu bądź jeszcze gorzej – stracić życie. Najbardziej niewinnie wyglądający produkt czy mechanizm może się stać niebezpieczny, jeśli się go za wiele pochłania czy niewłaściwie używa.

Z całą pewnością można więc twierdzić, że to my sami stosunkiem do swych wyrobów decydujemy o zagrożeniu, które sobie stwarzamy, i o rodzaju potencjalnych szkód. Inne będą wtedy, kiedy źródłem zagrożenia jest urządzenie domowe, inne, gdy korzystamy na przykład ze środków lokomocji, inne wtedy, kiedy będziemy mimowolnymi sprawcami lub uczestnikami zdarzeń powodujących rozległe szkody, jeszcze inne, gdy szkody spowodujemy wywołanymi przez siebie działaniami o charakterze militarnym. Mimowolnie wyprowadzamy znany skądinąd wniosek, że jakkolwiek i gdziekolwiek spojrzeć, zawsze można mnożyć przykłady zagrożeń i ich źródeł oraz że nigdy nie możemy być pewni, czy gdzieś bliżej, czy dalej w naszym otoczeniu nie czai się groźba czegoś, co wcześniej lub później objawi swe negatywne skutki w stosunku do nas albo do naszego otoczenia.

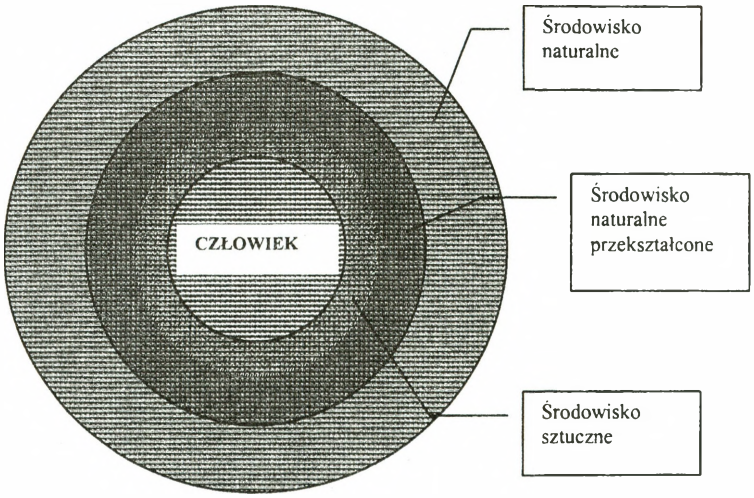
Człowiek żyje w określonym środowisku przyrodniczym i pozostaje z nim i z jego składowymi w określonych stosunkach i zależnościach. Istotę tego ujął Iwo Wojciechowski, który napisał: *środowisko jest to przestrzeń zasiedlona przez organizm* [czyli w tym wypadku człowieka – przyp. S.Ś.] *lub układ organizmów ze wszystkim, co się w tej przestrzeni znajduje, stanowiąc bezpośrednie lub pośrednie otoczenie organizmów, i co jest z tymi organizmami związane bezpośrednim lub pośrednim oddziaływaniem*[15]. Ale owe oddziaływania mogą być prawie nieskończenie poszerzane za pomocą środków technicznych, a w przyszłości może i biogenetycznych. Przez swój osobowy charakter ludzie mają zdolność zagarniania wszystkich bytów jako dobra, jako wartości dla siebie. Natomiast przez umiejętności techniczne zmieniają dziś radykalnie oblicze Ziemi, dostosowując jej dobra do swych potrzeb, choć zmiany te nieodłącznie powodują przekształcenia zagrażające środowisku.

Musimy jednak pamiętać, że chociaż stosunki między elementami środowiska, w tym między człowiekiem a jego otoczeniem, różnią się od siebie w sensie ilościowym i jakościowym, to jednak wielka różnorodność owych powiązań daje się sprowadzić do wzajemnego oddziaływania i do wzajemnych zależności. Inaczej rzecz ujmując, możemy powiedzieć, iż poszczególne elementy składowe środowiska są wobec siebie i przyczyną, i skutkiem. Oto jeden z przykładów ilustrujących tę zależność. W 1598 roku Holendrzy przejęli od Portugalczyków we władanie wyspę Mauritius. Z upływem czasu ogromne połacie lasów liściastych, zwłaszcza tych od strony morza, zostały wytrzebione przez napływających wciąż osadników. Uzyskano przez to nową przestrzeń życiową, niezbędną do rozwoju rolnictwa, ale zakłócono trwającą w środowisku równowagę. Wskutek tego nastąpiło ograniczenie opadów, w konsekwencji zaś powolne pustynnienie wybrzeża, erozja gleby (szczególnie na zboczach wzgórz) itp. Zamulone porty, ważne z handlowego punktu widzenia, stały się bezużyteczne. Osadnikom zaczęła grozić klęska głodu. Tak więc środowisko, zdegradowane działalnością podjętą ze względu na interesy ekonomiczne, zwróciło się przeciwko sprawcom. Przykład ten wskazuje, jak łatwo jest zakłócić harmonię przyrody.

[15] I. Wojciechowski, *Ekologiczne podstawy kształtowania środowiska*, PWN, Warszawa 1987, s. 49.



Rys. 8. Kontakt człowieka ze środowiskiem w przeszłości

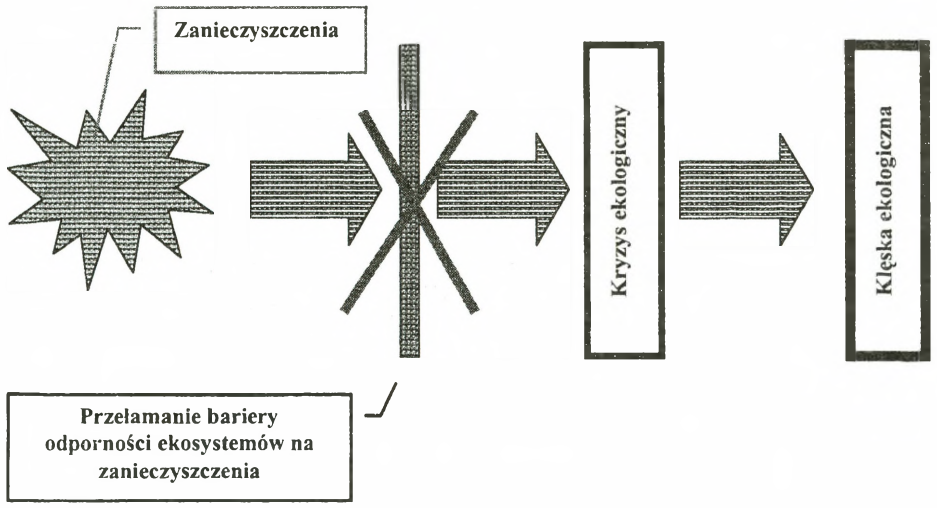


Rys. 9. Kontakt człowieka ze środowiskiem dziś

Wróćmy do tematyki zagrożeń. Żyjemy w środowisku przyrodniczym, czerpiemy z niego środki do życia, przekształcamy je i naginamy jego elementy do naszych, czasem nieuzasadnionych potrzeb. Słowem w pełni korzystamy z możliwości, jakie w nim są zawarte, podtrzymujących i ułatwiających naszą egzystencję. Lecz nie szanujemy tego, co nam dostarcza przyroda. Jakże łatwo potrafimy zakłócić naturalny jej rytm, zdawałoby się trwałą i niezmąconą harmonię jej elementów. Nie szanujemy jej, a przecież zdajemy sobie sprawę, że poszczególne systemy śro-

dowiskowe, zarówno biotyczne, jak i abiotyczne, są szczególnie podatne na zanieczyszczenia. Wprawdzie cechuje je określona na nie odporność, ale jej przekroczenie prowadzi najpierw do kryzysu ekologicznego, później do klęski ekologicznej.

Pomimo to wprowadzamy do otoczenia zanieczyszczenia w ogromnych ilościach, nie używając na przykład filtrów pyłowych, posługując się przestarzałymi technologiami przemysłowymi emitującymi do atmosfery dziesiątki ton zanieczyszczeń gazowych, zrzucając do otoczenia nieoczyszczone ścieki komunalne i odpady poprodukcyjne, wreszcie używając broni – czy to w wojnie, czy to w czasie rozlicznych prób – powodujących olbrzymie skażenia środowiska.

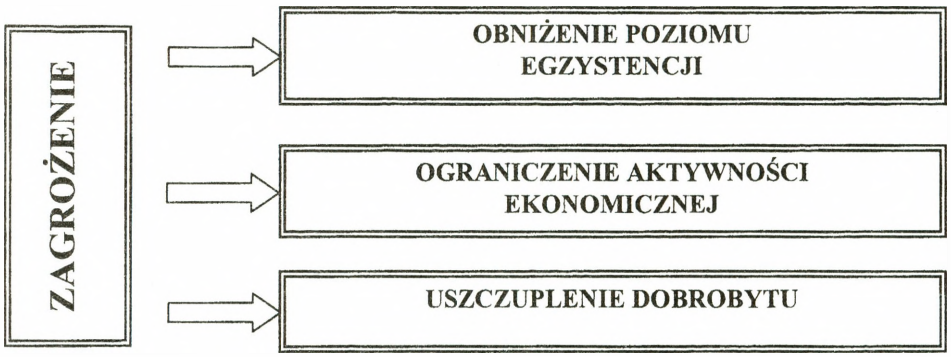


Rys. 10. Wpływ zanieczyszczeń na stan środowiska

Z tego, co dotychczas powiedziano, wynika potrzeba traktowania zagrożenia jako sytuacji specyficznej, w toku której nastąpi naruszenie, z jednej strony, zdrowia czy nawet życia – wartości najbardziej cenionych przez człowieka, z drugiej zaś strony pojawią się materialne szkody spowodowane w środowisku. Zatem biorąc to pod uwagę, możemy zdefiniować zagrożenie jako: *sytuację, w jakiej zachodzi możliwość zaistnienia obrażeń człowieka oraz powstania szkód materialnych w środowisku lub ich kombinacji* albo jako: *warunki, w jakich istnieje możliwość obrażeń ciała człowieka, powstania szkód w środowisku lub ich kombinacji, spowodowane przez czynniki lub ich zespoły, na przykład obciążenia, zaburzenia, zniszczenia, zanieczyszczenia i skażenia oddziałujące szkodliwie na otoczenie.*

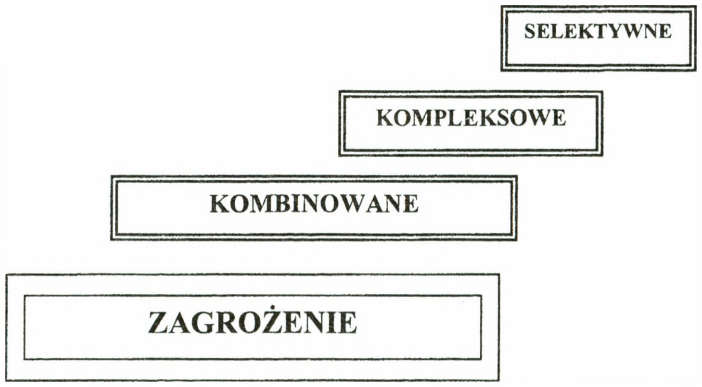
Sytuację taką mogą tworzyć wszelkiego rodzaju zanieczyszczenia – czynniki materialne będące wytworami człowieka i z racji właściwości powodujące przeła-

mywanie barier odpornościowych ekosystemu wskutek mechanizmów zatruć, skażeń, zniszczeń i porażeń organizmów roślinnych i zwierzęcych. Objawiając się w sferze materialnej, zagrożenie prowadzi do obniżenia poziomu egzystencji społeczeństwa, ograniczenia aktywności ekonomicznej, uszczuplenia dobrobytu wskutek strat, które trzeba rekompensować. Ujawnia się zależnie od upływu czasu i w perspektywie krótkookresowej tworzy sytuację niebezpieczną dla życia człowieka i jego jakości, w długookresowej zaś przyjmuje charakter egzystencjalny.



Rys. 11. Skutki zagrożenia objawiającego się w sferze materialnej

Podkreśliliśmy materialny aspekt zagrożenia. Zatem jako takie może być powodowane przez wiele elementów składowych. Z tego zaś wynika, iż może być – ze względu na czynniki tworzące i na związki zachodzące pomiędzy nimi – zagrożeniem: *selektywnym, kompleksowym, kombinowanym.*



Rys. 12. Podział zagrożeń ze względu na czynniki tworzące

Mając na uwadze materialną postać zagrożenia, można wyrażać przekonanie, że jego ocena powinna być dokonywana z punktu widzenia:

• powszechności i skali występowania niebezpieczeństw typowych dla danego rodzaju działalności człowieka i liczby potencjalnych ich źródeł w jego otoczeniu;

• wpływu skutków zjawiska na degradację lub dewastację środowiska;

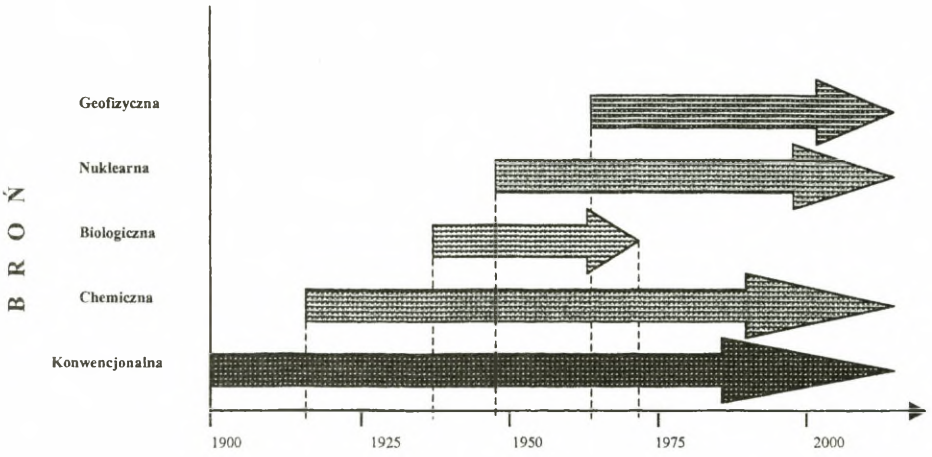
• stopnia przewidywalności oraz poznawalności zdarzeń powodujących niebezpieczeństwo i samej sytuacji zagrożenia;

• przyczyn powstawania, sposobu realizowania się ryzyka i wywoływanych skutków.

O RODZAJACH ZAGROŻEŃ

Przypomnijmy, że w sferach działania człowieka ujawniają się zagrożenia polityczne, militarne, ekonomiczne, wewnętrzne, kulturowe, ekologiczne. Pośród nich najgroźniejsze, ze względu na swój charakter oraz na łączące je związki i zależności, są militarne i ekologiczne, tworzące układ elementów składowych bezpieczeństwa ogólnego. Zależności te potwierdza treść „Założeń polityki bezpieczeństwa państwa" podpisanych przez prezydenta RP 2 listopada 1992 roku. Warunkiem skuteczności owych działań jest postępowanie zgodne z prawem międzynarodowym oraz dwustronnymi i wielostronnymi umowami, w których jesteśmy stroną. Podkreśla się w nich także, iż ochrona ludności przed katastrofalnymi zagrożeniami przemysłowymi i skutkami działań wojennych jest konstytucyjnym obowiązkiem wszystkich organów władzy, administracji państwowej i samorządowej, a także obowiązkiem organizacji społecznych i podmiotów gospodarczych, czyli nas wszystkich.

Zagrożenia militarne były, są i będą istnieć i rozwijać się, albowiem o tym decyduje sytuacja polityczna oraz przeobrażanie się środków walki wywierających wpływ na zagrożenia środowiskowe. Przypomnijmy, że w drugiej połowie XX wieku ludzkość stanęła w obliczu zagrożenia zniszczeniem w związku z pojawieniem się oraz ilościowym i jakościowym rozwojem broni jądrowej. Obok niej istniały i rozwijały się inne rodzaje broni: chemiczna i biologiczna. W miarę jednak intensywnego rozwoju cywilizacyjnego i kurczenia się, wskutek zmian doktrynalnych, przestrzeni potencjalnych działań wojennych, obejmujących już tylko obszar określonego kraju, pojawiły się zagrożenia niebezpiecznymi substancjami chemicznymi pochodzenia przemysłowego. Tym bardziej groźne, że mogą przekształcić potencjalną wojnę w „wojnę chemiczną" bez broni chemicznej. W przyszłości, na co wskazuje rozwój nauki i techniki wojennej, może się pojawić oręż wykorzystujący energię sfer Ziemi – zaliczany do broni geofizycznej.



Rys. 13. Rozwój rodzajów oręża w ciągu XX wieku

Rozwój środków walki zbrojnej oraz internacjonalizacja stosunków wojskowo-strategicznych wytworzyły sytuację, w której skala zagrożenia jest tak duża, że wojna nie może być efektywnym środkiem polityki zagranicznej i nie może być moralnie usankcjonowana. Toteż, mimo iż odchodzi się od Clausewitzowskiego sposobu zapewnienia bezpieczeństwa państwa środkami militarnymi na rzecz polityki partnerstwa, jednak w tej działalności dają o sobie znać zagrożenia ekonomiczne spowodowane dysproporcją między wysoko rozwiniętymi krajami kapitalistycznymi a grupą państw opóźnionych ekonomicznie, określaną jako konflikt Północ–Południe, choć właściwie powinno się mówić o konflikcie Zachód–Południe, jako że państwa byłego „realnego socjalizmu" od dawna nie nadążały za rozwojem najbogatszych państw zachodnich. Ta sytuacja powoduje, iż realna staje się możliwość utraty suwerenności gospodarczej i politycznej z pełną gamą konsekwencji technologicznych i związanych z nimi zagrożeń środowiskowych.

Jeszcze inny problem przynoszą zagrożenia środowiskowe powodowane przez skażenia środowiska naturalnego związane z wyścigiem zbrojeń. Wprawdzie stwarza on warunki i możliwości doskonalenia nowych rodzajów broni, ale jest czynnikiem niosącym zagrożenie już w czasie pokoju. Choćby dlatego, że każde nowe osiągnięcie naukowe, techniczne i technologiczne w dziedzinie oręża, a także inne towarzyszące temu procesowi, wymagają testowania stworzonych systemów broni i środków walki. Z braku możliwości dokonania tego w wojnie (poza nielicznymi przypadkami) odbywa się to na poligonach, w wydzielonych obszarach terenu, w środowisku lądowym, powietrznym i wodnym. Skutkiem owych testów są nieuniknione zagrożenia otoczenia mimo różnorakich zabezpieczeń. Najlepszym tego

przykładem są opady radioaktywne (ze stratosfery) – pozostałość po próbach nuklearnych – zwiększające dawkę promieniowania jonizującego oddziałującego na człowieka ze źródeł naturalnych. Można tu również przytoczyć dewastację ekosystemów wodnych wskutek naukowych badań nad militarnym wykorzystaniem energii jądrowej, które doprowadziły do wzrostu radioaktywnego czasowego skażenia morza nie tylko w rezultacie francuskich prób na atolu Mururoa. Można przytaczać inne przykłady, jednak wydaje się, że najlepszym dowodem jest ocena sytuacji po próbnych wybuchach nuklearnych dokonywanych w minionych latach. Począwszy od wybuchu pierwszej bomby atomowej na amerykańskim poligonie w Alamogordo (stan Nowy Meksyk – 16.07.1945 r.) do 1994 roku wykonano 2025 próbnych wybuchów jądrowych[16]. Wskutek tego otoczenie zostało skażone materiałami radioaktywnymi o prawdopodobnej łącznej masie 31 ton. W powietrzu znalazło się m.in. 280 kg J-131 (1270 mld GBq), 290 kg Sr-90 (295 mld GBq) oraz 630 kg Cs-137 (4,4 mld GBq)[17].

Inny problem ściśle wiążący się z wyścigiem zbrojeń to szkolenie wojsk. By zachować kondycję zbrojną, zdolność i gotowość do działań wojennych, armia musi się szkolić i stale doskonalić swe rzemiosło. Ale ćwiczenia odbywane w ramach tego szkolenia przynoszą czasem, choć rzadko, tragiczne w skutkach zdarzenia, które nawet jeśli nie powodują bezpośredniego niebezpieczeństwa, to jednak tworzą warunki do jego zaistnienia w przyszłości. Oto dość wymowny przykład. Do końca lat osiemdziesiątych XX wieku lotnictwo wojskowe różnych armii wykonywało w czasie lotów treningowych pozorowane ataki na obiekty gospodarcze stanowiące podstawę potencjału obronnego państw: elektrownie atomowe, zakłady przemysłowe, węzły kolejowe itp. Niektóre z tych lotów kończyły się rozbiciem samolotu w niedalekiej odległości od „atakowanego" obiektu, stwarzając niebezpieczeństwo jego awarii lub katastrofy. Inne tego ilustracje, zwłaszcza obejmujące okres zimnej wojny, to wypadki lotnicze, podczas których zagubiono bomby atomowe i wodorowe przenoszone na pokładach statków powietrznych, oraz morskie katastrofy okrętów o napędzie atomowym z głowicami jądrowymi na pokładzie. Od czasu zakończenia II wojny światowej naliczono już bez mała 100 wypadków, w których nie udało się odzyskać zagubionych ładunków o mocy mierzonej w megatonach. Na przykład wiosną 1956 roku zaginął bez śladu amerykański bombowiec z dwoma bombami atomowymi na pokładzie. Rok później, w lipcu, u wybrzeży USA samolot transportowy stracił bezpowrotnie dwie bomby wodorowe. Kolejny wypadek zdarzył się w lutym 1958 roku – wskutek kolizji powietrznej z innym samolotem bombowiec zgubił bombę wodorową nad wschodnim wybrze-

[16] Najwięcej prób jądrowych przeprowadziły USA – 1032, następnie ZSRR – 715, Francja – 191, Anglia – 45, Chiny – 41, Indie – 1. W 1949 roku próby z bronią jądrową rozpoczęto w ZSRR, a w 1952 roku podjęto je w Anglii. I kolejno: w 1960 roku we Francji, w 1964 roku w Chinach oraz w 1974 roku w Indiach. W 1993 roku broń jądrową posiadały: Chiny, Francja, Anglia, USA, Rosja, Białoruś i Kazachstan (czasowo) oraz Ukraina; państwa, które osiągnęły próg nuklearny i są zdolne ją wyprodukować, to: Izrael, Indie, Korea Północna, Pakistan. Jedyny raz użyto broni jądrowej podczas II wojny światowej na miasta japońskie Hiroszimę (6.08.1945 r.) i Nagasaki (9.08.1945 r.).

[17] Zob. J. Dołęga, *Człowiek w zagrożonym środowisku*, ATK, Warszawa 1993, s. 23.

żem USA. Trzy lata później, prawie w tym samym miejscu, przełamał się w locie bombowiec B-52 – jednej z bomb wodorowych dotychczas nie odnaleziono.

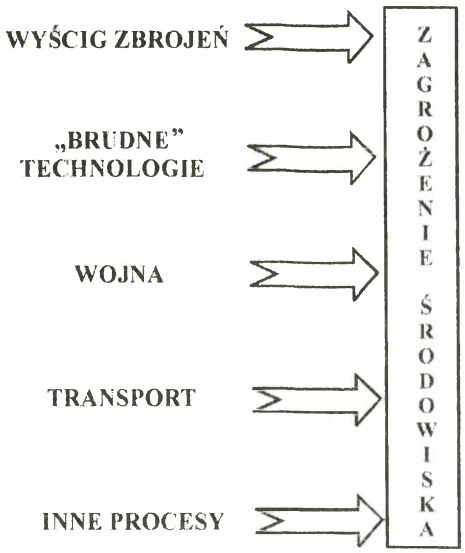
Pierwszym tego typu wypadkiem na morzu było zatonięcie w 1963 roku amerykańskiego okrętu podwodnego „Tresher" o napędzie atomowym. W 1968 roku na Atlantyku zatonął amerykański „Scorpion" z czterema pociskami jądrowymi oraz radziecki atomowy okręt podwodny klasy „E". Inny okręt radziecki klasy „C" poszedł na dno w pobliżu Hawajów, mając trzy rakiety z głowicami jądrowymi na pokładzie. W kwietniu 1970 roku na Morzu Północnym zatonął radziecki okręt podwodny; cztery rakiety pozostały na dnie morza. Kilkanaście lat później, w 1986 roku, u wschodnich wybrzeży USA poszedł na dno radziecki atomowy okręt podwodny klasy „Y", a wraz z nim 15 rakiet, z których każda była wyposażona w dwie głowice jądrowe. Jeszcze inna tragedia wydarzyła się w 1989 roku w pobliżu Wyspy Niedźwiedziej. Zatonął wtedy prototypowy radziecki atomowy okręt podwodny „Komsomolec". Wprawdzie udało się w porę wyłączyć reaktory jądrowe, jednak niebezpieczeństwo jest duże i kto wie, czy po latach nie dojdzie jeszcze do skażeń środowiska.

Z wyścigiem zbrojeń wiąże się także działalność szkoleniowa wojsk. By w pełni wykorzystać możliwości, jakie oferują współczesne środki walki, żołnierz musi, na poligonach i placach ćwiczeń, zdobywać i doskonalić praktyczne umiejętności w posługiwaniu się nimi. Ale zajęcia szkoleniowe w terenie obok korzyści niosą także niebezpieczeństwo skażenia środowiska – gleby, wody i powietrza. Jako przykład takiego zdarzenia można przytoczyć skażenie prawie 30 tys. mil kw. terenu poligonu na Florydzie podczas szkolenia lotników do wojny w Wietnamie.

Wskazany rodzaj zagrożeń dotyczy przede wszystkim skażeń zewnętrznych i dowodzi, że praktycznie każde państwo może ich doświadczyć. Jednak bardziej groźne wydają się *zagrożenia wewnętrzne* kraju, powodowane przez użytkowanie przestarzałych technologii przemysłowych, awarie i katastrofy obiektów gospodarczych, wypadki środków transportu czy politykę gospodarczą wobec środowiska – rabunkową eksploatację zasobów nieodnawialnych, skażenia różnego rodzaju i pochodzenia itp., a także lokalne wojny i konflikty zbrojne.

Wszystkie źródła zagrożeń powodują powstawanie szkodliwych czynników materialnych, stwarzających wzrastające niebezpieczeństwa dla ludzi i środowiska naturalnego wskutek wprowadzanych do niego zanieczyszczeń. Swój udział w tworzeniu zagrożeń mają również zdarzenia powodowane siłami przyrody, a także towarzyszące im zagrożenia społeczne. Toteż biorąc to pod uwagę, rozróżniamy:

- *zagrożenia antropogeniczne* – zanieczyszczenia różnego rodzaju i typu, wprowadzane do otoczenia w toku działalności gospodarczej człowieka,
- *zagrożenia naturalne* (przyrodnicze) – skutki klęsk i katastrof żywiołowych: powodzie, zatopienia, huragany itp.,
- *zagrożenia społeczne* – zagrożenia towarzyszące, np. choroby rozwijające się w skażonym środowisku i prowadzące do obniżenia zdrowotności ludzi.



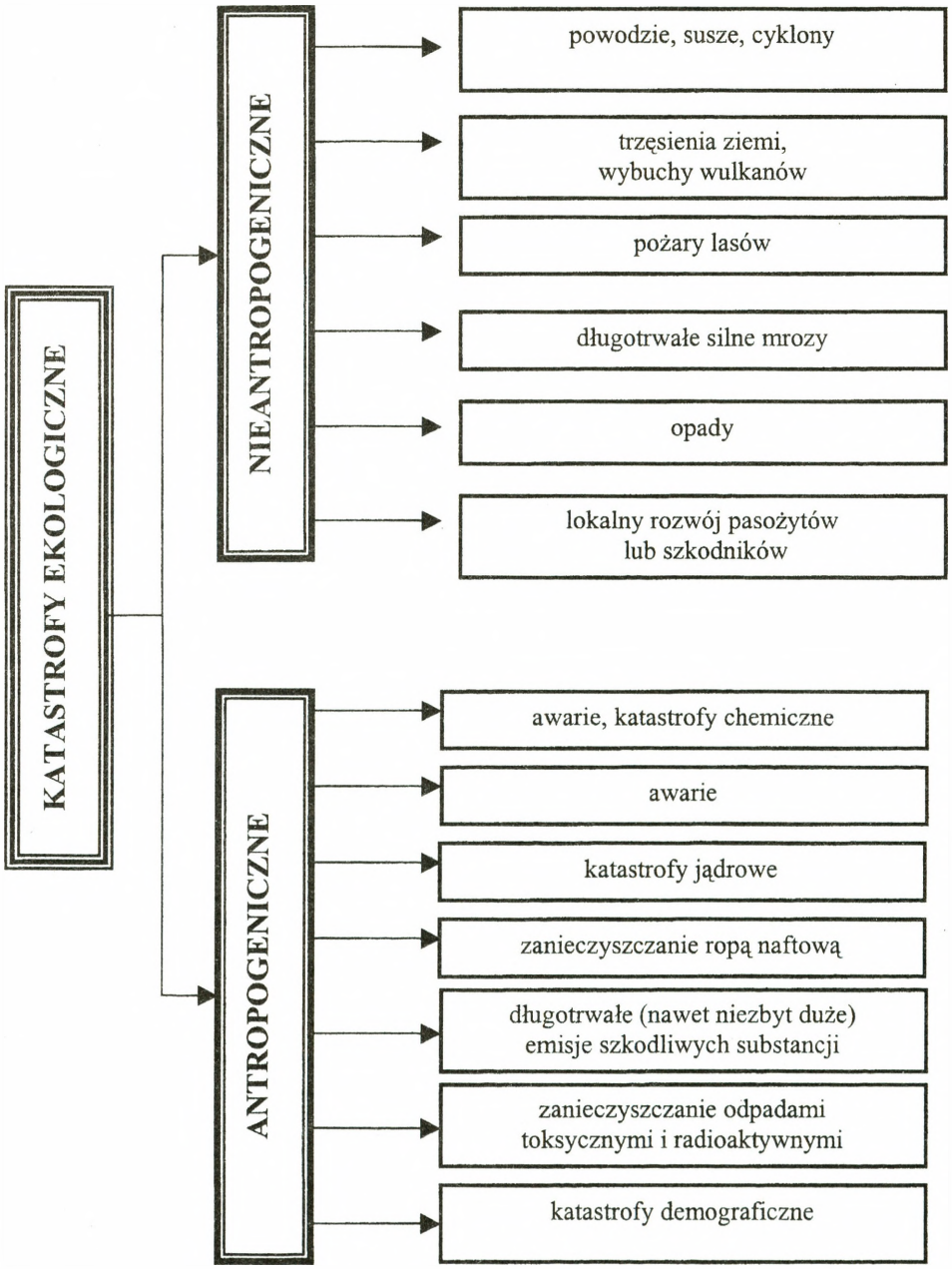
Rys. 14. Wybrane źródła zagrożeń otoczenia

Nie ma wątpliwości co do tego, że zagrożenia środowiskowe cechuje ogromna złożoność. Zjawiska te, choć sporadyczne, występują najczęściej na wielką skalę, są niezmiernie dynamiczne w swej fazie trwania oraz – co jest bardzo ważne – są zależne od losowych czynników otoczenia, np. od temperatury powietrza i gleby, prędkości wiatru. Wskazują na to nie tylko doświadczenia wyniesione z akcji likwidacji skutków katastrof radiacyjnych i chemicznych na świecie, lecz także wnioski nasuwające się po analizie podobnych zdarzeń, jakie miały miejsce w naszym kraju. Jest faktem, że zagrożenia prowadzą albo do degradacji (pogorszenia stanu środowiska przez eliminację lub uszkodzenie elementów struktur ekosystemu), albo do dewastacji środowiska (zniszczenie ekosystemu na danym obszarze przez przełamanie jego bariery odpornościowej i tolerancji na określony szkodliwy czynnik).

Skrajnym wypadkiem dewastacji jest katastrofa ekologiczna[18] spowodowana nagłymi lub długotrwałymi, kumulującymi się w czasie zmianami warunków fizycznych i chemicznych otoczenia, przekraczającymi granice tolerancji biocenozy. Rozróżnia się: 1) *katastrofy antropogeniczne*, powodowane przez człowieka, tj. awarie, wskutek których następuje emisja szkodliwych (często toksycznych) gazów i cieczy; katastrofy chemiczne lub substancji radioaktywnych – katastrofy jądrowe; długotrwałe (nawet niezbyt duże) emisje szkodliwych substancji; zanieczyszczanie odpadami toksycznymi i radioaktywnymi oraz ropą naftową (awarie tankowców, wież wydobywczych, niekiedy wojny, np. w Zatoce Perskiej 1990 roku; wycinanie lasów na dużych obszarach; katastrofy demograficzne oraz 2) *katastrofy nieantropogenicz-*

[18] Zob. Ustawa z 31 stycznia 1980 r. *O ochronie i kształtowaniu środowiska*, DzU nr 3, poz. 6 z późniejszymi zmianami.

ne, zwane też katastrofami naturalnymi, wywoływane przez czynniki w większym stopniu niezależne od człowieka, tj. powodzie, susze, cyklony, trzęsienia ziemi, wybuchy wulkanów, wiry (trąby) powietrzne, lawiny, osuwiska, pożary lasów i długotrwałe silne mrozy, a także występujący lokalnie rozwój pasożytów lub szkodników.



Rys. 15. Katastrofy ekologiczne – typologia

Często czynniki antropogeniczne w połączeniu z czynnikami naturalnymi prowadzą do kataklizmów ekologicznych, których skutki są odczuwalne na ogromnych obszarach lub mają charakter globalny.

Wśród zagrożeń będących pochodną działalności człowieka, wywierających destrukcyjny wpływ na środowisko wymienia się:

1. Ograniczenie produkcji tlenu atmosferycznego, zmianę bilansu wodnego oraz erozję gleb, jako skutek niszczenia lasów.
2. Zwiększenie ilości dwutlenku węgla w atmosferze, prowadzące do tzw. efektu szklarniowego (cieplarnianego), oraz niszczenie powłoki ozonowej.
3. Zanieczyszczenie powietrza (kwaśne deszcze) prowadzące do „wylesienia" uprzemysłowionych terenów.
4. Deficyt wody przez jej zanieczyszczanie różnymi substancjami.
5. Degradację gruntów jako skutek niewłaściwej gospodarki.
6. Degradację gleb w rejonach wysoko uprzemysłowionych wskutek zanieczyszczenia chemicznego.
7. Degradację życia biologicznego mórz i oceanów jako skutek zanieczyszczenia materiałami różnego pochodzenia i rodzaju.

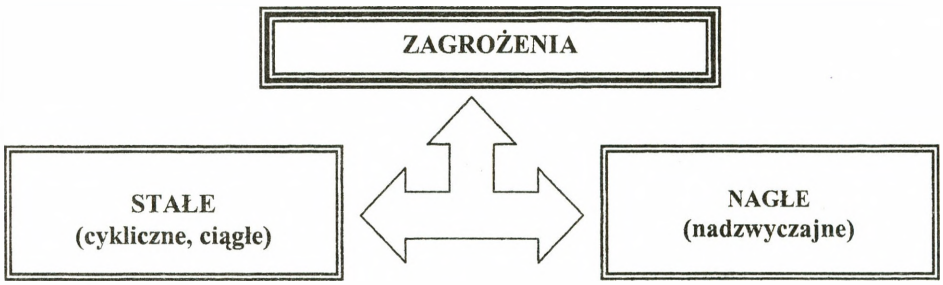
Są to zagrożenia o charakterze ciągłym, zwiększające lub zmniejszające swą skalę w miarę postępu procesów różnorodnej działalności człowieka. Jakkolwiek zdążyliśmy się do nich przyzwyczaić, to stale śledzimy zmiany, jakie zachodzą w ich zakresie oddziaływań.

Rozwój przemysłu przyniósł, obok wytworów wspomagających życie człowieka, również zanieczyszczenia przenikające do otoczenia w postaci gazowej, stałej i ciekłej. Zjawisko to jest o tyle groźne, że najczęściej występuje wskutek awarii urządzeń technologicznych i transportowych, służących do produkcji, przetwarzania i przewozu niebezpiecznych środków i substancji chemicznych. Groźne także dlatego, że do otoczenia przedostają się ogromne ilości tych środków i to najczęściej w akcie jednorazowej emisji. Toteż dają o sobie najczęściej znać ogromem skutków i szkód towarzyszących ich wystąpieniu. Przywołajmy na chwilę obraz Seveso (1976 r.) – zdewastowany obszar nienadający się już prawie do niczego wskutek skażenia dioksyną, tragiczną noc w Bhopalu (1984 r.) z tysiącami porażonych izocyjankiem metylu czy katastrofę elektrowni czarnobylskiej (1986 r.), by uświadomić sobie skutki tych jednorazowych emisji.

Z tego można wyprowadzić wniosek, że w dobie współczesnej najgroźniejsze są zanieczyszczenia przemysłowe – nie tylko ze względu na rodzaj i właściwości uwalnianych produktów, lecz także ze względu na liczbę obiektów czy to stałych (elektrownie, zakłady przemysłowe itp.) lub ruchomych (środki transportu kolejowego, drogowego bądź wodnego), jakie są wykorzystywane przez cywilizację techniczną.

Oczywiście nie wolno przy tym zapomnieć o zanieczyszczeniach wprowadzanych do środowiska wskutek klęsk naturalnych, np. wybuch wulkanu Krakatau w Indonezji w 1883 roku, Pinatubo w 1992 roku, czy o skutkach pożarów pustoszących ogromne obszary i powodujących wytwarzanie toksycznych substancji (pirotoksyny), choć są to raczej zjawiska występujące sporadycznie.

Wymieniliśmy niewielki zbiór kryteriów dotyczących rodzajów zdarzeń prowadzących wprost do uwolnienia zanieczyszczeń, do wzrostu stopnia niebezpieczeństwa dla elementów ekosystemu, a przede wszystkim dotyczących czasu realizowania się zagrożenia. Toteż te przesłanki, a zwłaszcza czas ich ujawniania się prowadzą do podziału zagrożeń na *stałe* (ciągłe) i *nagłe*, zwane nadzwyczajnymi zagrożeniami środowiska.



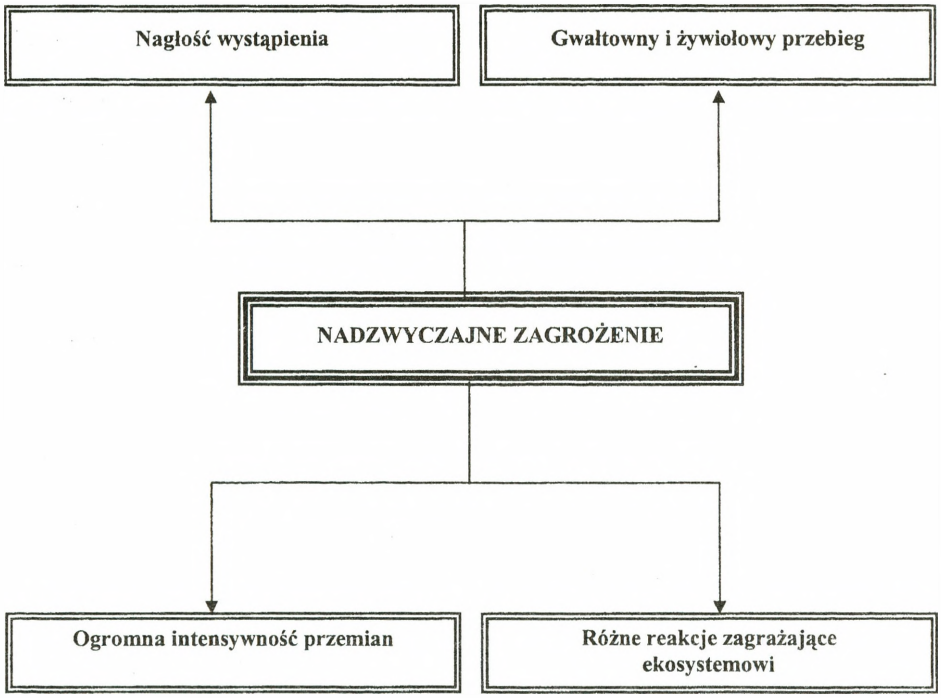
Rys. 16. Podział zagrożeń ze względu na czas ich trwania

Nadzwyczajnymi zagrożeniami środowiska (NZS) nazywa się nagłe i gwałtowne zmiany, spowodowane zdarzeniem (awaria, katastrofa, zniszczenie obiektu) niebędącym klęską żywiołową, które mogą wywołać lub wywołują degradację środowiska lub pogorszenie jego stanu, stwarzając poważne niebezpieczeństwo dla zdrowia, życia lub mienia ludzkiego i działalności gospodarczej oraz dla innych żywych elementów środowiska[19].

Mają one wiele charakterystycznych właściwości dotyczących przede wszystkim samego aktu przebiegu zjawiska. Charakteryzują je także specyficzne, tylko im właściwe cechy, do których zalicza się: niepewność zdarzeń powodujących skażenia, wielość przyczyn sprawczych (awarie, katastrofy obiektowe, wypadki kolejowe i drogowe itp.), różnorodność skutków bezpośredniego zagrożenia ludności i środowiska wynikających z właściwości niebezpiecznych substancji powodujących zagrożenie, indywidualny i nigdy niepowtarzalny charakter, nakładanie się skutków zdarzeń w czasie i przestrzeni.

Wywołują je czynniki różnego pochodzenia, różniące się od siebie tylko specyficznymi właściwościami i rodzajami oddziaływań. Z różnym natężeniem skutków atakują albo wszystkie, albo wybrane elementy ekosystemów środowiska, każde na swój sposób, uzupełniając się przy tym wzajemnie i prowadząc do degradacji lub dewastacji środowiska. Może to być na przykład wzrost energii bądź jej utrata (energia słoneczna), porażenia fauny lub flory na danym obszarze, odpady produkcyjne (kopaliny nieodnawialne), przyśpieszone zużycie urządzeń, kwaśne deszcze

[19] Według: *Stan środowiska w Polsce*, Raport Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska, Warszawa 1998 oraz *Raport o nadzwyczajnych zagrożeniach ludzi i środowiska na terenie kraju*, OCK, Warszawa 1989.



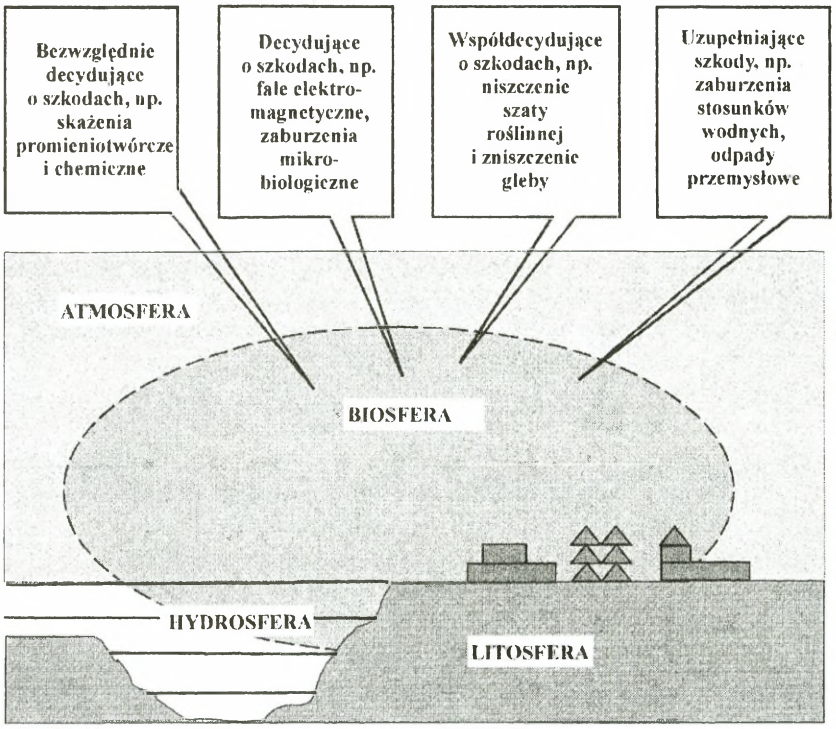
Rys. 17. Właściwości nadzwyczajnych zagrożeń środowiska

z całym bagażem skutków towarzyszących oraz najgroźniejsze – wywoływanie zatruć, porażeń, chorób i śmierci populacji. Ze względu na sposób szkodliwego oddziaływania na poszczególne sfery ziemskie nadzwyczajne zagrożenia środowiska dzielą się na grupy: *bezwzględnie decydujące, decydujące, współdecydujące* o szkodach w środowisku i *uzupełniające* powstałe szkody.

Pośród nich na czoło wysuwają się zagrożenia skażeniami promieniotwórczymi – produktami reakcji rozszczepiania pierwiastków promieniotwórczych – oraz skażenia chemiczne, powodowane przez środki i substancje chemiczne o właściwościach toksycznych. Pierwsze są rezultatem wyścigu zbrojeń i rozwijania obiektów energetyki jądrowej, drugie następstwem działalności gospodarczej różnych gałęzi przemysłu chemicznego i innych.

Na przykład stale jeszcze niebezpieczną pozostałością po próbach z bronią nuklearną, dokonywanych w przeszłości przez Rosję, USA, Anglię, Francję i inne państwa, jest około 80 promieniotwórczych produktów rozszczepienia i niemal 200 radionuklidów powstałych wskutek wtórnego działania energii promienistej. W stratosferze, przypomnijmy, ciągle jeszcze krąży, opadając na ziemię drogą sedymentacji, grawitacji itp., prawie 31 ton materiału radioaktywnego, w tym około dwóch ton radionuklidów typu J-134, Sr-90, Sr-89, Cer-144, Cs-137[20].

[20] J. Dołęga, *Człowiek...*, wyd. cyt., s. 23.



Rys. 18. Rodzaje zagrożeń i sfera ich oddziaływania na środowisko

Oprócz tego źródłem zagrożenia mogą być odpady z przemysłu atomowego, energetyki jądrowej i innych obiektów, w których stosuje się izotopy. Mogą zostać wprowadzone do otoczenia wskutek katastrofy obiektowej, transportu materiałów, awarii reaktora atomowego, wybuchu jądrowego i rozprzestrzeniać na dalekie odległości, czego skutków doświadczyła ludność Europy 10 października 1957 roku z Windscale w Wielkiej Brytanii i 26 kwietnia 1986 roku z Czarnobyla na Ukrainie.

Mimo niewątpliwej groźby, jaką niosą substancje promieniotwórcze, skażenia chemiczne są o wiele bardziej groźne dla środowiska. Nie tylko ze względu na możliwość nieoczekiwanej i gwałtownej emisji olbrzymich ilości niebezpiecznych substancji chemicznych, ale także ze względu na ciągłą emisję do atmosfery wielkiej masy substancji gazowych. Nasz przemysł na przykład, według różnych oszacowań, wprowadza rocznie do atmosfery około 793 tony dwutlenku siarki (SO_2), 35 tys. ton amoniaku (NH_3) i prawie 5 tys. ton chloru (Cl_2). Łącznie stanowi to około 40 tys. ton zanieczyszczeń gazowych.

Jak liczna populacja jest zagrożona stale? Na to pytanie nie ma najczęściej odpowiedzi, chociaż bardzo ostrożnie wymienia się liczbę czterech milionów mieszkańców. Inny aspekt zagadnienia to możliwość nieoczekiwanych katastrof i wypadków na szlakach kolejowych i drogach publicznych. Wynika z tego, że skutki skażeń promieniotwórczych i chemicznych są w dzisiejszym cywilizowanym świecie najgroźniejsze.

ŹRÓDŁA I OGÓLNE SKUTKI SKAŻEŃ OTOCZENIA

Rodzajów zdarzeń powodujących zagrożenia środowiska jest bardzo wiele. Tak wiele, że trudno się nawet pokusić o przytoczenie jakiejś liczby. Nie warto tego próbować chociażby z tego powodu, że zawsze cechuje je indywidualny i niepowtarzalny przebieg. Warto natomiast uzmysłowić sobie, że mogą one mieć miejsce tak w czasie pokoju, jak i w czasie wojny, tyle że rozmiary obszarowe, ilościowe i inne liczbowe będą bardzo różne, zależne od wielu czynników, które na to wpływają.

Na przykład awaria ciągu technologicznego w fabryce może spowodować, wskutek emisji niebezpiecznej substancji, skażenie znacznego obszaru terenu. Ten sam obiekt zniszczony w czasie wojny spowoduje mniejsze szkody (co może zakrawać na paradoks), albowiem będzie w nim mniejsza ilość niebezpiecznej substancji, ze względu na konwersję produkcji przemysłowej.

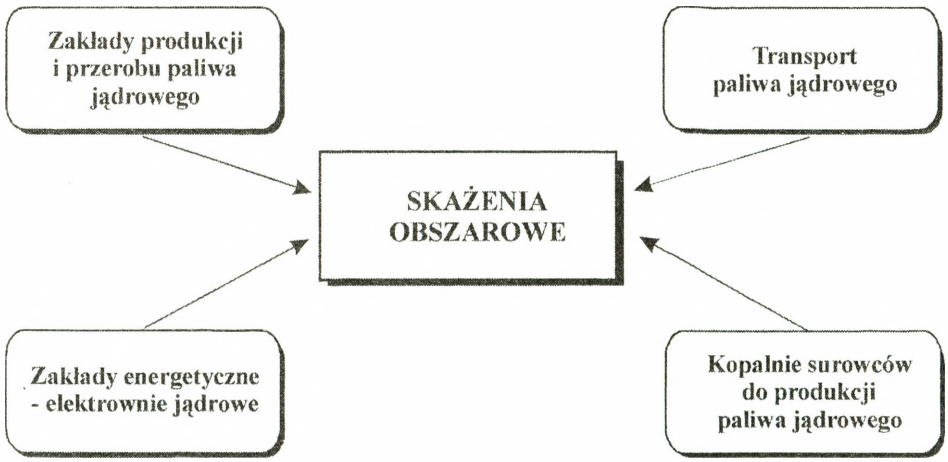
Biorąc pod uwagę skutki zdarzeń powodujących nadzwyczajne zagrożenia środowiska – zarówno te, których sprawcą jest człowiek i jego działalność gospodarcza i przemysłowa, jak i te, których źródeł upatruje się w zjawiskach przyrodniczych – wyróżnia się skażenia środkami radiacyjnymi, skażenia materiałami niebezpiecznymi, wielkie pożary z wydzielaniem się niebezpiecznych substancji, skażenia chemiczne i biologiczne, epidemie i epizootie, katastrofalne zatopienia oraz wielkie katastrofy budowlane i komunikacyjne. Te ostatnie zalicza się najczęściej do zagrożeń czasu pokoju, podczas gdy poprzednie do zagrożeń czasu pokoju i wojny.



Rys. 19. Rodzaje nadzwyczajnych zagrożeń środowiska ze względu na skutki, jakie wywołują

Skażenia środkami radiacyjnymi są zaliczane do skażeń obszarowych, ponieważ mogą objąć swym zasięgiem albo bardzo małą powierzchnię w niedalekiej odległości od źródła, albo bardzo duży obszar terenu liczony w dziesiątkach czy nawet setkach kilometrów od miejsca zdarzenia. Ich uwolnienie może zostać spowodowane przez awarie w obiektach jądrowych – elektrowniach, zakładach przerobu i wzbogacania paliwa jądrowego, a także w trakcie transportu surowca do produkcji tego paliwa bądź samego paliwa gotowego lub paliwa wypalonego w reaktorze jądrowym.

Środki promieniotwórcze, wyrzucone do otoczenia w sposób niekontrolowany, są przenoszone prądami powietrznymi w różnych kierunkach i opadają w różnych okolicach nie tylko w miejscu zdarzenia. Jeszcze inną przyczyną skażeń radiacyjnych, chociaż na niewielką jednostkową skalę, jest spalanie dużych ilości kopalin (węgiel kamienny i brunatny), używanie uzyskanych z tego pyłów i żużli do produkcji materiałów budowlanych (obecnie od tego się odstępuje) itp. W czasie wojny dodatkowym zagrożeniem może być użycie broni nuklearnej i powodowanie przez to skażenia nawet przewyższającego rozmiary skażeń powstałych wskutek awarii i wypadków przemysłowych.

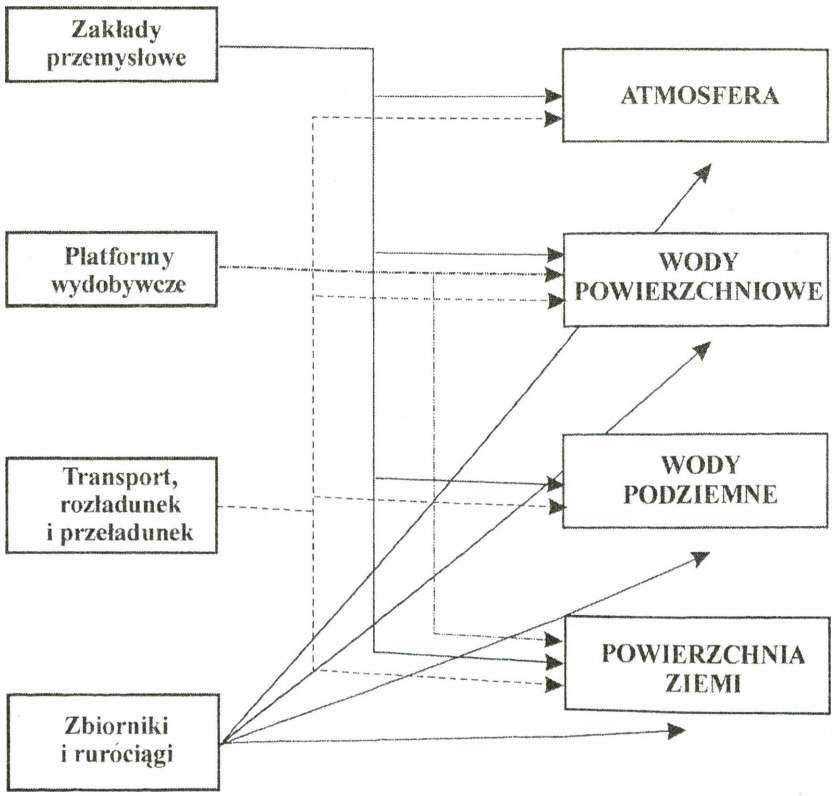


Rys. 20. Źródła skażeń obszarowych substancjami radiacyjnymi

Inny problem nadzwyczajnych zagrożeń środowiska stanowią skażenia materiałami niebezpiecznymi. Zalicza się do nich różne substancje i związki chemiczne, ropę naftową, gaz ziemny, produkty ropopochodne i inne. Skażenie nastąpi najczęściej wtedy, kiedy awarii lub katastrofie ulegną obiekty gospodarcze, środki transportowe i przesyłowe. W chwili awarii lub katastrofy technologicznej albo innego zdarzenia w zakładzie przemysłowym, wypadku podczas transportu albo też nieprzestrzegania bezpieczeństwa w czasie przeładunku lub rozładunku – do otoczenia wydostaną się różne niebezpieczne substancje.

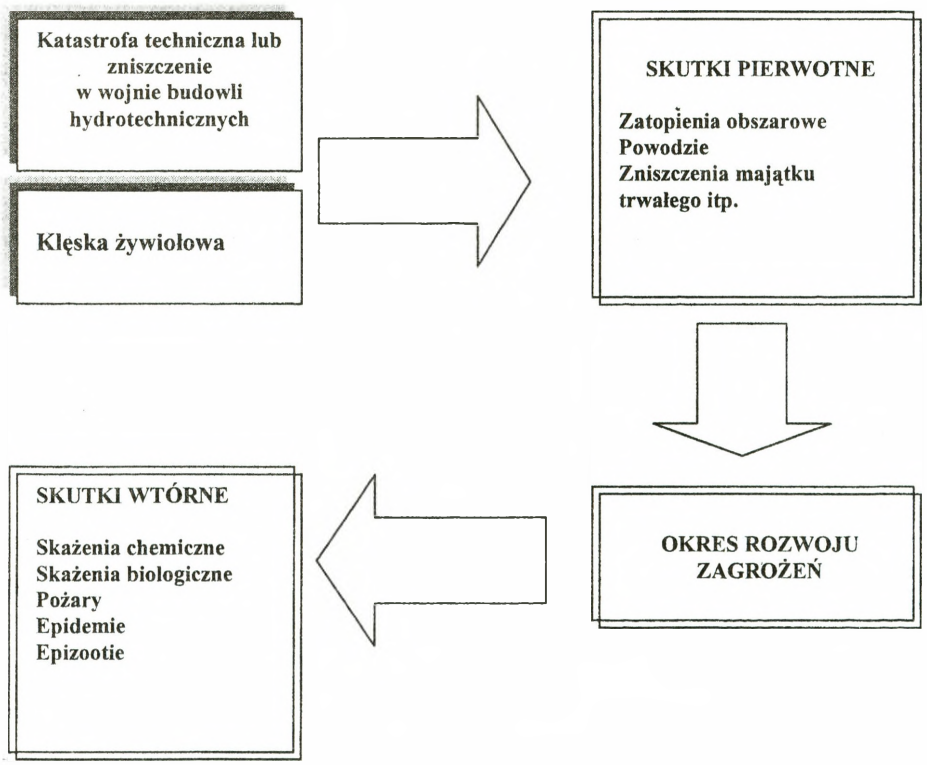
Nie będziemy ich wyliczać. Istotną rzeczą jest natomiast to, że są one toksyczne, wybuchowe, żrące i palne, a przez to cechuje je różny sposób oddziaływania rażącego na otoczenie. Skutki, jakie powodują, są bardzo groźne. Tym bardziej że do otoczenia wydostają się najczęściej w stanie gazu lub pary. Przemieszczając się wraz z ruchem mas powietrza atmosferycznego, rozprzestrzeniają się poza źródło, powodując szczególne zagrożenie dla życia i zdrowia ludzi.

Skażeniu może ulec nie tylko atmosfera. Przy dużych ilościach niebezpiecznych materiałów ich część może zostać wprowadzona do środowiska w postaci ciekłej lub opaść z atmosfery wraz z deszczem. Migrując w głąb ziemi, skaża ją, zatruwa wody podziemne i powierzchniowe i przemieszcza się wraz z nimi, poszerzając obszar zagrożenia. Inny problem to skażenie środowiska w wypadku rozszczelnienia rurociągów gazowych lub naftowych i produktów jej przerobu. W takim wypadku skażeniu może ulec powierzchnia ziemi, wody powierzchniowe i podziemne. Do tego trzeba dodać przemysłowe obiekty specjalistyczne, których awaria może spowodować wiele niekorzystnych zjawisk w środowisku. Zaliczyć do nich trzeba niekontrolowane erupcje ropy naftowej z szybów wydobywczych na lądzie i morzu, katastrofy tankowców, rudowców i chemikaliowców oraz katastrofy budowli, powodujące zniszczenie instalacji zawierających niebezpieczne materiały.



Rys. 21. Przyczyny skażeń i sfery skażane materiałami niebezpiecznymi

Obok nadzwyczajnych zagrożeń środowiska ujawniających się natychmiast po zdarzeniu powodującym uwolnienie czy to środków promieniotwórczych, czy materiałów niebezpiecznych materializujących swe fizyczne oddziaływania już w momencie emisji – istnieją zagrożenia stanowiące wtórny skutek zaistnienia określonego zjawiska. Chodzi tu o skutek długotrwałych lub rozległych pożarów, a mianowicie kwaśne deszcze oraz o skażenia chemiczne i biologiczne środowiska ujawniające się po katastrofach technicznych i klęskach żywiołowych. W czasie ich rozwoju występuje pewna cykliczność realizowania się zagrożeń, jakie one powodują. Zawsze bowiem pojawią się określone następstwa zdarzeń, to znaczy: najpierw przyczyna, potem skutki pierwotne, następnie okres rozwoju danego zagrożenia, w końcu skutki wtórne.

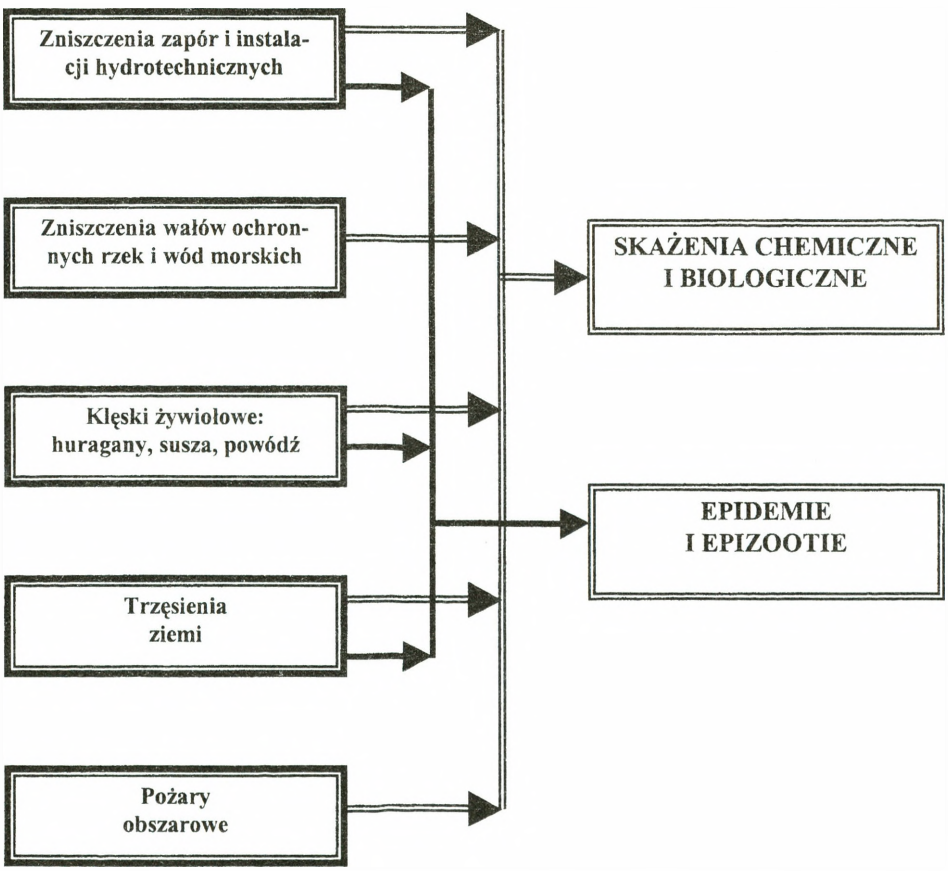


Rys. 22. Schemat realizowania się zagrożeń wtórnych

Ich konsekwencje wiążą się najczęściej ze zniszczeniami zapór wodnych i budowli hydrotechnicznych oraz przerwaniem wałów ochronnych odgradzających rzeki i wewnętrzne wody morskie, wskutek czego dochodzi do zniszczenia życia na

zatopionym obszarze. Po powodzi w 1997 roku dokonano oceny stanu technicznego oraz poziomu bezpieczeństwa ok. 650 obiektów hydrotechnicznych. Okazało się, że 31,4% może stworzyć zagrożenie ludzi i mienia, a 87,2% jest w złym stanie technicznym. Oszacowano, iż 42 instalacje mogą stworzyć zagrożenie, a 11 zagraża bezpieczeństwu otoczenia. Są to: Cedzyna (zbiornik, zapora, jaz), Dzibice (zbiornik, zapora, wieża przelewowo-spustowa), Dzikowiec (zbiornik, zapora), Gerlach (zbiornik, zapora), Grochowo (wał Zalewu Wiślanego), Kanał Łączany–Skawina, Krępa (śluza, jaz), Łączany (jaz), Pieniężno (zapora, elektrownia wodna, jaz), Wrocław I (elektrownia wodna, jaz) oraz Zakrzew (zbiornik, zapora, jaz).

Po ustąpieniu wód może dojść na terenach zatopionych i zniszczonych, jak na to wskazują liczne przykłady, do sytuacji **epidemicznej** i **epizootycznej**, czyli możliwości pojawienia się chorób zakaźnych.



Rys. 23. Przyczyny skażeń oraz epidemii i epizootii

Powódź niesie z sobą nie tylko bezpośrednie zagrożenie, zniszczenia i szkody fizyczne. W czasie jej trwania zostają wypłukane między innymi składowiska niebez-

piecznych substancji chemicznych, cmentarze, wysypiska śmieci, szamba i oczyszczalnie ścieków. Woda zabija wiele zwierząt domowych i leśnych. Po jej opadnięciu powstają doskonałe warunki do rozwoju różnego rodzaju bakterii, np. duru brzusznego, czerwonki, tężca, salmonelli i żółtaczki pokarmowej typu A oraz leptospirozy[21]. Rejony popowodziowe stają się ogniskami chorób zakaźnych, które niezwalczane mogą być przyczyną wybuchu epidemii na tych obszarach.

Najgroźniejsze z nich to: biegunki wywołane pałeczką okrężnicy (*Escherichia coli*), cholera, czerwonka, dur brzuszny, jersyniozy, kampylobakterioza, kryptosporydioza, leptospiroza, listerioza, salmonellozy odzwierzęce, tężec, zatrucie gronkowcem i inne[22]. Może to być problem o wielkiej skali, gdyż strefa bezpośredniego zagrożenia katastrofalnymi zatopieniami obszaru Polski obejmuje niemal 3 tys. km^2 i dotyczy 570 tys. osób. W wypadku awarii lub katastrofy budowlanej urządzenia hydrotechnicznego straty, w tym utrata życia, mogą dotyczyć prawie 100 tys. osób, a ewakuacji może wymagać około 500 tys. ludzi.

Dokonawszy w ten sposób typologii skutków nadzwyczajnych zagrożeń środowiska, nie powinniśmy pomijać zjawiska, jakie stworzyła gospodarka komunalna. Wprawdzie nie rozwija się ono w sposób ostry, mimo wszystko jednak wywiera określony wpływ na stan biosfery. Chodzi o problem odpadów, które na obszarze naszego kraju zalegają w dziesiątkach miejsc. Na wysypiskach znajduje się niemal wszystko i właściwie nie sposób określić, co rzeczywiście jest składowane. Wszystko to podlega zarówno oddziaływaniu zjawisk atmosferycznych, jak i procesom przemian wewnętrznych. Przemiany chemiczne i fizyczne powodują, że w obszarze wysypisk, a konkretnie pod nimi zbierają się substancje o przeróżnych właściwościach, swego rodzaju śmietnik chemiczny. Przemieszczając się z wodą

---

[21] **Dur brzuszny** – choroba zakaźna wywoływana przez pałeczkę Ebertha. Zakażenie może nastąpić przez bezpośredni kontakt z chorym lub z jego wydalinami, przez zakażoną wodę i zakażone produkty. Epidemie spowodowane przez wodę mają charakter wybuchowy. Okres wylęgania od 10 do 14 dni. *Mała encyklopedia zdrowia*, PWN, Warszawa 1973, s. 451.

Czerwonka bakteryjna – jest ostrą chorobą zakaźną, epidemiczną, przebiegającą z owrzodzeniami jelita grubego. Czynnikiem wywołującym są bakterie grupy czerwonkowej. Zakażenie może być pośrednie lub bezpośrednie. Do zatrucia dochodzi przez spożycie zakażonej wody i żywności. Czas wylęgania od 8 do 12 godzin. Tamże, s. 452.

Tężec – wywoływany jest przez laseczkę tężca (*Clostridium tetarii*). Zarazek jest bardzo odporny, jego zarodniki w nawozie, ziemi uprawnej, kurzu zachowują żywotność przez lata, giną w temperaturze 120°C. Zakażenie następuje przez zetknięcie się otwartych ran z nawozem, ziemią ogrodową, pyłem, kurzem. Okres wylęgania od 7 do 14 dni. Tamże, s. 454.

Salmonella – choroba zakaźna spowodowana dostaniem się do organizmu bakterii *Salmonelli*. Sposób zarażenia oraz objawy jak w przypadku czerwonki.

Żółtaczka pokarmowa typu A – typowa choroba brudnych rąk. Okres wylęgania trwa 28 dni. Największy okres zakaźności przypada na dwa tygodnie przed wystąpieniem pierwszych objawów. Jej przebieg jest z reguły łagodny. Nie ma groźnych powikłań, skutków ubocznych. *Koniec powodzi, początek zachorowania?* „Gazeta Lubuska" nr 165 z dnia 17.07.1997 r., s. 8.

Leptospiroza – choroba, którą wywołują bakterie wydalane z moczem przez szczury i myszy. Do organizmu ludzkiego wnikają przez uszkodzoną skórę, ale też przez zdrową, a jedynie zmaceorowaną przez wodę, w której brodzą powodzianie, skórę nóg. Jeden z typów leptospirozy (choroba Weila) ma przebieg dramatyczny i może się zakończyć śmiercią. Wylęganie trwa od 10 do 14, czasem 28 dni. Zlekceważona, w porę niewykryta może spowodować śmierć. Tamże, s. 8.

[22] Z. Hałat, *Woda*, Medyczne Centrum Konsumenta, Warszawa 1998, s. 144–148.

podskórną lub podziemnymi ciekami, zanieczyszczają wody i zatruwają ogromne nieraz obszary terenu, tworząc zjawisko tzw. katastrofy pełzającej. Przytoczyliśmy ten przykład także i dlatego, by wykazać, że każdy rodzaj zagrożenia może mieć różne następstwa: ostre, przewlekłe czy podobne do opisanego zjawiska.

Przemysłowe zagrożenia chemiczne – typologia, skutki

Wraz z szybkim rozwojem przemysłu pojawiła się nowa kategoria zagrożeń dla środowiska i człowieka – takich samych w czasie pokoju i wojny, różniących się tylko skalą oddziaływania. Chodzi mianowicie o niebezpieczeństwo, jakie niosą niektóre substancje chemiczne wytwarzane, magazynowane, przetwarzane w jednostkach gospodarczych kraju i przewożone pomiędzy nimi. Uwolnione spod kontroli mogą wywołać zjawiska niekorzystne dla elementów środowiska. I o ile w czasie pokoju są prawdopodobne katastrofy, awarie czy wypadki przemysłowe o skali skutków względnie możliwej do oszacowania, o tyle podobne zdarzenia w czasie wojny mogą przybrać zgoła nieokreślony bądź nieoszacowalny charakter. Niewątpliwie trudnym problemem do rozwiązania będą skutki uwolnienia do otoczenia owych substancji przez niszczenie podczas wojny obiektów gospodarczych, powodujące wielkie niebezpieczeństwo zatruć i porażeń żołnierzy oraz ludności znajdujących się w rejonach bitew i działań wojennych. O tym świadczą choćby konsekwencje niektórych wypadków czasu pokoju.

Tabela 1. Skutki wybranych wypadków spowodowanych w latach 1982–1988 przez niebezpieczne substancje chemiczne

Miejsce i rok wydarzenia	Spowodowane skutki			Rodzaj substancji chemicznej
	Zabici	Porażeni	Ewakuowani	
Melbourne, Australia, 1982	0	1000	0	butadien
Tacora, Wenezuela, 1982	145	1000	40 000	węglowodory
Nil, Egipt, 1982	317	0	0	gaz skroplony
Cubatao, Brazylia, 1982	503	0	0	benzyna
San Juan, Meksyk, 1984	500	7000	60 000	gaz skroplony
Bhopal, Indie, 1984	2800	50 000	200 000	izocyjan metylu
Miamisburg, USA, 1986	0	140	40 000	kwas fosforowy
Aleksandria, Egipt, 1987	6	460	0	materiał wybuchowy
Shangsi, Chiny, 1987	0	1500	30 000	nawozy
Tours, Francja, 1988	0	3	200 000	chemikalia
Guadelupe, Meksyk, 1988	20	0	200 000	ropa naftowa
Islamabad, Pakistan, 1988	100	3000	0	materiały wybuchowe
Szybenik, Jugosławia, 1988	0	0	6000	nawozy

Niebezpieczne substancje chemiczne, o jakich mowa, znane jako toksyczne środki przemysłowe (TŚP), cechuje wielkie zróżnicowanie właściwości fizycznych i chemicznych, przede wszystkim zaś toksyczności[23]. Grupa TŚP, licząca prawie 20 tys. związków i substancji chemicznych, obejmuje zarówno środki o wyjątkowo dużej toksyczności, jak i substancje toksyczne, które obok zagrożeń chemicznych tworzą zagrożenia pożarowe i wybuchowe, czy też chemikalia o znikomej toksyczności.

Tabela 2. Taksonomia niebezpiecznych substancji chemicznych

Cecha substancji	Charakterystyka rażącego działania
toksyczne	transport substancji do wnętrza organizmu
palne	egzotermiczne reakcje utleniania – oparzenia termiczne organizmu
wybuchowe	szybki rozkład z uwolnieniem produktów gazowych tworzących falę uderzeniową
szkodliwe	wywoływanie zmian, jakie pośrednio wpływają na przemianę materii, zmiany następują po wniknięciu do organizmu w łańcuchu pokarmowym

Mają one przy tym specyficzne cechy wskazujące sposób wpływania na przemianę materii organizmów żywych oraz jako trucizny środowiskowe charakteryzują się ostrą i przewlekłą toksycznością wobec ludzi. Dotyczy to zwłaszcza:

- oddziaływania rażącego jako skutku kumulacji trucizny w organizmie człowieka,
- oddziaływania rażącego jako sumowania się skutków i interferencji z innymi,
- neurotoksyczności, kancerogenności i teratogenności,
- oddziaływania wyzwalającego mutacje,
- oddziaływania metabolików,
- zagrożenia stresem i nadwrażliwością na trucizny.

Zdajemy sobie sprawę z tego, że w toku działań wojennych nad środowiskiem, zwłaszcza ludźmi, zawiśnie groźba niekorzystnych zdarzeń spowodowana przez wytwory przemysłowe. Może nią być groźba wybuchu i fizycznego rażenia ludzi, mogą to być oparzenia różnego typu i rodzaju czy utrata zdrowia i życia spowodowana przez materiały wysokotoksyczne. Zawsze człowiek będzie trwał w niepewności co do rodzaju zagrożenia, gdyż nigdy lub prawie nigdy nie będzie ono jednorodne i specyficzne, różne są bowiem właściwości toksycznych środków przemysłowych.

[23] Toksyczność to właściwość szkodliwego działania na organizmy substancji chemicznych, zwanych truciznami. Pojęcie toksyczności jest związane nie tylko z rodzajem trucizny, ale także z jej ilością, drogą przenikania i wrażliwością organizmu. A. Mierzwiński, *1000 słów o ekologii i ochronie środowiska*, Bellona, Warszawa 1991, s. 254.

Tabela 3. Niebezpieczne substancje chemiczne – wybór

Typ substancji	Przykłady
środki utleniające wybuchowe	chloran sodu, chlor gazowy, azotan amonu, dwusiarczek węgla
gazy palne	tlenek etylenu, cyjanowodór, siarkowodór
ciecze łatwopalne	etery, alkohole, akrylonitryl, czteroetylek ołowiu, dwusiarczek węgla
substancje wysokotoksyczne	chlor gazowy (ciekły), amoniak gazowy (ciekły), cyjanowodór, dwusiarczek węgla, fluorowodór, fosgen, kwasy mineralne

Źródło: M. Kowalczyk, *Toksyczne substancje przemysłowe – zagrożenia i postępowanie ratunkowo-lecznicze*, Zakład Toksykologii i Farmacji WIHiE, Biuletyn nr 2(24) 1994, WIChiR, Warszawa 1994.

Toksycznych substancji przemysłowych jest bardzo wiele. Jedne wykorzystuje się na wielką skalę, inne na mniejszą, jeszcze inne na skalę laboratoryjną. Są jednak środki, bez których nie może się obejść wiele gałęzi przemysłu, mimo że kontakt z nimi grozi poważnym niebezpieczeństwem. Do nich należą amoniak i chlor. Można je napotkać na każdym kroku, a powszechność ich występowania gwarantuje zetknięcie się z nimi. Służą przemysłowi chłodniczemu, używa się ich w produkcji materiałów syntetycznych, nawozów i wielu wyrobów codziennego użytku. Są i inne „popularne" toksyczne środki przemysłowe, które w nieodpowiednich warunkach mogą wywołać porażenia. Zważywszy na skutki rażącego działania, częstość stosowania w produkcji przemysłowej, ilości zużywane lub magazynowane w jednym miejscu, łatwość skażania środowiska itp. uznano za najbardziej niebezpieczne: *akrylonitryl, amoniak, kwas azotowy, dwumetylohydrazynę, hydrazynę, dioksynę, dwuchloroetan, tlenek węgla, tlenek etylenu, dwutlenek siarki, dwusiarczek węgla, czteroetylek ołowiu, fosgen, fluorowodór, chlor, chloropikrynę i cyjanowodór.* Większość z nich występuje w stanie gazowym, a także w postaci pary, cieczy lub aerozolu. Istnieje jednak specyficzny związek chemiczny występujący w stałym stanie skupienia, przy tym niezmiernie trujący, bardzo trwały w otoczeniu (ok. 130 lat) i mający zdolność do kumulowania się w organizmach. Jest nim – dioksyna. Ze względu na możliwość powodowania przez nią dewastacji środowiska warto poświęcić jej kilka słów.

Dioksyna jest ksenobiotykiem, który nigdy nie był i nie jest produktem celowej działalności technologicznej. Jest natomiast niepożądanym ubocznym skutkiem produkcji różnych substancji, w tym chlorofenoli. Pojawia się w pewnych cyklach technologii przemysłowych, procesach spalania, awariach chemicznych niektórych urządzeń. Największym jej „źródłem" jest produkcja herbicydów i fungicydów, zwłaszcza herbicydu 2,4,5-T i pentachlorofenolu. Ten związek chemiczny został zidentyfikowany dopiero w 1957 roku jako 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioksyna (TCDD). Jest ona najbardziej toksycznym izomerem PCDS (polichlorowane dibenzodioksyny) występującym w stanie stałym, w postaci bezbarwnych igieł, o temperaturze topnienia 305–306°C. Cechuje ją bardzo wysoka toksyczność w stosunku do organizmów zwierzęcych. Uwolnienie może nastąpić wskutek róż-

nych reakcji termicznych i innych procesów, do jakich zalicza się przede wszystkim: pożary urządzeń energetycznych (np. olej transformatorowy zawiera polichlorowane bifenyle), palenie tworzyw sztucznych[24], ścieki z zakładów przemysłu tekstylnego i skórzanego używających pentachlorofenolu, przemysł metalowy, przemysł papierniczy, spalanie odpadów szpitalnych, gazy spalinowe, środki impregnacji drewna itp.

Tabela 4. Dioksyny jako produkty pirolizy różnych materiałów

Bodziec	Rodzaj dioksyny
rozkład termiczny herbicydu 2,4,5-T i pentachlorofenolu	heksachlorodibenzodioksyna
palenie się materiałów organicznych w obecności chlorowca	polichlorodibenzodioksyna (PSDDs) polichlorodibenzofuran (PCDFs) bromodibenzofuran (PBDFs)
pożar urządzeń energetycznych	polichlorodibenzodioksyna (PSDDs) polichlorodibenzofuran (PCDFs)
rozkład termiczny tworzyw sztucznych zawierających retardanty	polibromodibenzodioksyna (PBDDs) polichlorodibenzofuran (PCDFs)

Niebezpieczne substancje chemiczne – rażące działanie

Dokonując ogólnego opisu rażącego działania toksycznych środków przemysłowych, nie można pominąć ich podobieństwa do bojowych środków chemicznych. Nic dziwnego. Już bowiem w I wojnie światowej niektóre z nich były stosowane na polach bitew, na przykład fosgen czy chlor. Jednak podobieństwa te sygnalizują wielkie niebezpieczeństwo. Potwierdzają bowiem tezę o łatwym przystosowaniu do potrzeb wojny środków chemicznych, które w okresie pokoju służą do tworzenia dóbr niezbędnych człowiekowi, a w czasie wojny niewielkim wysiłkiem mogą być przekształcone w niezwykle groźny i skuteczny oręż. Toteż mówiąc o rażącym oddziaływaniu na elementy środowiska, można je potraktować na równi z bojowymi środkami trującymi. Co przemawia za takim stanowiskiem? Świadczy o tym przekonanie o podobnych właściwościach toksycznych, uświadomienie o tym, że będą istnieć w rejonach walk, tworząc zagrożenia obszarowe, że będą razić przez powietrze, tworząc miejscowe stężenia napastliwe, że nie spowodują skażeń terenu – z wyjątkiem dioksyny, że będą się rozprzestrzeniać na dalekie odległości, wreszcie że będą razić w stopniu zależnym od ich ilości i rodzaju w danym miejscu, a rozpiętość skutków będzie się mieścić w przedziale – od czasowej niezdolności do jakiegokolwiek działania do porażenia ze skutkiem śmiertelnym.

[24] Wiele z nich ma wkomponowane dodatki utrudniające palenie, tzw. retardanty – najczęściej polibromowane estry dwufenylowe. To powoduje, że w trakcie ich pirolizy powstają polibromowane dibenzofurany (PBDFs) – dioksyny.

Tabela 5. Wybrane ogólne właściwości toksycznych środków przemysłowych – TŚP

Atrybut	Cecha
źródło	obiekt przemysłowy
stan skupienia	gaz, para, aerozol, ciało stałe
drogi porażenia	drogi oddechowe
sposób rażenia	trująco
miara toksyczności	dawka inhalacyjna
czas trwania skażenia	do czasu odparowania cieczy, trwałe skażenie dioksyną
stopień porażenia	różne przedziały skutków
spadek stężenia w czasie	maleje szybko w czasie
obłok skażony	jednorodny, mieszanina w czasie pożaru

Trzeba wskazać na pewną specyficzną cechę, a mianowicie na to, że niebezpieczne substancje chemiczne inaczej będą oddziaływać na organizmy zwierzęce, a inaczej na roślinne. Decydują o tym ich właściwości i specyfika rażącego oddziaływania. Odnosząc to do ludzi, wyróżnia się dwie drogi porażenia: pierwsza to przeniknięcie do organizmu w postaci gazu, par i aerozoli przez drogi oddechowe i śluzówki, druga to penetracja przez skórę (resorpcja skórna) – w postaci cieczy (krople), bardzo rzadko w stanie stałym. U ludzi wywołują zatrucia ostre bezpośrednie (somatyczne), powodujące dużo ofiar wśród żołnierzy i ludności znajdujących się w strefach skażeń, i późne pośrednie, prowadzące do powodowania różnorakich zaburzeń.

Wiele toksycznych środków przemysłowych wywołuje różnorakie choroby albo sprzyja ich wystąpieniu w czasie nawet dość odległym od momentu kontaktu organizmu z trucizną. To powoduje, że mogą wystąpić skutki mające często podłoże genetyczne, na przykład deformacja płodu, poronienia czy urodzenia martwych dzieci, bądź dzieci z wadami wrodzonymi.

Tabela 6. Rodzaj i czas wystąpienia zatruć toksycznym środkiem przemysłowym

Rodzaj zatrucia	Czas wystąpienia
ostre	występuje szybko (godziny–dni) po jednorazowym wniknięciu substancji i charakteryzuje się gwałtownymi objawami
podostre	jak wyżej, ale o łagodniejszym przebiegu
przewlekłe	choroba o skutkach odległych w czasie

Późnym skutkiem zatrucia mogą być także choroby kancerogenne i podobne. Przykładem może być fluorowodór. Przy kontakcie z organizmem człowieka może, kumulując się w tkankach, wywołać chorobę zwaną fluorozą, objawiającą się w postaci bóli reumatoidalnych, ograniczenia ruchliwości kręgosłupa, zwyrodnień kości itp. Inne związki i substancje chemiczne mogą działać podobnie, powodując

nowotworowe schorzenia układu nerwowego, narządów zmysłów i krążenia czy wzrost zachorowań typu neurologicznego i psychiatrycznego.

Wiele niebezpiecznych substancji chemicznych nie wywołuje ostrych skutków zatrucia. Powoduje za to uszkodzenia genetyczne prowadzące do defektów psychicznych i fizycznych. Duży w tym udział mają wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) wydzielane podczas przerobu ropy naftowej, a także i innych związków ropopochodnych. W organizmach zwierzęcych dochodzi do ich przemiany na aktywne metabolity i rakotwórcze substancje. W sytuacjach ekstremalnych stężenie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych może przekroczyć wielkości dopuszczalne. Na przykład dopuszczalne stężenie WWA w wodzie pitnej nie powinno być większe niż 200 ng/dm^3, a stężenie najgroźniejszego z grupy benzo(a)pirenu nie większe niż 10 ng/dm^3. Węglowodory mogą uszkodzić organy wegetacyjne roślin, co wpłynie bezpośrednio i pośrednio na produkcję masy roślinnej, stanowiącej jeśli nie podstawowy, to jeden z wielu składników żywności. Przenikanie do aparatu asymilacyjnego i do systemu korzeniowego spowoduje uszkodzenia fizjologiczne odwracalne i nieodwracalne. Wskutek tego nastąpi obniżenie zawartości chlorofilu, powodujące chlorozę igieł i liści, zamieranie komórek, zmniejszenie procesu fotosyntezy itp. W efekcie osłabione organizmy roślinne szybciej staną się łupem szkodników i patogenicznych grzybów, atakujących korzenie i części nadziemne i wywołujących choroby. Szczególnie ostro widać ten problem na przykładzie działania gazów, takich jak dwutlenek siarki, tlenek węgla czy tlenki azotu. Ich nadmiar prowadzi do zakwaszenia gleb, zmniejszającego ich pojemność jonowymienną. Przykładowo kadm, wapń i inne pierwiastki ulegają wymyciu i przechodzą do wód gruntowych, co powoduje, że pojawia się nadmiar jonów Al^{+3}. Mają one wybitnie toksyczne działanie tak na rośliny, jak i mikroorganizmy żyjące w glebie. Pierwiastek ten ujemnie wpływa również na funkcjonowanie systemów korzeniowych drzew, szczególnie na glebach lekkich i piaszczystych, mocno zakwaszonych, występujących w dużych kompleksach leśnych. W efekcie środowisko może zostać zdegradowane na długi okres i nie nadawać się do wykorzystania.

Inne trudne zagadnienie to skażenie wody i gleby przez TŚP występujące w stanie ciekłym. Wtedy bowiem następuje ich migracja w głąb gruntu i rozprzestrzenianie się w zbiornikach wodnych, gdzie mogą zalegać przez dłuższy lub krótszy czas, utrzymując skażenie do chwili ich naturalnego rozkładu. Jeszcze innym problemem, choć nie tak brzemiennym w skutki, wywołanym przez uwolnienie toksycznych środków przemysłowych, będzie obniżenie produkcji tlenu na danym obszarze ze względu na uszkodzenie układów przemian metabolicznych roślin. Wprawdzie nie będzie to miało skutków o wymiarze kataklizmu w środowisku, niemniej może stanowić problem zdrowotności ludzi żyjących na danym obszarze. Spójrzmy na następujące dane.

W procesie wymiany gazowej różne gatunki roślin uwalniają do atmosfery niejednolite ilości tlenu. Na przykład z 1 m^2 liści w ciągu roku produkują go: 1,10 kg bez, 1,0 kg osika, 0,9 kg grab i jesion, 0,85 kg dąb szypułkowy, 0,81 kg sosna, 0,62 kg klon, 0,59 kg leszczyna, 0,47 kg lipa i 0,33 kg kruszyna. Są to ilości niebagatelne,

jeśli odniesiemy je do liczby drzew i krzewów w środowisku, tym bardziej że zapotrzebowanie człowieka na tlen zaspokaja ok. 30–40 m^2 zieleni[25]. A więc zniszczenie lub uszkodzenie roślinności przez TŚP może obniżyć możliwość zaspokojenia potrzeb na ten życiodajny gaz.

Inną kwestią jest unoszenie się i rozprzestrzenianie tych substancji w atmosferze albo rozpełzanie nad powierzchnią ziemi i penetrowanie środowiska. Istnieje możliwość wzrostu ich koncentracji w danym miejscu (zastoje skażonego powietrza w jarach, wąwozach, lasach itp.) i zwiększenie poziomu skażenia przez oddziaływanie elementów rzeźby i pokrycia terenu na proces ich rozprzestrzeniania. Sytuacji takiej sprzyja szczególnie okres wegetacji roślin. Roślinność tworząca podszyt w okresie wegetacyjnym stanowi swoistą ochronę powierzchni gruntu przed nadmiernym ogrzewaniem w dzień i ochładzaniem w nocy. Powoduje to zmniejszanie dobowej amplitudy temperatury.

Na przykład, jeśli temperatura nawierzchni pokrytej trawą zroszoną osiąga 34°C, a trawą niezroszoną 43°C, to temperatura powierzchni odkrytej ok. 50°C. Różnice temperatur powodują występowanie lokalnych ruchów powietrza nawet wtedy, gdy nie ma wiatru. To sprzyja przemieszczaniu się skażonych mas powietrza. Wprawdzie następuje ich hamowanie przez trawę o ok. 10%, a przez kompleksy drzew od 1/4 do 1/3 początkowej prędkości, jednak nawet to sprzyja zjawisku koncentracji substancji toksycznej.

Te oddziaływania powodują, że bez względu na rodzaj uwolnionego środka skażone elementy terenu będą tworzyć zagrożenie dla organizmów żywych przez długi czas. Zagrożenie tym bardziej groźne, że rozmiary skażonych powierzchni nie będą stałe. Sytuację zagrożeń wzmoże odparowanie, ruch wód podziemnych i inne formy migracji w gruncie. Niemniej jednak zarówno trwałe, jak i przejściowe skażenie wywrze szkodliwy wpływ na otoczenie.

Charakter zatruć ludzi, skala zachorowań i poziom zagrożenia chorobowego są w znacznej mierze uzależnione od stopnia degradacji środowiska przyrodniczego, to jest zatrucia i porażenia roślinności, zanieczyszczenia atmosfery, gleby i wód. Powtórzmy, iż w odniesieniu do flory w skażonym środowisku można przypuszczać, że skażenia spowodują przede wszystkim obniżenie czynności życiowych przez zahamowanie asymilacji dwutlenku węgla, zakłócenie działania aparatów szparkowych, utratę chlorofilu itp. Doprowadzi to wprost do obumierania części albo całego organizmu, prowadzące później do obniżenia plonów lub ich utraty, zmniejszenia produkcji upraw itp. To zaś może wyzwolić kolejne następstwa, zwłaszcza migrację ludności, spowodowaną strachem przed środkami toksycznymi i brakiem środków do życia. Skutkiem tego będzie obniżenie warunków bytowania ludności w nowym miejscu, spadek przez to stanu zdrowia i zmniejszenie odporności na choroby, a to z kolei doprowadzi wprost do rozwoju wielu chorób zakaźnych czy nawet epidemii i przez to do zmniejszenia liczebności populacji ludzkiej. Jak widać, występuje tu swoisty łańcuch przyczynowo-skutkowy, a czynniki powodu-

[25] S.K. Więckowski, *Wybrane zagadnienia ochrony i kształtowania środowiska przyrodniczego człowieka*, PWN, Warszawa 1989, s. 45.

jące określony stopień degradowania środowiska różnią się znacznie. Podkreślić wypada, że zawsze konsekwencje skażeń czy to powietrznych, czy gruntowych, czy wodnych będą w mniejszym lub większym stopniu dotyczyć człowieka ze względu na obieg TŚP w łańcuchu zależności.

KILKA SŁÓW O ZAGROŻENIACH POLSKI

Próbując opisać kwestię zagrożeń Polski, powodowanych przez niebezpieczne substancje chemiczne pochodzenia przemysłowego, uczynimy następujące założenie. Otóż niebezpieczeństwa opisywane na przykładzie naszej rzeczywistości będziemy odnosić w pełnym zakresie także do okresu wojny. Upoważnia nas do tego przewidywanie działań zbrojnych w perspektywicznej wojnie, osadzonych na terenie kraju i toczących się wśród elementów jego infrastruktury gospodarczej, które przecież nie znikną, lecz będą źródłem potencjalnych groźnych następstw skażeń chemicznych. I jeśli nawet kreowany obraz zagrożeń czasu wojny może mniej lub więcej odbiegać od tego, jaki jest obecnie, to przynajmniej odda ich charakter i rodzaj ewentualnych skutków, chociaż jak można mniemać, poziom i zakres szkodliwych oddziaływań nie będą takie same.

Zagrożenia przemysłowe lubią manifestować się w naszym otoczeniu. Coraz to jesteśmy świadkami wypadków, awarii i katastrof w zakładach przemysłowych oraz na szlakach drogowych i kolejowych. Nie widzimy w tym nic złego, albowiem staliśmy się odporni na przekazywane informacje o ich skutkach, nie szokuje nas liczba ofiar, bo traktujemy te dane statystycznie, chociaż do czasu – do chwili, gdy sami zostaniemy nimi dotknięci. O ile zdarzenia te są następstwem usterek urządzeń, błędów obsługi lub naruszeń zasad bezpieczeństwa i eksploatacji w codziennej działalności gospodarczej, o tyle w ewentualnych działaniach wojennych można zakładać, że zniszczenie obiektów przemysłowych zostanie spowodowane: uderzeniami broni jądrowej, konwencjonalnej i precyzyjnego naprowadzania, wtórnym oddziaływaniem czynników rażących wybuchów jądrowych, wykonanych na obiekty wojskowe znajdujące się w pobliżu zakładów, działaniami dywersyjnymi itp.

Problem zagrożeń od dawna interesował badaczy. Ukazało się na ten temat wiele publikacji. Jednak w większości z nich zagadnienie to traktowane było jako zdarzenie lokalne, bez uwzględniania możliwości rozszerzenia się skutków na większym obszarze. Nawet poważne sygnały ostrzegawcze, wskazujące na możliwość zachwiania równowagi ekologicznej w jakimś wskazywanym rejonie, nie były postrzegane jako zapowiedzi czegoś, co może przekroczyć granice regionu czy kraju.

Sytuacja zmieniła się na przełomie lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych wskutek przemian zaszłych w Polsce, które wywarły wpływ na postrzeganie zarówno teraźniejszości, jak i przyszłości. Tym bardziej że wagę problemu potwierdziły wielkie katastrofy – i chociaż zdarzyły się poza granicami naszego kraju, to rzutowały na ocenę zjawiska zagrożeń.

„Bomba" z opóźnionym zapłonem?

Polska jest państwem średniej wielkości. Nie zaliczamy się do potentatów gospodarczych, nie górujemy powierzchnią nad innymi państwami, ani też nie mamy wielkiej liczby mieszkańców. Należymy do grupy państw średnio zaawansowanych technologicznie, chociaż prężnie się rozwijających i postrzeganych w stosunkach międzynarodowych. Za to emitujemy do otoczenia prawie 9 mln ton gazów przemysłowych i pyłów (ok. 10% ogólnej emisji z krajów europejskich), co stawia nas na wcale niezaszczytnym miejscu w czołówce trucicieli otoczenia. Produkujemy rocznie ponad 120 mln ton odpadów przemysłowych i niewiele mniej komunalnych. Z tego bez mała dwa mln ton stanowią odpady toksyczne, a na składowiskach tworzą się nieznane i niebezpieczne związki chemiczne skażające wody podskórne i otoczenie oraz wywołujące zjawisko katastrofy pełzającej.

Jesteśmy krajem wielu kontrastów. Ich animatorem jest nasza gospodarcza działalność. Mamy wiele elementów dobrze zachowanego dziedzictwa przyrody – parki narodowe, rezerwaty, pomniki przyrody i inne – z których kilka znalazło się na liście światowego dziedzictwa biosfery[26]. Jednocześnie mamy prawie trzydzieści obszarów ekologicznego zagrożenia (stanowi to 10% powierzchni kraju i żyje tam około 30% ludności) i kilka obszarów o najbardziej zdegradowanym środowisku w Europie, zwłaszcza Górny Śląsk, Legnicko-Głogowski Okręg Przemysłowy i Karkonosze. Jest to cena, jaką przyszło nam zapłacić między innymi za uprzemysłowienie, kapitałochłonną gospodarkę, „brudny przemysł". Jest to koszt tworzenia nadzwyczajnych zagrożeń środowiska, odbijających się na stabilności ekosystemów, wzroście zagrożeń zdrowia, a nawet życia ludzkiego.

Zakłócenie równowagi ekologicznej wiąże się również z aspektem przestrzennym działalności człowieka. Produkcja o takich samych rozmiarach skupiona na niewielkiej przestrzeni jest znacznie bardziej szkodliwa niż rozproszona na większym terytorium, chociaż ten drugi aspekt sprzyja podczas wojny tworzeniu większej liczby lokalnych zagrożeń środowiskowych. Ponadto koncentracja przemysłu, powodowana dążeniem do obniżania kosztów produkcji, wpływa na powstawanie efektów synergistycznych, wzajemnej interakcji różnych zanieczyszczeń emitowanych do otoczenia w sposób nieumyślny lub jak najbardziej celowy[27]. Uzasadniona wydaje się zatem następująca konkluzja: coraz większe zapotrzebowanie na dobra materialne sprawia, iż obecnie nadzwyczajne zagrożenie środowiska występuje praktycznie we wszystkich krajach świata, a poziom tego zagrożenia pozostaje w ścisłej zależności od osiągniętego poziomu rozwoju przemysłowego.

Jakkolwiek Polska nie jest wyjątkiem wśród państw Europy, jeśli chodzi o liczbę wypadków nadzwyczajnych zagrożeń środowiska, powodowanych głównie przez niebezpieczne substancje chemiczne, wytwarzane, przetwarzane i maga-

---

[26] Na przykład Białowieski Park Narodowy, Słowiński Park Narodowy, Babiogórski Park Narodowy czy rezerwat Jezioro Łuknajno.

[27] Por. P.A. Wodopianow, *Ekologiczeskije posledstwija nauczno-techniczeskogo progresa*, Nauka i Technika, Mińsk 1980 czy W.K. Smitch, *The Economic Consequences of Air Polution*, Ballinger Publishing Co, Cambridge 1976.

zynowane w obiektach gospodarczych oraz transportowane pomiędzy nimi. Spójrzmy na następujące liczby obrazujące sytuację w niezbyt odległej przeszłości. Otóż w 1993 roku służby zrzeszone w Krajowym Systemie Ratowniczo-Gaśniczym interweniowały w 110 tys. wypadków. Z tego niemal 500 było spowodowane przez niebezpieczne substancje chemiczne, a około 300 nosiło znamiona lokalnych zagrożeń ekologicznych. Rok później liczba ta prawie się podwoiła i dalej zwiększała[28].

Gdybyśmy zadali pytanie o liczbę niebezpiecznych substancji chemicznych stosowanych w naszym przemyśle, o odpowiedź byłoby niezmiernie trudno. Liczba ta jest bowiem ogromna, a trudność wynika także z tego, że ich wykorzystanie cechuje ogromna rozpiętość – od skrajnie małych do skrajnie dużych ilości. Toteż ocenę zagrożenia opiera się na wyborze substancji wykorzystywanych najczęściej w różnych dziedzinach naszej działalności przemysłowej i wyróżniających się toksycznością, wybuchowością, samozapalnością itp. Zalicza się do nich: *akroleinę, akrylonitryl, amoniak, chlor, chlorowodór, cyjanowodór, dioksynę, dwusiarczek węgla, dwutlenek siarki, siarkowodór, tlenek etylenu*, a także *kwasy mineralne, ługi* i *cyjanek sodu*. I trzeba powiedzieć, że lista nie jest zamknięta. Wciąż zachodzą w niej zmiany, gdyż zmieniają się opinie o szkodliwości danej substancji. Skonfrontujmy to z dokonaniami minionych kilkudziesięciu lat. W 1965 roku rozporządzenie „W sprawie dopuszczalnych stężeń substancji w powietrzu atmosferycznym" zawierało wykaz zaledwie 15 toksycznych środków przemysłowych. Kilkanaście lat później podobnym aktem prawnym[29] określono już 50 takich chemikalii, a w 1989 roku na liście znalazły się już 303 niebezpieczne substancje[30]. Ze względu na toksyczność i zdolność rozprzestrzeniania się w powietrzu, a także minimalną ilość substancji, powodującą masowe porażenia ludzi i szkody w ekosystemach (lokalne degradowanie) w wypadku wydostania się do otoczenia, za szczególnie niebezpieczne uznano około 100 toksycznych środków przemysłowych. Do najbardziej niebezpiecznych dla ludzi – mogą spowodować nawet śmierć – i dla środowiska ze względu na możliwość jego degradacji zalicza się: silnie toksyczne gazy (skroplone lub sprężone), np. amoniak, chlor, fosgen; pary cieczy toksycznych o niskiej temperaturze wrzenia, np. cyjanowodór, dwusiarczek węgla, chlorek metylenu; ciała stałe oraz ciecze toksyczne o wysokiej temperaturze wrzenia, np. nitrobenzen i anilinę. Niektóre z nich, jak choćby fenol czy chlorek winylu, stwarzają zagrożenie pożarowe, inne, jak fosfor czy siarka, mogą tworzyć mieszaniny wybuchowe. Pośród nich największą „popularnością przemysłową" cieszą się, nie tylko w Polsce: *amoniak, chlor, dwutlenek siarki, kwasy: siarkowy, solny, mrówkowy, octowy*, oraz *wodorotlenki nieorganiczne*, *cyjanek sodu* i *soda kaustyczna*. Są to produkty przemysłu chemicznego wytwarzane w dużych ilościach, toteż na nie zwraca się uwagę przy ocenie poziomu zagrożenia poszczególnych obszarów naszego kraju.

---

[28] Dane Państwowej Straży Pożarnej.

[29] DzU z 1980 r., nr 24 oraz DzU z 1986 r., nr 7, poz. 40.

[30] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 1 grudnia 1989 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, DzU nr 69, poz. 417 z późniejszymi zmianami.

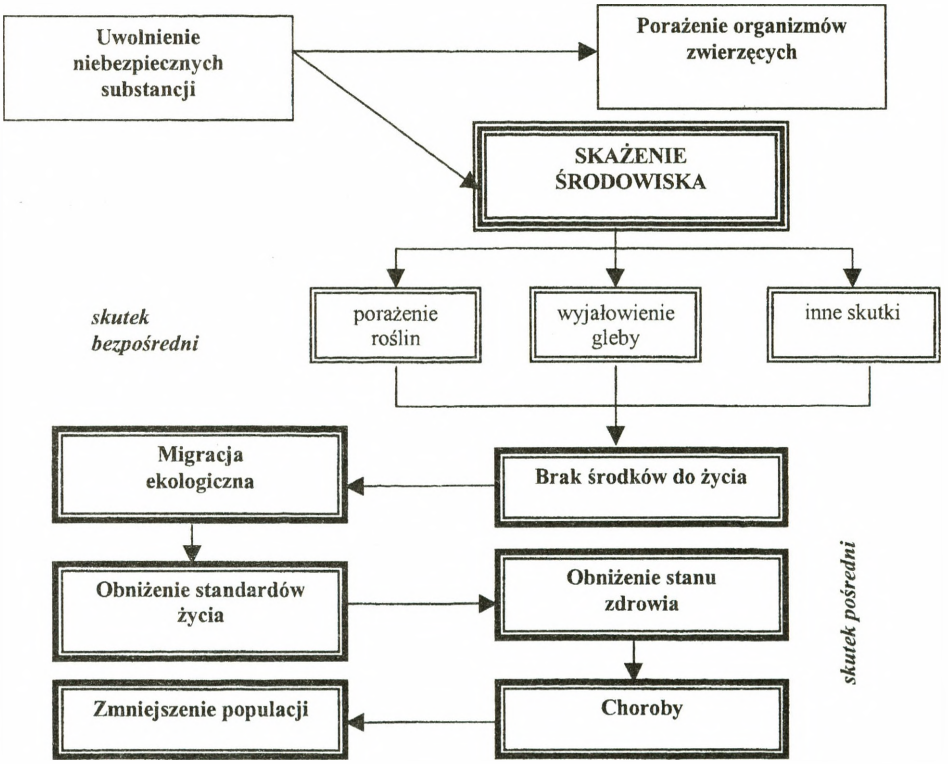
Zarówno w warunkach pokoju, jak i wojny najbardziej niebezpieczne są te substancje chemiczne, które mają zdolność łatwego rozprzestrzeniania się w powietrzu. W naszej codziennej działalności mamy do czynienia z zagrożeniami wywoływanymi emisją TŚP ze źródeł rozmieszczonych w różnych częściach naszego kraju. Jest to nadzwyczajne zagrożenie o charakterze stałym, do czego jesteśmy przyzwyczajeni i przechodzimy obok problemu, jaki stwarza. Ale niekiedy mamy do czynienia z zagrożeniem o charakterze nagłym i niespodziewanym, spowodowanym zbiegiem okoliczności prowadzących do awarii lub katastrofy obiektu, w którym magazynuje się lub przetwarza niebezpieczne substancje chemiczne. Uwolnienie do otoczenia dużych ilości TŚP powoduje wiele różnych skutków tak wobec ludności, jak i środowiska w wyniku formowania się łańcucha przyczynowo-skutkowego, którego ostatnim ogniwem najczęściej jest zmniejszenie populacji ludności znajdującej się w obszarze zagrożenia.

Źródeł zagrożeń nietrudno się doszukać wokół nas. Istnieją one w prężnie rozwijającym się przemyśle chemicznym, którego udział w eksporcie i imporcie jest niebagatelny – wynosi odpowiednio 11% i 16% ogółu eksportu i importu krajowego. Podajmy te dane, by uświadomić potrzebę podtrzymywania rozwoju tego przemysłu mimo wielu kontrowersyjnych ocen jego roli w rozwoju gospodarczym kraju na tle zagrożeń, jakie z sobą niesie.

Źródłami tymi są jednostki gospodarcze. Skupione są w ponad 200 przedsiębiorstwach państwowych i w prawie 14 tys. przedsiębiorstw prywatnych (umiejscowienie decyduje o wielkości źródła i ilości znajdujących się w nim toksycznych środków przemysłowych). Są rozmieszczone w różnych miejscowościach naszego kraju. Przerób substancji chemicznych dokonuje się w sześciu gałęziach przemysłu chemicznego, to jest w przemyśle: rafineryjnym i petrochemicznym, organicznym i nieorganicznym, tworzyw i włókien sztucznych, farb i lakierów, gumowym oraz farmaceutycznym. Budując obraz zagrożenia kraju, wniknijmy jednak głębiej w problem, opierając się na większej liczbie obiektów obracających chemikaliami o różnej masie, zgromadzonych w jednym miejscu.

Niebezpieczne substancje chemiczne są przenoszone przez ruch mas powietrza, w postaci gazu, pary i aerozolu, na różne odległości. Jeżeli chmura skażonego powietrza nie przekroczy granicy strefy ochronnej, zagrożenie traktuje się jako *lokalne*, jeśli granicę tę przekroczy, zagrożenie traktuje się jako *wielkie zagrożenie*[31]. Obecnie na terenie kraju mamy kilkadziesiąt wielkich jednostek gospodarczych, rozmieszczonych przeważnie w już ukształtowanych i kształtujących się aglomeracjach miejskich i miejsko-przemysłowych, traktowanych jako źródło wielkich zagrożeń środowiska, z których 27 obraca chemikaliami gazowymi, 25 ciekłymi i 2 chemikaliami stałymi. Ponadto 26 obiektów magazynuje i przetwarza produkty ropopochodne.

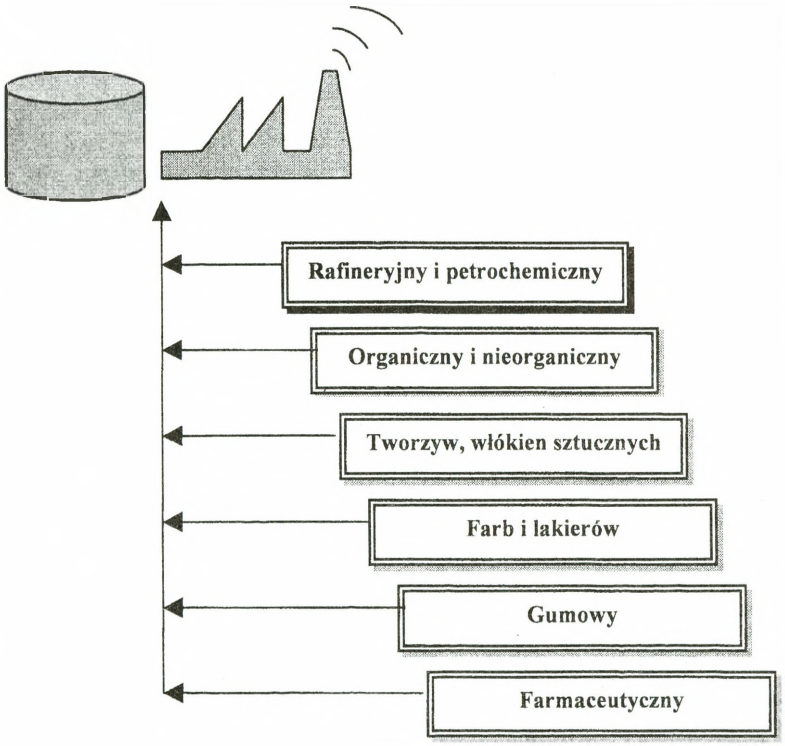
[31] Lokalne zagrożenie odnosi się najczęściej do jednostek gospodarczych obracających niewielkimi ilościami niebezpiecznych substancji chemicznych gazowych, ciekłych i stałych, wielkie zagrożenie do jednostek gospodarczych, w których są magazynowane (przetwarzane) wielkie ich ilości.



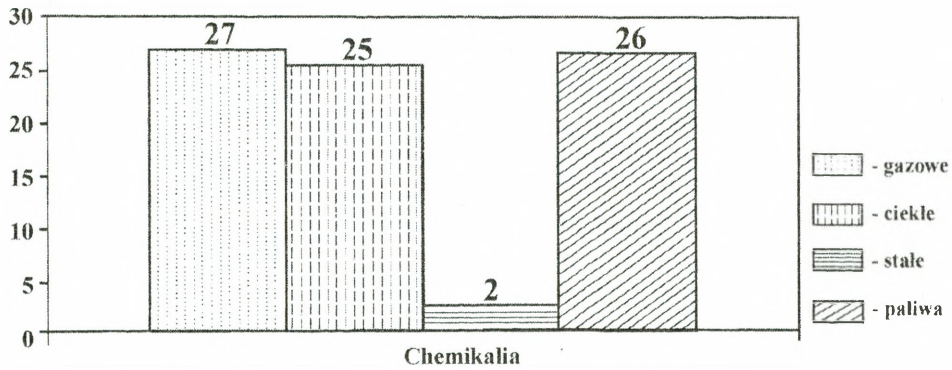
Rys. 24. Skutki uwolnienia niebezpiecznych substancji chemicznych do środowiska

Zdecydowaną większość stanowią jednak zakłady mniejsze, rozmieszczone w różnych województwach w różnej liczbie, będące źródłem nadzwyczajnych zagrożeń lokalnych. Jest ich ok. 1700. Toksyczne środki przemysłowe występują w zakładach przemysłowych w gazowym, ciekłym i stałym stanie skupienia. To daje podstawę do porównań szacunkowych. Otóż w kraju znajduje się prawie 600 obiektów obracających gazowymi produktami chemicznymi, 660 ciekłymi i 91 stałymi.

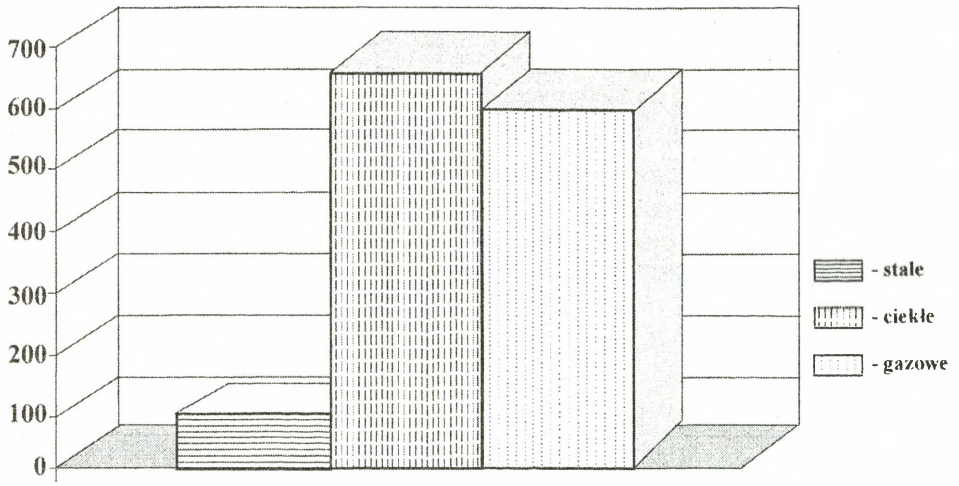
Wśród nich można wyróżnić zakłady specjalizujące się w określonym typie produkcji i wykorzystujące substancje chemiczne, które są albo produktem wyjściowym, albo końcowym procesu technologicznego.



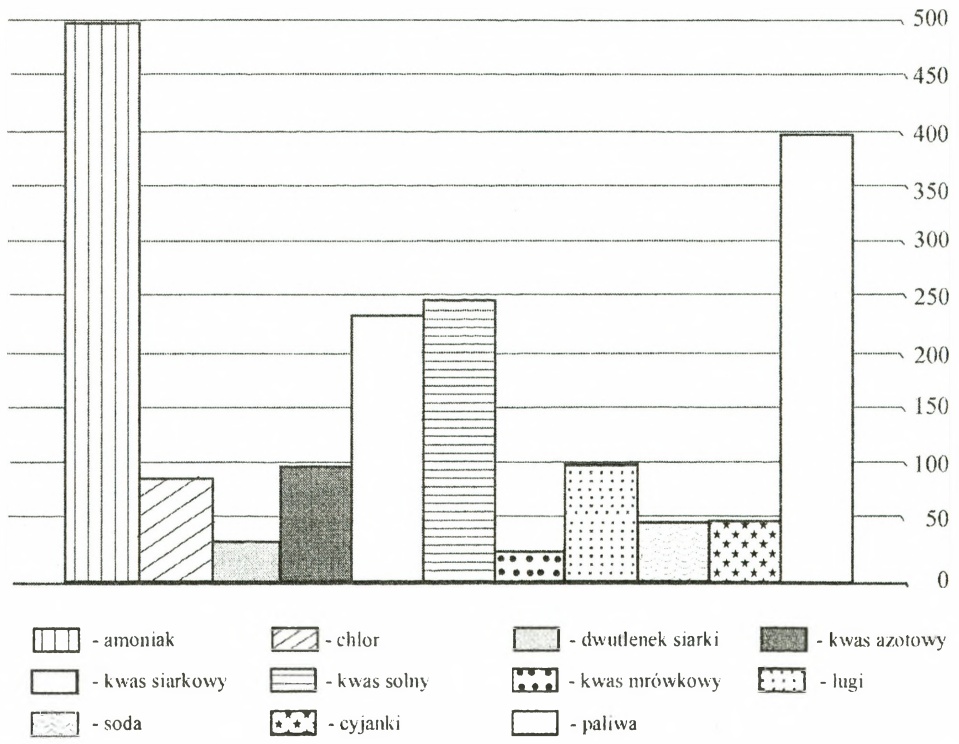
Rys. 25. Gałęzie przemysłu chemicznego w Polsce



Rys. 26. Liczba obiektów gospodarczych w Polsce stwarzających wielkie zagrożenie, obracających chemikaliami gazowymi, ciekłymi i stałymi oraz paliwami

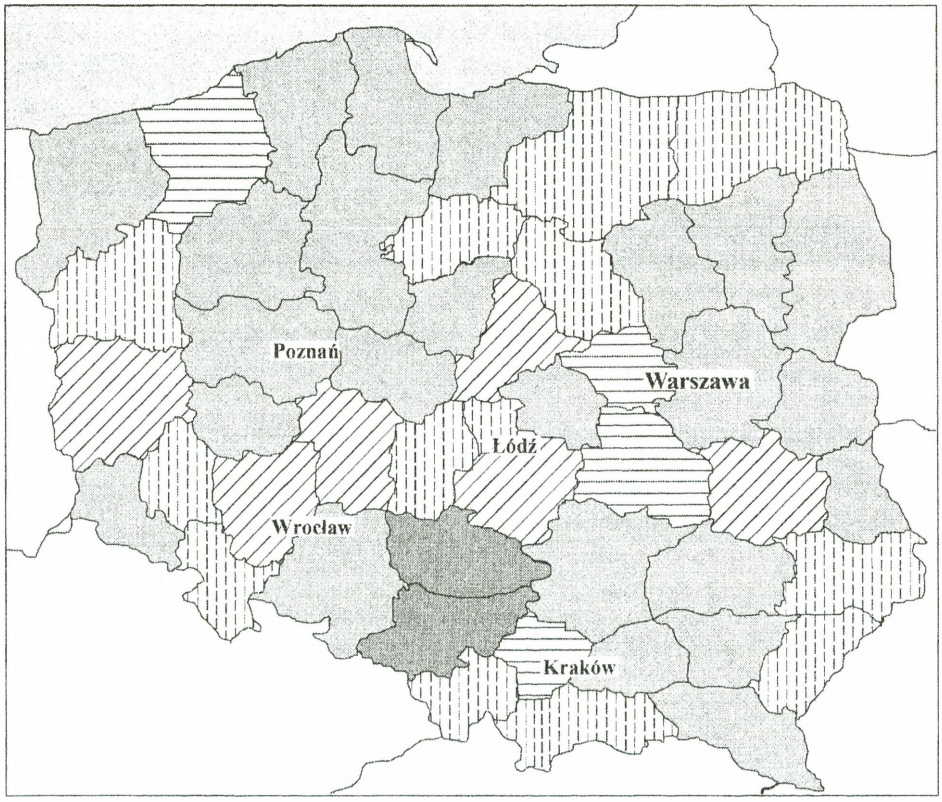


Rys. 27. Liczba zakładów przerabiających najgroźniejsze substancje chemiczne



Rys. 28. Szacunkowa liczba zakładów produkujących różne rodzaje chemikaliów

Okazuje się, że największe niebezpieczeństwo będzie powodować *amoniak* i *chlor* – jako bardzo lotne i niezmiernie toksyczne. Wprawdzie niektóre wielkości wskazują na zdecydowaną przewagę kwasów, jednak nie bierze się ich pod uwagę podczas oceny zagrożeń powietrznych. Kwasy, ługi i cyjanki będą skażać niewielkie obszary terenu – o promieniu kilkudziesięciu metrów od źródła – i ze względu na swą małą lotność tworzyć zagrożenia lokalne.



Rys. 29. Szacunkowa liczba jednostek gospodarczych – potencjalnych źródeł nadzwyczajnych zagrożeń środowiska w dawnych województwach Polski

Wspomnieliśmy wcześniej, że najbardziej niebezpieczne będą zagrożenia powietrzne – niebezpieczna substancja chemiczna przenoszona przez ruch mas powietrza – i że będą je tworzyć przede wszystkim amoniak i chlor, bo są najczęściej wykorzystywane w procesach technologicznych różnych gałęzi przemysłu. Toteż znając ilości tych substancji i miejsca rozmieszczenia zakładów wytwórczych lub przetwórczych, a także kreśląc maksymalne zasięgi skażeń, jakie mogą powstać przy ich nagłym uwolnieniu, uzyskamy prawdopodobny obraz zagrożenia obszaru kraju. Poziom zagrożenia poszczególnych dawnych województw możemy przedstawić, uwzględniając liczbę obiektów znajdujących się na ich obszarze: gdy jest to 15–20 obiektów przemysłu chemicznego, to zagrożenie określimy jako małe, 21–30 obiektów – średnie, 36–45 obiektów – duże, 46–60 i więcej obiektów – bardzo duże.

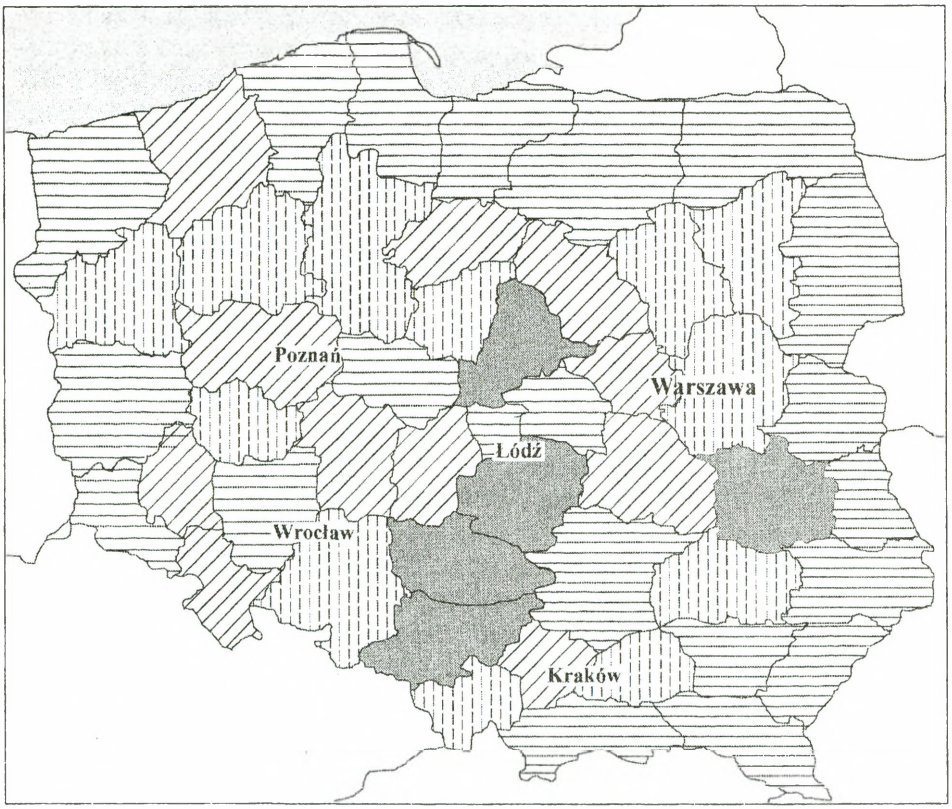
W ten sposób dokonaliśmy oceny nadzwyczajnych zagrożeń ze względu na ich źródła, którymi są zakłady przemysłowe i które mogą, jak już wskazaliśmy wcześniej, zostać celowo lub przypadkowo zniszczone podczas wojny. Ale ocena ta nie będzie pełna, jeżeli nie weźmie się pod uwagę jeszcze innych typów zagrożeń. Oczywiste jest, że w toku wojny nie zamiera życie gospodarcze. Zakłady nadal produkują, ich produkty są transportowane, przemieszczane itp. Tyle że ilość produkowanych dóbr zostanie zredukowana. Nie oznacza to wcale, że zagrożenie zaniknie. Pozostanie nadal aktualne, chociaż o nieco zmniejszonych rozmiarach. Obraz przewidywanych nadzwyczajnych zagrożeń środowiska trzeba dopełnić zagrożeniami pochodzącymi z innych źródeł, a więc z elementów środowiska przekształconego, na które składa się system transportu kolejowego, drogowego i rurociągowego.

Transport kolejowy przewozi niebezpieczne substancje chemiczne po wyznaczonych szlakach kolejowych w obrocie zagranicznym i krajowym. Szacuje się, że liczba przewozów w skali roku wynosi ok. 35 tys. Wykorzystuje się do tego 24 tys. polskich i 6 tys. zagranicznych cystern. Roczny obrót substancjami niebezpiecznymi dochodzi do ok. 14 mln ton, w tym prawie 700 tys. ton substancji szczególnie niebezpiecznych. Zagrożenie dotyczy przede wszystkim ludzi, którzy zamieszkują w pobliżu szlaków kolejowych oraz środowiska w ich otoczeniu. Skutkami awarii i katastrof przy transporcie chemikaliów gazowych może być chmura gazowa i zanieczyszczenie powietrza niosące zagrożenie dla życia i zdrowia, a szkodliwe oddziaływanie może się rozpocząć w czasie kilku minut po wypadku. W przypadku chemikaliów ciekłych istnieje możliwość skażenia gruntu lub wód powierzchniowych powodującego zniszczenie życia biologicznego.

Jeżeli przyjmiemy, że strefa zagrożenia będzie się rozciągać na odległość 3–5 km od torowiska, to w tym obszarze zagrożonych jest stale prawie 6 mln ludności. Za najbardziej zagrożone szlaki kolejowe uznaje się między innymi:

- w komunikacji wewnętrznej te, które przechodzą przez aglomeracje miejskie lub miejsko-przemysłowe, na przykład linia Gdynia–Tarnowskie Góry, obejmująca między innymi Gdynię, Gdańsk, Bydgoszcz, Inowrocław;
- w komunikacji międzynarodowej odcinki kolejowe, na przykład Zgorzelec–Wrocław–Opole czy Kraków–Medyka[32].

[32] J. Ludwiczak, S. Wilczkowiak, *Nadzwyczajne zagrożenia środowiska*, AON, Warszawa 1994, s. 52.



Zagrożenie:

- bardzo duże
- duże
- średnie
- małe

Rys. 30. Szacunkowa ocena zagrożenia obszaru kraju toksycznymi środkami przemysłowymi według dawnego podziału administracyjnego

W przypadku transportu drogowego sytuacja jest trochę zawiła, bo nigdy nie jest możliwe w miarę precyzyjne określenie liczby przemieszczających się po drogach środków transportu. Niemniej jednak można twierdzić, że skutki katastrof drogowych będą podobne do kolejowych, przy czym obszar zanieczyszczony obejmie mniejszą powierzchnię. Rocznie rejestruje się kilkadziesiąt wypadków drogowych, z czego ponad 80% dotyczy transportu autocysternowego paliw,

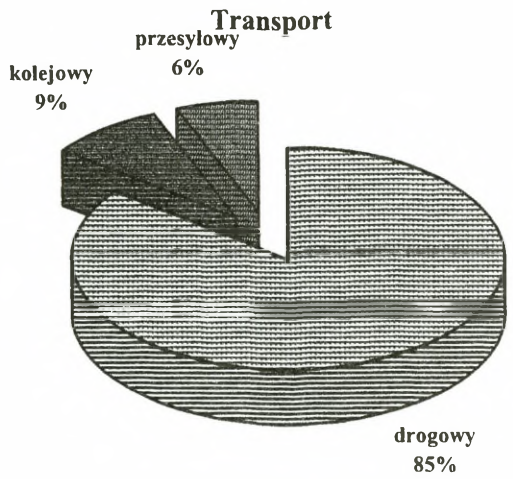
a konsekwencje tych wypadków niosą zagrożenie przede wszystkim dla środowiska wodnego[33].

Transport drogowy stał się dzisiaj najważniejszym środkiem przemieszczania ludzi i materiałów. Skutki jego rozwoju są widoczne w rożnych sferach otoczenia. Jednym z nich jest zniekształcenie naturalnych form powierzchni terenu zarówno przez formy wklęsłe (wykopy), wypukłe (nasypy, mosty, wiadukty), jak i równanie terenu na potrzeby infrastruktury punktowej i powierzchniowej (parkingi, dworce, garaże). Prace ziemne ingerują w strukturę geologiczną podłoża. Na przykład 1 km budowanej obecnie autostrady między Gdańskiem a Cieszynem wymaga przemieszczenia 100 tys. m^3 ziemi, a na całej jej długości (589 km) około 60 mln m^3. Autostradzie będą towarzyszyć 7562 obiekty inżynierskie (mosty, wiadukty itp.) o łącznej długości 34 264 km. W ślad za zmianami w ukształtowaniu powierzchni i strukturze geologicznej następują zmiany w stosunkach wodnych, glebowych i co za tym idzie roślinnych w przyległym do drogi obszarze. W większości wypadków budowa drogi wymaga zabiegów melioracyjnych oraz uregulowania lub nawet zmiany kierunków cieków wodnych. Powoduje to obniżenie lub podniesienie poziomu wód gruntowych, i w rezultacie prowadzi do niekorzystnego osuszenia lub nawodnienia gleb. Zmiany te z kolei wpływają na siedlisko roślinne.

Transport zajmuje znaczne tereny pod urządzenia liniowe (drogi) oraz punktowe (stacje, parkingi itp.). Dla porównania można podać, że kanały żeglugowe wymagają na każdy kilometr około 10 ha powierzchni ziemi, ogromne przestrzenie pochłaniają lotniska, od 200 ha do tysiąca i więcej. Przykładowo lotnisko w Waszyngtonie – 40 tys. ha, w Paryżu (Orly) – 1,8 tys. ha, w Warszawie (Okęcie) – 500 ha, zaś w Gdańsku (Rębiechowo) – 200 ha. Podobnie dużych przestrzeni wymagają porty morskie, i tak np.: Hamburg – 10 tys. ha (część lądowa 4,1 tys. ha), Nowy Jork (suma portów) – 385,8 tys. ha (część lądowa 280,3 tys. ha), Szczecin 1,8 tys. ha (część lądowa 1,25 tys. ha). Najwięcej jednak przestrzeni pochłaniają kołowe ciągi drogowe, zwłaszcza autostrady. Autostrada sześciopasmowa wymaga pasa ziemi o szerokości 50–60 m (5,0–6,0 ha na 1 km długości). Każde bezkolizyjne skrzyżowanie autostrady zajmuje około 16 ha, a infrastruktura (motele, stacje paliw i napraw) 3–4 ha na każde jej 100 km. Na przykład odcinek drogi szybkiego ruchu Piotrków Trybunalski–Częstochowa, długości 91 km, pochłonął 450 ha nowych terenów (4,95 ha na 1 km). W aglomeracjach miejsko-przemysłowych tereny zajęte pod urządzenia transportowe stanowią około 30% ogółu obszarów miejskich i około 60% powierzchni dzielnic centralnych.

Obecnie w Polsce powierzchnia terenów komunikacyjnych wynosi 1 mln ha, co stanowi 3,2% (5,3% użytków rolnych) powierzchni kraju. Najwięcej terenu zajmuje transport drogowy – 978 tys. ha (85%), transport kolejowy – 100 tys. ha (9%) i transport przesyłowy (rurociągi i sieć przemysłowa energii elektrycznej) – 70 tys. ha (6%).

[33] Tamże, s. 54.



Rys. 31. Powierzchnia terenów komunikacyjnych w Polsce

Areał gleb zarówno w Polsce, jak i na świecie zmniejsza się nie tylko w wyniku zajmowania coraz większych powierzchni gleb użytkowych na infrastrukturę transportu, lecz także przez ich przekształcenie wskutek zatruwania związkami toksycznymi powstającymi w następstwie zanieczyszczenia przez motoryzację. Są to zanieczyszczenia stałe, np. sadza, oleje, i gazowe, np. tlenek węgla (CO, CO_2), tlenki azotu (NO_x), tlenki siarki (SO_2, $S0_3$), ołów (Pb), węglowodory, w tym węglowodór aromatyczny 3,4-benzopiren i aldehydy. Na przykład przy dłuższym oddziaływaniu związków ołowiu skażenie ziemi osiąga niemal toksyczny poziom, wskutek ich zdolności kumulowania się w glebie (również w roślinach). Ołów jest pierwiastkiem mało mobilnym, nieulegającym łatwemu przemieszczaniu w głąb gleby, co powoduje, że ulega odkładaniu w przypowierzchniowych partiach profilu glebowego. Najwyższa ilość występuje w poziomie próchniczym. Inny produkt spalania benzyny, dwutlenek azotu, oddziałuje na środowisko bardzo destrukcyjne. W połączeniu z wodą tworzy kwas azotowy, który w działaniu na glebę i rośliny jest np. 10 razy aktywniejszy od tlenków węgla.

Glebę zanieczyszczają także substancje nieorganiczne występujące w procesie transportu (np. cement), pyły ze ścieranych jezdni asfaltowych i opon. Powodują zmiany odczynu gleby (zakwaszenie, alkalizacja), zmiany zawartości mikroelementów, pogarszanie składu chemicznego, zabijanie drobnoustrojów (mikrofauny i mikroflory, w tym bakterii symbiotycznych – tzw. azotobakterii), niezbędnych do podtrzymania w glebie przemian biochemicznych itp.

Większość emitowanych pyłów i gazów osadza się w pobliżu drogi transportowej i wraz z oddalaniem się od drogi stężenie ich maleje. Według szacunkowych danych, w odległości 150 stóp (około 46 m) od krawędzi szosy stężenie zanieczysz-

czeń w powietrzu i glebie może się obniżyć aż o 90%. Zanieczyszczenia pyłowe, a zwłaszcza gazy unoszone są na znacznie większą odległość. Szacuje się, że w 500--metrowym pasie przylegającym do dróg bądź w analogicznym promieniu od obiektów transportowych gleby i szata roślinna na skutek emisji spalin są ciągle zatruwane i ulegają stopniowej degradacji. Tym samym w zasięgu szkodliwego oddziaływania substancji spalin samochodowych znajduje się około 15 mln ha (około 50% powierzchni kraju). Emitowane wraz ze spalinami węglowodory w połączeniu z solą używaną do utrzymywania przejezdnych dróg zimą tworzą trujące cyjanidy, które przenikają do ziemi i żył wodnych. Obecność tlenków siarki i azotu w atmosferze jest przyczyną „kwaśnych deszczów", które są efektem samooczyszczania atmosfery. W troposferze zachodzą reakcje tworzące kwas siarkowy i azotowy:

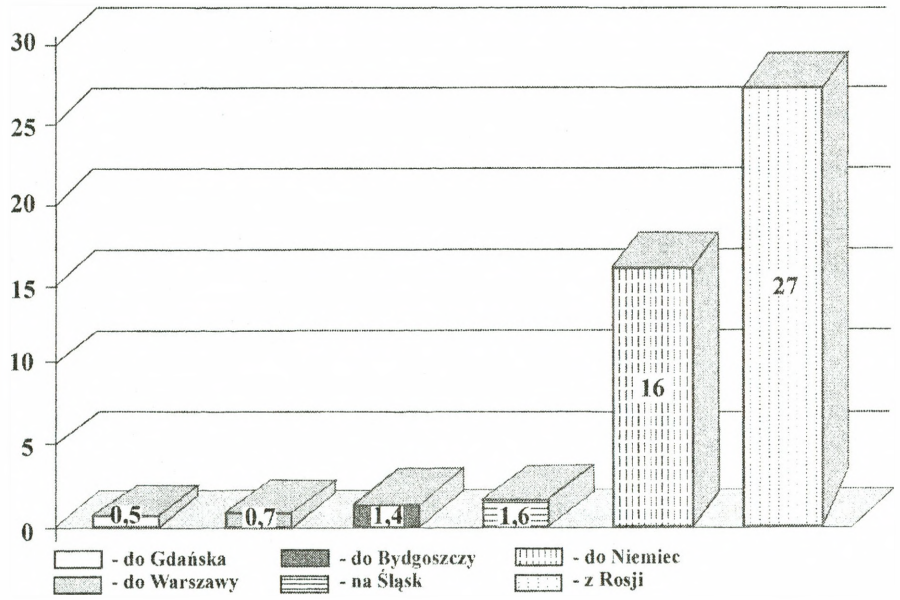
$$O_3 \Rightarrow O + O_2$$

następnie:

$$O + H_2O \Rightarrow 2\ OH$$
$$OH + NO_2 \Rightarrow HNO_3$$
$$OH + NO \Rightarrow HNO_2$$
$$2\ OH + SO_2 \Rightarrow H_2SO_4$$

Stężenie grupy OH w atmosferze jest niewielkie i wynosi 1 część na trylion części powietrza, jednak źródło OH jest niewyczerpalne, ponieważ niektóre reakcje inicjowane grupą OH kończą się regeneracją. Ilość kwasu siarkowego i azotowego powstająca w atmosferze jest zależna jedynie od ilości zanieczyszczeń w atmosferze, które następnie przenikają do chmur. Określona ilość kwasów tworzy się bezpośrednio w kroplach chmur na bazie rozpuszczalnych tlenków siarki i azotu oraz H_2O i OH. Rozmiary kropli skondensowanych kwasów sięgają 0,1–0,2 μm. Cząsteczki wody rozpuszczają się w tych kroplach, w wyniku czego powstaje rozcieńczony kwas siarkowy i azotowy; pH tych kropli spada do 2,0–3,5. Po osiągnięciu przez krople wymiarów krytycznych spadają kwaśne deszcze, których skutkiem jest obniżenie kwasowości i zmiana charakteru chemicznego wód ściekowych przenikających do akwenów. Flora i fauna kwaśnych obszarów wodnych o pH mniejszym niż 6 ulega pogorszeniu, aż do całkowitego wymarcia.

Trochę inaczej wygląda problem nadzwyczajnych zagrożeń środowiska powodowanych przez transport rurociągowy. Przez nasz kraj biegną rurociągi przesyłowe transportujące ropę naftową i inne produkty przemysłu rafineryjnego i petrochemicznego. O ile nie będą one tworzyć, w wypadku awarii i rozszczelnienia, zagrożenia powietrznego i obszarowego – jak to ma miejsce w przypadku produktów gazowych i ciekłych, o tyle niebezpieczeństwa upatruje się przede wszystkim na przejściach rurociągów przez cieki wodne, zwłaszcza przez duże rzeki. Zakłada się, iż mogą powstać awarie osiągające od 3 do 5 tys. ton wycieku z rurociągu, powodujące skażenia wód prawie 70 rzek. Najbardziej zagrożone są: Narew, Bug, Wisła w rejonie Warszawy i Płocka, Warta, Odra w okolicach Poznania, Gorzowa Wielkopolskiego i Krajnika. W warunkach wojny, kto wie czy nie wykorzystanoby takiej sytuacji do tworzenia zapór paliwowo-wodnych uniemożliwiających wojskom pokonywanie przeszkód wodnych, tak jak to miało miejsce chociażby na Kanale Sueskim podczas wojny egipsko-izraelskiej.



Rys. 32. Szacunkowe ilości transportowanych produktów i surowców naftowych w Polsce w skali roku (na przykładzie rafinerii Płock)



Rys. 33. Trasa rurociągu Rosja–Niemcy

Zagrożenia natury chemicznej stanowią element środowiska przekształconego. Ludność naszego kraju, a i wojska w działaniach bojowych będą na nie ciągle narażone. Jest to niebezpieczeństwo, które istnieje i będzie istnieć wokół nas, albowiem wypadki i katastrofy były i będą, tak samo jak mogą wystąpić celowe uwolnienia toksycznych środków przemysłowych w czasie działań wojennych. Toteż nie można pomijać tego zjawiska w jakichkolwiek ocenach, choćby ze względu na rolę w kształtowaniu środowiska w czasie pokoju i na funkcję, jaką może spełnić w ewentualnym konflikcie zbrojnym.

Jeszcze inny problem stanowią pozostałości po drugiej wojnie światowej, zwłaszcza groźba skażeń środowiska przez amunicję chemiczną zatopioną w Bałtyku. Koniec wojny zastał bowiem zwycięskie strony z pełnym arsenałem środków trujących, które z różnych przyczyn nie zostały w niej użyte. Prawdę powiedziawszy, nie było wiadomo, co zrobić z ogromnymi ilościami zdobytych na Niemcach i przejętych od nich bojowych środków trujących o bardzo różnych właściwościach. Duże ilości wysoko toksycznych bojowych środków trujących, takich jak tabun czy sarin i podobne, zostały umieszczone w arsenałach, jednak znaczna część znalazła się na dnie Bałtyku wyrzucona doń celowo. W ten sposób fizycznie pozbyto się pewnych partii amunicji chemicznej, zawierającej między innymi iperyt, nie przejmując się, że za kilka, kilkanaście czy kilkadziesiąt lat wskutek korozji metalowych korpusów amunicji może nastąpić lokalne skażenie wód. Zresztą już kilka lat po wojnie okazało się, jak słuszne były przewidywania o szkodliwości takiego działania.

Już w 1954 roku zanotowano w Polsce wypadki wyłowienia amunicji z iperytem i skażenia rybaków. W późniejszym okresie od czasu do czasu dawały o sobie znać drzemiące na dnie morza śmiercionośne pozostałości wojny, stanowiąc zagrożenie dla rybaków i odcinków wybrzeża, na które morze wyrzucało amunicję i pojemniki wypełnione śmiercionośnymi substancjami chemicznymi. Problem ten jest aktualny do dziś. Wprawdzie był on tematem rozmów prowadzonych na forum międzynarodowym, ale jako trudny i niechętnie poruszany nie został do dzisiaj rozwiązany.

Nie mamy przemysłu jądrowego, ale...

To prawda, nie mamy przemysłu jądrowego, lecz w nie tak odległej przeszłości zostaliśmy jako społeczeństwo poddani ogromnej presji skutków katastrofy siłowni jądrowej w Czarnobylu. Nie szło tu jednak o skutki fizyczne czy genetyczne (jak chcą niektórzy) spowodowane promieniowaniem jonizującym radionuklidów przyniesionych przez ruch mas powietrza nad nasze tereny. O tym, jak się rychło okazało, można mówić tylko w stosunku do obszarów leżących opodal miejsca wypadku. Według oceny specjalistów, po 10 latach od katastrofy czarnobylskiej elektrowni jądrowej, w jej otoczeniu, z powodu choroby popromiennej zmarło blisko 6 tys. osób, ponad 30 tys. zostało inwalidami. Wprawdzie wtedy, kiedy nastąpiła

katastrofa, chmura promieniotwórcza, która rozprzestrzeniła się nad Białorusią, Ukrainą, Rosją, Litwą, Estonią, Łotwą, Finlandią, Polską i kilkoma innymi krajami, naraziła na działanie promieniotwórczego cezu (Cs-137) prawie 150 mln osób. Jednak szacuje się, że najwięcej ucierpieli mieszkańcy Białorusi – ok. 2,5 mln osób. Ocenę taką podaje się w związku z notowaniami dużej liczby zachorowań na raka tarczycy (1–2 osoby na 10 tys. badanej populacji). W 1994 roku zoperowano ponad 200 przypadków nowotworu tarczycy u dzieci. Z badań naukowców japońskich wynika, że na tysiąc dzieci urodzonych na Białorusi 7 rodzi się z patologicznymi zmianami narządów wewnętrznych.

Punkt widzenia na zagadnienia zagrożenia w naszym kraju bezpośrednio po wybuchu kształtowano – naszym zdaniem – przez zwiększenie liczby często z sobą sprzecznych informacji, które pozostawiły ślad w psychice ludzi, prowadząc do stresów i umacniania kompleksu Czarnobyla. Doszło także do pojawienia się trudnych do rozwiązania problemów ochrony i bezpieczeństwa spowodowanych nagłym transgranicznym przemieszczeniem się szkodliwych promieniotwórczych zanieczyszczeń. Ta sytuacja wymusiła potrzebę postrzegania w inny niż dotychczas sposób obiektów energetyki jądrowej. Bo oto okazało się nagle, że w nie tak odległym otoczeniu, poza granicami naszego kraju, drzemią uwięzione w reaktorach i zaprzęgnięte do pracy potężne siły, które mogą zostać wyzwolone czy to przez wadliwe technologie, czy to przez błędy człowieka, czy to wreszcie przez inne przyczyny prowadzące do ryzyka technicznego. Tego lekceważyć nie sposób, tym bardziej że obiekty takie musimy postrzegać tak samo w czasie pokoju, jak wojny.

Ujmowanie problemów zagrożeń radiacyjnych pochodzenia wojennego (broń nuklearna) czy przemysłowego (obiekty energetyki jądrowej) przypomina trochę szale u wagi, na których leżą oba wymienione elementy. Zarówno jeden, jak i drugi czynnik zagrożenia rozwijały się obok siebie w takim samym okresie. I o ile w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych cięższą była szala z bronią jądrową – decydowało znaczenie, jakie jej nadawano w czasach wojennej doktryny „tarczy i miecza" i „elastycznego reagowania" bez względu na ogrom i rozpiętość negatywnych skutków, o tyle w miarę doskonalenia typów tej broni i sprowadzania jej do rangi broni niższego szczebla – obecny okres – szale się zrównały. Trzeba było dopiero katastrof w Three Mile Island (USA) czy w Czarnobylu (Ukraina), by punkt ciężkości zainteresowań przechylił się w stronę zagrożeń pochodzących od obiektów energetyki jądrowej.

Rozpatrując zagadnienie zagrożeń Polski, trzeba wskazać na znajdujące się w sąsiedztwie naszego kraju elektrownie atomowe, w których pracuje kilkadziesiąt atomowych reaktorów energetycznych. Oczywiście – jak każde urządzenie – nie są one niezawodne, mimo zaawansowanych rodzajów zabezpieczeń ich pracy. Toteż zawsze można mówić o ryzyku technicznym (nigdy nie będzie idealnej bezpiecznej instalacji przemysłowej), spowodowanym procesami technologicznymi, wzmaganym jeszcze niefrasobliwością czy wręcz błędami ludzi obsługujących te urządzenia, prowadzącym wprost do awarii czy wręcz katastrofy. Jeśli do tego dodamy ewentualność czy sabotażu czy akcji terrorystycznych w obiekcie jądrowym, czego byliśmy postronnymi świadkami na przykładzie elektrowni atomowej Ignalino na

Litwie, wtedy jawi się nam obraz prawdopodobnych konsekwencji spowodowanych przez substancje promieniotwórcze tworzące mieszaninę reaktorową.

A przecież codziennie żyjemy pod presją nadzwyczajnych zagrożeń radiacyjnych, powodowanych przez naturalne i sztuczne radionuklidy. Ale do tego jesteśmy przyzwyczajeni i trochę – śmiemy twierdzić – uodpornieni. Na Ziemi, od momentu jej powstania, występują naturalne źródła promieniowania. Są nimi promieniowanie kosmiczne oraz naturalne izotopy promieniotwórcze znajdujące się w atmosferze, litosferze, hydrosferze i biosferze. Oprócz nich występują źródła zagrożeń radiacyjnych, stwarzanych przez człowieka w toku zagospodarowania przyrody i rozwoju przemysłu, który mu służy. Najwięcej promieniotwórczych pierwiastków zgromadzonych jest w ziemi na głębokości nie większej niż 65 cm. Promieniotwórczość wody zależy od koncentracji substancji promieniotwórczych w glebie i od stopnia ich rozpuszczalności oraz poziomu jej mineralizacji (stąd wyższy poziom w wodach morskich). Najwyższą aktywność wykazują muły denne, chociaż i tu występują określone różnice. Promieniotwórczość naturalna roślin pochodzi od zawartych w nich radionuklidów naturalnych, a jej poziom może być różny dla poszczególnych gatunków w tym samym środowisku. Aktywność naturalna radionuklidów w żywności pochodzenia zwierzęcego jest bardzo mała; na poziomie lub poniżej poziomu wykrywalności.

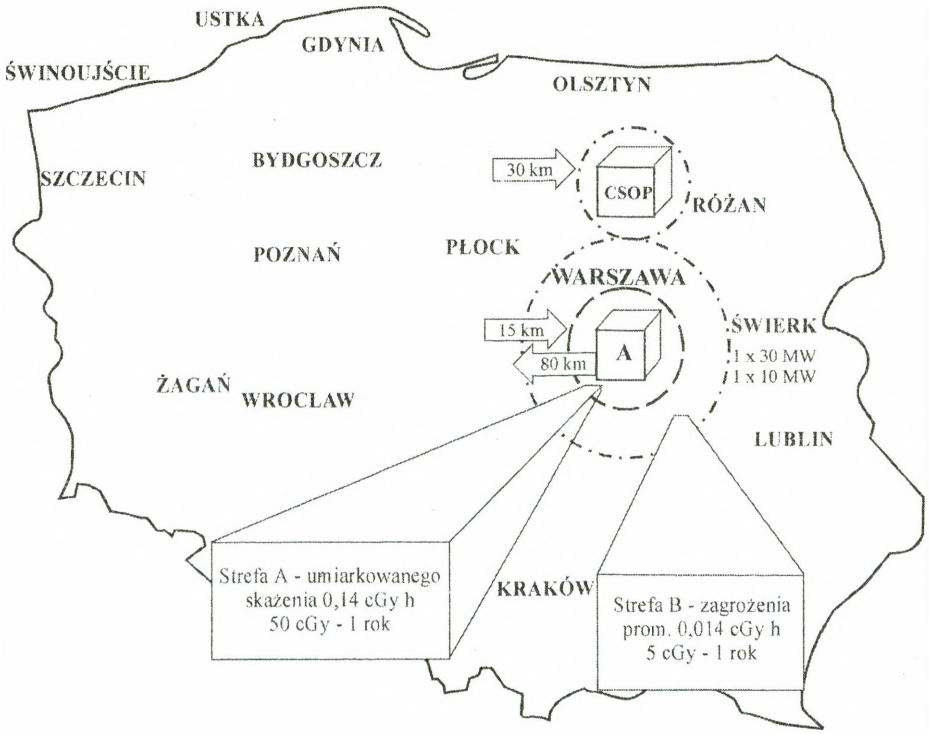
Tabela 7. Aktywność wybranych naturalnych radionuklidów w glebie

Radionuklid	Czas połowicznego rozpadu	Emitowane promieniowanie	Aktywność Bq/m^2
radon 222	3,6 dni	alfa	3×10^1
tryt (H-3)	12,4 lat	beta	3×10^1
węgiel 14	5730 lat	beta	5×10^3
rad 226	1600 lat	alfa + gamma	1×10^4
tor 232	1×10^{10} lat	alfa + gamma	1×10^4
uran 238	$4,5 \times 10^9$ lat	alfa + gamma	1×10^4
rubid 87	$4,7 \times 10^{10}0$ lat	beta	5×10^4
potas 40	$1,3 \times 10^9$ lat	beta + gamma	2×10^5
pozostałe		3×10^5	

Źródło: *Radioactive fallout in food and agriculture*, International Atomic Energy Agency, IAEA-TEDOC-494, Vienna 1989.

W naszym otoczeniu może jednak wystąpić zagrożenie przekraczające wartości ustanowionych norm napromieniowania. Zagrożenie, które może mieć miejsce w czasie pokoju i w czasie wojny. Zarówno w jednym, jak i w drugim okresie to działanie człowieka, celowe czy przypadkowe, będzie przyczyną uwalniania do otoczenia skażeń radiacyjnych. Zatem można wyszczególnić źródła zagrożenia środowiska, przypisując je do odpowiednich okresów tej działalności. W warunkach pokojowych zagrożenie skażeniami radiochemicznymi może pochodzić z: awarii

reaktorów jądrowych lub awarii (katastrof) w zakładach produkcji paliw jądrowych i reaktorowych; rozszczelnienia opakowań z izotopami promieniotwórczymi przewożonymi legalnie i nielegalnie przez obszar kraju; niewłaściwej gospodarki odpadami promieniotwórczymi, zwłaszcza związkami uranu i toru (traktowanymi jako odczynniki chemiczne) o właściwościach promieniotwórczych; spalania dużych ilości kopalin (węgiel kamienny i brunatny); używania w produkcji materiałów budowlanych pyłów i żużli powstałych po spalaniu węgla; niekontrolowanego wykorzystywania materiałów pokopalnianych do budowy budynków mieszkalnych i gospodarczych oraz dróg, nasypów kolejowych itp.



Rys. 34. Prawdopodobne zagrożenie promieniotwórcze od źródeł wewnętrznych w Polsce – Instytut Badań Jądrowych w Świerku i Centralna Składnica Odpadów Promieniotwórczych w Różanie

W warunkach wojennych oprócz wyżej wymienionych źródeł może występować dodatkowo zagrożenie środowiska naturalnego skażeniami radiochemicznymi, spowodowane: prowadzeniem działań bojowych z użyciem broni jądrowej i neutronowej; celowym niszczeniem techniki jądrowej – reaktory w elektrowniach, reaktory doświadczalne, zakłady produkcji i wzbogacania materiałów jądrowych; zatapianiem okrętów z napędem jądrowym. Poważnym źródłem skażeń promieniotwórczych mogą być wielkie awarie reaktorów jądrowych, których produkty

rozszczepienia gromadzące się w paliwie reaktorowym stanowią źródło zagrożenia radiacyjnego. Wyrzucone wskutek wybuchu termiczno-chemicznego osadzają się na powierzchni ziemi, tworząc obszar skażeń promieniotwórczych. W zależności od czasu i miejsca wypadania materiału radioaktywnego rozróżnia się *wczesny opad lokalny* (skażenie powierzchni ziemi w ciągu 24 godzin od wybuchu) i *późny opad dalekiego zasięgu* (realizujący się w czasie wielu miesięcy od wybuchu).

Tabela 8. Radionuklidy uwalniane do środowiska wskutek awarii reaktora jądrowego

Radionuklid	Czas połowicznego rozpadu	Emitowane promieniowanie	Stopień zagrożenia produktów żywnościowych
bar 140	13 dni	beta + gamma	mały
węgiel 14	5568 lat	beta	mały
cer 144	284 dni	beta + gamma	mały
cez 134	2 lata	beta + gamma	duży
cez 137	30 lat	beta + gamma	bardzo duży
chrom 51	28 dni	beta + X	bardzo duży
kobalt 60	5,2 lat	beta + gamma	bardzo duży
jod 131	8,1 dni	beta + gamma	bardzo duży
żelazo 55	2,6 lat	X	bardzo duży
żelazo 59	45 dni	beta + gamma	bardzo duży
krypton 85	10,8 lat	beta + gamma	mały
molibden 99	66 godzin	beta + gamma	bardzo duży
neptun 239	2,35 dni	beta + gamma	mały
pluton 238	24 000 lat	gamma	mały
ruten 103	39,5 dni	beta + gamma	duży
ruten 106	368 dni	beta + gamma	duży
srebro 111	dni	beta + gamma	mały
stront 89	52 dni	beta + gamma	bardzo duży
stront 90	28 lat	beta	bardzo duży
tantal 182	115 dni	beta + gamma	mały
tellur 132	78 godzin	beta + gamma	mały
tryt (H 3)	12,5 lat	beta	bardzo duży
cynk 65	245 dni	beta + gamma	bardzo duży
cyrkon 93	1,5 roku	beta + gamma	mały
cyrkon 95	65 dni	beta + gamma	mały
ksenon 133	5,24 dni	beta + gamma	mały

W opadach tych dominują radionuklidy długożyciowe, zwłaszcza Sr-90 i Cs-137 biorące udział w łańcuchu pokarmowym. Doświadczenia zdobyte podczas próbnych wybuchów jądrowych oraz awarii obiektów energetyki jądrowej połączonych z wyrzutem produktów reaktorowych pozwoliły na opracowanie matematycznego

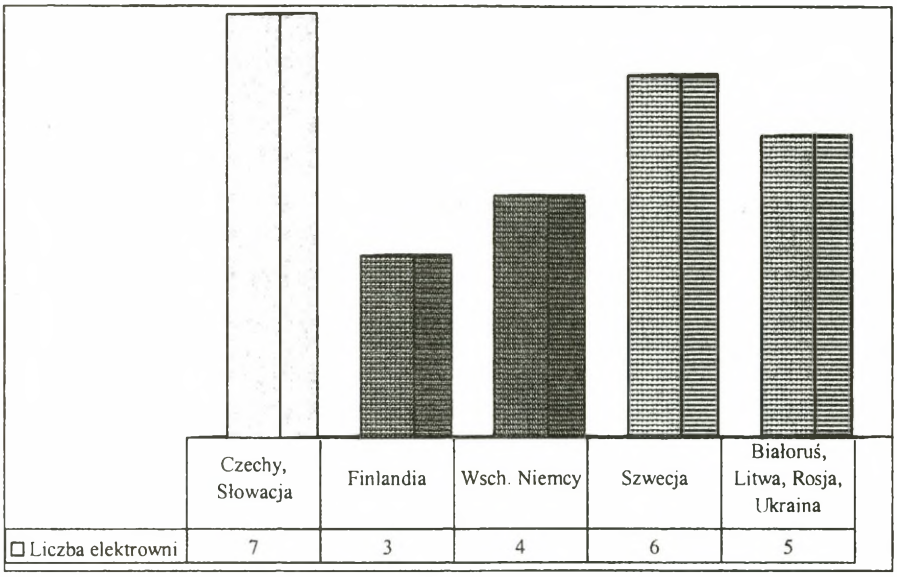
modelu rozprzestrzeniania się nieważkiej domieszki zanieczyszczeń radiacyjnych w atmosferze z punktowego źródła. Uwzględnia się w nim wiele parametrów, w tym szczególnie czynniki atmosferyczne, które decydują o kształcie, zasięgu i położeniu strefy skażeń oraz o poziomie zagrożenia mierzonego dawką promieniowania pochłoniętego w ciągu roku po awarii.

Tabela 9. Wybrane parametry stref skażeń promieniotwórczych po awarii obiektu jądrowego z wyrzutem mieszaniny reaktorowej

Strefa	Dawka pochłonięta w ciągu roku, w cGy (środek strefy)	% uwolnienia mieszaniny reaktorowej	Typ reaktora	
			RBMK – 1000	WWER – 1000
			prędkość średniego wiatru 10 m/s	
			zasięg w km	
zagrożenia promieniotwórczego M	16	10	272	110
		30	482	274
		50	619	369
umiarkowanego skażenia A	160	10	60	19
		30	135	53
		50	184	79
silnego skażenia B	866	10	11	–
		30	25	5
		50	36	10
niebezpiecznego skażenia C	2740	10	–	–
		30	12	-
		50	17	0,57
szczególnie niebezpiecznego skażenia D	9000	10	–	–
		30	–	–
		50	–	–

Niebezpieczeństwa skażeń terytorium Polski substancjami promieniotwórczymi należy upatrywać w awariach lub uszkodzeniach reaktorów jądrowych bądź awariach w zakładach wzbogacania paliw jądrowych znajdujących się w bezpośredniej bliskości naszych granic, a więc: w Niemczech, Czechach i Słowacji, na Ukrainie, Białorusi, Litwie, w Rosji i Szwecji.

Poddając symulacji komputerowej parametry obiektów energetyki jądrowej pracujących w krajach otaczających Polskę, uzyskamy przewidywany obraz zagrożeń skażeniami promieniotwórczymi. Na rysunku ukazano taką sytuację w czasie pokoju, określoną zasięgami stref zagrożenia promieniotwórczego, w których trzeba ograniczyć przebywanie ludzi oraz prowadzić kontrolę radiologiczną i dozymetryczną, a także zapewnić ochronę dróg oddechowych.



Rys. 35. Obiekty energetyki jądrowej w państwach otaczających Polskę



Rys. 36. Przewidywana sytuacja zagrożenia promieniotwórczego obszaru Polski (zasięg stref skażeń) spowodowana ewentualnymi wypadkami obiektów energetyki jądrowej w krajach ościennych

Człowiek zatracił zdolność do przewidywania i zapobiegania. Na koniec zniszczy Ziemię.

Albert Schweitzer

WOJNA A ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE

WZAJEMNE POWIĄZANIA

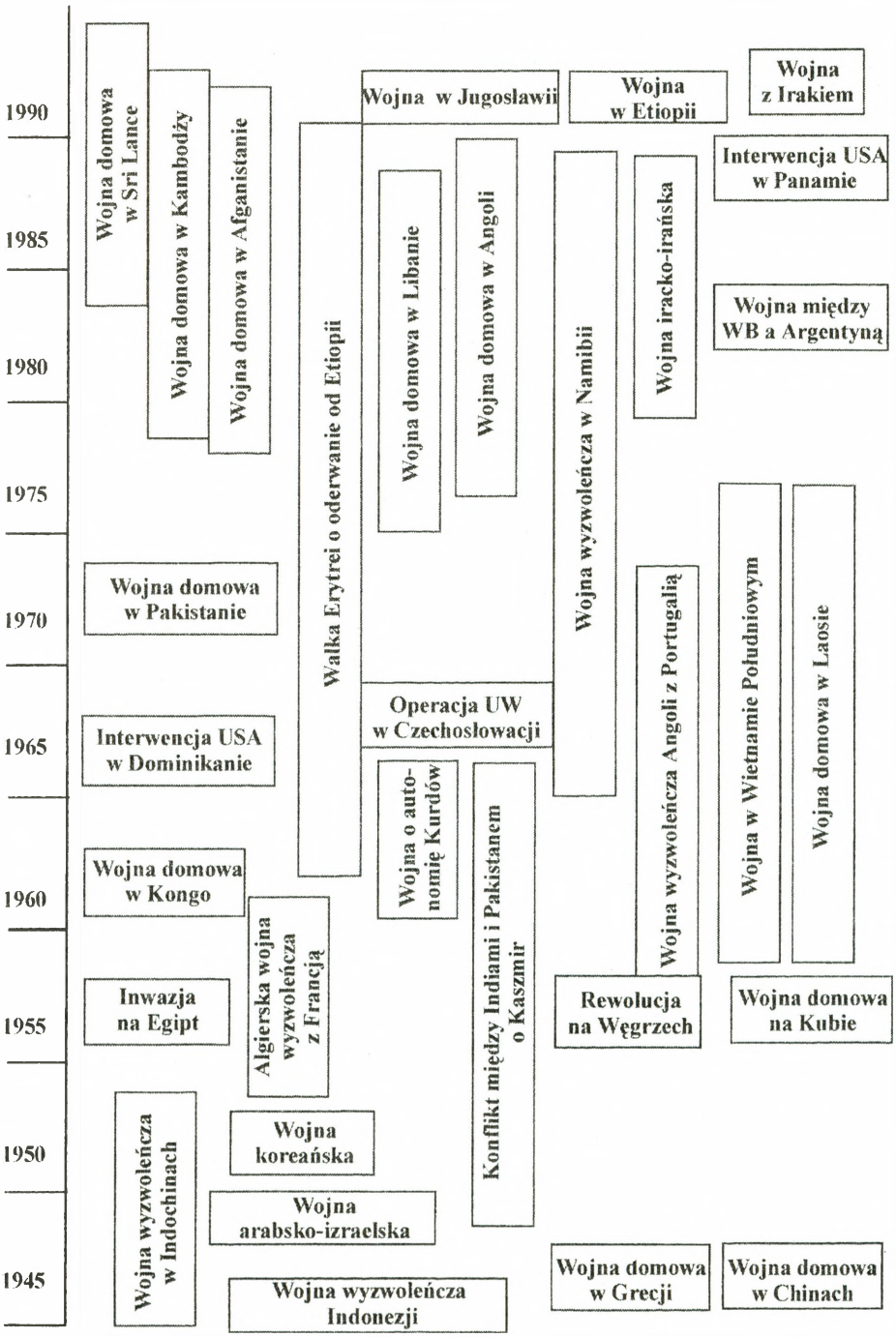
Jest faktem, że wiele myśli kierowało się i kieruje ku potrzebie likwidacji wojny. Zawsze jednak odbywało się to wtedy, gdy ktoś doświadczył skutków konfliktu zbrojnego czy interwencji zbrojnej. Najpierw działania przeciwko wojnie prowadzone są intensywnie, później zmniejszają swój rozpęd i rozmywają się w gąszczu różnych problemów narzucanych przez otaczającą nas rzeczywistość, by w końcu zaniknąć.

Niemniej jednak póki będą istnieć armie problem wojny pozostanie nadal otwarty, tak jak otwarte pozostanie zagadnienie ich wpływu na środowisko. Wystarczy sobie uzmysłowić, że od 1945 roku nie było na świecie spokoju – stale wybuchały i gasły konflikty zbrojne, stale podejmowano i toczono krótko- lub długotrwałe wojny. Na przestrzeni lat, począwszy od pierwszego konfliktu światowego – pierwszej wojny światowej – określanego mianem wojny totalnej, przez drugą wojnę światową aż do czasów nam bliskich, stale dowodzono o potrzebie wyzbywania się stereotypów dotyczących charakteru wojny, zależności polityczno-militarnych państw czy strategii działania[34]. Przekonano się także o ogromie szkód w środowisku, spowodowanych stosowaniem najróżniejszych rodzajów broni, z bronią masowego rażenia włącznie. Nie ulega wątpliwości, że kwestie gospodarcze były w większości wojen podłożem konfliktów, a niejeden raz wyznaczały cel prowadzonych operacji czy kampanii wojennych.

Będzie to nadal naturalna zależność, armie bowiem wymagają wielostronnego zabezpieczenia, a ludność spełnienia potrzeb ochronnych i obronnych. Można to zapewnić jedynie przez odpowiedni rozwój gospodarczy państwa, a więc wtedy, kiedy przemysł wykorzystujący różne technologie produkcyjne będzie się rozwijał dynamicznie – tak pod względem jakości, jak i ilości produkcji.

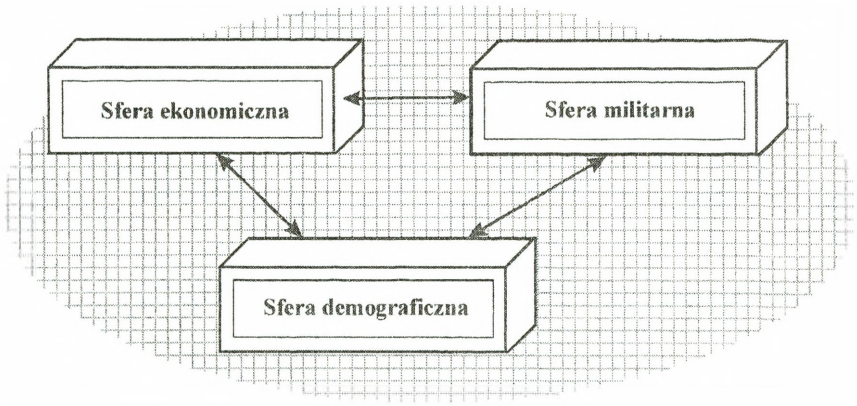
Wynika z tego niepoślednia rola przemysłu, albowiem sfera ekonomiczna, której jest motorem napędowym, zawsze decydowała i decyduje tak o wielkości, jakości, jak i o wartości potencjału obronnego państwa. Istnieje jednak podstawowe – co pragniemy podkreślić – sprzężenie sfery ekonomicznej ze sferą demograficzną, a konkretnie ze zmianą socjologiczną, jaką jest urbanizacja. Przemysł i jego obiekty gospodarcze stanowią element przestrzennego zagospodarowania kraju, co z kolei jest powiązane ze sferą militarną w tym sensie, że redukuje otwarte przestrzenie

[34] *Bezpieczeństwo Polski w zmieniającej się Europie*, Wyd. Adam Marszałek, Warszawa–Toruń 1994.



Rys. 37. Wybrane wojny i konflikty zbrojne po drugiej wojnie światowej - do 1990 roku

dogodne do prowadzenia ewentualnych działań bojowych. Do tego trzeba dodać wzajemne związki z otaczającym środowiskiem; w nim odbywają się wszelkie procesy gospodarcze, w nim toczą się wojny.



Rys. 38. Związki między sferami decydującymi o poziomie obronnym państwa

Te właśnie wzajemne powiązania decydują o rozmachu przestrzennym działań wojennych oraz odgrywają znaczącą rolę w przygotowaniu obronnym i gotowości obronnej całego państwa. Wywierają więc wpływ na treść strategii, w której uwzględnia się: geopolityczne położenie kraju, możliwe kierunki rozwoju bezpieczeństwa państwa, prawdopodobny charakter działań wojennych itp., a także doświadczenia wynikające z oceny współczesnych konfliktów militarnych i sytuacji kryzysowych. Założenia koncepcji (doktryn) wojennych wyznaczają państwu zadania do wykonania w czasie pokoju i wojny. W okresie pokoju dotyczą one przede wszystkim uzyskania odpowiedniej siły obronnej, zapewniającej skuteczne odstraszanie potencjalnego przeciwnika (!), a w razie potrzeby odparcie agresji. Pośród nich znajduje się potrzeba przygotowania obronnego gospodarki państwa i innych związanych z nią dziedzin do wojny[35]. Jeśli tak, to jej zaspokojenie trzeba rozpatrywać dwuaspektowo: z punktu widzenia spełnienia materialnych potrzeb niezbędnych potencjałowi wojennemu i z punktu widzenia przygotowania obronnego infrastruktury – miast, miejscowości i obiektów wielkoprzemysłowych.

Nie ulega wątpliwości, że skala potrzeb będzie zawsze większa od możliwości ich pokrycia przez przemysł pracujący na cele obronne, łącznie z jego mocami rezerwowymi i nagromadzonymi zapasami. Wymaga to wzrostu mocy wytwórczych gałęzi przemysłu zaangażowanego w produkcję na cele wojny. To zaś prowadzi do wniosku, że jego obiekty mogą się stać celem ataku prewencyjnego bądź nastawionego na ich zniszczenie i tym samym obniżenie możliwości obronnych państwa. Patrząc na wojnę jako na zjawisko społeczne, widać, że jest ona zawsze

[35] B. Balcerowicz, *Koncepcja strategicznej obrony Polski*, „Myśl Wojskowa" 1992, nr 3.

ogromnym zagrożeniem dla społeczeństwa i dla człowieka stanowiącego element ekosystemu. Widać także, iż niesie ogromny ładunek zwiększonego ryzyka nadzwyczajnych zagrożeń środowiska. W odróżnieniu od czasu pokoju, w okresie działań wojennych trzeba się liczyć z powstawaniem zagrożeń powodowanych albo umyślnie, albo przypadkowo. Chodzi o to, że bezpieczeństwo państwa zagrożone przez wojnę obejmuje kwestie tak militarne i polityczne, jak i aspekty gospodarcze, społeczne, etniczne i ekologiczne.

Sprawy gospodarcze i ekologiczne są z sobą ściśle powiązane, albowiem o potencjale obronnym państwa decyduje – co wskazano poprzednio – poziom jego przemysłu. W jego obiektach przetwarza się i magazynuje duże ilości niebezpiecznych substancji. Jeśli zatem nastąpi zniszczenie zakładów przemysłowych – stanowiących trzon gospodarki i decydujących o samowystarczalności obronnej kraju – po to, by obniżyć potencjał militarny obrońcy i tym samym przybliżyć cel toczonej wojny, to nastąpi eksplozja zagrożeń o zgoła nieokreślonych poziomach i skutkach. Jeszcze więcej sensu widać w rozpatrywaniu zagrożeń wojennych z punktu widzenia roli środowiska w konflikcie wojennym. Śmiemy twierdzić, że nie osiągnie się odpowiednich zdolności produkcyjnych wtedy, gdy będzie zniszczone środowisko człowieka. Ono wpływa na jakość życia społeczeństwa i działalność bojową wojsk, ono także ułatwia lub utrudnia walkę zbrojną, ono wreszcie, zdegradowane lub zdewastowane, stanowi bezpośrednie zagrożenie życia i zdrowia ludności i wojska. Koło się zamyka. A te nad wyraz widoczne zależności podkreśla jeszcze fakt, że skutki transgranicznych nadzwyczajnych zagrożeń środowiska mogą być zarzewiem dalszych konfliktów.

Z rozważań teoretycznych wspartych doświadczeniami z minionych wojen i konfliktów zbrojnych wynika, że ryzyko nadzwyczajnych zagrożeń będzie największe w początkowym stadium działań wojennych. Chaos typowy dla początkowego okresu wojny czy akty dywersji i sabotażu skierowane przeciwko obiektom zaplecza przemysłowego będą sprzyjać jego rozwojowi. Do tego dodajmy celowe akty niszczenia obiektów gospodarczych zgodnie z zasadą „mienie za mienie" i obraz ryzyka społecznego i ekologicznego jest nad wyraz oczywisty. A obraz ten jest budowany przez czynniki rozwoju społecznego, które bardzo szybko mogą w warunkach wojny obrócić się przeciwko całej ludności walczącego państwa. Strategia wojny – bo na takim szczeblu trzeba rozpatrywać zagrożenia ekologiczne – zakłada, że prawdopodobne działania wojenne będą się toczyć na obszarze własnego kraju. Można przypuszczać, mając na uwadze obiekty przemysłowe, iż jeśli w czasie pokoju liczyć się trzeba z możliwością zaistnienia, chociaż sporadycznie, wielkich awarii mających znamiona nadzwyczajnego zagrożenia środowiska, to w czasie wojny zagrożenia te staną się codzienną rzeczywistością. Tym bardziej że – jak zasugerowaliśmy poprzednio – o niszczeniu elementów infrastruktury militarnej i gospodarczej będzie decydował zarówno przypadek, jak i (kto wie czy nie częściej) celowa wojenna działalność walczących stron. Próba dokonania akcji terrorystycznej w elektrowni atomowej Ignalino na Litwie w 1995 roku wskazuje na wagę tego problemu. Podkreślają go też wcześniejsze, sprzed 1989 roku, już na szczęście zawie-

szone loty treningowe lotnictwa NATO, których celem były obiekty różnych gałęzi przemysłu w niektórych państwach Europy. Piszemy na szczęście, gdyż niektóre pozorowane ataki kończyły się katastrofą samolotu, nierzadko w niewielkiej odległości od obiektu przemysłowego będącego ich celem.

Naszym zdaniem, warto podkreślić, że historia wojen daje wiele przykładów wykorzystania w czasie wojny skutków czy to katastrof urządzeń hydrotechnicznych, czy stosowania niebezpiecznych substancji, pomijając skutki ewentualnego zagrożenia od broni jądrowej czy chemicznej. Oto w trakcie drugiej wojny światowej dla celów militarnych były wielokrotnie niszczone zapory wodne. Powstające przy tym fale zalewowe niszczyły zarówno środowisko przyrodnicze, jak i środowisko przekształcone, czyli drogi, mosty, linie kolejowe itp. Na przykład 17 maja 1943 roku została zniszczona zapora wodna Mohn w Niemczech. Obiekt o wysokości 40 m zbombardowano, gdy zbiornik był napełniony. Fala powodziowa o wysokości 10 m spowodowała śmierć 1,2 tys. ludzi, spustoszenie ogromnych obszarów i zerwanie wszystkich mostów w odległości 50 km od zapory. W 1983 roku mieliśmy przedsmak katastrofy ekologicznej. Wskutek ataku irańskiego lotnictwa zniszczeniu uległo pole naftowe na wyspie Khorg, a ropa naftowa zalała Zatokę Perską. Kilka lat później, w 1991 roku, Irak celowo doprowadził do katastrofy środowiskowej na tym samym obszarze, zanieczyszczając ogromne akweny i prawie 500 kilometrów wybrzeża ropą naftową ze zniszczonych terminali i szybów wydobywczych[36]. Można więc powiedzieć, że świadomość zagrożenia nadzwyczajnymi skażeniami środowiska w toku działań wojennych powinna zawsze nam towarzyszyć. Nigdy nie wiadomo, kto, kiedy i dlaczego sięgnie po „oręż" istniejący w jego otoczeniu. Bo przecież okazuje się, że obok nas drzemie „bomba ekologiczna", którą jakże łatwo uruchomić, a która może spowodować erupcję ogromnych mas niebezpiecznych substancji przemysłowych.

DZIAŁANIA ZBROJNE A ŚRODOWISKO

Armia, by walczyć, musi rozwinąć swe wojska na określonej powierzchni. Byłoby najlepiej, by przestrzeń ta była pusta i niezasiedlona. Sytuacja taka jest nie do pomyślenia w Europie, gdyż urbanizacja, zaliczana do jednego z błędów ludzkości, pochłaniająca przestrzeń dla rozbudowy infrastruktury osadniczej, sprawiła, że obszary dogodne do rozwinięcia wojsk skurczyły się gwałtownie. Na powierzchni Europy, w tym także i Polski, odstępy między miastami i miejscowościami zaczęły się zmniejszać. Dzisiaj co 10–15 km napotyka się duże lub średniej wielkości miasto, a przeciętna odległość między miejscowościami wynosi 30–40 km. Przedstawiając to bardziej obrazowo, można powiedzieć, że na powierzchni 400 km^2 znajduje się pra-

[36] G. Pietrowiak, *Perspektywy samozagłady. Człowiek przeciwko sobie*, PAX, Warszawa 1996, s. 371–389.

wie 20 miejscowości różnej wielkości. Jeżeli na te wartości spojrzymy przez pryzmat ruchu i manewru wojsk, to okazuje się, iż omijanie takich miejsc będzie niemożliwe, w najlepszym razie bardzo trudne. Zatem wojska czy tego chcą, czy nie, muszą wcielać w swoje obszary walk elementy infrastruktury kraju. To zaś nie pozostanie bez wpływu na sposób ich działań, na rozmach przestrzenny bitew, na tempo walki i operacji, na formy użycia rodzajów wojsk i służb, czy nawet na rodzaj broni, która może być zastosowana w danym otoczeniu.

Inną stronę tego problemu stanowią obiekty infrastruktury przemysłowej. Procesy historyczne i inne doprowadziły do tego, że w prawie każdym z miast czy miasteczek znajduje się większy lub mniejszy zakład przemysłowy (najczęściej napędzający procesy urbanizacji na danym obszarze), jaki ze względu na swą strukturę może być przygotowywany do obrony i obsadzany załogą wojskową. W ten sposób tworzy się bazę dla rozwoju zagrożeń ekologicznych, jeśli bowiem obiekt znajdzie się w ogniu walki, jako część ugrupowania obronnego, może zostać celowo lub przypadkowo zniszczony, co prowadzi nieuchronnie do skażenia uwolnionymi niebezpiecznymi substancjami chemicznymi. Nie jest zatem niczym nowym twierdzenie, że strategia działań zbrojnych w zderzeniu z urbanizacją zrodziła nowy rodzaj zagrożeń – **zagrożenia przemysłowe**. Tak więc ewentualne przyszłe działania zbrojne, w miarę ewolucji rodzajów oręża i form działań bojowych, będą miały coraz bardziej wyrafinowany charakter. Zapewne będzie wykorzystywana już nie tylko broń konwencjonalna i broń masowego rażenia, lecz także oręż, w jaki przekształcą się niebezpieczne substancje przemysłowe. Z reguły, zważywszy na ich właściwości, zagrożenia przez nie powodowane będą się realizować w krótkim czasie, rażąc nieprzygotowanych na to żołnierzy i ludność, ale także będą nagłymi i nieoczekiwanymi zmianami stanu środowiska, przekraczającymi bariery tolerancji jego ekosystemów na wprowadzane zanieczyszczenia, obciążenia, zaburzenia i skażenia w postaci pojedynczych czynników lub ich zespołów[37].

Patrząc w przyszłość i starając się postrzegać uwarunkowania tworzące obraz ewentualnej wojny, by móc przewidywać potrzeby wynikające z jej charakteru, sądzimy, iż można mówić o przekształcaniu się wojny konwencjonalnej w wojnę chemiczną bez broni chemicznej z całym bagażem skutków i wynikających stąd potrzeb ochrony i obrony przed nimi. Można także traktować jako pewnik, że tego rodzaju zagrożenie będzie istnieć od początku konfliktu, zmieniając tylko skalę, zakres i natężenie zależnie od czasu rozwoju walki zbrojnej. Ale nie tylko w obszarze zagrożeń należy się spodziewać zmian wpływających na możliwości porażenia ludzi i powodowania skażeń środowiska, lecz także ze względu na skutki, jakie powodują niebezpieczne środki przemysłowe w otoczeniu, trzeba przewidywać przemiany w sposobie użycia wojsk w konflikcie zbrojnym.

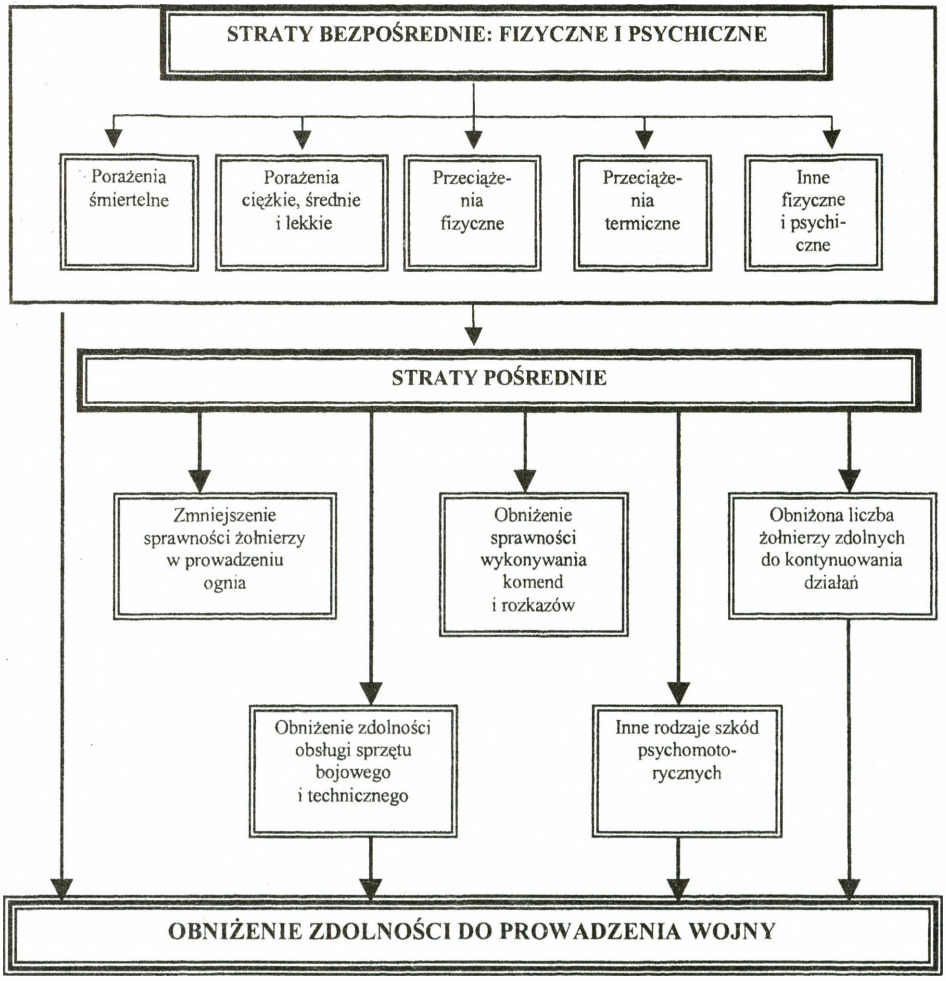
Oto bowiem pokrycie skażeniami gazowymi dużych obszarów działań wojennych doprowadzi do sytuacji, w której nie będzie bezpiecznych rejonów – zewsząd będą czyhać niebezpieczeństwa porażenia. I te fizyczne, od wojskowych środków

[37] A. Mierzwiński, wyd. cyt., s. 280.

ogniowych różnego typu i rodzaju, i te, jakie niesie stosowanie broni masowego rażenia, i te, które spowodują uwolnienia niebezpiecznych substancji chemicznych z instalacji przemysłowych, i te wreszcie, które objawią się w sferze psychicznej, pozbawiające żołnierza woli i chęci do działania, a wśród ludności powodujące panikę i nieokiełznaną potrzebę migracji z zagrożonego rejonu. Utrzymywanie się przez zgoła nieokreślony czas bariery różnych skażeń w terenie spowoduje opóźnienie ruchu i manewru wojsk. To zaś w prostej linii wiedzie do zmniejszania i czasowego ograniczania ich zasilania w sprzęt, środki walki i niezbędne surowce, a w konsekwencji albo do nieosiągnięcia zakładanego celu wojny, albo zwiększenia czasu niezbędnego do jego realizacji. Liczne skażenia, jak można przewidywać, spowodują porażenia żołnierzy, co oznacza obniżenie zdolności bojowej oddziałów, związków taktycznych czy operacyjnych. Wnioski o dalszym rozwoju następstw takiego stanu nasuwają się same. Można przypuszczać, że powstaną zjawiska objawiające się w sferze psychicznej człowieka, a więc obniżenie zdolności i sprawności psychomotorycznej żołnierzy, zmuszonych do działania w trudnych lub bardzo utrudnionych warunkach, jakie powodują skażenia. Dowiódł tego konflikt zbrojny w rejonie Zatoki Perskiej.

Wszystko to, o czym dotychczas powiedziano, składa się na straty ponoszone przez wojska i ludność. Wśród nich wyróżnia się straty wymierne i niewymierne. Istnieją więc kategorie strat materialnych (osobowych) i jakościowych powstających wskutek: bezpośredniego rażenia żołnierzy w wyniku różnorodnych zagrożeń na perspektywicznym polu walki i oddziaływania na sprzęt bojowy i techniczny oraz pośrednich skutków, ujawniających się w sferze psychicznej, wywoływanych przez utrudnienia, jakie powodują skażenia, sprzęt ochronny itp. Ale trzeba wskazać, że wymienione skutki nie są jednakowo mierzalne. Jeżeli bowiem straty bezpośrednie, powstałe wskutek porażenia żołnierzy i zniszczenia sprzętu oraz uzbrojenia są ekonomicznie wymierne, to pomiar strat pośrednich jest niezmiernie trudny. Różne przyczyny porażeń mogą spowodować albo różniące się, albo takie same negatywne oddziaływania (czasem mogą się kumulować następstwa), niektóre straty ujawniają się po upływie dość długiego okresu, co powoduje utrudnienie powiązania ich z konkretnymi przyczynami – czasem z tego powodu są pomijane lub przypisywane innym sprawcom, wreszcie są też straty ponoszone w sferze zdrowia psychicznego i fizycznego oraz ogólnej sprawności psychomotorycznej żołnierza.

Wydaje się również, iż częste będzie zjawisko spontanicznej migracji ludności z obszarów walk, co dodatkowo wpłynie negatywnie tak na wszelki manewr i działanie wojsk, jak i na obniżenie poziomu życia populacji w obszarze, do którego się ona przemieści.

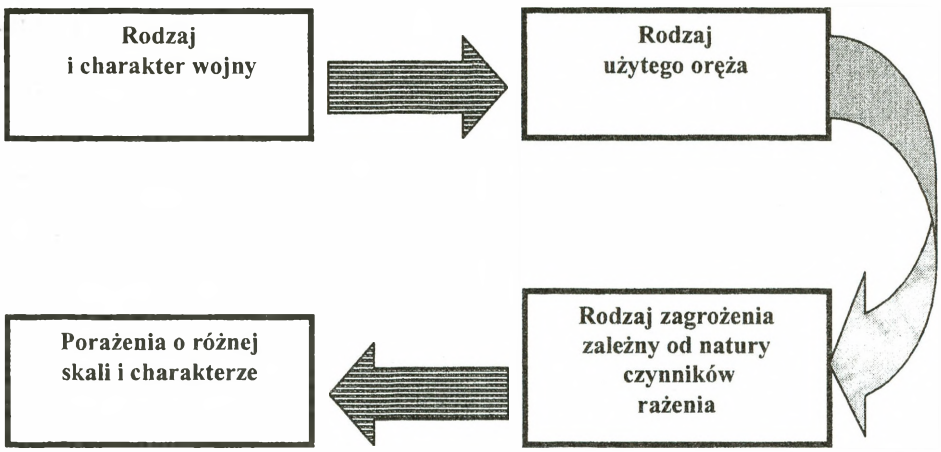


Rys. 39. Straty i ich związek ze zdolnością wojsk do działań zbrojnych

WOJNA I JEJ SKUTKI W ŚRODOWISKU

Rozpatrując różne zjawiska, jakie mogą się pojawić w ewentualnej wojnie, zdajemy sobie sprawę z tego, że problem użycia w niej broni masowego rażenia – triady: **broń biologiczna**, **chemiczna** i **jądrowa** – mimo podpisywania stosownych umów międzynarodowych wcale nie schodzi z pola widzenia kreatorów wojny. Zmieniają się tylko poglądy na rolę, jaką może odegrać każdy z wymienionych rodzajów oręża w walce. Nadrzędne pozostaje zagadnienie zwiększania zdolności

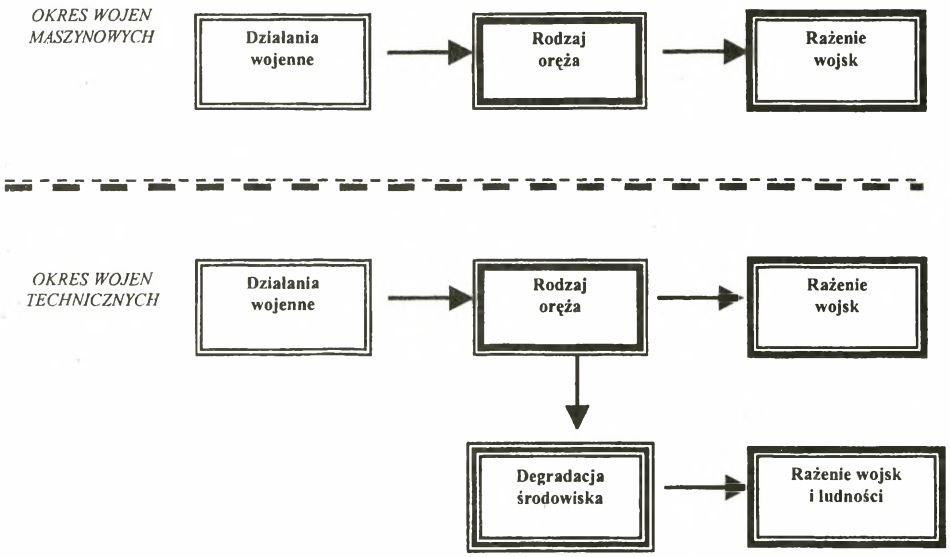
do trwałego i skutecznego niszczenia przeciwnika. To umożliwia armiom prowadzenie działań wojennych z coraz większym rozmachem odnoszonym tak do przestrzeni ruchu wojsk, jak do dynamiki zadawania strat. Zawsze też, bez względu na to czy cechy te zwiększały, czy też zmniejszały swe znaczenie, dostrzegano związek przyczynowy, w którym końcowym ogniwem były porażenia o różnej gradacji skutków.



Rys. 40. Wpływ rodzaju i charakteru wojny na jej skutki

Bez względu na to, ile kolejnych czynników było włączanych w ów proces, zawsze ich siła zwracała się przeciwko ludziom. O ile w okresie tzw. wojen maszynowych problem zagrożeń sprowadzał się do groźby niszczenia tylko żołnierzy, o tyle w późniejszym okresie, w miarę wzrostu roli techniki, zagrożenie zaczęło się zwracać przeciw środowisku. Środowisko bowiem stało się nagle elementem pośrednich oddziaływań skutków w nim powstających.

Śledząc rozwój poszczególnych rodzajów oręża, nietrudno dojść do wniosku, że bez przerwy przyświeca temu jeden cel – dostosowanie rażących czynników do sytuacji wojennej i charakteru pola walki oraz przełamywanie zmieniających się możliwości ochrony i obrony przed ich skutkami. Porównując ów cel z właściwościami rażących czynników łatwo spostrzec, iż wojna i stosowany w niej coraz doskonalszy oręż – czy to broń konwencjonalna, czy jądrowa, czy biologiczna, czy wreszcie chemiczna (w tym niebezpieczne substancje chemiczne skupione w obiektach gospodarczych) – oprócz jednorazowych efektów porażenia wojsk, wprowadza do otoczenia różne rodzaje czynników – energetycznych lub materialnych, które przez wywoływane skutki powodują degradację lub dewastację środowiska. Zostały one opisane w wielu publikacjach o różnym charakterze.

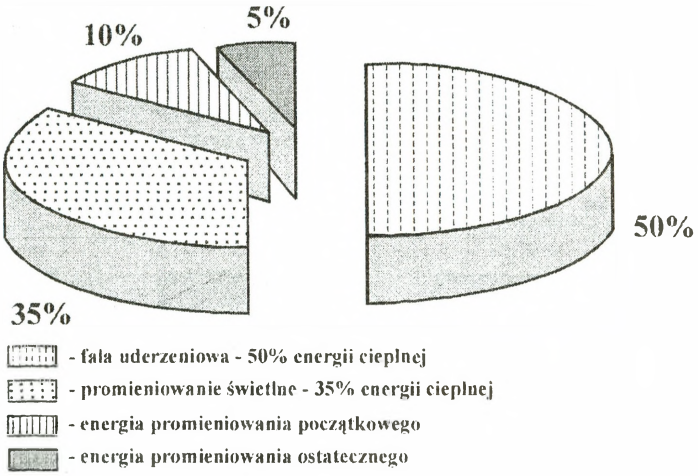


Rys. 41. Różnice w rodzaju porażeń zależnie od rodzaju wojen

Jednak by wskazać rangę problemu, spójrzmy na konsekwencje środowiskowe i ogólny mechanizm ich oddziaływań, odnoszone do rodzajów broni masowego rażenia i zagrożeń, jakie mogą spowodować niebezpieczne substancje przemysłowe na perspektywicznym polu wojny.

Konsekwencje wojny nuklearnej

Użycie w wojnie broni jądrowej, zwłaszcza wykonanie wybuchów naziemnych i powietrznych nad obszarem przeciwnika, wyzwala ogromne ilości energii cieplnej. Materializuje się ona w formie powietrznej fali uderzeniowej i promieniowania cieplnego. Oprócz nich w pierwszej fazie wybuchu ładunku jądrowego powstaje także początkowe promieniowanie jądrowe, składające się z promieniowania alfa – α, beta – β, gamma – γ i neutronowego – η. Do czynników rażenia zaliczane jest również ostateczne promieniowanie jądrowe, pochodzące od produktów rozszczepienia powstałych po wybuchu i emanowane z zaktywowanych substancji na powierzchni ziemi lub wody – w strefie skażeń promieniotwórczych powstałej po opadzie pyłu promieniotwórczego.



Rys. 42. Podział energii wybuchu jądrowego

Różne są określenia faz rozwoju procesu zmian ekologicznych o charakterze destrukcji bądź dewastacji środowiska symptomatycznych dla wojny atomowej. Myślimy, że trzeba się zgodzić z ujmowaniem go w trzy okresy ze względu na kryterium, jakim jest czas ujawniania się skutków oddziaływania na otoczenie poszczególnych czynników rażenia, szczególnie tych o krótkim okresie istnienia. Pierwszy, początkowy okres zmian ekologicznych to moment oddziaływania miotającego fali uderzeniowej na elementy pokrycia terenu i środowiska przekształconego. Prawie w tym samym czasie ujawnia się działanie termiczne promieniowania cieplnego i początkowego promieniowania przenikliwego. W obszarze oddziaływania tych czynników wojsko i ludność ulegną przede wszystkim porażeniom mieszanym o różnym stopniu intensywności, zależnym od rodzaju ukrycia, w jakim się znajdą w momencie wybuchu. Pośród skutków na czoło wysuwają się urazy mechaniczne i termiczne potęgowane przez napromieniowanie, odgrywające w tym wypadku rolę czynnika pogarszającego przebieg zespołów chorobowych wywołanych tymi urazami. Są to skutki ostre – somatyczne. Drugi okres to powstawanie skażeń promieniotwórczych na powierzchni terenu, nad który zostały przeniesione przez ruch mas powietrza produkty rozszczepienia i pył wessany do wnętrza grzyba wybuchu. Trzeci okres, trwający bardzo długo i obejmujący miesiące czy lata, to czas przewlekłego oddziaływania zewnętrznego napromieniowania organizmów promieniowaniem jonizacyjnym o małej aktywności, pochodzącym od promieniotwórczych produktów rozszczepienia i zaktywowanych substancji w glebie. Skutkiem tego oddziaływania obok uszkodzeń somatycznych będą także zaburzenia genetyczne. Na przykład wybuchy w Hiroszimie i Nagasaki spowodowały, że w ciągu 36 lat od eksplozji zmarło prawie 200 tys. ludzi[38].

[38] Zob. szerzej: Z. Schneigert, *Broń i strategia nuklearna*, Warszawa 1984.

Ogólnie ujmując problem, można powiedzieć, że przebieg zjawiska zagrożenia od wybuchów atomowych powoduje konsekwencje ekologiczne obejmujące, obok wielkich zniszczeń i natychmiastowej śmierci wielu istnień, także reperkusje zdrowotne w rodzaju oparzeń popromiennych, uszkodzeń mechanicznych, urazów różnego rodzaju, choroby popromiennej, przewlekłych zespołów popromiennych, uszkodzeń somatycznych (białaczki, nowotwory itp.), zaburzeń o podłożu mutagennym i teratogennym. Podzielamy zdanie wielu specjalistów, że największe szkody spowoduje promieniowanie jonizujące atakujące organizmy żywe od wewnątrz i od zewnątrz. Jego działanie biologiczne sprowadza się do zjawisk fizycznych wywoływanych w substancjach, z jakich składają się komórki organizmu. Pochłaniana energia promieniowania powoduje zakłócenie przebiegu procesów fizycznych i chemicznych metabolizmu komórek i tkanek roślinnych i zwierzęcych, prowadzące w prostej linii do ich umierania lub do mutacji popromiennej[39]. Tym bardziej ten proces jest niebezpieczny, że wiele izotopów promieniotwórczych wykazuje powinowactwo do określonych grup tkanek i narządów (tkanka lub narząd krytyczny) ze względu na swe właściwości fizykochemiczne oraz na czas pozostawania w organizmie – skuteczny okres półtrwania[40].

Mówiąc o istocie i mechanizmie zmian spowodowanych przez promieniowanie jonizujące w organizmie żywym, trzeba podkreślić, że zawsze winno się zwracać uwagę na załamanie się odporności organizmu przez wprowadzane do niego zaburzenia. Warto na chwilę zatrzymać się nad tym zagadnieniem. Otóż różne organizmy wykazują różną odporność na dawki promieniowania jonizującego. Oczywiście u większości z nich nie są one duże (choć na przykład owady cechuje bardzo duża odporność na wielkie dawki promieniowania), jednak wystarczające na tyle, by albo samoistnie przezwyciężyć skutki energii pochłoniętej, albo poddać się pewnym zabiegom medycznym.

Tak może być, gdy napromienieniu ulegnie określony narząd albo niewielka powierzchnia organizmu. Jednak w wojnie atomowej powstanie do przezwyciężenia problem spowodowany synergistycznym oddziaływaniem dwóch rodzajów promieniowania jonizującego na elementy środowiska. Nałoży się bowiem na siebie działanie promieniowania jonizującego natychmiastowego, po eksplozji ładunku jądrowego, i ostatecznego, oddziałującego wtedy, kiedy powstanie strefa skażeń promieniotwórczych po opadzie radioaktywnym.

Należy przy tym pamiętać, że zjawisko zagrożeń powstaje i rozwija się w środowisku także przez likwidację warstwy ozonu wskutek wybuchu jądrowego i przez zwiększenie intensywności promieniowania ultrafioletowego docierającego z kosmosu. Toteż skutki synergizmu mogą być spotęgowane również przez ten rodzaj promieniowania. Można zatem mniemać, że oprócz ogromnych zniszczeń fizycznych w środowisku synergistyczne, niemal nieoszacowalne oddziaływanie różnych rodzajów promieniowania będzie dominować w wywoływaniu różnych skutków biologicznych i ich kombinacji.

---

[39] Uszkodzenie chromosomów w jądrach komórek prowadzi do zmiany genów, stanowiącej zaczątek choroby dziedzicznej.

[40] Skuteczny okres półtrwania jest to stosunek iloczynu półokresu biologicznego (czas, po jakim połowa danego środka pozostaje w organizmie) i półokresu fizycznego do sumy tych półokresów.

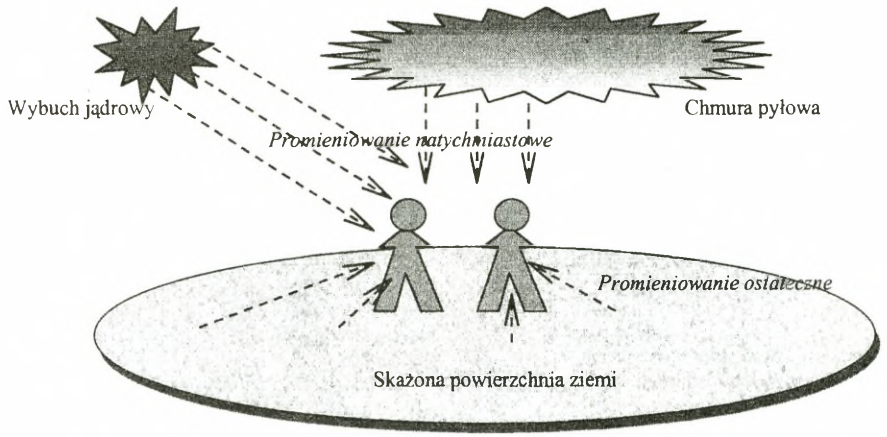
Tabela 10. Właściwości wybranych izotopów promieniotwórczych

Izotop	Rodzaj promieniowania	Półokres rozpadu			Czynna energia w MeV	Narząd krytyczny
		Fizyczny	Biologiczny	Skuteczny		
stront 89	beta	50 dni	4000 dni	52 dni	2,8	kości, przewód pokarmowy
stront 90	beta	25 lat	500 dni	2700 dni	5,1	kości, przewód pokarmowy
itr 91	beta	60 dni	500 dni	51 dni	2,8	kości, przewód pokarmowy
ruten 106	beta	365 dni	20 dni	19 dni	1,4	nerki, przewód pokarmowy
jod 131	beta, gamma	8 dni	120 dni	7,5 dni	0,22	tarczyca, przewód pokarmowy
cez 137	beta	30 lat	17 dni	17 dni	0,57	mięśnie, przewód pokarmowy
bar 140	beta, gamma	12,8 dni	200 dni	12 dni	4,1	kości, przewód pokarmowy
uran 233 rozpuszczalny	alfa, gamma	$1{,}65 \times 10^5$ lat	30 dni	300 dni	250	kości, przewód pokarmowy
uran 233 nierozpuszczalny	alfa, gamma	$1{,}65 \times 10^5$ lat	120 dni	120 dni	50	płuca
pluton 239 rozpuszczalny	alfa, gamma	$2{,}4 \times 10^4$ lat	43 000 dni	$4{,}3 \times 10^4$ dni	267	kości, przewód pokarmowy
pluton 239 nierozpuszczalny	alfa, gamma	$2{,}4 \times 10^4$ lat	360 dni	360 dni	54	płuca

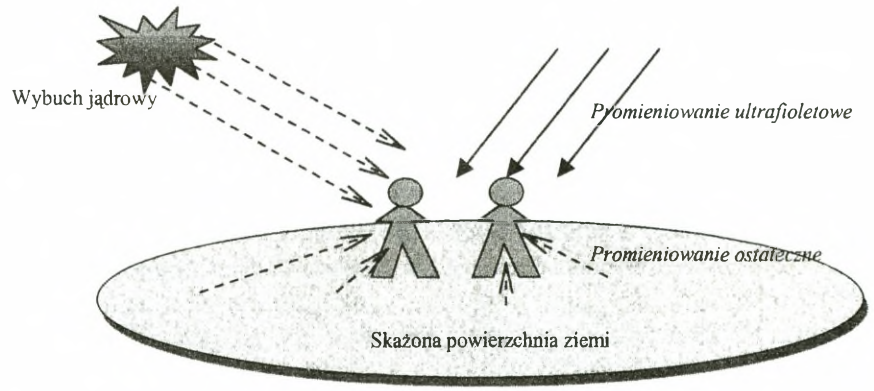
Na podstawie: A. Piątkowski, *Pył promieniotwórczy*, Warszawa 1962, s. 33.

Zwróciliśmy uwagę na najgroźniejszy czynnik wywołujący negatywne skutki w środowisku w toku wojny jądrowej. Nie są to jedyne szkody.

Wojna jądrowa to ogromne ilości pyłów promieniotwórczych w otoczeniu pola walki zbrojnej, to pożary miast i lasów, to fizyczne zniszczenia ogromnych obszarów terenu, to wreszcie zainicjowane cykle powolnych przemian zachodzących w różnych sferach ziemskich. Wszystko to pozostaje w ścisłych związkach i zależnościach, prowadząc do powstawania skutków różnego rodzaju w łańcuchu kolejnych zmian.



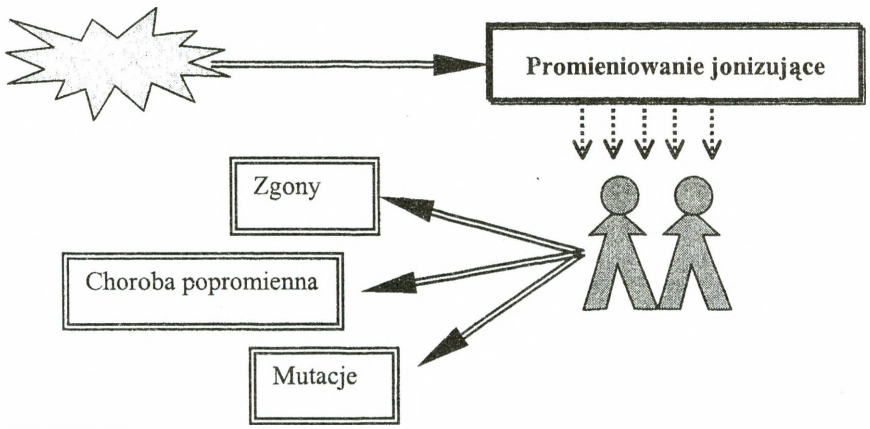
Rys. 43. Oddziaływanie promieniowania jonizującego wybuchu jądrowego na organizmy w środowisku



Rys. 44. Synergiczne oddziaływanie promieniowania jonizującego wybuchu jądrowego i ultrafioletowego z kosmosu na organizmy w środowisku

Wpływ ten zwykle sprowadza się do likwidacji ludzi, do zniekształceń struktury wiekowej społeczeństwa (w armii służą najczęściej ludzie młodzi), do naruszе-

nia elementów jego egzystencji (zniszczenie infrastruktury gospodarczej, mieszkaniowej, źródeł energii i żywności itp.), jak również do osłabienia kondycji fizycznej (urazy, kontuzje, choroby) i psychicznej (zaburzenia na tle braku poczucia bezpieczeństwa itp.), wreszcie do degradacji i dewastacji środowiska, jako wyniku zamierzonego lub ubocznego skutku wojny. Wybuchy ładunków jądrowych, zależnie od ich mocy i rodzaju, są źródłem natychmiastowego promieniowania jonizującego, którego oddziaływanie powoduje śmierć, chorobę popromienną i mutacje organizmów.

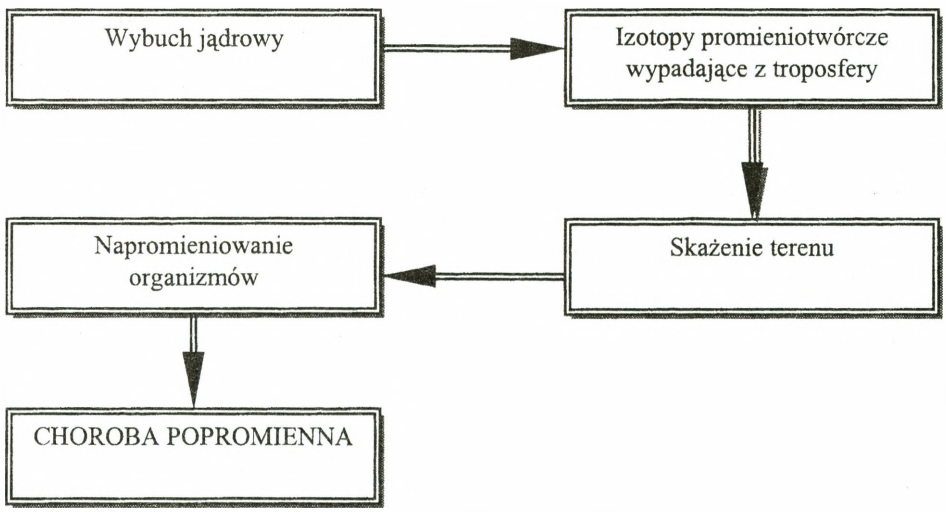


Rys. 45. Skutki oddziaływania natychmiastowego promieniowania jonizującego

Innym produktem przemian jądrowych są izotopy promieniotwórcze wprowadzane do środowiska powietrznego. Są nimi środki występujące w postaci gazowej (np. ksenon 133, jod 131, ruten 106, rad 106, krypton 85 i inne) oraz stałej (np. bar 140, lantan 140, cer 144, cez 137, stront 89, stront 90 i inne) tworzące pył promieniotwórczy. Wynoszone prądami konwekcyjnymi w górne warstwy atmosfery przemieszczają się wraz z ruchem mas powietrza w różnych kierunkach i na różne odległości. Opadając wskutek sedymentacji, grawitacyjnie lub z opadami atmosferycznymi, tworzą na powierzchni ziemi obszar promieniotwórczego skażenia terenu. Opadłe izotopy są przyczyną powstawania innych izotopów promieniotwórczych w glebie i wspólnie emanują energię w postaci różnych rodzajów promieniowania. Oddziałując na organizmy żywe, wywołują chorobę popromienną o skutkach zależnych od mocy dawki promieniowania i wielkości dawki pochłoniętej przez organizm.

Trochę inaczej ma się sprawa z promieniowaniem cieplnym wybuchu jądrowego. Otóż postrzegane jest ono przede wszystkim jako czynnik niszczący sprzęt i uzbrojenie, porażający ludzi (oparzenia termiczne różnych stopni), podpalający elementy pokrycia terenu – lasy, zadrzewienia, budowle i inne. Ale promieniowanie cieplne, obok owych fizycznych natychmiastowych skutków, wywołuje skutki po-

średnie, ujawniające się w dość odległym czasie od momentu eksplozji, a przy tym stanowiące groźbę dla życia. Chodzi o to, że wysoka temperatura kuli ognistej powoduje zapalenie azotu zawartego w powietrzu atmosferycznym. Wskutek zachodzących w nim procesów chemicznych powstają tlenki azotu (NO_x) stanowiące z jednej strony przyczynę kwaśnych deszczów, z drugiej zaś strony niszczące ozon (O_3), który stanowi barierę pochłaniającą część promieniowania ultrafioletowego pochodzącego z przestrzeni kosmicznej. Rozkładając i niszcząc azot w środkowej części stratosfery (ozonosfera), likwidują tę barierę, wskutek czego pojawia się nad obszarem wybuchu dziura ozonowa. Zwiększona ilość promieniowania ultrafioletowego docierającego do powierzchni Ziemi niszczy kwasy nukleinowe i białka, cząsteczki o podstawowym znaczeniu dla życia.

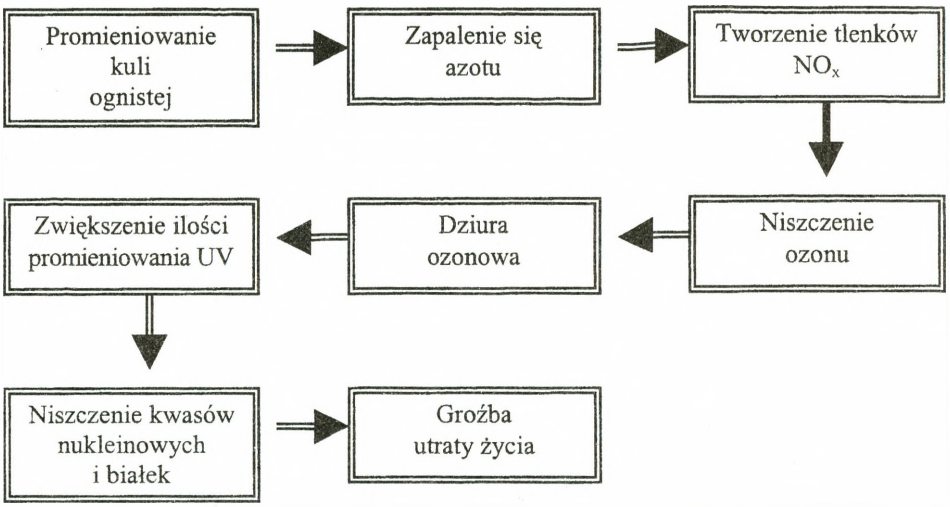


Rys. 46. Oddziaływanie izotopów promieniotwórczych po wybuchu jądrowym

Większość celów uderzeń jądrowych mogą stanowić miejscowości, które można zniszczyć, detonując ładunek o małej sile wybuchu na niewielkiej wysokości nad ziemią. Bomby czy pociski eksplodujące nad miastem lub w pobliżu lasów będą na ogół wywoływać wielkie pożary obejmujące w wielu wypadkach obszar kilkuset kilometrów kwadratowych czy nawet więcej. Nie ulega zatem wątpliwości, że spowodują one straty środowiska niszczonego przez ogień. Ale pożary elementów środowiska przekształconego niosą także specyficzny rodzaj zagrożenia.

Wynika to stąd, że zarówno konstrukcja, jak i wyposażenie wielu budowli zawiera wiele elementów – produktów przemysłu chemicznego. Ich palenie się powoduje, że w procesie pirolizy tworzy się duża ilość produktów gazowych – pirotoksyn – o właściwościach toksycznych. Może to być np. amoniak, chlor, fluorowodór i inne, a nawet niektóre rodzaje dioksyn. Wskutek tego nastąpi rażenie niechronionych ludzi i organizmów żywych środowiska, przy czym proces ten może zostać przyśpieszony przez synergistyczne oddziaływanie promieniowania jonizu-

jącego. Innym ubocznym skutkiem będzie tworzenie w zadymionym powietrzu opadów atmosferycznych – mgieł o charakterze smogu. Mgły gazowe zawierające w sobie produkty spalania mogą być opadem długotrwałym. Wskutek tego mogą się stać dodatkowym czynnikiem porażenia pogarszającym i tak już niekorzystny stan środowiska.



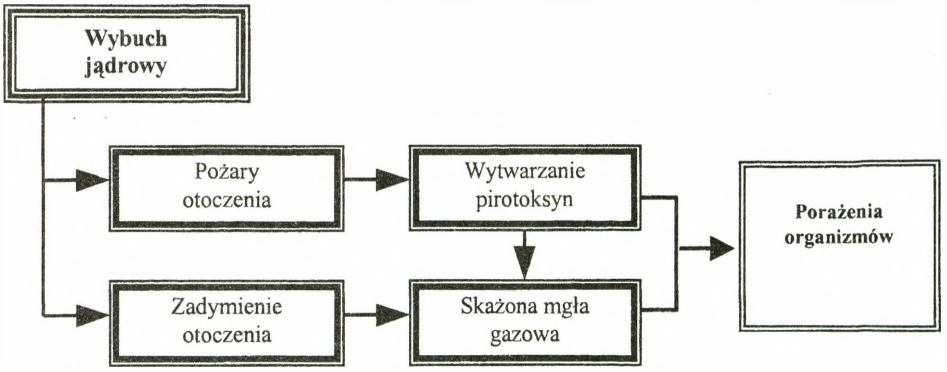
Rys. 47. Tok oddziaływania promieniowania cieplnego wybuchu jądrowego na otoczenie

Pożary lasów i miejscowości są także przyczynkiem do niekorzystnych zmian klimatycznych. By jednak mogły one zaistnieć, musiałby mieć miejsce atomowy konflikt globalny, który mógłby wywołać zjawisko tzw. zimy nuklearnej. Zostało ono opisane w wielu publikacjach i przetestowane na modelach symulacyjnych[41]. I chociaż nie wydaje się prawdopodobne w wojnach atomowych na małą skalę – a takie można uznać za ewentualne – to warto ukazać mechanizm tego zjawiska, gdyż powoduje ono określone reakcje w środowisku.

Pożary wywołują ogromną ilość dymu, który w zasadzie wzbija się do górnych warstw troposfery. Jeżeli wystąpią w środowisku burze ogniowe, słup dymu wzniesie się wyżej, sięgając do stratosfery. Zawieszone w niej cząsteczki dymu opadają wolno; zazwyczaj, jak określono, proces ten trwa około roku. Tworzą w ten sposób warstwę nieprzepuszczalną dla światła słonecznego, ograniczają dopływ energii do powierzchni Ziemi oraz stanowią barierę zatrzymującą wypromieniowywane z ziemi promieniowanie podczerwone. W efekcie nastąpi ogrzanie atmosfery i oziębienie powierzchni Ziemi. Różnice temperatur między lądem i wodą oraz atmosferą spowodują przemiany w cyrkulacji atmosferycznej w układach klimatycznych prowadzące do **zimy nuklearnej** o bardzo niskich ujemnych

[41] Zob. np. P. Ehrlich, C. Sagan, D. Kennedy, W.O. Roberts, *Mróz i ciemności. Świat po wojnie jądrowej*, Warszawa 1984.

temperaturach. Panujący mróz, ciemności i nakładające się na to promieniowanie jonizujące rozpoczną swą działalność. Nastąpi gwałtowny spadek produkcji plonów rolnych przynoszący obniżenie poziomu egzystencji ludzi, jeżeli przeżyją.



Rys. 48. Wpływ pożarów otoczenia na środowisko

Ale nie to jest, jak sądzimy, tak bardzo istotne w odniesieniu do środowiska, chociaż ranga tego czynnika nie może być kwestionowana. Wydaje się, że tragedia będzie się dziać w ekosystemach zwierzęcych. Przede wszystkim zima nuklearna i promieniowanie jonizujące dopełnią dzieła zniszczenia, uśmiercając tępicieli owadów. Ponieważ wiele z nich jest odpornych na ciemność, wielkie dawki promieniowania i obniżenie temperatury, więc przy braku naturalnych wrogów może nastąpić gwałtowny ich rozwój. Niebezpieczeństwo polega na tym, że owady są roznosicielami wielu mikroorganizmów, które mogą ulec mutacji pod wpływem promieniowania. Przenoszone na człowieka i zwierzęta, czy też na rośliny, wywołają choroby rozwijające się wskutek sprzyjających warunków obniżających poziom odporności osobniczej i doprowadzą do wielu zgonów. W efekcie olbrzymie ilości rozkładających się trupów spowodują skażenie atmosfery. Wskutek takiego splotu zdarzeń mogą mieć miejsce wielkie epidemie i pandemie czy epizootie.

Moglibyśmy przytaczać jeszcze wiele innych zdarzeń i czynników wywołujących niekorzystne zmiany ekologiczne, tkwiących w samym źródle – wybuchach atomowych – i w środowisku. Sądzimy jednak, iż na podstawie tego, co przedstawiliśmy, można sobie wyobrazić wszelkie inne konsekwencje łańcuchów przemian w poszczególnych biotopach środowiska, bez względu na to, czy będą one rozpatrywane w krótszej czy dłuższej skali czasu. Bez względu na to, jakie niesprzyjające odgałęzienia będą się tworzyć w łańcuchach przemian, zawsze skutki w różny sposób odcisną swe piętno na środowisku ożywionym i martwym, przede wszystkim na człowieku.

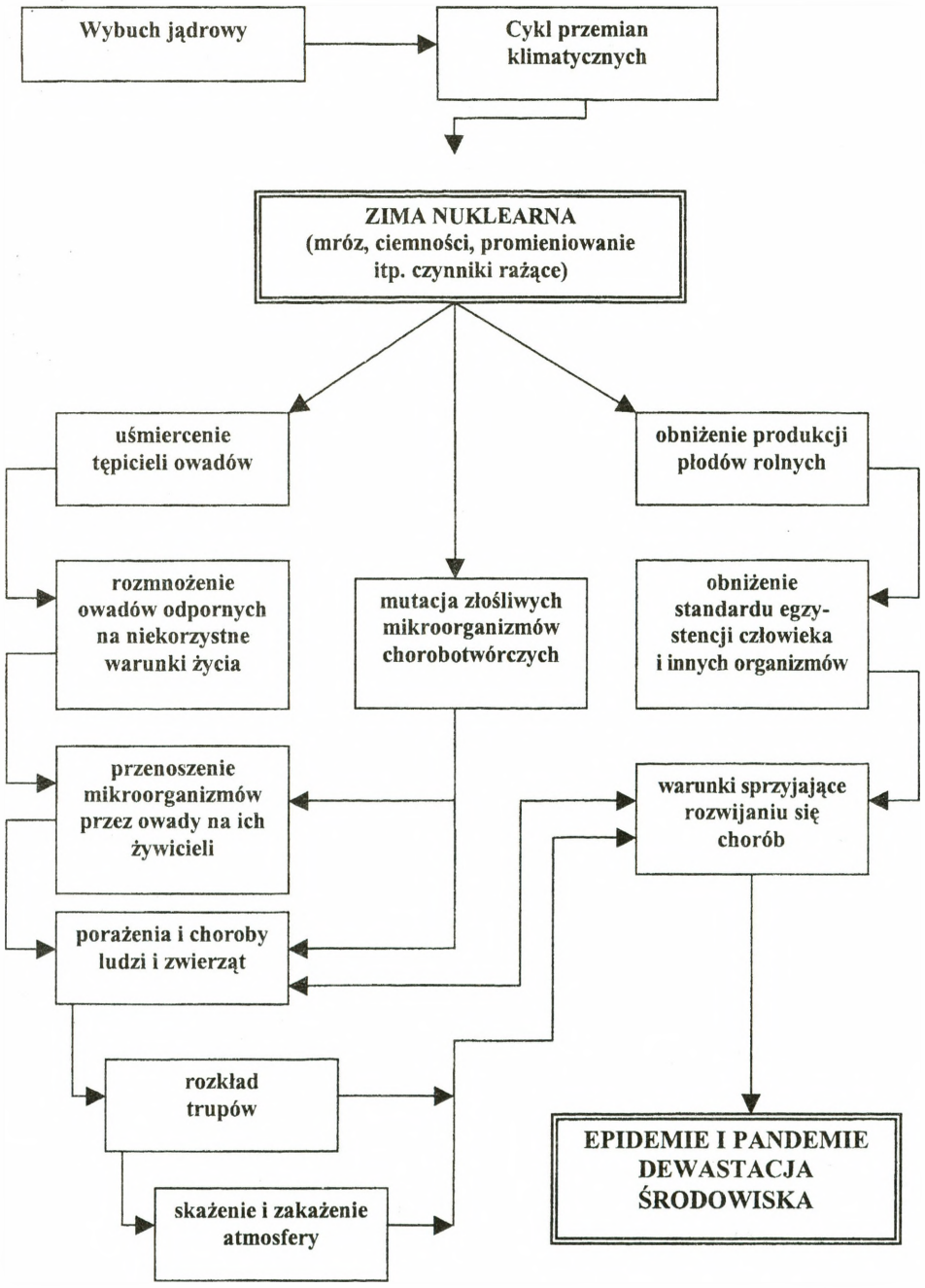
Spróbujmy podsumować skutki ekologiczne w środowisku przyrodniczym spowodowane wojną jądrową. Można się skłonić ku tezie iż podstawowe i obfite

w konsekwencje byłyby: powodujący ciemności dym w troposferze i dym w stratosferze, opad cząstek radioaktywnych i częściowe zniszczenie warstwy ozonu. O innych następstwach na razie niewiele wiadomo. Wydaje się, że wszyscy zgadzają się co do jednego – po wojnie atomowej prawdopodobny jest niedługi okres zimna i ciemności, później, po opadzie pyłów i dymów, długi okres zwiększonego słonecznego promieniowania ultrafioletowego i jonizującego promieniowania ostatecznego, pozostających z sobą w określonych zależnościach. W tym wszystkim, jak sądzimy, największą uwagę trzeba zwrócić na możliwość współdziałania z sobą różnych zagrożeń biologicznych, spowoduje ono bowiem większe zagrożenie niż suma następstw każdego z zagrożeń z osobna. Skala skutków każdego synergizmu jest nieznana i zgoła nieoszacowalna, jednak każdy będzie pociągał szkodliwe, wręcz katastroficzne następstwa. Toteż myślimy, iż trzeba uznać za właściwą postawę założenie, że skutki wojny atomowej będą w porównaniu z przewidywaniem niewiadome i zawsze będą oznaczać katastrofę dla wielu obszarów życia.

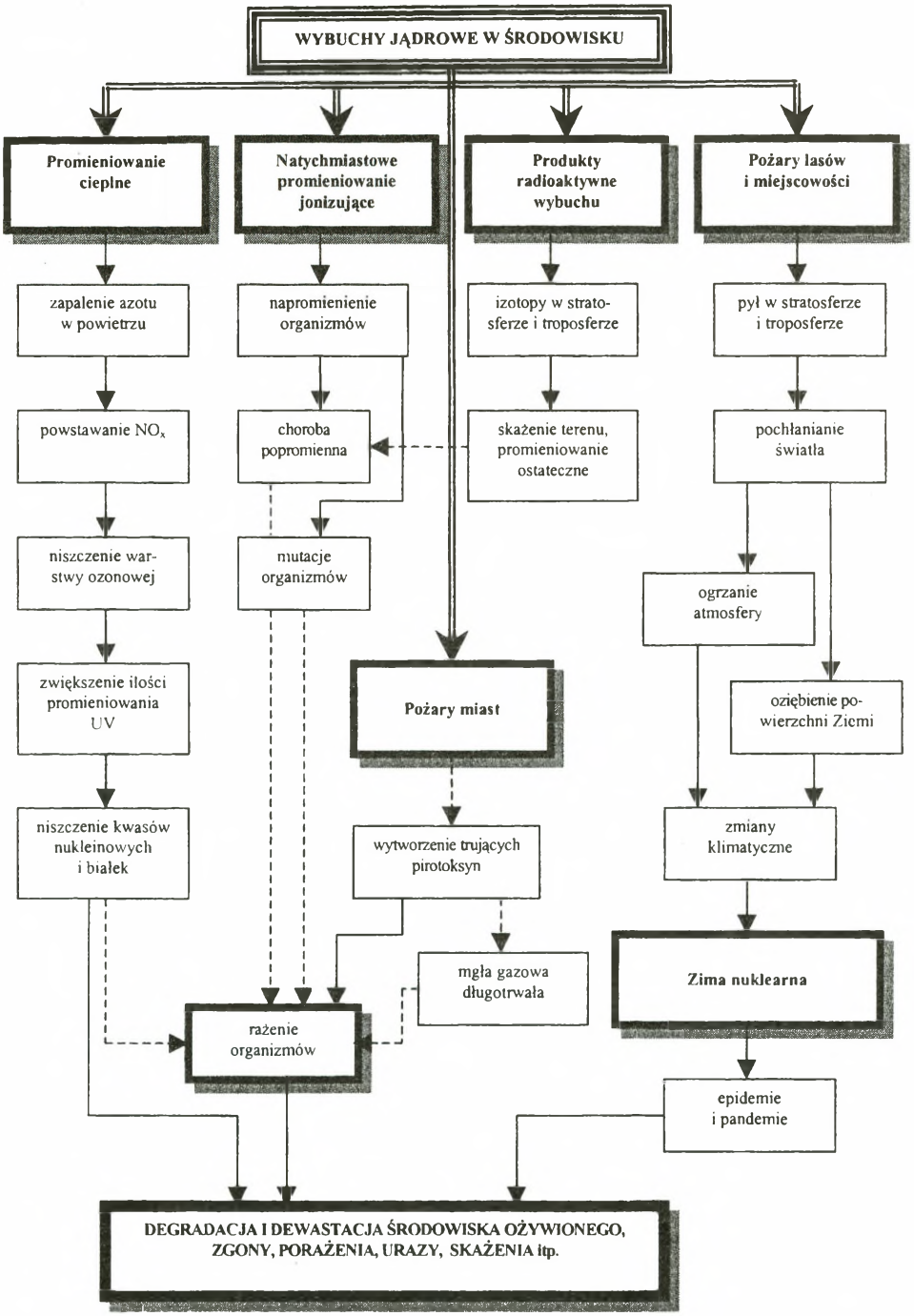
WOJNA CHEMICZNA A ŚRODOWISKO

Niezależnie od osiągnięć w rokowaniach o likwidacji i zakazie stosowania w wojnie oraz zaprzestania produkcji broni chemicznej są kontynuowane, w skali niemal całego świata, prace naukowo-badawcze nad jej doskonaleniem. Nawet podpisanie w Paryżu *Konwencji o powszechnym i całkowitym zakazie badań, produkcji i składowania broni chemicznej oraz zniszczenia jej zapasów* nie wpłynęło na zahamowanie prac nad środkami rażenia. Oceny sytuacji wskazują, iż w świecie utrzymują się tendencje opracowywania nowych rodzajów bojowych środków trujących, modyfikowania już istniejących w arsenałach i modernizowania środków przenoszenia.

Trzeba przyznać, że w świecie utrzymują się dążenia do posiadania broni chemicznej, mimo zdawania sobie sprawy z ogromu skutków, jakie niesie jej stosowanie na polu walki. Dążenia te są podtrzymywane z jednej strony niskimi kosztami i nie zawsze skomplikowaną technologią produkcji środków trujących, z drugiej zaś przekonaniem o możliwości odgrywania przez broń chemiczną roli czynnika strategicznego odstraszania w stosunkach z innymi państwami. Jak dowodzą fakty minionych kilku lat, niektóre państwa Bliskiego Wschodu uzasadniają rozbudowę swego potencjału chemicznego koniecznością przeciwstawienia się polityce nacisku rozwiniętych sąsiadów. To jest między innymi przyczyną tworzenia przez Syrię nowoczesnego programu produkcji broni chemicznej, to jest także przyczyną rozwijania technologii produkcyjnych przez Iran, Wietnam, Chiny i inne państwa. Trochę inaczej podchodzą do problemu broni chemicznej mocarstwa światowe, chociaż zdania co do jej roli są podzielone. Na przykład eksperci amerykańscy twierdzą, że brak jest przyszłości przed tą bronią (?), jednak przewidują, że może być ona bronią ofensywną państw z obszaru Trzeciego Świata. Toteż zakładają istnienie realnego zagrożenia tych sił zbrojnych, które będą stacjonować lub wypełniać misje



Rys. 49. Cykl przemian spowodowanych w środowisku zimą nuklearną



Rys. 50. Cykl zależności prowadzących do powstawania szkód ekologicznych w środowisku po wojnie jądrowej

wojskowe poza własnym terytorium. Zatem biorąc pod uwagę ustalanie zagrożenia według własnych kryteriów, znajduje się pretekst do kontynuacji badań nad składnikami broni chemicznej – bojowymi środkami trującymi. Podobnie zagadnienie to jest postrzegane w Rosji, jednak tam naciski wywiera kompleks zbrojeniowo-przemysłowy, którego częścią jest przemysł chemiczny. Wskutek takiej postawy wobec problemu broni chemicznej nie schodzi ona z pola widzenia, a wynikiem badań i prac rozwojowych są komponenty nowych rodzajów bojowych środków trujących, np. binarnych, czy nowe trucizny, pochodne kwasów fluorooctowych – choćby substancja A-230, A-232 czy też toksyny (FT) i inne[42].

Tabela 11. Kraje, które dysponują lub mogą dysponować bronią chemiczną

Prowadzą prace nad nowymi rodzajami bojowych środków trujących	**Posiadają broń chemiczną**	**Mają możliwości produkcji broni chemicznej**
–	Chiny	Afryka Płd.
–	Indie	Angola
Iran	Iran	Arabia Saudyjska
–	Korea	Argentyna
Libia	Libia	Czechy
–	Pakistan	Francja
Rosja	Rosja	Indonezja
–	Syria	Kuba
USA	USA	Laos
		Niemcy
		Rumunia
		Tajlandia

Źródło: Center for Nonproliferation Studies Monterey Institute of International Studies, Monterey, CA 93940, USA.

W kompleksach badawczych zwraca się uwagę na prace związane ze zwiększeniem trwałości bojowych środków trujących przez dodawanie substancji zagęszczających, na wykorzystania tzw. alternatywnej drogi przenikania przez urządzenia ochronne (substancje toksyczne niepolarne o masie cząsteczkowej mniejszej niż 100 daltonów[43]), na zastosowania emetyków (środków wymiotnych zmuszających do zdjęcia masek ochronnych) wspólnie z innymi rodzajami środków trujących[44]. Można zatem twierdzić, że broń chemiczna nadal będzie stanowić swoistą kartę przetargową, tym bardziej że dzisiaj wiele produktów o znaczeniu badawczym czy przemysłowym może być użytych do celów wojskowych, zwłaszcza do stworzenia łatwo dostępnego środka trującego. Jako przykład można wymienić

[42] Chodzi tu o trucizny uzyskane przez Rosję w ramach programu „Nowiczok".

[43] Dalton to stosowana w biochemii nazwa jednostki masy atomowej u; 1 u jest równa $^1/_{12}$ masy jądra izotopu węgla C-12.

[44] *Nowoczesna broń chemiczna – zagrożenie i obrona*, Warszawa 1991.

tlenek etylenu, który w niewielu cyklach technologicznych można przerobić na iperyt, można wskazać na przemysłowy półprodukt CH_3POF_2, jaki w połączeniu z niewinnym alkoholem izopropylowym daje silnie trujący środek z grupy chemicznych substancji fosforoorganicznych.

Tabela 12. Generacje broni chemicznej

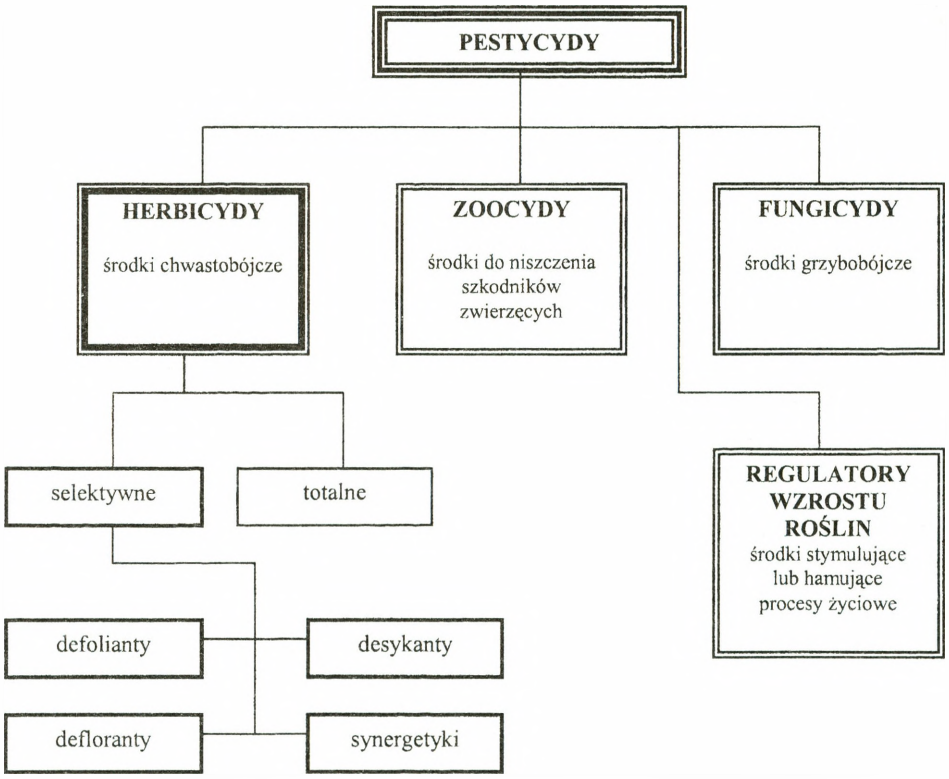
Sposób rażącego działania	Nazwa przedstawiciela grupy
I generacja	
resorpcyjne (nekrozujące)	iperyt azotowy, iperyt siarkowy, luizyt, fosgenoxim
trucizny krwi	cyjanowodór, chlorocyjan
duszące	fosgen
krótkotrwała niezdolność do działania	chloroacetofenon
długotrwała niezdolność do działania	adamsyt
II generacja	
gazy nerwów	tabun, sarin, soman, soman zagęszczony, środki V
psychotoksyczne	dibenzoxazepina, chlorobenzylidenmalonitryl, 3-quinuclidynobenzylan
toksyny	botulotoksyna A, rycyna, saxitoksyna
III generacja	
mykotoksyny	nyalenol, deoxynivalenol, T-2-toxin

Mając owe ogólne rozważania na uwadze, trzeba się odnieść do problemu szkód ekologicznych powodowanych przez składniki broni chemicznej. Jest to zagadnienie bardzo trudne, jako że trzeba by omawiać wiele bardzo różnych chemicznych substancji. Toteż spróbujemy wskazać na problemy zagrożeń w aspekcie wojny z użyciem oręża chemicznego przez porównanie tego, co miało miejsce w odległej już przeszłości, bo w latach sześćdziesiątych w krajach Dalekiego Wschodu, oraz przed kilku laty w rejonie Zatoki Perskiej. Sądzimy, iż możemy tak postąpić, bo konflikty te różnią się od siebie w zasadniczy sposób. Jeżeli bowiem na Dalekim Wschodzie była to wojna kształtująca dopiero swój techniczny charakter, to na Bliskim Wschodzie trwała wojna techniczna w pełnym tego słowa znaczeniu. Zarówno w jednej, jak i w drugiej wojnie dla celów militarnych sięgnięto po oręż chemiczny – w pierwszej były to środki chemiczne i fitotoksyczne, w drugiej ropa naftowa – który w efekcie doprowadził do ekobójstwa.

Na początku był Wietnam

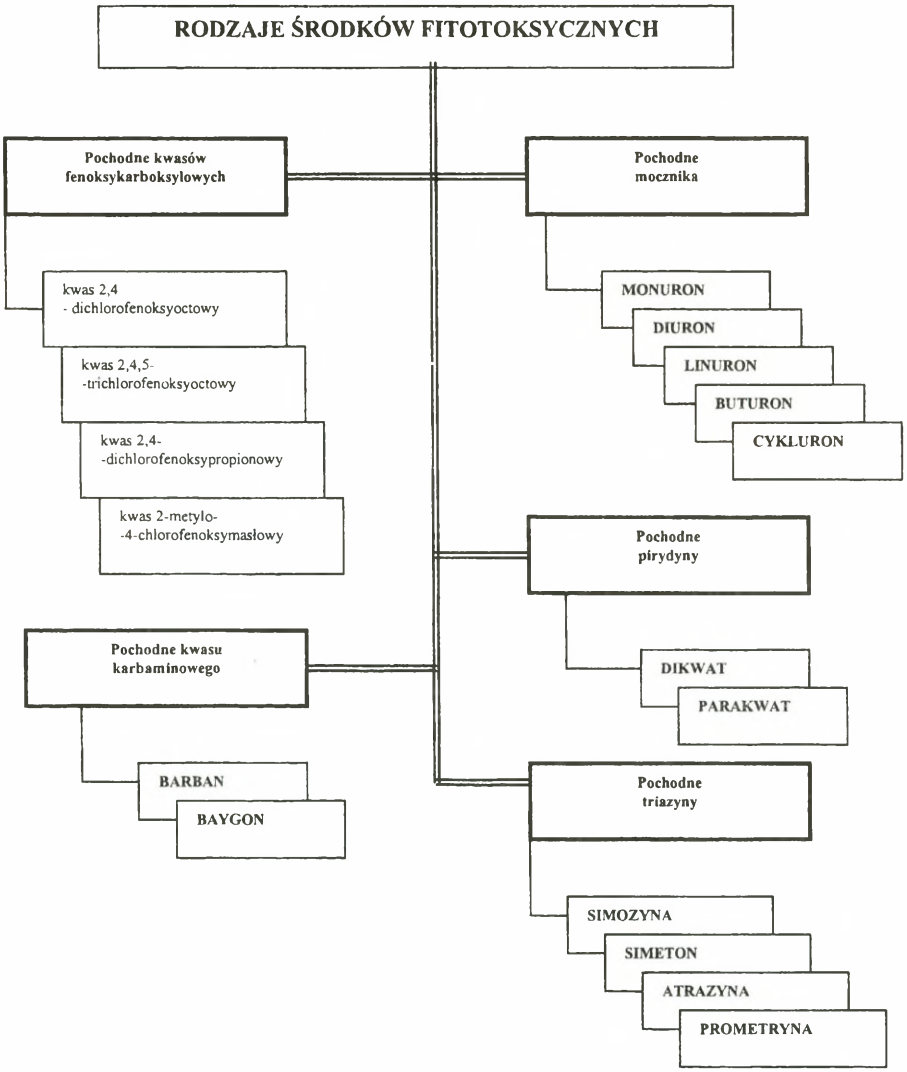
Tytuł rozdziału jest trochę przewrotny w swym brzmieniu, albowiem wojna wietnamska była tylko kolejnym, choć brzemiennym w skutki, krokiem w dziele wojny ze środowiskiem. Źródeł trzeba upatrywać w początkach lat pięćdziesiątych, w toczącej się wojnie na Malajach. Wtedy to jednostki armii brytyjskiej prowadzą-

ce walki z partyzantami zaczęły używać nowo odkrytych środków fitotoksycznych – herbicydów i ich mieszanin o różnym sposobie działania – do przygotowania sobie terenu do działań przez wpływ na wegetację roślin. Zastosowano kwas dwuchlorofenoksyoctowy (2,4-D) i kwas trójchlorofenoksyoctowy (2,4,5-T).



Rys. 51. Ogólna klasyfikacja pestycydów z punktu widzenia oddziaływania na organizmy i zastosowanie do określonych celów

Już w maju 1952 roku zrzucono 90 tys. l herbicydu 2,4-D, by oczyścić ważniejsze trasy ruchu wojsk, w styczniu 1953 roku użyto go przeciw uprawom zbożowym, a miesiąc później zaczęto go stosować na dużą skalę, rozpylając nad wielkimi obszarami terenu. W 1955 roku pojawiła się nowa grupa pestycydów fosforoorganicznych o wysoko toksycznym działaniu i długim czasie zalegania w terenie. Kolejne lata przyniosły ich nowe rodzaje.



Rys. 52. Środki fitotoksyczne

Mimo że te substancje i związki chemiczne są wykorzystywane przede wszystkim do ochrony roślin, jednak idea ich użycia do celów wojskowych spowodowała, iż w pewnym momencie stały się niszczycielskim orężem. I oręż ten w pełni wykorzystano w Wietnamie, mając w rękach dodatkowe atuty wobec słabego przeciwnika. Okazało się, że był to skutek nie tylko testowania nowych rodzajów środków zwalczania roślin, lecz także wynik działalności zamierzonej, do czego zresztą doprowadziła potrzeba wojenna. Tak się złożyło, że sama przyroda, środowisko, w którym toczyła się wojna, zwróciło się przeciwko agresorowi nie mającemu

doświadczeń w prowadzeniu walk w dżungli tropikalnej. Olbrzymie połacie kraju nią pokryte dawały schronienie Wietnamczykom i skutecznie tamowały ruch wojsk najeźdźcy. Powstał problem utrzymania manewrowości działań tak w wymiarze lądowym, jak i powietrznym, a rozwiązania upatrywano w stosowaniu herbicydów. Dawały one szansę różnych oddziaływań wobec przeciwnika, łącznie z możliwością pozbawienia go lub uszczuplenia środków do życia.

Wojna w Wietnamie otworzyła nowy rozdział w historii wojen – **wojnę przeciwko środowisku**. Jej początków upatruje się w latach sześćdziesiątych, konkretnie w 1961 roku. Wtedy to zaczęto stosować herbicydy do oczyszczania dróg, odcinków rzecznych dogodnych do lądowań i rozmieszczania wojsk, miejsc rozwijania baz i lądowisk helikopterów, które wtedy też zaczynały swą karierę. W jakiś czas później zaczęło się regularne użycie środków fitotoksycznych przeciwko kulturze rolnej, zwłaszcza polom ryżowym. Po to by zniszczyć roślinność na określonej przestrzeni, nie trzeba rozpylać nad nią wielu tych środków, wystarczą śladowe ich ilości. Spójrzmy na następujące zestawienie. W Wietnamie użyto w strefach działań bojowych około 100 tys. ton środków fitotoksycznych[45]. Skażeniu, a następnie degradacji i dewastacji uległo około 13 tys. km^2 terenów rolniczych (43% ogólnej powierzchni upraw), prawie 25 tys. km^2 powierzchni lasów (44% powierzchni zalesienia kraju), 70% powierzchni plantacji orzechów kokosowych, 110 tys. ha obszarów przybrzeżnych i prawie 150 tys. ha lasów mangrowych. W wielu miejscach są do dzisiaj duże przestrzenie, gdzie nie nastąpiła regeneracja środowiska, np. obszar w pobliżu Sajgonu. W sumie utracono tyle środków do życia, ile wystarczało na wyżywienie 1 mln ludzi. Straty ekonomiczne były ogromne. Jeśli bowiem w latach pięćdziesiątych Wietnam Południowy eksportował 1 mln ton ryżu, to już w 1971 roku musiał importować około 2 mln. Obok szkód w środowisku ofiary poniosła także ludność kraju. W obszarach poddanych działaniom defoliantów zostało porażonych 2 mln mieszkańców, z tego 3,5 tys. śmiertelnie.

Ze środków fitotoksycznych zastosowanych w Wietnamie można wymienić: kwas 2,4-dichlorofenoksyoctowy (2,4-D), kwas 2,4,5-trójchlorofenoksyoctowy (2,4,5-T), kwas 4-amino 3,5,6-trójchloropikolonowy, kwas dwumetyloarsenowy (kwas kakodylowy), 3-amino 1,2,3-triazol (ATA), bromacyl, monuran. Oprócz nich w różnych rejonach Wietnamu stosowano bojowe środki trujące CN, CS, DM (od 1964 roku). Dwa lata później wprowadzono na pole wojny środek trujący BZ. Począwszy od 1969 roku w ciągu pięciu lat zrzucono 7 tys. ton tylko samego CS. Jeszcze pod koniec działań (w końcu grudnia 1970 r.) wypróbowano w Kampuczy wysoko toksyczny bojowy środek trujący Vx w operacji „ECLIPSE" prowadzonej przez amerykański korpus chemiczny w ramach programu badawczego. Wykorzystanie różnorodnego arsenału broni chemicznej – obok użycia napalmu i innych środków rażenia – spowodowało natychmiastowe ostre straty fizyczne, to jest porażenia ludzi i dewastację środowiska. Odbiło się to także na zdrowiu ludności, wśród któ-

[45] A. Barnier, *Atlas wielkich zagrożeń. Edukacja. Środowisko. Przyroda*, Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa 1995.

rej skutki wojny zaczęły dawać o sobie znać po latach od jej zakończenia. Okazało się bowiem, że wzrosła liczba patologicznych zniekształceń u nowo narodzonych dzieci (1 na 20 urodzeń), podwyższyła się liczba ludności dotkniętej rakowatością i innymi chorobami o podłożu genetycznym. Winą za to obarcza się między innymi dioksynę, związek chemiczny zawarty w herbicydzie o nazwie „Orange Agent", chociaż trudno powiedzieć, czy tylko ona była tego przyczyną[46]. Nie można jednoznacznie na to wskazać, gdyż wiele oddziaływań szkodliwych substancji miało znamiona działań synergicznych. Użycie środków toksycznych w Wietnamie, określane często mianem **ekobójstwa**, spowodowało także inne ujemne skutki. Dowiedziono bowiem, że po latach u żołnierzy amerykańskich odezwała się przeszłość wietnamska. Na podstawie badań Research Triangle Institute przeprowadzonych w 1984 i 1988 roku ustalono u ponad 480 tys. weteranów zaburzenia psychiczne typu PTSD związane z uczestnictwem w wojnie[47]. Oprócz tego procesy sądowe wykazały, że 14 tys. byłych żołnierzy poniosło różny uszczerbek na zdrowiu, dalsze 130 tys. zarejestrowano jako potencjalne ofiary.

Nie siląc się na jakiekolwiek podsumowania, pragniemy podkreślić, że wojna wietnamska dała początek nowemu zjawisku – **walce ze środowiskiem**. Skażenie środowiska stało się swoiście pojmowanym orężem dostępnym dla każdego. Jednym z bardziej obrazowych dowodów na takie postrzeganie różnych środków ujemnie wpływających na stan środowiska jest przykład działań wojennych w rejonie Zatoki Perskiej. Ten konflikt zbrojny, określany niesłusznie jako „wojna ekologiczna", doprowadził do znacznego, na szczęście czasowego, zanieczyszczenia środowiska, stając się przykładem nowego rodzaju wojny, wojny technologicznej.

Zatoka Perska – czy wojna ze środowiskiem?

W trakcie wojny Sprzymierzonych z Irakiem doszło do działań powodujących zagrożenie środowiska przyrodniczego, którego skutki mogą być odczuwalne do dziś. Na początku wojny, w trzy dni po rozpoczęciu przez wojska sprzymierzonych państw bombardowania Iraku, żołnierze jego armii celowo dopuścili do wycieku ropy z kuwejckiego Sea Island Terminal. Trochę później nastąpił wyciek ropy naftowej z rafinerii w Khafji (miejscu pierwszej dużej bitwy na terenie Arabii Saudyjskiej między wojskami alianckimi a Irakiem) i z irackich tankowców, zakotwiczonych na północ od rafinerii w pobliżu wyspy. Chociaż nadal jest niejasne, czy – lub w jakim stopniu – alianckie bombowce przyczyniły się do powstania tych wycieków, pozostaje faktem ich zaistnienie. Zastanawiając się nad tym, czy takie działanie było celowe i czy było spowodowane chęcią odniesienia korzyści wojennych, można mniemać, że tak. Niewątpliwie chodziło o korzyści militarne, jakie mogło przynieść wylanie ropy naftowej na powierzchnię morza. Czy jednak dzia-

[46] „Działania" dioksyny doświadczyło Seveso we Włoszech w 1976 roku.

[47] PTSD – *Post Traumatic Stress Desorder* – jest stanem lękowym, będącym następstwem destabilizującego doświadczenia, któremu towarzyszą trudności w stosunkach z innymi ludźmi.

łania te były obliczone na zatrzymanie czy tylko ograniczenie ruchu okrętów wojsk Sprzymierzonych? To podstawowe pytanie, które się zadaje, rozpatrując tę sytuację. Wydaje się, że raczej nie, ropa naftowa bowiem nie stanowiła sobą ani zagrożenia toksycznego – mimo odrażającej woni – ani nie była fizyczną zaporą dla okrętów wojennych koalicji antyirackiej. Można przypuszczać, iż chodziło o problem militarny innego rodzaju, a mianowicie związany z możliwością pozbawienia aliantów wody pitnej. Z czego wynika takie przypuszczenie? Wynika ono z sytuacji, jaka istniała w obszarze działań bojowych. Oto bowiem wojna toczyła się na obszarze ubogim w wodę pitną. Osiem państw leżących wokół Zatoki Perskiej uzupełnia jej braki odsoloną wodą morską, uzyskiwaną z zakładów ulokowanych wzdłuż wybrzeża. Zarówno zniszczenie instalacji odsalających przez wniknięcie do nich ropy, jak i wyłączenie ich w obawie zniszczenia będzie miało ten sam skutek – pozbawienie ludności wody. Szkopuł w tym, że woda była dostarczana również wojskom koalicji antyirackiej, a zaklejenie ujęć wodnych równało się unieruchomieniu zakładów i tym samym drastycznemu ograniczeniu produkcji wody pitnej; w klimacie równikowym na pewno nie sprzyja to efektywnemu prowadzeniu działań wojennych. Deficyt wody mógł się odbić niekorzystnie na morale walczących wojsk – i być może to był główny cel Iraku. Tym bardziej że kraj ten miał już doświadczenia z podobnej sytuacji podczas wcześniejszej wojny iracko-irańskiej, kiedy zniszczył wiele platform wiertniczych na morzu. Naturalnym więc przeciwdziałaniem było ustawienie zapór i urządzeń oddzielających ropę naftową oraz siatek ograniczających jej przemieszczanie się, by ochronić kanały doprowadzające wodę do instalacji odsalania i do rafinerii; obiekty te miały kluczowe znaczenie w działaniach wojennych. Obok tych czynności także część lotnictwa skierowano przeciw instalacjom wylewającym ropę do morza, by zahamować jej wyciek. Ich zbombardowanie wprawdzie ograniczyło wylewanie się ropy naftowej do Zatoki, nie na tyle jednak, by mówić o jego zatrzymaniu. Rozwiązano więc w ten sposób problem natury quasi-militarnej, ale wytworzona sytuacja stała się źródłem zagrożenia dla środowiska wodnego. Do morza wylało się około 9 mln baryłek ropy naftowej, co w przybliżeniu stanowiło około 1 mln ton. Jest to prawie dwukrotnie więcej niż w czasie rekordowego w skali świata skażenia, kiedy w 1980 roku uległ zniszczeniu u wybrzeży Meksyku szyb naftowy Ixotoc 1. Przewyższa to również prawie dwudziestokrotnie wielkość wycieku z tankowca „Exon Valdez", który rozbił się 24 marca 1989 roku u wybrzeży Alaski.

Zastanówmy się nad sytuacją zagrożenia, jaka prawdopodobnie miała miejsce w tym wypadku. Gdybyśmy założyli, że 1 tona ropy naftowej w idealnych warunkach tworzy plamę o powierzchni 10 km^2, można sobie wyobrazić ogrom powierzchni akwenu morskiego pokrytego tą substancją. Tak się jednak nie stało, bowiem ruch wody morskiej (falowanie), a i inne czynniki ograniczyły plamę ropy do rozmiarów 95 x 30 km, przemieszczającą się z prędkością ok. 15 km na dobę po Zatoce i ciągle zasilaną ze zniszczonych źródeł. Sama natura nie dopuściła jednak do rozlania się ropy na dużym obszarze. Tak się złożyło, że prąd morski, płynący odwrotnie do ruchu wskazówek zegara, niósł początkowo plamę ropy na południe, ku wybrzeżom Arabii Saudyjskiej. Jednak w marcu wiatr wiejący w kierunku za-

chodnim przemieścił ją częściowo ku północnemu brzegowi półwyspu Abu Dali. Cypel ten zadziałał jak naturalna zapora, zapobiegając dalszemu ruchowi ropy naftowej na południe. Mimo że jej część dotarła do wybrzeży Bahrajnu, Kataru czy nawet Iranu, osądzono, że są to ilości bez większego znaczenia. Inaczej było u wybrzeży Arabii Saudyjskiej. W zasięgu skażenia znalazło się prawie 560 km linii brzegowej – piaszczystych i skalistych plaż, przeplatanych bagnami i mieliznami. Teren ten wprawdzie nie był zamieszkany przez ludzi, jednak występowało tam wiele organizmów morskich, mających znaczenie gospodarcze: krewetki, kraby, drobne ryby i ptaki[48].

Nie ulega wątpliwości, iż skutki takiej sytuacji w środowisku przyrodniczym były wręcz katastrofalne. Decydowały o tym przede wszystkim właściwości ropy naftowej. Gęsta ciężka oleista ciecz – substancja organiczna – rozprzestrzeniając się po powierzchni wody, stanowi barierę uniemożliwiającą wymianę gazową między wodą i atmosferą. Wobec faktu, że pozostaje w wodzie przez dłuższy czas, nawet jednorazowe zanieczyszczenie pozostawia długotrwałe skutki w środowisku organicznym – biocenozie. Ropa naftowa jest zabójcza dla fauny morskiej, dla wszystkich stykających się z nią bezpośrednio organizmów. Na przykład niszczy tłuszcz pokrywający pióra ptaków i ich skórę[49]. Substancje zawarte w ropie naftowej mogą być także wchłaniane przez organizmy różnych zwierząt wodnych, a za ich pośrednictwem – w łańcuchu pokarmowym – przez człowieka.

Wydawać by się mogło, że systemy środowiskowe same podołają problemowi i zlikwidują zagrożenie przez rozkład ropy naftowej. Jest to wprawdzie możliwe w przypadku małej jej ilości, niemożliwe zaś, gdy są to ogromne masy. Wynika to choćby z faktu, iż proces rozkładu ropy wymaga ogromnych ilości tlenu. O jego skali świadczy następujący przykład. Do rozłożenia 1 kg ropy naftowej potrzeba tlenu nie mniej niż zawiera go w sobie 300 ton wody. Nie trzeba zatem być fachowcem, by uświadomić sobie, ile potrzeba tego pierwiastka, aby rozłożyć takie ilości, jakie wydostały się na wody Zatoki Perskiej.

Jest jeszcze inny problem, związany z ruchami wody morskiej – falowanie, prądy morskie itp., które powodują rozpraszanie ropy na powierzchni i opadanie jej na dno morza. Rozkładając się, tworzy ona beztlenowe pustynie, powodując masową zagładę żyjących tam organizmów. Badania nad wyciekami dowodzą, że czas zalegania tej substancji w zależności od ekosystemu, jaki został zanieczyszczony, bywa bardzo różny[50]. Oto ocena skutków katastrofy u wybrzeży Alaski. Padło po-

[48] Na skutek wycieku niespalonej ropy naftowej utworzyły się jeziora o powierzchni 80–100 km^2 i średniej głębokości 20–100 cm. Ropa naftowa przesiąknęła do gruntu na głębokość 40–100 cm. Plama utworzona na południowym wybrzeżu Kuwejtu na zachodniej stronie Zatoki Perskiej miała powierzchnię 1,5 tys. km^2; zanieczyszczenie obejmowało 770 km wybrzeża, a sięgało w głąb lądu do 2 km. Zginęło ok. 30 tys. ptaków morskich, 20% rafy koralowej uległo bezpowrotnie zniszczeniu.

[49] Doświadczenia dowiodły, że wystarczy, by tylko 2–3 cm^2 ciała zwierzęcia pozbawione zostało tej osłony, a zwierzę padnie na zapalenie płuc.

[50] Za przykład niech posłuży wyciek ok. 700 ton ropy z barki w Buzzards Bay, w stanie Massachusetts w USA, w 1969 roku. Jeszcze dwadzieścia lat później naukowcy z Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI) znaleźli w próbkach mułu nierozłożoną ropę. Bardzo trudno jest przełożyć obraz skutków na dane liczbowe obrazujące straty w środowisku wodnym. Można jedynie dokonywać porównań.

nad 10 tys. ptaków morskich, wyginęły delfiny, łososie, śledzie. Straty rybołówstwa sięgnęły 10 mln dolarów. Skutki długotrwałe oszacowano na 1,5 mln dolarów. A spowodował je wyciek „zaledwie" 40 tys. ton ropy – niewielka cząstka tej ilości, jaka wypłynęła na wody Zatoki Perskiej. Można sądzić, jeżeli powyższe dane przyjmiemy za kryterium porównawcze, iż straty środowiskowe w tym rejonie mogą być 180 razy większe. Zagrożenie środowiska w rejonie wojny Iraku ze Sprzymierzonymi nie ograniczyło się jedynie do środowiska wodnego, objęło bowiem także środowisko powietrzne i lądowe. Spowodowały je wojska irackie, które w końcowej fazie wojny, realizując taktykę spalonej ziemi podczas wycofywania się z Kuwejtu, wysadziły w powietrze i podpaliły około 700 szybów naftowych na polach wydobywczych. Płonące szyby wytworzyły zasłonę dymną, emitując nad kraj trudne do oszacowania liczbowego ilości sadzy, kropel ropy i pary wodnej. Zasłona ta tylko w pewnym stopniu zakłóciła systemy kierowania niektórych typów samolotów i rakiet oraz rozpoznania satelitarnego.

Spowodowała natomiast trudną sytuację w otoczeniu pól naftowych, a także w miejscach dość odległych od rejonu ich rozmieszczenia. Wiąże się to z procesem spalania ropy naftowej. Znajdujące się w jej składzie różne substancje organiczne powodują, że nie spala się ona całkowicie, nie pozwala na to zbyt mała ilość tlenu intensywnie pobieranego z otoczenia pożaru. Wskutek tego tworzą się produkty gazowe w postaci tlenku węgla, tlenków azotu, siarki itp. oraz produkty stałe, takie jak: węgiel, tlenki i ciężkie węglowodory pierścieniowe, a także para wodna. Unoszone w powietrzu tworzą zarodzie, na których osadzają się węglowodory i krople wody z kondensacji pary wodnej. W efekcie powstaje gęsty czarny dym wynoszony do atmosfery i rozprzestrzeniający się wraz z ruchem mas powietrza nad ogromne obszary. Stanowi on barierę ograniczającą dopływ światła słonecznego decydującego o temperaturze powierzchni Ziemi. W Kuwejcie – według ostrożnych oszacowań – oceniono spadek temperatury o blisko 3°C, co mogło wywrzeć wpływ na obniżenie produkcji rolnej, objawiające się dopiero po upływie pewnego czasu.

Bardziej groźne w skutkach zjawisko skażeń powietrza i gleby – konsekwencja zadymienia – to opady atmosferyczne zatruwające glebę, powodowane przez zakłócenie równowagi termicznej nad palącymi się polami naftowymi. Deszcz wypłukuje z atmosfery zawieszone w niej zanieczyszczenia stałe, pochodne procesu spalania, i osadza na ziemi duże ilości szkodliwych produktów organicznych, zatruwając nimi glebę. Powstają także tzw. kwaśne deszcze, powodowane przez dwutlenek siarki, towarzyszący spalaniu ropy naftowej. Utleniając się do trójtlenku siarki z szybkością 0,5 do 10% na godzinę, w obecności pary wodnej tworzy kwas siarkowy, który zwykle występuje w postaci aerozolu. Jako silnie higroskopijny wchłania wodę i w postaci kropli opada na ziemię, zakwaszając glebę i powodując jej erozję. Jeszcze innym zjawiskiem, wzmagającym szkodliwe działanie efektów palenia ropy, jest powstający podczas jej spalania dwutlenek węgla, oddziaływujący na układy somatyczne człowieka (degeneracja) i na jego sprawność umysłową oraz dwutlenek azotu. Wprawdzie skażenie tym związkiem nie nosi znamion katastrofy, jednakże lokalnie, w wypadku jego dużej koncentracji, powoduje on zniszczenie biocenozy oraz wystąpienie chorób układu oddechowego u okolicznej lud-

ności, a ponadto ze względu na trwałe i wyraźne zakwaszenie gleby przez tworzenie z wodą kwasu azotowego może nastąpić zredukowanie mikroflory i mikrofauny glebowej. O szkodliwości tlenku azotu świadczy fakt, iż pobieranie go przez organizmy zwierzęce (w tym człowieka) wraz z powietrzem do oddychania powoduje powstanie takich związków, jak kwas azotawy, azotyny i azotany – wszystkie o właściwościach toksycznych.

Naruszenie równowagi termicznej atmosfery w rejonie pożaru i występowanie w niej stałych produktów spalania ropy naftowej doprowadza do powstania tzw. smogu[51]. Zdarzał się on już w przeszłości, powodując ogromne szkody w środowisku, np. w 1930 roku w dolinie Mozy w Belgii, w 1943 roku w Los Angeles, w 1948 roku w Donorze (USA), czy w Londynie na przełomie 1952 i 1953 roku oraz w 1956 roku, nieco później wystąpił smog fotochemiczny w Los Angeles, Atenach i innych miastach.

W warunkach tropików smog typu fotochemicznego wprawdzie nie spowodował zgonów, jak to miało miejsce w Londynie (1952/1953 r.), gdzie zmarło prawie 4 tys. osób, jednak silnie zakłócił odporność człowieka na choroby atakujące jego układ oddechowy. Podobnie jak w przypadku środowiska wodnego, trudno jest jednoznacznie oszacować straty w wielkościach wymiernych, gdyż nie objawiają się one od razu, ale w późniejszym czasie, niemniej jednak można przewidywać, iż koszty leczenia ludzi i uzupełniania strat w środowisku mogą być bardzo wysokie.

Zwróćmy jeszcze uwagę na zasięg zagrożeń środowiskowych, szczególnie przenoszonych przez powietrze. Łatwość przemieszczania się zanieczyszczeń atmosferycznych powoduje, że najprawdopodobniej mogą one dotrzeć do odległych miejsc na kuli ziemskiej. Zdarzało się to już w przeszłości, np. w czasie wybuchu wulkanu Krakatau, którego produkty erupcji utrzymywały się długo w atmosferze, obiegając kilkakrotnie kulę ziemską, czy na skutek próbnych wybuchów naziemnych i podwodnych ładunków jądrowych i termojądrowych. Były to jednak zagrożenia globalne. W odniesieniu do sytuacji w rejonie Zatoki Perskiej wydaje się, że było to lokalne zagrożenie środowiska, większość bowiem zanieczyszczeń typu stałego opadła w pobliżu źródła powstania.

---

[51] **Smog** (ang.) – utrzymujące się nad terenami wielkich miast i okręgów przemysłowych zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego. Tworzą go zanieczyszczenia pierwotne (pyły, gazy i pary emitowane przez zakłady przemysłowe, energetyczne, silniki spalinowe pojazdów mechanicznych itp.) i produkty ich fotochemicznych i chemicznych przemian zachodzących w warunkach inwersji temperatury, podczas braku ruchów powietrza (przy bezwietrznej pogodzie). Powstawaniu tego zjawiska sprzyja położenie zagrożonych nim obszarów w obniżeniach. Rozróżnia się smog fotochemiczny i smog kwaśny. **Smog fotochemiczny**, zw. też utleniającym, tworzy się w czasie silnego nasłonecznienia w wyniku fotochemicznych przemian występujących w dużym stężeniu tlenków azotu, węglowodorów, zwłaszcza nienasyconych (alkeny) i innych składników spalin (głównie samochodowych) – ze związków tych powstają reaktywne rodniki, które z kolei, ulegając przemianom chemicznym, tworzą toksyczne związki, głównie nadtlenki, np. azotan nadtlenku acetylu (PAN); składnikami tego typu smogu są także: ozon, tlenek węgla (czad), tlenki azotu, aldehydy, węglowodory aromatyczne. **Smog kwaśny**, zw. też mgłą przemysłową, powstaje w wilgotnym powietrzu silnie zanieczyszczonym tzw. gazami kwaśnymi, dwutlenkiem siarki (SO_2) i dwutlenkiem węgla (CO_2), oraz pyłem węglowym. Występuje w regionach, gdzie domy są ogrzewane przez spalanie węgla i innych paliw stałych. *Encyklopedia multimedialna PWN*, 2000.

Innym problemem nieodłącznie związanym z działalnością zbrojną są **pożary**. Wywierają one destrukcyjny wpływ na otoczenie wskutek fizycznego niszczenia ogniem jego elementów. Ponadto problemem stają się zanieczyszczenia środowiska w wyniku gaszenia pożaru. Na przykład zanieczyszczenie środowiska, do którego doszło w wyniku gaszenia pożaru magazynu z chemikaliami 1 listopada 1986 roku niedaleko Bazylei (Szwajcaria), zostało uznane za jedną z największych katastrof ekologicznych w zachodniej Europie. Zanieczyszczenie środowiska nastąpiło wskutek „ucieczki" tzw. wody gaśniczej (wody użytej do gaszenia pożaru) mającej olbrzymi wpływ na środowisko. Około 20 tys. m^3 wody zawierającej pestycydy i tzw. czerwoną rtęć spłynęło do Renu lub przeciekło do gruntu. Górny odcinek rzeki został zatruty. Fala zatrutej wody poruszająca się z biegiem rzeki przekroczyła granicę niemiecko-holenderską blisko dwa tygodnie później; zostały zamknięte wszystkie ujęcia wodne Renu. Podobna sytuacja może mieć miejsce w każdym wypadku pożaru obszarowego w czasie pokoju i w okresie działań zbrojnych.

Sam pożar, produkty spalania oraz produkty termicznego rozkładu mogą oddziaływać na atmosferę, najbliższe otoczenie ogniska pożaru, grunt, wody gruntowe, wody powierzchniowe. W wyniku konwekcyjnego unoszenia produkty spalania, sadza, dym zawierający oprócz gazów cząstki stałe i ciekłe przedostają się do atmosfery, niekiedy nawet do kilku tysięcy metrów w górę. Tam zostają przenoszone przez wiatr, tworząc często toksyczny obłok. Obłok ten osadza się, a toksyczne związki powodują zatrucia lub zanieczyszczenie gruntu. W wyniku wypłukiwania wodą pogorzeliska lub osadzania się toksycznych związków zostaje zanieczyszczony grunt, wody powierzchniowe, systemy melioracyjne, wody gruntowe. Skład chemiczny lotnych produktów spalania w środowisku pożarowym zależy od temperatury. I tak, w przedziale 100–300°C są to: fluorowcowodory (HX), cyjanowodór (HCN), siarkowodór (H_2S), monomery. Powyżej 300°C: tlenki azotu NO_x, sadza, ketony, węglowodory, związki aromatyczne. Niezależnie od temperatury zawsze wydzielają się: woda (H_2O), dwutlenek i tlenek węgla (CO_2 i CO) oraz dwutlenek siarki (SO_2). Do katastrofalnych pożarów zalicza się niewątpliwie pożary szybów naftowych w Kuwejcie. Od 20 lutego do 6 listopada 1991 roku ugaszono 725 palących się szybów. Szacuje się, że w tym czasie, w wyniku niszczącego szyby gaszenia pożarów, straty wydobycia wynosiły 43 mln ton ropy naftowej. Straty spowodowało również spalanie ropy, a ok. 30% niespalonej utworzyło jeziora lub spłynęło do Zatoki Perskiej. Obłoki dymu szerokości od 15 do 150 km docierały na odległość nawet do 1 tys. km[52].

Nie wdając się w bardziej szczegółowe rozważania, spróbujmy podsumować to, co dotychczas powiedziano. Podkreślić trzeba przede wszystkim wpływ degradacji atmosfery na inne sfery, w tym na najbardziej wrażliwą biosferę, stanowiącą podstawę bytu człowieka. Należy zaakcentować, iż każdy z czynników wywołują-

[52] Chociaż w rejonie Zatoki Perskiej nie zaobserwowano znaczącego zanieczyszczenia atmosfery, to na powierzchni od 15 mln km^2 do 30 mln km^2, m.in. w takich krajach, jak Iran, Irak, Arabia Saudyjska, część Turcji, Armenia i Azerbejdżan, zaobserwowano osadzanie się zanieczyszczeń o wartości 250 mg/m^2. Według różnych źródeł wartości zanieczyszczeń atmosfery wskutek kuwejckiego konfliktu były następujące: sadza 1,37–11,55 t/dzień; NO_x 2,90–4,60 t/dzień; SO_2 14,50–27,00 t/dzień.

cych zmiany w środowisku przyrodniczym człowieka wpływa na jego sprawność i kondycję życiową, albowiem powoduje – ze względu na swoje właściwości rażące – wewnętrzne lub zewnętrzne oparzenia, obumieranie tkanek, komórek, zmiany genetyczne itp. skutki. To z kolei prowadzi do zwiększenia podatności na choroby (czasem już zapomniane) związane bezpośrednio ze skażeniem gleby albo powietrza, a przy tym degradacja środowiska następuje powoli, prawie niedostrzegalnie i może wybuchnąć z całą gwałtownością w czasie odległym od momentu skażenia. Sytuacja w rejonie Zatoki Perskiej ukazała, iż zagrożenie spowodowane przez ropę naftową i płonące szyby wydobywcze nie przyniosło efektów militarnych. Nie zakłóciło to ani działań wojennych morskich sił koalicji antyirackiej, ani lotnictwa, ani nie spowodowało zakłóceń w toczeniu bitew na lądzie. Nie pozostawiła jednak wątpliwości co do tego, że nastąpiło trudno wymierne zjawisko zagrożenia środowiska człowieka, a jego skutki mogą się ujawnić później, wskutek załamania się funkcji mechanizmów ekologicznych, zwłaszcza tych na najwyższym stopniu zorganizowania, tj. ekosystemów i biosfery jako całości. Destrukcyjne działanie różnych rażących środków – w tym wcale niestanowiących sobą broni – na środowisko, w którym przyjdzie walczyć, wskazuje, że na ewentualnym polu walki można mieć do czynienia z nowym, trudnym do rozwiązania problemem zagrożeń. Jest to tym bardziej realne, że w naszym otoczeniu znajdują się różne obiekty przemysłowe, w tym rafinerie naftowe, zbiorniki magazynujące ropę naftową, terminale, stacje przeładunkowe i ropociągi, z których może nastąpić celowe lub przypadkowe jej uwolnienie do otoczenia.

Ta sytuacja powoduje, iż powinniśmy zwrócić uwagę na zagadnienia zagrożeń środowiskowych, spowodowanych istnieniem obok nas środków, które mogą zostać przekształcone przypadkowo lub celowo w narzędzie walki.

SKUTKI NIE TYLKO WOJENNYCH ZAGROŻEŃ W ŚRODOWISKU

Z dotychczasowych rozważań wynika, że należy się liczyć z możliwością wystąpienia w czasie pokoju i wojny nadzwyczajnych zagrożeń spowodowanych różnymi czynnikami sprawczymi. Biorąc pod uwagę ich rodzaj, jakość i skutki, jakie mogą wywołać w środowisku przyrodniczym, do nadzwyczajnych zagrożeń trzeba zaliczyć:

- skażenie promieniotwórcze (radiacyjne) i chemiczne,
- pożary przestrzenne,
- masowe choroby ludzi i zwierząt przez obniżenie wrodzonej na nie odporności, spowodowane oddziaływaniem różnych czynników,
- katastrofalne zatopienia,
- wielkie katastrofy komunikacyjne i budowlane.

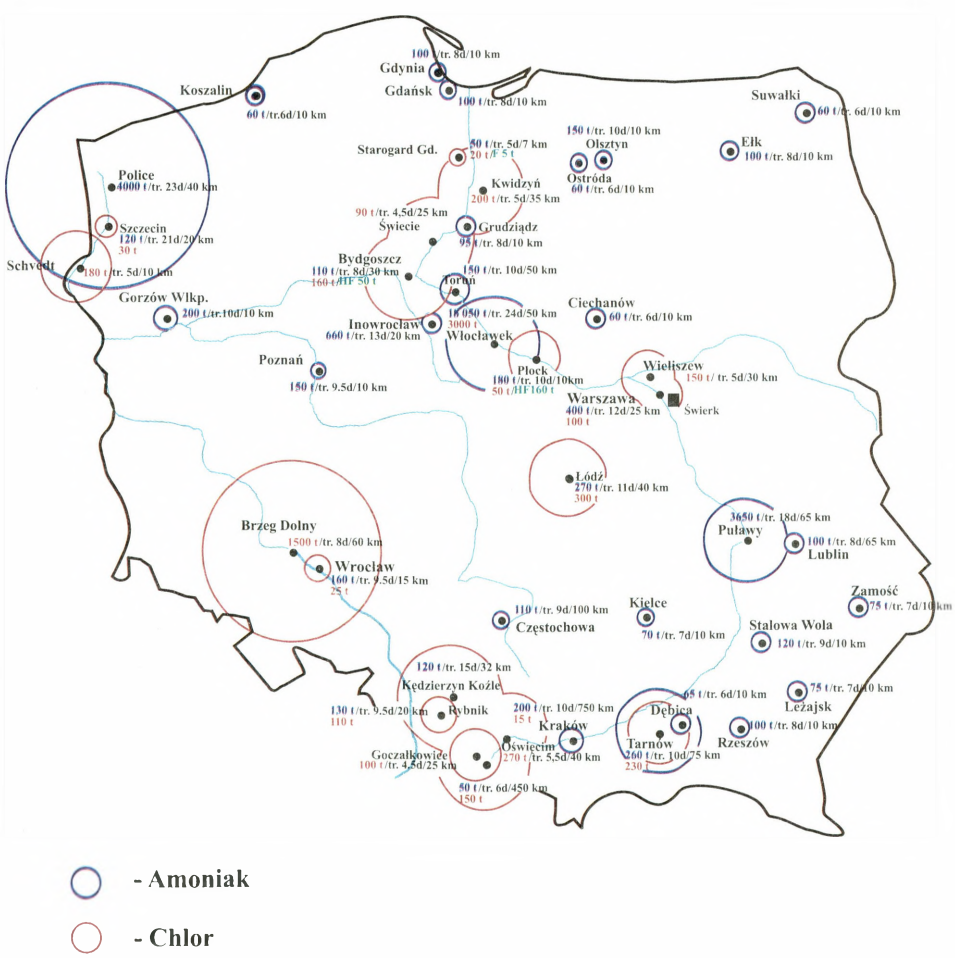
Spośród nich szkody ekologiczne w warunkach wojny będą powodować przede wszystkim: zniszczenia środowiska, zaburzenia stosunków w ekosystemie, zanie-

czyszczenia i skażenia wywoływane substancjami promieniotwórczymi, toksycznymi środkami przemysłowymi i pożarami przestrzennymi. Można uznać za największy problem skażenia chemiczne i radiacyjne, będące w przypadkach nagłych skutkiem zniszczeń lub uszkodzeń zakładów i urządzeń technologicznych, spowodowane uwolnieniem się środków niebezpiecznych spod kontroli człowieka, a być może także, czego nie wolno wykluczać, skutkiem użycia broni masowego rażenia. Trochę mniejsze, lecz wcale nie mniej dotkliwe konsekwencje w środowisku mogą wywołać pożary przestrzenne i katastrofalne zatopienia.

Zagrożenia chemiczne spowodowane przez toksyczne substancje chemiczne będą się objawiać przede wszystkim w postaci skażeń powietrza, rzadziej w postaci skażeń gleby i wody. Na to wywierają wpływ właściwości tych substancji występujących w większości w stanie gazowym i ciekłym, rzadziej w stanie stałym, np. dioksyny. Z tego też względu, przemieszczając się wraz z ruchem mas powietrza, będą powodować zagrożenie ludzi, którzy znajdą się w strefie skażenia, w różnych odległościach od źródła emisji. Zagrożenie będzie miało przede wszystkim charakter lokalny, chociaż nie można wykluczyć charakteru przestrzennego, szczególnie w wypadku uwolnień do otoczenia ogromnych ilości tych środków (rzędu kilku, kilkudziesięciu tysięcy ton).

Większość z nich skazi wodę i glebę szczególnie wtedy, kiedy wystąpią w postaci ciekłej. Wtedy też nastąpi ich migracja w głąb gruntu, na którym zostaną rozlane, na głębokość 1–15 cm i rozprzestrzenianie się w zbiornikach wodnych, gdzie zalegną przez dłuższy lub krótszy czas, utrzymując skażenie do momentu ich naturalnego rozkładu.

Różne substancje chemiczne wywołują w środowisku, do którego zostaną uwolnione, skutki bezpośrednie – porażenia i zatrucia ludzi, znajdujących się w obłoku skażonego powietrza. Jeżeli nie nastąpi porażenie śmiertelne – skutek ostry, to zależnie od wielkości dawki toksycznej następuje przede wszystkim obniżenie odporności człowieka na różnego rodzaju choroby. W efekcie mogą się objawić skutki genetyczne późne, w postaci zależnej od właściwości substancji: deformacja płodu, poronienia czy urodzenia martwego dziecka bądź dziecka z wadami wrodzonymi, choroby kancerogenne itp. W odniesieniu do flory, występującej w skażonym środowisku, można przypuszczać, iż nastąpi przede wszystkim obniżenie czynności życiowych roślin przez zahamowanie asymilacji dwutlenku węgla, zakłócenie działania aparatów szparkowych, utratę chlorofilu itp. Prowadzi to do obumierania, a przez to do obniżenia czy też utraty plonów, zmniejszenia produkcji różnych upraw itp. Wyjałowienie gleby w rejonach skażeń wraz z wymienionymi wyżej skutkami może spowodować zjawisko migracji ludności, spowodowane strachem przed środkami toksycznymi i brakiem środków do życia. To zaś, wskutek obniżenia się warunków bytowania, odbije się na jej stanie zdrowia – przez zmniejszenie odporności na choroby – co może z kolei doprowadzić do powstania ognisk epidemii. Ogólnie rzecz biorąc, toksyczne środki chemiczne mogą być przyczyną szkód w środowisku, wyzwalających się w łańcuchu: skażenie środowiska – szkody we florze i faunie – zmniejszenie odporności osobniczej na choroby różnego rodzaju i zmniejszenie populacji.



Rys. 53. Zagrożenie niebezpiecznymi substancjami chemicznymi - wariant

Promieniowanie jonizujące a organizmy

Zagrożenia radiacyjne spowodują środki promieniotwórcze, wchodzące w skład mieszaniny reaktorowej (paliwa jądrowego) reaktora atomowego (jeśli zostanie zniszczony) oraz w nim wytwarzane, a także środki promieniotwórcze pochodzące z wybuchu jądrowego. Substancje promieniotwórcze występujące w stanie gazowym i stałym spowodują skażenie atmosfery gazem lub aerozolem oraz skażenie powierzchni terenu przez cząstki stałe. Z tego też względu zagrożenie przyjmuje najczęściej charakter przestrzenny terytorialny, a nawet globalny, albowiem środki promieniotwórcze mogą być przenoszone na dalekie odległości od źródła, powodując u ludzi porażenia zarówno wewnętrzne, jak i zewnętrzne. Szczególnie niebezpieczny dla środowiska jest opad promieniotwórczy, ponieważ powoduje skażenie gleby, wody i roślinności. Cząstki pyłu promieniotwórczego, migrując w głąb gleby bądź zawieszone w wodzie, powodują ich aktywację – na skutek emisji energii w postaci różnych rodzajów promieniowania – czyli tworzenie nowych izotopów promieniotwórczych. Wskutek tego następuje zwiększenie udziału radionuklidów w promieniotwórczym skażeniu terenu, przez co nie nadaje się on do zamieszkania i działania przez różny czas.

Gdyby na przykład przyjąć, że miało miejsce zniszczenie reaktora jądrowego o mocy 1 tys. MWe (megawatów energetycznych) i dopuszczalna dawka roczna jest równa 2 rem/rok, to do zamieszkania nie nada się 2,3 tys. km^2 terenu przez 1 rok, 800 km^2 przez 5 lat i 360 km^2 przez 10 lat. Ponadto radionuklidy biorą udział, ze względu na swoje właściwości chemiczne, w obiegu w łańcuchu pokarmowym: roślina – zwierzę – człowiek. Szczególnie niebezpieczne są tu Cs-137 i Sr-90 wbudowujące się w tkankę roślinną, wchłaniane przez korzenie, transportowane w górne części rośliny i osadzane najczęściej w owocach.

Skażenia promieniotwórcze mogą wywoływać u ludzi skutki bezpośrednie (somatyczne), objawiające się natychmiast albo w krótkim czasie po skażeniu, i skutki późne (genetyczne), ujawniające się w kolejnych pokoleniach. Skutki skażeń promieniotwórczych sprowadzają się przede wszystkim do wywołania w organizmie człowieka zjawisk fizycznych zachodzących w substancjach, z jakich składa się jego ciało, przez pochłanianie energii emanowanego przez radionuklidy promieniowania jonizującego. Działa ono zarówno zewnętrznie, jak i wewnętrznie. Może wywołać biologiczne skutki napromieniowania w postaci skutków somatycznych polegających na zwiększeniu zachorowalności na białaczki i choroby nowotworowe, wywoływane przez różne wielkości dawek promieniowania. Mogą także ujawnić się po pewnym czasie skutki genetyczne u potomstwa napromieniowanej populacji. W zależności od wielkości pochłoniętej dawki promieniowania jonizującego może wystąpić rozpiętość skutków biologicznych od niewielkich porażeń do zejścia śmiertelnego. Mogą się one pojawić w formie zagrożenia dróg oddechowych przez promieniotwórcze gazy, np. J-131, oraz w postaci zagrożenia zewnętrznego spowodowanego osiadaniem na powierzchni ziemi pyłu promieniotwórczego. O ile pierwsze będzie trwać stosunkowo krótko, o tyle

drugie będzie zalegać w terenie przez bardzo długi okres. Pył zostanie pochłonięty przez glebę, skażając ją na długi okres, a ciągła emisja promieniowania będzie powodować stały dopływ dawki do organizmu człowieka, co może doprowadzić, ze względu na jej kumulację, do różnych powikłań zdrowotnych. Na powierzchni skażonego terenu mogą także wystąpić tak zwane gorące plamy – rejony o dużej mocy dawki promieniowania, a rozkład skażeń będzie zróżnicowany; niejednokrotnie przekroczy wartość graniczną – dopuszczalną (często nazywaną wartością bezpieczną). Również woda może zostać skażona w stopniu wymagającym jej intensywnego uzdatniania.

Radionuklidy, ze względu na swoje właściwości, wywołują określone szkodliwe działanie na organizmy w środowisku, szczególnie zaś na człowieka. Skażenia organizmu będą zachodziły głównie drogą pokarmową i inhalacyjną oraz wskutek zewnętrznego napromienienia. Przy dużych dawkach promieniowania, występujących zwłaszcza po wybuchach jądrowych, zagrożenie dla organizmów będzie pochodziło od promieniowania gamma. Skutkiem biologicznym będzie choroba popromienna, efekt oddziaływania promieniowania na ich komórki. Oprócz tego wolne rodniki powstające w wyniku radiolizy wody, odpowiedzialne za szereg niekontrolowanych reakcji, powodują zmiany mutagenne komórek i tkanek oraz likwidację ich funkcji życiowych.

Zastanówmy się przez chwilę nad mechanizmem działania promieniowania na komórkę. Pozornie może się wydawać dziwne, że jest ono tak silne, pomimo że jest wywoływane tak małą energią. Energia dawki napromienienia śmiertelnego przekazywana tkance wynosi 5×10^{-3} J na 1 g tkanki i jest równoważna 0,001 kalorii wydzielanego ciepła. Ta ilość ciepła może spowodować podwyższenie się temperatury 1 g tkanki jedynie o 0,001 K (0,001°C), a więc zmiana ta jest dla organizmu obojętna. Wpływ promieniowania ujawnia się jednak w procesie jonizacji komórkowych płynów ustrojowych. Energia 5×10^{-3} J na gram wody, przekazywana przez promieniowanie jonizujące, powoduje około 1 tys. aktów jonizacji. Masa komórki wynosi średnio 10^{-9} g. Oznacza to, że powstaje w niej 106 zjonizowanych cząsteczek. Jedna komórka zawiera około 108 dużych cząstek niezbędnych dla jej życia (kwasy nukleinowe, białka) oraz 1013 cząsteczek wody. Z tej bardzo uproszczonej analizy wynika, że promieniowanie może naruszyć tylko nieznaczną liczbę cząstek w komórce. Jednak, aby naruszyć proces życiowy komórki, nie trzeba koniecznie wywoływać uszkodzeń wszystkich części komórek. Wystarczy nieznacznie uszkodzić złożony aparat (zresztą nie do końca poznany) regulujący procesy zachodzące w komórce i określający dziedziczność – łańcuchy DNA. Powoduje to promieniowanie jonizujące, wybijając z atomów elektrony, które zapewniają chemiczną więź poszczególnych części tych cząsteczek. Jest to działanie bezpośrednie promieniowania. Może ono jednak oddziaływać również pośrednio na cząsteczki DNA, wywołując jonizację wody wchodzącej w skład protoplazmy.

Cząsteczki wody pod wpływem promieniowania podlegają procesowi radiolizy. Jonizacja cząsteczki wody powoduje utratę elektronu z ostatniej ośmioelektronowej orbity atomu i powstanie wolnego jonorodnika:

$$\sim\sim\sim H_2O \rightarrow H_2O^+ + e^-$$

H_2O^+ jest niestały i natychmiast rozpada się na proton wodoru i wodny rodnik hydroksylowy:

$$H_2O^+ \rightarrow H^+ + OH^*$$

Elektron oderwany od cząsteczki wody może być wychwytywany przez inną cząsteczkę wody, dając w efekcie jonorodnik:

$$H_2O + e^- \rightarrow H_2O^-$$

Jest to nietrwały produkt, szybko rozpadający się na rodnik wodoru i jon hydroksylowy:

$$H_2O^- \rightarrow H^* + OH^-$$

Wzbudzenie cząsteczki wody przez napromienienie powoduje jej dysocjację na rodnik wodoru i rodnik hydroksylowy:

$$\sim\sim\sim H_2O \rightarrow H_2O^* \rightarrow H^* + OH^*$$

Rodniki H^* i OH^* mają małe wymiary i mogą szybko dyfundować i reagować z innymi cząsteczkami, między innymi z cząsteczkami istotnymi z biologicznego punktu widzenia. Może się zdarzyć, że rodnik połączy się z taką cząsteczką w miejscu, od którego zależy jej funkcja ważna dla życia komórki i spowoduje, że cząsteczka utraci zdolność do spełniania swojej funkcji. Wśród produktów radiolizy wody na uwagę zasługuje wykryty w 1962 roku elektron uwodniony. Powstaje on z elektronu emitowanego w procesie jonizacji. Po utracie energii na skutek oddziaływania z innymi cząsteczkami zostaje on spowolniony do wartości energii 0,025 eV, odpowiadającej równowadze termicznej z otoczeniem w normalnej temperaturze. Cząsteczki wody ustawiają się w polu elektrycznym elektronu w ten sposób, że powstaje quasi-cząsteczka, w której elektron związany jest z wieloma cząsteczkami wody. W tym układzie elektron może zajmować określone orbity, czyli posiadać kwantowane poziomy energii. Różnice między tymi poziomami energii powodują pojawianie się widma absorpcji świetlnej. Maksimum absorpcji obserwuje się przy 7200 A. Czas życia uwolnionego elektronu jest rzędu $2,3 \times 10^{-4}$ s. W środowisku obojętnym lub alkalicznym e^-aq jest głównym czynnikiem redukcyjnym:

$$e^-aq + H_2O \rightarrow H^* + OH^-$$

W środowisku kwaśnym zachodzi reakcja:

$$e^-aq + H^+ \rightarrow H^* \text{ lub}$$

$$e^-aq + H_3O+ \rightarrow H^* + H_2O$$

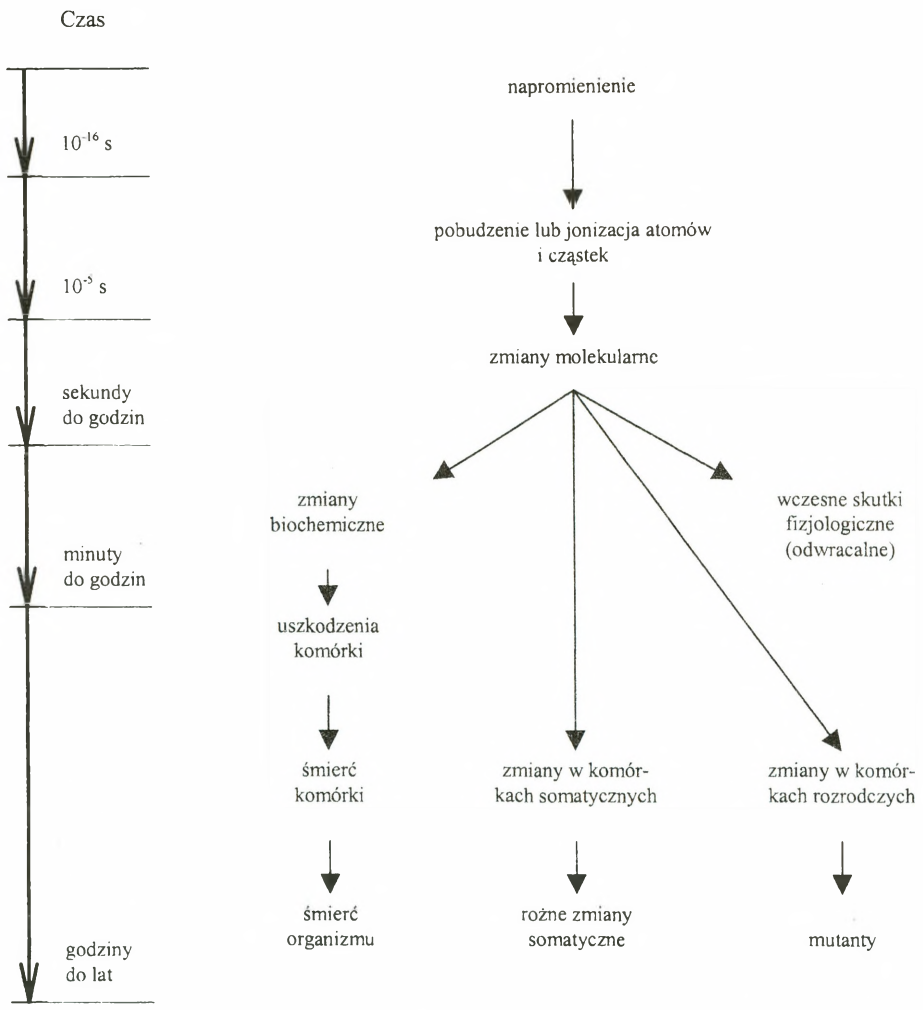
W obecności tlenu reakcje pomiędzy e^-aq, H^*, i O_2 prowadzą do wytworzenia rodnika HO_2^*

$$e^-aq + O_2 \rightarrow O_2^-$$

$$O_2^- + H+ \rightarrow HO_2^*$$

$$O_2^- + H^* \rightarrow HO_2^*$$

Wolne rodniki o bardzo wysokiej reaktywności chemicznej tworzą niespecyficzne dla komórki połączenia z DNA i białkami, degenerując je lub niszcząc. Efektem procesów rodnikowania oraz wtórnych procesów chemicznych w komórce może być powstawanie nowych komórek o zmienionym kodzie genetycznym (mutantów), co powoduje zmiany chorobowe w organizmie (choroby nowotworowe, np. białaczka będąca wynikiem uszkodzenia szpiku kostnego), a bardzo często obumarcie komórek.



Rys. 54. Uszkodzenia popromienne ustroju ludzkiego (wg E. Malinowskiego)

Skutki szkodliwego działania promieniowania można podzielić na dwie zasadnicze kategorie, a mianowicie na skutki somatyczne – występujące u osób napromienionych i skutki dziedziczne (genetyczne) – występujące u potomstwa osób napromienionych. Skutki somatyczne mogą być: wczesne (ostre), występujące w okresie dni lub tygodni po napromienieniu, i późne, ujawniające się po upływie miesięcy lub lat. Promieniowanie jonizujące wywołuje zaburzenia i zmiany na wszystkich poziomach organizacji żywego organizmu, począwszy od cząsteczki przez komórkę, tkankę, narząd, cały ustrój aż do poziomu populacji. Powstawaniu uszkodzeń popromiennych towarzyszą procesy fizyczne, chemiczne i biochemiczne. Końcowym etapem są przejściowe lub trwałe zmiany organizacji wewnętrznej

i czynnościowej ustroju, które mogą doprowadzić do znacznych zaburzeń, w szczególnych przypadkach do całkowitego zniszczenia obiektu – śmierci.

W napromienionym ustroju najwcześniej zachodzą zmiany fizyczne, których skutkiem jest pobudzenie oraz jonizacja atomów i cząsteczek. Po procesie fizycznym (wzbudzenie i jonizacja) zachodzą procesy chemiczne (powstawanie rodników i ich reakcje z innymi cząsteczkami, przegrupowania w cząsteczkach), następnie procesy biochemiczne zaburzające fizjologiczne czynności w ustroju. Zmiany wywołuje tylko energia pochłonięta. Pochłonięcie energii w tkance żywej jest pierwszym etapem powstawania uszkodzeń popromiennych. Przekazanie energii promieniowania jonizującego w napromienionym obiekcie może zachodzić na drodze reakcji bezpośredniej – gdy zmieniona zostaje ta cząsteczka, która pochłonęła energię, lub pośredniej – w wyniku reakcji cząsteczki, która pochłonęła energię, z inną cząsteczką, ulegającą wówczas zmianie.

DYLEMATY BRONI BIOLOGICZNEJ

Zdajemy sobie sprawę, że każda wojna, bez względu na swą skalę przestrzenną, a więc zarówno lokalna, ograniczona czy totalna – ogarniająca wielkie przestrzenie, niesie zagrożenie dla środowiska naturalnego. Jego skutki ujawniają się w różnym czasie. Najpierw jako bezpośrednie fizyczne następstwa środków rażenia niosące z sobą śmierć, porażenia, zranienia ludzi i zwierząt oraz zniszczenia materialne w budownictwie, sieci drogowej i kolejowej, pożary ogromnych przestrzeni lasów itp. Później szkody te, traktowane jako skutki wtórne, są przyczyną innych szkodliwych zjawisk, np. zadymienia atmosfery obniżającego aktywność słoneczną czy kwaśnych deszczów, prowadzących w prostej linii do erozji gleby. Skutkiem wojny jest także obniżenie poziomu życia ludzi i rozwój oraz rozprzestrzenianie się epidemii chorób zakaźnych.

Skoro mowa o epidemiach, jako o następstwie obniżenia higieny i standardu życia ludzi w warunkach wojny, nie powinniśmy pomijać milczeniem problemu wojny biologicznej, czyli celowego działania dla sztucznego wprowadzenia do środowiska mikroorganizmów chorobotwórczych. Jest to bowiem jedna z form nadzwyczajnych zagrożeń środowiskowych. Czy jednak podejmować tę problematykę, jeśli problem został rozwiązany (!), albowiem została przyjęta konwencja o zakazie użycia środków biologicznych w wojnie?[53] Wydaje się, że trzeba, bo przecież samo złożenie podpisów i zadeklarowanie przestrzegania postanowień dokumentów nie załatwią sprawy. Odcinając się od bojowego użycia środków biologicznych, nie likwiduje się ani instytutów badawczych, ani tematów nauko-

[53] Od 1972 roku *Konwencję o zakazie broni biologicznej* podpisało 120 krajów, w tym USA. W 1991 roku sygnatariusze utworzyli komitety ekspertów dla opracowania metod weryfikacji związanych z możliwością nieoczekiwanych inspekcji w rządowych i przemysłowych laboratoriach biotechnologicznych oraz przedstawienia szczegółowych sprawozdań z działalności, której efekty mogą być wykorzystane zarówno w celach cywilnych, jak i wojskowych.

wych. Ba, nie można tego zrobić chociażby z tego powodu, iż wiele dokonań naukowych służy ludziom w zwalczaniu chorób i likwidacji zagrożeń, jakie z sobą niosą. Prawdą jest, że postępy nauk biologicznych, rozwój biotechnologii, biochemii i innych dziedzin przynosi wiele dobrego człowiekowi. Prawdą jest także to, że ich osiągnięcia mogą być łatwo przystosowane do bojowego użycia (jak choćby toksyna botuliny). A stąd już prosta droga do nowoczesnych środków wojny biologicznej.

Tabela 13. Terminy podpisania i ratyfikowania konwencji o zakazie broni biologicznej przez wybrane kraje

Kraj	Termin	
	podpisania	**ratyfikowania**
Chiny	–	15.11.1984 r.
Indie	15.01.1973 r.	15.07.1974 r.
Iran	10.04.1972 r.	22.08.1973 r.
Irak	11.06.1972 r.	19.06.1991 r.
Libia	–	19.01.1982 r.
Korea Płn.	–	13.03.1987 r.
Pakistan	10.04.1972 r.	25.09.1974 r.
Rosja	10.04.1972 r.	26.03.1975 r.

Postęp w biotechnologii sprawia, że broń biologiczna staje się coraz bardziej atrakcyjna dla wielu krajów, krajów, które nie mogą sobie pozwolić na broń jądrową. Utrzymuje się, że prawie 25 państw – w tym Korea Północna, Iran czy Irak – pracuje nad bronią biologiczną lub już ją ma. Wiele państw przeznacza duże środki pieniężne na programy badawcze, wiele też pojawia się głosów o tym, że obronę przed środkami biologicznymi trzeba traktować jako potrzebę najwyższej rangi. Jakże więc, nawet w naszych czasach, są aktualne słowa jednego z pierwszych demaskatorów zbrodni bakteriologicznych – Charles'a Nicolle'a. Już przed kilkudziesięciu laty pisał on: [...] *strzeżmy się wnioskowania, że wojna bakteriologiczna jest niemożliwa i że – mimo głoszonych zapewnień – nie gotują się do niej wszędzie, w tajemnicy niektórych laboratoriów*[54]. Tym bardziej jego słowa są aktualne i tym bardziej możemy je traktować jako motto naszego działania, że ostatnio coraz więcej zainteresowania kieruje się ku temu rodzajowi broni masowego rażenia. Nawet spotykane tu i ówdzie poglądy o łączeniu broni konwencjonalnej z bronią chemiczną, jako najbardziej prawdopodobnym środku walki po likwidacji broni atomowej, nawet euforia, z jaką traktuje się nowoczesne rodzaje broni tzw. precyzyjnego rażenia, nie powinny usunąć z pola naszego widzenia środków biologicznych jako alternatywy broni masowego rażenia w nowym wydaniu. Bo prawdę mówiąc, wojna biologiczna zawsze miała tak zwolenników, jak i zagorzałych przeciwników. Zarówno jedni, jak i drudzy dostrzegali i doceniali jej podstawowy czynnik – środek biologiczny – jako unikalny rodzaj oręża, który wyniszcza populację ludzką bez naruszania jej dóbr naturalnych.

[54] Ch. Nicolle, *Destin des maladies infectienses* (tłum. polskie *Narodziny, życie i śmierć chorób zakaźnych*), Warszawa 1936.

Dostrzegali również, że tym łatwiejsze mogłoby być osiągnięcie celu wojny, pobicie przeciwnika, im szybciej i skuteczniej można by skorzystać z możliwości, jakie niesie wywoływanie chorób zakaźnych. Poglądom takim dawano wyraz w wojnach już w zamierzchłej przeszłości i realizowano je z pozytywnymi dla najeźdźców skutkami, chociaż nie była to jeszcze wojna biologiczna w obecnym rozumieniu.

Tabela 14. Stan zaawansowania prac nad bronią biologiczną w wybranych krajach

Kraj	Program badawczy	Możliwe środki biologiczne
Chiny	prawdopodobny program ofensywny	nieznane
Indie	program obronny	nieznane
Iran	program badawczy	nieznane
Libia	program badawczy	nieznane
Korea Płn.	program badawczy	wąglik, tularemia, bruceloza, dżuma, ospa, toksyna botulinowa, gorączka krwiotoczna, dur brzuszny, żółta febra
Rosja	program badawczy obronny	wąglik, tularemia, bruceloza, dżuma, wenezuelskie końskie zapalenie mózgu, tyfus, gorączka krwotoczna Q, ospa, toksyna botulinowa, infekcja Marburg, wirus Ebola, wirus Machupo, argentyńska gorączka krwotoczna, żółta febra, gorączka Lassa, japońskie zapalenie mózgu, papuzica, ornitoza, wirus inderpest, rdza zbożowa pszeniczna

Źródło: *Broń masowego rażenia – czy jeszcze pod kontrolą?* „Przegląd Wojsk Lądowych" 2000, nr 6.

Namiastką wojny biologicznej było na przykład wywołanie epidemii dżumy w czasie oblężenia przez Tatarów genueńskiej twierdzy Kaffa. Podobnie można traktować sytuację, kiedy na rozkaz Aleksandra Macedońskiego jego armia pozostawiała za cofającymi się własnymi oddziałami niepogrzebane konie i zwłoki ludzi zmarłych na zaraźliwe choroby[55]. Historia bliższa naszych czasów dostarcza przykładów o stosowaniu zarazków chorobotwórczych na frontach wojen. Można tu przywołać przykład wzbudzenia, w 1917 roku, pryszczycy bydła na zapleczu frontu zachodniego pierwszej wojny światowej bądź uśmiercenie transportu koni francuskich przez wywołanie choroby zakaźnej czy działalność osławionego japońskiego „oddziału 731", który na przykład wywołał epidemię dżumy w chińskim mieście Ningho[56]. Z wielu wniosków i prawidłowości dotyczących udziału chorób w wojnie wynika jednoznacznie, że epidemie wśród ludności okazywały się bardzo często poważnym czynnikiem niepowodzeń militarnych. Bardziej dosadnie ujął to jeden z przywódców rewolucji październikowej, oceniając stan sanitarnohigieniczny rewolucji, mówiąc aż nazbyt dosadnie: „albo wszy pokonają rewolucję albo rewolucja wszy".

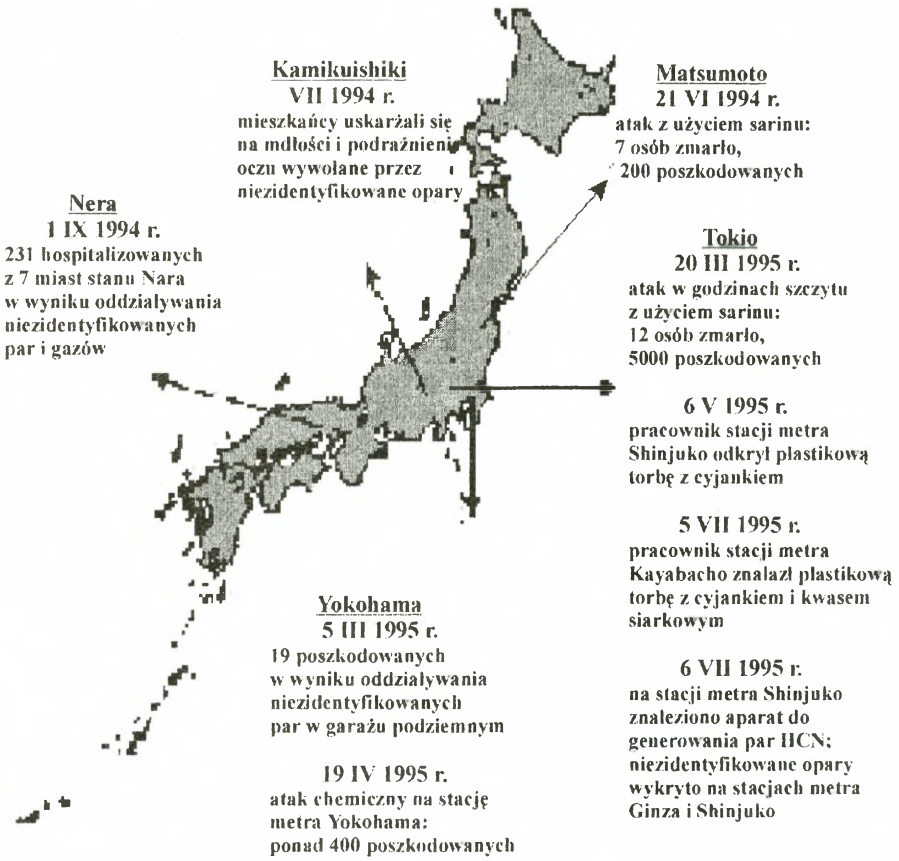
[55] Zob. np. W.A. Baszenin, *Kurs czastnoj epidemiołogii*, Wojenizdat, Moskwa 1955.
[56] I.Z. Sarkisow, *Bakterialnaja wajna*, Moskwa 1940.

To, o czym powiedzieliśmy dotychczas, jawi się nam jako obraz zagrożeń środowiska, a w nim podstawowego składnika ekosystemu – człowieka przez środki wojny biologicznej, za jakie uważane są wirusy, bakterie, riketsje[57], toksyny bakteryjne, zdegenerowane hormony wzrostu i podobne, w połączeniu z urządzeniami do ich przenoszenia, stanowiące broń biologiczną. Może ona być użyta w wojnie chociażby z przeświadczenia, że wojna taka jest tania. Walczyłyby w niej bowiem bakterie, niszcząc obrońców i pozostawiając nietknięte miasta, fabryki, zabudowania i inne urządzenia gospodarcze. A więc z militarnego punktu widzenia zastosowanie broni biologicznej jest opłacalne, ponieważ pozostaje nienaruszona infrastruktura przy jednoczesnym dużym wskaźniku zniszczenia potencjału ludzkiego.

Z ekspertyzy Światowej Organizacji Zdrowia wynika, że w razie ataku biologicznego zarazkami wąglika na miasto liczące 500 tys. mieszkańców liczba zakażeń może sięgnąć 125 tys., w tym 95 tys. ze skutkiem śmiertelnym. Przy ataku pałeczkami dżumy liczba ta byłaby dużo większa ze względu na skutki zakażeń wtórnych. W przeprowadzonym w USA badaniu, polegającym na symulacji ataku wąglikiem na 6,5 mln metropolię, stwierdzono, że skutki ataku odczułoby ok. 3 mln ludzi, z tego ok. 2 mln zmarłoby wobec braku bezpośredniej pomocy lekarskiej. Jakże stąd blisko do stwierdzenia, że broń biologiczna nie jest ani trochę bardziej haniebna niż jakakolwiek inna. Trzeba przy tym pamiętać, iż jakiś zdeterminowany kraj prowadzący wojnę, zbyt ubogi, by silić się na broń masowego rażenia, może się odważyć na dość łatwo osiągalny proces wyhodowania środków wojny biologicznej. Także i grupy terrorystyczne mogą się pokusić o wejście do tego „królestwa zabawy w zagładę". Dowiodły tego nazbyt dosadnie akcje terrorystyczne w Japonii. I chociaż „bohaterami" były, jak się okazało, środki trujące, to jednak daje to wiele do myślenia o możliwościach zagrożeń, jakie znajdują się dzisiaj w zasięgu ręki.

Broń biologiczna składa się ze środka przenoszenia oraz środka biologicznego. Środki przenoszenia mogą być bardzo różne: artyleria, lotnictwo lub pociski rakietowe wyposażone w bomby, kasety bądź pojemniki ze środkiem biologicznym. Może nimi być ciężarówka lub łódka z generatorem aerozolu, także pojemnik przenoszony przez człowieka zakażającego np. zbiornik wody czy żywności. Środek biologiczny może być albo suchym proszkiem, albo ciekłą zawiesiną mikroorganizmów chorobotwórczych czy też toksyn. Doprawdy możliwości są przeogromne. Tak wielkie, jak wielka jest pomysłowość człowieka w skutecznym zakażaniu i skażaniu środowiska. Sposoby użycia mikroorganizmów są również różne. Spośród nich najbardziej efektywne jest wytwarzanie w powietrzu chmury środka biologicznego nad celem lub po jego nawietrznej stronie. Spowoduje się w ten sposób wdychanie zarazków przez ludzi i przedostawanie się ich do wnętrza organizmów zwierzęcych i roślinnych. Sposób ten jest uważany za najbardziej skuteczny w rażeniu, gdyż środki biologiczne to organizmy żywe, które z upływem czasu tracą swoje zjadliwe właściwości w wyniku niszczącego wpływu środowiska.

[57] Riketsja – mikroorganizm, odkryty w 1909 roku przez Rickettsa, zajmujący pośrednie miejsce pomiędzy bakteriami i wirusami.



Rys. 55. Ataki terrorystyczne w Japonii z wykorzystaniem środków trujących

Większość mikroorganizmów ginie poddana działaniu światła słonecznego, wiele ulega zniszczeniu w miejskich systemach uzdatniania wody, wiele wręcz nie znosi środowiska wodnego. Naturalne obumieranie mikroorganizmów nie rokuje także większych nadziei na zakażenie w łańcuchu pokarmowym, bo przecież cała populacja nie spożywa w jednym czasie żywności pochodzącej z jednego źródła, a każde skażone źródło żywności byłoby szybko wykryte i usunięte. By jednak skażenie przez powietrze było skuteczne, muszą być przestrzegane pewne warunki. Dotyczy to przede wszystkim wielkości cząstek środka biologicznego. W przeciwieństwie bowiem do środków chemicznych, które mogą być ciałami stałymi, cieczami lub gazami o małych rozmiarach cząstek, jest on nielotnym ciałem stałym złożonym z mikroorganizmów o średnicy 1 i więcej mikronów, łatwo wyłapywa-

nych przez proste filtry. Dowiedziono doświadczalnie, że środek biologiczny będzie skutecznie wdychany i pozostanie w płucach, jeśli jego cząsteczki będą miały średnicę od 1 do 5 mikronów. Jeżeli będzie stosowany w postaci aerozolu, to rozmiary obszaru przezeń skażonego będą zależne od warunków atmosferycznych panujących w powietrzu w chwili rozpraszania. Odległość, na jakiej zostaną wywołane zachorowania, zależy od ilości środka biologicznego, prędkości wiatru i stabilności powietrza. Im więcej będzie środka biologicznego, tym dalszy będzie zasięg skażonego nim powietrza. Z kolei im mniejsza będzie prędkość wiatru, tym więcej będzie ofiar, gdyż ludzie dłużej będą przebywać w zasięgu chmury skażenia i więcej pochłoną mikrobów chorobotwórczych.

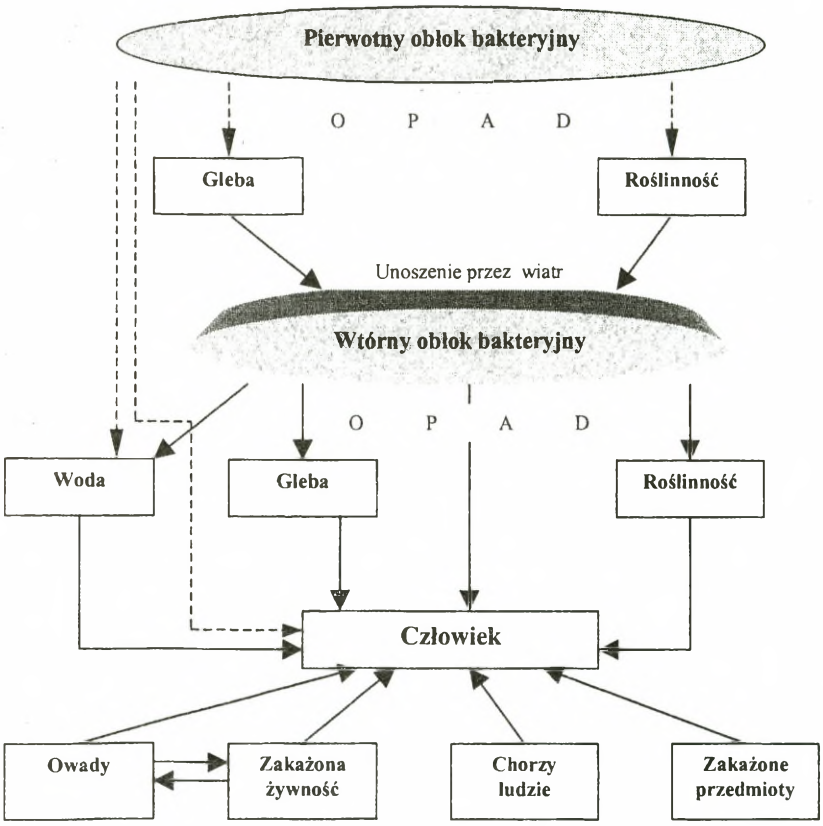
Stabilność atmosfery wywiera wpływ na utrzymanie się chmury środka biologicznego nad powierzchnią ziemi. Najbardziej stabilne warunki występują wtedy, gdy powierzchnia ziemi jest wychłodzona przez wypromieniowanie ciepła, a powietrze w warstwie przyziemnej atmosfery ochłodzone przez kontakt z ziemią. Sytuacja taka nosi nazwę inwersji i jest idealna do użycia broni biologicznej. Również neutralna stabilność atmosfery, kiedy nie ma ani silnej inwersji, ani turbulencji, sprzyja stosowaniu środków biologicznych. W takich warunkach np. 100 g suchego środka biologicznego na 1 km liniowego źródła będzie działało skutecznie na odległościach od 10 do 100 km[58]. Jak widać, powierzchnia skażeń zagrażających ludziom i otoczeniu może być duża. Wypada przy tym dodać, iż nie będzie miejsca w terenie, gdzie nie dotrze środek biologiczny. Wynika to z tzw. penetrujących właściwości chmury biologicznej. Przemieszczając się wraz z ruchem mas powietrza, wśliznie się do każdej szczeliny, do wnętrza budynków i urządzeń. Nie będzie więc wobec niej skutecznej ochrony.

Podobnie ma się sprawa ze skażeniami roślinności, chociaż zagadnienie trzeba rozpatrywać w dwojaki sposób. Niewątpliwie na pierwszym miejscu powinniśmy postawić skażenie środowiska roślinnego przez wypadanie grawitacyjne drobnoustrojów z obłoku broni biologicznej.

Wskutek tego na powierzchni ziemi powstanie strefa skażona, w której drobnoustroje zostaną osadzone na częściach roślin. Sytuacja jednak nie będzie tak prosta, jakby się wydawało. Grubość warstwy środka biologicznego nie będzie jednakowa w każdym miejscu skażonego obszaru. Wywrze na to wpływ zarówno powietrze, jak i wiele innych czynników, np. ruch pojazdów. W następstwie pojawi się zjawisko wtórnego skażenia, spowodowane podnoszeniem mikroorganizmów z ziemi i ponownym ich osadzaniem w miejscach często dość odległych od źródła skażenia. W efekcie wystąpią miejsca mniejszych i większych koncentracji środków biologicznych zmniejszających lub zwiększających możliwość zakażenia roślin. Jest to jak gdyby pierwszy etap działania broni biologicznej. Następuje potem penetracja środka biologicznego do wnętrza rośliny. Wniknie on do jej organizmu przez drobne skaleczenia łodyg, liści i korzeni i rozpocznie swoją niszczycielską działalność, powodującą najczęściej obumieranie rośliny.

---

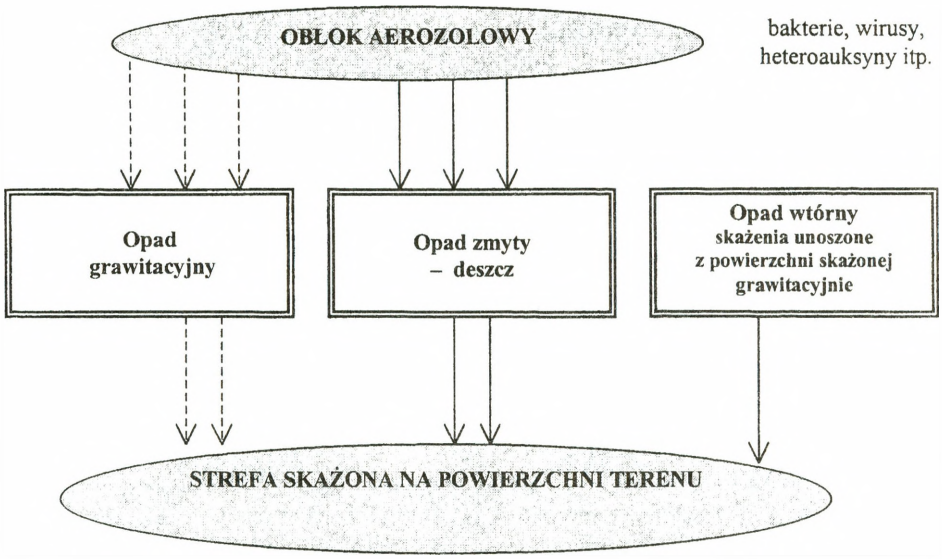
[58] G. Zimmerman, C.V. Chester, *Obrona cywilna a broń biologiczna*, „Przegląd Obrony Cywilnej" 1987.



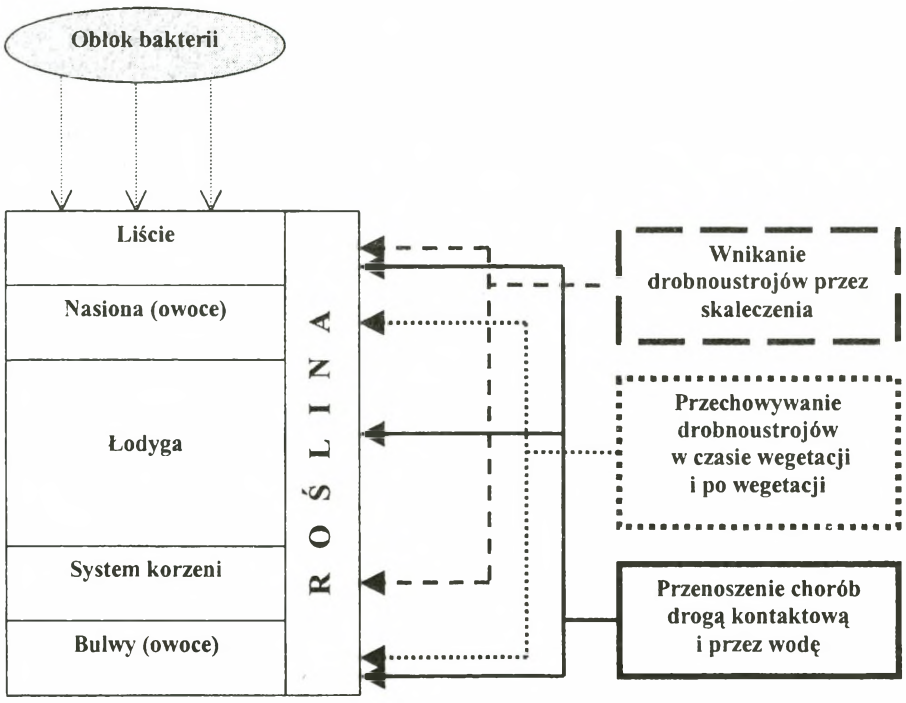
Rys. 56. Drogi przenikania środków bakteryjnych do organizmu człowieka

Szczególnie groźne są w tym wypadku tzw. heteroauksyny, czyli wynaturzone (najczęściej przygotowane sztucznie wskutek zmian genetycznych) hormony wzrostu roślin. Powodują one bujny przyrost liści i łodyg. Nie nadąża za tym aparat transportujący wodę z korzeni. W rezultacie roślina umiera.

Myliłby się jednak ktoś, kto by sądził, że na tym proces się zakończy. Problem jest bardziej skomplikowany, niż się wydaje. Oto bowiem wiele drobnoustrojów chorobotwórczych pozostaje w roślinie, przechowywanych w jej owocach, nasionach, bulwach itp. Następuje czasowe zawieszenie broni między drobnoustrojem a rośliną, aż do czasu nowego okresu wegetacji. Wtedy też – czasem w okresie dość odległym od faktu skażenia – zaczyna się ponowne niszczycielskie działanie środka biologicznego, który dodatkowo jest przenoszony z rośliny na roślinę drogą kontaktową albo zewnętrznie, albo przez wodę czerpaną z gleby. W ten sposób skutki skażeń biologicznych rozkładają się w czasie. Wprawdzie większość roślin zginie bezpośrednio bądź w krótkim czasie po skażeniu, jednak wiele chorób może się ujawnić znacznie później, wpływając na zmniejszenie plonów i pośrednio na zmniejszenie poziomu zaspokajania potrzeb żywnościowych człowieka.



Rys. 57. Sposób skażenia roślin aerozolem bakteryjnym



Rys. 58. Drogi zakażenia roślin

Wybór broni można uznać za sprawę gustu i problem ten nie jest bardziej sporny niż sprawa gustu w dziedzinie odzieży, muzyki...

Theodore Rosebury

NOWE RODZAJE ORĘŻA – MIT CZY PRZYSZŁOŚĆ?

KRÓTKA HISTORIA PORÓWNAŃ...

Nie ulega wątpliwości, że przyszłość środków rażenia tkwi w nauce. Zajmuje się ona nie tylko tworzeniem dóbr służących człowiekowi, lecz także interesuje wykorzystaniem osiągnięć naukowych na innym polu, na polu wojny. Było to i jest normalnym zjawiskiem, gdyż to wojna stanowiła niejeden raz motor napędowy konstruowania różnych urządzeń służących później człowiekowi. Wspomnijmy na przykład radar, sonar, silnik odrzutowy, których rodowód osadzony jest w czasach drugiej wojny światowej. Innym elementem jest sprzężenie myśli naukowej z ideą prowadzenia wojny i wykorzystania w niej oręża różnego typu i rodzaju.

W naszych czasach, nazywanych „okresem zbrojnego pokoju", widać, że szczególnie często sięga się po osiągnięcia różnych gałęzi nauki z myślą o ich zastosowaniu na polu wojny. Myśli tej jednak przyświeca idea masowego rażenia przeciwnika i na dużą skalę owocuje to skutkiem przekształcania się wojny w nowy jej typ, w wojnę techniczną wszechogarniającą. Jednym z kierunków owej działalności jest wkraczanie w obszar określany mianem broni geofizycznej, sięgającej po możliwość wykorzystania energii sił przyrody do realizacji celów wojny. Drugim z kierunków poszukiwań jest modernizowanie broni jądrowej dla uczynienia jej bardziej „humanitarną" w powodowaniu porażeń przez wybór czynników rażenia i coraz częstsze sięganie po tak zwaną „broń promieniową".

Można wskazywać na jeszcze inne kierunki poszukiwania w różnych sferach działalności naukowej. Bez względu jednak na to, ile z nich wskażemy, wszystkie zmierzają do jednego – do zwiększenia skuteczności oddziaływania na potencjalnego przeciwnika przez wprowadzanie nowego rodzaju oręża. Bardzo często dokonuje się tego pod szyldem „broni humanitarnych". Czy to jednak oznacza, że broń ta nie zabija, nie niszczy, nie kaleczy, nie pozostawia żadnych innych śladów swej rażącej działalności? Ależ skąd, powoduje ona to samo, jednakże owa humanitarność sprowadzana jest do szybkości unicestwienia przeciwnika przez środek walki, który łatwo i prędko go wyeliminuje i to bez zadawania zbędnych cierpień. Szybko, cicho i pewnie zniszczyć wroga to przecież dewiza nie tylko obecnych czasów, szukanie zaś sposobów skutecznej likwidacji przeciwnika ciągle zaprzątało i nadal zaprząta umysł człowieka. Świadczy o tym historia rozwoju środków walki.

Gdzież jednak szukać takiego oręża, takiej broni, w jakiej dziedzinie nauki znaleźć ów „kamień filozoficzny" wojny? Odpowiedź jest trudna, jako że każda nauka może dostarczyć środka skutecznie niszczącego przeciwnika. Poszukiwania doskonałego uzbrojenia trwają od czasu, kiedy człowiek zaczął toczyć wojny. Ludzkość od zarania swych dziejów poznała już różne sposoby niszczenia przeciwnika, a metody i środki walki zmieniały się tak, jak zmieniała je myśl człowieka. Początkowo walczono jeden na jednego, później zaczęto wymyślać doskonalsze środki pozwalające na uczestnictwo w wojnie większych grup ludzi. Rasa ludzka przerabiała już w swej historii i masowe armie, i lokalne, i totalne wojny. W każdym wypadku dawała znać o sobie myśl techniczna, wskazująca kierunki doskonalenia środków zabijania. Ludzki ród przeszedł długą drogę historii broni: od kamienia, przez maczugę, łuk i inne, po karabin, broń maszynową i dalej, aż do broni masowego rażenia. Doświadczył też wielu rozczarowań i bolesnych przeżyć ze środkami rażenia, które najczęściej miały być tymi ostatnimi, najlepszymi, najskuteczniejszymi, tymi rozwiązującymi ostatecznie wszystkie nabrzmiałe problemy wojny, bo zawsze nowy oręż wypierały coraz nowsze i doskonalsze rodzaje broni. Ile to nadziei pokładano w broni chemicznej i jakże zachwycano się bronią jądrową, mającymi być w swoim czasie panaceum na problemy wojny. Jednak po krótkim okresie entuzjazmu następowały chwile zwątpienia i opamiętania. Ale by do tego doszło, potrzebna była masowa śmierć w wyniku użycia broni chemicznej na polach pierwszej wojny światowej i w Wietnamie, potrzebne były Hiroszima i Nagasaki, potrzebne były bolesne doświadczenia różnych innych wojen, by zrozumieć, że sami sobie przygotowujemy zagładę. Zwłaszcza wizja „zim nuklearnych", obszarów bez życia i szans na to, by życie utrzymać oraz inne obrazy zagłady malowane przez uczonych różnych nacji spowodowały, iż nastąpił przełom w postrzeganiu zagrożeń wojennych.

Często dzisiaj podkreślamy, że idee wojny chemicznej czy atomowej już się przeżyły. Na jak długo? Pytanie retoryczne, na które nie ma odpowiedzi. Chociaż, czy musimy na nie odpowiadać, jeśli widzimy, iż w sukurs temu, co odchodzi, przychodzi nowe z kręgów współczesnej nauki. Powiedzmy raczej, iż człowieka niewiele nauczyły doświadczenia wojen. Nieprzerwanie poszukuje się bowiem odpowiedzi na ciągle aktualne pytanie: jeżeli celów ewentualnej wojny nie można osiągnąć bronią masowego rażenia[59] – byłoby to pyrrusowe zwycięstwo, to jak dojść do niego innymi drogami, przy tym takimi, jakie są akceptowane przez społeczność międzynarodową?

Chcąc dać odpowiedź, sięgnięto do osiągnięć badawczych różnych dziedzin naukowych. Rozwój mikroelektroniki, zdobycze optoelektroniki, fizyki wysokich energii i osiągnięcia wielu innych dziedzin nauki zaczęły wkraczać do wojsk, otwierając szerokie pole do działań. Po krótkim okresie wahań, niedowierzań i doświadczeń poligonowych w wyposażeniu wielu armii świata znalazły się nowe typy sprzętu bojowego, nowe typy broni o zwiększonej donośności, precyzji trafie-

[59] Broń masowego rażenia, broń masowej zagłady – w prawie międzynarodowym nazwa nowoczesnej, o wielkiej sile niszczenia, broni, której działania nie można ograniczyć do określonych obiektów wojsk (np. broń jądrowa). *Encyklopedia multimedialna PWN*, 1999.

nia, o podwyższonej jednostkowej mocy rażenia. Niektóre z nich można – ze względu na skutki, jakie wywołują – porównywać ze skutkami użycia broni atomowej. Na przykład tzw. ładunki paliwowo-powietrzne wytwarzają falę miotającą o zasięgu i sile rażenia porównywalnej z falą uderzeniową powstałą przy wybuchu ładunku jądrowego małej mocy. Można także wybranymi czynnikami rażenia już dziś sterować, można je dobierać do tego, co chcemy osiągnąć przez ich wykorzystanie. Widoczne jest to zwłaszcza na przykładzie kolejnych generacji broni jądrowej czy też broni chemicznej (np. synteza toksyny botulinowej), która znalazła się dzisiaj na pograniczu chemii i biologii, sięgnąwszy po toksyny i inne środki chemiczne.

Tych, którzy zajmują się wojną, jej przygotowaniem, prowadzeniem i oceną, interesuje zawsze wykorzystanie różnych gałęzi wiedzy jako środka prowadzącego do osiągnięcia celów wojny. Do nich bez wątpienia należy fizyczne zniszczenie przeciwnika, prowadzące do zajęcia jego terytorium i do dalszego podporządkowania go polityce agresora. Jednak sukcesy militarne są najczęściej mierzone wielkością zadanych strat, ocenianych przy pomocy tradycyjnych wskaźników liczbowych odnoszonych do ogółu porażonych w wojnie. Wydawałoby się to nadzwyczaj słuszne. Jednak taki sposób podejścia do problemu powoduje, że umyka uwadze zagadnienie konsekwencji wtórnych, odległych nieraz w czasie, które dotyczą oceny poziomu zagrożeń powodowanych działaniami wojennymi. Spójrzmy na pewne wskaźniki ocenowe, wywiedzione z nie tak odległej historii wojen. Jak oceniają historycy, straty bitewne w wojnach XVIII wieku dochodziły do 20–30% ogółu walczących żołnierzy. W XIX wieku spadły już do poziomu 8%, i chociaż w wojnach początku XX wieku sięgnęły pułapu 12% (np. straty w wojnie rosyjsko-japońskiej), to w kampaniach wojennych pierwszej i drugiej wojny światowej ponownie się obniżyły[60].

Z owych danych można wywieść wiele różnych wniosków. Wydaje się, że najważniejszy brzmi następująco: im bardziej skuteczna była broń, tym mniej żołnierzy traciły armie. Będzie on jednak zasadny pod warunkiem porównania strat z ogółem walczących i czasem trwania wojny. Drugi wniosek wskazuje, że procesowi wzrostu rażącej siły oręża – efektu rozwoju myśli naukowej – towarzyszyło doskonalenie środków ochrony wojsk przed ich skutkami, które nie tylko stępiały śmiercionośne ostrze rożnych środków rażenia, lecz także zabezpieczały życie żołnierzy.

Inaczej to wygląda w odniesieniu do ludności znajdującej się nierzadko w ognisku działań wojennych, zawsze przecież mniej lub bardziej odczuwającej skutki wojny. Paradoksem jest bowiem to, że wzrost skuteczności rażenia środków walki powodował polepszanie możliwości ochrony żołnierzy przed nimi, ale prowadził też do zwiększania strat wśród ludności na obszarach objętych działaniami wojennymi. Zobaczmy to na następującym przykładzie. Jeśli w czasie pierwszej wojny światowej zginęło 5% ludności państw objętych jej działaniami, to już podczas drugiej wojny światowej wskaźnik ten wynosił 48%, a w toku trwania wojny koreańskiej nawet 84%[61]. Podobne parametry można wyłonić z oceny wojen i konfliktów zbrojnych minionego czterdziestolecia. Prowadzi to do dwóch wniosków. Po pierwsze wojny

[60] W. Popiel, *Niektóre problemy psychologiczne atomowego pola walki*, „Myśl Wojskowa" 1959, nr 5.
[61] Tamże.

toczone w XX wieku stopniowo przekształcały się w wojny techniczne, czego przyczyną był bez wątpienia rozwój nowych środków rażenia. Po drugie tego rodzaju wojny zwiększają zagrożenie ludności cywilnej, mimo iż mówi się i pisze o precyzji rażenia obiektów wojskowych.

Tabela 15. Rozwój broni jądrowej – kolejne generacje

CZYNNIK RAŻĄCY		I generacja przejściowa			II generacja bojowa			III generacja promieniowa		
		lata pięćdziesiąte			lata sześćdziesiąte–siedemdziesiąte			lata osiemdziesiąte–dziewięćdziesiąte		
	klasyczna	atomowa	wodorowa	uranowa	neutronowa	falowa – udary mechaniczne	elektromagnetyczna	laserowa	falowa	korpuskularna
fala uderzeniowa	•	•••	••	•		•••		•••		••
impuls termiczny	•	•••	•••	•				•••		••
impuls elektromagnetyczny		•	••	•			•••		•••	••
promieniowanie jonizujące		•	•	•••	•••					
skażenie terenu		•	•	•••						

Intensywność oddziaływania poszczególnych czynników rażenia na otoczenie: • słabo, •• silnie, ••• bardzo silnie

Nowożytne wojny i konflikty zbrojne powodują także, przez swą ekspansywność, niesłychanie wielkie zniszczenia środowiska i surowców wszelkiego rodzaju, co wcześniej czy później odbija się na stanie ekonomicznym państwa, które było celem ataku. Toteż – naszym zdaniem – kryteria oceny sukcesów wojennych powinno się uzupełniać informacją o zdolności danego regionu do zapewnienia jakości życia społeczeństwa po wojnie, zwłaszcza określanej i ocenianej z punktu widzenia poziomu degradacji i dewastacji środowiska. Jednak w tym przypadku współczynniki degradacji dotyczące lasów, gleby, wód i innych składowych otoczenia mogą posłużyć do oceny stanu ekonomiki państwa, a także do określenia, które z aspektów zagrożenia są przyczyną takiego stanu rzeczy. Ogrom strat żołnierzy na frontach drugiej wojny światowej i ofiar wśród ludności krajów, przez które przetoczył się walec wojny, spowodował, że pojawiło się pojęcie **genocyd**, określające ludobójczą politykę wobec okupowanych przez Niemców krajów. W niewiele lat później, jakby w odpowiedzi na totalne zniszczenie środowiska na Półwyspie Indochińskim, pojawiło się pojęcie **ekocyd**, oznaczające zabijanie przyrody. Wskazuje to, że powstał nowy problem, na który powinni zwrócić uwagę

parający się prognozą skutków przewidywanych wojen, a mianowicie: zagadnienie degradacji środowiska przez działania wojenne.

Bardzo często można usłyszeć sceptyczne głosy, że w naszych czasach zjawisko wojny powinno być odsunięte na dalszy plan. Przytacza się przy tym argumenty typu: partnerstwo, wzajemne zaufanie itp., nie zauważając lub nie chcąc zauważyć, iż stale toczy się gra i walka ekonomiczna, polityczna i inne. Jednak takie stanowisko wydaje się aż nazbyt absurdalne, bo pokój jest dzisiaj „pokojem zbrojnym", występują liczne konflikty i wojny lokalne, a w państwach świata istnieją mniej lub bardziej liczne armie. Zatem każde nasze perspektywiczne myślenie będzie długo jeszcze hołdować starej rzymskiej maksymie – *si vis pacem para bellum* (chcesz pokoju, gotuj się do wojny). Skoro tak postawimy sprawę, nieodmiennie będą nam towarzyszyć pytania i o istotę, i charakter wojny, i o to, jakie ona może mieć skutki, i o to, jakie mogą być ich następstwa. Warto rozważyć te i podobne kwestie, by podjąć odpowiednie środki przeciwdziałania. O tym, jak sądzimy, zadecyduje przede wszystkim myśl naukowo-techniczna. Zdajemy sobie sprawę, iż szczególnie w minionych latach nastąpił przewrót techniczny w uzbrojeniu i wyposażeniu wielu armii. Zdajemy sobie sprawę i z tego, że bez względu na rezultat rewolucji technicznej w każdej wojnie nadal będzie dominujący czynnik ludzki, wsparty w swych poczynaniach coraz to bardziej wyrafinowanymi technologiami bojowymi. Tym bardziej że możliwości techniki są imponujące. Otwiera ona perspektywy wprowadzenia do uzbrojenia coraz to innych środków walki tak konwencjonalnych, których moc rażenia dorównuje już dzisiaj sile broni nuklearnej małej mocy, jak i zmodernizowanych czy zupełnie nowych generacji broni masowej zagłady. Jednakże w każdej perspektywicznej wojnie nadal na pierwszym miejscu pozostanie ważny element środowiska – żołnierze, a celem każdego działania wojennego ich fizyczne wyniszczenie. Toteż i dziś, i w przyszłości będzie – naszym zdaniem – nadal funkcjonować filozofia wojny określająca, że jej celem jest zniszczenie żołnierzy i wsparta ideą powstrzymywania agresora i hamowania jego działań zbrojnych przez niszczenie jego obiektów wojskowych. To jest, jak sądzimy, przyczyną pokładania wielkich nadziei w tzw. broni precyzyjnego rażenia oraz mimo wszystko w broni masowego rażenia.

Należy przypuszczać, że nawet najbardziej wyrafinowana broń konwencjonalna nie zmniejszy znaczenia broni masowego rażenia, mimo usilnych starań zmierzających do jej zakazu[62]. Presja na dążenie do jej posiadania jest jeszcze bardzo wielka, tym bardziej że oszacowania kryteriów wojny nuklearnej odnoszonych do technicznych parametrów i możliwości broni jądrowej i jej logistyki wskazują na niewielkie koszty jej użycia. Wyjaśnimy to na przykładzie. Załóżmy, że w wojnie zostanie wykonane 50 uderzeń pociskami jądrowymi o mocy nominalnej 1 kt. Tak małą moc przyjmiemy dlatego, że przy niej wzrasta skuteczność rażenia ludzi

[62] Zakaz użycia tej broni, jako przynoszącej bezcelowe zniszczenie i cierpienie, wynika ze zwyczajowych zasad prawa wojny i z umów międzynarodowych dotyczących broni jądrowej, chemicznej i biologicznej. Współcześnie są podejmowane próby uregulowania tego problemu drogą rokowań zmierzających do rozbrojenia.

w obszarach wybuchów. Zróbmy teraz następujące porównanie. Dwie bomby atomowe zrzucone na Japonię (miały moc szacunkową około 35 kt) spowodowały śmierć 105 tys. ludzi natychmiast i około 200 tys. w latach późniejszych. Odnosząc to oszacowanie do mocy 1 kt (1000 ton trotylu) można przyjąć, że eksplozja takiego ładunku powinna spowodować od razu 3 tys. ofiar, później dalsze 6 tys. Przyrównując te dane do założonej liczby uderzeń, uzyskujemy odpowiednio 150 tys. i 300 tys. porażonych.

Tak dalej rozumując, możemy przyjąć, że około 60 tys. Mt mocy w amunicji nuklearnej rozmieszczonej w świecie może uśmiercić ponad 100 mld ludzi, a koszty rozwoju broni jądrowej wyniosły jak dotąd tysiąc mld dolarów. Oznacza to, iż cena zabicia człowieka wynosi niespełna 200 dolarów. Ostrożny szacunek dotyczący kosztów wojen w XX wieku wynosi: ok. 27 tys. dolarów na osobę w pierwszej wojnie światowej; 64,5 tys. w drugiej wojnie oraz ok. 200 tys. w wojnie w Wietnamie. Wymienione wartości mówią same za siebie, przeważając na korzyść zaangażowania się w budowę potencjału jądrowego.

Tabela 16. Stan posiadania broni jądrowej w 1993 roku

Posiadają	Posiadają czasowo	Mogą posiadać ze względu na osiągnięcie progu nuklearnego
Wielka Brytania	Białoruś	Izrael
Chiny	Kazachstan	Pakistan
Francja	Ukraina	Indie
USA		Korea Płn.
Rosja*		

* jako prawnomiędzynarodowy sukcesor ZSRR

Nie inaczej wygląda sprawa z bronią chemiczną czy biologiczną. Oto przykład. Do marca 1945 roku Niemcy i alianci wyprodukowali łącznie 250 tys. ton bojowych środków trujących. Ich użycie w wojnie mogłoby spowodować 100–200 tys. ofiar od razu i później jeszcze 300 tys.[63] Jest to dwa razy więcej niż wyniosła liczba ofiar Hiroszimy i Nagasaki. Wyprodukowanie kilku czy kilkunastu ton środka trującego nie stanowi obecnie problemu dla średnio uprzemysłowionego państwa. Tym bardziej że wiele produktów przemysłu chemicznego bardzo łatwo można przerobić na środki trujące o zastosowaniu bojowym. Stąd też w konwencjach zakazujących użycia broni chemicznej są klauzule przewidujące taką sytuację i nakazujące kontrolę produkowania tych substancji. Wprawdzie wiele państw zgodziło się dobrowolnie na kontrolowanie i ograniczenie ich programu zbrojeń, jednak część nadal pozostaje poza kontrolą, co wpływa na zaburzenie stabilności w wielu regionach świata, na zmianę strategii państw oraz na ich politykę zewnętrzną i gospodarkę.

[63] P. Zagórski, *Bomba atomowa ubogich*, „SOS" 1991, nr 1.

Jak widać z tego krótkiego porównania, możliwości rażenia z liczbą potencjalnych ofiar broni masowego rażenia powinny być brane pod uwagę we wszelkich prognostycznych wizjach ewentualnych wojen czy konfliktów zbrojnych. Wprawdzie istnieją tendencje obniżania ich rangi, ale odbywa się to przy intensywnym poszukiwaniu ich następców w różnych sferach zainteresowań naukowych. Nauka bowiem i technika powiązane ze zbrojeniami są zdolne dostarczyć człowiekowi nowych środków walki, nawet takich, które jeszcze dzisiaj pozostają w sferze fantazji.

DOKĄD ZMIERZA NAUKA I TECHNIKA WOJSKOWA?

Technika i nauka zmienia świat i jest to niepodważalny i powszechny pogląd. Mniej powszechna natomiast, jak można sądzić, jest świadomość, że od wielu lat ambicją naukowców było, by zmieniać go jak najmniej, by osiągnięcia naukowo-techniczne nie były bez koniecznej potrzeby niszczące, by jak najmniej zakłócały życie. Jeśli uzyskane wyniki służą zaspokojeniu potrzeb człowieka, podwyższeniu stopnia rozwoju narodu, owładnięciu siłami przyrody, stworzeniu nowych źródeł energii itd., to wszystko powinno być w porządku. Jednak każdy postęp badawczy, każde osiągnięcie naukowe sprawia, że pojawiają się nowe kierunki zainteresowań i nowe zagadnienia wymagające rozwiązania.

Jednym z problemów, jak się wydaje, jest obawa przed skierowaniem odkryć w kierunku zaprzęgnięcia ich do osiągania celów wojny, do powiększania potencjału militarnego coraz doskonalszych, coraz bardziej nowoczesnych broni. Nie ma w tym nic zdrożnego, bo jest to dążenie naturalne. Człowiek zawsze starał się zapewnić sobie techniczną wojenną przewagę w świecie przeciwstawnych dążeń i osiągnąć hegemonię lokalną bądź globalną. Jest to, jak dowodzi życie, cecha kształtowana i wymuszana przez układ wzajemnych stosunków. O ile bowiem w minionych wiekach ten był górą, kto miał przewagę w wielotysięcznej armii, o tyle dziś następuje przewartościowanie pojęć. O sile i pozycji pośród innych decyduje nowoczesna technologia bojowa, bo wojna naturalnym biegiem rzeczy przekształca się, jak już wspomniano, w wojnę technologiczną.

Jednak wskazanie granicy wyznaczającej rodzaj wojny nie jest sprawą prostą. Wojny znane z przeszłości były najczęściej wojnami granicznymi, toczonymi na styku dwóch kolejnych w rozwoju sztuki wojennej epok. Dla przykładu można wymienić wojnę francusko-pruską (1870 r.), wojnę rosyjsko-japońską (1905 r.) czy inne wojny tego typu prowadzone na kontynencie europejskim i w innych częściach świata aż do zakończenia drugiej wojny światowej. Później, charakterystyczny dla drugiej połowy XX wieku dynamiczny rozwój przemysłowy – w tym przemysłu zbrojeniowego – dawał szansę stworzenia liczniejszych armii korzystających ze znacznie zmodernizowanej bazy materiałowej i technicznej. Powstawały wielomilionowe armie wyposażane w coraz nowocześniejszą broń i korzystające z różnych osiągnięć cywilizacji technicznej. Pod wpływem różnych czynników wzrastał rozmach przestrzenny wojen, zmieniały się sposoby walki, następowało przeobrażenie uzbrojenia. Szczególnie to ostatnie ukazało swe nowe oblicze w początkach lat dziewięćdziesiątych.

Jeżeli bowiem w byłych wojnach lokalnych toczonych czy to w Indochinach, czy na Bliskim Wschodzie, czy na Falklandach wprowadzane były zaledwie pojedyncze wzory nowego uzbrojenia, techniki wojennej czy amunicji, to w wojnie w rejonie Zatoki Perskiej zostało już wykorzystane supernowoczesne uzbrojenie: samoloty, śmigłowce, broń precyzyjnego naprowadzania na cel, kosmiczne systemy rozpoznania i nawigacji itp. Ten okres, naszym zdaniem, stanowi swoistą granicę rozdzielającą wojny klasyczne od wojen najwyższego poziomu technicznego.

Skoro tak popatrzymy na problem, to można stawiać kolejne pytanie, tym razem o granice możliwości technicznych przekształcających wojnę, można rozwinąć fantazję i wymyślać nowe rodzaje broni, o jakich nie śniło się nawet najbardziej przewidującym fantastom, bo wcześniej czy później mogą się one pojawić. Czy jednak trzeba sięgać aż do fantastyki, kiedy wokół nas, w myśli naukowo-technicznej dzieje się tak wiele, zdawałoby się niegdyś fantastycznych, dokonań? Niejeden z nas sądzi nawet, że w najbliższym czasie człowiek jest zdolny sam siebie unicestwić, np. przez doskonalenie pocisków nuklearnych czy broni chemicznej i środków ich przenoszenia[64]. Ale czy unicestwienie nastąpi przez broń masowego rażenia? Przy rozważaniu tej kwestii wielu ulega obiegowym opiniom lub daje się ponieść emocjom. Nie zauważają, opanowani niekiedy ciągle podsycanym strachem przed bronią jądrową czy chemiczną, że obok istnieją lub lada chwila pojawią się nowe rodzaje środków bojowych, stanowiących wytwór zdobyczy nauki i rozwoju nowoczesnych technik wojennych, broni, które mogą, jak sądzimy, zastąpić dotychczasowe rodzaje broni masowej zagłady.

Od czasu do czasu dowiadujemy się o nowych rodzajach uzbrojenia zastosowanego w jakimś konflikcie zbrojnym. A więc w technice wojennej coś się dzieje. A dzieje się tak między innymi za sprawą burzliwie rozwijającej się w minionych latach energetyki jądrowej, osiągnięć fizyki wysokich energii i innych nauk. Toteż można przypuszczać, iż na świecie mogą się pojawić nowe środki walki. Swe przypuszczenia można nawet niejednokrotnie potwierdzić przykładami badań, zmierzających do stworzenia nowych rodzajów broni totalnych, wykorzystujących zjawiska odkryte i opisane przez nauki techniczne. Ciekawostką jest i to, że wymyśla się je i próbuje konstruować, a niekiedy próbuje wcielać w czyn, bazując na wykorzystaniu wielu zjawisk zachodzących w otaczającym nas środowisku naturalnym. Przerażające zaś jest to, że wszystkie one w różny sposób będą oddziaływać na to środowisko bądź na jego poszczególne elementy składowe.

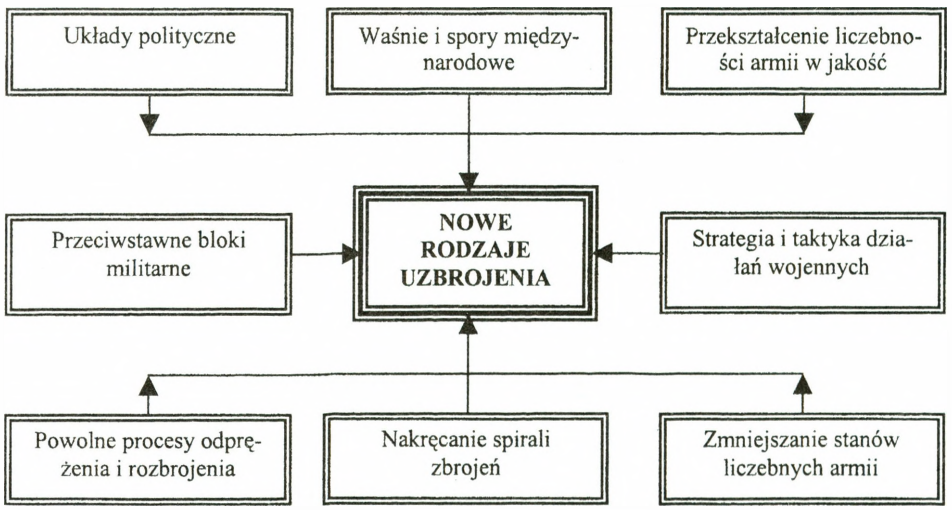
Motywacje przemian w technice wojennej

Nie ulega wątpliwości, że wszelkie prace badawcze i dokonania naukowe od stuleci czyniły, obecnie czynią i w przyszłości będą czynić wiele dla dobra człowieka. Ze skarbnicy nauki czerpie on całymi garściami wiedzę, jak zmieniać otoczenie, co czynić, by polepszyć swój byt, dążąc do doskonalenia kształtu swego

[64] Por. C. Sagan, wyd. cyt.

otoczenia. Ale nauka obok niewątpliwych korzyści niesie także niebezpieczeństwo polegające na przekształcaniu jej osiągnięć w oręż, w narzędzie unicestwienia człowieka nie zawsze w bezpośrednim starciu na polu walki. Przykładów dostarcza nam historia, dostarczają fakty z otaczającej nas rzeczywistości. Tu i ówdzie wybuchające konflikty i starcia zbrojne niosą z sobą śmierć i zniszczenia, powodowane przez oręż wymyślony w laboratoriach naukowych.

Nic nie pozostaje bez przyczyny. W procesie rozwoju każdego zjawiska społecznego – takim jest wojna i takim jest dążenie do konstruowania coraz bardziej skutecznych środków jej prowadzenia – zawsze znajdziemy pozostałości przeszłości, podstawy teraźniejszości i zadatki na przyszłość. Toteż i rozszerzanie kręgu poszukiwań coraz doskonalszej broni wynika z układu sił politycznych, istnienia przeciwstawnych bloków militarnych, zbyt wolno postępującego procesu odprężenia i rozbrojenia. Prawdę mówiąc, procesy te zmieniają tylko zakres, pozostając w ciągłych przemianach dostosowanych do aktualnej sytuacji w stosunkach międzynarodowych. Waśnie, spory i wojny wybuchają na tle narodowościowym, religijnym, ekonomicznym. Nie sprzyja to dążeniu do światowego pokoju. Przeciwnie, jak dawniej, tak i dziś nakręcają spirale zbrojeń, stają się kołem napędowym rozwoju technik wojennych, które przekształcają wojny w zjawiska coraz bardziej nasycone nowoczesnymi technologiami zabijania. Współczesna technika wojenna to skutek przemian zachodzących w strategii i taktyce działań wojennych. Wysuwają ją one na czoło w osiąganiu celu prowadzonej wojny. Dawniej, by go osiągnąć, stawiało się przede wszystkim na ilość sił rzucanych do bitwy i liczbę dysponowanych środków walki. O realizacji celu wojny decydował stan liczebny armii. Dzisiaj nastąpiła zmiana proporcji. Ilość przekształca się w jakość, na to zaś wywiera wpływ uzyskany poziom techniczny wsparty potencjałem ludzkim, to z kolei wyzwala dążenie do poszukiwania środków ułatwiających unicestwienie przeciwnika.



Rys. 59. Wybrane przyczyny tworzenia oręża

Mimo wszystko jednak to człowiek będzie nadal decydował o wynikach wojny. Bez względu więc na futurystyczne wizje armii robotów, inteligentnych maszyn i urządzeń bojowych, ścierających się na polach bitewnych trzeba realnie spojrzeć na problem broni wspierających żołnierza. To człowiek będzie walczył i zabijał w nadziei osiągnięcia zamierzonego celu, człowiek korzystający już nie tylko z broni masowego rażenia: nuklearnych, chemicznych, biologicznych i innych coraz bardziej nowoczesnych, lecz także wyposażony w nowoczesne osiągnięcia technologii broni wykorzystujących zjawiska z pogranicza fantazji.

Spoglądając przez pryzmat historii na dawne i teraźniejsze pole walki, wydaje się dziwne, na co wcześniej wskazywaliśmy, że w miarę ulepszania oręża, w miarę doskonalenia techniki zabijania coraz bardziej zmniejsza się liczba żołnierzy – bezpośrednich ofiar wojny. Czy taka sytuacja nie wyzwala impulsu do poszukiwania broni jeszcze doskonalszych, jeszcze bardziej skutecznych, zwiększających bojowe możliwości wojsk? Pytanie pozostawiamy bez odpowiedzi.

Jest prawdą, że wzrastające możliwości współczesnych armii są wynikiem ich uzbrajania w coraz nowsze zdobycze techniki wojennej. Jest prawdą, że przyczynia się do tego polepszanie charakterystyk poszczególnych środków walki. Ale czyż nie jest paradoksem, że przy zwiększaniu się przestrzeni działania, możliwości porażenia i wzrostu liczby różnorodnych rodzajów broni zmniejsza się czas dotarcia do celu ataku, wykonania uderzenia i prowadzenia działań wojennych? Przecież dzisiejszą dewizą jest szybkie, skuteczne i sprawne zniszczenie przeciwnika. To wszystko jednak powoduje komplikowanie organizacji pola walki, a rozszerzająca się przestrzeń wojny (lądy, morza, powietrze) i wzrastająca ruchliwość wojsk tworzą trudności w stosowaniu broni o niewielkim zasięgu. Wyzwalają jednak tendencje do poszukiwania takiego oręża, które byłoby wszechogarniającym, choć zarazem sterowanym środkiem walki. Zainteresowania są kierowane ku leżącej w przyszłości broni geofizycznej, wykorzystującej możliwości uzyskiwania rażącej energii przez oddziaływanie na procesy zachodzące w sferach ziemskich.

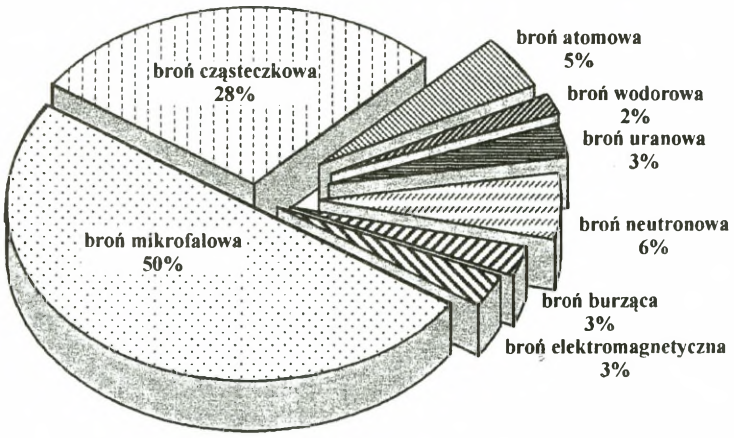
Jakież są tego cechy, na co liczą czynniki polityczno-militarne, by trzymać w szachu przeciwnika? Zdaniem wielu specjalistów wspólnym atrybutem jest wykorzystanie energii drzemiącej w przyrodzie. Inny walor to trudność wykrycia aktywnego źródła takiej broni, jeszcze inny to działanie pozwalające regulować czas rażenia. Można wymieniać wiele innych zalet, wydaje się, że trzeba jednak podkreślić trwałość skutków rażenia w ekosystemach, pozwalających na wywieranie określonej presji na pokonanego.

„PROMIENIE ŚMIERCI"?

Osiągnięcia nauki i techniki ostatniego ćwierćwiecza XX wieku (np. lasery, mikroprocesory, nanotechnologie) zrewolucjonizowały współczesne systemy broni. Możliwe stało się wyprodukowanie nowoczesnych systemów, takich jak: bomby lub pociski kasetowe, pociski manewrujące, samonaprowadzające się pociski

rakietowe, samoloty niewykrywalne przez radar itp. Potencjał naukowo-techniczny pozwala dziś pokusić się o stworzenie broni promieniowej. Jest to, ogólnie mówiąc, system środków technicznych, których rażące działanie tak wobec ludzi, jak i sprzętu wojskowego jest oparte na wykorzystaniu albo skupionej energii elektromagnetycznej, albo silnie skoncentrowanego strumienia cząstek elementarnych rozpędzonych do wprost niewyobrażalnych prędkości.

Potwierdzeniem takiego poglądu na zagadnienie wykorzystania energii elektromagnetycznej jest jej ilość wytwarzana w poszczególnych rodzajach istniejących i potencjalnych broni. Spójrzmy na ogólny opis niektórych z ich rodzajów.



Rys. 60. Procentowa ilość promieniowania elektromagnetycznego w broni różnego typu

Broń wiązkowa (elektromagnetyczna)

Idea zbudowania takiej broni bazuje na możliwości wykorzystania do niszczenia środków walki i żołnierzy przeciwnika silnie skoncentrowanej wiązki promieniowania korpuskularnego. Czynnikiem rażącym mogą być w tym wypadku cząstki elementarne: protony, elektrony i inne, rozpędzone do ogromnych prędkości. Jak się wydaje, zdobycze nauki pozwalają na jej skonstruowanie bez wielkich nakładów rzeczowych. Istnieją bowiem możliwości wytwarzania skupionej wiązki promieniowania i środki kierowania nią. To wystarcza, albowiem w broni wiązkowej główną rolę odgrywają dwa systemy. Jeden służy do wytwarzania pola elektrycznego i elektromagnetycznego kształtującego strumień cząstek elementarnych, drugi zapewnia ich naprowadzenie na cel i utrzymanie w celu. Silny strumień energii może niszczyć dowolny obiekt-cel przez wytwarzanie mechanicznego uderzeniowego ciśnienia miejscowego, wysoką lokalną temperaturą wyzwalaną w miejscach opromieniowania i przez inicjowanie krótkofalowego promieniowania elektroma-

gnetycznego (rentgenowskiego). Jako broń przenosząca i niszcząca cel określonymi porcjami energii charakteryzuje się ona zaskakującym błyskawicznym ich oddziaływaniem, w ułamku sekundy niszczącym cel, a przy tym działaniem niezależnym od czynników pogodowych. Jeśli nawet jest przewidywana do niszczenia przede wszystkim obiektów kosmicznych i rakiet różnego typu, ale także naziemnych środków walki i techniki wojennej, to nic nie stoi na przeszkodzie by użyć tej broni przeciwko żołnierzom wrogiej armii.

Nowa forma idei Archimedesa – broń laserowa

Jak powiada legenda, w 200 roku p.n.e. grecki filozof Archimedes zniszczył flotę rzymską pod Syrakuzami z pomocą czystej energii – promieni słonecznych. A zrobił to w tyleż oryginalny, co prosty sposób. Otóż nakierowawszy za pomocą ogromnych wklęsłych zwierciadeł promienie słoneczne, skoncentrował je na żaglach okrętów rzymskich i wywołał pożar floty wojennej Rzymian. Kilkanaście wieków później idea zastosowania zwierciadeł odbijających i kierujących na cel wiązkę promieniowania laserowego pojawiła się w programach zwalczania strategicznych pocisków z głowicami jądrowymi na pokładzie, zwanych „wojnami gwiezdnymi". Tym samym na arenie wojny może znaleźć się nowy rodzaj broni – broń laserowa.

Wykorzystuje możliwości lasera – urządzenia wytwarzającego spójną ukierunkowaną wiązkę energii elektromagnetycznej albo skoncentrowanych cząstek elementarnych rozpędzonych do wielkich prędkości. Prace nad nią rozpoczęto w połowie lat siedemdziesiątych, objąwszy sferą zainteresowania różne typy laserów: krystaliczne, cieczowe, gazowe i półprzewodnikowe (w tym ostatnim środkiem roboczym jest arsenek galu). Skonstruowano już działa laserowe w rosyjskich i amerykańskich instytutach i przeprowadzono eksperymenty w ich użyciu. Wszystkie wytwarzają wiązki promieniowania przenoszące olbrzymie ilości energii, którą mogą razić cel, nagrzewając go punktowo do olbrzymich temperatur w miejscu jej pochłonięcia. Różne są tylko zjawiska jego niszczenia. W atmosferze ziemskiej na powierzchni celu tworzy się plazma o temperaturze około 6000 K wywołana wiązką o gęstości energii ok. 10 MW/cm^2. Energia plazmy emitowana jest do otoczenia w postaci promieniowania ultrafioletowego i rozprężając się, wybuchowo niszczy cel. W przestrzeni pozbawionej powietrza zjawisko to przebiega inaczej. Wiązka lasera powoduje odparowanie powierzchni, na którą pada (zjawisko ablacji). Przegrzane pary metalu odrywają się od niej z olbrzymią prędkością. Zjawisko równoważenia wytworzonego pędu przez pęd skierowany przeciwnie powoduje powstanie silnego udaru mechanicznego sprawiającego, że następuje pęknięcie lub rozerwanie skorupy obiektu celu. Odnosząc rażące działanie do człowieka, można przypuszczać, iż laser będzie powodował przede wszystkim oślepienie organu wzroku i wywoływał silne oparzenia termiczne.

Czemu przypisać widzenie lasera jako perspektywicznej broni? Wydaje się, że zwłaszcza skrytemu działaniu, gdyż wysyłanej wiązce energii nie towarzyszą takie zjawiska, jak ogień i dym, typowe dla broni klasycznej. Jedynie przez moment może być widoczna cieniutka, prostoliniowa, błyskawicznie rozchodząca się wiązka energii precyzyjnie trafiająca w cel, którym może być żołnierz, aparat latający lub inny obiekt pola walki. Przewiduje się bazowanie takiej broni na lądzie, morzu i w powietrzu, chociaż najczęściej mówi się o przestrzeni kosmicznej.

Broń radiacyjna (radiologiczna)

Jest to jeden z możliwych przyszłościowych rodzajów oręża masowego porażenia, którego działanie opiera się na wykorzystaniu środków promieniotwórczych. Tym pojęciem określa się specjalnie pozyskiwane i przygotowane w postaci proszków lub roztworów izotopy pierwiastków emanujące promieniowanie jonizujące. Nie stanowi to problemu przy dzisiejszym rozwoju przemysłu jądrowego, jego obiekty są bowiem źródłem ich wytwarzania. Owe środki promieniotwórcze o różnym okresie połowicznego rozpadu mogą być przetworzonymi odpadami powstającymi podczas pracy reaktorów jądrowych, mogą być także specjalnie przygotowane przez napromieniowanie w reaktorach. Jest to druga strona wykorzystania obiektów energetyki jądrowej nie tylko do produkcji energii elektrycznej.

Bojowe użycie tak spreparowanych środków promieniotwórczych nie powinno nastręczać kłopotów. W arsenałach armii znajduje się wiele różnych rodzajów amunicji, która może być nimi napełniona. Za pomocą dostępnych środków będzie można przenieść je nad dowolny cel i rozprzestrzenić na określonej powierzchni. Promieniowanie jonizujące, emanowane przez te środki i ich mieszaniny, oddziałując na żołnierzy i ludzi w obszarze ich użycia może spowodować albo porażenia organizmu i chorobę popromienną, albo lokalne uszkodzenia organów – oczu, skóry i innych. W rezultacie takiego oddziaływania po upływie pewnego czasu nastąpi obniżenie zdolności psychomotorycznych, fizycznych, psychicznych i innych oraz wystąpi potrzeba długotrwałego leczenia. Prawdę mówiąc, oddziaływanie broni radiologicznej można zrównać z oddziaływaniem środków promieniotwórczych powstających podczas eksplozji ładunków atomowych i skażających okolice wybuchu.

Konsekwencje długotrwałego i intensywnego napromieniowania będą zgubne dla środowiska roślinnego i zwierzęcego. Szczególnym przypadkiem zagrożenia człowieka jest skażenie wewnętrzne. Powodują je izotopy emitujące bardzo słabe promieniowanie (np. tzw. miękkie beta) lub promieniowanie o małym zasięgu (np. promieniowanie alfa). Oddając energię komórkom organizmu, powodują zmiany ich struktur i zakłócają funkcjonowanie organizmu. Jednakże nie jest on traktowany jako taka sama struktura, albowiem wrażliwość poszczególnych jego organów na promieniowanie jest różna. Problemem może być biologiczny skutek napromienienia organizmu, zależny od wielkości pochłoniętej dawki promieniowania.

Tabela 17. Podział organów organizmu człowieka według malejącej wrażliwości na promieniowanie jonizujące

Grupa	Organy
I	gonady i szpik kostny
II	mięśnie, tkanka tłuszczowa, wątroba, śledziona, nerki, przewód pokarmowy, płuca, soczewki oczu, inne części z wyjątkiem zaliczonych do grupy I, III i IV
III	kości, tarczyca i cała skóra z wyjątkiem grupy IV
IV	ręce, przedramiona, stopy

Źródło: J. Sobkowski, „Chemia w szkole" 1996, nr 3.

Szczególnie groźne są w tym przypadku dawki małe otrzymywane w dość długim okresie. Tym bardziej jest to groźne, że nie udało się stwierdzić, czy istnieje dawka graniczna, poniżej której nie obserwuje się mutacji popromiennych, ponieważ nie można ich odróżnić od spontanicznie pojawiających się mutacji spowodowanych innymi czynnikami.

Tabela 18. Biologiczny skutek napromieniowania organizmu

Dawka Sv (rem)	Skutek biologiczny
0,25 (25)	objawy kliniczne nie występują
0,5 (50)	objawy kliniczne nie występują, niewielkie zmiany we krwi
1–2 (100–200)	niewielkie objawy kliniczne, okresowe zmiany we krwi; większość objawów ustępuje po kilku tygodniach; duże prawdopodobieństwo wystąpienia skutków późnych
2–3 (200–300)	dawka śmiertelna dla 25% napromienionych; poważne zmiany we krwi, często następstwa późne
3–5 (300–500)	dawka śmiertelna dla 50% napromienionych; ciężkie objawy kliniczne z pełnym rozwojem choroby popromiennej, uszkodzenie szpiku kostnego
5–7 (500–700)	80–100% śmiertelności; ciężkie uszkodzenie szpiku kostnego, śmierć w ciągu kilku tygodni
10–30 (1000–3000)	uszkodzenie układu pokarmowego, krwotoki, odwodnienie organizmu w przeciągu kilkunastu dni
50 (5000)	śmierć w okresie kilkunastu do kilkudziesięciu godzin; uszkodzenie zespołu ośrodkowo-mózgowego, zaburzenia świadomości, oddychania, odwodnienie organizmu

Na podstawie: A. Czerwiński, *Energia jądrowa i promieniotwórczość*, Oficyna Wydawnicza Krzysztof Pazdro, Warszawa 1998.

Oczywistė jest, że zarówno dla żołnierzy, jak i ludności w terenie skażonym problemem będzie promieniowanie jonizujące, powodujące zagrożenie organizmu małymi dawkami, przejawiające się możliwością wystąpienia choroby nowotwo-

rowej w okresie kilku lat po napromienieniu. Toteż ustala się pewne graniczne wartości pochłoniętej dawki promieniowania i na tej podstawie określa poziom zagrożenia.

Tabela 19. Rodzaj zagrożenia niskimi dawkami promieniowania jonizującego

Dawka pochłonięta w cGy* (równoważna napromienieniu całego ciała bez uwzględniania skażenia wewnętrznego)	**Poziom zagrożenia**
< 0,05	brak
0,05–0,5	normalne
0,5–5	minimalne
5–10	ograniczone
10–25	wzmożone
25–70	znaczne**

*1 cGy = 10 mSv, ** wielkość zastrzeżona jedynie dla czasu wojny

BROŃ Z FAL AKUSTYCZNYCH

Nowym obszarem zainteresowania jest oddziaływanie na organizmy, zwłaszcza na człowieka, drgań o różnej częstotliwości. Dziedzina ta nie jest jeszcze w pełni spenetrowana i nie wiadomo, jakie kryje tajemnice. Wykorzystanie zjawiska rezonansu dla zakłócenia procesów życiowych otwiera przed naukowcami zielone światło dla badań możliwości, jakie kryją fale akustyczne bardzo niskich częstotliwości. Tym bardziej jest to prawdopodobne, że można z nich stworzyć broń zużywającą o wiele mniej energii do wykonania tego samego, co na przykład broń konwencjonalna, do fizycznego wyeliminowania przeciwnika. Wiele procesów życiowych ma charakter rezonansowy. Możemy tu wskazać na rytmy związane z działaniem mózgu (dla fal delta 0,5 Hz, dla beta 35 Hz), na bardzo wyraźny rytm pulsacyjny krwi (częstotliwość rzędu 80 Hz), na znany zakres częstotliwości drgań mechanicznych jamy brzusznej, klatki piersiowej czy innych organów organizmu (ok. 10–40 Hz). Wykorzystując zjawisko rezonansu, wystarczy stworzyć urządzenie wytwarzające modulowane fale akustyczne i kierujące je do celu, by uzyskać broń na miarę XXI wieku. Przy tym broń mającą tę zaletę, że będzie bezgłośna, nierzucająca się w oczy, niewykrywalna przez obecnie stosowany sprzęt rozpoznawczy. Dodajmy jeszcze, że fale akustyczne ulegają ugięciu, a więc będą omijać przeszkody terenowe. Ponadto korzystnym jej walorem jest – przynajmniej w teorii – duża sprawność ze względu na przenoszenie energii falowej, a nie masy, jak to jest w wypadku broni konwencjonalnej oraz brak pojęcia „amunicja". Czyż nie jawi nam się obraz broni idealnej? Broni, która omiatając ogromne obszary terenu wiązką odpowiednio mocnej fali, bezgłośnie niesie śmierć i zniszczenie. Wydaje się, że takich możliwości trzeba oczekiwać po infradźwiękach i ultradźwiękach.

Broń infradźwiękowa (bezkrwawa wojna?)

Tytuł nieco przewrotny, bo jakaż z wojen nie ociekała krwią. Czy zatem jest sens mówić o tym, że można wyłączyć przeciwnika z walki bez powodowania ran, śmierci czy zniszczeń i zanieczyszczeń otoczenia? Okazuje się, że można, bo o tym świadczą fakty. Od czasu do czasu ujawnia się garść szczegółów na temat nowych systemów walki, które traktuje się jako „non lethal weapons" (broń nieuśmiercającą). Jednym z nich jest broń infradźwiękowa[65], która kiedyś może rzeczywiście eliminować z walki całe nieprzyjacielskie bataliony, bez jakichkolwiek strat własnych, precyzyjnie kierując silne sprężyste fale akustyczne w określone miejsca. Można postawić pytanie: jaki związek ma owa broń ze środowiskiem? Odpowiedź jest jednoznaczna: będzie oddziaływać na środowisko żywe, roślinne i zwierzęce, którego jednym z elementów jest człowiek. Mając na uwadze możliwość bojowego zastosowania akustycznych fal sprężystych o bardzo małej długości, niewywołujących wrażenia słuchowego, wskazuje się na ultradźwięki – fale o częstotliwości od 16 kHz do 10,9 Hz, i infradźwięki – fale o częstotliwości mniejszej niż 16 Hz. W przyrodzie ich źródłem są wyładowania atmosferyczne, eksplozje, trzęsienia ziemi, szum wiatru, deszczu itp., w technice różne urządzenia i aparaty – generatory ultra- i infradźwięków. Trzeba podkreślić, iż o ile ultradźwięki znalazły szerokie zastosowanie do celów terapii czy diagnostyki medycznej albo technicznej, o tyle infradźwięki przez pewien okres pozostały niejako na uboczu. Być może właśnie to odczekanie na swoją kolej spowodowało, że wreszcie i one zostały dostrzeżone i mogą być zaprzęgnięte do działań dla celów wojny.

Istotną cechą fal akustycznych jest to, że dają się skupić w wiązkę o odpowiednio małym przekroju, co pozwala precyzyjnie kierować je w wybrane miejsce. Niszczą one tkanki organizmów żywych w formie oddziaływania mechanicznego, chemicznego i termicznego, powodującego olbrzymie przyśpieszenia fizyczne w tkankach, wahania ciśnień wewnątrzkomórkowych, kawitacje[66], odgazowanie i stymulację reakcji chemicznych. Fale ultradźwiękowe mogą oddziaływać na organizm mechanicznie, chemicznie i termicznie. Skutkami takiego działania są: zagęszczenia i rozrzedzenia ośrodka pod wpływem drgań, prowadzące do zmian w jego strukturze; przyśpieszenie reakcji chemicznych i tworzenie wolnych rodników, np. nadtlenków wody, które ujemnie wpływają na procesy zachodzące w komórkach, prowadząc do degradacji, depolimeryzacji i denaturacji kwasów nukleinowych, białek, polisacharydów, lipoprotein i innych, wywołujących przekształcenia DNA i być może prowadzące do mutacji i powikłań genetycznych; a także miejscowe przegrzanie tkanki, mogące spowodować unieczynnienie ich działania biologicznego.

---

[65] Infradźwięki, poddźwięki, fale sprężyste niewywołujące u człowieka wrażenia dźwięku, o częstotliwości mniejszej niż 16 Hz. Infradźwięki są słabo tłumione i rozchodzą się na duże odległości; wykorzystywane do wyznaczania miejsc wybuchów, w badaniach warstw atmosfery, hydrosfery i skorupy Ziemi; infradźwięki o dużych natężeniach wpływają ujemnie na organizmy żywe. *Encyklopedia multimedialna PWN*, 1999.

[66] Kawitacja akustyczna – powstawanie pęcherzyków gazowych w cieczy pod wpływem dźwięku, prowadzące do jej emulgowania, przyśpieszania reakcji chemicznych itp. *Wielka encyklopedia powszechna*, PWN, Warszawa 1984, t. 2, s. 449.

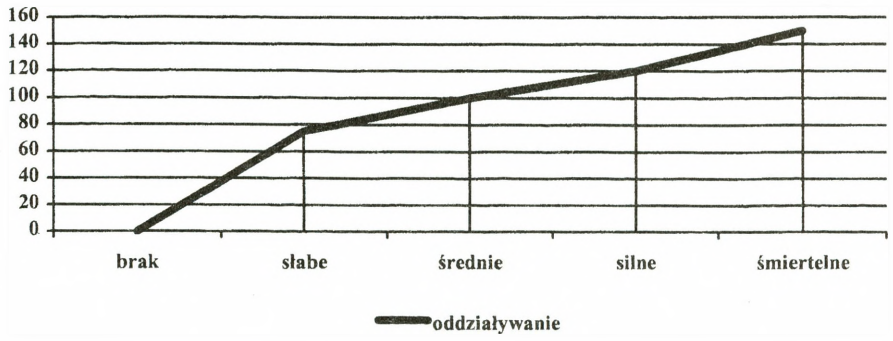
Oczywiście skutki są różne, zależnie od wielkości dawek energii fali ultradźwiękowej. Zobaczmy to na następującym przykładzie. Dawka rzędu 800 kHz, 1,8 W/cm^2 działająca przez kilkadziesiąt sekund na nasiona, przyśpiesza ich kiełkowanie, ale podobna dawka 800 kHz, 3–4 W/cm^2 powoduje zahamowanie procesu ich rozwoju. Także lokalne przegrzania, jeżeli są małe (nie większe niż kilka ^{0}C) mają dodatni wpływ, duże powodują zmiany tkankowe. Podobne, chociaż jeszcze niedokładnie zbadane działanie mają infradźwięki – potencjalny środek rażenia – powodujące objawy wibrowania narządów wewnętrznych organizmu, albowiem wiele z nich ma charakterystyczne częstotliwości drgań własnych w zakresie częstotliwości poniżej 16 Hz. Zależnie od zakresu progu słyszalności różnego dla różnych częstotliwości (np. dla 6–8 Hz 100 dB, dla 10–16 Hz ok. 90 dB) wyróżnia się zakresy zmian w organizmie poddanym oddziaływaniu infradźwięków. Negatywne oddziaływanie na organizmy kosmonautów energii akustycznej w przedziale częstotliwości rzędu 1–100 Hz wyzwalanej w czasie pracy silników napędowych rakiet spowodowało zainteresowanie się tym zjawiskiem. W wyniku eksperymentów stwierdzono oddziaływanie na narząd słuchu, układ oddechowy, nerwowy, naczyniowo-wieńcowy i organy wewnętrzne, powodujące objawy chorobowe, takie jak zmęczenie, osłabienie, wybuchowość i drażliwość, zaburzenia czynności serca, obniżenie stanu czuwania itp.

Energia akustyczna oddziałuje silnie negatywnie na organizm człowieka, wywołując objawy fizjologiczne.

Tabela 20. Częstotliwości rezonansowe narządów organizmu człowieka

Organ	Częstotliwość rezonansowa Hz
płuca	4–5 oraz 17–25
szczęka	6–8
krtań, tchawica, oskrzela	12–16
narządy klatki piersiowej	5–9
kończyny górne	3
kręgosłup	8
narządy jamy brzusznej	4,5–10
wątroba	3–4
pęcherz moczowy	10–18
miednica	5–9
kończyny dolne	5

Na podstawie: *Structural akustics Enegry methodos in vibroacustics* – IV School, Zakopane 1995.



Rys. 61. Rodzaje szacunkowych oddziaływań energii akustycznej na organizm człowieka

Tabela 21. Skutki oddziaływania infradźwięków na organizm człowieka

Częstotliwość Hz	Ciśnienie akustyczne dB	Objawy chorobowe
1–2	150	przemieszczenie progu słyszalności, zakłócenie pola widzenia
2–15	105	wydłużenie czasu reakcji i zaburzenia równowagi
3–15	115	wydłużenie czasu reakcji i zaburzenia równowagi
7	90	spadek ciśnienia we krwi, obniżenie częstotliwości tętna
10	135	wrażenie wibracji organów
1–100	154	wrażenie kołysania, bóle głowy
50	150–155	bóle i zawroty głowy
66–73	150–155	bóle i zawroty głowy

Na tym gruncie zakiełkowała myśl o bojowym zastosowaniu tych oddziaływań fizjologicznych. I oto wkrótce okazało się, że można owe właściwości wykorzystać do wyłączania przeciwnika z walki bez powodowania ran czy śmierci. W prasie zachodniej ujawniono niegdyś garść szczegółów na temat nowego systemu walki zwanego „Sleeping Beauty" (Królewna Śnieżka), opartego na wykorzystaniu fal infradźwiękowych. Trudno osądzić, na ile fakty świadczą o tym, ale prawdopodobnie w krajach Europy Zachodniej miało miejsce testowanie dział infradźwiękowych. Faktem jest, że podczas niektórych demonstracji ruchów pacyfistycznych w pobliżu amerykańskich baz rakietowych ludzie zachowywali się dziwnie. Tempo marszu spadało, atmosfera wystąpień przygasała, część ludzi po prostu zasnęło. Zapytane o to dowództwo wojsk amerykańskich zaprzeczyło, jakoby zostały użyte środki chemiczne.

Czy zatem nie powstał nowy rodzaj broni, czy to, co niegdyś było fikcją spotykaną w filmach przygodowych nie nabiera realnych kształtów, czy nie trzeba się obawiać, że kraje posiadające taki rodzaj broni nie zastosują jej tym częściej i bez skrupułów wobec słabszych, broniących własnych interesów.

WOJNA I BROŃ GEOFIZYCZNA

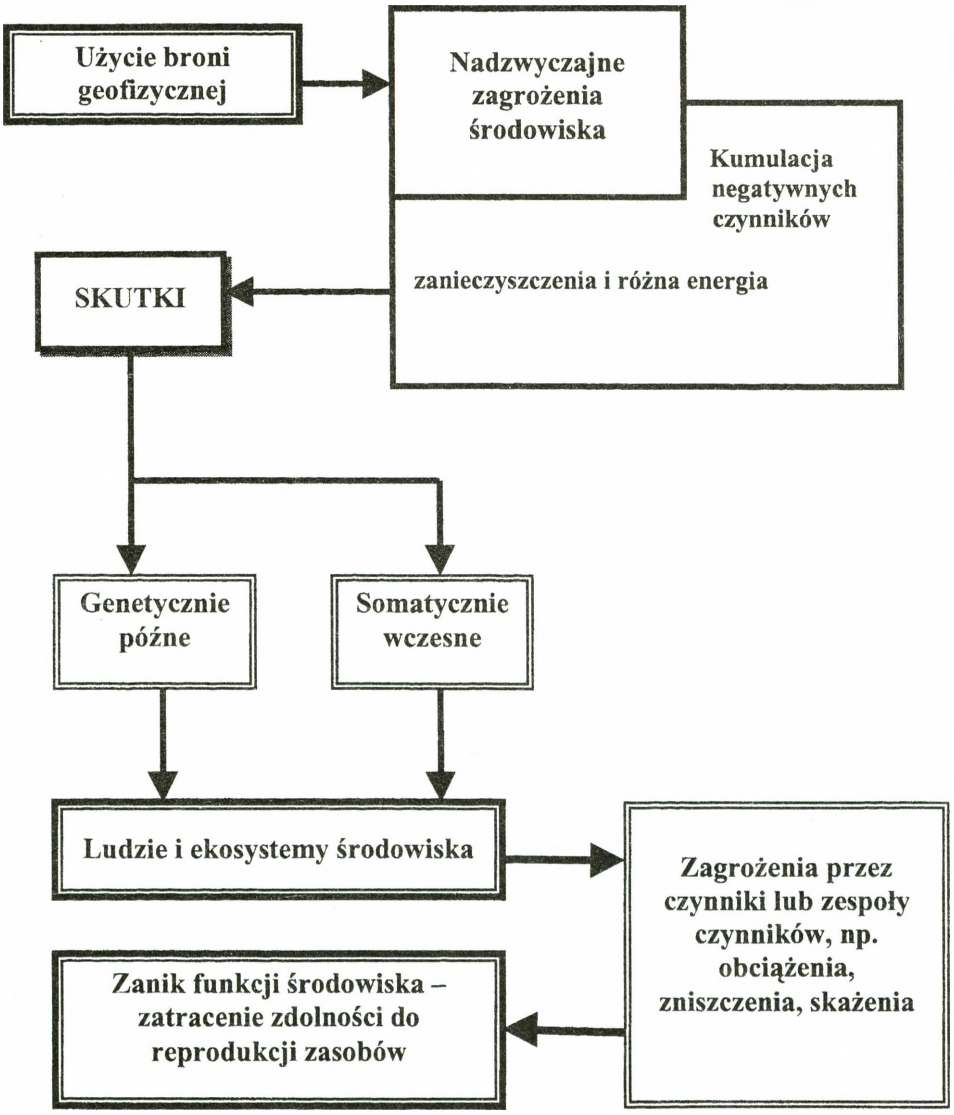
Termin „wojna geofizyczna" powstał nie tak dawno, bo w momencie, kiedy stworzone zostały warunki do realizacji tej koncepcji. Jej istotą jest celowe wykorzystanie sił drzemiących w przyrodzie do celów wojskowych, do aktywnego wpływu na środowisko i procesy fizyczne przebiegające w różnych sferach naszej planety. Mówiąc wprost, możliwość zaprzęgnięcia energii zjawisk i procesów zachodzących w atmosferze, hydrosferze i litosferze do spowodowania strat i szkód w określonym obszarze. Oznacza to celowe wykorzystanie sił natury dla celów wojny. Próby stworzenia środków do prowadzenia takiej wojny to kolejny krok w spożytkowaniu dokonań nauki dla celów militarnych, wyznaczanych nadal toczącym się wyścigiem zbrojeń, stawiającym na jedną kartę wszystko, z ekologicznymi warunkami życia na Ziemi włącznie.

Zagadnienia te były przedmiotem rozważań i badań naukowych już kilka dziesięcioleci temu, a także elementem doświadczeń prowadzonych w toku wojny w Indochinach. Wtedy jednak dotyczyły wąskiego zakresu oddziaływań na środowisko, albowiem objęły procesy sztucznego wywoływania deszczów. Obecnie obszar badań i doświadczeń się poszerzył. Na przykład zwraca się większą uwagę na możliwość powodowania burz ogniowych. Asumpt do tego dały doświadczenia wyniesione z pożarów trawiących środowisko w różnych częściach świata. Skupia się uwagę na rozwiązaniu zagadnienia możliwości tworzenia dziur ozonowych, powodujących lokalne wzmożone oddziaływanie słonecznego promieniowania ultrafioletowego. Od dawna trwające poszukiwania w dziedzinie nauk fizycznych, chemicznych i technicznych oraz technologii wykorzystania ich osiągnięć przybliżają nas do tego, co wydawało się kiedyś nierealne. Można przypuszczać, że wojna geofizyczna przybiera coraz bardziej rzeczywisty kształt. Stanowi groźbę dla ludzkości, tym bardziej że niesie niebezpieczeństwo prowadzenia wojny bez otwartego wszczynania działań wojennych. Jest groźna także dlatego, że badania jej składowych mogą być prowadzone pod pretekstem badań środowiskowych. Sądzimy, że trzeba uwypuklić jeszcze i to, iż wojna geofizyczna w większości wypadków może być prowadzona skrycie.

Biorąc pod uwagę środowisko, w jakim się może toczyć, wojnę geofizyczną można albo nazwać wojną ekologiczną, lecz tylko wtedy, gdy obejmie cały ekosystem, albo wojną meteorologiczną, jeżeli oddziaływania będą dotyczyć tylko atmosfery. Można przewidywać, a nawet być pewnym, że wojna geofizyczna obejmie swym zasięgiem wszystkie sfery środowiska ziemskiego, w różny sposób wpływając bezpośrednio i pośrednio na wojska, przeciwko którym byłyby zastosowane środki stanowiące o jej istocie, a także pośrednio i bezpośrednio na istniejące w nich ekosystemy.

Jednak broń geofizyczna z reguły będzie bronią obosieczną, co wynika z właściwości rażących czynników. Kto wie, czy ta wada nie ograniczy zakresu jej ewentualnego zastosowania. Problem tkwi w tym, że zjawiska wyzwalane w toku wojny przez jedną z przeciwstawnych walczących stron mogą się z równym skut-

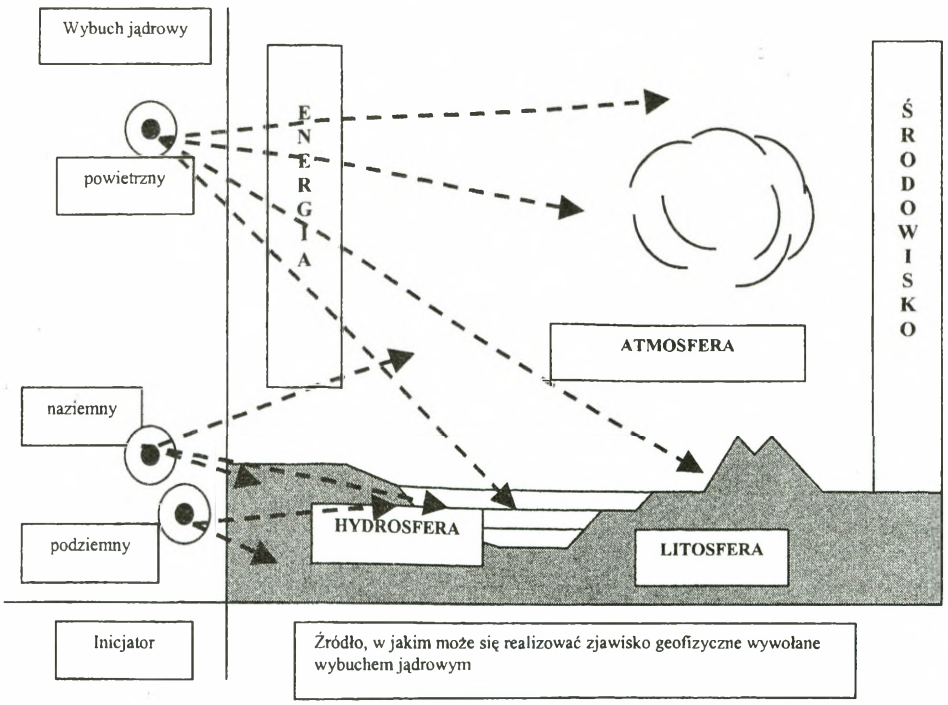
kiem obrócić przeciwko niej samej. Dlatego śmiemy twierdzić, że wojna tego typu zawsze będzie wojną ograniczoną, przynajmniej do pewnego okresu wyznaczanego albo czasem trwania tego zjawiska, albo ilością wyzwalanej energii, albo wreszcie zasięgiem wywołanych negatywnych oddziaływań. Jak w każdej innej, tak i w tego rodzaju wojnie mogą zostać użyte odpowiednie rodzaje broni, nazywane bronią geofizyczną.



Rys. 62. Skutki broni geofizycznej

Nazwa wywodzi się stąd, że jej kryterium klasyfikacyjne stanowi środowisko przyrodnicze i siły natury, jakie są wykorzystywane do jej tworzenia. Tak, to wcale nie pomyłka i nie przejęzyczenie, ale umyślne twierdzenie. Bo broń tę trzeba najpierw stworzyć w odpowiednim środowisku, by można było nią zadawać straty. Nie jest więc to broń, jaką się zna w klasycznej formie, w takiej postaci, do jakiej przywykliśmy, wyrażonej jako środek przenoszenia i amunicja – materiał bądź środek rażenia wyzwalający określony rodzaj energii.

Jaką więc formę będzie mieć nowy rodzaj broni? Wyróżnia się w niej swoistego rodzaju „inicjator", zapalnik – stanowiący źródło energii początkowej, wywołującej określone zjawisko i „środowisko", w którym dany proces geofizyczny przebiega.



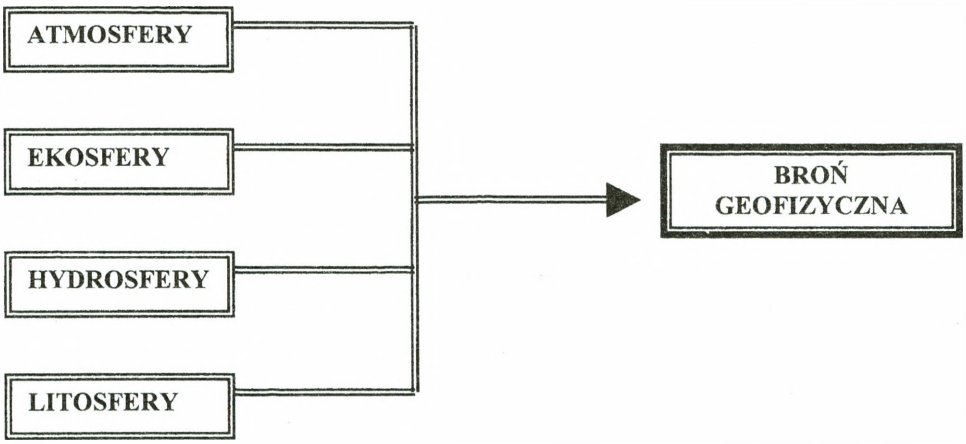
Rys. 63. Istota broni geofizycznej

Zatem termin broń geofizyczna przede wszystkim oznacza faktyczne dysponowanie urządzeniem rozruchowym i urządzeniami kontrolującymi przebieg wywoływanych procesów – spełnienie obu warunków decyduje o posiadaniu określonego jej typu. Z różnych informacji wynika, że uniwersalnym inicjatorem może być w większości procesów ładunek nuklearny, źródło energii potrzebnej do zapoczątkowania procesu geofizycznego. Chociaż równie dobrze może to być odpowiednia substancja chemiczna, czy wreszcie inny czynnik wyzwalający określoną energię. Zasada działania w każdym wypadku jest taka sama: najpierw wprowadza

się odpowiednią porcję energii początkowej, by następnie wykorzystać energię wyzwoloną ze środowiska, przejawiającą się określonymi skutkami rażącymi w stosunku do ludzi, sprzętu bojowego (i innego) oraz do samego środowiska.

Rodzaje broni geofizycznej

Wspomnieliśmy poprzednio, że broni geofizycznej musimy poszukiwać w poszczególnych sferach ziemskich. Jeżeli to stanowi kryterium, to broń geofizyczną podzielimy na: broń atmosfery – polegającą na zakłócaniu zjawisk pogodowych i klimatycznych nad wybranym obszarem; broń hydrosfery – bazującą na wykorzystaniu energii wód; broń litosfery – wykorzystującą energię skorupy ziemskiej. Ale człowiek ma także możliwości wywierania destrukcyjnego wpływu na środowisko; może wywołać w nim sztuczne zmiany, np. przy użyciu różnych środków rażenia, w tym broni masowego rażenia. Dlatego też ze względu na wywoływane skutki możemy tego rodzaju oddziaływania nazwać bronią biosfery, jako że skutki odbiją się na kondycji poszczególnych ekosystemów.



Rys. 64. Rodzaje broni geofizycznej

Broń „atmosferyczna"

Mówiąc o broni atmosfery, trzeba przypomnieć, że wszelkie zjawiska klimatyczne w niej zachodzące są w stanie dość stabilnej równowagi. Wystarczy jednak, by któryś z tworzących je czynników zmienił się, nawet nieznacznie, a wywoła to lawinę następstw powodujących powstanie niszczącego żywiołu. Czynnikiem niszczącym będą tutaj różnorodne procesy związane z zakłócaniem zjawisk pogodowych i klimatycznych. W rezultacie sztucznego oddziaływania na atmosferę mogą być wytworzone procesy burzowe, zmienić się trasy ich przemieszczania, mogą

zostać wywołane obfite opady z ciepłych i zimnych chmur, gęste zimne lub ciepłe mgły, lokalne susze itp.

Ze zjawiskiem stymulowania sztucznych opadów mieliśmy już do czynienia w Wietnamie. Prasa niejeden raz donosiła o doświadczeniach nad higroskopijnym „posiewem" chmur warstwowych za pomocą związków chemicznych wywołujących sztuczne deszcze. To świadczy, że problem nie jest nowy, chociaż wiele projektów jest jeszcze w stadium zamysłów i badań, na tyle jednak ponętnych, że dzisiejsza technika przybliża możliwość ich realizacji, bez względu na groźbę nieobliczalnych skutków dla wszystkich mieszkańców Ziemi. Oto jeden z takich pomysłów.

Nie ulega wątpliwości, że każda działalność człowieka jest pewną formą naruszania albo kształtowania jego środowiska przyrodniczego. Składają się na nie elementy fizyczne i biotyczne: powietrze, woda, gleba, fauna i flora pozostające z sobą w stanie równowagi dopóty, dopóki jeden z nich nie zostanie drastycznie zakłócony[67]. Weźmy na przykład zmiany klimatu spowodowane tzw. efektem cieplarnianym, za który są odpowiedzialne gazy, takie jak dwutlenek węgla, metan, podtlenki azotu czy chlorofluoropochodne węglowodorów, emitowane do atmosfery. Może on doprowadzić przede wszystkim do wzrostu temperatury na świecie o 1,5–4,5°C[68]. Naukowcy są zgodni co do tego, że ocieplenie planety może spowodować zmianę kierunku prądów morskich i w efekcie oziębienie niektórych rejonów, w tym Europy Północnej. Mogą nastąpić także zmiany w układzie prądów atmosferycznych, wystąpić gwałtowne wiatry i prądy morskie, co może doprowadzić do nasilenia się burz o znacznie ostrzejszym przebiegu, w miarę jak rosnąć będzie różnica temperatur między regionami w pobliżu równika a strefą podbiegunową. Uważa się powszechnie, że zmiany klimatu w największym stopniu będą oddziaływać na wydajność rolnictwa i poziom mórz[69]. Skutki tych zmian klimatycznych o wiele łatwiej można sobie uświadomić w skali mikro.

Człowiek żyje w określonym środowisku, którego elementy są z sobą ściśle związane. Zerwanie czy zakłócenie owych niewidzialnych powiązań i praw nimi rządzących pociągnie odpowiednie zmiany w całym układzie ekosystemu[70]. Czy takie działanie jest realne? Czy można oddziaływać świadomie na różne elementy środowiska, a ich skutki wykorzystywać do celów militarnych? W naszych dziejach takie i podobne pytania stawiano już nie jeden raz, szukając i znajdując na nie odpowiedź. Weźmy na przykład dążenia człowieka do oddziaływania na atmosferę w celu wywołania opadów, sztucznego zachmurzenia, mgły itp. Prace nad wywołaniem sztucznie opadów deszczu na potrzeby rolnictwa trwają z różnym skutkiem już od 1946 roku. Szybko jednak dostrzeżono w tym znaczenie wojskowe. No, bo jakże nie wykorzystać możliwości utopienia w błocie armii przeciwnika przez wywołanie ulewnych deszczów czy też nie zwiększyć możliwości obrony przed skut-

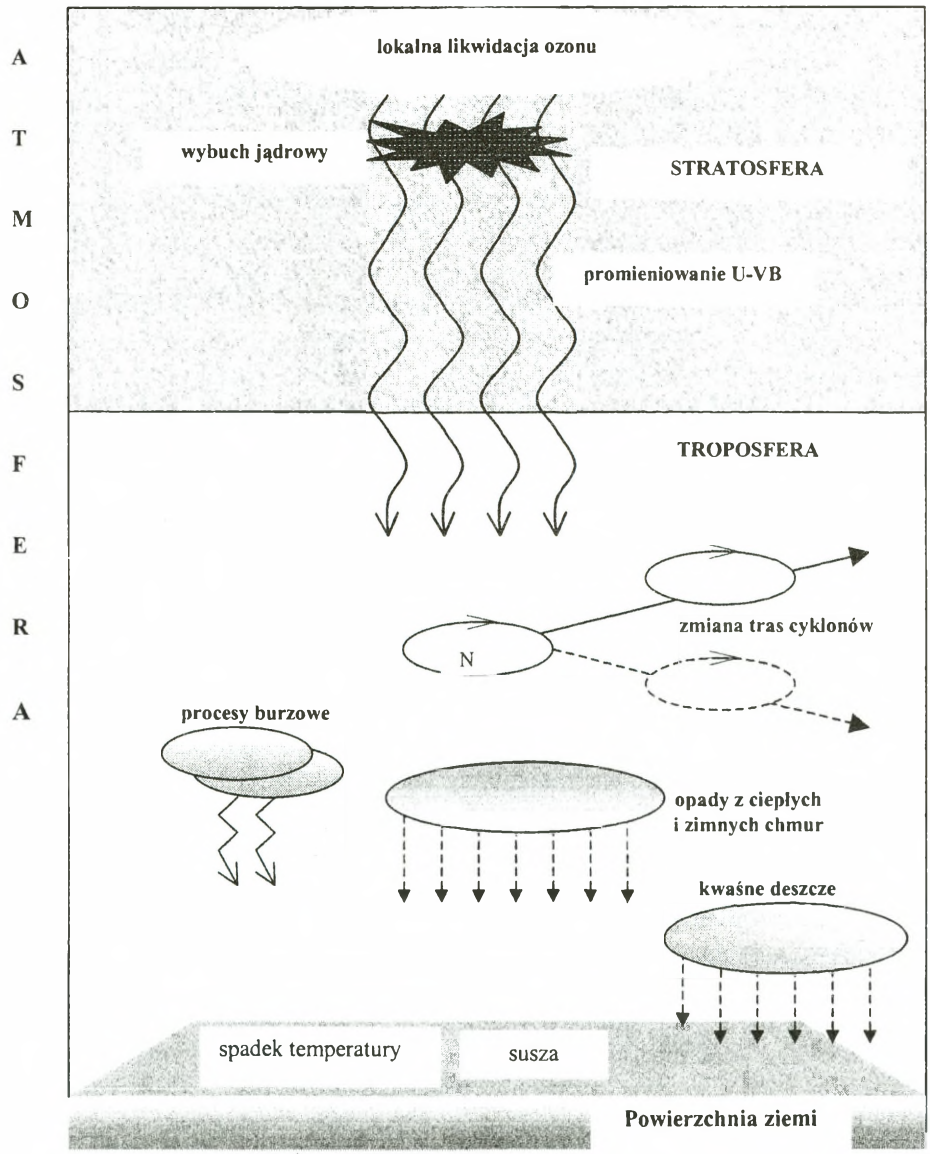
[67] J. Dołęga, *Człowiek w zagrożonym środowisku*, ATK, Warszawa 1993.

[68] R.L. Brown, *Raport o stanie świata 1985–1988*, PWE, Warszawa 1990.

[69] Tamże.

[70] Ekosystem – zespół wszystkich niezbędnych organizmów zajmujących określone środowisko i zespół elementów tego środowiska, w którym utrzymuje się życie dzięki nieustannemu obiegowi materii wewnątrz tego zespołu.

kami broni atomowej przez wywołanie zachmurzenia. Dwa skrajne, ale wymowne przypadki wykorzystania odpowiednio zmienionych sił przyrody do celów militarnych. Jako przykład możemy podać, iż w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej wszystkie badania nad sztucznie powodowanym opadem były organizowane albo współfinansowane przez siły zbrojne.



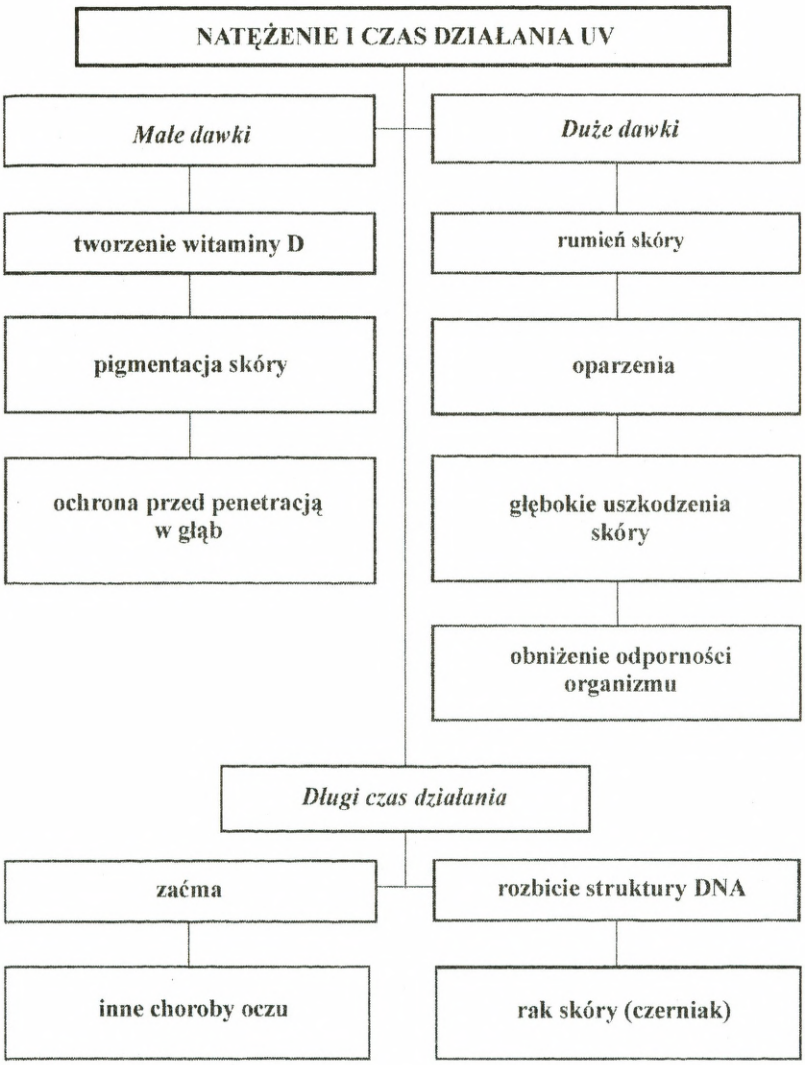
Rys. 65. Możliwe skutki zakłócenia zjawisk pogodowych i klimatycznych – broń atmosferyczna (hipotetyczny wariant)

W latach sześćdziesiątych intensywne prace, którym przewodziła Agencja Perspektywicznych Prac Badawczych (Advanced Research Projecte Agency – ARPA), współpracując z kilkunastoma placówkami badawczymi, dały pozytywne rezultaty. Wyjaśniono naturalny mechanizm powstawania opadów oraz opanowano technologię sztucznego ich wywołania. Rozpoczęto także testowanie metod wywoływania sztucznych opadów w Indochinach. W ciągu 10 lat, począwszy od 1962 roku, dokonano prawie 2,6 tys. nalotów, używając ładunków z jodkiem potasu albo ołowiu i wywołując deszcze. Uzyskano zwiększenie opadów o 25–155 mm oraz przedłużono porę deszczową ponad normalny czas jej trwania. Wprawdzie przyniosło to dość nikłe rezultaty militarne, ale pozwoliło zwrócić uwagę na przewidywanie uczynienia z tego procesu groźnego i skutecznego środka prowadzenia walki.

Jedno jest wszak pewne. Wykorzystując broń atmosfery można się pokusić o wywołanie zmian pogodowych i klimatycznych. Przewiduje się, że można otworzyć lokalne okno w atmosferze – dziurę ozonową – zwiększając dopływ promieniowania ultrafioletowego z przestrzeni pozaziemskiej, można wywoływać procesy burzowe, opady z ciepłych i zimnych chmur, kwaśne deszcze, miejscowe susze i obniżenia temperatury miejscowej czy nawet wpływać na zmiany tras cyklonów i tropikalnych huraganów. Czy jednak to się opłaci, jeśli zważymy, że są to skutki obosieczne i nie dające się ujarzmić, a przy tym nierealne na małą skalę ze względu na koszty? Pytanie pozostawiamy bez odpowiedzi.

Czy „dziura ozonowa" może być orężem?

Zjawisko niszczenia ozonu w atmosferze jest niekwestionowane. W normalnych warunkach ziemskich określa się je obecnie mianem „klęski ozonowej". Znając mechanizmy i przyczyny jego powstawania, można się pokusić o wprzęgnięcie go do rydwanu boga wojny i stworzenia zeń oręża. Teoretycznie wiadomo, iż jest możliwe usunięcie ozonu znad określonego obszaru przy użyciu substancji chemicznych: freonów, halonów, bromku metylu i podobnych. Wymagałoby to jednak dużych ich ilości, dużej liczby sprzętu oraz wielkich nakładów pracy. Jest i druga możliwość, bardziej realna, bo pozwalająca wykorzystać eksplozje jądrowe, które powodują powstawanie lokalnych dziur ozonowych nad obszarem wybuchu ładunku jądrowego. Stąd idea tyleż śmiała, co i realna, wskazująca na użycie do tego ładunków jądrowych dużej mocy. Czy jednak taki rodzaj broni byłby opłacalny, jeśli zdamy sobie sprawę z potrzeby niszczenia ozonu na dużych wysokościach nad powierzchnią Ziemi? Bo jak wielki ładunek trzeba byłoby zdetonować i na jakiej wysokości, by osiągnąć zamierzony efekt? O odpowiedź jest bardzo trudno. Nawet gdyby już do tego doszło i gdyby udało się otworzyć dziurę ozonową określonej wielkości, to i tak powstaje trudny problem: jak utrzymać ją w takim czasie, by mógł zacząć oddziaływać zwiększony strumień promieniowania ultrafioletowego – UV-B, dla którego ozon stanowi naturalną barierę.



Rys. 66. Skutki działania promieniowania ultrafioletowego na organizm

Powstaje jeszcze inny problem. Zdajemy sobie sprawę z tego, że działanie promieniowania ultrafioletowego nie jest działaniem wybiórczym. Nie wybiera ono, kto jest wrogiem, a kto nie, lecz traktuje wszystkich na równi. A to oznacza taki sam skutek po obu stronach.

Czy więc tworzyć broń, zgadzając się na jej obosieczne rażące działanie? Czy rzeczywiście skutki wzmożonego strumienia UV-B będą widoczne od razu, tak jak to ma miejsce w odniesieniu do broni klasycznych czy broni masowego rażenia? Wydaje się, że nie. Tym bardziej że wskazują na to oszacowania skutków dziury ozonowej nad różnymi częściami Ziemi. Schorzenia w rodzaju zaćmy, czerniaka

skóry i inne nie występują od razu, potrzeba na to pewnego czasu od napromieniowania. Również i inne skutki, zwłaszcza w ogniwach łańcucha pokarmowego, czy to związane ze spowolnieniem procesu fotosyntezy u roślin, czy zakłócenia metabolizmu fitoplanktonu lub zooplanktonu, nie prowadzą od razu do zmniejszenia ilości pokarmu.

Tego rodzaju argumentacja wskazuje, że można przewidywać tworzenie takiego rodzaju oręża, można go traktować jako pewien element odstraszania (coś w rodzaju odpowiednika broni nuklearnej), ale nie można traktować go jako elementu fizycznego niszczenia wroga. Chociaż nigdy nie wiadomo.

Broń „litosferyczna"

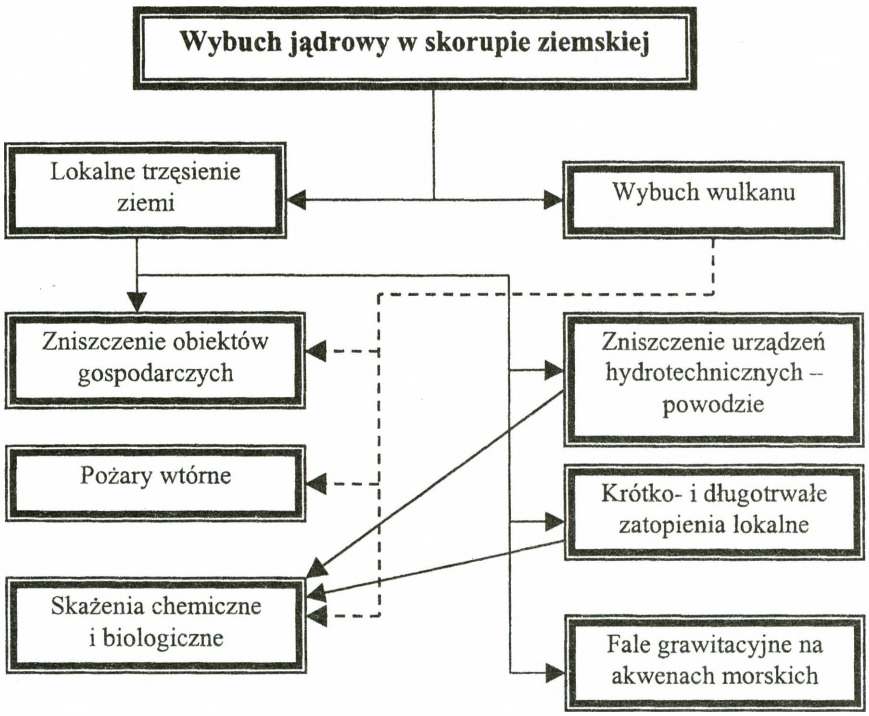
Nie wdając się w szczegółowe opisy geofizycznej broni litosfery, podkreślmy, że bazuje ona na wykorzystaniu energii drzemiącej w skorupie ziemskiej. Zaliczyć do nich należy sztucznie wywoływane trzęsienia ziemi[71], wybuchy wulkanów itp. Indukowane trzęsienia ziemi są też obserwowane przy wypełnianiu sztucznych zbiorników wodnych. Podniesienie poziomu wody (czasem o ponad 100 m) powoduje wzrost ciśnienia wody w skałach pod dnem zbiornika. Obniża to tarcie wzdłuż uskoków, co sprzyja wyzwalaniu naprężeń. Zjawisko wzrostu częstości wstrząsów było obserwowane m.in. w rejonie zapory Hoover Dam (USA) i wielkiej zapory w Asuanie (Egipt). Przeprowadzone badania związane z naziemnymi i podziemnymi wybuchami jądrowymi dowiodły, iż takie eksplozje jądrowe w określonych rejonach, szczególnie w obszarach naprężeń skorupy ziemskiej, mogą wywołać lokalne trzęsienie ziemi. To zaś z kolei może wprost doprowadzić do wywołania innych katastroficznych zjawisk w środowisku przekształconym: na przykład kierowanych fal przypływowych, zatopień itp. Jako przykład takiego oddziaływania podaje się bezpośredni związek między silnym trzęsieniem ziemi w Gwatemali, w 1976 roku, które pociągnęło wiele ofiar i olbrzymie spustoszenia, a podziemnym wybuchem jądrowym przeprowadzonym przez USA trzy minuty przed początkiem kataklizmu.

Broń „hydrosferyczna"

Broń hydrosfery (hydrologiczna) opiera się na wykorzystaniu do celów militarnych energii wód Ziemi. Do oddziaływania na hydrosferę – rzeki, jeziora, morza, oceany i lodowce – oraz na urządzenia hydrotechniczne mogą być wykorzystane podziemne i podwodne wybuchy jądrowe; czynnikiem rażącym będą powstałe fale i zatopienia. Na przykład na skraju szelfu można wytworzyć olbrzymie fale zalewowe w rodzaju tsunami, na lądzie zaś lokalne powodzie o olbrzymiej sile niszczenia.

---

[71] Działalność ludzka często powoduje występowanie słabych trzęsień ziemi. Typowym przykładem jest górnictwo. Eksploatacja kopalin prowadzi często do naruszenia równowagi górotworu, wyzwalania się starych naprężeń i powstawania nowych. Górnictwo jest też źródłem tąpnięć wywołanych przez osiadanie wyrobisk powstałych przy eksploatacji złóż, co oprócz zniszczeń w samej kopalni może prowadzić do uszkodzenia budynków na powierzchni.



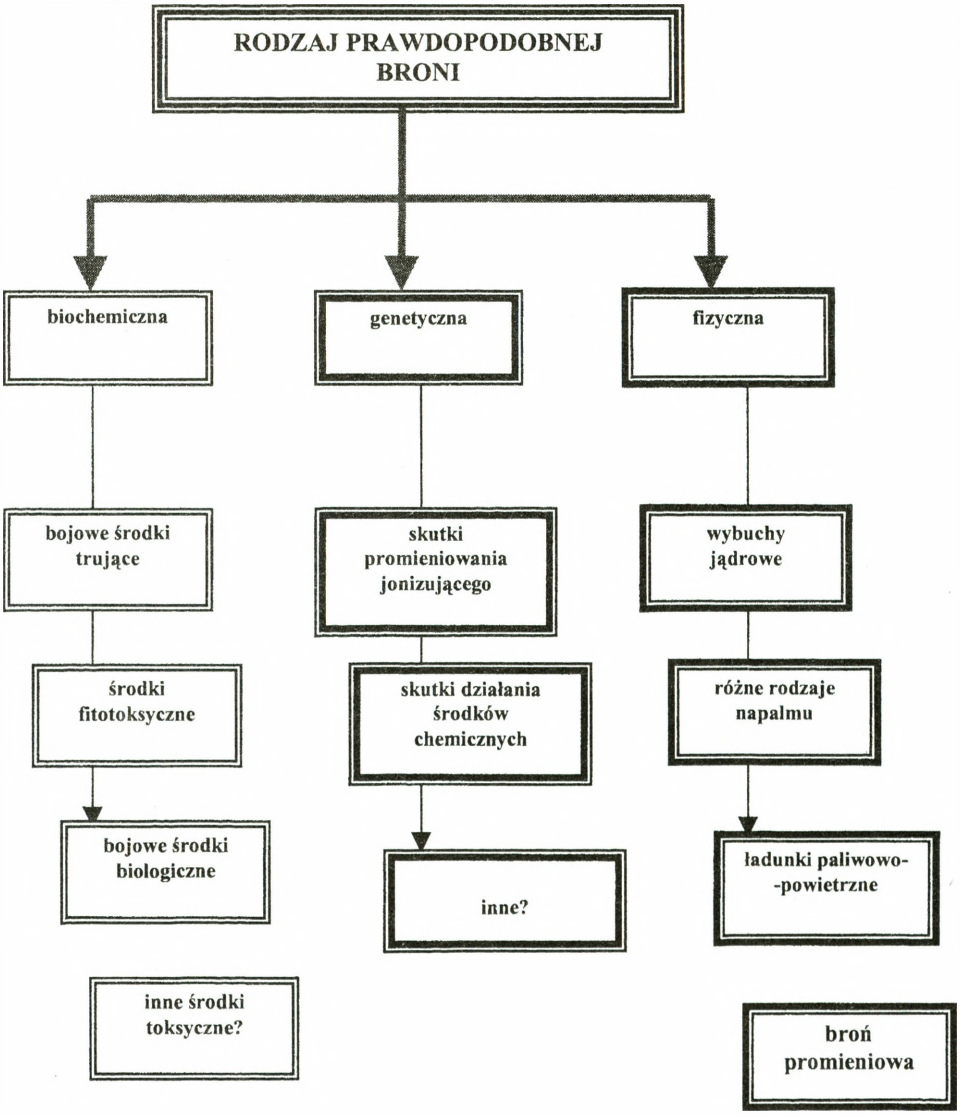
Rys. 67. Możliwe skutki wykorzystania energii skorupy ziemskiej

Broń „biosferyczna"

Broń biosfery (nazywana czasem „ekologiczną") była już szeroko stosowana w historii wojen. Po raz pierwszy w Azji Południowo-Wschodniej użyto biochemicznych i fizycznych sposobów likwidacji flory i fauny, poddając obróbce herbicydami, defoliantami i innymi środkami fitotoksycznymi ok. 45% lasów i ziem uprawnych Wietnamu. W rezultacie na ogromnych połaciach wymarła roślinność, a rolnictwo poniosło niepowetowane straty. Do fizycznego oddziaływania na biosferę oddziały agresora stosowały różnego rodzaju amunicję oraz wykorzystywały technikę inżynieryjną. Rozległego spustoszenia dżungli dokonywano z użyciem bomb lotniczych o masie kilku ton, które wybuchając nad powierzchnią ziemi, niszczyły falą uderzeniową las na powierzchni kilku kilometrów. Fizyczne oddziaływanie na biosferę dokonywane było również przy pomocy środków termicznych – napalmu. W samych tylko Indochinach w latach 1965–1971 lotnictwo zrzuciło 1,7 mln ton ładunków zapalających. W rezultacie zniszczeniu uległo tysiące osad, spłonęło dziesiątki tysięcy hektarów lasów i różnej roślinności.

Pośród wymienionych rodzajów rażących oddziaływań przyszłość mają, jak się wydaje, rodzaje oręża, których skutki kierowane są ku florze i faunie, a więc pośrednio i przeciw człowiekowi. Można bez jakichkolwiek zahamowań wymienić broń biologiczną, chemiczną, genetyczną, termiczną, objętościową (ładunki pali-

wowo-powietrzne), biochemiczną i promieniową. Wynika to stąd, że o ile inne rodzaje broni geofizycznej pozostają w sferze teoretycznego doskonalenia, o tyle broń biosfery, zwłaszcza zaś energetyczna, jest rozpatrywana z punktu widzenia możliwości jej stosowania zarówno jako broni defensywnej, jak i ofensywnej. Wprawdzie jedne z nich mają za sobą długą historię doskonalenia – biologiczna, chemiczna czy nuklearna, wiele z nich, np. biochemiczne i fizyczne sposoby likwidacji fauny i flory, dopiero ją tworzy, jednak skutki, jakie mogą spowodować w miejscach ich użycia, są bardzo trudne do oszacowania przy zastosowaniu jednolitych kryteriów.



Rys. 68. Sposoby niszczenia flory i fauny w wojnie – broń biosfery

ZAKOŃCZENIE

Niniejsza publikacja obejmuje cztery grupy zagadnień. Pierwsza dotyczy bezpieczeństwa ekologicznego, które w dzisiejszej dobie wysuwa się na czoło problemów związanych z ochroną środowiska. Na tle bezpieczeństwa ogólnego staraliśmy się ukazać uwarunkowania i zależności, jakie występują w naszym otoczeniu i to bez względu na to, czy mówimy o otoczeniu materialnym, społecznym lub innym. Wskazaliśmy na niektóre uwarunkowania związane z działalnością militarną człowieka, wywierającą negatywny wpływ na otoczenie oraz ukazaliśmy drogi tworzenia bezpieczeństwa ekologicznego. Druga grupa zagadnień obejmuje zagrożenia pojawiające się w naszej rzeczywistości. Prezentujemy w miarę ogólny, a gdzieniegdzie nawet szczegółowy obraz tych zagrożeń. Ukazujemy przyczyny i następstwa działalności człowieka nie tylko w wojnie (zagrożenia pokojowe mogą być również zagrożeniami czasu wojny), by na ich tle wskazać na ewentualne zdarzenia powodujące negatywne skutki w środowisku przyrodniczym i przekształconym naszego kraju. Następnie omawiamy negatywne oddziaływanie wojny na środowisko przyrodnicze. Na tle porównań historycznych z okresem, w jakim żyjemy, wskazujemy na potencjalne skutki użycia w wojnie oręża różnego typu i rodzaju, przede wszystkim zaś oręża, którego negatywne następstwa zaliczane są do nadzwyczajnych zagrożeń środowiska. W ostatniej części pracy popuszczamy nieco wodze fantazji, by wskazać na możliwości użycia na polu wojny przeciwko środowisku oręża, w jaki mogą się przekształcić niektóre osiągnięcia myśli naukowo-technicznej, niekoniecznie od razu ukierunkowane na realizację celów wojny.

Publikacja ta jest, jak to podkreślaliśmy we wstępie, próbą opisania nadzwyczajnych zagrożeń środowiska rozpatrywanych przez pryzmat zjawiska wojny. Uzasadnienie widzimy w potrzebie usystematyzowania zagrożeń, a także obalenia pewnych mitów narosłych wokół broni skupionych pod szyldem: broń masowego rażenia. Okazuje się bowiem, że sami swą działalnością szykujemy sobie, kto wie, czy nie bardziej drastycznie działające, środki oddziaływania na nasze otoczenie, niosące z sobą ogrom negatywnych skutków, jakie mogą się zrealizować nie tylko w wojnie.

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1. Ekologia w związkach z innymi naukami biologicznymi 10
Rysunek 2. Związki bezpieczeństwa ekologicznego z innymi rodzajami bezpieczeństwa.. 11
Rysunek 3. Składowe bezpieczeństwa człowieka 15
Rysunek 4. Wybrane składowe „agresji antyekologicznej" 17
Rysunek 5. Dualizm postrzegania bezpieczeństwa ekologicznego 19
Rysunek 6. Rejon „czarnego trójkąta" 23
Rysunek 7. Zasady bezpieczeństwa ekologicznego (wg A. Timoschenki) 26
Rysunek 8. Kontakt człowieka ze środowiskiem w przeszłości 31
Rysunek 9. Kontakt człowieka ze środowiskiem dziś 31
Rysunek 10. Wpływ zanieczyszczeń na stan środowiska 32
Rysunek 11. Skutki zagrożenia objawiającego się w sferze materialnej 33
Rysunek 12. Podział zagrożeń ze względu na czynniki tworzące 33
Rysunek 13. Rozwój rodzajów oręża w ciągu XX wieku 35
Rysunek 14. Wybrane źródła zagrożeń otoczenia 38
Rysunek 15. Katastrofy ekologiczne – typologia 39
Rysunek 16. Podział zagrożeń ze względu na czas ich trwania 41
Rysunek 17. Właściwości nadzwyczajnych zagrożeń środowiska 42
Rysunek 18. Rodzaje zagrożeń i sfera ich oddziaływania na środowisko 43
Rysunek 19. Rodzaje nadzwyczajnych zagrożeń środowiska ze względu na skutki, jakie wywołują 44
Rysunek 20. Źródła skażeń obszarowych substancjami radiacyjnymi 45
Rysunek 21. Przyczyny skażeń i sfery skażane materiałami niebezpiecznymi 46
Rysunek 22. Schemat realizowania się zagrożeń wtórnych 47
Rysunek 23. Przyczyny skażeń oraz epidemii i epizootii 48
Rysunek 24. Skutki uwolnienia niebezpiecznych substancji chemicznych do środowiska 61
Rysunek 25. Gałęzie przemysłu chemicznego w Polsce 62
Rysunek 26. Liczba obiektów gospodarczych w Polsce stwarzających wielkie zagrożenie, obracających chemikaliami gazowymi, ciekłymi i stałymi oraz paliwami ... 62
Rysunek 27. Liczba zakładów przerabiających najgroźniejsze substancje chemiczne 63
Rysunek 28. Szacunkowa liczba zakładów produkujących różne rodzaje chemikaliów 63
Rysunek 29. Szacunkowa liczba jednostek gospodarczych – potencjalnych źródeł nadzwyczajnych zagrożeń środowiska w dawnych województwach Polski 64
Rysunek 30. Szacunkowa ocena zagrożenia obszaru kraju toksycznymi środkami przemysłowymi według dawnego podziału administracyjnego 66
Rysunek 31. Powierzchnia terenów komunikacyjnych w Polsce 68
Rysunek 32. Szacunkowe ilości transportowych produktów i surowców naftowych w Polsce w skali roku (na przykładzie rafinerii Płock) 70

Rysunek 33. Trasa rurociągu Rosja–Niemcy ... 70
Rysunek 34. Prawdopodobne zagrożenie promieniotwórcze od źródeł wewnętrznych w Polsce – Instytut Badań Jądrowych w Świerku i Centralna Składnica Odpadów Promieniotwórczych w Różanie ... 74
Rysunek 35. Obiekty energetyki jądrowej w państwach otaczających Polskę ... 77
Rysunek 36. Przewidywana sytuacja zagrożenia promieniotwórczego obszaru Polski (zasięg stref skażeń) spowodowana ewentualnymi wypadkami obiektów energetyki jądrowej w krajach ościennych) ... 77
Rysunek 37. Wybrane wojny i konflikty zbrojne po drugiej wojnie światowej – do 1990 roku ... 79
Rysunek 38. Związki między sferami decydującymi o poziomie obronnym państwa ... 80
Rysunek 39. Straty i ich związek ze zdolnością wojsk do działań zbrojnych ... 85
Rysunek 40. Wpływ rodzaju i charakteru wojny na jej skutki ... 86
Rysunek 41. Różnice w rodzaju porażeń zależnie od rodzaju wojen ... 87
Rysunek 42. Podział energii wybuchu jądrowego ... 88
Rysunek 43. Oddziaływanie promieniowania jonizującego wybuchu jądrowego na organizmy w środowisku ... 91
Rysunek 44. Synergiczne oddziaływanie promieniowania jonizującego wybuchu jądrowego i ultrafioletowego z kosmosu na organizmy w środowisku ... 91
Rysunek 45. Skutki oddziaływania natychmiastowego promieniowania jonizującego ... 92
Rysunek 46. Oddziaływanie izotopów promieniotwórczych po wybuchu jądrowym ... 93
Rysunek 47. Tok oddziaływania promieniowania cieplnego wybuchu jądrowego na otoczenie ... 94
Rysunek 48. Wpływ pożarów otoczenia na środowisko ... 95
Rysunek 49. Cykl przemian spowodowanych w środowisku zimą nuklearną ... 97
Rysunek 50. Cykl zależności prowadzących do powstawania szkód ekologicznych w środowisku po wojnie jądrowej ... 98
Rysunek 51. Ogólna klasyfikacja pestycydów z punktu widzenia oddziaływania na organizmy i zastosowanie do określonych celów ... 101
Rysunek 52. Środki fitotoksyczne ... 102
Rysunek 53. Zagrożenie niebezpiecznymi substancjami chemicznymi – wariant ... 112
Rysunek 54. Uszkodzenia popromienne ustroju ludzkiego (wg E. Malinowskiego) ... 116
Rysunek 55. Ataki terrorystyczne w Japonii z wykorzystaniem środków trujących ... 121
Rysunek 56. Drogi przenikania środków bakteryjnych do organizmu człowieka ... 123
Rysunek 57. Sposób skażenia roślin aerozolem bakteryjnym ... 124
Rysunek 58. Drogi zakażenia roślin ... 124
Rysunek 59. Wybrane przyczyny tworzenia oręża ... 133
Rysunek 60. Procentowa ilość promieniowania elektromagnetycznego w broni różnego typu ... 135
Rysunek 61. Rodzaje szacunkowych oddziaływań energii akustycznej na organizm człowieka ... 142
Rysunek 62. Skutki broni geofizycznej ... 144
Rysunek 63. Istota broni geofizycznej ... 145
Rysunek 64. Rodzaje broni geofizycznej ... 146
Rysunek 65. Możliwe skutki zakłócenia zjawisk pogodowych i klimatycznych – broń atmosferyczna – hipotetyczny wariant ... 148
Rysunek 66. Skutki działania promieniowania ultrafioletowego na organizm ... 150
Rysunek 67. Możliwe skutki wykorzystania energii skorupy ziemskiej ... 152
Rysunek 68. Sposoby niszczenia flory i fauny w wojnie – broń biosfery ... 153

SPIS TABEL

Tabela 1. Skutki wybranych wypadków spowodowanych w latach 1982–1988 przez niebezpieczne substancje chemiczne 50
Tabela 2. Taksonomia niebezpiecznych substancji chemicznych 51
Tabela 3. Niebezpieczne substancje chemiczne – wybór 52
Tabela 4. Dioksyny jako produkty pirolizy różnych materiałów 53
Tabela 5. Wybrane ogólne właściwości toksycznych środków przemysłowych – TŚP 54
Tabela 6. Rodzaj i czas wystąpienia zatruć toksycznym środkiem przemysłowym 54
Tabela 7. Aktywność wybranych naturalnych radionuklidów w glebie 73
Tabela 8. Radionuklidy uwalniane do środowiska wskutek awarii reaktora jądrowego 75
Tabela 9. Wybrane parametry stref skażeń promieniotwórczych po awarii obiektu jądrowego z wyrzutem mieszaniny reaktorowej 76
Tabela 10. Właściwości wybranych izotopów promieniotwórczych 90
Tabela 11. Kraje, które dysponują lub mogą dysponować bronią chemiczną 99
Tabela 12. Generacje broni chemicznej 100
Tabela 13. Terminy podpisania i ratyfikowania konwencji o zakazie broni biologicznej przez wybrane kraje 118
Tabela 14. Stan zaawansowania prac nad bronią biologiczną w wybranych krajach 119
Tabela 15. Rozwój broni jądrowej – kolejne generacje 128
Tabela 16. Stan posiadania broni jądrowej w 1993 roku 130
Tabela 17. Podział organów organizmu człowieka według malejącej wrażliwości na promieniowanie jonizujące 138
Tabela 18. Biologiczny skutek napromieniowania organizmu 138
Tabela 19. Rodzaj zagrożenia niskimi dawkami promieniowania jonizującego 139
Tabela 20. Częstotliwości rezonansowe narządów organizmu człowieka 141
Tabela 21. Skutki oddziaływania infradźwięków na organizm człowieka 142

SPIS LITERATURY

1. Balcerowicz B., *Koncepcja strategicznej obrony Polski*, „Myśl Wojskowa" 1992, nr 3.
2. Barnier A., *Atlas wielkich zagrożeń. Edukacja. Środowisko. Przyroda*, Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa 1995.
3. Baszenin W.A., *Kurs czastnoj epidemiołogii*, Wojenizdat, Moskwa 1955.
4. *Bezpieczeństwo Polski w zmieniającej się Europie*, Wyd. Adam Marszałek, Warszawa–Toruń 1994.
5. Brown L.R., Flavin Ch., French H.F., *Raport o stanie świata*, Książka i Wiedza, Warszawa 2000.
6. Czarkowski A., Woroniecki J., *Rozwój międzynarodowej współpracy na rzecz środowiska naturalnego człowieka*, „Sprawy Międzynarodowe" 1979, nr 12.
7. Dołęga J.M., *Człowiek w zagrożonym środowisku*, ATK, Warszawa 1993.
8. Dorst J., *Siła życia*, PIW, Warszawa 1987.
9. Ehrlich P., Sagan C., Kennedy D., Roberts W.O., *Mróz i ciemności. Świat po wojnie jądrowej*, Warszawa 1984.
10. *Encyklopedia powszechna*, PWN, Warszawa 1983.
11. Haber J., *Bezpieczeństwo jako determinanta stosunków międzynarodowych*, w: Z.J. Pietraś, M. Pietraś, *Determinanty polityki zagranicznej i międzynarodowej*, Warszawa 1981.
12. Hałat Z., *Woda*, Medyczne Centrum Konsumenta, Warszawa 1998.
13. Kasperek T., *Broń chemiczna zatopiona w Morzu Bałtyckim: historia, teraźniejszość, zagrożenia, możliwości przeciwdziałania*, Wyd. Adam Marszałek, Toruń 1999.
14. Kowalczyk M., *Toksyczne substancje przemysłowe – zagrożenia i postępowanie ratunkowo-lecznicze*, Zakład Toksykologii i Farmacji WIHiE, Biuletyn nr 2(24) WIChiR, Warszawa 1994.
15. Kozłowski S., *Ekorozwój. Wyzwanie XXI wieku*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2000.
16. Leńkowa A., *Człowiek przeciwko sobie?*, PAX, Warszawa 1986.
17. Ludwiczak J., Wilczkowiak S., *Nadzwyczajne zagrożenia środowiska*, AON, Warszawa 1994.
18. *Mała encyklopedia zdrowia*, PWN, Warszawa 1973.
19. Mierzwiński A., *1000 słów o ekologii i ochronie środowiska*, Bellona, Warszawa 1991.
20. Nicolle Ch., *Destin des maladies infectienses* (tłum. polskie *Narodziny, życie i śmierć chorób zakaźnych*), Warszawa 1936.
21. *Nowoczesna broń chemiczna – zagrożenie i obrona*, Warszawa 1991.
22. Pietrowiak G., *Perspektywy samozagłady. Człowiek przeciwko sobie*, PAX, Warszawa 1996.
23. Popiel W., *Niektóre problemy psychologiczne atomowego pola walki*, „Myśl Wojskowa" 1959, nr 5.

24. Powszechna Deklaracja Praw Człowieka z 10 grudnia 1948 r. (przedruk w: *Prawo w stosunkach międzynarodowych. Wybór dokumentów*, opr. S. Bieleń, Warszawa 1996).
25. *Radioactive fallout in food and agriculture*, International Atomic Energy Agency, IAEA–TEDOC-494, Vienna 1989.
26. *Raport o nadzwyczajnych zagrożeniach ludzi i środowiska na terenie kraju*, OCK, Warszawa 1989.
27. *Stan środowiska w Polsce*, Raport Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska, Warszawa 1998.
28. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 1 grudnia 1989 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, DzU nr 69, poz. 417 z późniejszymi zmianami.
29. Sagan C., *Kosmos*, Zysk, Poznań 1997.
30. Sarkisow I.Z., *Bakterialnaja wajna*, Moskwa 1940.
31. Schneigert Z., *Broń i strategia nuklearna*, Warszawa 1984.
32. Smitch W.K., *The Economic Consequences of Air Polution*, Ballinger Publishing Co, Cambridge 1976.
33. *Structural akustics Enegry methodos in vibroacustics* – IV School. Zakopane 1995.
34. Światowa Karta Przyrody z 28 października 1982 r. (przedruk w: „Przyroda Polska" 1985, nr 10.
35. Timoschenko A.S., *International Enwironmental Law and the Concept of Ecological Security*, „Breaktrough", Summer-fall 1989.
36. Tyburski W., *Pojednać się z Ziemią. W kręgu zagadnień humanizmu ekologicznego*, IPIR, Toruń 1993.
37. Ustawa z 31 stycznia 1980 r. *O ochronie i kształtowaniu środowiska*, DzU nr 3, poz. 6 z późniejszymi zmianami.
38. *Wielka encyklopedia powszechna*, PWN, Warszawa 1984.
39. Więckowski S.K., *Wybrane zagadnienia ochrony i kształtowania środowiska przyrodniczego człowieka*, PWN, Warszawa 1989.
40. Wodopianow P.A., *Ekologiczeskije posledstwija nauczno-techniczeskogo progresa*, Nauka i Technika, Mińsk 1980.
41. Wojciechowski I., *Ekologiczne podstawy kształtowania środowiska*, PWN, Warszawa 1987.
42. Zacher L., *Bezpieczeństwo ekologiczne – wymiary polityczne, międzynarodowe i globalne*, w: Z.J. Pietraś, M. Pietraś, *Międzynarodowe bezpieczeństwo ekologiczne*, UMCS, Lublin 1991.
43. Zagórski P., *Bomba atomowa ubogich*, „SOS" 1991, nr 1.
44. Zimmerman G., Chester C.V., *Obrona cywilna a broń biologiczna* (tłum. M. Dulling), „Przegląd Obrony Cywilnej" 1987.
45. *Zbiór umów międzynarodowych Polski w dziedzinie ochrony środowiska*, red. L. Łukasik, S. Wajda, Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 1990.

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 57011
Akademii Obrony Narodowej

Publikacje
Akademii Obrony Narodowej

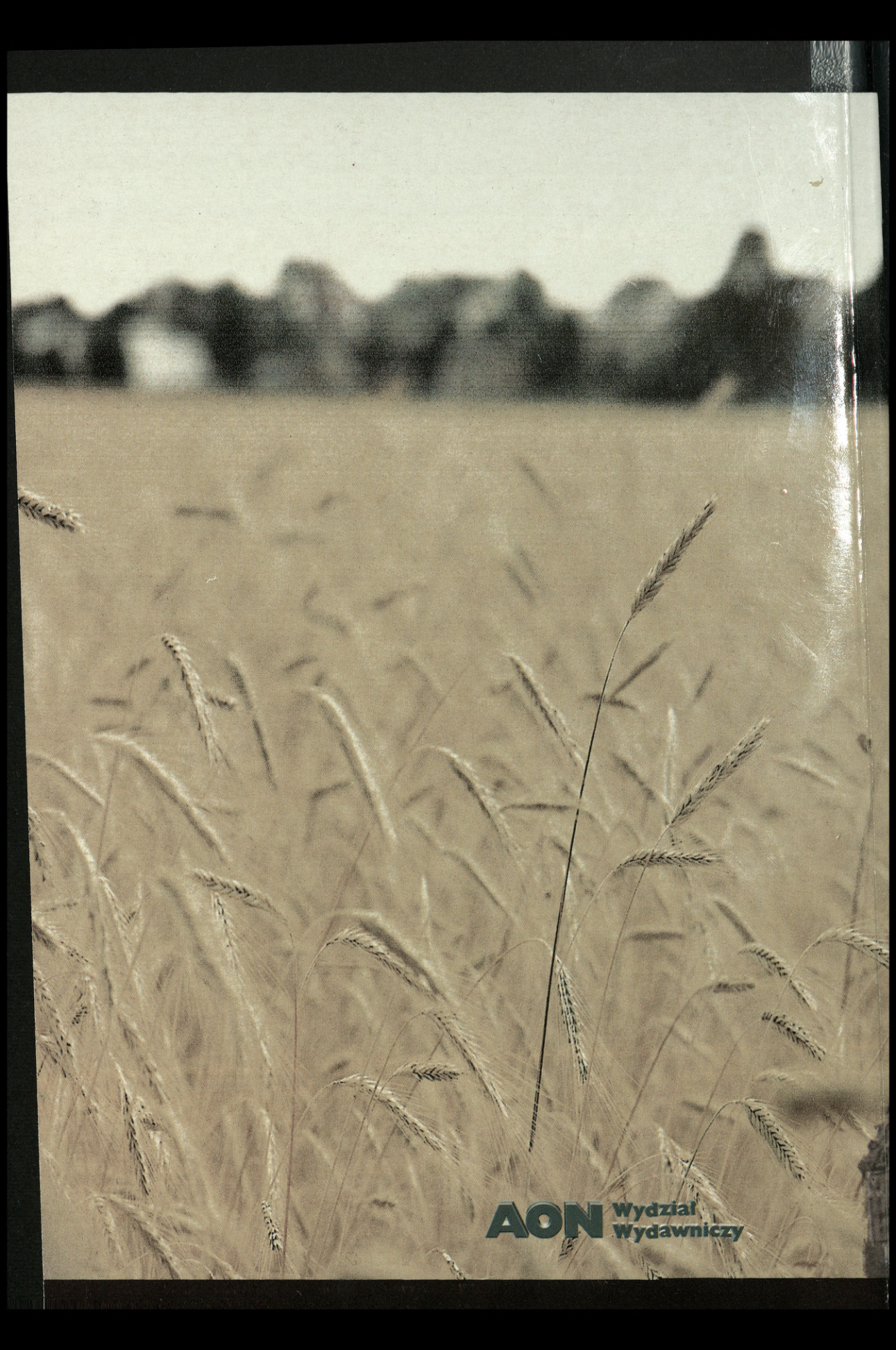
do nabycia w Wydziale Wydawniczym AON
al. gen. A. Chruściela 103, bl. 2
00-910 Warszawa,
tel. 681 40 55, tel./faks 681 37 52

- S. Bartosiewicz, M. Mróz – Zaopatrywanie jednostek wojsk lotniczych i obrony powietrznej w techniczne środki materiałowe techniki naziemnej – 7,00 zł
- Bezpieczne niebo. Materiały z konferencji naukowej – 14,00 zł
- J. Bieńkowski, R. Stępień (red.) – Edukacja pedagogiczna w wyższej uczelni wojskowej – 16,00 zł
- H. Binkowski (red.) – OBWE w procesie umacniania bezpieczeństwa europejskiego – 16,00 zł
- A. Bujak – Praca w terenie na szczeblach taktycznych według standardów NATO – 10,00 zł
- W. Chojnacki – Socjologiczne aspekty tendencji instytucjonalno-organizacyjnego rozwoju wojska – 16,00 zł
- R. Chrobak i in. – Działania bojowe dywizji – 15 zł
- M. Cieślarczyk, P. Krawczyk, Z. Korulczyk – Poradnik metodyczny autorów prac kwalifikacyjnych – 8,00 zł
- M. Cieślarczyk, M. Chojnacki, A, Radomyski – Współpraca cywilno-wojskowa (CIMIC) w siłach zbrojnych (SP) RP – 13,00 zł
- M. Cieślarczyk (red.) – Metody, techniki i narzędzia badawcze oraz elementy statystyki – 13,00 zł
- A. Ciupiński, M. Zając (red.) – Wybrane problemy walki z terroryzmem międzynarodowym – 17 zł
- A. Ciupiński (red.) – Dyplomacja wielostronna – 25,00 zł
- A. Ciupiński – Podstawowe elementy polityki bezpieczeństwa i obrony RP – 15,00 zł
- A. Ciupiński, R. Białoskórski – Wczesne ostrzeganie i zapobieganie współczesnym konfliktom zbrojnym w strategii Sojuszu Północnoatlantyckiego – 7,00 zł
- A. Ciupiński, H. Binkowski, A. Legucka – Bezpieczeństwo w stosunkach międzynarodowych – 30,00 zł
- T. Compa – Zarządzanie przestrzenią powietrzną – 10,00 zł
- J. Czaja – Stolica apostolska wobec integracji europejskiej – 15,00 zł
- K. Czajka – Użycie artylerii w obronie oddziału – 8,00 zł
- P. Daniluk – Radiostacje pola walki – 10,00 zł
- A. Dawidczyk – Nowe wyzwania, zagrożenia i szanse dla bezpieczeństwa Polski u progu XXI w. – 9,00 zł
- P. Dela, J. Wołejszo – Wsparcie komputerowe ćwiczeń wojskowych 16 zł
- Dowodzenie lotnictwem sił powietrznych w działaniach wojsk lądowych (praca zbiorowa) – 15,00 zł
- W. Drążczyk – Logistyka sił powietrznych w działaniach wielonarodowych – 9,00 zł
- A. Fellner – Zautomatyzowane systemy kontroli ruchu lotniczego przestrzeni powietrznej – 20,00 zł
- M. Flemming – Międzynarodowe prawo humanitarne konfliktów zbrojnych – 45,00 zł
- P. Gawliczek, J. Pawłowski – Zagrożenia asymetryczne – 14,00 zł
- M. Gąska, A. Ciupiński – Międzynarodowe prawo humanitarne konfliktów zbrojnych – 21,00 zł
- A. Glen, W. Marud – Kontrola przestrzeni powietrznej w czasie kryzysu i wojny – 18,00 zł
- J. Gotowała – Lotnictwo XXI wieku – 11,00 zł
- J. Groskrejc – Antropologiczne i aksjologiczne aspekty edukacji oficerów – 10,00 zł
- J. Halik – Metodyka opracowania pracy magisterskiej i studyjnej – 15,00 zł
- J. Halik, J. Wołejszo – Ćwiczenia wojskowe sił zbrojnych RP w aspekcie interoperacyjności w ramach NATO – 14,00 zł
- M. Huzarski (red.) – Taktyka ogólna wojsk lądowych – 21,00 zł
- K. Jałoszyński – Terroryzm antyizraelski – 12,00 zł
- K. Jałoszyński – Terroryzm czy terror kryminalny w Polsce? – 12,00 zł
- K. Jałoszyński – Zagrożenie terroryzmem w wybranych krajach Europy Zachodniej oraz w Stanach Zjednoczonych – 12,00 zł
- J. Janczak – Zakłócanie informacyjne – 12,00 zł
- Cz. Jarecki – Użycie wojsk rakietowych i artylerii w operacji – 13,00 zł
- T. Jemioło – Globalizacja. Szanse i zagrożenia – 8,00 zł
- T. Jemioło, K. Malak (red.) – Bezpieczeństwo zewnętrzne Rzeczypospolitej Polskiej – 25,00 zł
- A. Jóźwiak, Cz. Marcinkowski – Wybrane problemy współczesnych operacji pokojowych – 18,00 zł
- M. Juszczyk – Wsparcie działań przez państwo gospodarza – 14 zł
- L. Kanarski, P. Gawliczek – Przywództwo w armiach NATO – 9,00 zł
- L. Kanarski, B. Rokicki (red.) – Teoria i praktyka przywództwa wobec wyzwań edukacyjnych – 24,00 zł
- J. Kardas, K. Loranty – Wybrane problemy bezpieczeństwa i obronności państwa w opiniach pracowników administracji publicznej – 12,00 zł
- J. Kardas, K. Loranty – Instytucjonalizacja przygotowania obronnego kadr administracji – 15,00 zł
- J. Karpowicz, Z. Chojnacki – Bezpieczeństwo lotów – 10,00 zł
- J. Karpowicz, E. Cieślak – Lotnictwo wsparcia w sojuszniczych działaniach powietrznych – 17 zł
- J. Karpowicz, K. Kozłowski – Bezzałogowe statki powietrzne i miniaturowe aparaty latające – 18 zł
- J. Karpowicz – Współczesne konstrukcje lotnicze – 20,00 zł

- Cz. Kącki – Siły wielonarodowe do misji pokojowych – 15 zł
- Cz. Kącki – Izrael. Jego wpływ na rozwój sytuacji w regionie Bliskiego Wschodu – 15,00 zł
- Kierowanie mobilnymi systemami łączności wojsk lądowych (praca zbiorowa) cz.I – 14 zł, cz.II – 8 zł, cz.III. – 12 zł
- W. Kitler (red.) – Obrona cywilna (niemilitarna) w obronie narodowej III RP – 25,00 zł
- W. Kitler – Obrona narodowa III RP. Pojęcie. Organizacja. System (rozprawa habilitacyjna) – 24,00 zł
- W. Kitler – Obrona narodowa w wybranych państwach demokratycznych – 14,00 zł
- Z. Klawitter – Rola i zadania zespołu wsparcia personalnego na stanowisku dowodzenia BZ/BPanc – 7,00 zł
- T. Kochański – Logistyka międzynarodowa – 12,00 zł
- T. Kochański – Logistyka jako koncepcja zintegrowanego zarządzania – 18,00 zł
- T. Kochański, S. Kurek – Konkurencyjność przedsiębiorstw – 15 zł
- M. Koziński – Umowa offsetowa i inne formy udziału państwa w międzynarodowym obrocie gospodarczym – 10,00 zł
- M. Kozub – Lotnictwo w operacjach połączonych – 7,00 zł
- M. Kozub – Lotnictwo wojsk lądowych w operacjach połączonych – 8,00 zł
- M. Kozub – Lotnictwo w bojowym poszukiwaniu i ratownictwie – 8,00 zł
- J. Kręcikij – Współczesne kierowanie wojskami. Proces dowodzenia – 12,00 zł
- J. Kręcikij – Metodyka pracy sekcji dowodzenia oddziału i związku taktycznego – 13,00 zł
- J. Kręcikij –Wybrane problemy kierowania zgrupowaniami wielonarodowych sił połączonych – 14,00 zł
- R. Kwećka, M. Gryga – Siły specjalne w kontekście współczesnych zagrożeń – 15,00 zł
- K. Kubiak – Transport wojsk i ładunków wojskowych drogą morską przy użyciu statków handlowych – 12,00 zł
- L. Łukaszuk – Międzynarodowe prawo pokoju i bezpieczeństwa – 20,00 zł
- L. Łukaszuk – Dyplomacja współczesna a problemy prawa i bezpieczeństwa międzynarodowego – 20,00 zł
- L. Łukaszuk – Europejskie prawo pokoju i bezpieczeństwa – 20,00 zł
- T. Majewski – Ankieta i wywiad w badaniach wojskowych – 9,00 zł
- T. Majewski – Kierownik – dowódca w organizacji – 12,00 zł
- T. Majewski – Miejsce celów, problemów i hipotez w procesie badań naukowych – 8 zł
- T. Majewski i in. – Planowanie w organizacji – 9 zł
- K. Malak – Polityka zagraniczna i bezpieczeństwa Białorusi – 18,00 zł
- J. Marczak (red.) – Samoorganizacja społeczeństwa na rzecz bezpie-czeństwa powszechnego. Samoobrona powszechna III RP – 20,00 zł
- M. Marszałek – Siły powietrzne w operacjach ewakuacyjnych (według poglądów amerykańskich) – 13 zł
- M. Marszałek, A. Radomyski – Metodyka pracy zespołów funkcjonalnych na stanowisku dowodzenia brygady rakietowej sił powietrznych – 25,00 zł
- Z. Maślak – Podstawy teorii informacji obrony powietrznej – 10,00 zł
- Z. Maślak (oprac.) – Informacje w obronie powietrznej – potrzeby, wymagania, zagrożenia. Materiały z sympozjum naukowego – 17,00 zł
- M. Michalec (oprac.) – Kierunki rozwoju rosyjskiej myśli teoretycznej i praktyki w zakresie użycia lotnictwa w walce – 14,00 zł
- J. Michniak (red.) – Projektowanie struktury organizacyjnej dowództwa brygady zmechanizowanej (pancernej) – 12,00 zł
- J. Michniak – Stanowiska dowodzenia w wojskach lądowych – 10 zł
- G. Nowacki – Informacja w walce zbrojnej. Materiały z sympozjum naukowego – 17,00 zł
- G. Nowacki – Strategiczne siły jądrowe wybranych państw – 14,00 zł
- G. Nowacki – Rozpoznanie satelitarne USA i Federacji Rosyjskiej – 8,00 zł
- G. Nowacki (red.) – Militaryzacja kosmosu – 17,00 zł
- A. Nowak – Działalność rozpoznawcza na szczeblach taktycznych – 12,00 zł
- E. Nowak – Gospodarowanie zasobami majątkowymi – 15,00 zł
- M. Obrusiewicz – Wielonarodowe połączone siły zadaniowe CJTF – 12,00 zł
- M. Obrusiewicz – Geneza i prognoza kooperatywnych stosunków wojskowych końca XX i początku XXI w. na tle bezpieczeństwa europejskiego – 15 zł
- J. Pawłowski, A. Ciupiński (red.) – Umiędzynarodowiony konflikt wewnętrzny – 20,00 zł
- M. Pelc, M. Juszczyk – Matematyka – 25 zł
- J. Płaczek – Ewolucja polskiej myśli obronno-ekonomicznej w latach 1976–2000 – 20,00 zł
- J. Płaczek (red.) – Gospodarka obronna Polski w końcu lat dziewięćdziesiątych. Szanse i zagrożenia – 25,00 zł
- Podróż studyjna w systemie edukacji oficerów w AON. Materiały z sympozjum naukowego – 17,00 zł
- A. Polak – Wybrane zagadnienia obrony wybrzeża w Polsce (1920–2002) – 16,00 zł
- A. Polak – Teoria grup operacyjnych w polskiej sztuce wojennej okresu międzywojennego – 30,00 zł
- Prawo w stosunkach międzynarodowych. Wybór dokumentów (praca zbiorowa) – 35,00 zł (dwa tomy)
- K. Przeworski – Ewakuacja jako sposób ochrony ludności – 7,00 zł
- Pułk przeciwlotniczy w działaniach operacyjnych (praca zbiorowa) – 20,00 zł
- A. Radomyski – Metody i treść pracy zespołu OPL na stanowisku dowodzenia dywizji zmechanizowanej – 18,00 zł
- A. Skrabacz – Kobiety w obronie narodowej Polski u progu XXI w. – 15,00 zł
- J. Skrzyp (red.) – Informator geograficzny o państwach kandydujących do Sojuszu Północnoatlantyckiego – 14,00 zł

- J. Skrzyp, Z. Lach – Informator geograficzny. Państwa członkowskie NATO – 20,00 zł
- Z. Skwarek – Powietrzne systemy wczesnego wykrywania i powiadamiania – 13,00 zł
- K. Słaboń – Sytuacja jeńców wojennych w konflikcie iracko-irańskim (1980-1988) – 10,00 zł
- Słownik terminów z zakresu bezpieczeństwa narodowego (praca zbiorowa) – 15,00 zł
- Słownik terminów z zakresu psychologii (praca zbiorowa) – 10,00 zł
- Słownik pojęć sojuszniczej obrony powietrznej (praca zbiorowa) – 12,00 zł
- H. Spustek – Wybrane zagadnienia badań operacyjnych i modelowania liniowego – 8,00 zł
- Z. Stachowiak – Metodyka i metodologia pisania prac kwalifikacyjnych (licencjackich, magisterskich i podyplomowych) – 9,00 zł
- Z. Stachowiak, J. Płaczek (red.) – Wybrane problemy ekonomiki bezpieczeństwa – 30,00 zł
- R. Stępień (red.) – Edukacja w wyższych szkołach wojskowych – 21,00 zł
- M. Strzoda (red.) – Wybrane terminy z zakresu dowodzenia i zarządzania – 7,00 zł
- M. Strzoda – Słownik nazw, skrótów i akronimów państw, instytucji, dowództw, jednostek organizacyjnych i osób funkcyjnych – 8 zł
- J. Suwart – Zarys obrony cywilnej w Polsce w latach 1920–1996 – 30,00 zł
- R. Szpyra – Powietrzna sztuka operacyjna wybranych państw – 15,00 zł
- Środki dowodzenia (praca zbiorowa) – 12 zł
- E.A. Wesołowska, A. Szerauc (red.) – Patriotyzm – Obronność – Bezpieczeństwo – 20,00 zł
- J. Wołejszo – Wybrane problemy procesu planowania i rozliczania działalności szkoleniowej na szczeblach taktycznych w SZ RP – 16 zł
- J. Wołejszo – Trening sztabowy dowództw szczebla taktycznego SZ RP – 17,00 zł
- J. Wołejszo – Wybrane aspekty projektowania struktury organizacyjnej zespołu dowodzenia stanowiska dowodzenia brygady zmechanizowanej – 11,00 zł
- J. Wołejszo – Wybrane problemy przygotowania i realizacji ćwiczeń sojuszniczych NATO – 16 zł
- J. Wołejszo, Z. Fiołna – Dowodzenie brygadą zmechanizowaną (pancerną) w obronie – 12,00 zł
- J. Wołejszo, Z. Fiołna – Dowodzenie brygadą zmechanizowaną (pancerną) w marszu – 15,00 zł
- Wojskowe wsparcie władz cywilnych i społeczeństwa. Materiały z seminarium – 20,00 zł
- Wojsko wobec polskiego października'56. Rezolucje, uchwały, listy (wybór, wstęp i opracowanie: E. J. Nalepa) – 30,00 zł
- J. Wojtasik (red.) – Studia z dziejów polskiej techniki wojskowej od XVI do XX wieku – 27,00 zł
- J. Wojtasik (red.) – Od Żółkiewskiego i Kosińskiego do Piłsudskiego i Petlury. Z dziejów stosunków polsko-ukraińskich od XVI do XX wieku – 20,00 zł
- M. Wrzosek – Działania rozpoznawcze na obszarze kraju – 10 zł
- M. Wrzosek – Organizacja pracy taktycznej komórki rozpoznania – 17 zł
- Wsparcie informacyjne obrony powietrznej. Materiały z sympozjum naukowego – 18 zł
- Wydział Lotnictwa i Obrony Powietrznej AON – Ewolucja dla postępu. Materiały z konferencji – 18 zł
- E. Zabłocki – Współczesne siły powietrzne – 13,00 zł
- S. Zalewski – Służby specjalne w państwie demokratycznym – 11,00 zł
- Założenia operacyjne do doktryny zasadniczej sił powietrznych (praca zbiorowa) – 10,00 zł
- L. Zapała – W rembertowskiej Alma Mater. Wspomnienia – 18,00 zł
- B. Zdrodowski, M. Marszałek – Operacje pozawojenne sił powietrznych – 16,00 zł
- J. Zieliński (red.) – Podstawowe założenia dydaktyki sztuki operacyjnej – 14,00 zł
- J. Zieliński – Wojska lądowe jako rodzaj sił zbrojnych – 14 zł
- J. Zuziak – Dzieje Instytutu Józefa Piłsudskiego w Londynie 1947–1997 – 25,00 zł

Zamówienia przyjmujemy telefonicznie lub pisemnie


AON
Wydział
Wydawniczy