R G B WH GR BL Grey Scale #13 C M Y K
Part Code ST1316
DANES-PICTA.COM
A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

ZESZYTY NAUKOWE

Kmdr dr inż. Tadeusz KASPEREK

ZAGROŻENIE JEDNOSTEK PŁYWAJĄCYCH MARYNARKI WOJENNEJ I BAZ MORSKICH (PORTÓW) TOKSYCZNYMI I PROMIENIOTWÓRCZYMI ŚRODKAMI PRZEMYSŁOWYMI W KONTEKŚCIE ZADAŃ I MOŻLIWOŚCI OBRONY PRZECIWCHEMICZNEJ

Rozprawa habilitacyjna

Dodatek

Warszawa 2003

55584

Colour Chart #13
Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black
Centimetres Inches
DANES-PICTA.COM

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

ZESZYTY NAUKOWE

Kmdr dr inż. Tadeusz KASPEREK

ZAGROŻENIE JEDNOSTEK PŁYWAJĄCYCH MARYNARKI WOJENNEJ I BAZ MORSKICH (PORTÓW) TOKSYCZNYMI I PROMIENIOTWÓRCZYMI ŚRODKAMI PRZEMYSŁOWYMI W KONTEKŚCIE ZADAŃ I MOŻLIWOŚCI OBRONY PRZECIWCHEMICZNEJ

Rozprawa habilitacyjna

Dodatek

Warszawa 2003

55584

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

ZESZYTY NAUKOWE

Kmdr dr inż. Tadeusz KASPEREK

ZAGROŻENIE JEDNOSTEK PŁYWAJĄCYCH MARYNARKI WOJENNEJ I BAZ MORSKICH (PORTÓW) TOKSYCZNYMI I PROMIENIOTWÓRCZYMI ŚRODKAMI PRZEMYSŁOWYMI W KONTEKŚCIE ZADAŃ I MOŻLIWOŚCI OBRONY PRZECIWCHEMICZNEJ

Rozprawa habilitacyjna

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 55584
Akademii Obrony Narodowej

Dodatek

Warszawa 2003

KOMITET REDAKCYJNY

gen. bryg. prof. dr hab. Michał Krauze – przewodniczący, płk dr Edward Pomykała – zastępca przewodniczącego, ppłk mgr Marek Jarząbek, ppłk dr Leszek Kanarski, ppłk dr Marek Kinasiewicz, płk rez. dr Dominik Strasburger, płk prof. dr hab. Bogdan Szulc, płk dr hab. Bogdan Zdrodowski, płk dr hab. inż. Józef Zubek

Zespół redakcyjny: mgr Anna Doraczyńska (tel. 6/814-664),
płk rez. dr Dominik Strasburger – redaktor naczelny (tel. 6/813-516)

Adres redakcji: 00-910 Warszawa 72
al. gen. Antoniego Chruściela 103, bl. 25
tel./fax: 6/813-356

18222

Nakładem Akademii Obrony Narodowej

Druk i oprawa: Akademia Obrony Narodowej – Wydział Wydawniczy, zam. nr 167/2003

SPIS TREŚCI

WSTĘP 5

Rozdział 1.

ZAŁOŻENIA METODOLOGICZNE 11

1.1. Sytuacja problemowa 11

1.2. Cele badań naukowych 12

1.3. Problemy badawcze 13

1.4. Hipotezy robocze 15

1.5. Zadania badawcze 16

1.6. Założenia i ograniczenia 17

1.7. Struktura badań, metody i techniki badawcze 18

1.8. Przedmiot badań, język problemu, charakterystyka i ocena literatury 21

Rozdział 2.

ZAGROŻENIE PORTÓW MORSKICH I AKWENÓW PRZYBRZEŻNYCH BAŁTYKU POŁUDNIOWEGO TOKSYCZNYMI I PROMIENIOTWÓRCZYMI ŚRODKAMI PRZEMYSŁOWYMI 25

2.1. Źródła i charakterystyka zagrożeń toksycznymi środkami przemysłowymi 31

2.1.1. Rozmieszczenie obiektów oraz przebieg morskich i lądowych tras przewozu.. 32

2.1.2. Charakterystyka ilościowa i jakościowa zasadniczych toksycznych środków przemysłowych 41

2.1.3. Ocena przewidywanego zagrożenia 57

2.2. Źródła i charakterystyka zagrożeń promieniotwórczymi środkami przemysłowymi 79

2.2.1. Rozmieszczenie i ogólna charakterystyka reaktorów jądrowych stwarzających zagrożenie skażeniami promieniotwórczymi 82

2.2.2. Charakterystyka rażących właściwości radionuklidów mieszaniny reaktorowej 89

2.2.3. Ocena przewidywanego zagrożenia 102

2.3. Wnioski 111

Rozdział 3.

STAN PRZYGOTOWANIA JEDNOSTEK MARYNARKI WOJENNEJ RP DO DZIAŁANIA W WARUNKACH ZAGROŻENIA 115

3.1. Właściwości użycia i zadania taktyczno - operacyjne jednostek pływających Marynarki Wojennej RP w świetle wniosków wynikających z oceny zagrożenia 116

3.2. Zadania obrony przeciwchemicznej wynikające z właściwości działania jednostek pływających i funkcjonowania baz morskich (portów) oraz oceny zagrożenia 125

3.3. Specjalistyczne wyposażenie jednostek pływających i brzegowych 138

3.4. Wnioski 148

Rozdział 4.

PRZYSZŁOŚĆ OBRONY PRZECIWCHEMICZNEJ SIŁ MARYNARKI WOJENNEJ RP W ZAKRESIE OCHRONY PRZED RAŻĄCYM DZIAŁANIEM TOKSYCZNYCH I PROMIENIOTWÓRCZYCH ŚRODKÓW PRZEMYSŁOWYCH 152

4.1. Analiza rozwiązań organizacyjno - technicznych ochrony na przykładzie wybranych państw NATO 152

4.2. Ochrona załóg jednostek pływających i baz morskich (portów) 163

4.3. Zadania i zasady współdziałania z wojskami operacyjnymi, siłami obrony terytorialnej i cywilnej oraz organami administracji państwowej 175

4.4. Model obrony przeciwchemicznej w warunkach zagrożenia skażeniami przemysłowymi 183

4.5. Wnioski 190

UOGÓLNIENIA I WNIOSKI KOŃCOWE 194

WYKAZ TABEL 199

WYKAZ RYSUNKÓW 202

BIBLIOGRAFIA 203

ZAŁĄCZNIKI 209

WSTĘP

Sytuacja polityczna i militarna w Europie, w wyniku powstania nowych państw oraz przeobrażeń ustrojowych, uległa zasadniczej zmianie. To spowodowało wejście Polski w struktury NATO zmieniło rolę i zadania jej sił zbrojnych.

Obecna sytuacja, mimo że inna od poprzedniej, z pewnością jest pozbawiona cech świadczących o przyszłej, wieloletniej stabilności politycznej i militarnej. Nie można zatem wykluczyć, że w bliżej nieokreślonej przyszłości suwerenność Rzeczypospolitej Polskiej nie może zostać zagrożona. Składają się na to, między innymi, trudne do rozwiązania problemy narodowościowe i religijne w niektórych państwach Europy i na innych kontynentach oraz ostro zarysowany problem patologii społecznej - terroryzm o zasięgu światowym. O braku pełnej stabilności politycznej i militarnej w Europie świadczą dążenia niektórych państw do poszukiwania nowych partnerów w różnych dziedzinach działalności, zarówno politycznej, jak również gospodarczej i militarnej. Ten proces jest szczególnie widoczny w postradzieckich republikach europejskich.

W dobie burzliwego rozwoju nauki i techniki, charakterystycznego dla czasów współczesnych, pojawił się dodatkowy, nowy rodzaj zagrożenia zdrowia i życia, nie tylko ludności, lecz także wojsk. Wiele zakładów produkcyjnych, różnych gałęzi przemysłu, stosuje w procesie technologicznym różnorodne niebezpieczne substancje chemiczne, nazywane w Siłach Zbrojnych "toksycznymi środkami przemysłowymi" (TSP). Podobne zagrożenie powodują radionuklidy pochodzenia reaktorowego, zwane "promieniotwórczymi środkami przemysłowymi" (PSP). Ten rodzaj zagrożenia, często niedostrzegany, tylko na przestrzeni minionych kilkudziesięciu lat przyczynił się do śmierci i zachorowań wielu tysięcy ludzi[1]. Realna jest wizja skażonego środowiska

[1] Szczególnie tragiczny wymiar w skutkach dla ludzi i środowiska naturalnego miały awarie w Bhopalu (1984 r.) i Czernobylu (1986 r.) - przyp. aut.

(powietrza, wody i ziemi) oraz tragiczny obraz skutków skażeń toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi.

Wszystkie te czynniki powodują, że istnieje uzasadniona potrzeba naukowego rozpatrzenia problemów związanych z określeniem rodzaju i stopnia zagrożenia terytorium Polski oraz kierunków przypuszczalnych zmian w tej dziedzinie. W efekcie przeprowadzonych na wstępie badań literaturowych awarii obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi i elektrowni jądrowych oraz ich skutków dla środowiska, zarysował się obraz zagrożeń, towarzyszący ludności i wojskom, nie tylko w okresie konfliktów zbrojnych, lecz także w czasie pokoju.

Problemy związane ze skażeniem środowiska środkami przemysłowymi były podejmowane i rozpatrywane głównie w Wojskach Lądowych, a ich wyniki pojawiły się w opracowaniach o charakterze naukowym[2]. W Marynarce Wojennej RP tej tematyki nie podejmowano w szerszym zakresie, a pojawienie się kilku artykułów, opublikowanych przez Autora niniejszej rozprawy, można odczytać jako próbę zwrócenia uwagi na obecność zagrożenia, niekoniecznie wywołanego działaniami wojennymi. Wiele innych artykułów i opracowań studyjnych, w jakich zawarto zazwyczaj ogólne, rzadziej szczegółowe, oceny zagrożenia kraju skutkami uderzeń broni masowego rażenia i powstałymi skażeniami oraz wynikające z uwolnienia toksycznych i promieniotwórczych środków przemysłowych nie rozwiązują całości problemów związanych z problematyką zagrożenia sił Marynarki Wojennej RP (jednostek nadbrzeżnych i pływających), działających na wodach Bałtyku i na lądzie, w strefie nadbrzeżnej.

Z uwagi na specyfikę zagrożenia, jakie stanowią toksyczne i promieniotwórcze środki przemysłowe, wymaga ono odrębnego i szczegółowego rozpatrzenia. O ile bowiem, broń masowego rażenia może być użyta w zasadzie li tylko w konfliktach zbrojnych, o tyle toksyczne i promieniotwórcze środki przemysłowe stanowią poważne zagrożenie dla załóg okrętowych i jednostek nadbrzeżnych również w czasie pokoju. Istnieje wiele przykładów przypadkowego uwolnienia do atmosfery szkodliwych substancji chemicznych i awarii reaktorów energetycznych, wskutek których śmierć poniosło wielu ludzi, a środowisko naturalne zostało skażone na dłuższy czas. Problem ten nabiera

---

[2] S.Śladkowski, *Skażenia przemysłowe warunki ich powstawania oraz wpływ na działania bojowe na przykładzie obszarów północno - nadmorskiego i berlińsko - ruhrskiego kierunków operacyjnych*, Rozprawa habilitacyjna, Zeszyt Naukowy nr 03/89 (Dodatek) ASG, Warszawa 1999 oraz Materiały z sympozjów naukowych pt. *Wybrane zagadnienia obrony przeciwchemicznej dywizji zmechanizowanej w działaniach z zagrożeniem skażeniami przemysłowymi*, WSOIW Wrocław 1991, oraz *Wybrane problemy likwidacji awarii obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi*, WSOIW Wrocław 1992 - przyp. aut.

większego znaczenia w konfliktach zbrojnych, kiedy wzrasta narażenie obiektów (zbiorników, instalacji przemysłowych) z toksycznymi środkami przemysłowymi i energetyki jądrowej na zniszczenie bądź uszkodzenie (rozszczelnienie). Niektóre z nich, często usytuowane w miastach i dzielnicach przemysłowych, mogą stanowić zagrożenie także dla wojsk broniących się w nich lub w ich pobliżu.

Na podstawie analizy dokumentów można stwierdzić, że rozwój przemysłu związanego bezpośrednio z gospodarką morską, głównie rybołówstwa, powoduje wzrost zagrożenia bezpośrednio w portach oraz na lądowych i morskich szlakach komunikacyjnych. Zjawisko to ma miejsce w bezpośrednim sąsiedztwie obszarów działania okrętów (w tym torów wodnych, poligonów itp.), baz (portów) morskich i jednostek brzegowych (nadbrzeżnych) marynarki wojennej.

Autor, w treści dysertacji, dokonał próby naukowego rozpatrzenia problemów związanych z zagrożeniem zasadniczych sił Marynarki Wojennej RP, a jednocześnie najbardziej narażonych na skażenie toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi. Należą do nich jednostki pływające i obsady baz (portów) morskich. Tym samym została wypełniona luka, nie tylko w teorii, lecz także w praktyce obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP, ponieważ praca posiada charakter utylitarny.

Głównymi celami rozprawy habilitacyjnej było dokonanie identyfikacji zagrożenia skażeniami przemysłowymi (toksycznymi i promieniotwórczymi) jednostek pływających i brzegowych Marynarki Wojennej RP, oceny jego wpływu na działania bojowe (codzienne) tych jednostek oraz określenie zasad i sposobów realizacji zadań obrony przeciwchemicznej, w celu minimalizowania skutków ich rażącego działania[3].

Zasadnicze znaczenie, dla całości rozpatrywanego problemu, miały wyniki badań, dotyczące zarówno rozmieszczenia obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi, jak i stopień zagrożenia, w przypadku ich uwolnienia do otoczenia oraz analogicznie, rozmieszczenia obiektów energetyki jądrowej i zasięgi rozprzestrzeniania się radionuklidów. Potwierdzenie hipotez roboczych, zawartych w pierwszym rozdziale, przesądziło o potrzebie kontynuowania badań zmierzających do osiągnięcia założonego celu rozprawy.

Przyjmując określoną treść procesu badawczego i jego przebieg[4], prezentowana rozprawa jest, jak stwierdzono wcześniej, próbą rozwiązania problemów, wynikających z potrzeby doskonalenia niektórych przedsięwzięć ochrony przed skutkami skażeń

[3] Na podstawie *Regulaminu działań Wojsk Lądowych*, sygn. DWL 16/99, Warszawa 1999.
[4] Por. tab. 1.1 - przyp. aut.

przemysłowych, tym samym badania zależności pomiędzy zjawiskami zagrożeń a możliwościami i sposobami ochrony przed ich rażącym działaniem. Temu więc podporządkowano układ pracy, ujmując ją w kolejne rozdziały uporządkowane tematyczne.

W rozdziale pierwszym, przedstawiono założenia metodologiczne, zastosowane w procesie badawczym. W jego treści zawarto sytuację problemową, sformułowano cele i problemy badawcze, przedstawiono hipotezy robocze, zadania badawcze oraz przyjęte założenia i ograniczenia. Rozdział zawiera również strukturę badań, zastosowane metody i techniki badawcze oraz identyfikację przedmiotu badań i język problemu. Jego treść pozwoliła na poprawny ogląd całości problemów oraz umożliwiła logiczne i etapowe oraz naukowo uzasadnione postępowanie, w celu rozwiązywania kolejnych problemów, wynikających z uzyskanych wcześniej wyników badań. Była ona niezbędna do zapewnienia poprawności prowadzenia procesu badawczego i stanowiła podstawę do uzyskiwania obiektywnych wyników badań.

Rozdział drugi, zawiera dwa podrozdziały, z których pierwszy został poświęcony ocenie sytuacji skażeń, po uwolnieniu do otoczenia toksycznych środków przemysłowych. Ujmuje podstawowe właściwości fizyczne, chemiczne i toksyczne środków przemysłowych oraz szczegółową analizę rozmieszczenia i charakterystykę obiektów (zbiorników, cystern) stacjonarnych i transportowanych lądem oraz morzem. Ujawniono te cechy środków toksycznych, które pozwalają na dokonanie ich porównania z bojowymi środkami trującymi. Szczególne znaczenie ma ocena zasięgów rozprzestrzeniania się par toksycznych środków przemysłowych, głównie amoniaku i chloru. Zobrazowanie graficzne zasięgu stref pierwotnych i wtórnych par tych środków toksycznych, w jakich zasięgu znalazły się bazy i porty morskie, uzasadniło potrzebę i uwarunkowały kontynuowanie badań.

W drugiej części rozdziału przedstawiono rozmieszczenie i charakterystykę obiektów energetyki jądrowej, leżących poza granicami kraju, których awarie (zniszczenia) mogą zagrozić jednostkom Marynarki Wojennej RP. Przedstawiono problemy związane z oceną rażącego działania promieniowania przenikliwego i jonizującego, jakiego źródłem są radionuklidy pochodzenia reaktorowego. Analiza zasięgów skażeń promieniotwórczych, po awariach badanych elektrowni jądrowych, wskazała potrzebę dalszych badań, dla ukazania wpływu zagrożenia na działania jednostek Marynarki Wojennej RP.

W rozdziale trzecim, w oparciu na treści i wnioskach zawartych w rozdziale drugim, przedstawiono stan przygotowania sił Marynarki Wojennej RP, głównie nawodnych okrętów bojowych i baz (portów) morskich, do działania w warunkach zagrożenia skażeniami przemysłowymi. Zawarto w nim właściwości użycia i zadania taktyczno - operacyjne rozpatrywanych okrętów, rozpatrzone z punktu oceny zagrożenia skażeniami przemysłowymi oraz przedstawiono zasady i sposoby realizacji zadań obrony przeciwchemicznej. Ponadto krytycznej ocenie poddano sprzęt służący do wykonywaniu zadań obrony przeciwchemicznej. Treść tego rozdziału stanowiła podstawę do poszukiwań innych, nowych sposobów ochrony przed rażącym działaniem skażeń przemysłowych.

Rozdział czwarty, zawiera te zadania obrony przeciwchemicznej, które wymagają zmian oraz propozycje nowych rozwiązań, adekwatnych do zagrożenia środkami przemysłowymi. Przedstawiono w nim rozwiązania stosowane w armiach państw NATO oraz podjęto próbę znowelizowania reguł systemu obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP, z uwzględnieniem tych zadań, na których wykonanie będzie miało korzystny wpływ współdziałanie z wojskami operacyjnymi, jednostkami Obrony Terytorialnej i siłami Obrony Cywilnej. Rezultatem dociekań naukowych, zawartych w tej części rozprawy jest perspektywiczny model systemu obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP, którego realizacja umożliwia, w obecnych warunkach, najskuteczniejszą ochronę przed rażącym działaniem skażeń pochodzenia przemysłowego.

Podsumowaniem procesu badawczego są wnioski końcowe, które zawierają uogólnione wyniki dokonań badawczych oraz stanowią sentencję najważniejszych zjawisk, dotyczących oceny zagrożenia jednostek Marynarki Wojennej RP skażeniami przemysłowymi. Zawierają również propozycje zmian, jakie wymagają wprowadzenia w przyszłości, dla minimalizowania skutków tych zagrożeń.

Praca ma charakter użytkowy, stąd może być wykorzystana w procesie dydaktycznym w Akademii Marynarki Wojennej oraz posłużyć jako wskazówka do wprowadzenia szczególnie ważnych i pilnych zmian w organizacyjnym i technicznym zabezpieczeniu wykonania zadań obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej.

Autor ma nadzieję, że niniejsza dysertacja, stanie się zaczynem do dalszych wnikliwych badań w tym zakresie i znajdzie zainteresowanie Czytelników.

Przed prezentacją wyników badań wyrażam serdeczne podziękowania oficerom Akademii Obrony Narodowej, Szefostwa Wojsk Obrony Przeciwchemicznej Wojsk Lądowych, Centralnego Ośrodka Analizy Skażeń oraz pracownikom urzędów

administracji państwowej Wybrzeża, a także wszystkim osobom, które okazały serdeczność i pomoc w przeprowadzonych badaniach.

Rozdział 1.

ZAŁOŻENIA METODOLOGICZNE

W przeprowadzonych badaniach przyjęto, że osiągnięcie zamierzonego celu badań jest uwarunkowane określeniem problemu badawczego oraz sprecyzowaniem celów badań naukowych. Określona sytuacja problemowa pozwoliła na wysunięcie hipotezy roboczej (hipotez cząstkowych), która w wyniku przeprowadzonych badań znalazła potwierdzenie w mniejszym lub większym stopniu.

Warunkiem poprawności i rzetelności przeprowadzonych badań było przyjęcie określonych ograniczeń, związanych głównie z obiektami podlegającymi badaniom oraz wyborem zakresu terminologii stosowanej w naukach ścisłych (chemii i fizyce).

Stosownie do sformułowanego problemu badawczego zastosowano odpowiednie metody i techniki badawcze.

1.1. Sytuacja problemowa

Wraz z rozwojem przemysłu pojawiło się nowe zagrożenie (utraty, obniżenia) zdolności bojowej Sił Zbrojnych, w tym również załóg jednostek pływających i brzegowych (obsad baz i portów morskich) Marynarki Wojennej RP, jakie stwarzają środki toksyczne (pierwiastki i związki chemiczne) i radionuklidy wytworzone w reaktorach elektrowni jądrowych. Awarie lub celowe zniszczenia obiektów zawierających niebezpieczne substancje chemiczne lub reaktorów jądrowych może niejednokrotnie w znaczącym stopniu wpłynąć na zdolność bojową tych jednostek Marynarki Wojennej, które znajdą się w strefach skażeń (obszarach rozprzestrzeniania się toksycznych środków przemysłowych lub radionuklidów).

Szczególne zagrożenie skażeniami toksycznymi środkami przemysłowymi jednostek pływających i obsad baz (portów) morskich wynika z ich położenia, często w

bezpośrednim sąsiedztwie nabrzeży portowych, na których są rozmieszczone obiekty (zbiorniki) z powszechnie stosowanymi amoniakiem i chlorem. To zjawisko powoduje, że zarówno jednostki pływające przebywające w bazach (portach) morskich, jak i ich obsady będą zmuszone do wykonywania szeregu przedsięwzięć zabezpieczających przed porażeniem (zadań obrony przeciwchemicznej).

Dostrzeżenie problemu zagrożenia skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi znalazło wyraz w nowych zadaniach obrony przeciwchemicznej, poszerzonych o przedsięwzięcia zmierzające do minimalizowania skutków skażeń przemysłowych (toksycznych i promieniotwórczych)[1]. Ukazały się również opracowania naukowe i artykuły podejmujące to zagadnienie[2]. Czynnikiem, który niejako sprowokował autora do podjęcia badań, był niedostatek teorii i praktyki w Marynarce Wojennej RP, z zakresu ochrony jednostek pływających i brzegowych przed rażącym działaniem skażeń przemysłowych.

Przedstawiona sytuacja problemowa oraz rzeczywisty stan ochrony przed rażącym działaniem skażeń przemysłowych (toksycznych i promieniotwórczych) spowodował potrzebę podjęcia tematu rozprawy habilitacyjnej, która, mając charakter utylitarny, może w korzystny sposób wpłynąć na organizacyjne i techniczne aspekty ochrony jednostek Marynarki Wojennej RP przed porażeniem i utratą zdolności bojowej. Przedstawiony zakres dokonań badawczych, ukazując określony obszar rzeczywistości, pozwolił na sprecyzowanie ogólnych celów badań naukowych.

1.2. Cele badań naukowych

Biorąc pod uwagę pewien niedobór opracowań, dotyczących ochrony przed skażeniami przemysłowymi w Marynarce Wojennej RP oraz potrzebę modyfikacji zadań obrony przeciwchemicznej, które powinny być realizowane w przypadku tych skażeń, wytyczono następujące cele badań:

- rozwinięcie teorii obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP;

---

[1] *Regulamin działań Wojsk Lądowych* ...- dz. cyt.

[2] S.Śladkowski, *Skażenia przemysłowe i warunki ich powstawania oraz wpływ na działania bojowe na przykładzie obszarów północno - nadmorskiego i berlińsko - ruhrskiego kierunków operacyjnych*, Rozprawa habilitacyjna, Zeszyt Naukowy nr 03/89 (Dodatek) ASG, Warszawa 1999, również T. Kasperek, *Wpływ zagrożenia toksycznymi środkami przemysłowymi na niektóre przedsięwzięcia obrony przeciwchemicznej załóg jednostek pływających MW*, Zeszyty Naukowe nr 2(117), AMW, Gdynia 1993, s. 87 - 96 oraz T. Kasperek, *Wybrane problemy obrony przeciwchemicznej jednostek pływających MW w warunkach zagrożenia toksycznymi środkami przemysłowymi*, Zeszyty Naukowe AON, nr 3(12) Warszawa 1993, s. 118 - 125 - przyp. aut.

- ocenę rażącego działania toksycznych i promieniotwórczych środków przemysłowych i wynikający z niej stopień zagrożenia jednostek pływających i brzegowych Marynarki Wojennej;

- określenie możliwości obrony przeciwchemicznej w dziedzinie ochrony załóg jednostek pływających i brzegowych (obsad baz i portów morskich) Marynarki Wojennej.

Tak sformułowane cele określiły kierunki dociekań naukowych, przeprowadzonych w toku badań i znalazły swój wyraz w niniejszej rozprawie. Stanowiły także podstawę do ujawnienia niedostatków obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP i sprecyzowania problemów badawczych.

1.3. Problemy badawcze

Na dobór problemów, wymagających badań szczegółowych, zasadniczy wpływ miały zaistniałe katastrofy w kraju i na świecie, związane z uwolnieniem do otoczenia toksycznych środków przemysłowych oraz radionuklidów pochodzenia reaktorowego[3]. Przy formułowaniu problemów założono, że uwolnienie toksycznych i promieniotwórczych środków przemysłowych może w sposób negatywny wpłynąć na zdolność bojową i działalność załóg jednostek pływających i obsad baz (portów) morskich Marynarki Wojennej. Potrzeba określenia tego zagrożenia wynikła z faktu, że obiekty z toksycznymi środkami przemysłowymi są rozmieszczone w niewielkiej odległości od miejsc bazowania (działania) jednostek pływających i brzegowych. Ponadto, biorąc pod rozwagę awarię w elektrowni jądrowej w Czernobylu, awarie w innych obiektach tego typu mogą mieć niekorzystny wpływ na działalność bojową sił Marynarki Wojennej, zarówno w okresie pokoju, jak i podczas konfliktu zbrojnego.

Zarysowana sytuacja powoduje pojawienie się pytań dotyczących możliwości uniknięcia porażenia załóg okrętów i obsad baz (portów) morskich skażeniami. Można założyć, że odpowiedzi należy szukać w ocenie zakresu działania i możliwości systemu obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej.

Efektem rozważań badawczych było stwierdzenie, że sformułowane cele badań mogą być osiągnięte na drodze rozwiązania głównych problemów badawczych, ujętych w formie pytań o następującej treści:

---

[3] Przykładem mogą być awarie w Bhopalu (Indie) w 1984 r. i w Czernobylu w 1986 r. - patrz zał. 2.1 - przyp. aut.

- jaki wpływ na działalność bojową jednostek pływających i brzegowych Marynarki Wojennej mogą mieć uwolnione toksyczne i promieniotwórcze środki przemysłowe?

- czy obecny stan obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej odpowiada przewidywanym potrzebom (minimalizowania rażących skutków skażeń przemysłowych)?

- jaki powinien być system obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej, aby sprostał zasadniczym zadaniom w warunkach skażeń przemysłowych?

Uwzględniając zasady metodologii, niezbędne było ustalenie szczegółowych problemów badawczych, które wytyczyły kierunek badań i sposób uzyskiwania wyników. W rezultacie przemyśleń główne problemy badawcze zostały podzielone na problemy szczegółowe, z uwzględnieniem ich całości i spodziewanych wyników, przydatnych do dalszego procesu badawczego. Sformułowano następujące problemy szczegółowe, prowadzące do rozwiązania problemów głównych, wyrażonych w pytaniach:

- gdzie są rozmieszczone obiekty stacjonarne z toksycznymi środkami przemysłowymi oraz gdzie przebiegają trasy transportu lądowego i morskiego?

- które toksyczne środki przemysłowe uwolnione do otoczenia, stwarzają realne zagrożenie dla jednostek pływających i brzegowych Marynarki Wojennej RP?

- jakie są właściwości toksyczne i fizyczno - chemiczne określonych toksycznych środków przemysłowych, stwarzających zagrożenie?

- jakie są zasady postępowania z toksycznymi środkami przemysłowymi, obowiązujące w czasie transportu lądowego i morskiego?

- jakie są obszary stref zagrożonych parami (aerozolem) toksycznych środków przemysłowych oraz zasięgi stref porażeń?

- czy zasięgi wymienionych stref obejmują bazy (porty) Marynarki Wojennej RP i rejony działania?

- które elektrownie jądrowe, leżące poza granicami kraju mogą stanowić zagrożenie skażeniami promieniotwórczymi w przypadku ich awarii (zniszczenia)?

- jaki jest skład izotopów reaktorowych i w jakim stopniu mogą negatywnie oddziaływać na ludzi (stany osobowe jednostek pływających i brzegowych Marynarki Wojennej) oraz jakie są zasięgi stref skażeń promieniotwórczych?

- które rodzaje działań bojowych jednostek pływających Marynarki Wojennej RP są narażone na zwiększone oddziaływanie radiologiczne?

- jakie są obowiązujące zasady realizacji zadań obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP w warunkach skażeń toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi?

- jakie są zasady i sposoby przeciwdziałania rażącym działaniom skażeń przemysłowych, przyjęte w innych armiach państw NATO?

- jakie są możliwości i zakres współdziałania z jednostkami Wojsk Lądowych, Obrony Terytorialnej i formacjami Obrony Cywilnej?

- jakie są pożądane zmiany organizacyjne i techniczne w systemie obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej, w warunkach skażeń przemysłowych (toksycznych i promieniotwórczych)?

Przedstawiony zakres badań problemów szczegółowych spowodował potrzebę wnikliwego rozpoznania poszczególnych obszarów wiedzy, co w rezultacie wpłynęło na sformułowanie hipotez roboczych i w dalszej kolejności, ich weryfikację.

1.4. Hipotezy robocze

Wiedza merytoryczna pozyskana z własnych doświadczeń i przemyśleń oraz analizy literatury przedmiotu, pozwoliła na wysunięcie określonych przypuszczeń rozwiązania problemów badawczych. Przyjęły one formę następujących hipotez:

- toksyczne środki przemysłowe, głównie amoniak, stosowany w przetwórstwie rybnym, zmagazynowany na nabrzeżach portowych, w ilościach kilkudziesięciu megagramów (ton), w przypadku uwolnienia do otoczenia, stanowi zagrożenie dla załóg jednostek pływających i obsad baz (portów) morskich;

- podobne zagrożenie może spowodować rozszczelnienie zbiornika z chlorem w Świnoujściu;

- właściwości fizyczne i chemiczne amoniaku i chloru sugerują, że ich pary mogą, w stężeniach niebezpiecznych, rozprzestrzeniać się na odległość do kilku kilometrów, obejmując swym zasięgiem baseny Marynarki Wojennej i obiekty infrastruktury portowej;

- właściwości toksyczne amoniaku i chloru mogą spowodować porażenia w stopniu zagrażającym zdolności bojowej zarówno załóg jednostek pływających Marynarki Wojennej, jak i brzegowych (obsad baz i portów morskich);

- elektrownie jądrowe rozmieszczone w pobliżu północnych obszarów kraju (w Niemczech, Szwecji i na Litwie) w przypadku ich awarii (zniszczenia) mogą zagrozić skażeniami promieniotwórczymi (radionuklidami) pewne, dające się określić akweny morskiej strefy operacyjnej Marynarki Wojennej RP (również obszary lądowe);

- zagrożenie jednostek pływających Marynarki Wojennej i obsad baz (portów) morskich skażeniami przemysłowymi (toksycznymi i promieniotwórczymi) jest realną rzeczywistością i wymusza wykonanie przedsięwzięć ochronnych (zadań obrony przeciwchemicznej);

- z uwagi na właściwości skażeń toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi, w odróżnieniu od skażeń chemicznych i promieniotwórczych po użyciu broni chemicznej i jądrowej, wymuszają stosowanie zgoła innych sposobów działania oraz użycia innego sprzętu specjalistycznego;

- sprawność systemu obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej być udoskonalona i przystosowana do nowych zagrożeń, jakimi są skażenia toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi, poprzez wprowadzenie określonych zmian, zarówno organizacyjnych, jak i technicznych, posiłkując się również wzorami zasięgniętymi z armii innych państw NATO.

Z przedstawionych szczegółowych hipotez roboczych wyłania się hipoteza główna w brzmieniu: Im lepsza sprawność systemu obrony przeciwchemicznej, tym wyższy poziom ochrony (obrony) załóg jednostek pływających i baz morskich (portów) przed skutkami skażeń pochodzenia przemysłowego.

Szczegółowe hipotezy robocze wymagają przeprowadzenia, w rezultacie badań naukowych, weryfikacji i przyjęcia właściwych rozwiązań. Z tej przyczyny określono szczegółowe zadania badawcze.

1.5. Zadania badawcze

W celu osiągnięcia założonych celów badań oraz weryfikacji przyjętych hipotez, należało rozwiązać następujące zadania badawcze:

- określić i usystematyzować przedmiot badań, jakim jest zagrożenie sił Marynarki Wojennej RP skażeniami przemysłowymi (toksycznymi i promieniotwórczymi) oraz te zadania obrony przeciwchemicznej, które w decydującym stopniu wpływają na zachowanie zdolności bojowej załóg jednostek pływających i obsad baz (portów) morskich;

- zdefiniować najważniejsze pojęcia zastosowane w rozprawie;

- wskazać skalę zagrożenia jednostek pływających Marynarki Wojennej i obsad baz (portów) morskich skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi;

- ustalić dziedziny działalności bojowej jednostek pływających (bojowych okrętów nawodnych oraz w niektórych przypadkach pomocniczych jednostek pływających), w których pojawia się największe zagrożenie skażeniami;

- dokonać oceny zasad i sposobów realizacji zadań obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP w warunkach zagrożenia skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi;

- zbadać jakie zasady i sposoby działania, w warunkach zagrożenia skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi, obowiązują w armiach innych państw NATO;

- wytypować te zadania obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP, które w warunkach zagrożenia skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi, odgrywają najważniejszą rolę;

- sprecyzować konieczne zmiany w sposobach realizacji poszczególnych zadań obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP, wymuszone zagrożeniem toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi;

- określić możliwości i zasady współdziałania w warunkach zagrożenia skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi z wojskami operacyjnymi, Obrony Terytorialnej i systemem Obrony Cywilnej;

- skonstruować taki model obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP, jaki przy obecnym stanie wiedzy sprostałby wymaganym zadaniom.

Realizacja przedstawionych zadań badawczych, zawierających ocenę stanu obecnego systemu obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej oraz propozycje rozwiązań przyszłościowych, została zawarta w niniejszej rozprawie.

1.6. Założenia i ograniczenia

W trakcie realizacji poszczególnych zadań badawczych, kierując się potrzebą zawężenia zakresu dokonań do sfery zagadnień związanych z działalnością Marynarki Wojennej RP, przyjęto następujące założenia i ograniczenia:

a) w zakresie oceny zagrożenia jednostek pływających i brzegowych Marynarki Wojennej RP toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi:

- spośród wielu toksycznych środków przemysłowych do badań wybrano te, które mogą w istotnym stopniu wpłynąć na obniżenie zdolności bojowej zagrożenia jednostek pływających i brzegowych Marynarki Wojennej RP;

- oprócz obiektów stacjonarnych z toksycznymi środkami przemysłowymi w badaniach uwzględniono również te obiekty, które mogą się znajdować w transporcie lądowym i morskim;

- obszar terytorialny poddany badaniom obejmuje morską strefę operacyjną Marynarki Wojennej RP, Wybrzeże z wszystkimi portami morskimi oraz te obiekty energetyki jądrowej leżące poza granicami kraju, które w przypadku awarii (zniszczenia), mogłyby wpłynąć na sytuację radiologiczną w rozpatrywanym obszarze;

- spośród jednostek brzegowych (nadbrzeżnych) do badań przyjęto bazy i porty morskie, które są miejscami stałego i manewrowego bazowania nawodnych okrętów bojowych. W niektórych przypadkach, głównie przy rozpatrywaniu sposobów realizacji zadań obrony przeciwchemicznej, w badaniach uwzględniono pomocnicze jednostki pływające.

b) w zakresie oceny obecnego stanu obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP, funkcjonującego w warunkach zagrożenia toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi oraz stopnia narażenia jednostek pływających i brzegowych Marynarki Wojennej RP na skażenie:

- dokonano wyboru tych zadań obrony przeciwchemicznej, których wykonanie wpływa w stopniu decydującym na minimalizowanie skutków rażącego działania skażeń toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi;

- za najbardziej zagrożone jednostki Marynarki Wojennej RP przyjęto bojowe okręty nawodne oraz bazy (porty) morskie.

c) w zakresie proponowanych zmian w sposobach realizacji zadań obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP:

- czynnikiem dodatkowym, służącym do wprowadzenia zmian w systemie obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP, stały się doświadczenia i niektóre rozwiązania przyjęte w armiach innych państw NATO;

- proponowany system obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP został wsparty możliwością współdziałania w wykonywaniu zadań obrony przeciwchemicznej z wojskami operacyjnymi (działającymi w morskiej operacji obronnej), Obrony Terytorialnej i systemem Obrony Cywilnej.

1.7. Struktura badań, metody i techniki badawcze

Rozległy obszar badań związany z oceną rażącego działania toksycznych i promieniotwórczych środków przemysłowych, ich rozmieszczenia, wpływem na zdolność

bojową jednostek Marynarki Wojennej RP oraz zadaniami obrony przeciwchemicznej, wymusił zastosowanie tych metod i technik badawczych, które zapewnią uzyskanie obiektywnych wyników badań i umożliwią właściwą ich ocenę. Stąd zastosowanie znalazły metody ogólnonaukowe, teoretyczne i empiryczne, systemowe i modelowanie. W pierwszej części badań oglądowi naukowemu poddano obiekty z toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi stwarzające zagrożenie jednostekom pływającym i brzegowym Marynarki Wojennej RP. Obronę przeciwchemiczną potraktowano jako system, składający się z podsystemów, stąd właściwe okazało się podejście systemowe, w którym wyróżniono procesy funkcjonalne i hierarchiczne.

Na etapie formułowania nowych rozwiązań w realizacji zadań obrony przeciwchemicznej jednostek pływających i brzegowych Marynarki Wojennej RP posłużono się szeroką gamą metod badawczych. Przede wszystkim przeprowadzono analizę sposobów wykonania zadań obrony przeciwchemicznej w armiach innych państw NATO, a następnie dokonano porównań i uogólnień. Pozwoliły one na rozsądną adaptację niektórych rozwiązań do warunków i możliwości obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP. Metoda systemowa pozwoliła na identyfikację nie tylko systemu obrony przeciwchemicznej, lecz także otoczenia, a więc obiektów i zakresu współdziałania z wojskami operacyjnymi, Obrony Terytorialnej i formacjami Obrony Cywilnej w wykonaniu niektórych, istotnych zadań obrony przeciwchemicznej.

Zastosowanie metody modelowania, jako sposobu poznania naukowego i sformułowania właściwych rozwiązań problemów, umożliwiło dokonanie oglądu rzeczywistego systemu obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP jako całości. Umożliwiła ona stworzenie nowego podejścia do sposobu funkcjonowania tego systemu oraz elementów współdziałających. Można przyjąć, że nowy system zapewni optymalne wykorzystanie sił i środków obrony przeciwchemicznej.

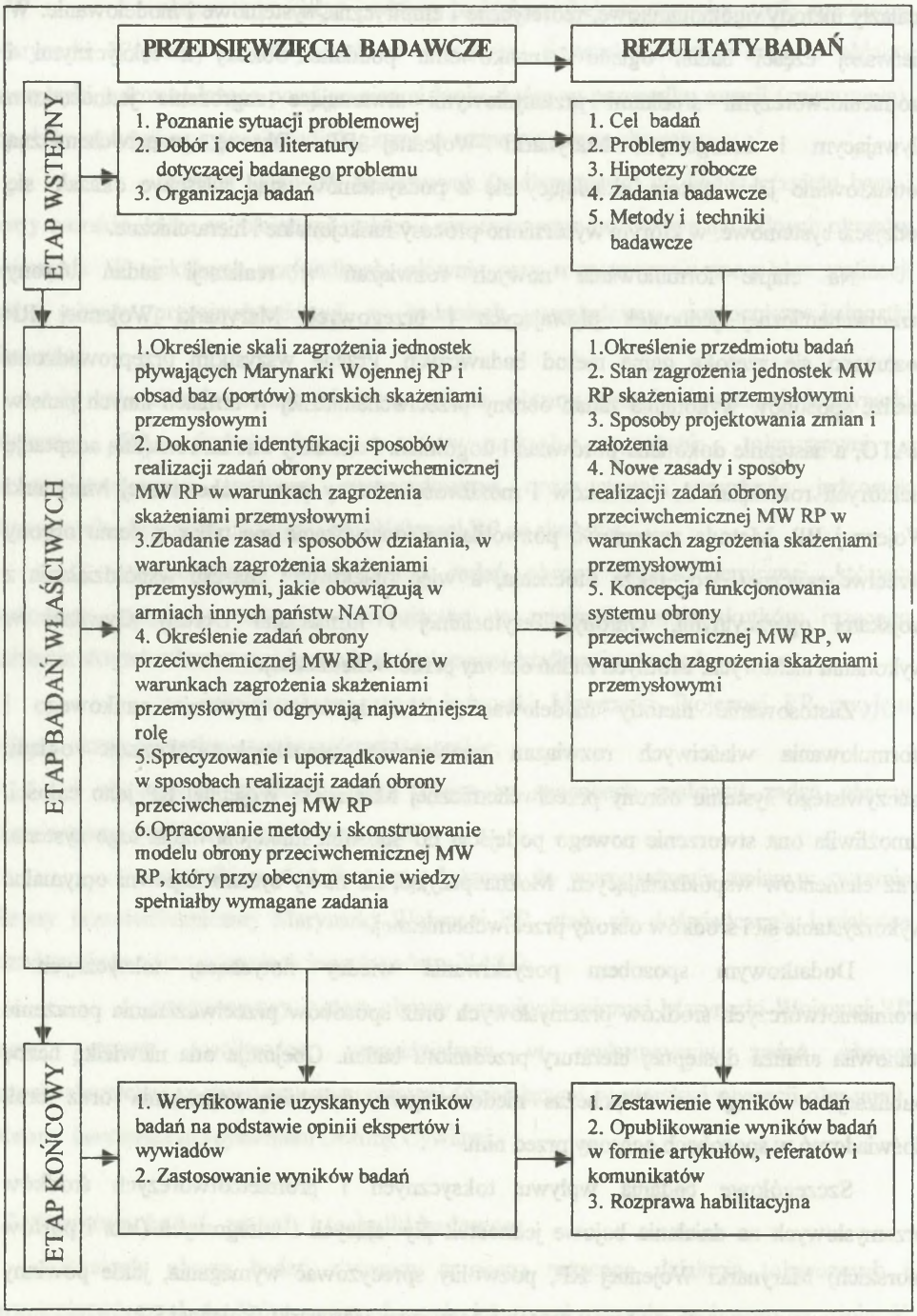
Dodatkowym sposobem pozyskiwania wiedzy dotyczącej toksycznych i promieniotwórczych środków przemysłowych oraz sposobów przeciwdziałania porażeniu stanowiła analiza dostępnej literatury przedmiotu badań. Obejmuje ona niewielką liczbę publikacji z uwagi na dotychczas niedostrzeganą dziedzinę zagrożenia oraz brak doświadczeń w sposobach ochrony przed nim.

Szczegółowe badania wpływu toksycznych i promieniotwórczych środków przemysłowych na działania bojowe jednostek pływających i brzegowych (baz i portów morskich) Marynarki Wojennej RP, pozwoliły sprecyzować wymagania, jakie powinny być spełnione przez system obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP.

Treść i przebieg procesu badawczego przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1

Treść i przebieg procesu badawczego



1.8. Przedmiot badań i język problemu oraz charakterystyka i ocena literatury

Przedmiotem badań przeprowadzonych w ramach tematu rozprawy habilitacyjnej, były zadania obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP, wykonywane w warunkach zagrożenia toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi. Identyfikacja problemów związanych z istotą i poziomem zagrożenia jednostek pływających oraz obsad baz (portów) morskich oraz zakres i możliwości wykonania poszczególnych zadań obrony przeciwchemicznej, postrzeganej jako środek przeciwdziałania porażeniu skażeniami, stanowiła sedno rozważań i dociekań naukowych.

Nie podlega wątpliwości fakt, że właściwe rozwiązanie problemów naukowych i sformułowania poprawnych odpowiedzi na postawione pytania, było uwarunkowane określeniem aparatu pojęciowego, czyli zdefiniowanie najważniejszych pojęć zastosowanych w rozprawie. Należą do nich: "toksyczne środki przemysłowe", "promieniotwórcze środki przemysłowe", "Marynarka Wojenna RP", "obrona przeciwchemiczna" i "współdziałanie wojsk". Język natomiast, użyty w rozprawie, zdefiniowano jako zasób wyrazów, zwrotów i form określanych przez reguły gramatyczne, funkcjonujący jako narzędzie porozumiewania się[4]. Inaczej można powiedzieć, że język potraktowano jako sposób wyrażania się, wysławiania się[5]. W rozważaniach naukowych przyjęto następujące zakresy pojęć (definicje):

Toksyczne środki przemysłowe - są to pierwiastki i związki chemiczne, mające zastosowanie w przemyśle i stwarzające zagrożenie życia zdrowia ludzi, zwierząt i środowiska naturalnego. Do środków tych zalicza się wszelkie substancje chemiczne (organiczne i nieorganiczne), preparaty promieniotwórcze, materiały wybuchowe i łatwopalne, substancje biologicznie czynne i odpady, które w jakikolwiek sposób mogą destrukcyjnie wpływać, bezpośrednio lub pośrednio, na środowisko naturalne człowieka[6]. Pojęcie toksyczne środki przemysłowe jest stosowane w wojsku jako synonim niebezpiecznych substancji chemicznych[7], lecz o znacznie szerszym znaczeniu. Inna definicja określa toksyczne środki przemysłowe jako związki chemiczne o właściwościach trujących, wykorzystywane w dużych ilościach w przemyśle bądź przewożone środkami transportowymi, posiadające zdolność łatwego przechodzenia do atmosfery w przypadku

---

[4] *Słownik języka polskiego*, PWN, Warszawa 1978 s. 844 - przyp. aut.
[5] Tamże, s. 844 - przyp. aut.
[6] T. Kasperek, *Wybrane problemy obrony przeciwchemicznej jednostek pływających Marynarki Wojennej w warunkach zagrożenia toksycznymi środkami przemysłowymi*, Zeszyty Naukowe AON Nr 3(12), Warszawa 1993 s. 118 - przyp. aut.
[7] Karty charakterystyk substancji niebezpiecznych, Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa 1993.

zniszczenia (awarii) urządzeń i wywoływania porażeń ludności (sił OC, wojsk)[8]. Ponieważ przedstawione definicje się nie wykluczają, lecz wzajemnie przenikają, do badań przyjęto obie.

Promieniotwórcze środki przemysłowe - są to produkty rozpadu radioaktywnego emitowane w czasie awarii (zniszczenia) reaktorów (produkty przemian jądrowych paliwa jądrowego)[9]. Takie określenie opisujące promieniotwórcze środki przemysłowe jest właściwe i w tej formie przyjęto je do badań.

Marynarka Wojenna (Siły Morskie) - to rodzaj sił zbrojnych przeznaczony do prowadzenia walki zbrojnej w akwenach morskich. Organizacyjnie składa się ze związków operacyjnych i taktycznych oraz oddziałów okrętów nawodnych i podwodnych, lotnictwa morskiego, artylerii nadbrzeżnej, piechoty morskiej i innych, a także służb: łączności, zdrowia i innych. W dużych państwach marynarka wojenna dzieli się na floty i flotylle. W skład flot (flotyll) wchodzą również bazy morskie[10]. Flotylla - jest związkiem taktyczno - operacyjnym marynarki wojennej, przeznaczonym do prowadzenia operacji i działań bojowych na samodzielnym kierunku morskiego teatru działań wojennych; w skład flotylli zazwyczaj wchodzą dywizjony, brygady okrętów jednej lub różnych klas; w zależności od przeznaczenia flotylla może się składać z zespołów okrętów nawodnych lub podwodnych oraz z brzegowych jednostek zaopatrywania[11]. Baza morska - to obszar na wybrzeżu morskim przeznaczony do bazowania marynarki wojennej (sił morskich, floty) obejmujący odpowiednio wyposażony i urządzony obszar wybrzeża morskiego z przylegającym do niego akwenem, służący do zabezpieczenia bojowej i codziennej działalności okrętów i jednostek marynarki wojennej. Bazy morskie dzielą się na główne i operacyjne, a ostatnie na stałe i manewrowe...[12].

Obrona przeciwchemiczna - jest rodzajem zabezpieczenia działań taktycznych, mającym na celu maksymalne osłabienie skutków rażącego działania broni masowego rażenia oraz radioaktywnych i toksycznych środków przemysłowych. Na szczeblu taktycznym obrona przeciwchemiczna obejmuje prognozowanie skutków uderzeń bronią

---

[8] *Metodyka oceny sytuacji chemicznej po skażeniach toksycznymi środkami przemysłowymi*, MON, Sztab Obrony Cywilnej Kraju, Szefostwo Wojsk Obrony Przeciwchemicznej, sygn. OPChem 376/92, Warszawa 1993 s.7 - przyp. aut.

[9] Na podstawie: S. Śladkowski, *Skażenia przemysłowe warunki ich powstawania oraz wpływ na działania bojowe na przykładzie obszarów północno - nadmorskiego i berlińsko - ruhrskiego kierunków operacyjnych*, dz. cyt. s. 31 - przyp. aut.

[10] *Słownik podstawowych terminów wojskowych*, MON sygn. Sztab Gen. 815/77, Warszawa 1977 s. M-7 - przyp. aut.

[11] Tamże, s. F-2, przyp. aut.

[12] Tamże, s. B-6, przyp. aut.

masowego rażenia i skutków zniszczenia obiektów energetyki jądrowej i przemysłu chemicznego, wykrywanie uderzeń bronią jądrową i chemiczną, rozpoznanie rejonów porażenia i skażeń, monitoring (rozpoznanie) skażeń, ostrzeganie o zagrożeniu i alarmowanie o skażeniach, udział w przedsięwzięciach ratunkowo - ewakuacyjnych oraz ograniczających emisję i rozprzestrzenianie skażeń, kontrolę przed skażeniami oraz wykorzystanie w tym celu właściwości ochronnych terenu i jego infrastruktury, likwidację skażeń[13].

Współdziałanie wojsk - to zgrane pod względem zadań, kierunków, rubieży i czasu działania uczestniczących w operacji (walce) różnych rodzajów sił zbrojnych i wojsk. Współdziałanie wojsk organizuje się między różnymi rodzajami sił zbrojnych, związkami operacyjnymi i taktycznymi jednego lub różnych rodzajów sił zbrojnych, między rodzajami wojsk, oddziałami i pododdziałami[14].

Przedstawione definicje dotyczące marynarki wojennej, flotylli i bazy morskiej zostały zastosowane w rozprawie w pełnym brzmieniu, natomiast pojęcie współdziałanie wojsk zostało w pracy rozszerzone o elementy Obrony Cywilnej i organy administracji państwowej.

Identyfikacja przedmiotu badań i przedmiotu poznania, będące treścią niniejszej dysertacji umożliwiła zdefiniowanie następujących ogólnych wniosków, dotyczących metod, jakie przyjęto w badaniach:

- charakterystykę i ocenę zagrożenia skażeniami przemysłowymi należy badać stosując metody ogólnonaukowe, między innymi analizę, syntezę itp.;

- przy ocenie działanie sił marynarki wojennej w warunkach zagrożenia skażeniami przemysłowymi i obowiązujących zasad realizacji zadań obrony przeciwchemicznej zastosować metody i techniki wojskowe i ogólnonaukowe oraz metodę systemową, uwzględniając teorię sztuki wojennej marynarki wojennej;

- w obszarze tworzenia perspektywicznego systemu obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP nieodzowne jest zastosowanie metod ogólnonaukowych, nauk wojskowych, systemowej i modelowania.

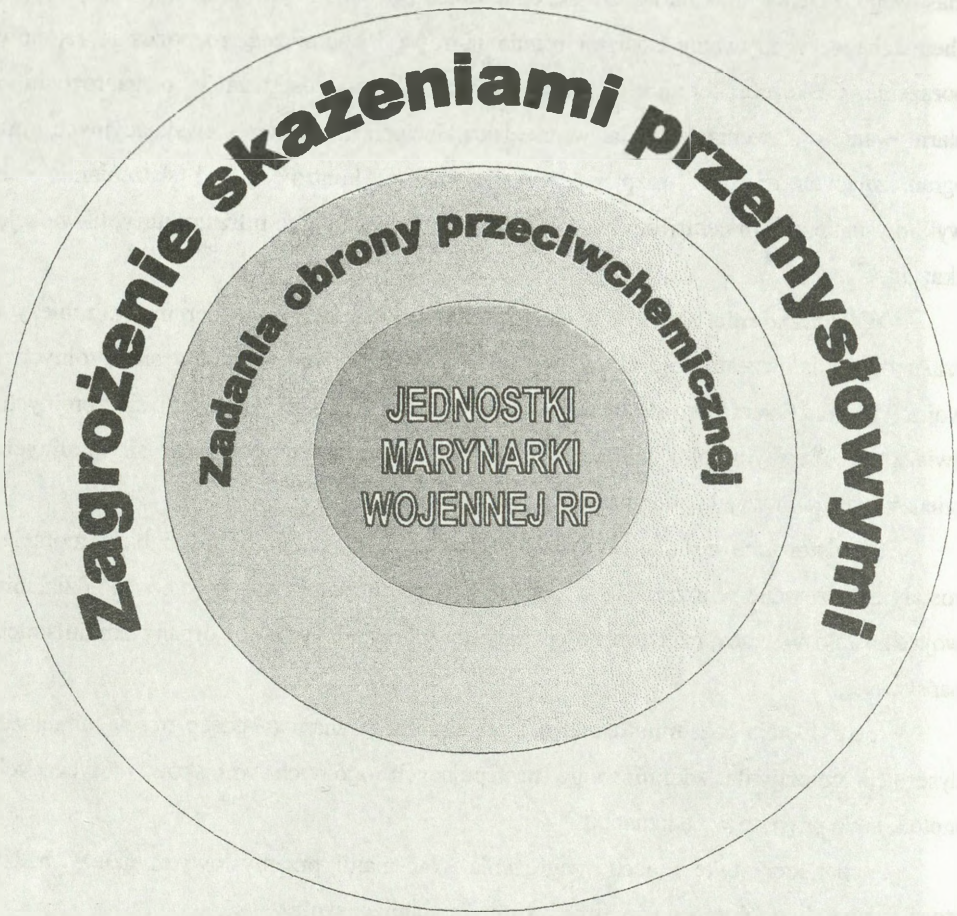
Uproszczony obraz sytuacji badawczej został przedstawiony na rys. 1.

Opracowanie rozprawy habilitacyjnej wymagało od autora zapoznania się z literaturą przedmiotu badań, odpowiednio dobraną pod względem tematycznym oraz

---

[13] *Regulamin działań Wojsk Lądowych*...dz. cyt.

[14] *Słownik podstawowych terminów wojskowych*, MON sygn. Sztab Gen. 815/77, Warszawa 1977 s. W-14 - przyp. aut.



Rys. 1. Uproszczony obraz sytuacji badawczej

twórczego podejścia do treści w niej zawartych. W części badań, dotyczących właściwości toksycznych i promieniotwórczych środków przemysłowych, korzystano z bogatej, krajowej i zagranicznej, literatury popularno - naukowej, natomiast przy ocenie zagrożenia skażeniami przemysłowymi posiłkowano się metodykami opracowanymi przez Szefostwo Obrony Przeciwchemicznej Wojsk Lądowych. Cenne były tematyczne opracowania Akademii Obrony Narodowej oraz Akademii Marynarki Wojennej, dotyczące głównie zasad działania sił Marynarki Wojennej RP. Literatura specjalistyczna dotycząca obrony przeciwchemicznej, była skromna i zawierała tylko ogólne zasady działania. Pomocne okazały się dokumenty (dyrektywy, poradniki) zawierające zasady działania wojsk innych państw NATO.

Rozdział 2.

ZAGROŻENIE PORTÓW MORSKICH I AKWENÓW PRZYBRZEŻNYCH BAŁTYKU POŁUDNIOWEGO TOKSYCZNYMI I PROMIENIOTWÓRCZYMI ŚRODKAMI PRZEMYSŁOWYMI

Minione dziesięciolecia przyniosły bardzo szybki rozwój przemysłu na świecie. Wśród wielu różnorodnych jego gałęzi szczególnie dynamicznie rozwinął się przemysł chemiczny. Ponadto nastąpiła intensyfikacja wymiany handlowej, dotycząca szczególnie produktów o dużej uciążliwości dla środowiska naturalnego. W Polsce, na przestrzeni lat, również ukształtowały się centra przemysłowe, które w związku z rodzajem produkcji wytwarzają lub przetwarzają wiele związków (pierwiastków) chemicznych, w różnym stopniu szkodliwych dla człowieka i środowiska naturalnego.

Zakłady przemysłowe, w których znajdują się duże ilości toksycznych środków przemysłowych, są rozmieszczone wzdłuż rzek Wisły i Odry. W Polsce Północnej do ich największych skupisk można zaliczyć: wzdłuż Wisły - Gdańsk (Trójmiasto), Kwidzyn i Bydgoszcz oraz wzdłuż Zalewu Szczecińskiego i Odry - Szczecin, Police i Świnoujście. Pozostałe ośrodki przemysłowe znajdują się w Polsce Centralnej i na Dolnym oraz Górnym Śląsku. Takie ich położenie geograficzne jest uwarunkowane głównie dużym zapotrzebowaniem na wodę, w procesie produkcji.

Na obszarze Polski toksyczne środki przemysłowe stosuje obecnie około 3 500 zakładów, z czego blisko 80 zalicza się do stwarzających największe zagrożenie. Do grupy tej należą między innymi Zakłady Chemiczne w Policach, w których znajduje się do 20 Gg (20 000 t) amoniaku, 50 Gg (50 000 t) kwasu siarkowego oraz 1,5 Mg (1,5 t) chloru.

Ocenia się, że na świecie, w procesach technologicznych stosuje się około 20 tysięcy toksycznych środków przemysłowych. W Polsce liczba ta jest mniejsza i zgodnie

z publikowanymi danymi kształtuje się na poziomie 800[1]. Spośród tej liczby środków do najbardziej niebezpiecznych zakwalifikowano około 200[2].

Zaprezentowane dane liczbowe świadczą o wadze problemu, zwłaszcza wtedy, gdy weźmie się pod uwagę fakt, że niektóre zakłady przemysłowe eksploatują wysłużone linie technologiczne oraz rozwiązują pojawiające się problemy finansowe kosztem oszczędności uzyskanych przez stosowanie przestarzałych systemów bezpieczeństwa lub całkowitą z nich rezygnację. Dla pełniejszego zobrazowania wagi problemu należy jeszcze dodać zagrożenie, jakie stwarzają toksyczne środki przemysłowe przewożone różnymi środkami transportu - samochodowego, kolejowego, morskiego i śródlądowego. Potwierdzeniem dużego zagrożenia obszaru kraju skażeniami toksycznymi środkami przemysłowymi w praktyce, są częste niebezpieczne wydarzenia[3], których liczba systematycznie rośnie. Dla przykładu w roku 1985 było ich 57, ale już w 1987 zarejestrowano 105 takich wypadków. Do najpoważniejszych katastrof, które się zdarzyły w Polsce w minionych latach, można zaliczyć:

- katastrofę kolejową w Białymstoku, w pobliżu osiedla mieszkaniowego (09.03.1989 r.). Wykolejeniu uległy wówczas 3 cysterny zawierające łącznie około 0,2 Gg (20 t) chloru. Przypadek sprawił, że cysterny się nie rozszczelniły, co uchroniło wiele istnień ludzkich;

- katastrofę kolejową we Wrocławiu, w środku miasta (16.10.1991 r.). Wykoleiła się cysterna zawierająca około 1 Mg (1 t) płynnego dwusiarczku węgla. Do skażenia środowiska nie doszło;

- katastrofę drogową na autostradzie Wrocław - Berlin (24.10.1991 r.). W wyniku zderzenia samochodów rozszczelniła się część przewożonych beczek zawierających

---

[1] St. Jałoszyński, *Toksyczne gazy skroplone wciąż groźne*, Materiały z konferencji towarzyszącej Międzynarodowym Targom Ekologicznym "POLEKO" 92, Poznań 1992.

[2] Niektóre źródła podają liczbę 170, w zależności od przyjętych kryteriów oceny toksyczności - przyp. aut.

[3] Pod pojęciem niebezpieczne wydarzenia w sensie potocznym, dla potrzeb nin. rozprawy, należy rozumieć:

KATASTROFĘ - nadzwyczajne, naturalne lub inne wydarzenia, których następstw nie można opanować środkami miejscowymi i wymagana jest pomoc z zewnątrz;

WYPADEK - ograniczone wydarzenie (szkoda), które można opanować przy pomocy posiadanych środków;

AWARIĘ - wszelkie niekontrolowane zmiany w przebiegu jakiejkolwiek działalności związanej z substancjami niebezpiecznymi na terenie obiektu przemysłowego (w procesie produkcji, wykorzystania, przechowywania i transportu);

KLĘSKĘ, KATAKLIZM - duża wielkość i rozległość wydarzenia jako skutek katastrofy, przy braku możliwości przeciwdziałania człowieka.

(Powyższe definicje przyjęto w czasie Międzynarodowego Sympozjum Medycyny Katastrof w Moguncji w 1973 r. - Materiały z konferencji POLEKO '92).

izobutanol. Skażeniu uległa nawierzchnia drogi oraz pobocza. Do eksplozji nie doszło, chociaż środek ten tworzy z powietrzem mieszaninę wybuchową.

W innych państwach wydarzyły się katastrofy, których skutki okazały się o wiele groźniejsze. Na przykład w miejscowości Bhopal (Indie), w 1984 roku, w wyniku awarii, w zakładach chemicznych uwolnionych zostało do otoczenia około 30 ÷ 35 Mg (30 ÷ 35 t) izocyjanku metylu. Wskutek porażenia, w okresie dwóch pierwszych tygodni zmarło ponad 15 000 ludzi. W Nantes (Francja), w 1987 roku, wybuchł pożar w magazynach z nawozami sztucznymi (głównie z saletrą amonową). Zginęło kilkudziesięciu ludzi, a ponad 25 000 ewakuowano. Wykaz wybranych katastrof i awarii związanych z uwolnieniem do atmosfery toksycznych środków przemysłowych i ich skutki zawiera zał. 1.

Na zaprezentowanym powyżej, ogólnym tle zagrożenia toksycznymi środkami przemysłowymi, szczególnego rozpatrzenia wymagały obiekty przemysłowe regionu nadmorskiego oraz lądowe i morskie szlaki komunikacyjne. Nie ulega wątpliwości, że toksyczne środki przemysłowe znajdujące się na Wybrzeżu w obiektach stałych oraz przewożone lądem i morzem, w wypadku ich uwolnienia wskutek awarii lub celowego zniszczenia, będą w sposób niekorzystny wpływać na zdolność bojową i działalność załóg okrętów i pomocniczych jednostek pływających, portów morskich oraz jednostek nadbrzeżnych Marynarki Wojennej RP.

Inne, nie mniej istotne zagrożenie stanowią obiekty energetyki jądrowej. Na przestrzeni lat rozwoju i funkcjonowania energetyki jądrowej zdarzyło się wiele awarii o różnej skali[4]. Strukturę skali awarii elektrowni jądrowych zawiera zał. 2.
Mniejsze z nich prawdopodobnie nie ujawniono, aby nie powiększać wśród społeczeństwa nastrojów antyatomowych. Tym niemniej, do światowej opinii publicznej dotarły niektóre, trudne do ukrycia. Do największych zalicza się awarie: w Windscale w Wielkiej Brytanii, w 1957 roku, w Three Mile Island koło Harrisburga w stanie Pensylwania w USA w roku 1979 oraz w Czernobylu, w byłym Związku Radzieckim (obecnie Ukraina), w 1986 roku.

Dnia 10 października 1957 roku w prototypowym reaktorze jądrowym, służącym do produkcji plutonu dla celów militarnych, w Windscale, doszło do pożaru. Wskutek awarii do atmosfery przedostało się około $6 \cdot 10^{14}$ Bq jodu i $2{,}6 \cdot 10^{12}$ Bq cezu oraz znaczna ilość innych izotopów promieniotwórczych. Skażeniu izotopami radioaktywnymi

[4] Skala awarii rozróżnia siedem poziomów, z podziałem na *incydenty* (poziomy 1 - 3) i *awarie* (poziomy 4 - 7).

uległy nie tylko tereny wokół Windscale, lecz także w Anglii, Walii i Europie Północnej. Skalę awarii oceniono na "5" ("Awaria zagrażająca otoczeniu")[5].

W Three Mile Island rano 28 marca 1979 roku nastąpiło częściowe wypalenie reaktora PWR[6], lecz do eksplozji nie doszło. Większość izotopów promieniotwórczych pozostała w budynku, w którym znajdował się reaktor. Tylko niewielka ilość produktów rozpadu przedostała się na zewnątrz. Ofiar bezpośrednich nie zanotowano. Tym niemniej do dzisiaj nie oszacowano długotrwałych ujemnych efektów zdrowotnych u napromieniowanej ludności. Prace dezaktywacyjne trwały blisko 10 lat, a ich koszt przekroczył miliard dolarów. Skalę awarii oceniono na "5" ("Awaria zagrażająca otoczeniu")[7].

Awaria w Czarnobylu miała miejsce 26 kwietnia 1986 roku i była "Wielką awarią" (określaną jako poziom "7"). Ogień i eksplozja spowodowały całkowite stopienie reaktora typu RBMK[8]. Przyczyną było zapalenie się grafitu i, w obecności cyrkonu, wytworzenie dużej ilości ciepła, co z kolei spowodowało wydzielenie się wodoru. W sumie zanotowano 31 przypadków śmiertelnych oraz 1 000 bezpośrednich porażeń, ewakuowano 135 000 ludzi. Zakłada się wzrost o 100 000 przypadków śmiertelnych w następstwie pojawienia się nowotworów. Straty finansowe (bezpośrednie) oszacowano na trzy miliardy dolarów. Wyzwoloną aktywność promieniotwórczą[9] ocenia się na $2 \cdot 10^9$ GBq (ponad 50 milionów Ci). Skażenie promieniotwórcze nie ograniczyło się do terenu ówczesnego Związku Radzieckiego, lecz rozprzestrzeniło się prawie po całej Europie: na północ - do Koła Polarnego, na południe - do Grecji, na zachód - do Wielkiej Brytanii[10].

W czerwcu 1985 roku w elektrowni jądrowej w Davis Besse w USA, w której pracowały reaktory PWR, miała miejsce awaria, jaka dzięki dobremu wyszkoleniu operatorów nie doprowadziła do rozszczelnienia (pomogły wnioski z awarii w Three Mile Island).

---

[5] Na podstawie: A. Strupczewski, *Awarie reaktorowe a bezpieczeństwo energetyki jądrowej*, Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, Warszawa 1990.

[6] Charakterystykę reaktorów jądrowych zawiera kolejny podrozdział (I.1.2.1).

[7] Na podstawie: A. Strupczewski, *Awarie reaktorowe a bezpieczeństwo*... dz. cyt.

[8] Charakterystykę reaktorów jądrowych zawiera podrozdział 2.2.1.

[9] Aktywność promieniotwórcza - całkowita liczba rozpadów promieniotwórczych jąder atomowych danej próbki materii na jednostkę czasu. Jednostką aktywności w układzie SI jest bekerel (Bq), odpowiadający jednemu rozpadowi na sekundę. Jednostką tradycyjną jest kiur (Ci) określany jako $3,7 \cdot 10^{10}$ rozpadów na sekundę. Inaczej 1 Ci = $3,7 \cdot 10^{10}$ Bq = 37 GBq.
Źródło: Fizyka, Ilustrowana encyklopedia dla wszystkich, Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa 1987, s.6.

[10] Na podstawie: A. Strupczewski, *Awarie reaktorowe a bezpieczeństwo*... dz. cyt.

Ponadto awarie zdarzyły się w elektrowniach jądrowych w Kisztyn (były Związek Radziecki) w 1957 roku, Lucernie (Szwajcaria) w 1969 roku, gdzie uwolnione produkty rozszczepienia pozostały wewnątrz skalistej góry, spełniającej funkcję obudowy bezpieczeństwa reaktora, Buenos Aires (Argentyna) w 1983 roku, w Vandellos (Hiszpania) w 1989 roku. Kolejne awarie zanotowano na terenie Wspólnoty Niepodległych Państw (WNP).

Oto ich zestawienie w układzie chronologicznym[11].

- Ignalino (30.01.1992 r.) - wyciek w systemie chłodzenia (próba sabotażu);
- Równe (8.02.1992 r.) - pożar;
- Sosnowy Bór (24.03.1992 r.) - wybuch i uwolniły się produkty gazowe;
- Tomsk (6.04.1993 r.) - eksplozja zbiornika z roztworem uranu;
- Petersburg (22.02.1994 r.) - wyciek w systemie chłodzenia reaktora;
- Ignalino (26.02.1994 r.) - uwolnienie pary radioaktywnej;
- Ignalino (15.11.1994 r.) - zapowiedziana próba sabotażu przez mafię rosyjską.

Zestawienie wybranych awarii reaktorów energetycznych obrazuje tab. 2.

Tabela 2

Poważniejsze awarie reaktorów jądrowych energetycznych

Lp.	Miejsce awarii	Data awarii	Przyczyna awarii	Skutki awarii
1	*2*	*3*	*4*	*5*
1	Kanada	12.12.1952	Błąd operatora, błąd konstrukcyjny	Zniszczenie reaktora, niewielkie napromieniowanie personelu
2	Hanford (USA)	1955	Błąd konstrukcyjny	Uszkodzenie prętów paliwowych
3	Instytut Kidriča (Jugosławia)	15.10.1958	Błąd konstrukcyjny	Napromieniowanie 6 pracowników dawką 6,8 Sv na całe ciało, jedna osoba zmarła
4	Windscale (WB)	10.10.1957	Pożar w reaktorze	Skażenie promieniotwórcze dużych obszarów Anglii, Walii i Europy Płn.
5	USA	01.1961	Błąd konstrukcyjny	Wzrost mocy dawki w budynku reaktora do 10 $Sv \cdot h^{-1}$, śmierć 3 operatorów
6	Lucerna (Szwajcaria)	01.1969	Pożar reaktora, błąd konstrukcyjny	Uwolnienie produktów rozszczepienia do obudowy bezpieczeństwa

[11] Na podstawie: *Udział wojska w państwowym monitoringu środowiska*, cz. II, Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa 1995 - przyp. aut.

1	2	3	4	5
7	St. Laurent (Francja)	17.10.1969	Błąd operatora	Stopienie elementów paliwowych, skażenie promieniotwórcze w budynku reaktora
8	Browns Ferry (USA)	22.03.1975	Błąd elektryka	Duże zniszczenia okablowania
9	Three Mile Island (USA)	29.03.1979	Pożar reaktora	Uwolnienie produktów do otoczenia, napromieniowanie obsług
10	Czernobyl (ZSRR)	16.04.1986	Pożar reaktora, błąd operatorów	Przypadki śmiertelne (31), porażonych (1 000), ewakuacja okolicznych mieszkańców (135 000), zagrożenie nowotworami (1mln)

Źródło: Opracowano na podstawie: A. Strupczewski, Awarie reaktorowe a bezpieczeństwo... Dz. cyt., oraz Skażenia promieniotwórcze środowiska, AON wewn. 4839/96 - przyp. aut.

Oprócz awarii w elektrowniach jądrowych energetycznych, zdarzyły się one w reaktorach badawczych i prototypowych. Miały miejsca między innymi w USA, w latach 1962 i 1966, w Chalk River w Kanadzie dnia 23.05.1958 r., gdzie wystąpiło silne skażenie promieniotwórcze budynku reaktora i innych obiektów elektrowni.

Przedstawione niekorzystne zdarzenia w historii energetyki jądrowej powodują, że niezbędne, a wręcz konieczne są wszechstronne przedsięwzięcia przygotowawcze, zapewniające utrzymanie zdolności bojowej wojsk (marynarki wojennej) podczas działań w warunkach skażeń poreaktorowych. Dotyczą nie tylko nabycia umiejętności prognozowania zasięgów stref skażeń promieniotwórczych i znajomości oddziaływania promieniowania jonizującego na organizm ludzki, lecz także praktycznego szkolenia załóg okrętowych i jednostek brzegowych.

2.1. Źródła i charakterystyka zagrożeń toksycznymi środkami przemysłowymi

Jednym z czynników warunkujących zagrożenie toksycznymi środkami przemysłowymi jest ich rozmieszczenie w sąsiedztwie rozpatrywanych obiektów, tj. jednostek pływających i nadbrzeżnych Marynarki Wojennej RP. Obiekty stacjonarne z toksycznymi środkami przemysłowymi z reguły znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie dużych skupisk ludności (miasta, duże zakłady przemysłowe, porty morskie itp.). Powoduje to, że stanowią ciągłe zagrożenie zdrowia, a nawet życia wielu ludzi. Dla przykładu można przytoczyć fakt, że w ciągu ostatnich 20 lat w przemyśle i chłodnictwie ujawniono 129 awarii połączonych z uwolnieniem amoniaku, w których życie utraciło 137 osób, a zatruciu uległy 263 osoby.

Podobne zagrożenie, aczkolwiek różniące się swoistą specyfiką, stanowi transport toksycznych środków przemysłowych. Mimo spełnienia wielu wymogów zwiększających bezpieczeństwo, ogółem na przestrzeni 20 lat w transporcie kolejowym zarejestrowano 41, a w kołowym 212 awarii zbiorników z amoniakiem. Spowodowały one śmierć 3 i zatrucie 112 osób. Awarii połączonych z wyciekiem innego, często stosowanego w przemyśle środka toksycznego - chloru, było znacznie więcej. Zestawienie liczb awarii i ofiar w związku z uwolnieniem do atmosfery amoniaku i chloru w czasie ostatnich 20 lat przedstawiono w tab. 3. Dane w niej zawarte ilustrują tylko w części wagę problemu, ponieważ odnoszą się do zagrożenia okresu pokojowego. Z pewnością przyjmie ono formę o wiele ostrzejszą podczas prowadzenia działań wojennych. Przykładów takich dostarcza nie tak odległa historia wojen i konfliktów zbrojnych. Wystarczy wspomnieć o stratach ludzkich i degradacji środowiska naturalnego w czasie wojen w Wietnamie i Zatoce Perskiej.

Powyższe przesłanki uzasadniają potrzebę określenia źródeł zagrożenia toksycznymi środkami przemysłowymi, a to oznacza, że należy w miarę precyzyjnie zobrazować sytuację skażeń, jaka może zaistnieć po awarii (zniszczeniu) obiektów stacjonarnych z TSP oraz środków transportowych na szlakach komunikacyjnych - kolejowych, drogowych i morskich. Następnie ocenić, jaki wpływ na zdolność bojową

Tabela 3

Zestawienie liczby awarii i ofiar spowodowanych uwolnieniem amoniaku i chloru w Polsce na przestrzeni ostatnich 20 lat

Miejsce oraz liczba awarii i ofiar	Nazwa środka toksycznego /TSP/		Razem
	Amoniak	Chlor	
- w przemyśle	129	825	954
- w transporcie	62	176	238
			1192
- utrata życia	40	36	76
- zatrucia	375	66	441
			517

Źródło: Opracowanie własne autora na podstawie dostępnych danych.

jednostek Marynarki Wojennej będzie miała przewidywana sytuacja skażeń toksycznymi środkami przemysłowymi.

2.1.1. Rozmieszczenie obiektów oraz przebieg morskich i lądowych tras przewozu

Obiekty stacjonarne z toksycznymi środkami przemysłowymi są rozmieszczone na Wybrzeżu nierównomiernie, co wynika z różnego stopnia urbanizacji i uprzemysłowienia regionów. Największe skupiska zakładów zasadniczych gałęzi przemysłu znajdują się na zachodnich (rejon Zalewu Szczecińskiego) i wschodnich (rejon Zatoki Gdańskiej) krańcach wybrzeża morskiego.

Zestawienie wybranych gałęzi przemysłu i stosowanych środków toksycznych na Wybrzeżu przedstawiono w tab. 4.

Tabela 4

Zasadnicze gałęzie przemysłu Wybrzeża oraz stosowane środki toksyczne

Toksyczne środki przemysłowe	Rodzaj gałęzi przemysłu				
	chemiczny	przetwórstwa rybnego	spożywczy	stoczniowy	Przetwórstwa ropy naftowej
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
Amoniak	x	x	x	x	
Chlor	x			x	
Fosgen	x				x
Fluorowodór	x				
Cyjanowodór	x				

1	2	3	4	5	6
Siarkowodór	x				x
Kwasy:					
- siarkowy	x	x		x	
- solny	x		x	x	
- azotowy	x		x	x	
Tlenek etylenu					x

Źródło: Opracowanie własne autora na podstawie informacji z Urzędów Miast.

Z tabeli 4. wynika, że największą liczbę środków toksycznych stosuje przemysł chemiczny, głównie w produkcji następujących wyrobów: tworzyw sztucznych, lakierów i barwników, środków owadobójczych i fitotoksycznych, nawozów sztucznych itp. Natomiast znaczne ilości amoniaku wykorzystuje się w przetwórstwie rybnym i rybołówstwie. Wykaz dziedzin zastosowania toksycznych środków przemysłowych zawiera zał. 3.

W miastach nadmorskich znajdują się zakłady przemysłowe stosujące różne środki toksyczne, nie tylko związane z przemysłem przetwórstwa rybnego. Wykaz toksycznych środków przemysłowych znajdujących się w miastach nadmorskich przedstawia tab. 5.

Tabela 5

Miasta nadmorskie, w których zakłady przemysłowe stosują toksyczne środki przemysłowe

Miasta	Toksyczne środki przemysłowe						
	amoniak	chlor	dwu-siarczek węgla	fluoro-wodór	cyjano-wodór i cyjanki	kwasy nieorga-niczne	tlenek etylenu
1	2	3	4	5	6	7	8
Gdańsk	x	x	x		x	x	x
Gdynia	x						
Hel						x	
Władysławowo	x						
Ustka	x						
Darłowo	x						
Kołobrzeg	x						
Szczecin	x	x	x			x	
Świnoujście	x	x					
Police	x	x				x	

Źródło: Opracowanie własne autora na podstawie informacji z Urzędów Miast.

Środki toksyczne stosowane lub przetwarzane w zakładach przemysłowych najczęściej znajdują się w następujących obiektach:

- zbiornikach (magazynach);
- liniach technologicznych (instalacjach).

Na ogół w liniach technologicznych znajdują się niewielkie ilości toksycznych środków przemysłowych, w porównaniu z masą środków przechowywanych w zbiornikach, w formie substratów (półproduktów) lub produktów.

Do zasadniczych sposobów przechowywania toksycznych środków przemysłowych w zbiornikach i magazynach należą:

- przechowywanie skroplonych gazów i lotnych cieczy pod wysokim ciśnieniem, równym ciśnieniu ich par w temperaturze otoczenia (amoniak, chlor, tlenek etylenu, tlenek węgla, fosgen, dwutlenek siarki, tlenki azotu, fluorowodór i inne);
- przechowywanie skroplonych gazów i lotnych cieczy pod umiarkowanym ciśnieniem, osiąganym przez odprowadzenie części ulatniającego się gazu lub ochłodzenie zbiornika czynnikiem chłodzącym (amoniak, chlor i inne);
- przechowywanie skroplonych gazów pod niewielkim ciśnieniem, zbliżonym do atmosferycznego, w temperaturze nieco niższej niż temperatura skraplania danego gazu (amoniak, chlor i inne). Wymagane temperatura i ciśnienie gazu utrzymują się w zbiorniku dzięki odprowadzeniu i skropleniu odparowanego gazu (izotermiczna metoda przechowywania);
- przechowywanie cieczy w temperaturze otoczenia w zbiornikach znajdujących się na otwartej przestrzeni lub w pomieszczeniach (kwas azotowy, chloropikryna, dwuchloroetan, dwusiarczek węgla, czteroetylek ołowiu, hydrazyna i inne);
- przechowywanie środków stałych w pomieszczeniach lub na placach pod zadaszeniem (dioksyna, siarka i inne).

Charakterystykę wybranych zbiorników stacjonarnych oraz stosowanych w transporcie lądowym, morskim i rzecznym zawiera tab. 6.

Szczególne znaczenie w ocenie skali zagrożenia portów wojennych i jednostek pływających oraz nadbrzeżnych mają zbiorniki znajdujące się w ich bezpośrednim sąsiedztwie. Dotyczy to zarówno zbiorników zlokalizowanych na nabrzeżach portowych, jak i rozmieszczonych w miastach lub na ich obrzeżach. Wykaz zbiorników z toksycznymi środkami przemysłowymi w miastach Wybrzeża[12], zawiera zał.4.

[12] Dobór miasta jest uwarunkowany obecnością portu morskiego - przyp. aut.

Zaprezentowane w załączniku 4 zbiorniki z toksycznymi środkami przemysłowymi nie stanowią jedynego, pod względem rozpatrywanego problemu, źródła zagrożenia sił Marynarki Wojennej RP. Jak wynika z przytoczonych wcześniej przykładów awarii połączonych z uwolnieniem do atmosfery środków toksycznych, zdarzenia te miały miejsce głównie w transportach kolejowym i drogowym[13].

Tabela 6

Charakterystyka zbiorników do magazynowania i przewozu wybranych toksycznych środków przemysłowych

Toksyczny środek przemysłowy	Rodzaj zbiornika					
	Zbiornik	Butla	Cysterna		Zbiornikowiec chemiczny/barka	
	[Mg]	[Mg]	samochodowa [Mg]	kolejowa [Mg]	morski [Mg]	rzeczny [m^3]
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
Amoniak	30 -30000	0,011 - 0,034	3, 10, 16	30,7; 45,3 132	>10 000	50 -100
Chlor	44 - 5 000	0,025 - 0,068	20	47,6; 55,8	650	50 -100
Fosgen	25 - 250	0 029 - 0,072		59,7		
Cyjanowodór	30 - 250	0,015 - 0,049		20,1		
Fluorowodór	20 - 250	0,013 - 0,045		41,3		
Dwusiarczek węgla			3 - 4	52,7		

Źródło: Zestawienie opracowane przez COAS

Wybrzeże należy do regionów o zróżnicowanej urbanizacji i uprzemysłowieniu. Cechują go dwa centra przemysłowe: rejony Zatoki Gdańskiej i Zalewu Szczecińskiego. W środkowej części Wybrzeża znajdują się miejscowości z niewielkimi portami morskimi /Ustka, Darłowo, Kołobrzeg, Dziwnów/. W odległości kilkudziesięciu kilometrów od linii brzegowej leżą dwa duże miasta: Słupsk i Koszalin. Miasta, porty morskie i zakłady przemysłowe są powiązane między sobą i innymi miastami Polski siecią dróg kołowych i kolejowych. Po nich odbywa się transport niebezpiecznych materiałów chemicznych wykorzystywanych w zakładach przemysłowych Wybrzeża lub leżących w głębi kraju. Niektóre materiały niebezpieczne trafiają na nabrzeża przeładunkowe portów morskich.

[13] Por.: tab. 2.

Transport toksycznych środków przemysłowych jest uregulowany odpowiednimi przepisami, zarówno w ruchu międzynarodowym, jak i krajowym. Przepisy te szczegółowo określają wszelkie warunki, jakim powinny odpowiadać środki transportu materiałów niebezpiecznych i opakowania (zbiorniki). Ponadto zawierają wykaz materiałów (toksycznych środków przemysłowych) dopuszczonych do przewozu danym środkiem transportu oraz wielkość jednorazowego ładunku.

Wszystkie niebezpieczne materiały chemiczne można podzielić, pod względem rodzaju zagrożenia dla otoczenia, na cztery zasadnicze grupy. Podział ten ujmuje tab. 7, w której zawarto również klasyfikację bardziej szczegółową, tj. według klas, zgodnie z przepisami transportowymi.

Tabela 7

Podział toksycznych środków przemysłowych pod względem rodzaju zagrożenia

Grupa	Rodzaj materiałów	Oznakowanie według RID, ADR, IMDG	Krótka charakterystyka materiałów
1	*2*	*3*	*4*
I	Wybuchowe	Klasa 1	Zdolne do wytworzenia w krótkim czasie dużej ilości ciepła, które powoduje detonację z silnym podmuchem powietrza. Niszczą otoczenie powietrzną falą uderzeniową
II	Stanowiące zagrożenie pożarowe	Klasy 2, 3, 4, 5	Zapalne, skłonne do zapalenia lub podtrzymujące palenie
III	Stanowiące zagrożenie toksyczne lub żrące	Klasy 6 i 8	Silnie trujące lub żrące, albo jednocześnie trujące i żrące
IV	Stanowiące zagrożenie promieniotwórcze	Klasa 7	Stwarzają niebezpieczeństwo napromieniowania zewnętrznego nawet z większej odległości
		Klasa 9	Inne materiały niebezpieczne

Uwaga: Oznaczenia RID, ADR, IMDG są regulaminami stosowanymi w transportach.
Źródło: Opracowanie własne autora

Każdy rodzaj transportu posiada zbiór własnych przepisów o następującym oznakowaniu:

- transport kolejowy - RID;
- transport drogowy - ADR;
- transport morski - IMDG;
- transport śródlądowy - ADN.

Zgodnie z przepisami transportowymi materiały niebezpieczne (głównie toksyczne środki przemysłowe TSP) są zakwalifikowane do odpowiednich klas (od 1 do 9). Dla przykładu, zgodnie z przepisami RID i ADR, gazy sprężone, skroplone lub rozpuszczone pod ciśnieniem należą do klasy drugiej, a materiały promieniotwórcze - do klasy siódmej (te ostatnie również w transporcie morskim). Klasyfikację materiałów niebezpiecznych pod względem rodzaju zagrożenia dla otoczenia według przepisów transportowych zawiera zał. 5.

Zróżnicowane właściwości fizyczne, chemiczne i toksyczne materiałów niebezpiecznych (TSP), a tym samym niejednakowy, szkodliwy wpływ na środowisko naturalne, wymusiły konieczność wprowadzenia ujednoliconego oznakowania. Komisja Gospodarcza Organizacji Narodów Zjednoczonych ustaliła wykaz materiałów niebezpiecznych i nadała każdemu z nich numer identyfikacyjny (np.: amoniak - 1005, chlor - 1017, aldehyd octowy - 1089, ropa naftowa - 1202 itd.). Ponadto wprowadzono wzory tablic identyfikacyjnych z oznaczeniem liczbowym. Zestawienie wybranych oznaczeń cyfrowych (kodów) umieszczanych na tablicach identyfikacyjnych zawiera zał. 6. Ujednolicone oznakowanie niebezpiecznych środków chemicznych (TSP) w transporcie krajowym i międzynarodowym spełnia ważną rolę w całokształcie przedsięwzięć zapewniających bezpieczeństwo przewozów.

Transport kołowy niebezpiecznych materiałów chemicznych odbywa się po drogach publicznych i głównymi arteriami komunikacyjnymi miast. Stwarza to, w przypadku uwolnienia środków toksycznych do atmosfery, poważne zagrożenie dla okolicznej ludności i jednostek wojskowych stacjonujących w pobliżu miejsca awarii. Do najbardziej obciążonych dróg kołowych transportem niebezpiecznych środków chemicznych na Wybrzeżu, należy trasa Tczew - Gdańsk - Gdynia - Wejherowo - Słupsk i dalej przez Koszalin do Szczecina. Od tej trasy prowadzą drogi do innych miast portowych, gdzie środki toksyczne są wykorzystywane w przemyśle, bądź też trafiają do portów na nabrzeża przeładunkowe (dotyczy to głównie portów w Gdyni, Szczecinie i Świnoujściu). Najczęściej transportowanymi środkami toksycznymi są: amoniak, chlor,

paliwa płynne. Ten rodzaj transportu regulują przepisy ruchu krajowego i międzynarodowego ADR. Przebieg tras transportu samochodowego toksycznych środków przemysłowych obrazuje zał. 7.

Zagrożenie stanowią także toksyczne środki przemysłowe przewożone koleją. W porównaniu z transportem kołowym, koleją są przewożone znacznie większe ilości tych środków. Najczęściej występujące ładunki to: amoniak, chlor, dwutlenek siarki, oleje i paliwa. Dlatego, w celu zapewnienia bezpieczeństwa transportu, ruch niebezpiecznych materiałów chemicznych podlega szczegółowym przepisom krajowym i międzynarodowym RID. Linie kolejowe po których odbywa się po nich transport ładunków niebezpiecznych kończą się w zakładach przemysłowych lub na nabrzeżach przeładunkowych w portach morskich (Gdynia, Szczecin, Świnoujście). Przebieg szlaków kolejowych, po których są przewożone toksyczne środki przemysłowe i ich przybliżone ilości przedstawia zał. 8.

Dodatkowe zagrożenie dla portów wojennych i bazujących w nich okrętów stanowią, oprócz stacjonarnych zbiorników ze środkami toksycznymi zlokalizowanymi głównie na nabrzeżach rybackich, również materiały niebezpieczne przeładowywane na statki lub ze statków. Rygorystycznym przepisom bezpieczeństwa podlega transport morzem środków toksycznych ciekłych. Zgodnie z treścią Konwencji o ochronie środowiska morskiego obszaru Morza Bałtyckiego z dnia 22 marca 1974 roku, zwanej Konwencją Helsińską[14], substancje szkodliwe ciekłe zostały zaliczone do czterech kategorii: A, B, C i D.

Ustalono następujące kryteria podziału:

Kategoria A - substancje szkodliwe ciekłe, które - jeżeli zostałyby zrzucone do morza - stanowiłyby wielkie niebezpieczeństwo dla zasobów morza lub zdrowia ludzkiego albo spowodowałyby poważną szkodę dla walorów rekreacyjnych lub innych dozwolonych sposobów użytkowania morza i z tego względu uzasadnione jest zastosowanie ostrych środków przeciwdziałania zanieczyszczeniu.

Kategoria B - substancje szkodliwe ciekłe, które - jeżeli zostałyby zrzucone do morza - stanowiłyby niebezpieczeństwo dla zasobów morza lub zdrowia ludzkiego albo spowodowałyby poważną szkodę dla walorów rekreacyjnych lub

[14] Zob. Konwencja o ochronie środowiska morskiego obszaru morza Bałtyckiego, Zał. IV, Dodatek II i III

innych dozwolonych sposobów użytkowania morza i z tego względu uzasadnione jest zastosowanie specjalnych środków przeciwdziałania zanieczyszczeniu.

Kategoria C - substancje szkodliwe ciekłe, które - jeżeli zostałyby zrzucone do morza - stanowiłyby niewielkie niebezpieczeństwo dla zasobów morza lub zdrowia ludzkiego albo spowodowałyby niewielką szkodę dla walorów rekreacyjnych lub innych dozwolonych sposobów użytkowania morza i z tego względu wymagają zastosowania specjalnych warunków postępowania.

Kategoria D - substancje szkodliwe ciekłe, które - jeżeli zostałyby zrzucone do morza - stanowiłyby wykrywalne niebezpieczeństwo dla zasobów morza lub zdrowia ludzkiego albo spowodowałyby nieznaczną szkodę dla walorów rekreacyjnych lub innych dozwolonych sposobów użytkowania morza i z tego względu wymagają zwrócenia uwagi na warunki postępowania.

Wykaz ciekłych substancji szkodliwych, przewożonych luzem oraz zasady ustalania poszczególnych kategorii i podział materiałów niebezpiecznych według przyjętych kryteriów są zawarte w treści wspomnianej Konwencji Helsińskiej[15].

Największe ilości środków toksycznych przeładowuje się w Morskim Porcie Handlowym (MPH) w Gdyni. Zestawienie wybranych środków toksycznych przeładowywanych w Morskim Porcie Handlowym w Gdyni ujęto w kolejnym podrozdziale (patrz tab. 8).

Zagrożenie toksycznymi środkami przemysłowymi przeładowywanymi w Porcie Handlowym w Szczecinie nie ma większego znaczenia dla sił Marynarki Wojennej ze względu na dość duże oddalenie od Portu Wojennego w Świnoujściu (około 60 kilometrów w linii prostej). Problem zagrożenia skażeniami może zaistnieć jedynie w przypadku postoju okrętów w basenach portowych Szczecina.

---

[15] Szczegółowe przepisy dotyczące zapobiegania zanieczyszczaniu morza przez statki dodatkowo zawierają:
- Konwencja MARPOL 1973/78 - Międzynarodowa konwencja o zapobieganiu zanieczyszczeniu morza przez statki, sporządzona w Londynie, dnia 2 listopada 1973 r., zmieniona Protokołem uzupełniającym, sporządzonym w Londynie dnia 17 lutego 1978 r.
- Konwencja o zatapianiu - Konwencja o zapobieganiu zanieczyszczaniu mórz przez zatapianie odpadów i innych substancji, sporządzona w Moskwie, Waszyngtonie, Londynie i Meksyku dnia 29 grudnia 1972 r.

Statki przeznaczone do transportu niebezpiecznych materiałów chemicznych (kombinowane, zbiornikowce chemiczne)[16] wychodzą na morze po ściśle określonych torach wodnych. Największy ruch statków notuje się na Zatokach Gdańskiej i Pomorskiej, gdzie tory wodne znajdują się często w bezpośrednim sąsiedztwie wydzielonych akwenów (poligonów) Marynarki Wojennej RP.

Najczęściej uczęszczane szlaki morskie na Bałtyku Południowym przedstawia zał. 9.

Transport lotniczy materiałów szczególnie niebezpiecznych podlega regulacjom prawnym, które zostały ujęte w Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym - Normy i zalecone praktyki przewozu lotniczego - SARPS. Ze względu na znaczne oddalenie lotnisk od miast, ten rodzaj transportu nie stanowi w zasadzie poważnego zagrożenia.

Zaprezentowane w niniejszym podrozdziale rozmieszczenie obiektów stacjonarnych z toksycznymi środkami przemysłowymi oraz opis przebiegu tras przewozu środków toksycznych na lądzie i morzu wskazują rejony (miejsca), które charakteryzują się dużym stopniem zagrożenia skażeniami. Rozmiary rejonów (akwenów) zagrożonych będą zależały niewątpliwie od rodzaju (właściwości fizycznych, chemicznych, toksycznych) i ilości uwolnionych środków niebezpiecznych, intensywności wycieku oraz warunków meteorologicznych w miejscu awarii. Rozważania dotyczące oceny wpływu wymienionych czynników na zagrożenie skażeniami zostaną przedstawione w dalszej części rozprawy.

[16] Statek kombinowany - statek przeznaczony do przewozu oleju lub stałych ładunków luzem. Zbiornikowiec chemiczny - statek zbudowany lub przeznaczony przede wszystkim do przewozu luzem substancji szkodliwych ciekłych. Podstawa: Dz.U.PRL., zał. do poz.64, z dnia 21 sierpnia 1980 r.

2.1.2. Charakterystyka ilościowa i jakościowa zasadniczych toksycznych środków przemysłowych

Z całego zbioru różnorodnych toksycznych środków przemysłowych znajdujących się na Wybrzeżu, stosowanych w przemyśle lub przewożonych drogą morską, należy wyróżnić te, które występują w znacznej lub niewielkiej ilości, lecz charakteryzują się stosunkowo dużą toksycznością. Jak wynika z treści podrozdziału 2.1.1. i załącznika 11, te kryteria spełnia wiele środków, a wśród nich: amoniak, chlor, dwusiarczek węgla, cyjanki, kwasy nieorganiczne (solny, siarkowy, azotowy) i inne.

Jak już wspomniano wcześniej, toksyczne środki przemysłowe znajdują się w zakładach przemysłowych (liniach technologicznych, zbiornikach), transporcie lądowym (samochodowym, kolejowym) i morskim. Największe ilości są zmagazynowane w zbiornikach na terenie zakładów przemysłowych. Na Wybrzeżu do potentatów pod tym względem można zaliczyć: Zakłady Chemiczne "POLICE" w Policach, Przedsiębiorstwo Połowów Dalekomorskich i Usług Rybackich "DALMOR" w Gdyni, elektrociepłownie EC - I i EC - III w Gdyni, Przedsiębiorstwo Przeróbki i Spedycji Kopalin Chemicznych "SIARKOPOL" w Gdańsku, Szczecińskie Zakłady Nawozów Fosforowych w Szczecinie i inne. Charakterystykę wybranych zbiorników z toksycznymi środkami przemysłowymi, których awaria może mieć wpływ na działalność jednostek pływających i funkcjonowanie portów wojennych zawiera tab. 8. Pełniejszy wykaz zakładów przemysłowych wyłącznie miast nadmorskich, które przechowują toksyczne środki przemysłowe, przedstawiono w zał. 4 (pogrubioną kursywą wyróżniono zakłady, których zgromadzone środki toksyczne podlegały dalszej ocenie)[16].

Z zestawienia ujętego w tabeli 8 wynika, że w zakładach przemysłowych miast portowych, w których znajdują się wydzielone baseny portów wojennych (baz morskich) tj. w Gdyni, Helu i Świnoujściu są składowane znaczne ilości toksycznych środków przemysłowych, głównie amoniak i chlor. Ten ostatni znajduje się w porcie Świnoujście.

[16] W wykazie pominięto zakłady przemysłowe, których środki toksyczne nie mają większego znaczenia dla potrzeb rozpatrywanego tematu - przyp. aut.

Natomiast w mniejszych miastach portowych np.: Władysławowie, Ustce i Darłowie zakłady rybackie posiadają głównie amoniak, w ilości kilkudziesięciu Mg (t). Mimo stosunkowo niewielkiej masy tego popularnego środka toksycznego, zagrożenie jest poważne, ze względu na lokalizację zbiorników na nabrzeżach portowych, w bezpośrednim sąsiedztwie basenów portowych - miejsc bazowania okrętów bojowych i pomocniczych jednostek pływających oraz obiektów infrastruktury baz (portów) morskich.

Tabela 8

Charakterystyka wybranych zbiorników z toksycznymi środkami przemysłowymi rozmieszczonymi w sąsiedztwie baz (portów wojennych), których awaria może stanowić zagrożenie dla bazujących okrętów bojowych

Miejscowość	Zakład przemysłowy	Nazwa TSP	Masa TSP [Mg]
Województwo Zachodniopomorskie			
Świnoujście	Przedsiębiorstwo Połowów Dalekomorskich i Usług Rybackich „EURO - ODRA"	amoniak chlor	11 1
Kołobrzeg	Przedsiębiorstwo Połowów i Usług Rybackich „BARKA"	amoniak	20
Województwo Pomorskie			
Gdynia	Przedsiębiorstwo Połowów Dalekomorskich i Usług Rybackich „DALMOR" S.A.	amoniak	37
Gdynia	„PEKPOL" S.A. Zakład Eksportowo – Przemysłowy	amoniak	23
Hel	PP i UR „Koga-Maris"	amoniak	11

Źródło: Opracowanie własne autora na podstawie danych z Urzędów Miast.

Drugim źródłem zagrożenia skażeniami są toksyczne środki przemysłowe znajdujące się w transporcie lądowym: kołowym i kolejowym. Najczęściej przewozi się, jak wspomniano wcześniej, następujące środki toksyczne: amoniak, chlor i paliwa płynne, a transportem kolejowym dodatkowo dwutlenek siarki. Największa częstotliwość przewozów występuje na terenach województw Pomorskiego i Zachodniopomorskiego. Ma to ścisły związek z obecnością dużych portów morskich i rozwiniętego przemysłu.

Ilości toksycznych środków przemysłowych przewożonych transportem kołowym i rzeczywiste trasy przewozu nie są znane, ponieważ nie prowadzi się rejestru wszystkich przewozów.

Możliwe jest jedynie określenie najbardziej obciążonych dróg, bez identyfikacji przewożonych materiałów.

Transport kolejowy środków toksycznych w porównaniu z transportem kołowym jest bardziej intensywny i podlega ścisłej ewidencji. Ilość jednorazowo przewożonych niebezpiecznych materiałów chemicznych może sięgać nawet do 1 000 Mg (zwykle są przewożone zestawy cystern o jednostkowej pojemności do 60 Mg[17]).

Największe ilości toksycznych środków przemysłowych przewozi się następującymi trasami:

- na wschodnim Wybrzeżu (Północna DOKP): Bydgoszcz - Tczew - Gdańsk Nowy Port - Gdynia;

- na zachodnim Wybrzeżu (Pomorska DOKP): Krzyż - Szczecin - Police.

Ponadto doraźnie materiały niebezpieczne są przewożone trasą: Pruszcz Gdański - Lębork - Słupsk - Koszalin - Szczecin, a od niej do portów morskich: Władysławowo, Ustka, Darłowo, Kołobrzeg i Świnoujście. Przykładowo w I półroczu 1993 roku wyżej wymienionymi głównymi trasami przewieziono między innymi: 4 wagony czteroetylku ołowiu, 7 wagonów kwasu chlorosulfonowego, 346 wagonów amoniaku, 4 wagony chloru, 507 wagonów etyliny i 4 wagony materiałów wybuchowych[18].

Kolejnym rodzajem transportu toksycznych środków przemysłowych, bardzo istotnym ze względu na szczególne zagrożenie dla sił marynarki wojennej, jest transport morski. Do najbardziej newralgicznych miejsc należy zaliczyć nabrzeża przeładunkowe niebezpiecznych materiałów chemicznych, tory wodne (obrotnice) w portach oraz akweny przybrzeżne (redy portów).

Głównymi portami morskimi, w których odbywa się załadunek (rozładunek) toksycznych środków przemysłowych są: MPH Gdynia, Gdańsk i Szczecin (częściowo Świnoujście). Najwięcej niebezpiecznych materiałów chemicznych przeładowuje się do i z tankowców - chemikaliowców na Nabrzeżu Duńskim Morskiego Portu Handlowego w Gdyni. W przeważającej ilości są przeładowywane następujące środki: butanol, izobutanol, oktanol, olej napędowy, ropa naftowa, ług sodowy 2-etyloheksanol, benzen i jego pochodne, toluen, o-ksylen, p-ksylen, glikol monoetylenowy itp. Dla przykładu w ubiegłych latach przeładowano rocznie: etyliny - 87 678 Mg (t), oleju napędowego - 129 579 Mg (t), ługu sodowego - 74 165 Mg (t), glikolu monoetylowego - 33 122 Mg (t),

[17] Por.: Tab. 4.
[18] Informacje uzyskane w Dyrekcji Generalnej PKP - przyp.aut.

2-etyloheksanolu - 41 986 Mg (t), benzenu - 25 162 Mg (t), acetonocyjanohydryny -11 809 Mg (t).

Porównanie wybranych środków toksycznych przeładowywanych w Morskim Porcie Handlowym w Gdyni w latach 1996 – 1998 ujęto w tab. 9.

Tabela 9

Ilości wybranych środków toksycznych przeładowywanych w Morskim Porcie Handlowym w Gdyni

Toksyczne środki przemysłowe	Przeładunki środków toksycznych luzem w latach		
	1996	1997	1998
1	*2*	*3*	*4*
Aceton	981,3	831,6	-
Acetylocyjanohydryna	15 066,5	17 649,3	5 777,8
Benzen	-	4 964,4	2 095,3
Epichlorohydryna	2 795,5	2 833	2 582,7
Izobutanol	9 075	8 277,8	11 284,1
Toluen	-	2 047,7	-

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych wUrzędzie Morskim w Gdyni.

Lista materiałów niebezpiecznych będących najczęściej w obrocie i składowaniu w Zakładzie Kontenerowym Morskiego Portu Handlowego (MPH) w Gdyni obejmuje: chlorek metylu, metyloaminę, chlor, fluorowodór, freony, aceton, izobutanol, octan butylu, ksylen, siarkę, chloran sodowy, anilinę, cyjanek potasowy, kwas siarkowy, kwas solny i inne. Szczególne zagrożenie stanowi jednak amoniak, transportowany statkami, zwłaszcza w porcie Świnoujście. Masa przewożonego środka waha się od 3 600 do ponad 8 000 Mg, a częstotliwość przewozów - od trzech do pięciu miesięcznie. Tor wodny dla statków przewożących amoniak (i inne środki toksyczne) znajduje się w bezpośredniej bliskości basenów portowych bazy morskiej i znajdujących się w nich okrętów, sztabów jednostek pływających, a także jednostek logistycznych. Ponadto pewne ilości środków toksycznych znajdują się w jednostkach wojskowych Marynarki Wojennej i innych. Są to głównie kwas azotowy i samina. Szczegółowy wykaz środków toksycznych przechowywanych w wybranych jednostkach wojskowych Wybrzeża zawiera zał. 10.

Zgodnie z wcześniejszym stwierdzeniem, na skalę zagrożenia mają wpływ nie tylko ilości toksycznych środków przemysłowych, lecz także ich właściwości fizyczno - chemiczne i toksyczne. Jednak o zakwalifikowaniu środków przemysłowych do

materiałów niebezpiecznych decydują ich właściwości toksyczne[19]. Istnieje kilka wielkości charakteryzujących te właściwości. Jedną z ważniejszych, określających działanie toksyczne zarówno bojowych środków trujących, jak i niebezpiecznych materiałów chemicznych jest s t o p i e ń t o k s y c z n o ś c i - T, który określa się iloczynem stężenia - C i czasu ekspozycji - t. Stopień toksyczności w pewnych przedziałach stężeń, dla większości środków, jest wartością stałą:

$$C \cdot t = constans$$

Umownie iloczyn toksyczności nazywa się d a w k ą t o k s y c z n ą - D, która jest iloczynem stężenia środka toksycznego - C [mg · dm^{-3}] oraz czasu ekspozycji - t [min] i wyraża się wzorem:

$$D = \frac{mg \cdot min}{dm^3}$$

Jej wartość zależy również od rodzaju wykonywanych czynności i wymiany powietrza w płucach. Na przykład, im będzie szybsza wymiana, tym większa ilość środka toksycznego zostanie zaabsorbowana[20]. Zależność tę można wyrazić wzorem:

$$D = C \cdot t \cdot V$$

gdzie:

D - masa środka trującego [mg]
C - stężenie środka trującego [mg · dm^{-3}]
t - czas ekspozycji [min]
V - średnia szybkość wymiany powietrza w płucach [dm^3 · min^{-1}]

Szybkość wymiany powietrza w płucach człowieka w zależności od rodzaju wysiłku przedstawiono w tab. 10.

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

[20] Wielkość dawek ustala się przyjmując stan bezruchu - przyp. aut.

Tabela 10

Szybkość wymiany powietrza w płucach człowieka

Charakter czynności fizycznych	Szybkość wymiany powietrza w płucach [$dm^3 \cdot min^{-1}$]
1	*2*
Stan bezruchowy	8 - 10
Marsz normalny	30
Marsz forsowny	40
Czołganie (50m)	45
Biegi, skoki (200 m)	70

Źródło: Środki ochrony dróg oddechowych człowieka, sygn. Chem 197/70

Liczby zawarte w kolumnie 2, tab. 10 świadczą, że przy zwiększonym wysiłku fizycznym wartość dawki toksycznej powinna być pomniejszona 3 razy przy marszu, a przy biegu nawet do 7 razy.

Do kolejnych wielkości określających działanie toksyczne zalicza się także: największe dopuszczalne stężenie środka toksycznego - NDS, największe dopuszczalne stężenie chwilowe środka toksycznego - NDSCh, stężenie progowe, stężenie nie do zniesienia, ID_{50} (Ict_{50}), LD_{50} (LCt_{50}), LD_{100} (LCt_{100}) i dawka na skórę. Ponadto często w literaturze zachodniej, przy ocenie toksyczności niebezpiecznych materiałów chemicznych, spotyka się jednostkę ppm *(z ang. parts per million - części na milion).*

Wymienione wielkości wyrażone skrótami, scharakteryzuje się następująco:

- najwyższe dopuszczalne stężenie - NDS - jest to stężenie par środka toksycznego [$mg \cdot dm^{-3}$] lub [$mg \cdot m.^{-3}$] w powietrzu, jakie podczas długotrwałego działania na organizm (średnio 8 godzin na dobę) nie powoduje objawów zatrucia;

- najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe - NDSCh - jest to stężenie par środka toksycznego [$mg \cdot dm^{-3}$] lub [$mg \cdot m.^{-3}$] w powietrzu, jakie podczas działania chwilowego tj. w czasie do 30 minut nie powoduje objawów zatrucia;

- najwyższe dopuszczalne stężenie progowe - NDSP (lub C lub dawka progowa - D) - jest to najmniejsze stężenie lub dawka środka toksycznego, przy których organizm zaczyna odczuwać jego działanie, lecz nie traci zdolności do pracy (wartości średnie progowe dotyczą wystąpienia u 50% ludzi początkowych objawów porażeń);

- stężenie "nie do zniesienia" lub dawka "nie do zniesienia" - jest to taka wartość stężenia lub ilość środka toksycznego, które powoduje naruszenie różnych funkcji organizmu, czyniąc człowieka niezdolnym do działania (pracy lub walki);

- ID_{50} (Ict_{50}) - *(z ang. I - incapacitation – niezdolność)* - jest to wartość dawki średniej, powodująca niezdolność 50% ludzi do działania;

- LD_{50} (LCt_{50}) - *(z łac. L - lethalis – śmiertelny)* - jest to najmniejsza ilość środka toksycznego, wyrażona w miligramach na kilogram wagi ciała, która powoduje śmierć. Indeksy 50 i 100 oznaczają procent porażeń śmiertelnych. Ujmując to zagadnienie inaczej, można dla wyrażenia dawki toksycznej w warunkach introdukcji przez drogi oddechowe określić Ict_{50} jako średnią dawkę śmiertelną, a LCt_{100} - absolutną dawkę śmiertelną. Przykładowo dla fosgenu wartość tych dawek jest następująca:

- Ict_{50} - 1,6 mg · min · dm^{-3};
- LCt_{50} - 3,2 mg · min · dm^{-3};
- LCt_{100} - 5,0 mg · min · dm^{-3}.

- dawka na skórę - D [mg · cm^{-2}] - jest to najmniejsza ilość środka toksycznego, która powoduje poparzenie skóry, tworzenie pęcherzy m.

Dla powszechnie stosowanych toksycznych środków przemysłowych, wartości inhalacyjnych dawek toksycznych śmiertelnych i progowych oraz największych dopuszczalnych stężeń NDS, są przedstawione w tab. 11.

W praktyce jednakże, dla oceny zagrożenia toksycznymi środkami przemysłowymi, najczęściej stosuje się następujące wielkości: największe dopuszczalne stężenie – NDS oraz największe dopuszczalne stężenie chwilowe - NDSCh, a w transporcie morskim dodatkowo ppm *(parts per million)*.

Niebezpieczne substancje chemiczne, które są przedmiotem badań, charakteryzują się bardzo zróżnicowanymi właściwościami toksycznymi. Powoduje to, że nie sposób je jednoznacznie zakwalifikować do określonej grupy środków trujących, przyjmując kryteria tradycyjne, stosowane dotychczas. Najtrafniej, w związku z powyższym, należy przyjąć kryterium znaczącego syndromu[21], który w przypadku ostrego zatrucia jest dominujący.

[21] Syndrom - zespół objawów /symptomów/ charakterystycznych dla danej choroby, będących podstawą do jej rozpoznania, obraz choroby; w szerszym znaczeniu: zespół cech, objawów charakterystycznych dla jakiegoś zjawiska, faktu itp. Zob. *Słownik wyrazów obcych*, PWN, Warszawa 1991.

Tabela 11

Wartości inhalacyjnych dawek śmiertelnych i progowych oraz największe dopuszczalne stężenia (NDS) i największe dopuszczalne stężenia chwilowe (NDSCh) wybranych toksycznych środków przemysłowych

Rodzaj toksycznego środka przemysłowego	Inhalacyjna dawka toksyczna [mg · min · m.$^{-3}$]		NDS [mg · m^{-3}]	NDSCh [mg · m^{-3}]
	śmiertelna	progowa		
1	*2*	*3*	*4*	*5*
Amoniak (NH_3)	3 500 – 7 000	19,6	20	27
Tlenki azotu (NO_x)	760 - 26660	5	5	10
Pary rtęci (Hg)	5	0,4	0,05	0,15
Chlor (Cl_2)	6 000	5	1,5	9
Cyjanowodór (HCN)	2 000 – 5 000	5	0,3	-
Fosgen ($COCl_2$)	3 200	10	0,5	1,5
Disiarczek węgla (CS_2)	450 000	30	10	30

Źródło: Analiza środków trujących, Lech Storostin, Zygfryd Witkiewicz, Sławomir Neffe, WAT, Warszawa 1995.

Stosując tę zasadę, znane toksyczne środki przemysłowe można zakwalifikować do kilku grup:

- z przewagą działania duszącego (np.: chlor, fosgen, chloropikryna);
- z przewagą działania ogólnotrującego (np.: tlenek węgla, cyjanowodór);
- o działaniu duszącym i ogólnotrującym (np.: tlenki azotu, akrylonitryl, kwas azotowy, dwutlenek siarki, fluorowodór);
- o działaniu neurotropowym (np.: dwusiarczek węgla, czteroetylek ołowiu, związki fosforoorganiczne);
- o działaniu duszącym i neurotropowym (np.: amoniak, hydrazyna, dwumetylohydrazyna);
- o działaniu podobnym do trucizn metabolicznych (np.: tlenek etylenu, dwuchloroetan);
- zakłócające wymianę substancji w organizmie (np.: dioksyna, polichloropochodne benzofuranu).

Wymienione grupy toksycznych środków przemysłowych w różny sposób oddziaływują na organizmy żywe. Stosując pewne uogólnienie można przyjąć, że procesy oraz skutki porażeń są następujące:

1. Środki z przewagą działania duszącego, do których zalicza się dość powszechnie stosowany chlor, rażą głównie drogi oddechowe. W przebiegu porażenia można wyróżnić cztery okresy: kontaktu ze środkiem, działania utajonego, obrzęku płuc oraz wynikających stąd powikłań. Czas trwania poszczególnych okresów zależy od rodzaju środka /właściwości toksycznych/, stężenia par w otaczającej atmosferze oraz czasu ekspozycji. Niektóre substancje przy dużym stężeniu par mogą powodować szok wskutek oparzeń chemicznych odsłoniętych fragmentów skóry, górnych dróg oddechowych i płuc.
2. Środki z przewagą działania ogólnotrującego wywołują ostre zakłócenia w procesie wymiany energetycznej, często prowadzące - w ostrej formie - do przypadków śmierci.
3. Środki o działaniu jednocześnie duszącym i ogólnotrującym, głównie tlenki azotu, dwutlenek siarki i fluorowodór wywołują, przy działaniu inhalacyjnym, obrzęk płuc, a w przypadku kontaktu z odkrytą skórą - zakłócają przemianę energetyczną.
4. Środki (trucizny) o działaniu neurotropowym zakłócają funkcjonowanie mechanizmu peryferyjnej regulacji nerwowej.

   Szczególnie takie środki jak dwusiarczek węgla i związki fosforoorganiczne cechują się następującymi właściwościami:

   - wchodzą w procesy syntezy, przechowywania, wydzielania i inaktywacji w szczelinie synaptycznej neuromediatorów;
   - współdziałają z receptorami neuromediatorów;
   - zmieniają przenikliwość kanałów jonowych wzbudzonych błon.
5. Środki o działaniu neurotropowym i duszącym, a głównie powszechnie stosowany amoniak oraz takie środki, jak hydrazyna i dwumetylohydrazyna wywołują, przy inhalacji, toksyczny obrzęk płuc. Następstwem tego zjawiska jest często ciężkie porażenie układu nerwowego.
6. Trucizny metaboliczne, do których zalicza się na przykład tlenek etylenu i dwuchloroetan (dwuchloroetan jest rozpuszczalnikiem w roztworze odkażającym nr 1, powszechnie stosowanym na okrętach marynarki wojennej), posiadają zdolność oddziaływania na procesy przemiany materii w organizmie. Porażeniu ulega szereg narządów i układów, m.in. centralny układ nerwowy, narządy parenchymatyczne[22] i niekiedy układ krwionośny. Toksyczne działanie tych środków początkowo jest niezauważalne (organizm nie reaguje w sposób widoczny), a proces porażenia

[22] Narządy parenchymatyczne - duże narządy wewnętrzne pozbawione jamy np.: wątroba, śledziona - przyp. aut.

przebiega stopniowo. W ciężkich przypadkach kończy się śmiercią (najczęściej po kilku dniach).

7. Środki zakłócające wymianę substancji, w szczególności dioksyna i polichloropochodne benzofuranu[23], działając na organizm przez drogi oddechowe, pokarmowe lub skórę, porażają praktycznie jego wszystkie narządy i układy. Proces chorobowy cechuje się szczególnie wolnym przebiegiem, lecz w konsekwencji często kończy się śmiercią.

Zestawienie grup i rażącego działania wybranych toksycznych środków przemysłowych zawiera tab. 12. W kolumnie 3. przedstawiono toksyczne działanie środków przemysłowych w formie skróconej, natomiast pełniejszą charakterystykę zawiera zał. 11. Duży wpływ na zachowanie się toksycznych środków przemysłowych mają ich właściwości fizyczne, w tym gęstość w stosunku do powietrza. Ogólny podział gazów i par pod tym względem przedstawia tab. 13.

Dla wstępnej oceny zachowania się uwolnionych do atmosfery toksycznych środków przemysłowych duże znaczenie ma znajomość najbardziej istotnych pod tym względem właściwości fizycznych, a w szczególności gęstość względna w stosunku do wody i powietrza oraz rozpuszczalność w wodzie. Wartości wymienionych parametrów najbardziej rozpowszechnionych środków toksycznych zawiera tab. 14. Niezwykle istotne, w przypadku awarii zbiornikowców na morzu /w basenach portowych/, są dane zawarte w kolumnie 4 i 5 oraz 6, ponieważ obrazują zjawiska na granicy faz: woda - gaz /para/.

Kolejnymi charakterystycznymi właściwościami toksycznych środków przemysłowych i innych materiałów chemicznych, mającymi wpływ na zagrożenie środowiska, są wybuchowość i palność. Z pewnością te cechy jakichkolwiek substancji chemicznych nie mają wpływu na sytuację skażeń, lecz są niezmiernie ważne z powodu niebezpieczeństwa, jakie stwarzają podczas prowadzenia akcji ratowniczej. Często w zakładach przemysłowych oprócz środków toksycznych znajdują się znaczne zapasy innych substancji łatwopalnych i wybuchowych, które podczas wielkich zniszczeń lub awarii mogą powodować dodatkowe pożary lub tworzyć duże ilości gazowych substancji toksycznych tzw. trucizn pirotoksycznych. Na przykład produktami spalania tworzyw sztucznych mogą być dioksyny, siarki - ditlenek siarki itp. Większość toksycznych środków przemysłowych cechuje się zagrożeniem pożarowym i posiada klasę wybuchowości. Niebezpieczeństwo pożarowe określa się dla materiałów ciekłych, grupując je w klasy.

[23] Dotyczy związków należących do grupy pochodnych halogenowych węglowodorów aromatycznych - przyp. aut.

Biorąc pod uwagę temperaturę zapłonu[24], można je zakwalifikować do trzech klas niebezpieczeństwa pożarowego:

Klasa I - ciecze łatwo zapalne, o temperaturze zapłonu poniżej 21^0C;

Klasa II - ciecze łatwo zapalne, o temperaturze zapłonu w przedziale 21^0C - 55^0C;

Klasa III - ciecze łatwo zapalne, o temperaturze zapłonu w przedziale 55^0C - 100^0C.

Tabela 12

Charakterystyka rażącego działania wybranych toksycznych środków przemysłowych z podziałem na grupy

Grupa TSP	Rodzaj TSP	Rażące działanie TSP
1	*2*	*3*
Środki z przewagą działania duszącego	Chlor, fosgen, chloropikryna	Porażenie układu oddechowego, obrzęk płuc
Środki z przewagą działania ogólnotrującego	cyjanowodór, tlenek węgla	Blokada enzymów oddechowych, anoksja[25]
Środki o działaniu duszącym i ogólnotrującym	akrylonitryl, kwas azotowy, tlenki azotu, fluorowodór, dwutlenek siarki	Zatrucie przewodu pokarmowego i zakłócenie procesów oddechowych, podrażnienia miejscowe, oparzenia powierzchniowe
Trucizny neurotropowe	disiarczek węgla, czteroetylek ołowiu, związki fosforoorganiczne	Porażenie układu nerwowego
Środki o działaniu duszącym i neurotropowym	amoniak, hydrazyna, dimetylohydrazyna	Porażenie oczu, dróg oddechowych, ośrodkowego układu nerwowego, obrzęk płuc, uremia[26]
Trucizny metaboliczne	dichloroetan, tlenek etylenu	Działanie nekrotyczne[27]
Środki zakłócające wymianę substancji	dioksyna, polichloropochodne benzofuranu	Zaburzenie przemiany materii, układu nerwowego, atrofia[28] tkanki limfoidalnej

Źródło: Opracowanie własne autora na podstawie dostępnej literatury.

[24] Temperatura zapłonu - temperatura, w której prężność par nad lustrem cieczy palnej w otwartym naczyniu odpowiada, co do wartości stężenia, dolnej granicy zapalności mieszaniny tych par z powietrzem - przyp. aut.

[25] Anoksja - niedobór tlenu w tkankach wskutek zaburzeń krążenia krwi lub niedotlenienia; głód tlenowy - przyp. aut.

[26] Uremia - ciężkie zatrucie organizmu produktami przemiany materii, najczęściej wskutek niewydolności nerek; mocznica - przyp. aut.

[27] Nekroza - obumarcie tkanek żywego organizmu, obejmujące niekiedy cały narząd spowodowane różnymi czynnikami zewnętrznymi lub wewnętrznymi, jeśli czas działania przekracza granice odporności tkanki; martwica - przyp. aut.

[28] Atrofia - stopniowe zmniejszanie się rozmiarów organów lub tkanek na skutek zakłóceń w ich odżywianiu, np.: przy zmniejszonym dopływie krwi, długotrwałej bezczynności, czy naruszeniu związku z centralnym układem nerwowym itp.; zanik - przyp. aut.

Tabela 13

Podział gazów i par pod względem ich gęstości w stosunku do powietrza

Gęstość względem powietrza [d_p]	Charakterystyczne zachowanie się w powietrzu	Wybrane toksyczne środki przemysłowe
1	*2*	*3*
$d_p < 0,8$	Gazy (pary) unoszące się	Wodór, metan, amoniak, gaz miejski i wodny, fluorowodór
$0,8 < d_p < 1,2$	Gazy rozchodzące się we wszystkich kierunkach	Acetylen, tlenek węgla, etan, etylen, formaldehyd, cyjanowodór, hydrazyna, siarkowodór
$d_p > 1,2$	Gazy i pary opadające i pełzające wzdłuż podłoża	Gazy o masie cząsteczkowej ponad 32 i pary wszystkich cieczy. Akrylonitryl, chlor, chloropikryna, chlorowodór, fosgen, dwutlenek siarki, dwusiarczek węgla, tlenek etylenu

Źródło: Opracowanie własne autora na podstawie kart identyfikacyjnych substancji niebezpiecznych.

Przedstawiony podział nie uwzględnia innych materiałów, niż ciekłe materiały zapalne tj. nie uwzględnia gazów palnych, stałych materiałów zapalnych, materiałów wybuchowych i utleniających, nadtlenków organicznych itp. W związku z powyższym wszystkie materiały, w tym nie objęte żadną klasą, a stanowiące zagrożenie pożarowe, zostały zaliczone do określonej kategorii niebezpieczeństwa pożarowego.

Tabela 14

Niektóre właściwości fizyczne najbardziej rozpowszechnionych toksycznych środków przemysłowych

Nazwa toksycznego środka przemysłowego	Stan skupienia	Zapach	Gęstość względna w odniesieniu do		Rozpuszczalność w wodzie	Resorpcja przez skórę
			wody	powietrza		
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
Akrylonitryl	ciecz	ostry, eteryczny	0,8	1,83	7,3 g · cm^{-3}	tak
Amoniak	gaz	ostry, drażniący	0,77	0,59	bardzo dobra	
Chlor	gaz	ostry, gryzący	1,59	2,45	dobra	
Chloropikryna	ciecz	ostry, drażniący	1,66	2,68	nierozp.	tak

1	2	3	4	5	6	7
Chlorowodór	gaz	ostry, drażniący		1,27	bardzo dobra	
Cyjanowodór	ciecz	gorzkich migdałów	0,69	0,9	nierozp.	tak
Ditlenek siarki	gaz	ostry, przenikliwy	1,46	2,26	394 $cm^3 \cdot dm^{-3}$	
Disiarczek węgla	ciecz	aromatyczny słodkawy	1,26	2,63	nierozp.	tak
Fluorowodór	gaz	ostry, drażniący	0,987	0,71	bardzo dobra	
Fosgen	gaz	stęchłego siana	1,4	3,4	słaba	
Hydrazyna	ciecz		1,01	1,11	dobra	
Kwas azotowy	ciecz	ostry	1,15÷1,54	2,18	bardzo dobra	
Kwas siarkowy	ciecz	ostry	1.84	3,39	bardzo dobra	
Tlenek etylenu	gaz	drażniący	0,89	2,52	bardzo dobra	
Tlenek węgla	gaz	bez zapachu		0,97	dobra	

Źródło: Opracowanie własne autora na podstawie podręczników z chemii organicznej i nieorganicznej.

Poszczególne kategorie grupują następujące materiały:

I kategoria niebezpieczeństwa pożarowego:

- gazy palne, których dolna granica zapalności jest mniejsza niż 10% objętości w mieszaninie z powietrzem;
- ciecze łatwo zapalne o temperaturze zapłonu do 21°C;
- palne substancje utleniające, których temperatura rozkładu jest niższa niż 21°C;
- ciała stałe, które w zetknięciu z wodą lub wilgocią wytwarzają gazy zapalne;
- substancje zapalające się w powietrzu samorzutnie;
- materiały wybuchowe i pirotechniczne;
- ciała stałe jednorodne o temperaturze samozapalenia poniżej 200°C.

II kategoria niebezpieczeństwa pożarowego:

- gazy palne, których dolna granica zapalności w mieszaninie z powietrzem jest mniejsza niż 10% objętości;

- ciecze łatwo zapalne o temperaturze zapłonu powyżej 21^0C, lecz nie więcej niż 55^0C;

- palne substancje utleniające, których temperatura rozkładu zawarta jest w przedziale 21°C ÷ 55°C;

- ciała stałe rozdrobnione (pyły), których dolna granica wybuchowości w mieszaninie z powietrzem jest nie większa niż 65 g · m^{-3};

- ciała stałe jednorodne o temperaturze samozapalenia powyżej 200^0C, lecz nie więcej niż 250°C.

III kategoria niebezpieczeństwa pożarowego:

- ciecze łatwo zapalne o temperaturze zapłonu powyżej 55°C, lecz nie więcej niż 100°C;

- palne substancje utleniające, których temperatura rozkładu jest wyższa od 55°C;

- palne substancje stałe niejednorodne, w postaci ułatwiającej zapalenie tj. w stanie rozdrobnionym;

- palne substancje stałe jednorodne o temperaturze samozapalenia powyżej 250°C, lecz nie więcej niż 400°C.

Ponadto wszystkie materiały, które z powietrzem tworzą mieszaniny wybuchowe, zostały podzielone na grupy, w zależności od ich temperatury samozapalenia[29].

Podział materiałów w zależności od temperatury samozapalenia zawiera tab. 15.

Tabela 15

Podział materiałów ze względu na temperaturę samozapalenia

Grupa	Temperatura samozapalenia [^{0}C]
1	*2*
T 1	ponad 450
T 2	300 - 450
T 3	200 - 300
T 4	135 - 200
T 5	100 - 135
T 6	85 - 100

Źródło: Zob.: Toksyczne środki przemysłowe, MON, Warszawa 1993.

[29] Temperatura samozapalenia – jest to najniższa temperatura, w której materiał palny ulega zapaleniu bez dodatkowego bodźca energetycznego (płomienia, iskry itp.). Inaczej zwana temperaturą zapłonienia - przyp. aut.

Dodatkowo palne gazy i pary mają określoną klasę wybuchowości. Klasę tę określa się na podstawie wielkości prześwitu szczeliny gaszącej płomień.

Podział palnych gazów i par na klasy wybuchowości zawiera tab. 16.

Tabela 16

Klasy wybuchowości palnych gazów i par

Klasa wybuchowości	Prześwit [mm] przy długości szczeliny 35 mm	Typowy gaz
1	*2*	*3*
I	powyżej 1,0	metan
II A	powyżej 0,9	propan
II B	0,9 - 0,5	etylen
II C	poniżej 0,5	wodór, acetylen

Źródło: Toksyczne środki przemysłowe, MON, Warszawa 1993

Do gazów palnych zalicza się te gazy, które tworzą mieszaniny wybuchowe z powietrzem w dowolnych temperaturach. Natomiast do par cieczy łatwo zapalnych tworzących z powietrzem mieszaniny wybuchowe, te ciecze, które mają temperaturę zapłonu do 55°C (I i II klasy niebezpieczeństwa pożarowego) lub, jeżeli ich temperatura zapłonu jest wyższa niż 55°C i zostaną podgrzane powyżej tej granicy.

Dla pełnego zobrazowania tego problemu warto zaznaczyć, że wszystkie toksyczne środki przemysłowe można, pod względem zapalności, podzielić na trzy grupy:

- *niepalne* - są to substancje, które nie ulegają zapaleniu się w atmosferze do temperatury 900^{0}C np.: chlor, chloropikryna, dioksyna, dwutlenek siarki, fluorowodór, fosgen, kwas siarkowy, tlenek węgla itp.;

Jednakże część substancji niepalnych może ulegać rozkładowi termicznemu w niższej temperaturze, powodując wydzielanie się łatwopalnych par (stwarzają zagrożenie pożarowe). Do tych substancji można zaliczyć:

- utleniacze np.: chlor, kwas azotowy itp.;
- wydzielające produkty palne w reakcji z metalami, wodą i innymi substancjami np.: fluorowodór;
- gazy sprężone i skroplone, które podgrzane w zamkniętych zbiornikach powodują znaczne podwyższenie ciśnienia np.: dwutlenek siarki, tlenek węgla i inne;
- związki chemiczne, które poprzez podgrzanie, tarcie lub detonację są zdolne do wybuchowego przekształcenia się bez udziału tlenu z powietrza np.: chloropikryna;

- *trudnopalne* - są to substancje, które palą się przy kontakcie ze źródłem ognia, lecz po jego usunięciu, nie palą się samodzielnie np.: amoniak skroplony, cyjanowodór itp.;

- *palne* - są to substancje posiadające właściwości samozapłonu lub zapalające się od źródła ognia i zdolne do samodzielnego palenia po jego usunięciu np.: akrylonitryl, amoniak gazowy, czteroetylek ołowiu, dwuchloroetan, dwumetylohydrazyna, dwusiarczek węgla, hydrazyna itp.Charakterystykę zagrożenia wybuchowego i pożarowego najczęściej stosowanych toksycznych środków przemysłowych zawiera zał. 12.

Przedstawiona powyżej, bardzo szczegółowa charakterystyka toksycznych środków przemysłowych pod względem ilościowym i jakościowym oraz dokładne zobrazowanie rozmieszczenia zbiorników, stanowi podstawę do rozwiązania kolejnego problemu naukowego. Jego istota polega na określeniu skali zagrożenia załóg jednostek pływających i nadbrzeżnych Marynarki Wojennej RP, głównie portów wojennych, w przypadku niezamierzonego lub celowego zniszczenia dowolnych obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi (zbiorników stacjonarnych oraz przewożonych transportem kolejowym, kołowym i morskim). Szczególne znaczenie w ogólnym obrazie będzie miało z pewnością zagrożenie w portach morskich, będących miejscami stałego bazowania okrętów i pomocniczych jednostek pływających oraz na redach portów i akwenach przybrzeżnych, głównie w pobliżu rejonów działalności bojowej okrętów i innych jednostek pływających.

2.1.3. Ocena przewidywanego zagrożenia

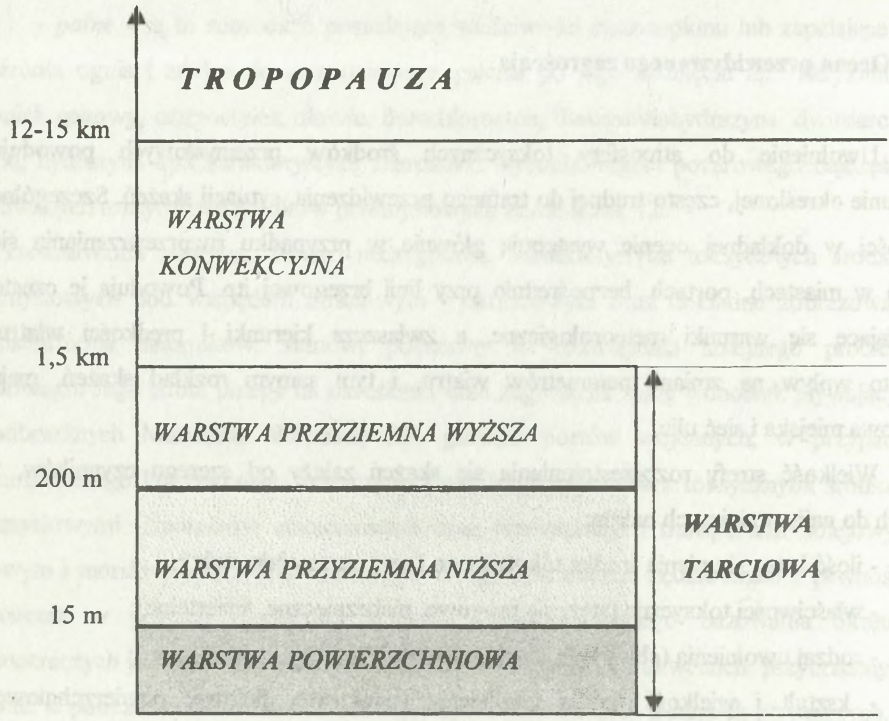
Uwolnienie do atmosfery toksycznych środków przemysłowych powoduje powstanie określonej, często trudnej do trafnego przewidzenia, sytuacji skażeń. Szczególne trudności w dokładnej ocenie występują głównie w przypadku rozprzestrzeniania się skażeń w miastach, portach, bezpośrednio przy linii brzegowej itp. Powodują je często zmieniające się warunki meteorologiczne, a zwłaszcza kierunki i prędkości wiatru. Ponadto wpływ na zmianę parametrów wiatru, i tym samym rozkład skażeń, mają zabudowa miejska i sieć ulic.

Wielkość strefy rozprzestrzeniania się skażeń zależy od szeregu czynników, z których do najistotniejszych należą:

- ilość i stan skupienia środka toksycznego (gaz, ciecz, ciało stałe);
- właściwości toksyczne (stężenie progowe, niebezpieczne, śmiertelne);
- rodzaj uwolnienia (chwilowe, ciągłe, pośrednie);
- kształt i wielkość źródła uwolnienia (punktowe, liniowe, powierzchniowe, objętościowe);
- warunki meteorologiczne (stan pionowej stateczności powietrza, prędkość wiatru, temperatura powietrza itp.);
- warunki orograficzne.

Nietrudno zauważyć, że duże znaczenie dla sposobu zachowania się par toksycznego środka przemysłowego mają warunki meteorologiczne, zwłaszcza w przyziemnej warstwie atmosfery. Strukturę warstwy powietrza atmosferycznego przy powierzchni ziemi (w troposferze) przedstawia rys. 2.

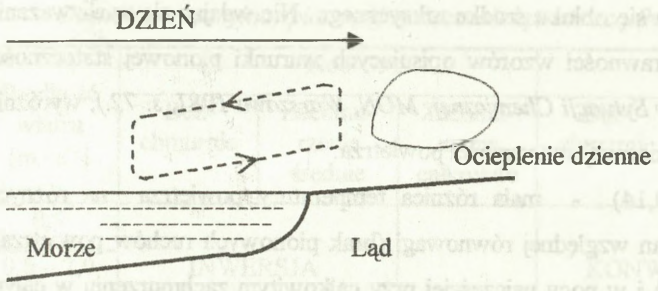
W związku z tym, że zasadnicza masa uwolnionych środków toksycznych przemieszcza się w warstwie powietrza do 200 metrów nad powierzchnią ziemi, przestrzeń ta wymaga szczegółowej oceny pod kątem pionowej stateczności powietrza, prędkości i kierunku wiatru oraz temperatury podłoża (gleby, wody) i powietrza. Ta warstwa atmosfery charakteryzuje się występowaniem turbulencji termicznej i dynamicznej.



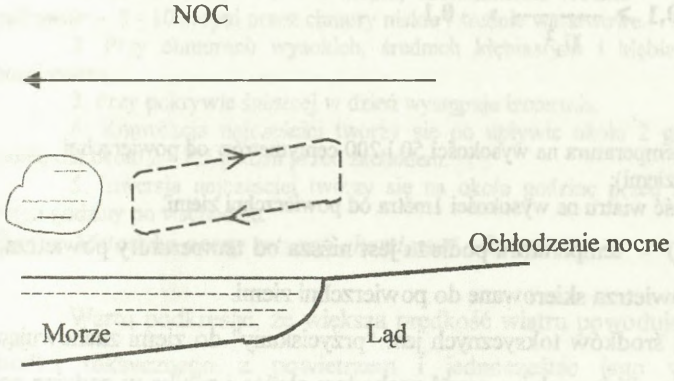
Rys. 2. Struktura atmosfery w warstwie przyziemnej

Turbulencja termiczna powodowana jest pionowym gradientem temperatury, który z kolei ma bezpośredni wpływ na różnice w gęstości powietrza. Zjawisko takie jest charakterystyczne dla strefy nadbrzeżnej, w postaci bryzy (morskiej i lądowej)[30]. Ten rodzaj wiatru przedstawiają rysunki 3 i 4.

[30] Bryza - wiatr powstający na skutek niejednakowego nagrzania się lądu i morza. Zmienia kierunek dwa razy w ciągu doby - w dzień wieje od morza w stronę lądu, w nocy - odwrotnie. Występuje także wzdłuż brzegów dużych jezior i wielkich rzek - przyp.aut.



Rys. 3. Bryza morska



Rys. 4. Bryza brzegowa (lądowa)

Turbulencja dynamiczna powstaje na skutek oddziaływania na ruch powietrza powierzchni ziemi wraz z jej ukształtowaniem, pokryciem, zabudową itp. Wraz ze wzrostem wysokości, prędkość wiatru wzrasta wykładniczo (przy powierzchni ziemi maleje do zera), według wzoru:

$$V = V_1 \cdot \left| \frac{Z}{Z_1} \right|^n$$

gdzie:

V_1 - prędkość wiatru na wysokości Z_1;

n - wykładnik meteorologiczny zależny od wartości kryterium dynamicznego (pionowej stateczności powietrza).

Pionowa stateczność powietrza w przyziemnej warstwie atmosfery ma duży wpływ na zasięg rozprzestrzeniania się obłoku środka toksycznego. Nie wdając się w rozważania na temat zasadności i poprawności wzorów opisujących warunki pionowej stateczności powietrza (*Metodyka Oceny Sytuacji Chemicznej, MON, Warszawa 1981, s. 72.)*, wyróżnia się trzy następujące stany pionowej stateczności powietrza:

- *izotermia* (n = 0,14) - mała różnica temperatury powietrza na różnych wysokościach powoduje stan względnej równowagi (brak pionowych ruchów powietrza). Stan ten występuje w dzień i w nocy najczęściej przy całkowitym zachmurzeniu w całym zakresie prędkości wiatru.

Izotermię można opisać wzorem:

$$0{,}1 > \frac{\Delta t}{U_1^2} > -0{,}1$$

gdzie:

$\Delta t = t_{50} - t_{200}$ (temperatura na wysokości 50 i 200 centymetrów od powierzchni ziemi);

U_1 - prędkość wiatru na wysokości 1metra od powierzchni ziemi.

- *inwersja* (n = 0,7) - temperatura podłoża jest niższa od temperatury powietrza, co powoduje słabe ruchy powietrza skierowane do powierzchni ziemi.

W takich warunkach obłok środków toksycznych jest "przyciskany" do ziemi zachowując wysokie stężenie. Występuje około godzinę przed zachodem słońca i zanika w godzinę po wschodzie słońca, przy prędkości wiatru do 4 metrów na sekundę.

Inwersję opisuje wzór (oznaczenia symboli jak przy izotermii):

$$\frac{\Delta t}{U_1^2} < -0{,}1$$

- *konwekcja* (n = 0,05) - temperatura podłoża jest wyższa od temperatury powietrza, co powoduje, że nagrzane powietrze przy powierzchni ziemi unosi się do góry wywołując silną turbulencję w atmosferze. Zasięg skażeń w tych warunkach jest niewielki.

Konwekcję wyraża się wzorem (oznaczenia symboli jak przy izotermii):

$$\frac{\Delta t}{U_1^2} > +0{,}1$$

Trzy stany pionowej stateczności powietrza można ująć graficznie, w postaci przedstawionej w tab. 17.

Tabela 17

Ocena (orientacyjna) pionowej stateczności powietrza (bez pokrywy śnieżnej)

<table>
<tr><td rowspan="2">Prędkość wiatru [m · s^{-1}]</td><td colspan="3">Noc</td><td colspan="3">Dzień</td></tr>
<tr><td>Bez-chmurnie</td><td>Zachmu-rzenie średnie</td><td>Zachmu-rzenie całkowite</td><td>Bez-chmurnie</td><td>Zachmu-rzenie średnie</td><td>Zachmu-rzenie całkowite</td></tr>
<tr><td>0,5</td><td colspan="3" rowspan="3">INWERSJA</td><td colspan="3" rowspan="3">KONWEKCJA</td></tr>
<tr><td>0,6 – 2,0</td></tr>
<tr><td>2,1 - 4,0</td></tr>
<tr><td>ponad 4,0</td><td colspan="3">IZOTERMIA</td><td colspan="3">IZOTERMIA</td></tr>
</table>

Uwagi do tablicy:

1. Bezchmurnie - 0 - 2 stopni, zachmurzenie średnie - 3 - 7 stopni, zachmurzenie całkowite - 8 - 10 stopni przez chmury niskie i średnie warstwowe.
2. Przy chmurach wysokich, średnich kłębiastych i kłębiastych pogodę uznaje się za bezchmurną.
3. Przy pokrywie śnieżnej w dzień występuje izotermia.
4. Konwekcja najczęściej tworzy się po upływie około 2 godzin po wschodzie słońca i zanika na około 2 - 2,5 godzin przed zachodem.
5. Inwersja najczęściej tworzy się na około godzinę przed zachodem słońca i zanika w ciągu godziny po wschodzie.

Źródło: Metodyka oceny sytuacji chemicznej...dz. cyt.

Warto podkreślić, że większa prędkość wiatru powoduje szybsze mieszanie się par środka toksycznego z powietrzem i jednocześnie jego większe rozproszenie. W konsekwencji zasięg obłoku skażonego powietrza o stężeniu niebezpiecznym jest niewielki. Takie rozproszenie obłoku powoduje również konwekcja, która przy dużych wartościach może doprowadzić do całkowitego "oderwania się" środka toksycznego od ziemi.

Jak już stwierdzono wcześniej, o kierunku przemieszczania się obłoku skażonego powietrza decyduje wiatr w przyziemnej warstwie atmosfery. Dla celów prognostycznych i szybkiej oceny skali zagrożenia w momencie awarii można, na podstawie wieloletnich pomiarów, wcześniej opracować zestawienia (w formie tabelarycznej lub graficznej) średnich wartości kierunków oraz prędkości wiatru.

W praktyce stosuje się następujące metody przedstawiania uśrednionych kierunków wiatru:

- według 4, 8, lub 16 kierunków świata;
- dla poszczególnych miesięcy, kwartałów (pór roku) półroczne lub średnie roczne.

Gdy do róży wiatrów dołączy się, dla określonych przedziałów czasu, średnie prędkości wiatru, to powstanie obraz spodziewanego (przewidywanego, prognozowanego) obszaru rozprzestrzeniania się obłoku środka toksycznego. Dla potrzeb rozwiązania niniejszego problemu badawczego przyjęto metodę kołową, obrazującą możliwe największe zasięgi rozprzestrzeniania się obłoku.

Podobnie duży wpływ na zasięg skażeń ma temperatura powietrza, szczególnie w odniesieniu do cieczy niskowrzących. Wzrost temperatury powoduje zwiększenie ilości odparowanej masy środka toksycznego, tym samym zwiększeniu ulega zasięg rozprzestrzeniania się obłoku o dużym stężeniu. Natomiast przy temperaturze powietrza mniejszej od temperatury parowania określonego środka toksycznego zasięg jest niewielki. Zjawiska atmosferyczne takie jak opady deszczu czy śniegu powodują wytrącanie środka toksycznego z powietrza, zwiększając stężenie w miejscu opadów. Jednocześnie w znacznym stopniu wpływają na zmniejszenie zasięgu skażeń.

Bałtyk leży w strefie umiarkowanej (wpływ Niżu Islandzkiego i Wyżu Azorskiego) z wpływami klimatu kontynentalnego (silny sezonowy Wyż Azjatycki). W zimie temperatura wód powierzchniowych osiąga wartości od 0°C na północy do 2°C na południu. Na południowym Bałtyku tworzy się w tych warunkach lód przybrzeżny. Latem wody powierzchniowe ogrzewają się do 10°C na północy, a do 18°C na południu.

Gęstość wody powierzchniowej południowego Bałtyku jest największa zimą: 1,0056 ÷ 1,01118, a najmniejsza latem: 1,0040 ÷ 1,0085. Barwa wody w pobliżu brzegu i ujść rzecznych jest zielona z odcieniem brązowo - żółtym. W ciepłym okresie roku barwa wody jest żółto - zielona, a w okresie chłodnym - zielona z sinym odcieniem. Średnie zasolenie wód powierzchniowych wynosi 7,8‰, a ich średnia temperatura 9,5°C, przy amplitudzie rocznej 22°C.

Przybrzeżne fale wiatrowe u polskich wybrzeży osiągają wysokość 0,8 m, długość 15 m, okres 3,5 s, stromość 6° i prędkość 4,5 m · s^{-1}. Kierunek falowania - głównie z zachodu. Stan morza południowego Bałtyku waha się od 0 do 5. Podczas silnych wiatrów (powyżej 8 ÷ 9°B z kierunków zachodnich i północnych) stan morza wynosi maksymalnie 7 ÷ 8. Wiosną w 60 ÷ 70% stan morza nie przekracza 3, w 30 ÷ 40% - 4 ÷ 5, a tylko maksimum w 3 ÷ 6% stan morza osiąga wartość powyżej 6. Latem w 70 ÷ 85% stany morza nie przekraczają 3, w 10 ÷ 15% - 4 ÷ 5 i w 4 ÷ 7% stan morza wynosi 6 i więcej. Jesienią i zimą stany morza 4 ÷ 5 i powyżej 6 są dwukrotnie częstsze.

Rozkład ciśnienia, od którego zależy układ wiatrów, jest nad Bałtykiem południowym bardzo zmienny. Zmienność ta jest wywołana częstszym przechodzeniem

depresji barometrycznej. Stwierdza się, że zimą i latem wyższe wartości występują w części południowej, niż w północnej. Taki rozkład ciśnienia powoduje, że na Bałtyku południowym przeważają wiatry południowo - zachodnie, zachodnie i północno - zachodnie. Siła wiatru jest zależna od gradientu ciśnienia, dlatego wiosną i zimą częstotliwość silnych wiatrów jest większa. Przeciętna siła wiatru na otwartym morzu jest latem mniejsza, a zimą większa. Najwięcej sztormów przypada na miesiące styczeń, luty, listopad i grudzień, najmniej od maja do sierpnia. Prawie we wszystkich miesiącach najczęstszymi są sztormy zachodnie. Południowo - zachodnie sztormy przypadają w czasie zimnych, natomiast północno - zachodnie w czasie ciepłych miesięcy. Najrzadziej obserwuje się sztormy w maju, przychodzą one w tym miesiącu przeważnie z kierunków północno - wschodnich. (Częstotliwość występowania mgieł na wybrzeżu polskim jest największa w miesiącach zimowych).

Temperatura powietrza jest najwyższa w lipcu i sierpniu, natomiast najniższa w lutym. Różnica temperatur lata i zimy wzrasta ku wschodowi. Przeciętna dobowa amplituda temperatury wynosi latem od 7^0C do 10^0C, zimą - 3 ÷ 5^0C. Przeciętna temperatura powierza na wybrzeżu południowym ma następujące przybliżone wartości: w styczniu -0,4^0C, w lutym -1,6^0C, w marcu -1,2^0C, w kwietniu +5,2^0C, w maju +10^0C, w czerwcu +14,5^0C, w lipcu +17^0C, w sierpniu +16,8^0C, we wrześniu +13,5^0C, w październiku +9,2^0C, w listopadzie +4,2^0 C i w grudniu +1,7^0C.

Zachmurzenie w obszarze Bałtyku Południowego kształtuje się następująco: od marca do września niebo jest przeciętnie w 6/10 zachmurzone, w maju i czerwcu występuje najmniejsze zachmurzenie, w pozostałych miesiącach wynosi 7/10, a w grudniu nawet 8/10. Najwięcej dni słonecznych występuje w miesiącach letnich: od maja do sierpnia, najmniej w lutym i grudniu.

Opady na Bałtyku południowym kształtują się w ciągu roku na poziomie średnio około 500 ÷ 600 mm. Największa ilość opadów w ciągu roku przypada na lato (lipiec, sierpień), jednak największa częstotliwość przypada na miesiące grudzień i styczeń. Oznacza to, że natężenie opadów jest większe latem niż zimą. Luty i marzec są miesiącami najuboższymi w opady atmosferyczne. Śnieg pada częściej we wschodnim rejonie wybrzeża niż zachodnim. Najbardziej obfitujący w opady śnieżne jest styczeń.

Bałtyk południowy i pobrzeże charakteryzuje się dużą zmiennością warunków meteorologicznych związanych ze zmianą pór roku. Dotyczy to głównie prędkości wiatrów, temperatury powietrza w cyklu dobowym i falowania morza. Można przyjąć, że o ile średnie kierunki wiatru (SW, W, NW) sprzyjają rozprzestrzenianiu się par i aerozoli

środków toksycznych, o tyle ich duża prędkość i zmienność temperatury powietrza raczej możliwość tę ograniczają. Warunki te również są niesprzyjające dla zachowania trwałości skażeń w powietrzu i na powierzchniach (na lądzie, okrętach itp.). W strefie przybrzeżnej wahania temperatury podłoża (woda, ląd) i powietrza powodują ciągłą zmienność pionowej stateczności powietrza, co ogranicza stabilność skażeń objętościowych. Wybrane dane klimatyczne Gdyni, Helu i Świnoujścia zawierają zał. 13/1, 13/2 i 13/3.

Znaczący wpływ na rozprzestrzenianie się skażeń mają warunki orograficzne. Największy zasięg obłok skażonego powietrza osiąga na akwenach morskich oraz w terenie równinnym, bez pokrycia (zabudowy). Natomiast w terenie pagórkowatym każde 100 metrów wzniesienia zmniejsza go o 1,5 kilometra. Zagłębienia i wąwozy sprzyjają tworzeniu się w nich zastojów środka toksycznego, wpływając ujemnie na zasięg skażeń. Takie zjawisko jest szczególnie wyraźne w przypadku toksycznych środków przemysłowych o gęstości znacznie większej od gęstości powietrza np. chloru (gęstość względna chloru w odniesieniu do powietrza wynosi - 2,45[31]) . Zastoje środków toksycznych tworzą się również w terenie gęsto zabudowanym i w lasach. Można przyjąć, że każdy kilometr lasu na drodze przemieszczania się skażeń zmniejsza zasięg par o 3,5 kilometra. W miastach, w przypadku niewielkiego zasięgu skażeń, może on ulec zmniejszeniu w niewielkim stopniu (do około 2 razy). Zjawisko rozprzestrzeniania się gazów i lotnych toksycznych środków przemysłowych w miastach jest trudne do zobrazowania. Szczególny wpływ na stężenie i kierunek przemieszczania obłoku środka toksycznego mają system zabudowy miejskiej oraz układ ulic w stosunku do kierunku wiatru i źródła zagrożenia (emisji środka toksycznego).

W warunkach morskich, na akwenach otwartych i w basenach portowych niektóre środki toksyczne (np. chlor) mogą być pochłaniane z powietrza i rozpuszczane[32], co wpłynie na zmniejszenie zasięgu, który w porównaniu z lądem, osiąga znacznie większe wartości.

W celu określenia skutków zniszczenia (awarii) i wielkości zagrożenia, istnieje potrzeba dokonania kompleksowej oceny całego obszaru objętego skażeniem. Aby spełnić te wymagania, należy scharakteryzować go pod względem skali, stopnia i trwałości skażenia.

Zakres charakterystyki z reguły powinien obejmować:

- pod względem skali skażenia:

---

[31] Por.: tab. 14.
[32] j. w.

- promień i powierzchnię rejonu zniszczenia (awarii);
- zasięg i powierzchnię strefy niebezpiecznej w terenie i na akwenie;
- zasięg i powierzchnię strefy rozprzestrzeniania się obłoku pierwotnego i wtórnego skażonego powietrza;

- pod względem stopnia skażenia:
  - straty w ludziach na całym obszarze skażenia;
  - liczby skażonych obiektów, sprzętu itp.;
- pod względem trwałości skażenia - wartość liczbowa czasu trwania stężenia niebezpiecznego, zarówno w rejonie zniszczenia, jak i w strefach rozprzestrzeniania się, w różnych odległościach od źródła emisji (miejsca awarii) środka toksycznego.

Wymienione wyżej parametry są wartościami zmiennymi, zależnymi od wielu czynników.

Należą do nich głównie:

- rodzaj i ilość uwolnionego toksycznego środka przemysłowego;
- zakres zniszczenia awarii), z czym jest związany sposób uwolnienia środka toksycznego;
- warunki meteorologiczne w przyziemnej warstwie atmosfery w chwili i miejscu zniszczenia (awarii);
- rzeźba i pokrycie terenu - w przypadku zniszczenia (awarii) na lądzie.

Cały obszar objęty skażeniem ocenia się według ustaleń zawartych w "Metodyce oceny sytuacji chemicznej po skażeniach toksycznymi środkami przemysłowymi" (sygn. OPChem. 376/92). Zgodnie z wyżej wymienioną metodyką rejon zniszczenia (awarii) wyznacza promień R_a, który zależy od rodzaju uwolnionego środka przemysłowego, warunków przechowywania i skali zniszczenia (awarii).

Przyjmuje się następujące wartości promienia R_a:

- 0,5 km - dla skroplonych gazów lotnych i lotnych ciekłych toksycznych środków przemysłowych przechowywanych w zbiornikach o pojemności (wyrażoną masą) do 100 Mg;
- 1,0 km - dla skroplonych gazów lotnych i lotnych ciekłych toksycznych środków przemysłowych przechowywanych w zbiornikach o pojemności (wyrażoną masą) powyżej 100 Mg;

- 0,2 ÷ 0,3 km - dla ciekłych środków toksycznych o wysokiej temperaturze wrzenia, przechowywanych w zbiornikach o pojemności (wyrażoną masą) do 100 Mg (dla zbiorników o większej pojemności R_a przyjmuje stałą wartość 0,5 kilometra).

W przypadku pożaru obiektu zniszczenia (awarii) z toksycznym środkiem przemysłowym, promień rejonu zniszczenia (awarii) zwiększa się 1,5 ÷ 2 razy. Jest to spowodowane prawdopodobieństwem wycieku znacznej ilości środka i możliwością rozprysków na większe odległości.

Zasięg i powierzchnia strefy niebezpiecznej ze względu na skażenie terenu (obiektów) i akwenu poza granicami rejonu zniszczenia (awarii) określa się w przypadku wycieku dioksyny[33], która w zakładach Wybrzeża nie występuje i tym samym nie podlega rozpatrzeniu pod tym względem.

Najbardziej istotny wpływ na skalę zagrożenia ma obszar (strefy) rozprzestrzeniania się środków toksycznych poza rejonem zniszczenia (awarii).
Obszar ten, ze względu na rodzaj obłoku, można podzielić na dwie strefy:

- rozprzestrzeniania się obłoku pierwotnego;
- rozprzestrzeniania się obłoku wtórnego.

Strefy są ograniczone izolinią średnich wartości progowych dawki ekspozycyjnej.
Obłok pierwotny stanowi tę część środka toksycznego, która się uwolniła w sposób gwałtowny i odparowała w bardzo krótkim czasie (kilku minut) na skutek różnicy prężności par uwalniającego się środka a ciśnieniem atmosferycznym.

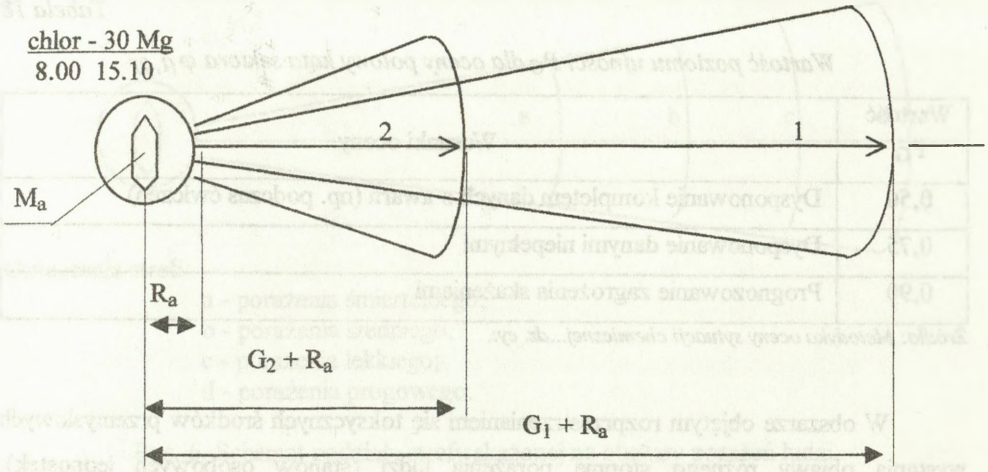
Obłok wtórny powstaje wskutek parowania, a następnie przemieszczenia się z wiatrem par środka toksycznego z rejonu zniszczenia (awarii). Czas występowania obłoku wtórnego jest ograniczony czasem wyparowania środka toksycznego z miejsca zniszczenia (rozlewiska). Proces parowania początkowo gwałtowny, z czasem przechodzi w okres odparowania zależnego od właściwości fizycznych środka, jego ilości i warunków meteorologicznych.

Zasięgi obłoków osiągają wartość od kilku do kilkudziesięciu kilometrów. Są one uzależnione od wielu czynników, a mianowicie: ilości środka toksycznego, wielkości i sposobu wycieku (uwolnienia) oraz warunków meteorologicznych i orografii.

---

[33] Dioksyna - to grupa związków, w skład której wchodzą polichloro- i polibromopochodne dibenzo-p-dioksyny i dibenzofuranu. W zależności od liczby atomów chloru i miejsca ich podstawienia wyróżnia się 75 izomerów polichlorowanych dibenzodioksyn (PCDD) oraz 135 izomerów polichlorowanych dibenzofuranów (PCDF). Największą toksyczność wykazuje izomer 2,3,7,8 –TCDD, jego LD_{50} wynosi 1μg na kg masy ciała - przyp. aut.

Przykład graficznego zobrazowania stref skażeń toksycznymi środkami przemysłowymi przedstawia rys. 5.



Oznaczenia:

M_a - miejsce zniszczenia (awarii);
R_a - rejon zniszczenia (awarii);
$G_1 + R_a$ - zasięg obłoku pierwotnego środka toksycznego (1);
$G_2 + R_a$ - zasięg obłoku wtórnego środka toksycznego (2);

Rys. 5. Schemat graficznego zobrazowania rozmiarów zasięgu obłoków toksycznego środka przemysłowego

Powierzchnie stref można również obliczyć korzystając ze wzoru:

$$S_{(1,2)} = \frac{(G_{(1,2)} + R_a)^2 \cdot \varphi_{(1,2)}}{60}$$

gdzie:

$S_{(1,2)}$ - powierzchnia rozprzestrzeniania się obłoku (pierwotnego, wtórnego) środka toksycznego [km^2];
$G_{(1,2)}$ - zasięg rozprzestrzeniania się obłoku (pierwotnego, wtórnego) środka toksycznego [km];
R_a - promień rejonu zniszczenia (awarii) [km];
$\varphi_{(1,2)}$ - połowa kąta sektora, w granicach którego istnieje prawdopodobieństwo rozprzestrzeniania się obłoku pierwotnego (wtórnego) środka toksycznego z określonym poziomem ufności [stopnie].

Parametr φ przyjmuje wartość zależną od pionowej stateczności powietrza (kryterium dynamicznego), czasu parowania i poziomu ufności P_G.

Typowe wartości P_G zawiera tab. 18.

Tabela 18

Wartość poziomu ufności P_G dla oceny połowy kąta sektora φ (1, 2)

Wartość P_G	Warunki oceny
0,50	Dysponowanie kompletem danych o awarii (np. podczas ćwiczeń)
0,75	Dysponowanie danymi niepełnymi
0,90	Prognozowanie zagrożenia skażeniami

Źródło: Metodyka oceny sytuacji chemicznej...dz. cyt.

W obszarze objętym rozprzestrzenianiem się toksycznych środków przemysłowych wystąpią objawy różnego stopnia porażenia ludzi (stanów osobowych jednostek). Wielkość strat zależy głównie od stanu posiadania masek przeciwgazowych izolacyjnych (czas ochronnego działania masek przeciwgazowych filtracyjnych w stosunku do tych środków jest ograniczony). Tę zależność ilustruje tab. 19.

Tabela 19

Prawdopodobne straty w ludziach w rejonie zniszczenia (awarii)

Toksyczny środek przemysłowy	Wyposażenie stanów osobowych w maski przeciwgazowe izolacyjne [%]				
	0	25	50	75	100
Wszystkie TSP wymienione w pracy	do 100	70	50	30	do 10*

Uwaga: * *- wykazane straty mogą wystąpić na skutek niesprawności masek przeciwgazowych i opóźnień w przekazywaniu sygnałów alarmowych.*

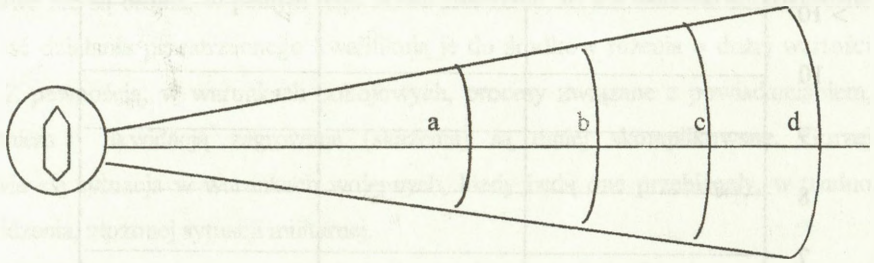
Źródło: Metodyka oceny sytuacji chemicznej...dz. cyt.

W celu zobrazowania możliwych strat, w strefie rozprzestrzeniania się par (aerozolu) środka toksycznego wyróżnia się cztery następujące obszary:

- porażenia śmiertelnego - śmierć porażonych następuje w różnym czasie od chwili skażenia;
- porażenia średniego - porażeni wymagają hospitalizacji (ponad 2-3 doby);
- porażenia lekkiego - wymagana jest krótkotrwała hospitalizacja lub leczenie ambulatoryjne;

- porażenia progowego - porażeni odczuwają słabe objawy zatrucia.

Schemat podziału strefy na cztery obszary porażeń przedstawia rys. 6.



Oznaczenia stref:

a - porażenia śmiertelnego;
b - porażenia średniego;
c - porażenia lekkiego;
d - porażenia progowego.

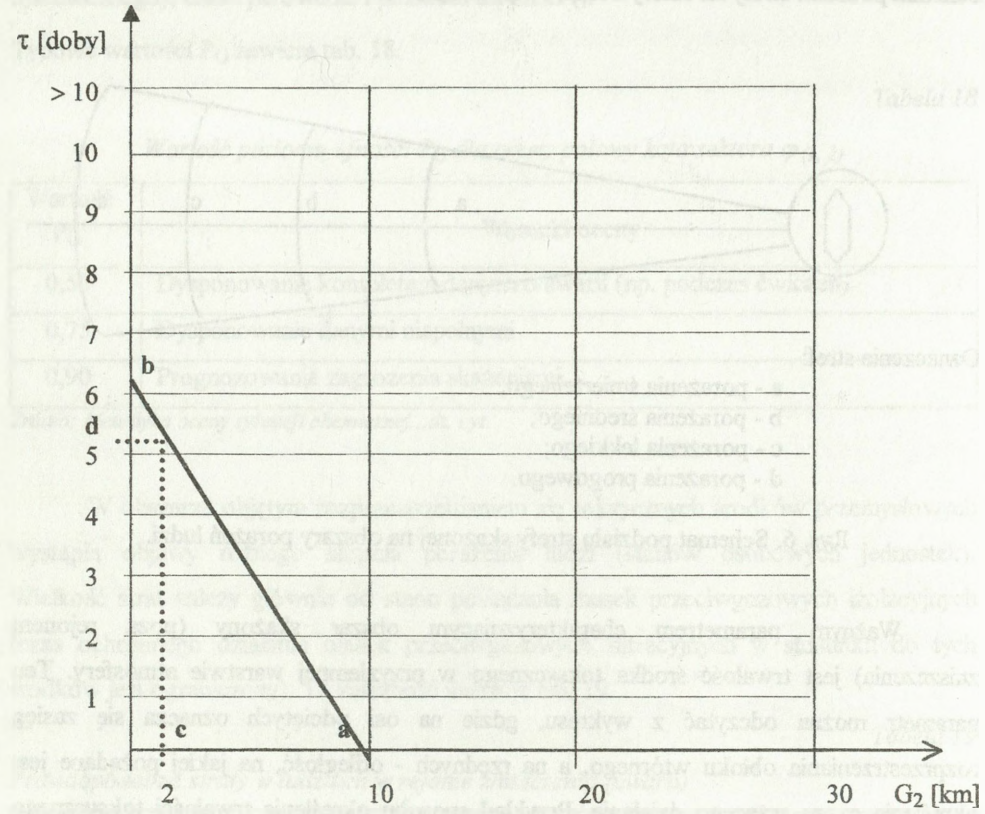
Rys. 6. Schemat podziału strefy skażonej na obszary porażeń ludzi.

Ważnym parametrem charakteryzującym obszar skażony (poza rejonem zniszczenia) jest trwałość środka toksycznego w przyziemnej warstwie atmosfery. Ten parametr można odczytać z wykresu, gdzie na osi odciętych oznacza się zasięg rozprzestrzeniania obłoku wtórnego, a na rzędnych - odległość, na jakiej pożądane jest określenie czasu rażącego działania. Przykład sposobu określenia trwałości toksycznego środka przemysłowego obrazuje rys.7.

Zaprezentowany sposób określania trwałości skażenia w przyziemnej warstwie atmosfery może się okazać niewystarczająco dokładny w przypadku gęstej zabudowy miejskiej lub portów morskich, z powodu różnych, zmieniających się warunków orograficznych na drodze przemieszczania się skażonego obłoku. W początkowym okresie uwalniania, środek toksyczny wypełnia wszelkie obniżenia i zagłębienia terenowe, niżej położone partie budynków (piwnice) itp., tworząc w nich zastoje o stosunkowo dużym stężeniu par. Następnie na skutek oddziaływania wiatru i temperatury środki toksyczne rozprzestrzeniają nierównomiernie, co jest spowodowane układem ulic, placów, zróżnicowanej zabudowy, zmieniających się kierunków wiatru, zawirowań powietrza itp. W porze nocnej, na skutek różnicy temperatur w mieście i poza nim może następować napływ środków toksycznych do miejsc najbardziej nagrzanych[34] (nad miastem może się

[34] Por.: warunki powstawania bryzy.

utworzyć "komin konwekcyjny").



Uwaga: w przykładzie przyjęto:
- a - zasięg obłoku wtórnego (G_2) - 10 kilometrów;
- b - czas wyparowania środka toksycznego - 6,6 doby;
- c - odległość na jakiej określa się trwałość środka toksycznego – 2 km;
- d - trwałość skażenia - 5,3 doby.

Rys. 7. Wykres do określania trwałości skażenia chemicznego w strefie rozprzestrzeniania się obłoku wtórnego (opracowano na podstawie Metodyki oceny sytuacji chemicznej...dz. cyt.).

Na akwenach morskich pary (aerozole) środków toksycznych będą się przemieszczały, w porównaniu z lądem, na znacznie większe odległości. Na zmniejszenie stężenia par może jedynie wpłynąć proces rozpuszczania się niektórych środków w wodzie morskiej (np.: chloru).

Zgromadzone i przewożone na Wybrzeżu oraz morzem stosunkowo duże ilości toksycznych środków przemysłowych stanowią zagrożenie nie tylko dla społeczeństwa, ale również dla stanów osobowych jednostek marynarki wojennej. Mimo, że toksyczne środki przemysłowe nie są bronią, w pełnym tego słowa znaczeniu, to ich właściwości toksyczne i możliwość działania przestrzennego kwalifikują je do środków rażenia o dużej wartości bojowej. Z pewnością, w warunkach pokojowych, procesy związane z powiadamianiem, alarmowaniem i likwidacją zagrożenia (skażenia) są mniej skomplikowane. Gorzej przedstawia się sytuacja w warunkach wojennych, kiedy będą one przebiegały, w trudno do przewidzenia, złożonej sytuacji militarnej.

Gwałtowny wzrost zagrożenia skażeniami toksycznymi środkami przemysłowymi w następstwie uwolnienia ich do atmosfery (środowiska) może nastąpić wskutek celowego lub przypadkowego zniszczenia (awarii) zbiorników. Taka sytuacja może mieć miejsce, gdy środki toksyczne w danej chwili znajdują się:

- w zakładach przemysłowych produkujących lub przechowujących środki niebezpieczne;
- na nabrzeżach przeładunkowych portów morskich;
- są transportowane drogami lądowymi (kolejowymi i samochodowymi) lub morzem.

Celowego zniszczenia zakładów przemysłowych i środków transportujących toksyczne środki przemysłowe można się spodziewać w czasie działań bojowych. Bezpośrednią przyczyną ich uwolnienia mogą być uderzenia bronią jądrową lub konwencjonalną, wykonane na ważne cele, w pobliżu których znajdują się zbiorniki z środkami toksycznymi. Nie można wykluczyć również działań dywersyjnych lub sabotażowych. Ponadto w czasie wojny, jak i pokoju, mogą wystąpić awarie spowodowane usterkami technicznymi lub technologicznymi oraz błędami załóg obsługujących urządzenia produkcyjne lub środki transportu (załogi statków).

W zależności od skali zniszczeń oraz zasięgu oddziaływania, awarie (zniszczenia) mają charakter lokalny, zakładowy lub ogólny[35]. Dla potrzeb badanego problemu istotne są

[35] Awaria lokalna - zdarzenie, którego skala i skutki ograniczają się do jednego urządzenia /agregatu, instalacji/ i stwarza zagrożenie obsłudze; Awaria zakładowa - zdarzenie, którego skala i skutki skupiają się w obrębie zakładu lub strefy sanitarno - ochronnej /przestrzeni między przedsiębiorstwem i najbliższymi osiedlami lub obiektami użyteczności publicznej - tworzy się ją w celu ochrony ludzi przed wpływem szkodliwych substancji chemicznych po ich uwolnieniu/. Może stwarzać zagrożenie dla całej załogi; Awaria ogólna - zdarzenie, którego skala i skutki przekraczają granice strefy sanitarno - ochronnej zakładu i powstaje zagrożenie w wyniku skażenia środowiska i porażenie ludzi - przyp. aut.

awarie o charakterze ogólnym, ponieważ one będą miały wpływ na działalność bojową jednostek marynarki wojennej. W celu pełnego zobrazowania skali zagrożenia, należy uwzględnić środki toksyczne, głównie kwas azotowy i saminę, znajdujące się bezpośrednio w jednostkach wojskowych (patrz zał.10).

W każdym przypadku, w zależności od stopnia zniszczenia (awarii) zbiorników, uwolnienie do środowiska (atmosfery) toksycznych środków przemysłowych w stanie cieczy, par (aerozolu) i ciał stałych może odbywać się w sposób kontrolowany tj. ograniczony przez systemy zabezpieczające lub niekontrolowany, charakteryzujący się najczęściej zupełnym zniszczeniem ścian zbiorników (urządzeń), systemów ochronnych itp.

Sposób niekontrolowany powoduje wystąpienie następujących zjawisk:

- bardziej lub mniej gwałtowne najczęściej wysokotemperaturowe (może być niskotemperaturowe) uwolnienie środka toksycznego do środowiska;

- pożary obiektów powodujące odparowanie, spalanie lub termiczny rozkład środka toksycznego;

- skażenie powietrza, terenu, powierzchni wód (morza, jezior, rzek), obiektów itp.

Niewątpliwie stężenie par (aerozolu) środka toksycznego będzie zależeć od intensywności wycieku, który z kolei jest zdeterminowany skalą awarii lub zniszczenia. Charakterystykę przebiegu procesów odparowania w zależności od sposobu przechowywania toksycznego środka przemysłowego obrazuje tab. 20.

Efektem uwolnienia środków toksycznych są zazwyczaj przypadki porażenia ludzi, zwierząt oraz skażenia powietrza, terenu (powierzchni wód) i obiektów. Natomiast czynnikiem rażenia jest środek toksyczny w stanie wielofazowym (para, aerozol, mgła, ciecz, ciało stałe). Rozprzestrzenianie się faz powodują głównie ruchy powietrza lub powierzchniowej warstwy wody.

Obszar objęty skażeniem można podzielić na trzy następujące elementy:

- miejsce zniszczenia (awarii) - M_a - jest to teren lub akwen obejmujący zarówno obiekt zniszczenia (zbiornik, cysterna, statek) oraz przyległy obszar z rozlanym środkiem toksycznym;

- rejon zniszczenia (awarii) - R_a - to powierzchnia terenu (akwenu), na której środek toksyczny wykazuje największe działanie rażące. Wielkość tej powierzchni zależy od rodzaju środka toksycznego, warunków przechowywania, temperatury powietrza, stanu morza i stopnia zniszczenia (awarii);

Tabela 20

Charakterystyka procesów odparowania toksycznych środków przemysłowych w zależności od sposobu przechowywania

Sposób przechowywania toksycznych środków przemysłowych	Okres		
	I	II	III
Zbiornik pod ciśnieniem	Burzliwe, natychmiastowe odparowanie (1 ÷ 2 min.), wskutek różnicy między prężnością nasyconych par środka toksycznego w zbiorniku, a ciśnieniem cząstkowym w powietrzu. Główne źródło par tworzących obłok pierwotny	Okres niestałego odparowania, na skutek gwałtownego spadku jego prędkości	Okres odparowania stałego. Główne źródło par obłoku wtórnego
Zbiornik izotermiczny	Występuje w bardzo małym stopniu (ok. 2÷5% objętości stanowi obłok pierwotny)	Okres niestałego odparowania, na skutek gwałtownego spadku jego prędkości	Okres odparowania stałego. Główne źródło par obłoku wtórnego
Ciekłe toksyczne środki przemysłowe	Nie występuje obłok pierwotny	Nie występuje	Okres odparowania stałego w rejonie awarii

Źródło: Metodyka oceny sytuacji chemicznej...dz. cyt.

- strefę rozprzestrzeniania się środka toksycznego - S_r - określaną jako obszar (teren, akwen), nad którym powietrze jest skażone. Ta strefa powstaje wskutek przemieszczania się z wiatrem obłoku środka toksycznego i jest ograniczona izolinią średnich wartości progowych dawki ekspozycyjnej.

Wymienione wyżej parametry są wartościami zmiennymi, zależnymi od wielu czynników. Należą do nich głównie: zakresu zniszczenia (awarii), z czym związany jest sposób uwolnienia środka do atmosfery, rodzaj i ilość uwolnionego (uwalniającego się) toksycznego środka przemysłowego, czyli wielkości skażonego obszaru, właściwości toksycznych i poziomu stężeń, warunków meteorologicznych w przyziemnej warstwie atmosfery w chwili i miejscu zniszczenia (awarii) oraz w przypadku zniszczenia zbiornika na lądzie - warunki orograficzne w strefie rozprzestrzeniania się (rzeźba i pokrycie terenu). Niektóre z nich, na przykład: ilość uwolnionego środka, wielkość skażonego terenu,

poziom stężeń i warunki meteorologiczne są zmiennymi trudnymi do dokładnej oceny. Rzeczywisty rozkład zasięgu skażeń i stężeń jest najczęściej bardzo złożony i na ogół dokładnie nieznany.

Dla większości przypadków można przyjąć, że cała masa zmagazynowanego środka toksycznego nie będzie uwolniona jednocześnie. Najczęściej, w przypadku typowych awarii następuje powolny wypływ środka toksycznego, z czego część natychmiast odparowuje, tworząc obłok pierwotny (zwłaszcza, gdy są to ciecze niskowrzące np. amoniak). Główna część jednak wypływa, tworząc rozlewisko o grubości warstwy zależnej od kształtu podłoża. Miejsce to jest źródłem emisji obłoku wtórnego. Czas parowania, czyli trwania obłoku wtórnego, w dużej mierze zależy nie tylko od powierzchni rozlewiska, ale również od warunków meteorologicznych (prędkości wiatru, temperatury powietrza itp.). W przypadku zaistnienia awarii na skutek celowego działania np.: wybuchu, następuje zazwyczaj poważne uszkodzenie lub zniszczenie ścian zbiorników (instalacji) i większość środka toksycznego wydostaje się do otoczenia tworząc obłok skażonego powietrza o dużym stężeniu.

W związku z tym, że zbiorniki stacjonarne z toksycznymi środkami przemysłowymi są rozmieszczone w portach morskich, w sąsiedztwie basenów marynarki wojennej, okręty w nich bazujące będą narażone na pierwotne obłoki toksycznych par, głównie amoniaku i chloru (obłoki wtórne się rozprzestrzeniają na mniejsze odległości i nie stanowią zagrożenia). Zestawienie zasięgów obłoków pierwotnych i wtórnych[36], w przypadku awarii w bazach morskich Gdynia, Hel i Świnoujście przedstawia tab. 21.

Zasięgi obłoków pierwotnych i wtórnych par amoniaku i chloru w wymienionych portach przedstawiają załączniki 14, 15, 16a i 16b. Najbardziej niekorzystna sytuacja wystąpi w porcie Wojennym Świnoujście, w przypadku rozszczelnienia zbiornika z chlorem, który znajduje się w odległości około jednego kilometra od miejsc bazowania okrętów 8 Flotylli Obrony Wybrzeża i jednostek nadbrzeżnych.

Przewidywane zagrożenie parami amoniaku w bazach morskich Gdynia, Hel i Świnoujście oraz dodatkowo chloru w Świnoujściu, wymaga dokonania oceny stref możliwych porażeń załóg okrętowych i jednostek nadbrzeżnych (sztabowych, specjalistycznych, logistycznych itp.). Z uwagi na niewielkie odległości między zbiornikami z toksycznymi środkami przemysłowymi, a miejscami bazowania okrętów

[36] Do obliczenia zasięgów obłoków przyjęto średnie, następujące warunki meteorologiczne: lato, temperatura powietrza 20^0C, inwersja, prędkość wiatru 1 m $\cdot$ s^{-1}, teren równinny płaski, półpustynny typ roślinności - przyp. aut.

Tabela 21

Zasięgi obłoków pierwotnych i wtórnych w bazach morskich Gdynia, Hel i Świnoujście

Lp.	Port	Toksyczny środek przemysłowy	Zasięgi obłoków [km]	
			wtórnego	pierwotnego
1.	Gdynia	amoniak (zbiornik 37 Mg)	0,8	3,7
		amoniak (zbiornik 23 Mg)	0,6	2,8
2.	Hel	amoniak (zbiornik 11 Mg	0,3	1,5
3.	Świnoujście	Amoniak (zbiornik 11 Mg)	0,3	1,5
		chlor (zbiornik 1 Mg	0,5	1,9

Źródło: Zestawienia dokonano przy pomocy programu komputerowego „Tsp"), opracowanego przez COAS.

wojennych i jednostkami nadbrzeżnymi, szczególnie w porcie Świnoujście, można przewidzieć, że w przypadku rozszczelnienia zbiornika wskutek awarii lub zniszczenia, stany osobowe jednostek nie zostaną uprzedzone o grożącym skażeniu i tym samym nie wykonają żadnych wyprzedzających przedsięwzięć zabezpieczających i ochronnych. Taka sytuacja może spowodować niekorzystne skutki, związane z czasową utratą zdolności bojowej załóg części okrętów bazujących w porcie oraz jednostek nadbrzeżnych.

Zestawienie zasięgów stref (obszarów) porażeń w Portach Wojennych Gdynia, Hel i Świnoujście są ujęte w tab. 22.

Tabela 22

Zasięgi obszarów porażeń w portach Gdynia, Hel i Świnoujście

Lp.	Port	Toksyczny środek przemysłowy	Zasięgi stref porażeń [km]			
			śmiertel-nego	średniego	lekkiego	progo-wego
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
1.	Gdynia	amoniak 37 Mg	1,5	1,8	2,6	3,7
		amoniak 23 Mg	1,1	1,4	2,0	2,8
2.	Hel	amoniak 11 Mg	0,6	0,8	1,1	1,5
3.	Świnoujście	amoniak 11 Mg	0,6	0,8	1,1	1,5
		chlor 1 Mg	0,6	0,9	1,3	1,9

Źródło: Opracowano przy pomocy programu komputerowego „Tsp", wykonanego przez COAS.

Obszary porażeń w Portach Wojennych, w przypadku rozszczelnienia zbiorników stacjonarnych z amoniakiem oraz chlorem, obrazują załączniki: w Gdyni - 17a i 17b, Helu - 18 i Świnoujściu - 19a i 19b.

Najbardziej niekorzystna sytuacja związana ze skażeniem parami amoniaku może zaistnieć w Porcie Wojennym Świnoujście, w przypadku rozszczelnienia zbiornikowca znajdującego się na torze wodnym w pobliżu basenów portowych. Przyczyną rozszczelnienia może być zarówno awaria wskutek kolizji statków, jak również w warunkach wojennych, uszkodzenie zbiornikowca z powodu wejścia na minę lub uderzenia lotnictwa przeciwnika. Zbiornikowiec przewożący do Zakładów Chemicznych „Police" ponad 8 000 Mg (t) amoniaku w przypadku rozszczelnienia może w dużym stopniu zagrozić skażeniami nie tylko okrętom bazującym w porcie, również wchodzącym do portu (wychodzącym z portu) i jednostkom nadbrzeżnym (obiektom dowództwa flotylli, komendy portu itp.). Zasięgi par amoniaku w przypadku rozszczelnienia zbiornikowca osiągną wartości kilkunastu i kilkudziesięciu kilometrów, a rejony bazowania jednostek pływających i stanowiska dowodzenia oraz jednostki logistyczne mogą się znaleźć w strefie porażenia śmiertelnego.

Równocześnie ze skażeniem okrętów i ich załóg, porażeniu mogą ulec stany osobowe portów wojennych w Gdyni, Helu i Świnoujściu. Skutkiem skażeń toksycznych środków przemysłowych, głównie amoniakiem, a w przypadku portu Świnoujście również chlorem, może być naruszenie dowodzenia okrętami oraz przerwanie lub ograniczenie działań logistycznych związanych z zaopatrywaniem okrętów i pomocniczych jednostek pływających. Zakłóceniu mogą ulec procesy pobierania rakiet i amunicji, paliwa, żywności itp. Niektóre okręty pozostające w pełnej gotowości bojowej będą mogły ograniczyć skalę narażenia na działanie toksycznych par wskutek szybkiego wyjścia z portu i oddalenie na bezpieczną odległość, które z reguły nie przekroczą kilku mil morskich. Natomiast załogi pozostałych okrętów i pomocniczych jednostek pływających oraz obsady portów wojennych będą zmuszone wykonywać zadania w atmosferze skażonej. Czas toksycznego działania par amoniaku i chloru będzie zależał od warunków atmosferycznych i może trwać do kilkudziesięciu minut. Przykładowe zestawienie jednostek pływających i nadbrzeżnych (baz i portów morskich) Marynarki Wojennej RP, które mogą być zagrożone porażeniem w przy awarii zbiorników z toksycznymi środkami przemysłowymi zawarto w tab. 23.

Tabela 23

Jednostki Marynarki Wojennej RP (pływające i porty) zagrożone porażeniem

Lp.	Port	Strefa (obszar) porażenia			
		śmiertelnego	średniego	lekkiego	progowego
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
1.	Gdynia - amoniak 37 Mg	Dowództwo MW		1. AMW 2. Jednostki 3 Flotylli Okrętów	Okręty w Stoczni MW
	Gdynia - amoniak 23 Mg		Okręty w Stoczni MW	1. Dowództwo MW 2. AMW 3. Jednostki 3 Flotylli Okretów 4. Okręty w Stoczni MW	Wejście północne do portu i północna część portu
2.	Hel - amoniak 11Mg			Komenda Portu Wojennego – Hel	Sztab dywizjonu trałowców bazowych i okręty w Basenie B
3.	Świnoujście - amoniak 11Mg				Jednostki 8 Flotylli Obrony Wybrzeża w Basenie Węglowym
	Świnoujście - chlor 1Mg			Jednostki 8 Flotylli Obrony Wybrzeża w Basenie Węglowym	Wszystkie jednostki 8 Flotylli Obrony Wybrzeża przebywające w bazie

Źródło: Opracowanie własne autora na podstawie przeprowadzonych badań.

Oddzielnego rozpatrzenia wymaga przypadek rozszczelnienia zbiorników z toksycznymi środkami przemysłowymi, głównie z amoniakiem w innych portach morskich. Dotyczy to zwłaszcza portów w Gdańsku, Władysławowie, Ustce, Darłowie, Kołobrzegu i Szczecinie. W wymienionych portach okręty wojenne i pomocnicze jednostki pływające mogą przebywać okresowo i zazwyczaj czas przebywania nie będzie

długi. Stąd prawdopodobieństwo narażenia załóg na skażenia (głównie amoniakiem) nie będzie duże. Stosunkowo niewielka masa przechowywanych środków toksycznych , głównie amoniaku powoduje, że w przypadku awarii (rozszczelnienia zbiorników) zagrożenie pojawi się w promieniu niewiele ponad jednego kilometra. Taka sytuacja stwarza możliwość uniknięcia porażenia załóg okrętowych poprzez wczesne wyjście z zagrożonego rejonu. Wzrost zagrożenia nastąpi w przypadku, kiedy okręty nie będą mogły natychmiast opuścić basenów portowych z powodu odtwarzania zdolności bojowej (uzupełniania zapasów materiałowych). Zasięgi obłoków pierwotnych i wtórnych par amoniaku przedstawiają załączniki zamieszczone w następującej kolejności: dla portu w Gdańsku - 20, Władysławowa - 21, Ustki - 22, Darłowa - 23, Kołobrzegu - 24 i Szczecina - 25.

W przypadku awarii zbiorników w Zakładach Chemicznych w Policach narażone na skażenia amoniakiem będą nawodne okręty bojowe lub pomocnicze jednostki pływające znajdujące się na torze wodnym Szczecin – Świnoujście, na długości kilku mil morskich. Obszar niebezpieczny, w części dotyczącej toru wodnego Odry, obrazuje zał. 26. Zasięg obłoku pierwotnego par amoniaku obejmie odcinek Odry o długości około 5 kilometrów (około 3 mil morskich) w bezpośrednim sąsiedztwie miasta Police (Zakładów Chemicznych „Police" S.A.). Decydujący wpływ na stosunkowo niewielki zasięg par amoniaku ma pokrycie terenu (lasy) oraz orografia.

2.2. Źródła i charakterystyka zagrożeń promieniotwórczymi środkami przemysłowymi

Narażenie na promieniowanie jonizujące[37] towarzyszy człowiekowi od początku jego istnienia. Rozróżnia się dwie zasadnicze grupy źródeł tego promieniowania:

- źródła naturalne - są to pierwiastki promieniotwórcze i ich izotopy, wchodzące w skład skorupy ziemskiej (litosfery), atmosfery i hydrosfery oraz promieniowanie kosmiczne[38];

- źródła sztuczne, które stanowią radionuklidy[39] stosowane w przemyśle, technice, lecznictwie i nauce. Na szczególną uwagę w tej grupie zasługują pierwiastki promieniotwórcze stosowane w elektrowniach jądrowych np. ^{235}U i produkty ich rozpadu. Ta szczególność wynika zarówno z niebezpieczeństwa, jakie stanowią dla zdrowia i życia ludzkiego oraz często braku skutecznego zabezpieczenia reaktorów jądrowych przed awariami, których następstwem są przypadki uwolnienia do otoczenia szkodliwych radionuklidów.

Awarie występujące w elektrowniach jądrowych, połączone z uwolnieniem radionuklidów i ich skutki w postaci skażenia promieniotwórczego często dużych obszarów, stanowią niebezpieczeństwo nie tylko dla zagrożonej ludności, ale również dla

---

[37] Promieniowanie jonizujące - krótkofalowe promieniowanie elektromagnetyczne (promieniowanie rentgenowskie -X lub gamma - γ) oraz każde promieniowanie składające się z cząstek jonizujących bezpośrednio lub pośrednio.

- Cząstki jonizujące pośrednio są to cząstki naładowane (elektron, proton), mające wystarczającą energię aby wywołać jonizację atomu ośrodka przez zderzenie.

- Cząstki jonizujące pośrednio są to cząstki nienaładowane (neutron, foton), które mogą wyzwolić w ośrodku cząstki jonizujące lub wywołać przemianę jądrową.

Źródło: Fizyka, Ilustrowana encyklopedia dla wszystkich, Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa 1987, s. 219.

[38] Promieniowanie kosmiczne - strumień pochodzących z przestrzeni kosmicznej protonów i jąder atomowych o prędkościach bliskich prędkości światła (promieniowanie pierwotne) oraz wytwarzanych przez nie w atmosferze ziemskiej cząstek wtórnych różnych rodzajów (promieniowanie wtórne)

Źródło: dz. cyt., s.219.

[39] Radionuklid - nuklid (synonim jądra atomowego używany wtedy, gdy atom jest faktycznie pozbawiony swoich elektronów lub wtedy, gdy abstrahuje się od jego roli jako centrum atomu) emitujące promieniowanie jonizujące.

Źródło: dz. cyt., s.177.

sił zbrojnych, w tym zdolności bojowej załóg jednostek pływających i nadbrzeżnych Marynarki Wojennej RP[40]. Tę grupę pierwiastków promieniotwórczych i ich izotopy, które znalazły zastosowanie dla celów pokojowych, w odróżnieniu od paliwa ładunków jądrowych, nazwano promieniotwórczymi środkami przemysłowymi. Są to przede wszystkim składniki paliwa reaktorów jądrowych i produkty rozpadu promieniotwórczego, powstające w efekcie przemian jądrowych. Pierwiastki promieniotwórcze znalazły zastosowanie również w medycynie, przemyśle, itp.

Najistotniejszym źródłem zagrożenia skażeniami promieniotwórczymi środkami przemysłowymi są awarie reaktorów elektrowni jądrowych, a wśród nich szczególnie te, które mogą być skutkiem działania destrukcyjnego (celowego zniszczenia), zwłaszcza przy użyciu nawet niewielkich ładunków jądrowych.

Rozwój przemysłu na świecie spowodował zwiększone zapotrzebowanie na energię elektryczną. Wraz z doskonaleniem jej tradycyjnych źródeł, pojawiły się elektrownie jądrowe. Po raz pierwszy reaktory jądrowe wykorzystano do celów energetycznych w pierwszej połowie lat pięćdziesiątych. Pierwsza elektrownia jądrowa rozpoczęła pracę 24 czerwca 1954 roku w Obnińsku (70 km na południowy zachód od Moskwy). Jej moc elektryczna była stosunkowo niewielka, wynosiła zaledwie 5 MW[41]. Z biegiem lat konstruowano następne: w roku 1956 oddano do eksploatacji elektrownię jądrową w Colder Hall w Wielkiej Brytanii o mocy energetycznej 200 MW[42]. Kolejną, w 1957 roku uruchomili Amerykanie w Shippingport, o mocy 90 MW. Czwartym krajem, który zaczął pozyskiwać energię z elektrowni jądrowej była Francja. Elektrownia rozpoczęła pracę w 1958 roku w miejscowości Marcoule. Jej moc wynosiła 80 MW. Równolegle rozpoczęto budowanie okrętów podwodnych i nawodnych wyposażonych w napęd jądrowy[43].

---

[40] Zob.: S. Śladkowski, W. Harmata, *Ochrona przed środkami promieniotwórczymi i promieniowaniem przenikliwym*, AON wewn. 4590/94, Warszawa 1994.

[41] *Źródło*: *Informator o wybranych zagadnieniach z energetyki jądrowej, Udział wojska w państwowym monitoringu środowiska*, cz. II, Warszawa 1995. Natomiast pierwszy reaktor jądrowy został uruchomiony przez uczonego włoskiego pochodzenia Enrico Fermi w Chicago w 1942 r. Początkowo moc elektryczna reaktora wynosiła zaledwie 0,5 W, a po kilku dniach osiągnęła wartość 200 W /A.A. Czerwiński, *Energia jądrowa i promieniotwórczość*, Oficyna Edukacyjna Krzysztof Pazdro, wyd. 1, Warszawa 1998 r./.

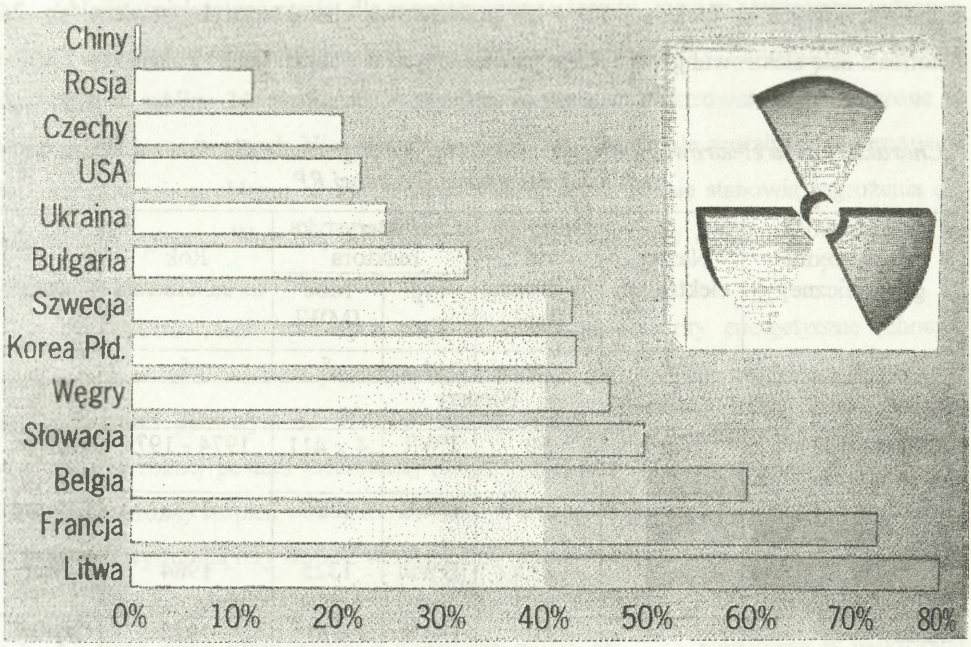
[42] *Informator o wybranych zagadnieniach...* dz. cyt. s. 52.

[43] Pierwszy okręt podwodny o napędzie jądrowym "Nautilus" zbudowano w 1954 roku w Stanach Zjednoczonych, kolejnym był słynny lodołamacz radziecki "Lenin" zbudowany w 1959 r. /A.A. Czerwiński, *Energia jądrowa...* dz. cyt./, s. 83.

W Polsce pierwszy reaktor jądrowy o imieniu "Ewa" został uruchomiony w 1958 roku w Instytucie Badań Jądrowych w Świerku koło Otwocka[44].

Obecnie elektrownie jądrowe pracują w kilkudziesięciu krajach. Ich udział w produkcji elektrycznej ciągle rośnie. Światowe zapotrzebowanie na energię, energetyka jądrowa pokrywa w 5,5%, a w 17% na energię elektryczną. W 31 krajach świata pracuje 432 reaktorów energetycznych o łącznej mocy 340 343 MW(e). W budowie jest kolejnych 48 reaktorów (łączna moc 38 900 MW(e). Najwięcej reaktorów energetycznych pracuje w Stanach Zjednoczonych, o łącznej mocy 109 GW(e). Na drugim miejscu jest Francja z 56 reaktorami o mocy 58,6 GW(e). Najwięcej nowych elektrowni jądrowych budują kraje Dalekiego Wschodu: Korea Południowa oraz Japonia.

Udział elektrowni jądrowych w produkcji energii elektrycznej w wybranych krajach zobrazowano na rys. 8.



Rys. 8. Udział procentowy elektrowni jądrowych w produkcji energii elektrycznej w wybranych krajach (Na podstawie A.A. Czerwiński, Energia jądrowa... dz. cyt.).

[44] Reaktor osiągał moc 8 ÷ 10 MW. Został zamknięty w roku 1995. W latach siedemdziesiątych zbudowano nowy reaktor "Maria" o mocy 30 MW, który pracuje do dzisiaj i jest wykorzystywany do prac badawczych i produkcji izotopów promieniotwórczych.- przyp. aut.

2.2.1. Rozmieszczenie i ogólna charakterystyka reaktorów jądrowych stwarzających zagrożenie skażeniami promieniotwórczymi

Mimo że Polska nie posiada elektrowni jądrowych, nie jest wolna od zagrożenia promieniotwórczymi środkami przemysłowymi. W pobliżu granic naszego kraju pracuje kilka elektrowni jądrowych z kilkudziesięcioma reaktorami (elektrownia Nord jest wyłączona). Niebezpieczeństwo dla północnych obszarów Polski, portów morskich i akwenów przybrzeżnych stanowią te elektrownie jądrowe, które znajdują się w odległości ponad 500 kilometrów. Skażenie promieniotwórcze może zagrozić załogom jednostek pływających marynarki wojennej bazujących w portach lub wykonujących zadania na morzu. Zestawienie elektrowni jądrowych, których awarie mogą stanowić zagrożenie dla jednostek Marynarki Wojennej RP i ich podstawową charakterystykę zawiera tab. 24, natomiast listę elektrowni jądrowych rozmieszczonych w pobliżu granic Polski, zał. 27.

Tabela 24

Charakterystyka elektrowni jądrowych stanowiących zagrożenie dla obszaru Wybrzeża i jednostek Marynarki Wojennej RP

Miejscowość (współrzędne geograficzne)	Nazwa elektrowni	Odległość od Wybrzeża [km]	Charakterystyka reaktora		Rok uruchomienia	Stan
			Typ	Moc [MW]		
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
Niemcy						
Greifswald 541500N 134000E	Nord	50	PWR	4 x 411	1974 - 1979	Wyłącz.
Brokdorf 535100N 092100E		330	DWR	1326	1986	Czynny
Grohnde 522000N 092500E		370	DWR	1325	1984	Czynny
Stade 533700N 093200E		310	DWR	670	1972	Czynny
Brusbuttel 535500N 090700E		320	SWR	771	1976	Czynny
Rheinsberg 530800N 125500E		150	PWR	62	1966	Czynny

1	2	3	4	5	6	7
Kreummel 532400N 102600E		240	PWR	1260	1983	Czynny
Szwecja						
Bersebeck 554200N 125500E		220	BWR BWR	2 × 600	1975 1977	Czynne
Oskarshramn 572500N 164000E		275	BWR BWR BWR	442 605 1060	1972 1975 1985	Czynne
Ringlais 571500N 120700E		400	BWR PWR PWR	795 875 2 × 915	1976 1975 1981, 1983	Czynne
Litwa						
Ignalino 560000N 240000E	Ignalino-1 Ignalino-2	~ 490 (od Gdyni)	RBMK RBMK	1450 1450	1984 1987	Czynne

Źródło: Na podstawie Informatora o wybranych...Dz. cyt.

Najistotniejsze znaczenie, dla rozpatrywanego tematu, mają te elektrownie jądrowe, których oddalenie od rejonów działania okrętów nie przekracza 500 kilometrów. Z danych zawartych w tablicy 24. (kolumna 3) wynika, że będą to elektrownie rozmieszczone w trzech krajach: na terenach Niemiec, Szwecji i Litwy. Pozostałe zostały zaprezentowane dla zobrazowania problemu bezpieczeństwa Polski. Mimo że nie stanowią zagrożenia dla jednostek Marynarki Wojennej RP (ze względu na zbyt duże oddalenie), to jednak są groźne dla przeważającego obszaru kraju.

W elektrowniach jądrowych mają zastosowanie reaktory energetyczne (chociaż oprócz nich w zależności od przeznaczenia rozróżnia się reaktory badawcze, wytwórcze itp[45]). Paliwem jądrowym są izotopy rozszczepialne ^{235}U, ^{233}U, ^{239}Pu i ^{232}Th, które występują w różnej postaci metalicznej (stopy z glinem), tlenków, lub innych związków. Również jest różny stopień wzbogacenia uranu w izotop rozszczepialny ^{235}U.

W praktyce występują trzy stopnie wzbogacenia uranu:

- uran naturalny ^{238}U z dodatkiem 0,7% ^{235}U;
- uran nisko wzbogacony z dodatkiem około 3% ^{235}U, stosowany w reaktorach lekko wodnych;
- uran wysoko wzbogacony z dodatkiem do 90% ^{235}U, stosowany w niektórych reaktorach badawczych.

[45] Reaktory jądrowe w zależności od przeznaczenia można podzielić na następujące rodzaje: reaktory energetyczne, badawcze, napędowe, ciepłownicze i stosowane dla celów specjalnych - przyp. aut.

Ponadto reaktory różnią się kilkoma cechami konstrukcyjnymi. Do zasadniczych z nich można zaliczyć:

- różnice w konstrukcji rdzenia, niejednorodne (paliwo jest oddzielone od moderatora i występuje w postaci prętów, rur lub płytek) lub jednorodne (paliwo i moderator[46] stanowią jednorodną mieszaninę, np. roztwór);

- zastosowany moderator i chłodziwo, w reaktorach typu PWR,WWER lub BWR stosuje się substancje spełniające dwie funkcje - spowalniacza neutronów i chłodziwa. Zastosowanie do chłodzenia reaktora lekkiej wody, dwutlenku węgla, helu lub ciekłego sodu przypisuje określenia: reaktor wodny, sodowy itp. Gdy chłodziwo w reaktorach jest doprowadzane do wrzenia, są reaktorami wrzącymi;

- różnice w konstrukcji reaktora, zbiornikowe (rdzeń reaktora jest zamknięty w grubościennym zbiorniku stalowym utrzymującym ciśnienie do 15 MPa) i kanałowe, w których jedynie kanały o niewielkiej średnicy zawierające paliwo znajdują się pod wysokim ciśnieniem;

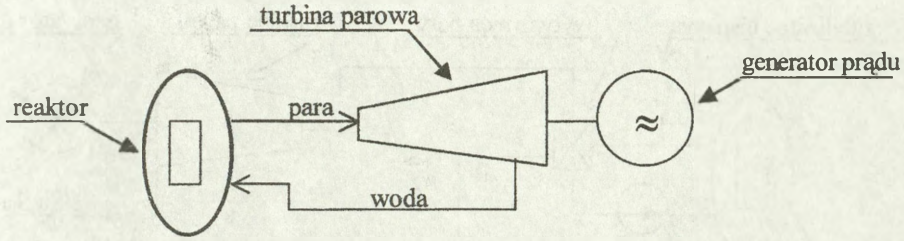
- różnice w energii neutronów, neutrony termiczne (spowolnione do energii poniżej 0,1 eV) i neutrony prędkie, o energii powyżej 0,1 eV (w reaktorze nie ma moderatora). Mogą być również reaktory, w których stosuje się neutrony pośrednie lub epitermiczne oraz wysoko strumieniowe, o strumieniu neutronów przekraczającym 10^{14} cząstek · $cm^{-2} \cdot s^{-1}$.

Różnorodność reaktorów spowodowała konieczność wprowadzenia jednolitych oznaczeń określających ich rodzaj. Spośród różnych typów reaktorów, uwagę zwracają PWR (WWER), BWR i RBMK, ponieważ w nie są wyposażone elektrownie jądrowe znajdujące się w pobliżu granic Polski (por. tab. 24). Najczęściej są stosowane reaktory PWR i jego odpowiednik rosyjski WWER oraz BWR. Zestawienie charakterystyk typów reaktorów i ich znaczenie zawiera zał. 28.

W elektrowniach jądrowych wyposażonych w reaktory energetyczne następuje proces zamiany energii uzyskanej w wyniku reakcji rozszczepienie paliwa jądrowego w energię elektryczną. W tym procesie reaktor jądrowy służy jedynie do wytworzenia pary

[46] Moderator - woda, ciężka woda (D_2O), beryl lub węgiel (grafit) stosowane w celu zmniejszenia energii neutronów przed ich wykorzystaniem do dalszych rozszczepień. Moderator rozdziela poszczególne elementy paliwa jądrowego. *Na podstawie: Fizyka, Ilustrowana encyklopedia dla wszystkich, Wydawnictwo Naukowo - Techniczne, Warszawa 1987.*

technologicznej, która napędza generator prądu poprzez specjalną turbinę. Uproszczony schemat elektrowni jądrowej przedstawiono na rys. 9.



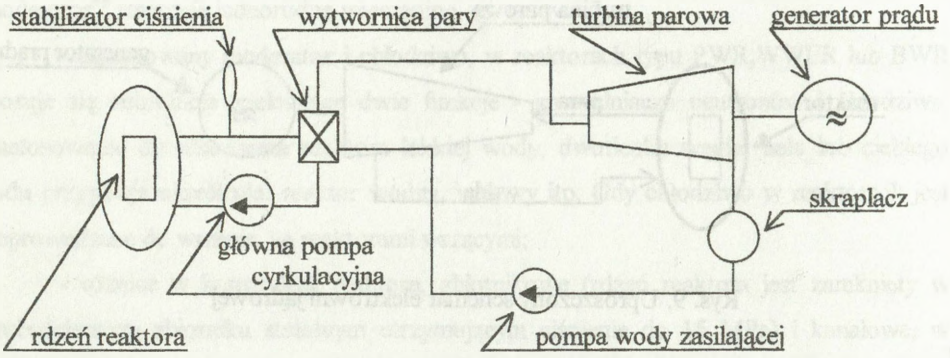
Rys. 9. Uproszczony schemat elektrowni jądrowej

Najważniejszym elementem elektrowni jądrowej, ze względu na powodowanie zagrożenia, jest reaktor jądrowy. Poniżej przedstawiono charakterystykę najbardziej rozpowszechnionych reaktorów, które pracują lub są wyłączone (Nord) w elektrowniach rozmieszczonych w pobliżu rejonów działania sił Marynarki Wojennej RP:

- ciśnieniowe reaktory wodne (PWR, WWER) - w tego typu reaktorach ciepło jest doprowadzane do wytwornicy pary przez wodę pod wysokim ciśnieniem, aby nie dopuścić do wrzenia w obiegu chłodzenia reaktora. Woda (lekka) spełnia trzy funkcje: chłodziwa, moderatora i reflektora[47]. Jednakże z uwagi na znaczne pochłanianie neutronów, stosuje się uran lekko wzbogacony (3 ÷ 4% ^{235}U). Praca reaktorów przebiega w systemie dwuobiegowym: pierwotnym i wtórnym. Elementami obiegu pierwotnego są zbiornik reaktora wraz z rdzeniem, wymiennik ciepła (wytwornica pary), pompa obiegowa główna i stabilizator ciśnienia. Czynnikiem roboczym jest woda o temperaturze w zakresie 300 ÷ 350^{0}C. Obieg wtórny składa się z wytwornicy pary, turbiny parowej, skraplacza i pompy wody zasilającej. W wytwornicy pary woda obiegu pierwotnego zamienia wodę obiegu wtórnego w parę pod wysokim ciśnieniem. Wytworzona w tym procesie para

[47] Reflektor - warstwa materiału otaczająca rdzeń, o właściwościach silnego rozpraszania i słabego pochłaniania neutronów. Neutrony, po zderzeniach sprężystych z warstwą reflektora ulegają spowolnieniu i jednocześnie zmieniając kierunek ruchu wracają do rdzenia jako neutrony termiczne powodując ich pożądany wzrost. W reaktorach termicznych jako reflektor stosuje się grafit lub wodę, natomiast w reaktorach prędkich reflektorem jest warstwa ^{238}U lub ^{232}Th. W drugim przypadku na skutek pochłaniania neutronów jądra atomów ^{238}U i ^{232}Th ulegają przemianie w jądra ^{239}Pu i ^{233}U - przyp. aut.

obiegu wtórnego rozpręża się w turbinie parowej napędzającej generator prądu. Następnie przez skraplacz wraca do wytwornicy pary jako woda zasilająca.
Schemat elektrowni z reaktorem PWR (WWER) przedstawiono na rys. 10.

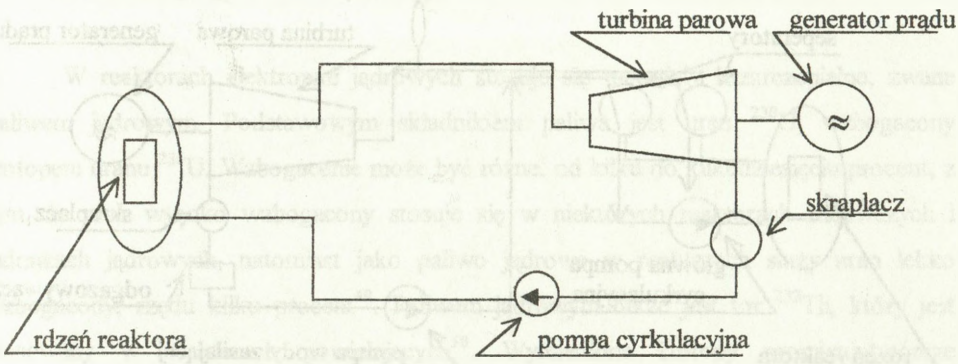


Rys. 10. Uproszczony schemat elektrowni jądrowej z reaktorem PWR (WWER)

Ze względów bezpieczeństwa zbiornik reaktora, w którym znajduje się rdzeń oraz cały system obiegu pierwotnego, jest umieszczony wewnątrz cylindrycznej obudowy bezpieczeństwa, szczelnej i odpornej na ciśnienie, jakie może się wytworzyć w przypadku awarii i rozszczelnienia obiegu pierwotnego. Między podwójnymi ścianami obudowy bezpieczeństwa jest utrzymywane podciśnienie, co zapobiega przypadkowym przeciekom na zewnątrz obudowy.

- reaktory z wrzącą wodą (BWR) - w których woda jest moderatorem i jednocześnie spełnia funkcję czynnika roboczego. Wytwornicą pary jest tu sam reaktor, a para jest kierowana bezpośrednio do turbiny parowej, która z kolei napędza generator prądu. Reaktory BWR są znacznie prostsze w porównaniu z reaktorami PWR, ponieważ elektrownia w tym przypadku pracuje w układzie jednoobiegowym, a odbiór mocy z rdzenia jest bardziej efektywny. Zbędne są wytwornica pary, stabilizator ciśnienia oraz energochłonne pompy cyrkulacyjne. Uzyskanie odpowiedniej temperatury pary następuje przy znacznie niższej średniej temperaturze paliwa. Również nie ma potrzeby stosowania wysokich ciśnień, aby zapobiec wrzeniu wody. Układ pracuje przy ciśnieniach o połowę niższych w porównaniu z reaktorami PWR, stąd ściany zbiornika mogą być znacznie cieńsze. Natomiast ze względu na to, że gęstość mocy w rdzeniu jest mniejsza niż w reaktorze PWR, to przy tej samej mocy zbiornik musi mieć znacznie większe rozmiary.

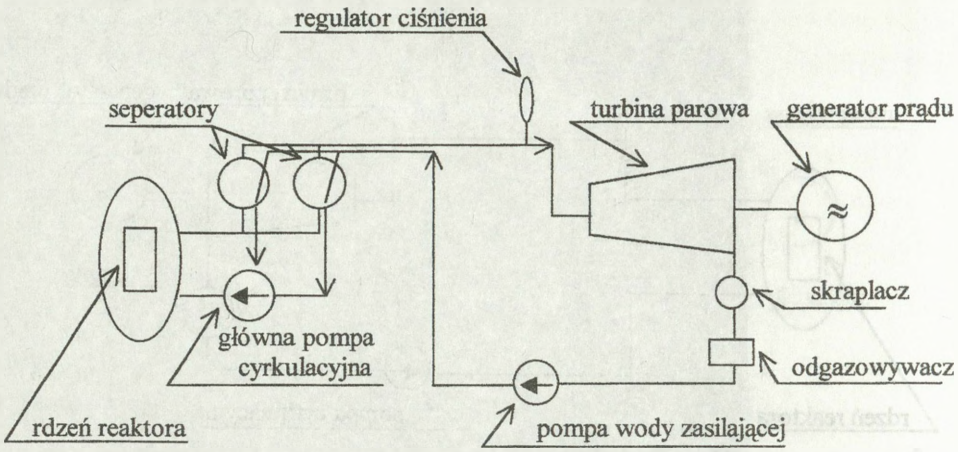
Schemat elektrowni z reaktorem BWR przedstawiono na rys. 11.



Rys. 11. Uproszczony schemat elektrowni jądrowej z reaktorem BWR

Wadą jednoobiegowej elektrowni jądrowej z reaktorem BWR jest to, że woda promieniotwórcza chłodząca rdzeń reaktora przepływa przez wszystkie elementy obiegu (turbinę, skraplacz i pompę cyrkulacyjną). Powoduje to konieczność zabezpieczenia całego obiegu osłonami chroniącymi przed promieniowaniem i utrudnia obsługę i eksploatację urządzeń.

- reaktory kanałowe RBMK - reaktory kanałowe są chłodzone wodą, a funkcję moderatora spełnia grafit, który wypełnia przestrzeń między kanałami ciśnieniowymi. Mieszanina parowo - wodna przepływa z kanałów paliwowych reaktora do seperatorów pary, w których następuje oddzielenie pary od wody. Woda tłoczona przez pompy cyrkulacyjne wraca do rdzenia reaktora. Natomiast para oddzielona w seperatorach przepływa do turbogeneratora a następnie przez skraplacz, odgazowywacz i pompy wody zasilającej trafia z powrotem do seperatora pary, aby ponownie trafić do reaktora. Tak więc jest to układ jednoobiegowy. Schemat elektrowni jądrowej z reaktorem RBMK przedstawia rys. 12. Rozwiązania konstrukcyjne przyjęte w reaktorach RBMK są korzystne pod względem ekonomicznym, ponieważ dają możliwość budowania reaktorów o dużych mocach jednostkowych, zabezpieczają przed częstymi wyłączeniami reaktora oraz umożliwiają wymianę paliwa jądrowego podczas pracy reaktora. Niestety, reaktory te mają wiele wad.



Rys. 12. Uproszczony schemat elektrowni jądrowej z reaktorem RBMK

Najistotniejsze z nich, to zjawisko zwiększania średniej prędkości neutronów wskutek odparowania wody lub jej podgrzania (następuje zmniejszenie gęstości wody), stosunkowo wolno działający układ wyłączania awaryjnego, objęcie układem pomieszczeń szczelnych jedynie części obiegu pierwotnego, zastosowanie grafitu i cyrkonu[48], co grozi wybuchem, ponieważ zarówno grafit, jak i cyrkon reagują z parą wodną w temperaturze powyżej 1000^0C. Są to reakcje egzotermiczne, którym towarzyszy wydzielenie ciepła oraz jednocześnie prowadzą do wytworzenia wybuchowego wodoru.

[48] W reaktorach RBMK koszulki paliwowe i kanały ciśnieniowe są wykonane z cyrkonu - przyp. aut.

2.2.2. Charakterystyka rażących właściwości radionuklidów mieszaniny reaktorowej

W reaktorach elektrowni jądrowych stosuje się materiały rozszczepialne, zwane paliwem jądrowym. Podstawowym składnikiem paliwa jest uran ^{238}U, wzbogacony izotopem uranu ^{235}U. Wzbogacenie może być różne, od kilku do kilkudziesięciu procent, z tym, że uran wysoko wzbogacony stosuje się w niektórych reaktorach badawczych i ładunkach jądrowych, natomiast jako paliwo jądrowe w reaktorach służy uran lekko wzbogacony, rzędu kilku procent[49]. Paliwem jądrowym także jest tor ^{232}Th, który jest stosowany w reaktorach powielających[50]. Wymienione izotopy promieniotwórcze charakteryzują się przede wszystkim długim okresem połowicznego rozpadu[51]. Charakterystykę składników paliwa jądrowego zawarto w tab. 25.

Tabela 25

Podstawowe dane składników paliwa jądrowego stosowanego w reaktorach

Lp.	Izotop promieniotwórczy	Czas połowicznego rozpadu $T_{1/2}$	Rodzaj emitowanego promieniowania	Aktywność promienio-twórcza	Występowanie w przyrodzie
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
1	^{238}U	$4,5 \cdot 10^9$ lat	α, γ	niska	99,280% uranu naturalnego $4,2 \cdot 10^{-4}$ % (wagowo)
2	^{235}U	$7,13 \cdot 10^8$ lat	α, γ	niska	0,714% uranu naturalnego
3	^{232}Th	$1,405 \cdot 10^{10}$ lat	α, γ	niska	$2,5 \cdot 10^{-4}$ % (wagowo)

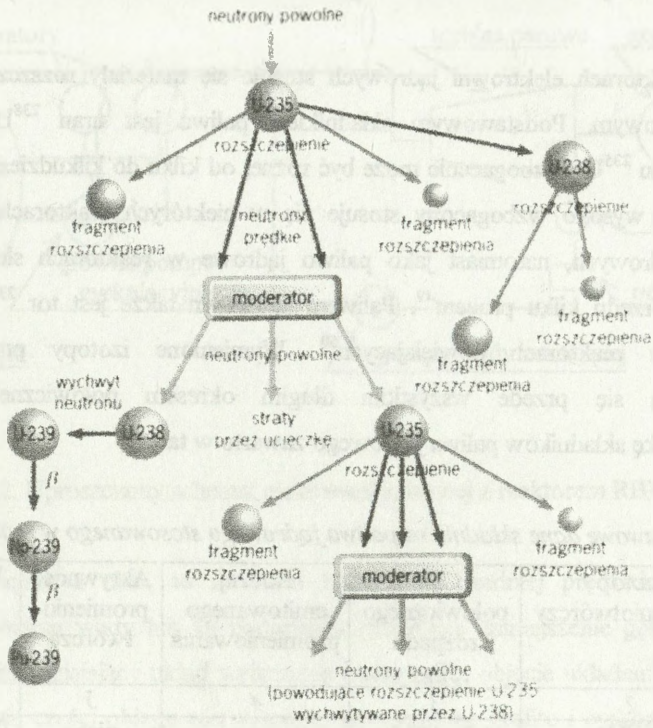
Źródło: R. Szepke, 1000 słów o atomie i technice atomowej, Wydawnictwo MON, Warszawa 1982.

[49] W reaktorach typu PWR i WWER stosuje się uran lekko wzbogacony, w granicach 3 ÷ 4% ^{235}U - przyp. aut.

[50] W reaktorach powielających w miarę wypalania się paliwa jądrowego powstaje nowy rodzaj paliwa jądrowego i to w jeszcze większej ilości, niż wynosi ilość zużytego paliwa wyjściowego - przyp. aut.

[51] Okres połowicznego rozpadu $T_{1/2}$ - zwany też okresem połowicznego zaniku jest podstawowym parametrem charakteryzującym izotopy promieniotwórcze. Jest to średni czas, po którym połowa pierwotnej liczby jąder atomowych lub cząstek ulega rozpadowi. Zgodnie z prawem rozpadu, liczba jąder (cząstek) N rozpadających się, maleje wykładniczo $N = N_0 e^{-\lambda t}$, gdzie N_o - pierwotna liczba jąder (cząstek), N - liczba jąder, które nie uległy rozpadowi po czasie t, λ - stała rozpadu równa odwrotności czasu życia $1/\tau$ - przyp. aut.

Rozszczepieniu jąder uranu ^{235}U towarzyszy powstanie wielu izotopów promieniotwórczych, które wskutek rozpadu przemieniają się w jądra innych izotopów. Przebieg reakcji w paliwie jądrowym ^{235}U reaktora obrazuje rys. 13.



Rys. 13. Model reakcji rozszczepienia ^{235}U.

Izotopy promieniotwórcze charakteryzują się emisją promieniowania alfa (α), beta (β) i gamma (γ)[52]. Promieniowanie gamma zazwyczaj towarzyszy promieniowaniu alfa i

[52] Promienie alfa to strumień cząstek alfa. Cząstki alfa odznaczają się małą przenikliwością, mimo dużych energii (ok. 5 MeV) nie są w stanie pokonać kartki papieru. Zdolne są natomiast do silnej jonizacji (proces, w którym obojętny atom lub cząsteczka ujawnia ładunek elektryczny dodatni lub ujemny) ośrodka, w którym się znajdują. Cząstki alfa są 10 razy bardziej niebezpieczne przy napromienianiu wewnętrznym niż promienie beta, X (przenikliwe promieniowanie elektromagnetyczne o dużym zakresie energii, podobne do promieni gamma) i gamma. Promienie beta to strumień cząstek beta. Przenikliwość cząstek beta i zdolność do jonizacji jest przeciętna, przenikają w ciało ludzkie na około 1 cm. Promienie gamma to promienie o naturze podobnej do światła lub fal radiowych (fala elektromagnetyczna). Odznaczają się bardzo dużą przenikliwością, dlatego są groźne przy napromienianiu zewnętrznym. Natomiast zdolność do jonizowania ośrodka jest znacznie mniejsza od promieni alfa i beta - przyp. aut.

beta. Ponadto, z rozszczepieniem jąder ^{235}U jest związana emisja neutronów[53] o różnej energii. Charakterystykę różnych typów promieniowania jonizującego zawarto w tab. 26.

Tabela 26

Charakterystyka różnych typów promieniowania jonizującego o energii 100 keV

Lp.	Rodzaj promieniowania	Masa	Ładunek	LET[a] [keV· μm^{-1}]	Przenikanie przez tkanki [μm]
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
1	β	1 e	-1	0,42	180
2	α	2 p + 2 n	+2	260	1
3	γ	0	0	1,2[b]	40 500 (HVL w H_2O)

Uwagi do tabeli:
a/ LET - liniowe przeniesienie energii (z ang. linear energy transfer) - grubość warstwy materii potrzebnej do rozproszenia całej energii, z początkowej energii dochodzącego promieniowania (E_{max});
b/ - ponieważ promieniowanie γ oraz X nie mają ustalonego obszaru przenikania (rozpraszają się wykładniczo wraz z głębokością przenikania) wartość LET wyrażana jest jako $E_{max} \cdot (2 \cdot HVL)^{-1}$, gdzie HVL jest wartością półwarstwy, czyli grubością warstwy konieczną do zmniejszenia intensywności promieniowania o połowę.
Źródło: S.F. Zakrzewski, Podstawy toksykologii środowiska, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1995.

Każda reakcja rozszczepienia jąder uranu ^{235}U, również w reaktorze jądrowym, jest związana z powstaniem fragmentów rozszczepienia, którymi są inne izotopy promieniotwórcze o bardzo zróżnicowanym okresie połowicznego rozpadu $T_{1/2}$ i różnej toksyczności dla organizmów żywych. Wybrane radionuklidy uwalniane do środowiska podczas awarii reaktora i ich charakterystykę ujęto w tab. 27.
Duże znaczenie dla narażenia ludności na promieniowanie ma radiotoksyczność[54] izotopu promieniotwórczego (patrz tab. 27, kol. 5).

[53] Promienie neutronowe, strumień neutronów o różnej energii, stąd podział na *termiczne* (o energii ok. 0,025 eV, co odpowiada prędkości cząstki 2 m · s^{-1} i średniej energii cieplnej w temperaturze pokojowej - 20^{0}C), *epitermiczne* (o energii kinetycznej większej od średniej energii ruchów cieplnych w temperaturze pokojowej), *powolne* (o małej energii kinetycznej, poniżej 0,1 eV), *pośrednie* (o energii kinetycznej zawartej między energiami neutronu powolnego i prędkiego, od 1 eV do 0,1 MeV) i *prędkie* (o dużej energii kinetycznej, powyżej 0,1 MeV, co odpowiada cząstce poruszającej się szybciej niż 150 km · s^{-1}). Neutrony mają szczególną zdolność do wywoływania reakcji jądrowych. Są uważane za kilka razy bardziej niebezpieczne od promieni gamma - przyp. aut.

[54] Radiotoksyczność - szkodliwość wprowadzonych do ustroju żywego człowieka substancji promieniotwórczych, związanych ze specyficznym oddziaływaniem promieni jonizujących. Jest różna dla różnych radionuklidów: zależy nie tylko od energii i rodzaju emitowanego promieniowania, lecz także od okresu połowicznego rozpadu i *metabolizmu* (przemiany materii w ustroju żywym, w wyniku których jedne pierwiastki gromadzą się nadmiernie w określonych narządach, a drugie są wydalane) radionuklidu. W zależności od szkodliwości, radionuklidy zostały podzielone na cztery grupy: niskiej, średniej, wysokiej i bardzo wysokiej - przyp. aut.

Tabela 27

Podstawowe radionuklidy uwalniane do środowiska i ich charakterystyka

Lp.	Radionuklid	Czas połowicznego rozpadu	Emitowane promieniowanie	Radiotoksyczność dla narządów	Skażenie dopuszczalne
1	*2*	*3*	*4*	*5*	
1	Bar - 140	12,8 dni	β i γ	wysoka - kości	1 kBq
2	Węgiel - 14	5 730 lat	β	średnia - tkanka tłuszczowa	11 MBq
3	Cez - 137	30 lat	β i γ	średnia - całe ciało	1 MBq
4	Kobalt - 60	5,7 dni	β i γ	wysoka	370 kBq
5	Jod - 131	8,06 dni	β i γ	wysoka - tarczyca	25 kBq
6	Żelazo - 55	2,7 dni	X	średnia	37 MBq
7	Krypton - 85	10,73 lat	β i γ	niska	-
8	Molibden - 99	66,2 godziny	β i γ	wysoka - nerki	300kBq
9	Pluton - 239	24 410 lat	α i γ	Bardzo wysoka - kości	1,5 kBq
10	Stront - 89	50,5 dni	β i γ	Bardzo wysoka - kości	150 kBq
11	Stront - 90	28,5 lat	β	bardzo wysoka - kości	75 kBq
12	Cyrkon - 95	64 dni	β	wysoka	740 kBq

Źródło: R. Szepke, 1000 słów o atomie i technice atomowej... dz. cyt.

Ilość i skład uwolnionych produktów rozszczepienia wskutek awarii reaktora zależą od kilku czynników. Główne z nich to: typ reaktora, rodzaj obudowy bezpieczeństwa, przebieg awarii i inne. Jednakże niezależnie od wymienionych czynników, decydujących o przebiegu awarii, uwolnione izotopy promieniotwórcze można podzielić na trzy grupy:

- gazy szlachetne, należą do nich izotopy kryptonu i ksenonu, nie zatrzymywane przez układy filtrów;

- lotne produkty rozszczepienia, głównie izotopy jodu, bromu i cezu, a w przypadku pożaru rdzenia, także telluru, rutenu i rubidu i ich tlenków, z reguły zatrzymywane wewnątrz obudowy bezpieczeństwa;

- stałe (nielotne) produkty rozszczepienia, takie jak cez, cyrkon i stront (o wysokiej temperaturze topnienia), które mogą się przedostać do otoczenia w przypadku pożaru reaktora i rozszczelnienia obudowy bezpieczeństwa.

Można przyjąć, że w wypadku maksymalnej awarii projektowej (MAP), przy działającym układzie awaryjnego chłodzenia rdzenia (UACR), do otoczenia może się przedostać 100% gazowych produktów rozszczepienia i do 50% jodu zawartych w rozszczepionym paliwie. Ich średnie ilości niezależnie od rodzaju awarii zestawiono w tab. 28.

Tabela 28

Ilości uwolnionych produktów rozszczepienia wskutek awarii reaktora

Lp.	Rodzaj awarii	Ilość uwolnionych produktów rozszczepienia [Bq]		Aktywność całkowita [Bq]
		lotne	stałe	
1	*2*	*3*	*4*	*5*
1	Rozszczelnienie wszystkich elementów paliwowych	$^{131}J - 13 \cdot 10^{15}$	-	$39 \cdot 10^{20}$
2	Częściowe stopienie rdzenia	$^{131}J - 13 \cdot 10^{17}$	1 ÷ 3% aktywności całkowitej	
3	Awaria w Zakładzie Windscale	$^{131}J - 6 \cdot 10^{14}$ $Cs - 4,7 \cdot 10^{13}$ $Ru - 4,5 \cdot 10^{13}$	$Ba - 1,4 \cdot 10^{13}$ $Cs - 1,27 \cdot 10^{13}$ $Zr - 7,5 \cdot 10^{12}$	
4	Awaria elektrowni jądrowej w Czarnobylu	$^{131}J - 3,7 \cdot 10^{17}$ $Cs - 4,81 \cdot 10^{17}$ $Ru - 1,07 \cdot 10^{17}$ $Rb - 1,58 \cdot 10^{17}$	$Sr - 1,48 \cdot 10^{17}$ $Cs - 9,44 \cdot 10^{16}$ $Zr - 5,92 \cdot 10^{16}$	$1,85 \cdot 10^{18}$

Źródło: Opracowano na podstawie Informatora o wybranych...Dz. cyt., oraz R. Szepke, 1000 słów o atomie...dz. cyt.

Izotopy promieniotwórcze uwolnione z reaktora jądrowego do środowiska mogą oddziaływać na ludzi w różnych formach. Do najistotniejszych z nich zalicza się następujące:

- promieniowanie bezpośrednie reaktora - nie ma znaczenia na większych odległościach od elektrowni;
- powstanie obłoku promieniotwórczego na skutek uwolnienia izotopów do otoczenia. Izotopy promieniotwórcze, zawarte w obłoku, rozprzestrzeniają się na duże odległości, powodując skażenie radioaktywne powietrza, sprzętu bojowego (powierzchni

okrętowych), wód oraz roślin, które w cyklu pokarmowym przenikają do żywych organizmów. Mogą one, z racji swych właściwości, powodować dwa rodzaje skażeń:

- skażenie zewnętrzne - na skutek opadu promieniotwórczego na powierzchnie otoczenia (ziemi, wody itp.) oraz powierzchnie ciała ludzkiego (odzieży);

- skażenie wewnętrzne (wewnętrzne skażenie organizmu) - powstałe na skutek oddychania skażonym powietrzem oraz drogami pokarmowymi, w wyniku spożywania skażonej żywności i wody. Skażenia wewnętrzne powodują narażenie określonych narządów lub całego ciała na promieniowanie. Skażenie powierzchni określa się w jednostkach bekerele na metr kwadratowy [$Bq \cdot m^{-2}$] lub kilobekerele na metr kwadratowy [$kBq \cdot m^{-2}$] oraz odpowiednio skażenia objętościowe [$Bq \cdot dm^{-3}$] i masy [$Bq \cdot kg^{-1}$].

W celu oceny narażenia ludzi na promieniowanie, wprowadzono kilka wielkości i jednostek obejmujących różne, możliwe rodzaje skażeń promieniotwórczych. Wielkości i jednostki stosowane w dalszej części rozprawy przedstawiono w tab. 29, natomiast zestawienie wszystkich podstawowych wielkości i jednostek stosowanych w dozymetrii[55] zawarto w zał. 29. W celu określenia wartości dawek równoważnych $H_{T,R}$, należy wziąć pod uwagę współczynnik wagowy promieniowania, uwzględniający zróżnicowane oddziaływanie różnych rodzajów i energii promieniowania.

Tabela 29

Wybrane wielkości i jednostki dozymetryczne

Lp.	Wielkość	Określenie	Jednostki obowiązujące i poprzednio stosowane	Zależność między jednostkami
1	*2*	*3*	*4*	*5*
1	Dawka pochłonięta ***D***	Iloraz średniej energii promieniowania jonizującego, przekazanej określonemu elementowi objętości materii i masy materii tego elementu	grej [Gy] $1\ Gy = 1\ J \cdot kg^{-1}$ rad [rd]	1 rd = 0,01 Gy = 1 cGy
2	Równoważnik dawki ***H***	Iloczyn dawki pochłoniętej w narządzie lub tkance i współczynnika wagowego (W_R) dla danego rodzaju promieniowania	sivert [Sv] rem	1 rem = 10 mSv

[55] Dozymetria - część użytkowa radiometrii (dział metrologii zajmujący się pomiarami promieniowania w oznaczaniu aktywności preparatów promieniotwórczych, budową detektorów promieniowania, opracowaniami i zastosowaniami metod radiometrycznych itd.) poświęcona wykrywaniu, pomiarom lub obliczaniu dawek i ekspozycji promieniowania. Zob.: R. Szepke, *1000 słów o atomie i technice jądrowej.*

1	*2*	*3*	*4*	*5*
3	Dawka równoważna $H_{T,R}$	Iloczyn dawki pochłoniętej w określonym punkcie tkanki i współczynnika wagowego (W_R) dla danego rodzaju promieniowania	sivert [Sv] rem	1 rem = 10 mSv
4	Dawka efektywna H_E	Dawka obrazująca całkowite narażenie organizmu przy nierównomiernym napromieniowaniu narządów lub tkanek	sivert [Sv] rem	1 rem = 10 mSv
5	Efektywna dawka równoważna obciążająca H_T	Dawka obrazująca napromieniowanie tkanki ze źródeł wewnętrznych po wniknięciu do organizmu substancji promieniotwórczej w rozpatrywanym przedziale czasu	sivert [Sv] rem	1 rem = 10 mSv
6	Moc dawki pochłoniętej P	Iloraz dawki pochłoniętej do jednostki czasu napromieniowania	$Gy \cdot s^{-1}$	
7	Moc równoważnika dawki	Iloraz równoważnika dawki do jednostki czasu napromieniowania	$Sv \cdot h^{-1}$	$Sv \cdot h^{-1}$= $100\ rem \cdot h^{-1}$

Źródło: Opracowano na podstawie: Udział wojska w państwowym monitoringu... Dz. cyt., R. Szepke, 1000 słów o atomie... Dz. cyt., Międzynarodowy układ jednostek miar SI (przedruk poz. 19 Monitor Polski nr 4 z dnia 9 lutego 1976 r.).

Tę zależność, uwzględniającą rodzaje i energię promieniowania, można zobrazować następująco:

$$H_{T,R} = W_R \cdot D_{T,R}$$

gdzie: W_R - współczynnik wagowy promieniowania;
$D_{T,R}$ - dawka pochłonięta w narządzie lub tkance.

Wartości wagowe promieniowania zawiera tab. 30.

Tabela 30

Współczynniki wagowe promieniowania W_R

Lp.	Rodzaj i zakres energii promieniowania	Wartość W_R
1	*2*	*3*
1	Fotony wszystkich energii	1

1	*2*		*3*
2	Elektrony i miony wszystkich energii		1
3	Neutrony o energii:	< 10 keV	5
		10 keV do 100 keV	10
		> 100 keV do 2 MeV	20
		> 2 MeV do 20 MeV	10
		> 20 MeV	5
4	Protony o energii < 2 MeV (z wyłączeniem protonów odrzutu)		5
5	Cząstki α, ciężkie jony, fragmenty rozszczepienia		20

Źródło: A. Hrynkiewicz, Dawki i działanie biologiczne promieniowania jonizującego,Państwowa Agencja Atomistyki, Instytut Fizyki Jądrowej, Warszawa - Kraków 1993.

W przypadku określania dawki efektywnej H_E, należy z kolei uwzględnić współczynniki wagowe charakteryzujące różną wrażliwość na promieniowanie i znaczenie dla organizmu poszczególnych narządów.
Tę zależność opisuje wzór:

$$H_E = W_T \cdot D_{T,R}$$

gdzie: W_T - współczynnik wagowy tkanek, uwzględniający różną wrażliwość narządów i tkanek na promieniowanie;

$D_{T,R}$ - dawka pochłonięta w narządzie lub tkance.

Wartości współczynników wagowych tkanek W_T ujęto w tab. 31.

Skutki napromieniowania można podzielić na stochastyczne i deterministyczne. Pierwsze z nich ujawniają się w postaci pojawienia się nowotworów złośliwych lub zmian dziedzicznych u potomstwa. Rozwój następuje ze znacznym opóźnieniem w stosunku do momentu otrzymania dawki promieniowania. Najmniejsze opóźnienie (czas utajonych zmian) w przypadku białaczki (leukemii) może wynieść 2 lata, a w przypadku innych nowotworów nawet 10 lat. Niekiedy czas utajenia niektórych nowotworów może osiągnąć kilkadziesiąt lat.

Tabela 31

Współczynniki wagowe tkanek W_T

Lp.	Narząd (tkanka)	Wartość W_T
1	*2*	*3*
1	Gruczoły płciowe (gonady)	0,20
2	Czerwony szpik kostny	0,12
3	Jelito grube	0,12
4	Płuca	0,12
5	Żołądek	0,12
6	Pęcherz moczowy	0,05
7	Wątroba	0,05
8	Przełyk	0,05
9	Tarczyca	0,05
10	Skóra	0,01
11	Powierzchnia kości	0,01
12	Pozostałe	0,05
Całe ciało		1,00

Źródło: A. Hrynkiewicz, Dawki i działanie biologiczne promieniowania jonizującego, Państwowa Agencja Atomistyki, Instytut Fizyki Jądrowej, Warszawa - Kraków 1993.

Skutki deterministyczne polegają na czasowym (przejściowym) lub trwałym uszkodzeniu tkanek organizmu. W większości tkanek, z wyjątkiem męskich gruczołów płciowych, nie obserwuje się poważnych uszkodzeń przy napromieniowaniu dawką (równoważną) poniżej 0,5 Gy (50 cGy). Skutki progowych wartości dawek równoważnych $H_{T,R}$, wywołujących zmiany w niektórych narządach wewnętrznych organizmu są wymienione w tab. 32.

Tabela 32

Wartości progowych dawek równoważnych dla wybranych narządów

Lp.	Organ (tkanka)	Efekt napromieniowania	Wartość dawki równoważnej jednorazowej [Sv]
1	*2*	*3*	*4*
1	Jądra	Czasowa niepłodność	0,15
		Trwała niepłodność	3,5 ÷ 6,0

1	2	3	4
2	Jajniki	Trwała niepłodność	2,5 ÷ 6,0
3	Soczewka oka	Dostrzegalne zmętnienie	0,5 ÷ 2,0
		Katarakta	5,0
4	Szpik kostny	Uchwytne, odwracalne zahamowanie funkcji krwiotwórczej	0,5

Źródło: A. Hrynkiewicz, Dawki i działanie biologiczne promieniowania... Dz. cyt.

Mniejsze dawki powodują różne ujemne skutki dla organizmu, a objawy uszkodzenia napromieniowanego mogą przyjmować rozmaite postacie: od zmian lekkich do ciężkiego zespołu kończącego się śmiercią. Skutki napromieniowania całego ciała człowieka dawką krótkotrwałą ujęto w tab. 33.

Tabela 33

Skutki krótkotrwałego napromieniowania całego ciała człowieka

Lp.	Przybliżone wartości dawek pochłoniętych [Gy]	Typowe objawy choroby popromiennej
1	2	3
1	< 0,2	Brak wyraźnych zmian
2	0,25 ÷ 0,5	Przejściowe zmiany we krwi, wykrywalne jedynie metodami laboratoryjnymi
3	0,5 ÷ 1,0	jw. oraz okresowe niedomagania
4	1,0 ÷ 2,0	Lekka postać choroby popromiennej
5	2,0 ÷ 4,0	Ostra choroba popromienna (możliwa śmiertelność do 50%)
6	4,0 ÷ 6,0	Ostra choroba popromienna (możliwa śmiertelność do 100%)
7	> 6,0	Bardzo ostra choroba popromienna (zazwyczaj kończy się śmiercią w ciągu kilkunastu lub kilku dni)

Źródło: Opracowano na podstawie: Udział wojska w państwowym monitoringu... dz. cyt.

Napromieniowanie dużą dawką całego ciała lub jego większej części powoduje pojawienie się choroby popromiennej, która w ostrej postaci może doprowadzić do śmierci. Śmiertelne dawki promieniowania są określane jako LD_{50}^{30} i są definiowane jako wartości dawek, które w 30 dni po napromieniowaniu powodują śmierć 50% osobników danego gatunku. Wartość tej dawki dla człowieka wynosi 2,5 ÷ 3 Sv, a na przykład dla

szczura - 8 Sv, wirusów - 5 000 Sv. Przebieg choroby popromiennej średniej ciężkości, jaka się pojawia po pochłonięciu dawki promieniowania gamma o wartości w przedziale 2 ÷ 4 Gy, cechuje się określonymi fazami w rozwoju i kolejnością pojawiania się objawów. Zwykle występują cztery okresy, w następującej kolejności:

- okres I - początkowy (prodromalny) - rozpoczyna się kilka lub kilkanaście godzin od napromieniowania i trwa od kilku godzin do kilku dni;

- okres II - utajonego rozwoju choroby (bezobjawowy) - trwa od kilku do kilkunastu dni, nie występują objawy kliniczne choroby;

- okres III - rozwiniętego schorzenia, w którym ujawniają się wszystkie objawy uszkodzeń popromiennych, między innymi gorączka, uszkodzenia przewodu pokarmowego, krwiotwórczego i odpornościowego, trwa zwykle 4 ÷ 8 tygodni;

- okres IV - zejściowy (następuje zejście śmiertelne lub stopniowa rekonwalescencja) - stopniowo zanika większość objawów chorobowych, powrót do zdrowia trwa zwykle kilka miesięcy.

W celu zapewnienia wysokiego poziomu bezpieczeństwa w warunkach narażenia na promieniowanie zostały ustalone kryteria, które określają sytuację jako awaryjną, zwaną wypadkiem radiacyjnym. Według NRC (Nuclear Regulatory Commission US) wartości dawek napromieniowania w zależności od warunków narażenia ujmuje tab. 34.

Tabela 34

Kryteria charakteryzujące wypadek radiacyjny

Lp.	Warunki narażenia	Kryteria
1	*2*	*3*
1	Dawka na całe ciało, układ krwionośny, gonady	250 mSv
2	Dawka na skórę całego ciała lub kończyny	6 000 mSv
3	Dawka na inne tkanki lub narządy z napromieniowania zewnętrznego	750 mSv
4	Skażenie wewnętrzne substancjami promieniotwórczymi	1/2 zawartości w narządach

Źródło: A. Hrynkiewicz, Dawki i działanie biologiczne promieniowania... dz. cyt.

Z kolei Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej (MAEA) określiła awaryjne poziomy odniesienia (APO), przy których należy podejmować działania zmierzające do zmniejszenia zagrożenia promieniowaniem. Komisja zaleca pozostanie w ukryciu przy przewidywanym równoważniku dawki na całe ciało wynoszącym 5 ÷ 50 mSv lub na pojedynczy organ np. płuca, rzędu 50 ÷ 500 mSv. Przy dolnej granicy podjęcie działań

interwencyjnych (np. ewakuacja z obszaru zagrożonego opadem promieniotwórczym) jest możliwe, natomiast przy górnej - konieczne. Awaryjne poziomy odniesienia (APO) wyróżniają możliwe drogi zagrożenia organizmu skażeniem promieniotwórczym zewnętrznym, wskutek inhalacji radionuklidów z obłoku promieniotwórczego oraz skażenie skóry, szczególnie izotopami beta - promieniotwórczymi.

Wartości dopuszczalnych stężeń izotopów promieniotwórczych dla osób dorosłych zostały zestawione w tab. 35.

Tabela 35

Zestawienie wybranych awaryjnych poziomów odniesienia

Lp.	Rodzaj zagrożenia	Jednostka	Izotop promieniotwórczy			
			^{90}Sr	^{106}Ru	^{131}J	^{137}Cs
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
1	Inhalacja radionuklidów z chmury	$Bq \cdot s \cdot m^{-3}$	$3 \cdot 10^9$	10^9	$4 \cdot 10^9$	$2{,}5 \cdot 10^{10}$
2	Promieniowanie beta radionuklidów osadzonych na skórze	$Bq \cdot s \cdot m^{-3}$	$4 \cdot 10^{10}$	$4 \cdot 10^{10}$	10^{10}	$3 \cdot 10^{10}$
3	Promieniowanie na całe ciało ze skażonych powierzchni	$Bq \cdot m^{-2}$	-	$1{,}5 \cdot 10^7$	$1{,}5 \cdot 10^8$	$4 \cdot 10^6$
4	Inhalacja radionuklidów, które uległy desorpcji	$Bq \cdot m^{-2}$	$3 \cdot 10^9$	-	-	-
5	Picie mleka	$Bq \cdot l^{-1}$	$1{,}5 \cdot 10^3$	10^4	$2 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^4$
6	Jedzenie warzyw	$Bq \cdot kg^{-1}$	$1{,}5 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$	$1{,}5 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$
7	Skażenie wody pitnej	$Bq \cdot l^{-1}$	$1{,}5 \cdot 10^2$	$7 \cdot 10^2$	$1{,}5 \cdot 10^3$	$7 \cdot 10^2$

Źródło: A. Strupczewski, Awarie reaktorowe...Dz. cyt.

Powyższe wartości, zawarte w tablicy 35, odpowiadają zagrożeniu, jakie wystąpiłoby przy otrzymaniu dawki na całe ciało równej 50 mSv lub dawki na pojedynczy organ 500 mSv, tj. na granicy zagrożenia, przy której ewakuacja jest uzasadniona. W tym samym celu Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej (ICPR) zaleciła limity dawek. Obejmują one sumy rocznych dawek od źródeł zewnętrznych i dawek obciążających wchłanianych w ciągu roku.

Zestawienie zalecanych przez ICPR limity dawek zawiera tab. 36.

Tabela 36

Zalecane limity dawek napromieniowania

Lp.	Kryteria		Limit roczny [mSv]	
			zawodowy	ogólny
1	Dawki skuteczne uśrednione w ciągu 5 lat		20[a]	1
2	Dawki równoważne	w rogówkach oczu	150	15
		w skórze	500	50
		w rękach i stopach	500	50

Uwaga: [a] - w żadnym roku dawka skuteczna nie może przekroczyć wartości 50 mSv.
Źródło: A. Hrynkiewicz, Dawki i działanie biologiczne promieniowania... Dz. cyt.

Podczas działania w warunkach skażeń promieniotwórczych, jest istotne również roczne wchłonięcie radionuklidu do organizmu. Ponieważ do najbardziej groźnych izotopów należą stront ^{90}Sr, cez ^{137}Cs oraz gazowy jod ^{131}J, zostały określone roczne graniczne wartości wchłonięcia radionuklidów, tzw. ALI (annual limit of intake). Te wartości zestawiono w tab. 37.

Tabela 37

Graniczne roczne wchłonięcia radionuklidów

Lp.	Radionuklid	Droga wchłonięcia	
		oddechowa	pokarmowa
1	stront ^{90}Sr	$7 \cdot 10^5$	10^6
2	cez ^{137}Cs	$2 \cdot 10^6$	10^6
3	jod ^{131}J	$6 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^6$

Źródło: A. Hrynkiewicz, Dawki i działanie biologiczne promieniowania... dz. cyt.

Przedstawione właściwości izotopów promieniotwórczych wytwarzanych w reaktorach jądrowych świadczą, w przypadku uwolnienia do otoczenia, o ich dużej szkodliwości nie tylko dla zdrowia i życia napromieniowanych osób, ale również dla przyszłych pokoleń. Czas i efekt szkodliwy napromieniowania zależy nie tylko od wartości pochłoniętej dawki, ale również czasu ekspozycji i rodzaju promieniowania. Ponadto w przypadku awarii (rozszczelnienia) reaktora groźne jest skażenie wewnętrzne,

powodowane izotopami gazowymi, łatwo przyswajalnymi przez organizm np. jodu ^{131}J[56]. W rezultacie działanie w obszarach skażonych radionuklidami jest ściśle związane z zagrożeniem utraty zdolności bojowej, szczególnie tej części załóg, która nie może wykorzystywać technicznych i farmakologicznych (jod stabilny) środków zmniejszających szkodliwe skutki promieniowania.

2.2.3. Ocena przewidywanego zagrożenia

Awarie elektrowni jądrowych połączone z uszkodzeniem lub zniszczeniem reaktorów są z reguły związane z uwolnieniami produktów rozszczepienia paliwa jądrowego do otoczenia. Takie przypadki mogą się zdarzyć zarówno w rezultacie niesprawności urządzeń i systemów technicznych, będących skutkiem błędów zaistniałych w okresie projektowania lub wykorzystywania systemów roboczych reaktorów, jak również w wyniku błędów obsługi. Szczególnie niebezpieczne mogą być awarie spowodowane sabotażem lub celowym zniszczeniem w czasie konfliktów zbrojnych.

Skutkiem wielkiej awarii, bo tylko takie podlegają ocenie w niniejszej pracy, są uwolnienia wielkiej ilości izotopów radioaktywnych powstających w wyniku pracy reaktora (skutek rozszczepienia uranu ^{235}U). Skala skażenia izotopami radioaktywnymi zależy od typu reaktora, stopnia jego zniszczenia lub zniszczenia innych urządzeń elektrowni, warunków meteorologicznych oraz orograficznych.

Produkty rozpadu uranu ^{235}U powstałe w rdzeniu reaktora określają sytuację skażeń, jaka może powstać w rejonach znacznie oddalonych od elektrowni. W niniejszym opracowaniu szczególnej uwagi wymaga sytuacja, jaka może zaistnieć w pasie nadmorskim i na akwenach Bałtyku Południowego, po awariach elektrowni jądrowych oddalonych nawet do kilkuset kilometrów. Wytworzona sytuacja skażeń może wywrzeć znaczny wpływ na sposób działania sił Marynarki Wojennej RP zarówno w czasie pokoju, jak i wojny oraz na specyfikę prowadzenia prac ewakuacyjno - ratunkowych. Niewątpliwie ta sytuacja będzie miała ogromny wpływ na warunki życia i zachowanie się ludności cywilnej, co z kolei może okazać się ważne dla funkcjonowania obiektów Marynarki Wojennej RP, szczególnie lądowych. Sytuacja skażeń, jaka zaistnieje na obszarze przymorskim Bałtyku, w pobliżu linii brzegowej oraz w strefie odpowiedzialności wymaga

[56] W porównaniu z wybuchami jądrowymi, których obłok promieniotwórczy tworzą głównie izotopy w postaci stałej, to w obłoku powstałym na skutek rozszczelnienia reaktora znajdują się duże ilości izotopów gazowych - przyp. aut.

oceny pod względem jej wpływu na sposób działania jednostek pływających Marynarki Wojennej RP i portów wojennych oraz określenia optymalnych warunków ich działania (bazowania).

Działania rażące skażeń promieniotwórczych określa się głównie na podstawie napromienienia zewnętrznego, stąd ma ono zasadnicze znaczenie dla określenia wartości dawki pochłoniętej w czasie przebywania w rejonach (akwenach) skażonych. O ile akweny, na które wcześniej nastąpił opad izotopów promieniotwórczych, można traktować jako bezpieczne dla wchodzących na nie okrętów, o tyle opad bezpośrednio na ich powierzchnie należy oceniać relatywnie do sytuacji promieniotwórczej, jaka powstałaby na lądzie. W zależności od stopnia skażenia i wywołanych skutków napromieniowania, powierzchnie skażone (teren, akweny) na śladzie obłoku dzieli się na pięć stref: A,B,C,D i M[57].

Strefy skażeń promieniotwórczych można scharakteryzować następująco:

- strefa szczególnie niebezpiecznego skażenia (strefa D) - nawet krótkotrwałe przebywanie w strefie jest niebezpieczne;

- strefa niebezpiecznego skażenia (strefa C) - prowadzenie działań bojowych jest możliwe tylko bez opuszczania odizolowanych pomieszczeń okrętowych (wyposażonych w urządzenia filtrowentylacyjne);

- strefa silnego skażenia (strefa B) - działania bojowe również powinny być prowadzone z zachowaniem zasad wykorzystania pomieszczeń okrętowych wyposażonych w urządzenia filtrowentylacyjne. Stany osobowe portów wojennych nie powinny opuszczać obiektów ochronnych;

- strefa umiarkowanego skażenia (strefa A) - w warunkach pokojowych działanie załóg okrętowych powinno podlegać takim rygorom, jakie obowiązują w strefie B, natomiast w warunkach wojennych, w zależności od sytuacji bojowej, należy ograniczać czas przebywania poza ukryciami (na okrętach i portach). Działania mogą być prowadzone w indywidualnych środkach ochrony;

- strefa zagrożenia promieniotwórczego (strefa M) - w warunkach pokojowych należy ograniczyć przebywanie załóg na odkrytych powierzchniach okrętowych, a w przypadku konieczności działania takie powinny być prowadzone z zapewnieniem kontroli dozymetrycznej i radiologicznej, ochrony dróg oddechowych, profilaktycznego

[57] Okręty i pomocnicze jednostki pływające będące na otwartym morzu w czasie opadania izotopów promieniotwórczych należy traktować jak obiekty lądowe, które się znalazły w danej strefie.- przyp. aut.

przyjmowania preparatów jodowych oraz prowadzenia dezaktywacji umundurowania i używanej techniki bojowej.

Przykład stref skażeń w terenie powstałych na skutek awarii elektrowni jądrowych obrazuje tab. 38.

Tabela 38

Charakterystyka stref skażenia promieniotwórczego po awarii elektrowni jądrowych

Lp.	Strefa	Dawka pochłonięta w ciągu pierwszego roku po awarii [cGy]			Moc dawki przeliczona na 1 h po awarii [cGy · h^{-1}]	
		Na granicy zewnętrznej	Na granicy wewnętrznej	W środku strefy	Na granicy zewnętrznej	Na granicy wewnętrznej
1	**D**	5 000	-	9 000	14	-
2	**C**	1 500	5 000	2 740	4,2	14
3	**B**	500	1 500	866	1,4	4,2
4	**A**	50	500	160	0,14	1,4
5	**M**	5	50	16	0,014	0,14

Źródło: Opracowano na podstawie Metodyki oceny sytuacji promieniotwórczej...dz. cyt.

W celu zobrazowania prognozowanej sytuacji skażeń promieniotwórczych, jaka może się wytworzyć w strefie odpowiedzialności Marynarki Wojennej, są niezbędne informacje dotyczące lokalizacji elektrowni jądrowej (współrzędne geograficzne), jej typu (np. WWER, RBMK,PWR), mocy elektrycznej (wyrażonej w megawatach), liczby zniszczonych reaktorów (oznaczanej w pracy symbolem *n*), masy uwolnionych izotopów promieniotwórczych (oznaczonej symbolem η - w procentach), czasu awarii (data, godzina, minuta), kierunku wiatru (oznaczonej symbolem α w stopniach) i jego prędkości w metrach na sekundę [m · s^{-1}], na wysokości 10 metrów nad powierzchnią ziemi (oznaczonej symbolem V_{10}) oraz znajomości stopnia zachmurzenia w rejonie awarii. Ilość uwolnionych produktów radioaktywnych można oszacować korzystając z następującego wzoru:

$$\eta_{tab} = 10^{-3} \cdot W \cdot n \cdot \eta \ [\%]$$

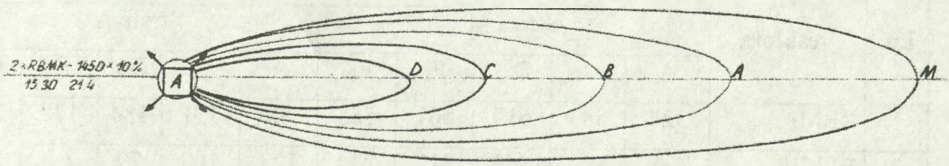
gdzie:

η_{tab} - tabelaryczna ilość uwolnionych produktów radioaktywnych;
W - moc reaktora jądrowego [MW];
n - liczba reaktorów jądrowych, które uległy awarii;
η - ilość produktów radioaktywnych uwolnionych w czasie awarii [%].

Często będzie trudne ustalenie ilości uwolnionych produktów rozszczepienia paliwa jądrowego, wtedy w celach prognozowania można przyjąć, że wartość η wynosi 10%. Również istotna jest znajomość warunków meteorologicznych w rejonie zniszczonej elektrowni jądrowej, ponieważ na podstawie prędkości wiatru na wysokości 10 metrów oraz stanu zachmurzenia można określić podstawowy parametr, tj. kategorię pionowej stateczności powietrza, decydującą o maksymalnej odległości, którą może osiągnąć obłok promieniotwórczy jako całość (zewnętrzna granica strefy M) oraz te jego objętości, które decydują o wystąpieniu na powierzchni ziemi (wody) kolejnych stref A, B, C i D. Dla potrzeb prognozowania sytuacji promieniotwórczej przyjmuje się możliwość wystąpienia trzech kategorii pionowej stateczności powietrza, oznaczonej literami A - konwekcja, D - izotermia, F - inwersja[58].

Zobrazowanie sytuacji promieniotwórczej po awarii elektrowni jądrowej polega na wykreśleniu na mapie osi i stref prawdopodobnego skażenia (D, C, B, A i M) oraz przedstawieniu danych o ilości i typie zniszczonych rektorów, masie oraz czasie uwolnienia izotopów promieniotwórczych. W przypadku inwersji (kategoria F), strefy nie powstają bezpośrednio w rejonie elektrowni, lecz dopiero od pewnej odległości, np. przy uwolnieniu 50% aktywności, przy prędkości wiatru 10 $m \cdot s^{-1}$ strefa A rozpoczyna się 11 kilometrów od miejsca awarii. Każdej granicy strefy jest przypisany inny kolor (D - czarny, C - brązowy, B - zielony, A - niebieski i M - czerwony). Strefę M (zagrożenia promieniotwórczego) z uwagi na to, że działanie w niej nie ma natychmiastowego wpływu na obniżenie zdolności bojowej, w warunkach wojennych nie przedstawia się.

Sposób zobrazowania sytuacji promieniotwórczej po awarii elektrowni jądrowej przedstawiono na rys. 14.



Rys. 14. Schemat prognozowanej sytuacji skażeń promieniotwórczych.

[58] Por. charakterystykę pionowej stateczności powietrza - podrozdział 2.1.3.

Na zewnętrznych granicach stref skażeń promieniotwórczych D, C, B, A i M moce dawek zmniejszają się wykładniczo wraz z upływem czasu.

Wybrane średnie wartości mocy dawek na granicach stref zawarto w tab. 39.

Tabela 39

Średnie wartości mocy dawek na zewnętrznych granicach stref [cGy · h^{-1}]

Lp.	Czas po awarii	Strefa skażenia				
		D	C	B	A	M
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
1	1 godzina	14,2	4,2	1,42	0,14	0,014
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
2	1 doba	5,4	1,6	0,54	0,05	0,005
3	1 miesiąc	1,1	0,34	0,11	0,011	0,001

Źródło: Metodyka oceny sytuacji promieniotwórczej... Dz. cyt.

Przy zastosowaniu obowiązujących zasad prognozowania sytuacji promieniotwórczej po awarii elektrowni jądrowych (Metodyka oceny sytuacji promieniotwórczej... dz. cyt.), w obszarze działania sił Marynarki Wojennej RP (bazy i porty morskie oraz Bałtyk Południowy) awarie elektrowni wymienionych w tab. 24, spowodują powstanie stref skażeń promieniotwórczych o zróżnicowanych zasięgach.

Maksymalne zasięgi stref skażeń M i A zawiera tab. 40.

Tabela 40

Maksymalne zasięgi stref skażeń promieniotwórczych po awarii elektrowni jądrowych [km]

Lp.	Typ reaktora	Maksymalny zasięg strefy w zależności od kategorii pionowej stateczności powietrza									
		Strefa M					Strefa A				
		A	D_5	D_{10}	F_5	F_{10}	A	D_5	D_{10}	F_5	F_{10}
1	RBMK	324	583	619	561	585	88	191	184	178	156
2	WWER (PWR)	438	379	369	212	234	123	100	79	64	56

Źródło: Opracowanie własne autora na podstawie Metodyki oceny sytuacji promieniotwórczej...dz. cyt.

Graficzne zobrazowanie zasięgów stref skażeń promieniotwórczych[59] powstałych na skutek awarii wybranych elektrowni jądrowych, rozmieszczonych w pobliżu Wybrzeża przedstawiają załączniki: 30 ÷ 34 (elektrownie leżące na terenie Niemiec), 35 ÷ 37 (elektrownie leżące na terenie Szwecji) oraz 38 (elektrownia na Litwie). Zaprezentowane strefy skażeń promieniotwórczych (zał. 30 ÷ 37) określają przewidywaną sytuację promieniotwórczą, jaka może zaistnieć w rejonach bazowania okrętów i pomocniczych jednostek pływających oraz na akwenach przybrzeżnych Bałtyku Południowego. Zestawienie portów morskich, które mogą się znaleźć w określonych strefach skażeń promieniotwórczych przedstawiono w tab. 41.

W związku z tym, że odległości od elektrowni jądrowych do Wybrzeża są zróżnicowane, czas dojścia uwolnionych radionuklidów tworzących obłok promieniotwórczy będzie również inny w odniesieniu do każdej z nich.

Tabela 41

Zestawienie portów morskich, które mogą się znaleźć w strefach skażeń promieniotwórczych po awarii elektrowni jądrowych

Lp.	Elektrownia jądrowa	Port	Porty morskie, mogące się znaleźć w strefie skażeń promieniotwórczych, w różnych warunkach meteorologicznych							
			M					A		
			A	D_5	D_{10}	F_5	F_{10}	A	D_5	D_{10}
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
1	Nord	Gdynia	x	x	x					
		Hel	x	x	x					
		Kołobrzeg	x	x	x	x	x			
		Świnoujście	x	x	x	x	x	x	x	x
2	Grohnde	Świnoujście	x	x	x					
3	Kruemmel	Świnoujście	x	x	x					
		Kołobrzeg	x	x	x					
4	Stade	Świnoujście	x	x	x					
		Kołobrzeg	x	x						
5	Brusbuttel i Brokdorf	Świnoujście	x	x	x					
		Kołobrzeg	x							

[59] Znaki graficzne użyte w załącznikach, dla oznaczenia elektrowni jądrowych, zaczerpnięto ze "Zbioru znaków i skrótów wojskowych", syg. Szt. Gen. 1462/96, Warszawa 1996

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	Bersebeck	Gdynia	x							
		Hel	x							
		Kołobrzeg	x	x						
		Świnoujście	x	x	x		x			
7	Oskarshamn	Gdynia	x	x						
		Hel	x	x						
		Kołobrzeg	x	x						
		Świnoujście	x	x						
8	Ringalais	Kołobrzeg	x							
		Świnoujście	x							
9	Ignalino	Gdynia		x	x	x	x			
		Hel		x	x	x	x			

Źródło: Opracowanie własne autora na podstawie Metodyki oceny sytuacji promieniotwórczej...dz. cyt.

Początek formowania się śladu obłoku promieniotwórczego zależy głównie od kierunku wiatru i kategorii pionowej stateczności powietrza. Przyjmując odległości od elektrowni jądrowych zawarte w tab. 24 (kolumna 3), czas, po którym nastąpi początek wypadania izotopów promieniotwórczych na obiekty lądowe Marynarki Wojennej RP oraz akweny przybrzeżne, będzie wynosił w przybliżeniu od kilku godzin do kilku dni. Dla przykładu strefa A, po awarii elektrowni jądrowej "Nord", zacznie się formować w rejonie Świnoujścia w czasie około 6,5 godziny od chwili rozpoczęcia emisji. Po wypadnięciu izotopów promieniotwórczych z przemieszczającego się obłoku, na lądzie i akwenach morskich powstaną określone moce dawek promieniowania, których średnie wartości (na zewnętrznych granicach stref M i A są ujęte w tab. 42.

Sytuacja skażeń promieniotwórczych po awarii elektrowni jądrowych, jaka może powstać na Wybrzeżu i akwenach Bałtyku Południowego, spowoduje potrzebę wykonania dodatkowych czynności związanych z ochroną przed promieniowaniem. Najbardziej zagrożone skażeniami, w przypadku rozszczelnienia reaktorów elektrowni jądrowej "Nord", będą Port Wojenny Świnoujście i bazujące w nim okręty. Niewielka odległość od elektrowni, wynosząca około 50 kilometrów spowoduje, że w Świnoujściu i na akwenach przybrzeżnych, na zachód od Kołobrzegu, uformuje się strefa umiarkowanego skażenia A.

Tabela 42

Średnie wartości mocy dawek na zewnętrznych granicach stref M i A

Lp.	Czas po awarii		Moc dawki na granicy strefy [cGy · h^{-1}]	
			M	A
1	*2*	*3*	*4*	*5*
1	godziny	1	0,014	0,14
		2	0,011	0,12
		5	0,009	0,09
		7	0,008	0,08
		9	0,007	0,08
2	doby	1	0,005	0,05
		2	0,004	0,04
		3	0,003	0,03
		5	0,003	0,03
		10	0,002	0,02
		15	0,002	0,016
3	miesiące	1	0,001	0,11
		2	-	0,008
		3	-	0,006
		6	-	0,004

Źródło: Opracowanie własne autora na podstawie Metodyki oceny sytuacji promieniotwórczej...dz. cyt.

To z kolei będzie w większym stopniu, niż w strefie zagrożenia promieniotwórczego M, determinować działania bojowe okrętów i pomocniczych jednostek pływających oraz funkcjonowanie portu. Pojawią się dodatkowe zadania związane z oceną sytuacji skażeń promieniotwórczych oraz zmierzające do minimalizowania wpływu promieniowania na zdolność bojową załóg.

Można zauważyć, że awarie elektrowni jądrowych rozmieszczonych na obszarze Niemiec, będą powodowały powstanie stref skażeń głównie w części zachodniej Wybrzeża, natomiast na Litwie - w części wschodniej. Z kolei awarie szwedzkich elektrowni jądrowych będą oddziaływały prawie na całe Wybrzeże i morską strefę obrony (Polską Wyłączną Strefę Ekoomiczną), z wyjątkiem elektrowni w Ringalais, z której opad promieniotwórczy może objąć jedynie obszary środkowego i zachodniego Wybrzeża.

Najczęściej, jak można przypuszczać, wraz ze skażeniem obszarów nadmorskich nastąpi skażenie przybrzeżnych i dalszych akwenów strefy obrony MW. Wprawdzie opad izotopów promieniotwórczych bezpośrednio na powierzchnię wody nie będzie stanowił zagrożenia dla okrętów wchodzących na te obszary, nawet po krótkim czasie od chwili zakończenia wypadania. Ale jeśli w czasie wypadania izotopów promieniotwórczych, na morzu będą jednostki pływające (okręty i pomocnicze jednostki pływające), to ich powierzchnie będą skażone w takim samym stopniu, jak obiekty na lądzie, które znalazły się w określonej strefie M lub A.

Skomplikowana sytuacja bojowa (również w warunkach pokojowych), jaka pojawi się po awariach elektrowni jądrowych, wymaga naukowego rozpatrzenia i przyjęcia optymalnych rozwiązań, które będą ograniczały niekorzystny wpływ promieniowania jonizującego oraz zapewnią utrzymanie zdolności bojowej wojsk do wykonania zadań w warunkach pokoju i wojny. Mimo tego, że dawki pochłonięte wskutek promieniowania jonizującego (gamma, beta i alfa), jak wynika z oceny zagrożenia, osiągną niewielkie wartości (w porównaniu z przewidywanymi dawkami pochłoniętymi po użyciu broni jądrowej), to jednak mogą w sposób decydujący wpłynąć na zmniejszenie stopnia zdolności bojowej załóg nawodnych okrętów bojowych (pomocniczych jednostek pływających) i jednostek brzegowych Marynarki Wojennej RP. Objawy choroby popromiennej mogą się pojawić nawet po kilku tygodniach lub miesiącach od chwili napromieniowania. Zakłada się, że powstała sytuacja wymusi konieczność objęcia porażonych opieką szpitalną oraz dokonania zmian w stanach osobowych jednostek.

2.3. Wnioski

Toksyczne środki przemysłowe stanowią grupę związków chemicznych i pierwiastków stosowanych w przemyśle. Niektóre z nich np. chlor, fosgen itp. posiadają właściwości toksyczne zbliżone do bojowych środków trujących[60]. Największe ilości niebezpiecznych substancji znajdują się w rejonach uprzemysłowionych całej Polski, a na Wybrzeżu głównie w Trójmieście i w rejonie Szczecin - Police - Świnoujście. Ponadto każdy morski port rybacki posiada zbiorniki z amoniakiem wykorzystywanym w przetwórstwie rybnym. Rozmieszczenie stacjonarnych obiektów (zbiorników o dużej stosunkowo pojemności) z toksycznymi środkami przemysłowymi w portach morskich wiąże się z zapotrzebowaniem, głównie na amoniak, jako środek chłodniczy oraz dodatkowo chloru w Świnoujściu.

Największe zagrożenie dla sił marynarki wojennej stanowią stacjonarne zbiorniki z toksycznymi środkami przemysłowymi zlokalizowane na nabrzeżach portowych, w pobliżu basenów portów wojennych (baz morskich). Szczególnie niebezpieczna sytuacja może zaistnieć w zasięg par uwolnionego amoniaku (w Świnoujściu dodatkowo chloru) może w poważnym stopniu zakłócić pracę portów wojennych, a okręty zmusić do szybkiego wyjścia na morze.

Oprócz obiektów stacjonarnych, toksyczne środki przemysłowe mogą stanowić zagrożenia w czasie przeładowywania na nabrzeżach portowych. Inny rodzaj zagrożenia stanowią toksyczne środki przemysłowe będące w transporcie kolejowych lub drogowym oraz morskim. Awaria lub zniszczenie (uszkodzenie) zbiorników (cystern) lub statków, służących do przewozu niebezpiecznych substancji chemicznych (chemikaliowców, statków kombinowanych) może wytworzyć sytuację skażeń, niejednokrotnie trudną do przewidzenia.

[60] Przyjmując kryterium syndromu, jaki jest dominujący w przypadku zatruć, toksyczne środki przemysłowe najczęściej posiadają właściwości duszące (np. chlor, amoniak), ogólnotrujące (np. tlenek węgla) oraz neurotropowe (np. amoniak, hydrazyna). Są zaliczane do grupy związków chemicznych powodujących czasowe obezwładnienie. Najczęściej proces ten jest, w przypadku niewielkich stężeń par, przejściowy i odwracalny - przyp.aut.

Toksyczne środki przemysłowe, chociaż nie zalicza się do broni, są środkiem rażenia o działaniu przestrzennym. Czas działania jest wartością wprost proporcjonalną do czasu parowania uwolnionego środka toksycznego i zawiera się w granicach 10 ÷ 11 godzin. Natomiast w Zakładach Chemicznych "Police", czas parowania może wynieść kilkanaście dni, co jest spowodowane dużą masą przechowywanego amoniaku.

Najbardziej niebezpieczna sytuacja może mieć miejsce w bazie morskiej Świnoujście oraz na redzie portu. Baseny i nabrzeża marynarki wojennej mogą się znaleźć w zasięgu par nie tylko amoniaku i chloru uwolnionych ze zbiorników stacjonarnych, ale również, co będzie stanowiło największe zagrożenie, par amoniaku przewożonego statkami torem wodnym Świnoujście - Police. Ta groźna sytuacja może być spowodowana awarią statku (chemikaliowca, statku kombinowanego), kolizją lub celowym zniszczeniem. Podobnie zagrożenie mogą być załogi okrętów wykonujących zadania bojowe na akwenach w pobliżu wejścia do portu (na redzie) Świnoujście.

Wysoka toksyczność niektórych niebezpiecznych substancji chemicznych powoduje, że wymagają one dokładnej oceny i określenia stopnia zagrożenia nie tylko dla sił Marynarki Wojennej, ale również ludności. Powoduje to, że zadania obrony przeciwchemicznej obejmują przedsięwzięcia związane z ochroną stanów osobowych sił zbrojnych przed skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi i w konsekwencji, zapobieżeniu utraty (obniżeniu) zdolności bojowej.

Pary środków toksycznych rozprzestrzeniają się na odległość rzędu kilku mil morskich (kilometrów), w zależności od kierunku i prędkości wiatru w warstwie przyziemnej powietrza i mogą bezpośrednio razić załogi okrętów i obsługi portów, jak również mogą opadać na powierzchnie pokładów (nadbudówek) okrętów. Niewykluczone będzie skażenie nieuszczelnionych pomieszczeń okrętowych (podobnie do skażenia nietrwałymi środkami trującymi).

Skażenie izotopami promieniotwórczymi, jako skutek awarii (celowego zniszczenia) reaktorów elektrowni jądrowych, posiada cechy znacznie odbiegające od skażenia toksycznymi środkami przemysłowymi. Zasadnicza różnica polega na objęciu skażeniem radionuklidami znacznie większej powierzchni.

Zagrożenie skażeniem radioaktywnym obszaru nadmorskiego i akwenów morskich w strefie obrony marynarki wojennej może być spowodowane awariami tylko niektórych elektrowni jądrowych, rozmieszczonych poza granicami kraju. Należą do nich elektrownie jądrowe rozmieszczone na Litwie, w Szwecji i na obszarze Niemiec. Największe niebezpieczeństwo, w przypadku awarii, stanowią elektrownie położone najbliżej

Wybrzeża tj. w Bersebeck i Oskarshamn (Szwecja) oraz elektrownia "Nord" w Lubminie (w Niemczech koło Greifswaldu), ponieważ w przypadku awarii (zniszczenia) strefy skażeń promieniotwórczych mogą objąć całą strefę obrony Marynarki Wojennej RP i wszystkie bazy (porty) morskie[61].

Przedstawione w podrozdziale 2.2. właściwości promieniotwórczych środków przemysłowych pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- skład izotopów radioaktywnych uwolnionych z reaktora jest różnorodny i trudny do jednoznacznego określenia. W głównej mierze zależy od rodzaju reaktora i czasu pracy, od chwili wymiany paliwa jądrowego. Tym nie mniej zawsze będą to izotopy gazowe i w stanie stałym, o różnym czasie połowicznego rozpadu, emitujące promieniowanie alfa, beta i gamma;

- w odróżnieniu od oddziaływania głównie zewnętrznego izotopów promieniotwórczych powstałych wskutek wybuchu jądrowego, izotopy mieszaniny reaktorowej, ze względu na stan gazowy, będą powodowały skażenie wewnętrzne organizmu. Przenikanie będzie następowało głównie przez drogi oddechowe (oddychanie skażonym powietrzem) i pokarmowe (spożywanie skażonych produktów roślinnych i zwierzęcych). Porażenie przez skórę jest mniej prawdopodobne, chociaż niektóre izotopy np. cez i stront mogą wchłonięte w ilości kilku procent już w czasie kilku dni;

- wskutek skażenia organizmu izotopami radioaktywnymi następuje rozwój choroby popromiennej. W zależności od wartości pochłoniętej dawki pojawi się określony stopień choroby, a jej skutki będą powodowały utratę zdolności bojowej załóg jednostek pływających i obsad baz (portów) morskich;

- niektóre izotopy promieniotwórcze cechuje powinowactwo do określonych organów organizmu. Skutkiem tego zjawiska jest trwałe wchłonięcie (wbudowanie) izotopów w kości (pluton ^{239}Pu), tarczycę (jod ^{139}J) itp. Wchłonięte izotopy pozostają w organach do całkowitego rozpadu, którego okres zależy od "czasu ich życia", zawierającym się od kilku dni do kilku lat.

- największe zagrożenie strefy obrony Marynarki Wojennej RP izotopami promieniotwórczymi stanowią reaktory elektrowni jądrowych (w przypadku ich rozszczelnienia) rozmieszczonych w bezpośrednim sąsiedztwie obszarów północnych kraju.

---

[61] Ta sytuacja (promieniotwórcza) jest zobrazowana w zał. 30., 35. i 37.

Przedstawione właściwości radionuklidów uwolnionych z reaktorów jądrowych świadczą zarówno o ich szkodliwym oddziaływaniu na organizmy żywe, jak również o tym, że będą wpływały na działania bojowe jednostek pływających i brzegowych, zmuszając je do wykonywania czynności związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa zdrowia i życia załóg.

Rozdział 3.

STAN PRZYGOTOWANIA SIŁ MARYNARKI WOJENNEJ RP DO DZIAŁANIA W WARUNKACH ZAGROŻENIA TOKSYCZNYMI I PROMIENIOTWÓRCZYMI ŚRODKAMI PRZEMYSŁOWYMI

W rezultacie badań naukowych, których treść i rezultaty zawarto w rozdziale pierwszym, można stwierdzić, że zagrożenia toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi w istotny sposób wpłynie na działania bojowe (również w warunkach pokoju) jednostek pływających i brzegowych (baz i portów morskich) Marynarki Wojennej RP. Stąd niezbędne stało się określenie tych rodzajów i okresów działalności, które wymagają naukowego oglądu. Niewątpliwie zasadniczym czynnikiem wpływającym zarówno na sposób działania jednostek, jak i zakres oraz sposoby realizacji przedsięwzięć obrony przeciwchemicznej jest zjawisko losowe, zarówno w czasie i częściowo w przestrzeni (znane jest jedynie położenie zbiorników stacjonarnych z toksycznymi środkami toksycznymi oraz elektrowni jądrowych). Znaczący wpływ na skalę zagrożenia skażeniami, a niekiedy wręcz decydujący o nim wywierają warunki meteorologiczne, zwłaszcza kierunek wiatru. W związku z tym, że te zmienne są trudne do przewidzenia, należało przyjąć, że zagrożenie porażeniem środkami przemysłowymi może zaistnieć w dowolnym czasie i przestrzeni (na morzu, w porcie). Stąd niezbędne stało się zbadanie i tematyczne przedstawienie zarówno właściwości użycia i zadania taktyczno - operacyjne jednostek pływających Marynarki Wojennej, głównie nawodnych okrętów bojowych oraz zakresu przedsięwzięć obrony przeciwchemicznej przewidzianych do realizacji w warunkach zagrożenia skażeniami przemysłowymi.

3.1. Właściwości użycia i zadania taktyczno - operacyjne jednostek pływających marynarki wojennej w świetle wniosków wynikających z oceny zagrożenia

Polska Marynarka Wojenna, zgodnie z ustaleniami zawartymi w założeniach polityki bezpieczeństwa i strategii obronnej RP, jest przeznaczona głównie do obrony morskiej granicy państwa, ochrony żeglugi i interesów gospodarczych w polskich obszarach morskich oraz obrony wybrzeża we współdziałaniu z innymi rodzajami Sił Zbrojnych (WOPL I WL).

Na realizację powyższych zamierzeń składa się szereg zadań o znaczeniu operacyjnym, do których, jako najważniejsze można zaliczyć:

- zapewnienie wczesnego wykrycia symptomów zagrożenia bezpieczeństwa państwa od strony morza;
- realizacja programowych zadań szkolenia bojowego jednostek i przygotowanie sił do wykonania zadań w czasie zagrożenia i wojny;
- utrzymanie odpowiednio wysokiej gotowości bojowej i mobilizacyjnej do wykonania zadań związanych z osłoną operacyjną morskiej granicy państwa i polskich obszarów morskich;
- współdziałanie ze Strażą Graniczą w ochronie morskiej granicy państwa i polskiej strefy ekonomicznej;
- udział w ratowaniu życia w polskiej strefie ratownictwa SAR (Search and Reascue) oraz ratownictwo załóg samolotów we współdziałaniu z Wojskami Lotniczymi i Obrony Powietrznej;
- zapewnienie bezpieczeństwa żeglugi na polskich obszarach morskich przez Biuro Hydrograficzne Marynarki Wojennej istniejącej na zasadach instytucji i urzędu państwowego;
- udział w ochronie środowiska naturalnego polskich obszarów morskich;
- utrzymanie sił przewidzianych do udziału w misjach pokojowych organizacji międzynarodowych i innych oraz współpracy bilateralnej i wielostronnej z siłami morskimi innych państw;

- realizacja zadań polskiej racji stanu (demonstrowanie bandery i utrzymanie więzi z środowiskami polonijnymi);

Ponadto funkcjonowanie Marynarki Wojennej RP w czasie pokoju ma na celu przygotowanie sił do wykonania następujących zadań w przypadku konfliktu zbrojnego:

- odparcie uderzeń przeciwnika z kierunku morza;

- zwalczanie sił przeciwnika w morskiej strefie obrony we współdziałaniu z innymi rodzajami sił zbrojnych;

- utrzymanie panowania na morzu w strefie obrony Marynarki Wojennej RP;

- udział w obronie przeciwdesantowej wybrzeża morskiego we współdziałaniu z wojskami lądowymi i wojskami lotniczymi w zwalczaniu desantów morskich przeciwnika.

Oprócz wymienionych, marynarka wojenna wykonuje szereg innych zadań, głównie o charakterze zabezpieczającym np. prowadzenie rozpoznania, pełnienie służby dozorowej, patrolowanie, poszukiwanie i śledzenie okrętów, prowadzenie stałej obserwacji i rozpoznania itp.

Najważniejsze zadania bojowe okręty wykonują w strefie obrony Marynarki Wojennej[1], która obejmuje obszar Polskiej Wyłącznej Strefy Ekonomicznej (PWSE). Podział polskich obszarów morskich prezentuje zał. 39.

W celu wykonania zadań w strefie obrony, Marynarka Wojenna RP posiada odpowiednie rodzaje sił morskich. Każdy rodzaj jest przeznaczony do wykonania zadań bojowych, właściwych dla danej klasy okrętów. Należą do nich okręty nawodne, podwodne, lotnictwo morskie, artyleria nadbrzeżna, jednostki przeciwchemiczne i inne. Najliczniejszą grupę stanowią okręty nawodne, przewidziane do prowadzenia działań bojowych na powierzchni morza samodzielnie oraz we współdziałaniu z innymi rodzajami sił morskich i rodzajami sił zbrojnych (wojskami lądowymi oraz lotniczymi i obrony powietrznej). Dla potrzeb tematu rozprawy są istotne zasady i sposoby działania okrętów nawodnych[2], głównie okrętów bojowych[3], ponieważ one wykonują główne zadania sił

---

[1] Strefa obrony została podzielona (wzdłuż południka $16^0 30'$) na dwie strefy odpowiedzialności flotyll obrony wybrzeża - przyp. aut.

[2] Okręty nawodne stanowią zespół trzech grup okrętów, w którego skład wchodzą: okręty bojowe, okręty pomocnicze i bazowe okręty pływające. Zob. R. Miecznikowski, *Taktyka marynarki wojennej, Taktyka ogólna marynarki wojennej*, Gdynia 1997.

[3] Do bojowych okrętów nawodnych, ze względu na główne uzbrojenie (klasę) zalicza się: nawodne okręty rakietowe, okręty zwalczania okrętów podwodnych (ZOP), rakietowo - artyleryjskie, transportowo - minowe i obrony przeciwminowej – przyp. aut.

morskich.

Do najważniejszych zadań można zaliczyć:

- niszczenie okrętów nawodnych, zespołów desantowych, konwojów przeciwnika w rejonach przybrzeżnych i na dużych odległościach;

- poszukiwanie i niszczenie okrętów podwodnych przeciwnika;

- zabezpieczenie rozwijania okrętów podwodnych i ich powrotu do bazy;

- niszczenie okrętów ZOP (zwalczania okrętów podwodnych) przeciwnika na rubieżach ZOP;

- obrona morskich linii komunikacyjnych;

- obronę wybrzeża i rejonów bazowania przed uderzeniami i atakami przeciwnika od strony morza;

- stawianie zagród minowych;

- likwidację zagród minowych i przeprowadzenie okrętów za trałami;

- wysadzanie desantów oraz udział w odpieraniu desantów morskich przeciwnika;

- wsparcie ogniowe wojsk lądowych działających na kierunku nadmorskim;

- prowadzenie rozpoznania i pełnienie dozorów.

Skuteczność prowadzenia działań bojowych przez okręty nawodne wiąże się ściśle z dostosowaniem ich organizacji (konstrukcji) do wykonania wymienionych zadań. Rozróżnia się stałą (etatową) organizację sił oraz organizację bojową tj. przyjętą do wykonania typowych zadań lub określonego, konkretnego zadania bojowego.

Ta druga przewiduje tworzenie jednorodnych i różnorodnych grup taktycznych[4] i zespołów. Skład i organizacja okrętowych grup i zespołów taktycznych jest określana odpowiednio do zadań. Do ważnych cech pojedynczego okrętu, istotnych w warunkach zagrożenia bronią masowego rażenia oraz toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi należy zaliczyć autonomiczność[5], dzielność morską[6] i stan wyposażenia w

---

[4] Grupa taktyczna składa się z kilku okrętów (kutrów) przeznaczonych do wykonania cząstkowego zadania bojowego, manewrujących we wspólnym szyku samodzielnie lub w składzie zespołu taktycznego (wyższy element organizacji bojowej). Wykonują zadania szczebla taktycznego, w ramach operacji lub podczas działań systematycznych (działania bojowe realizowane długotrwale według jednolitego planu) - przyp. aut.

[5] Autonomiczność okrętu określa jego zdolność do przebywania na morzu i wykonywania właściwych jemu zadań bojowych bez wymiany załogi i uzupełnienia zapasów. Wyraża się w dobach i stanowi wartość stałą dla danego typu okrętu - przyp. aut.

[6] Dzielność morska wyraża zdolność okrętu do pływania i wykonywania właściwych jemu zadań w trudnych warunkach pogodowych. Określa, przy jakim stanie morza (według skali Beauforta) okręt może wykonać zadanie bojowe oraz stan morza pozwalający na bezpieczną żeglugę - przyp. aut.

środki obrony biernej[7].

Istotna dla potrzeb badanego problemu jest autonomiczność okrętu, ponieważ każde przymusowe wejście do portu (bazy morskiej) będzie związane z dodatkowym zagrożeniem skażeniami toksycznymi środkami przemysłowymi.

Zestawienie wartości autonomiczności różnych klas i typów[8] okrętów zawiera tab. 43.

Tabela 43

Autonomiczność wybranych klas i typów okrętów

Lp.	Klasa i typ okrętu	Autonomiczność [doby]
1	*2*	*3*
1	Niszczyciel rakietowy	30
2	Fregata rakietowa, dozorowiec, duży okręt rakietowy	10
3	Okręty podwodne	45 ÷ 60
4	Okręty i kutry rakietowe	5
5	Duży ścigacz	12
6	Trałowce bazowe	5 ÷ 12
7	Kuter trałowy	5
8	Okręt transportowo - minowy	5
9	Okręt hydrograficzny	35
10	Okręt ratowniczy	23
11	Holownik	14
12	Zbiornikowiec	20

Źródło: Opracowanie własne autora na podstawie dokumentacji technicznej okrętów.

Skażenia promieniotwórcze po awarii reaktorów jądrowych obejmą znacznie większe obszary, więc ten parametr nie ma tutaj większego znaczenia. Natomiast stan wyposażenia w środki obrony biernej okrętu, zwłaszcza system obrony przeciwchemicznej, będzie miał znaczenie zarówno w pierwszym, jak i drugim przypadku tj. w warunkach skażeń toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi.

Taktyka okrętów nawodnych jest zróżnicowana i zależy od klasy okrętów. Dodatkowy wpływ na sposób prowadzenia działań będzie miała sytuacja skażeń, jaka powstanie wskutek awarii obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi i energetyki jądrowej. Stąd niezbędne jest przedstawienie chociażby ogólnych zasad i sposobów prowadzenia działań bojowych przez wybrane klasy okrętów nawodnych: okręty i kutry

[7] Stan wyposażenia w środki obrony biernej stanowi całokształt rozwiązań konstrukcyjnych i specjalnych zastosowanych w celu zwiększenia odporności na działanie środków rażenia przeciwnika i zachowanie zdolności do wykonania zadań. Obejmuje systemy obrony przed bronią masowego rażenia (toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi), środkami napadu powietrznego, bierną obronę przeciwminową itp. - przyp. aut.

[8] Konkretne rozwiązanie konstrukcyjne okrętu lub serii okrętów. Podstawowe cechy określające typ okrętu to sylwetka, wymiary, uzbrojenie, sprzęt i parametry techniczne - przyp. aut.

rakietowe, nawodne okręty ZOP, okręty obrony przeciwminowej (trałowce bazowe i redowe) oraz okręty transportowo - minowe.

Okręty i kutry rakietowe są częścią składową sił uderzeniowych marynarki wojennej. Zaliczane są do głównych nawodnych sił uderzeniowych, działających na morzach zamkniętych oraz w strefach przybrzeżnych mórz otwartych. Możliwość wykonywania uderzeń rakietowych na siły nawodne przeciwnika nadaje im zdecydowanie zaczepny charakter. Do głównego uzbrojenia należą kierowane pociski rakietowe klasy "woda - woda" oraz rakiety i artyleria przeciwlotnicza. Prędkość okrętów i kutrów rakietowych wynosi kilkadziesiąt węzłów[9]. Charakteryzują się wysoką manewrowością i małą wykrywalnością. Ograniczona dzielność morska kutrów rakietowych utrudnia rozwijanie pełnych prędkości i zmniejsza możliwość użycia uzbrojenia rakietowego w warunkach pogody sztormowej (użycie uzbrojenia rakietowego jest ograniczona do stanu morza 5[10]). Okręty i kutry rakietowe wykonują zadania bojowe samodzielnie i we współdziałaniu z innymi rodzajami sił marynarki wojennej. Działają w składzie okrętowej grupy uderzeniowej OGU[11] liczącej dwie - trzy grupy taktyczne po kilka okrętów (kutrów). W czasie przejścia morzem, odległości między kutrami (okrętami) rakietowymi wynoszą kilka kabli[12], a między grupami taktycznymi kilkadziesiąt. Niewielka autonomiczność okrętów i kutrów rakietowych, wynosząca od 5 do 10 dób zmusza je do częstego wchodzenia do portów (baz morskich).

Działania okrętów i kutrów rakietowych na morzu mogą przebiegać w warunkach skażeń promieniotwórczych, powstałych na skutek awarii (celowego zniszczenia) obiektów energetyki jądrowej. Natomiast dodatkowe zagrożenie skażeniami toksycznymi środkami przemysłowymi może się pojawić w czasie odtwarzania zdolności bojowej i pobierania zapasów w porcie (bazie).

Nawodne okręty zwalczenia okrętów podwodnych stanowią oddzielną klasę okrętów bojowych i jednocześnie rodzaj sił ZOP marynarki wojennej. Są przeznaczone do poszukiwania i niszczenia okrętów podwodnych przeciwnika samodzielnie i we współdziałaniu z lotnictwem ZOP i okrętami podwodnymi. Wchodzą również w skład ochrony zespołów okrętów bojowych, zespołów desantowych i konwojów przed okrętami podwodnymi przeciwnika oraz środkami napadu powietrznego. Są uzbrojone w wyrzutnie

---

[9] Węzeł (w) - prędkość liniowa stosowana w żegludze:
1 w jest równy prędkości 1mili morskiej (Mm = 1852 metrów) na 1godzinę - przyp. aut.
[10] Skalę stanu morza zawiera zał. 2 - przyp. aut.
[11] OGU - okrętowa grupa uderzeniowa - przyp. aut.
[12] Kabel (kbl)- długość równa 1/10 mili morskiej (182,5 m.) - przyp. aut.

bomb głębinowych, miny i artylerię przeciwlotniczą. Wyporność okrętów waha się w granicach 300 ÷ 500 ton.

Okręty nawodne ZOP charakteryzują się możliwością prowadzenia działań długotrwałych (autonomiczność powyżej 10 dób), zależnością skuteczności poszukiwania celu od stanu morza (do 5) oraz brakiem skrytości działania przed rozpoznaniem przeciwnika. Wykonując zadania poszukiwania okrętów podwodnych działają w składzie okrętowych grup poszukująco - uderzeniowych (OGPU), składających się z kilku okrętów. Odległości między okrętami, w czasie śledzenia okrętu podwodnego, mogą wynosić do kilku Mm.

Działania nawodnych okrętów zwalczenia okrętów podwodnych (ZOP) na morzu mogą również przebiegać w warunkach skażeń promieniotwórczych, powstałych na skutek awarii (celowego zniszczenia) obiektów energetyki jądrowej. Podobnie jak w przypadku innych okrętów, dodatkowe zagrożenie skażeniami toksycznymi środkami przemysłowymi może się pojawić w czasie odtwarzania zdolności bojowej i pobierania zapasów w porcie (bazie morskiej).

Okręty obrony przeciwminowej (OPM) zwane trałowcami stanowią odrębną klasę okrętów bojowych. Są przeznaczone do trałowania rozpoznawczego i kontrolnego[13], niszczenia pól minowych, wytyczania torów pływania w obrębie pól minowych i prowadzenia za trałami okrętów i zespołów. Okręty OPM są uzbrojone w trały i wybuchowe środki niszczenia min oraz artylerię pokładową. Wyporność osiąga wartość do 500 ton. Mogą działać w każdych warunkach pogodowych.

Okręty OPM charakteryzują się minimalnymi wartościami okrętowych pól fizycznych, prędkością 12 do 18 węzłów (z trałami kilka węzłów mniejszą), małą zależnością od warunków hydrologiczno - meteorologicznych oraz dużą żywotnością. Zadania bojowe wykonują w grupach i zespołach trałowych (po kilka okrętów). Odległości między okrętami są zależne od rodzaju stosowanych trałów oraz przyjętego szyku trałowania i wynoszą od dziesiętnych części kabla do kilku kabli. Autonomiczność waha się w granicach 5 ÷12 dób. Skala zagrożenia skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi jest podobna do zagrożenia innych okrętów np. nawodnych okrętów zwalczenia okrętów podwodnych (ZOP).

Okręty transportowo - minowe (OTM) są przeznaczone do przewozu i wysadzania wojsk i techniki bojowej sił desantu na nie przygotowanym brzegu, dowozu zaopatrzenia

[13] Trałowanie jest głównych elementem obrony przeciwminowej, mającym na celu wykrywanie min morskich i ich niszczenie - przyp. aut.

dla wysadzonych wojsk i ewakuacji sprzętu z zagrożonego rejonu oraz stawiania zagród minowych (pojedynczych, łachy min i pól minowych). Wyporność okrętów wynosi około 1000 ton, a podstawowe uzbrojenie stanowią kierowane pociski i artyleria przeciwlotnicza, i wyrzutnie rakietowe. Mogą działać do stanu morza 7, lecz możliwości załadowcze i wyładowcze w przypadku falowania są niewielkie - do stanu morza 2 ÷ 3.Okręty transportowo - minowe wykonują zadania w grupach taktycznych i zespołach desantowych. Grupę taktyczną mogą stanowić 3 ÷ 5 okręty transportowo - minowe, natomiast kilka grup tworzy zespół desantowy. Odległości między grupami desantowymi w czasie przejścia morzem wynoszą kilkadziesiąt kabli (kilka kilometrów), a między okrętami kilka kabli (kilkaset metrów). Niewielka autonomiczność, wynosząca do 5 dób, nie pozwala na długie przebywanie na morzu bez odnowienia zapasów. Narażenie na skażenie toksycznymi środkami przemysłowymi jest stosunkowo duże, o ile okręty będą się zaopatrywały w porcie (bazie morskiej), natomiast na promieniotwórczymi środkami wystąpi w każdym okresie działań, również codziennych.

W działaniach nawodnych okrętów bojowych można wyróżnić kilka etapów, mianowicie: przygotowanie okrętów do wyjścia na morze i do boju, przejście morzem, wykonanie zadania bojowego, odtworzenie zdolności bojowej (uzupełnienie zapasów, likwidacja skutków uderzeń broni masowego rażenia oraz skażeń toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi itp.). Odtworzenie zdolności bojowej okrętów z reguły odbywa się w porcie (bazie morskiej) lub na morzu.

Prowadzenie działań bojowych na morzu wymaga odpowiedniego systemu bazowania i zabezpieczenia bojowego. Wobec zagrożenia działań bojowych okrętów bronią masowego rażenia oraz toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi istnieje konieczność organizowania różnorodnego systemu bazowania np. w oddalonych rejonach morza, w strefie przybrzeżnej własnego wybrzeża, na rzekach, jeziorach własnego terytorium itp.

Jak wynika z treści i wniosków zawartych w rozdziale pierwszym, zagrożenie toksycznymi środkami przemysłowymi, głównie amoniakiem może się pojawić w każdym porcie morskim (w Świnoujściu dodatkowo chlorem). Ze względu na niewielkie zasięgi par uwolnionego amoniaku i chloru[14], zagrożone będą okręty przebywające w portach

[14] Por. zasięgi par środków toksycznych są przedstawione w zał. 20 ÷ 26.

(bazach morskich), wchodzące (wychodzące) z nich oraz przebywające w pobliżu (na redzie).

Działania okrętów, wykonujących zadania według wcześniej ustalonego planu, mogą zostać zakłócone, a nawet przerwane. Taka sytuacja może się pojawić w czasie odtwarzania zdolności bojowej w portach (bazach morskich). W warunkach zagrożenia toksycznymi środkami przemysłowymi okręty będą zmuszone do natychmiastowego przerwania wykonywanych czynności (pobierania rakiet, amunicji, paliwa itp.) i niezwłocznego opuszczenia portu i wyjścia na morze. Natomiast okręty oczekujące na wejście do portu (bazy morskiej), w warunkach oddziaływania toksycznych środków przemysłowych (rozszczelnienia zbiorników), będą zmuszone do zmiany planu i przedłużyć czas przebywania na morzu. Czas oczekiwania jest uwarunkowany czasem parowania środków toksycznych, głównie amoniaku i chloru. Dla wszystkich portów czas ten może wynieść niewiele ponad 10 godzin[15]. Obsługi portów (baz morskich) będą również zmuszone do przerwania wykonywanych czynności i opuszczenia stanowisk zaopatrywania.

Zagrożenie skażeniami radioaktywnymi po awarii reaktorów jądrowych wywiera zgoła odmienny wpływ na działania bojowe okrętów nawodnych. Skażenia obejmą nie tylko porty morskie, ale również całą lub część strefy obrony[16]. W tej sytuacji, w zależności od mocy dawki ekspozycyjnej, działania okrętów mogą zostać przerwane lub kontynuowane, z równoczesnym przeprowadzaniem czynności związanych z minimalizowaniem wpływu skażeń na zdolność bojową załóg.

Strefy odpowiedzialności flotyll i znajdujące się w nich okręty, mogące ulec skażeniu radioaktywnemu, przedstawia tab. 44.

Tabela 44

Strefy odpowiedzialności flotyll mogące ulec skażeniu radioaktywnemu

Lp.	Położenie elektrowni jądrowej (miejscowość)	Strefa odpowiedzialności flotylli		Uwagi
		8 FOW	9 FOW	
1	*2*	*3*	*4*	*5*
NIEMCY				
1	Lubmin	x	x	

[15] Por. dane zawarte w zał. 14 - 16b oraz 20 - 26.

[16] Por. sytuację promieniotwórczą, powstałą po awarii reaktorów jądrowych, zobrazowano w zał. 30 ÷ 38 - przyp. aut.

1	2	3	4	5
2	Grohnde	x		
3	Kruemmel	x		
4	Stade	x		
5	Brusbuttel	x		
6	Brokdorf	x		
		SZWECJA		
7	Bersebeck			
8	Oskarshamn	x	x	
9	Ringalais	x	x	akweny zachodniej części strefy obrony
		LITWA		
10	Ignalino		x	

Źródło: Opracowanie własne autora na podstawie danych zawartych w zał. 30 ÷ 38.

Z przedstawionych rozważań wynika, że skażenia toksycznymi środkami przemysłowymi będą miały wpływ na działania okrętów bojowych przebywających w portach (bazach morskich) i na pobliskich redach portów[17], natomiast skażenia promieniotwórczymi środkami przemysłowymi, na określonych obszarach morza, w strefie obrony, w zależności od miejsca awarii (miejscowości) elektrowni jądrowej. Zagrożenie okrętów bojowych toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi istnieje również w okresie pokoju, a znacznie wzrasta w czasie konfliktu zbrojnego, ponieważ obiekty z niebezpiecznymi środkami przemysłowymi mogą się stać celem uderzeń rakietowych i artylerii lub działań dywersyjnych.

[17] Istnieje wyjątek w tak sformułowanej tezie. Otóż niebezpieczne dla działań okrętów bojowych na morzu mogą się okazać skażenia środkami toksycznymi w przypadku awarii (rozszczelnienia) statku chemikaliowca znajdującego się w pobliżu, przewożącego niebezpieczne substancje chemiczne - przyp. aut.

3.2. Zadania obrony przeciwchemicznej wynikające z właściwości działania jednostek pływających i funkcjonowania portów morskich oraz oceny zagrożenia

Obrona przeciwchemiczna w marynarce wojennej, podobnie jak w innych rodzajach sił zbrojnych, a zwłaszcza wojskach lądowych, jest rodzajem bojowego zabezpieczenia działań taktycznych, mających na celu maksymalne osłabienie skutków rażącego działania broni masowego rażenia (jądrowej, chemicznej i biologicznej) oraz radioaktywnych i toksycznych środków przemysłowych[18]. Zasadniczym celem obrony przeciwchemicznej w czasie pokoju jest przygotowanie jednostek pływających i brzegowych marynarki wojennej do wykonania zadań bojowych w warunkach stosowania broni masowego rażenia oraz skażeń toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi. Warunkiem skuteczności wykonywanych zadań jest przestrzeganie zasad, mających zdecydowany wpływ na ogólny efekt obrony. Należą do nich: powszechność, ciągłość, trwałość oraz ekonomiczność w wykorzystaniu posiadanych sił i środków[19]. *Zasada powszechności* stosowanych przedsięwzięć obrony przeciwchemicznej się odnosi do wszystkich rodzajów działań (morskiej operacji obronnej, działań systematycznych), niezależnie od szczebla organizacyjnego tzn. jest realizowana na szczeblu działu okrętowego (członków załogi), okrętu, grupy i zespołu okrętów itd. *Ciągłość* obrony przeciwchemicznej, to zapewnienie zdolności załóg okrętów do wykonania zadań, niezależnie od warunków działań bojowych, w jakich znajduje się okręt (grupa, zespół). *Trwałość* obrony charakteryzuje się zdolnością wykonania zadań specjalistycznych, niezależnie od sytuacji skażeń, pozwalająca na wykonanie zadań bojowych na morzu. *Ekonomiczne użycie sił i środków* w warunkach działań bojowych na morzu jest niezwykle trudne. Niejednokrotnie autonomiczność okrętów będzie ograniczona (zmniejszona) możliwościami w likwidacji skutków użycia broni masowego rażenia i skażeń toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi.

---

[18] Zob. *Regulamin działań Wojsk Lądowych*...dz. cyt.

[19] Szerzej o zasadach mających wpływ na skuteczność obrony przeciwchemicznej w działaniach bojowych wojsk można znaleźć w pracy studyjnej płk. prof. dr. hab. S. Śladkowskiego pt. *Obrona przeciwchemiczna jako dyscyplina (specjalność) naukowa*, AON, Warszawa 1999.

Obrona przeciwchemiczna w marynarce wojennej, to zarówno szeroko pojęta teoria i praktyka w realizacji zadań spełniających założone cele minimalizowania skutków oddziaływania czynników rażących broni masowego rażenia, i w czasie pokoju także skażeń toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi. Ponadto, teoria zajmuje się badaniami, a następnie naukowym rozwiązywaniem problemów związanych z ochroną wojsk i ludności (również sfery materialnej) przed skutkami użycia broni masowego rażenia i skażeniami przemysłowymi.

Treść i zakres zadań obrony przeciwchemicznej są zależne od szczebla organizacyjnego wojsk. Inne zadania wykonują związki taktyczne i oddziały marynarki wojennej, a inne okręty i grupy okrętów. Na wyższych szczeblach (związek taktyczny, oddział) do typowych zadań obrony przeciwchemicznej należą: prognozowanie skutków uderzeń bronią masowego rażenia i skutków zniszczenia obiektów energetyki jądrowej i przemysłu chemicznego, wykrywanie uderzeń bronią jądrową i chemiczną, rozpoznanie rejonów porażenia i skażeń, monitoring (rozpoznanie) skażeń, ostrzeganie o zagrożeniu i alarmowanie o skażeniach, udział w przedsięwzięciach ratunkowo - ewakuacyjnych oraz ograniczających emisję i rozprzestrzenianie skażeń, kontrola radiologiczna i chemiczna, indywidualna i zbiorowa ochrona przed skażeniami oraz wykorzystanie w tym celu właściwości ochronnych terenu i jego infrastruktury oraz likwidacja skażeń[20]. Natomiast pojedyncze okręty (grupy okrętów) wykonują zadania analogiczne do wykonywanych w pododdziałach wojsk lądowych: wykrywanie uderzeń bronią jądrową i chemiczną, rozpoznanie rejonów porażenia, wykrywanie skażeń, alarmowanie o skażeniach, przedsięwzięcia ratunkowo - ewakuacyjne, kontrolę radiologiczną i chemiczną, wykorzystanie indywidualnych i zbiorowych środków ochrony oraz właściwości ochronnych terenu i jego infrastruktury, likwidację skażeń[21]. Wykonanie konkretnego zadania, wymienionego w określonej kolejności, jest uwarunkowane wykonaniem poprzedniego, chociaż nie można wykluczyć innej sytuacji np. załogi okrętów mogą wykorzystywać indywidualne i zbiorowe środki ochrony oraz właściwości ochronne okrętu natychmiast po otrzymaniu, od służby dyżurnej - operacyjnej, sygnału o niebezpieczeństwie skażeń.

Główne zadania, najbardziej złożone i wymagające specjalistycznego sprzętu oraz odpowiedniego przygotowania, wykonują wojska obrony przeciwchemicznej (np.

---

[20] Zob. *Regulamin działań Wojsk Lądowych*...dz. cyt.

[21] Na podstawie *Regulaminu działań taktycznych wojsk zmechanizowanych (batalion, kompania)*, sygn. DWLąd. 20/2000.

prowadzenie likwidacji skażeń na okrętach, w ramach okrętowych punktów zabiegów specjalnych rozwijanych na nabrzeżach portowych)[22].

W warunkach zagrożenia skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi, zarówno w czasie pokoju, jak i konfliktu zbrojnego, sposób realizacji zadań w zasadzie nie zmienia się, chociaż duży wpływ na ich przebieg będzie miała aktualna sytuacja operacyjno - taktyczna. W warunkach pokoju, w czasie stałej gotowości bojowej, jednostki pływające i brzegowe są w zróżnicowanym stopniu przygotowane do wykonania czynności zabezpieczających, w przypadku zagrożenia skażeniami środkami przemysłowymi znajdującymi się na terenie jednostki wojskowej lub w ich sąsiedztwie. Opracowane harmonogramy czynności w przypadku skażeń toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi uwzględniają możliwości jednostek pływających i brzegowych w zakresie realizacji przedsięwzięć zabezpieczających stany osobowe przed utratą zdolności bojowej[23].

Zarówno rodzaj, jak i zakres zadań obrony przeciwchemicznej wykonywanych na jednostkach pływających (bazach morskich, portach) w warunkach skażeń toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi jast zależny i ściśle związany z funkcjonowaniem wyższych organów dowodzenia (dowództwa marynarki wojennej, flotyll obrony wybrzeża). Ta zależność jest szczególnie ważna w procesie wykrywania zniszczenia (awarii w czasie pokoju) zbiorników z toksycznymi środkami przemysłowymi i reaktorów elektrowni jądrowych oraz prognozowania skutków tych zjawisk.

Wykrywanie zniszczeń (awarii) obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi jest koniecznym i podstawowym przedsięwzięciem, służącym do uruchomienia całego systemu obrony przeciwchemicznej (system obrony przeciwchemicznej należy rozumieć

---

[22] Ponadto wojska obrony przeciwchemicznej realizują dodatkowe zadania z zakresu maskowania wojsk i obiektów (portów morskich) dymami, rażenia przeciwnika środkami zapalającymi oraz biorą udział w lokalizacji i gaszeniu pożarów – por. Regulamin działań Wojsk Lądowych...dz. cyt.

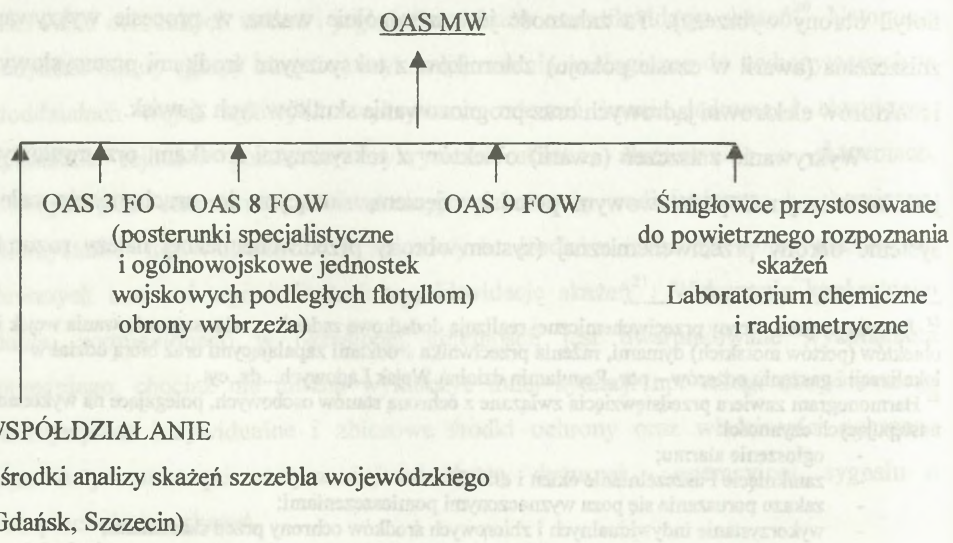
[23] Harmonogram zawiera przedsięwzięcia związane z ochroną stanów osobowych, polegające na wykonaniu następujących czynności:

- ogłoszenie alarmu;
- zamknięcie i uszczelnienie okien i drzwi;
- zakazu poruszania się poza wyznaczonymi pomieszczeniami;
- wykorzystanie indywidualnych i zbiorowych środków ochrony przed skażeniami;
- zorganizowane kierowanie stanów osobowych do ukryć i pomieszczeń wewnątrz budynków najlepiej uszczelnionych;
- wykorzystanie systemów przeciwpożarowych do zmniejszenia oddziaływania skażeń i ich likwidacji na zewnątrz budynków;
- wykorzystanie stacjonarnych i ruchomych instalacji sanitarnych do przeprowadzenia zabiegów sanitarnych stanów osobowych;
- możliwość udzielania pierwszej pomocy medycznej osobom poszkodowanym.

(Na podstawie zarządzenia Zastępcy Dowódcy Szefa Sztabu Marynarki Wojennej z dnia 05.05.1997 r.).

jako zbiór wzajemnie powiązanych elementów - zadań specjalistycznych). Pozyskane dane (miejsce i czas awarii, rodzaj zniszczeń, ilość i rodzaj uwolnionych środków oraz warunki meteorologiczne w rejonie awarii) są niezbędne do sporządzenia przez ośrodki analizy skażeń prognozy sytuacji chemicznej. Ośrodki analizy skażeń etatowe i nieetatowe (w tym nieetatowe sekcje analizy skażeń - NSAS) Marynarki Wojennej RP otrzymują informacje w ramach własnej sieci wykrywania skażeń lub z ośrodków wykrywania i alarmowania szczebla rejonowego lub wojewódzkiego obrony cywilnej. Istnieje prawdopodobieństwo, że o rozprzestrzenianiu się środków toksycznych poinformują służby wachtowe okrętów bazujących w portach i dyżurne baz morskich (portów wojennych) z uwagi na bliskie sąsiedztwo obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi. Jednakże nie będą to informacje pełne, lecz bardzo ogólne, oparte na podstawie oznak zewnętrznych np. charakterystycznego zapachu, widocznego rozprzestrzeniania się par lub aerozolu, pożaru w rejonie obiektów ze środkami toksycznymi itp.

Schemat systemu wykrywania zniszczeń (awarii) obiektów marynarki wojennej przedstawia rys 15.



Rys. 15. Schemat systemu wykrywania zniszczeń (awarii) obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi.

Prognozowanie skutków uwolnienia toksycznych środków przemysłowych oraz izotopów promieniotwórczych prowadzi się niezależnie od wcześniejszej oceny hipotetycznej, dokonanej przed awarią[24]. Aktualna prognoza uwzględnia, w odróżnieniu od hipotetycznej, rzeczywistą ilość uwolnionych środków toksycznych i radionuklidów, stan gotowości bojowej okrętów i ich liczbę w bazie morskiej (porcie) oraz warunki meteorologiczne, głównie kierunek wiatru. Wyniki prognozy zaistniałej sytuacji chemicznej są wykorzystywane w pierwszej kolejności do alarmowania (ostrzegania) załóg okrętów (obsad baz morskich i portów), a następnie służą dowódcom do podejmowania decyzji o dalszych działaniach (zmianach w planach działań bojowych)[25]. W miarę napływania meldunków od służb wachtowych (dyżurnych) znajdujących się w strefach skażeń, treść prognozy jest uaktualniana i korygowana.

W przypadku awarii reaktorów elektrowni jądrowych zadanie wykrywania nie będzie wykonywane, ponieważ te obiekty leżą poza granicami kraju. Informacje niezbędne do przeprowadzenia prognozowania sytuacji promieniotwórczej będą przekazywane przez zainteresowane organa państwowe Szwecji, Niemiec lub Litwy. Niewykluczone jest, że będą mogły być pozyskane z sieci krajowego systemu ostrzegania i alarmowania na podstawie dokonanych pomiarów wzrostu poziomu promieniowania. W takiej sytuacji wyniki prognozy, obciążone dużym błędem, będą mniej lub bardziej zbliżone do sytuacji rzeczywistej, a niezwykle istotne okażą się dane z rozpoznania.

Prognozowanie sytuacji chemicznej i promieniotwórczej po awariach (zniszczeniach) obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi i elektrowni jądrowych umożliwią, w pierwszej kolejności, ostrzeżenie lub alarmowanie o skażeniach okręty i jednostki brzegowe (poprzez właściwe służby dyżurne i operacyjne flotyll). Przekazane sygnały umożliwiają podjęcie czynności zabezpieczających przed skutkami oddziaływania uwolnionych środków toksycznych i radioaktywnych.

Sposoby alarmowania załóg okrętowych o skażeniach chemicznych i promieniotwórczych zawiera tab. 45. Pełne zestawienie sygnałów ujęto w zał. 41.

Sygnały ostrzegające i alarmowe o skażeniach są przekazywane do zagrożonych jednostek (okrętów) poza wszelką kolejnością, wszystkimi dostępnymi środkami

[24] Por. treści podrozdziałów 1.1.3 i 1.2.3 zawierające zasady prognozowania i ocenę sytuacji chemicznej i promieniotwórczej po uwolnieniu do atmosfery toksycznych i promieniotwórczych środków przemysłowych

[25] Podejmowane decyzje uwzględniające zaistniałe zmiany w zdolności bojowej załóg okrętów (obsad baz morskich i portów) i konieczność przerwania funkcjonowania systemu zabezpieczenia logistycznego, będą zawierały decyzje o najwłaściwszym sposobie dalszego postępowania, w tym wykonania czynności zabezpieczających przed porażeniem - przyp. aut.

łączności[26]. Sygnały alarmowe na okręty przekazuje się środkami łączności radiowej w postaci grupy liczb, natomiast załogi okrętów alarmuje się głosem przez rozgłośnię okrętową, dzwonkiem (buczkiem) oraz poprzez podniesienie flagi sygnałowej w dzień, a w nocy, światłami.

Tabela 45

Sposoby ogłaszania alarmu o skażeniach na okrętach[27]

Rodzaj alarmu	Sposoby ogłaszania				Sposoby odwołania			
	radiem	dzwonkiem, buczkiem	głosem	flagą sygnałową, światłami	głosem	dzwonkiem, buczkiem	radiem	flagą sygnałową, światłami
Alarm o skażeniach		– ●●● – ●●● – ●●●	Ogłaszam alarm o skażeniach dla okrętu (podaje się rodzaj skażenia)	Kąt	Odwołuję alarm o skażeniach dla okrętu	●●●		W dzień zerwanie flagi

Źródło: Przepisy manewrowo sygnałowe, Zbiór rozkazów, komend i meldunków obowiązujących na okrętach marynarki wojennej, sygn. Mar. Woj.763/78.

[26] Przy korzystaniu z przewodowych środków łączności, sygnały przekazuje się tekstem otwartym, bez kodowania - przyp. aut.

[27] Zasady przekazywania sygnałów alarmowych są następujące:

1. Sygnały słowne rozpoczynające się od zapowiedzi "Uwaga, Uwaga", podaje się w pełnym brzmieniu trzykrotnie, natomiast przy przekazywaniu środkami łączności przewodowej, jeden raz.
2. Sygnały cyfrowe są przeznaczone do alarmowania okrętów na morzu, w sieci dowodzenia KF, w reżimie pracy "telefon" i "telegraf". Okręty utrzymujące łączność na UKF z brzegowym BCI (bojowym centrum informacyjnym), otrzymują sygnały tekstem otwartym.
3. W przypadku posiadania kilku środków alarmowania, przede wszystkim wykorzystuje się te, które dają największą gwarancję szybkiego i powszechnego powiadomienia o zagrożeniu, bądź wszystkie jednocześnie.
4. Jeżeli były podane, bezpośrednio po sobie, sygnały alarmu powietrznego i o skażeniach (lub w odwrotnej kolejności), ich odwołanie za pomocą dzwonka okrętowego (buczka) lub syreną odbywa się następująco:
   a) podaje się sygnał odwołujący alarm;
   b) jeśli sygnał odwołujący alarm dotyczy tylko jednego z wyżej wymienionych alarmów, to po odwołaniu, natychmiast podaje się sygnał tego alarmu, który nadal obowiązuje - przyp. aut.

Sygnał uprzedzenie o zagrożeniu skażeniami (powtarzana trzykrotnie zapowiedź słowna: uwaga, uwaga, osoby znajdujące się na terenie ... około godz.... min... może nastąpić skażenie promieniotwórcze lub chemiczne z kierunku... - tylko głosem) jest przekazywany wtedy gdy do czasu wystąpienia skażeń dzieli co najmniej 30 minut. Jest to czas wystarczający na wykonanie czynności profilaktycznych, polegających na wyjściu z zagrożonego akwenu (bazy morskiej, portu), nałożeniu indywidualnych środków ochrony przed skażeniami (maski i odzieży) do położenia pogotowia, uruchomieniu okrętowych systemów ochrony zbiorowej, ukryciu załogi w pomieszczeniach objętych filtrowentylacją itp.

Sygnał alarmu o skażeniach może być przekazany na okręty środkami radiowymi lub ogłoszony przez okrętową wachtę sygnałową, bezpośrednio po wykryciu skażenia. Po głoszeniu alarmu wachty na stanowiskach odkrytych nakładają indywidualne środki ochrony do położenia bojowego. Pozostała część załogi wchodzi do pomieszczeń objętych filtrowentylacją. Okręty wychodzą z bazy (portu) lub zmieniają pozycję na morzu na rozkaz przełożonego. Obsługi baz morskich (portów wojennych) przerywają wykonywane przedsięwzięcia logistyczne i wykonują czynności analogiczne do załóg okrętowych. Alarmowanie jednostek brzegowych (baz morskich, portów) odbywa się na zasadach ogólnie przyjętych w siłach zbrojnych i obronie cywilnej.

Rozpoznanie skażeń toksycznych i promieniotwórczych jest przedsięwzięciem bardzo istotnym ze względu na skutki, jakie w jego następstwie wynikają dla dalszego przebiegu działań bojowych jednostek pływających i obsług baz morskich (portów). To zadanie wykonują zarówno etatowe posterunki wykrywania skażeń, jak i posterunki ogólnowojskowe, a na okrętach wachty sygnałowe[28]. Z kilku metod rozpoznania skażeń (chemiczna, fizyczna, biologiczna, organoleptyczna) na okrętach możliwe są do zastosowania dwie: chemiczna i organoleptyczna. Jednak pierwsza, jak i druga są metodami zastępczymi, nie pozwalającymi na uzyskanie właściwych wyników, a ich zastosowanie wynika z powodu braku innych możliwości.

Jest bardzo prawdopodobne, że wachty sygnałowe na okrętach przebywających w bazach morskich (portach) zetkną się z parami (aerozolem) środków toksycznych przed otrzymaniem sygnału o skażeniach. Wówczas do wykrycia par na przykład amoniaku lub chloru posłuży metoda organoleptyczna, wykorzystująca takie właściwości fizyczne wymienionych związków, jak zapach, barwę itp. Próg wyczuwalności węchowej jest dość

[28] Wymienione posterunki wchodzą w skład sieci wykrywania wybuchów jądrowych, chemicznych i skażeń - przyp. aut.

znaczny w przypadku niektórych toksycznych środków przemysłowych. Na przykład dla amoniaku wynosi[29] 35 mg · m^{-3}, a chloru 4 ppm (części na milion)[30]. Jednakże ta metoda nie może być stosowana w przypadkach występowania dużych stężeń par (aerozoli) środków toksycznych, które mogą doprowadzić do szybkiego porażenia organizmu.

Metoda chemiczna może być wykorzystana na okrętach i w jednostkach brzegowych przy użyciu przyrządu rozpoznania skażeń chemicznych, lecz uzyskane wyniki mogą być obarczone zbyt dużym błędem. Szerzej o tym problemie traktuje podrozdział 3.3, przedstawiający charakterystykę i możliwości techniczne etatowego sprzętu.

Większe możliwości w zakresie wykrywania toksycznych środków przemysłowych mają Chemiczne i Radiacyjne Zespoły Awaryjne (ChRZA)[31], będące w dyspozycji dowódców flotyll. Ściśle ukierunkowane przeznaczenie zespołów awaryjnych (likwidacja skutków awarii przemysłowych) umożliwiło wyposażenie ich w sprzęt specjalistyczny, odpowiedni do działania w warunkach skażeń przemysłowych. Możliwości sprzętu będącego w wyposażeniu zespołów awaryjnych w zakresie wykrywania środków toksycznych są przedstawione w dalszej części pracy. Działanie zespołów awaryjnych może być skuteczne w bazach morskich (punktach stałego bazowania), natomiast do udzielania pomocy okrętom na morzu nie są przydatne.

Rozpoznanie skażeń promieniotwórczych po awariach (zniszczeniach) obiektów energetyki jądrowej (reaktorów jądrowych) będzie nastręczało wiele trudności, zarówno załogom okrętów, jak i jednostkom brzegowym. Przyczyną jest brak analogii w rozkładzie skażeń promieniotwórczych po wybuchach jądrowych nawodnych, podwodnych, czy też naziemnych w strefie brzegowej. Zniszczenie (awaria) reaktora jądrowego charakteryzuje się długotrwałą emisją różnych izotopów promieniotwórczych, co przy częstych zmianach kierunku i prędkości wiatru spowoduje zmiany w ich rozkładzie na śladzie obłoku

---

[29] Por.: Karty charakterystyk substancji niebezpiecznych, Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa 1993

[30] Na podstawie: The Merck Index chemicals and drugs, Merck & Co, New York, USA 1960.

[31] Chemiczne i Radiacyjne Zespoły Awaryjne (ChRZA) zostały powołane Zarządzeniem Ministra Obrony Narodowej nr 85/MON z dnia 16 listopada 1989 r. Są to nieetatowe jednostki wojskowe ratownictwa chemicznego na czas pokoju, przeznaczone do lokalizacji, oceny i likwidacji skutków awarii chemicznych i wypadków radiacyjnych i mogą być użyte jako wzmocnienie specjalistycznych sił i środków zakładów przemysłowych i obrony cywilnej. (Zarządzenie Szefa Sztabu Generalnego WP nr 14/Oper z dnia 13 grudnia 1989 r.

W marynarce wojennej zespoły awaryjne są przeznaczone do działania w stałych i manewrowych punktach bazowania okrętów, na lotniskach i w jednostkach brzegowych (strefach odpowiedzialności flotyll). Na wniosek odpowiedniego terytorialnie wojewody i za zgodą dowódcy Marynarki Wojennej, mogą być użyte do udzielania pomocy w likwidacji skutków awarii w zakładach przemysłowych i na szlakach komunikacyjnych - przyp. aut.

promieniotwórczego, a tym samym zniekształci, równomierny w innych przypadkach, rozkład wartości mocy dawki ekspozycyjnej. Tę cechę da się zauważyć szczególnie na okrętach w ruchu, kiedy na określonych akwenach mogą się nakładać kolejne emisje radionuklidów. Zróżnicowany skład izotopów mieszaniny reaktorowej spowoduje zmiany w sytuacji radiologicznej w czasie i przestrzeni oraz trudności w ocenie zasadniczych parametrów charakteryzujących określony strefy skażeń. Podobne trudności, ze względu na obecność radionuklidów gazowych, będzie nastręczać określenie poziomu skażenia (mocy dawki ekspozycyjnej) w pomieszczeniach okrętowych oraz określenia stopnia napromieniowania wewnętrznego (również zewnętrznego) organizmu poszczególnych członków załóg okrętowych[32]. Rozpoznanie skażeń promieniotwórczych prowadzone na okrętach, przez przeszkolone do tego celu patrole, dostarczy jedynie informacji o mocy dawki promieniowania gamma, natomiast beta i alfa nie zostaną zidentyfikowane ani zmierzone. Ograniczone możliwości patroli w określeniu rzeczywistej mocy dawki ekspozycyjnej na okrętach spowodują, że dokonane pomiary będą obarczone dużym błędem, co w konsekwencji wpłynie na niewłaściwą ocenę zagrożenia radiologicznego załóg[33].

Specyficzną cechą działań bojowych na morzu będą trudności w określaniu, przez załogi okrętów, granic akwenów skażonych, ponieważ w przypadku wcześniejszego skażenia i nie przeprowadzenia skutecznej dezaktywacji odkrytych stanowisk bojowych (powierzchni), pomiary będą wykazywały obecność okrętów w strefie, która spowodowała określony większy stopień skażenia (wartość mocy dawki ekspozycyjnej). Łatwiej będzie określić granicę skażonej przestrzeni powietrznej nad morzem i wartość mocy dawki (tylko promieniowania gamma), kiedy okręty będą wchodziły w skażony akwen i nie będą wcześniej skażone (nie znajdowały się na śladzie przemieszczania się radionuklidów).

W jednostkach brzegowych (bazach morskich i portach) wykrywanie skażeń przemysłowych (toksycznych i promieniotwórczych) odbywa się na zasadach ogólnie przyjętych. To zadanie będą wykonywały etatowe lub nieetatowe patrole oraz posterunki rozpoznania skażeń, a także posterunki ogólnowojskowe. Zakres możliwości wykrywania i identyfikacji toksycznych i promieniotwórczych środków przemysłowych jest podobny do możliwości załóg okrętowych.

---

[32] Z dużym prawdopodobieństwem można przewidywać znaczne różnice w stopniu skażenia różnych pomieszczeń okrętowych (nadbudówek, pokładów i pomieszczeń pod linią wody) - przyp. aut.

[33] Do wzbogacenia danych o skażeniu promieniotwórczym powietrza nad morzem mogą służyć informacje uzyskane z powietrznego rozpoznania skażeń, prowadzone przez przystosowane do tego celu śmigłowce lotnictwa morskiego - przyp. aut.

Indywidualne i zbiorowe środki ochrony przed skażeniami, jakie posiadają w wyposażeniu załogi okrętów i jednostek brzegowych nie w pełnym stopniu spełniają założone funkcje w przypadku skażeń toksycznymi środkami przemysłowymi oraz posiadają ograniczone możliwości w warunkach skażeń gazowymi izotopami promieniotwórczymi, pochodzącymi z reaktora jądrowego. Nie jest błędne stwierdzenie, że indywidualne i zbiorowe etatowe środki ochrony przed skażeniami załóg okrętowych i obsad baz morskich (portów) nie są dostosowane do skutecznej ochrony w tych warunkach, a to oznacza, że zastosowanie masek przeciwgazowych oraz ukrycie załóg w okrętowych pomieszczeniach objętych filtrowentylacją, nie zapewni bezpieczeństwa w obecności dużych stężeń par środków toksycznych i aerozoli (gazów) promieniotwórczych. Stosowane przez załogi okrętów i obsługi baz morskich (portów) maski przeciwgazowe MP - 4 nie zapewniają bezpieczeństwa w bliskim sąsiedztwie rozszczelnionego zbiornika z wieloma toksycznymi środkami przemysłowymi, zwłaszcza z amoniakiem[34]. Dla przykładu, czas ochronnego działania w atmosferze skażonej amoniakiem, w stężeniu równym 0,5 % objętości wynosi kilka minut, a chlorem kilkadziesiąt minut przy stężeniu 16,1 mg · dm^{-3}. Z powodu niewielkiego czasu ochronnego działania masek przeciwgazowych, załogi okrętów bazujących w bazie morskiej (porcie), będą zmuszone do jak najszybszego wyprowadzenia okrętów ze strefy skażeń. Dłuższe przebywanie w atmosferze skażonej, zwłaszcza amoniakiem, może doprowadzić do przypadków śmiertelnych i trudnego do przewidzenia chaosu we wszystkich basenach portowych, głównie na skutek porażenia obsad wacht dyżurnych na okrętach wojennych i statkach.

Działanie w atmosferze skażonej środkami przemysłowymi wymusza konieczność stosowania środków ochrony skóry. Wiele środków przemysłowych charakteryzuje się toksycznym działaniem na skórę. Zarówno amoniak, jak i chlor w postaci gazowej wywołują dermatozę (rozległe owrzodzenia)[35]. Skuteczność ochronna odzieży, w obecności radionuklidów uwolnionych z reaktora jądrowego, jest podobna do skuteczności w warunkach skażeń promieniotwórczych po wybuchach jądrowych. Zapobiegają osiadaniu pierwiastków promieniotwórczych (pyłu i aerozoli) na skórze i umundurowaniu oraz ułatwiają skuteczną dezaktywację.

[34] Charakterystyka ochronnego działania masek przeciwgazowych jest przedstawiona w podrozdziale 2.3.
[35] Por. treść podrozdziału 2.1.2, traktującą o toksycznym działaniu środków przemysłowych.

Zbiorowe środki ochrony przed skażeniami na okrętach funkcjonują w postaci wydzielonych pomieszczeń, objętych filtrowentylacją. Stanowią kilka niezależnych od siebie schronów (2 ÷ 3), do których jest doprowadzane (odpowiednim systemem przewodów) powietrze oczyszczone w urządzeniach filtrowentylacyjnych. Koniecznym warunkiem skuteczności schronów jest szczelność pomieszczeń, dość trudna do utrzymania, w ekstremalnych warunkach działania na morzu, a nawet w czasie normalnej eksploatacji okrętów[36].

Skuteczność ochronna okrętowych urządzeń filtrowentylacyjnych, w warunkach skażeń toksycznymi środkami przemysłowymi, a zwłaszcza amoniaku jest niewielka i wynosi kilka minut. Przez analogię do pochłaniaczy masek przeciwgazowych można ocenić, że w obecności gazowych radionuklidów, uwolnionych z reaktora jądrowego (np. jodu i gazów szlachetnych), skuteczność ochronna urządzeń, a tym samym przydatność schronów okrętowych będzie niewielka[37]. Również niewielkie znaczenie w ochronie załóg okrętowych przed promieniowaniem radioaktywnym będzie miało wykorzystanie ochronnych właściwości burt, ścian, budynków portowych itp., ponieważ ze względu na obecność radioaktywnych produktów gazowych, rozkład skażeń będzie jednakowy we wszystkich pomieszczeniach.

Kontrolę radiologiczną i chemiczną załóg okrętowych i obsług baz morskich (portów) w obecności skażeń przemysłowych prowadzi się w sposób podobny do zasad kontroli, obowiązujących w warunkach skażeń promieniotwórczych po wybuchach jądrowych. Możliwości stosowanych dozymetrów są jednakże, w warunkach małych mocy dawek, mało przydatne. Można przyjąć, że dłuższe przebywanie w strefie A i przy wewnętrznej granicy strefy M, może zostać zarejestrowane przez dozymetry kontroli grupowej, w postaci wskazań dawki pochłoniętej. Ten rodzaj dozymetrów z bezpośrednim odczytem posiadają jedynie oficerowie i chorążowie[38], co jest uzasadnione w warunkach, kiedy cała załoga (drużyna) działa w tych samych warunkach (narażenie na promieniowanie jest identyczne dla każdego członka załogi). Natomiast w warunkach okrętowych, marynarze danego działu okrętowego, z uwagi na wykonywanie różnych czynności, będą w różnym stopniu narażeni na promieniowanie, a dawka zarejestrowana przez dozymetr dowódcy, nie będzie adekwatna w stosunku do całego działu. Ponadto,

[36] W pomieszczeniach objętych filtrowentylacją nad linią wody jest utrzymywane nadciśnienie (tzw. podpora) o wartości 15 mm sł. H_2O, a poniżej linii, 10 mm sł.H_2O - przyp. aut.

[37] Por. I. Nowak, J. Solarz, *Toksyczne środki przemysłowe jako źródło zagrożeń dla wojsk prowadzących działania bojowe na obszarze kraju*, AON wewn. 5045/98.

[38] Zgodnie z *Instrukcją o kontroli napromieniowania wojsk*, sygn. Chem 231/71.

możliwy jest jedynie pomiar dawek promieniowania gamma, natomiast alfa i beta pozostanie poza wszelką kontrolą.

Prowadzenie kontroli skażenia chemicznego, po uwolnieniu toksycznych środków przemysłowych, w warunkach okrętowych nie przewiduje się. Trwałość wielu środków toksycznych, w tym amoniaku i chloru, jest porównywalna z trwałością nietrwałych środków trujących i nie powodują długotrwałego skażenia powierzchni.

Udział w przedsięwzięciach ratunkowo - ewakuacyjnych mogą brać okręty ratownicze (pomocnicze jednostki pływające). Jednakże stan obrony przeciwchemicznej załóg tych okrętów niewiele odbiega od stanu załóg okrętów bojowych. Również problematyczne może się okazać udzielanie pomocy przez te okręty uszkodzonym statkom (chemikaliowcom), które przewożą niebezpieczne materiały chemiczne. Brak środków do identyfikacji toksycznych środków przemysłowych, pomiaru stężenia par w powietrzu oraz skutecznych indywidualnych środków ochrony, raczej nie pozwolą na udział w tym przedsięwzięciu.

Likwidację skażeń na jednostkach pływających i w brzegowych (bazach morskich, portach) prowadzi się w zależności od stopnia zagrożenia skażeniami radioaktywnymi i chemicznymi. Toksyczne środki przemysłowe, zwłaszcza amoniak i chlor, będące przedmiotem szczególnego zainteresowania w niniejszej pracy, będą się przemieszczały z rejonu awarii w postaci gazowej. Można przyjąć, że powierzchnie okrętów i teren baz morskich (portów) nie zostaną trwale skażone. W przypadku skażeń chemicznych, niezwykle istotne i zarazem skuteczne będzie postawienie zasłony wodnej tzw. kurtyny. Konstrukcja okrętów, a zwłaszcza wyposażenie w systemy przeciwpożarowe, umożliwia wykonanie zasłony z wody morskiej, a tym samym rozcieńczenie par gazowych środków toksycznych. Efektem zastosowania kurtyny wodnej będzie niedopuszczenie do kontaktu załóg z parami o dużym stężeniu, głównie amoniaku, co spowoduje wydłużenie czasu ochronnego działania masek przeciwgazowych i pochłaniaczy okrętowych urządzeń filtrowentylacyjnych. Co prawda, uruchomienie systemu przeciwpożarowego (okrętowego systemu spłukiwania - OSS) spowoduje ograniczenie zasięgu obserwacji wzrokowej, utrudni prowadzenie nawigacji oraz użycie uzbrojenia artyleryjskiego, lecz będzie to przedsięwzięcie konieczne, zapewniające ochronę załóg przed porażeniem.

W przypadku potrzeby prowadzenia odkażania powierzchni okrętowych i w bazach morskich (portach), można zastosować odpowiednie odkażalniki. Na przykład, do neutralizacji amoniaku można użyć 10 ÷ 20 % roztworu kwasu siarkowego, a chloru wodne roztwory 3 % tiosiarczanu sodowego, 6 % węglanu sodowego lub 0,5 %

wodorotlenku sodowego. Ostatni z wymienionych roztworów znajduje się na okrętach i może być przygotowany oraz zastosowany w razie konieczności. Pozostałe roztwory odkażające są nieosiągalne i nie mogą być zastosowane.

Bardziej skomplikowana sytuacja się pojawi w przypadku skażenia okrętów radioizotopami, uwolnionymi wskutek awarii reaktorów elektrowni jądrowej. Izotopy promieniotwórcze w fazie gazowej (np. jod, gazy szlachetne i inne) będą wskutek adsorpcji przenikały do pokryć ochronnych powierzchni okrętowych, utrudniając procesy dezaktywacji. Ponadto, będą łatwo przenikały do pomieszczeń okrętowych, powodując skażenie sprzętu i ścian, które również będą musiały być dezaktywowane. Skażenie powierzchni okrętowych radionuklidami w fazie stałej charakteryzuje się, podobnie jak w przypadku skażenia promieniotwórczego po wybuchach jądrowych, obecnością izotopów długożyjących (w tym strontu i cezu), emitujących głównie promieniowanie gamma. Zarówno w pierwszym, jak i drugim przypadku tj. przy skażeniu radionuklidami w fazie gazowej i stałej, przeprowadza się dość trudne procesy dezaktywacyjne. Prawdopodobnie dezaktywację będzie trzeba powtarzać kilkakrotnie, z uwagi na trudności w usuwaniu radionuklidów z powierzchni zaolejonych, trudnodostępnych i pokryć z tkanin.

Dezaktywację mogą prowadzić wszystkie okręty nawodne etatowym sprzętem i roztworami będącymi w ich wyposażeniu. Podobnie jak w przypadku skażenia toksycznymi środkami przemysłowymi, dużą rolę w ochronie przed skażeniem radionuklidami odegra okrętowy system spłukiwania. Odpowiednio wczesne użycie systemu (w chwili opadania cząstek izotopów promieniotwórczych), spowoduje powstanie warstwy płynącej wody oraz uniemożliwi osiadanie radionuklidów na powierzchni okrętu, jak również ułatwi ich szybkie usunięcie za burtę. Duża skuteczność okrętowego systemu spłukiwania może spowodować, że około 90 ÷ 99 % substancji promieniotwórczych zostanie usunięta bezpośrednio do morza, nie docierając do powierzchni okrętu.

W przypadku braku możliwości wykonania procesów likwidacji skażeń przez załogi okrętów siłami i środkami własnymi, pomocy mogą udzielić okręty ratownicze, przygotowane do tych zadań. Warunkiem jest odpowiednie wyposażenie techniczne załóg tych okrętów, głównie w środki ochrony indywidualnej. Poza tym, w sprzyjających sytuacjach bojowych okręty mogą być poddane zabiegom specjalnym i sanitarnym w bazach morskich (portach) na okrętowych punktach zabiegów specjalnych (OPZS), rozwijanych przez pododdziały przeciwchemiczne. Prowadzenie likwidacji skażeń jest zawsze przedsięwzięciem wymuszonym, powodującym częściową i chwilową (w czasie

prowadzenia zabiegów) utratę zdolności bojowej okrętów. W tym czasie okręty powinny mieć zapewnione wszystkie rodzaje obron np. przeciwrakietową, przeciwlotniczą itp.

Likwidację skażeń baz morskich (portów) prowadzi się siłami i środkami własnymi lub przy pomocy przydzielonych pododdziałów przeciwchemicznych (w czasie pokoju Chemicznych i Radiacyjnych Zespołów Awaryjnych). Zakres prac zależy od stopnia skażenia promieniotwórczego i chemicznego. Jednak można przewidzieć, że będzie on znacznie przekraczał możliwości sił i środków własnych bazy morskiej (portu).

3.3. Specjalistyczne wyposażenie jednostek pływających i brzegowych

Wszystkie zadania obrony przeciwchemicznej wykonywane na jednostkach pływających i w bazach morskich (portach) w warunkach skażeń toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi wymagają posiadania odpowiedniego, specjalistycznego sprzętu oraz przeszkolonych drużyn (obsad) do profesjonalnej obsługi. Wykrywanie awarii, zarówno obiektów z toksycznymi, jak i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi w warunkach okrętowych nie jest możliwe. Wachty sygnałowe (posterunki rozwinięte w bazach morskich i portach) nie są wyposażone w odpowiedni sprzęt indykacyjny. Poza tym, jak stwierdzono wcześniej (podrozdział 3.2.), natychmiastowe wykrycie awarii reaktorów elektrowni jądrowych leżących poza granicami kraju, jest niewykonalne.

Bardzo ważne dla dalszych działań jest zadanie związane z rozpoznaniem skażeń, którego poziom realizacji jest znacznie zróżnicowany. O ile wykrycie radionuklidów pochodzenia reaktorowego jest możliwe w zakresie promieniowania gamma, o tyle obecność toksycznych środków przemysłowych w powietrzu, a zwłaszcza amoniaku i chloru, można określić z niewielkim prawdopodobieństwem. Załogi okrętów i obsady baz morskich (portów) nie posiadają specjalistycznego sprzętu do rozpoznania par (aerozolu) jakiegokolwiek środka toksycznego. Przyrząd rozpoznania chemicznego, będący w wyposażeniu każdego okrętu (posterunków baz morskich i portów), jest przeznaczony do wykrywania bojowych środków trujących i ma niewielką możliwość wykrycia środków toksycznych. Przy pomocy tego przyrządu, działającego na zasadzie zmiany zabarwienia wypełniaczy rurek wskaźnikowych (RW) na skutek reakcji ze środkiem toksycznym, można jedynie orientacyjnie stwierdzić prawdopodobieństwo pojawienia się tylko

niektórych środków toksycznych, w tym amoniaku i chloru. Wskazania przyrządu nie mogą stanowić podstawy do podejmowania decyzji zmieniających wcześniej zaplanowane działania. Możliwości przyrządu rozpoznania chemicznego PChR - 54M w zakresie rozpoznania niektórych toksycznych środków przemysłowych przedstawia tab. 46.

Tabela 46

Możliwości przyrządu rozpoznania chemicznego PChR - 54M w zakresie wykrywania toksycznych środków przemysłowych na podstawie zmiany zabarwienia wypełniaczy rurek wskaźnikowych

Rodzaj toksycznego środka przemysłowego	Przeznaczenie rurki wskaźnikowej i oznakowanie	Zabarwienie wypełniacza rurki wskaźnikowej		Uwagi
		Przed rozpoznaniem	Po wykonaniu próby	
1	*2*	*3*	*4*	*5*
Amoniak	iperyt żółty pierścień (RW - 36)	cytrynowo - żółte a po przepompowaniu nie skażonego powietrza żółte	jasnozielone	Rurki wskaźnikowej nie można używać w obecności dymu obojętnego oraz przechowywać w miejscach nasłonecznionych
Siarkowodór			Brązowe w różnych odcieniach	
Fosgen, dwufosgen (w dużych stężeniach)			zielone	
Tlenki azotu			od jasnobrązowego do pomarańczowego	
Chlor	Fosgen, dwufosgen trzy zielone pierścienie (RW 45)	białe	od żółtego do pomarańczowego	Podobne zabarwienie może wywołać obecność gazów prochowych
Tlenki azotu			od żółtego do żółtozielonego	
Tlenki azotu	Kwas pruski, chlorocyjan RW - j.w.	białe	czerwono - fioletowe lub żółtopomarańczowe do pomarańczowożółtego lub od żółtego do brązowego	
Kwas solny lub środki	Sarin, soman Vx czerwony	białe	czerwone	

1	2	3	4	5
o odczynie kwaśnym	pierścień z czerwoną kropką (RW 44a)			

Źródło: Przyrząd rozpoznania chemicznego PChR - 54M, sygn. Chem 302/82.

Najlepiej przygotowane do wykrywania toksycznych środków przemysłowych są Chemiczne i Radiacyjne Zespoły Awaryjne (ChRZA). Zespoły są wyposażone w detektory AIM - 2000, które pozwalają na wykrycie substancji nieorganicznych (np. amoniaku, chloru, ditlenku siarki, kwasów solnego i siarkowego itp.) oraz związków organicznych z grupy węglowodorów alifatycznych nasyconych i nienasyconych, chlorowcopochodnych tych węglowodorów i innych związków.

Zakres wykrywalności par wybranych toksycznych środków przemysłowych przyrządem AIM - 2000 zestawiono w tab. 47.

Tabela 47

Zakres wykrywanych stężeń par wybranych toksycznych środków przemysłowych przyrządem AIM - 2000

Rodzaj toksycznego środka przemysłowego	Najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS) [mg · dm^{-3}]	Wykrywane stężenie [mg · dm^{-3}]
Amoniak	0,027	0,054 ÷ 0,486
Ditlenek siarki	0,002	0,027 ÷ 0,241
Siarkowodór	0,01	0,013 ÷ 0,115
Chlor	0,0015	-
Chlorowodór	0,005	-

Źródło: Na podstawie Lisowski W., Wykrywanie TSP, Wybrane zagadnienia obrony przeciwchemicznej dywizji zmechanizowanej...dz. cyt.

Detektor AIM - 2000 ma możliwość wykrycia również innych środków toksycznych np. chloru, chlorowodoru (patrz tab. 47) itp., ale nie jest skalowany na ich detekcję.

Rozpoznanie skażeń promieniotwórczych powstałych na skutek awarii (zniszczenia) reaktora elektrowni jądrowej się wykonuje etatowym sprzętem dozymetrycznym. Najistotniejszym parametrem przyrządów rozpoznania skażeń promieniotwórczych, w warunkach skażeń poreaktorowych, jest dolna granica (próg) zakresu pomiarowego. Małe wartości mocy dawki ekspozycyjnej, w porównaniu z mocą dawki po wybuchach jądrowych, wymuszają konieczność zastosowania sprzętu charakteryzującego się dużą czułością pomiarów. Okręty są wyposażone w różnego

rodzaju stacjonarny sprzęt dozymetryczny np. rentgenoradiometry sygnalizacyjne DPS 68, okrętowe urządzenia dozymetryczne KDU - 2, KDU - 6A, KDU - 6B (produkcji rosyjskiej). Natomiast wszystkie posiadają przenośne rentgenoradiometry DP - 66 lub przyrządy nowszej generacji DP - 75.

Zakresy pomiarowe przyrządów dozymetrycznych służących do pomiaru mocy dawki ekspozycyjnej zawiera tab. 48.

Tabela 48

Zakresy pomiarowe przyrządów dozymetrycznych będących w wyposażeniu okrętów

Nazwa przyrządu dozymetrycznego	Zakresy pomiarowe [cGy · h^{-1}]				Uwagi
	Detektory pomiarowe promieniowania gamma		Detektory sygnalizacyjno - pomiarowe promieniowania gamma		
	minimalny	maksymalny	minimalny	maksymalny	
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
Sprzęt stacjonarny					
Rentgenometr sygnalizacyjny DPS - 68	0,0005	200			
Okrętowy przyrząd dozymetryczny KDU - 2	1	50	0,001	0,02	
Okrętowy przyrząd dozymetryczny KDU - 6A	1	1000	0,0001	0,1	- pomiar aktywności w powietrzu $3 \cdot 10^{-8} \div 3 \cdot 10^{-5}$ Ci · l^{-1} - pomiar aktywności wody zaburtowej $10^{-6} \div 10^{-5}$ Ci · l^{-1}
Okrętowy przyrząd dozymetryczny KDU - 6B	1	1000	0 [a)]	0,1	

1	2	3	4	5	6
Sprzęt przenośny					
Rentgenoradiometr DP - 66	0,000 05	200			Pomiar promieniowania beta skażonych powierzchni $10^3 \div 10^7$ rozpadów $\beta \cdot min^{-1} \cdot cm^{-2}$
Rentgenoradiometr DP - 75	0,000 05	500			

Źródło: Zestawiono na podstawie dokumentacji technicznej przyrządów.

Sprzęt będący w wyposażeniu okrętów, wymieniony w powyższej tablicy, nie umożliwia wykrycia i pomiaru wszystkich rodzajów promieniowania, jedynie gamma. Wyjątek stanowi rentgenoradiometr DP - 66, którym można dodatkowo wykryć promieniowanie beta (określić stopień skażenia powierzchni substancjami beta - promieniotwórczymi)[39]. Jednakże dokładny pomiar nie jest możliwy. Rentgenometry stacjonarne (pokładowe) są wyposażone w kilka sond (od dwóch do sześciu, w zależności od typu przyrządu), rozmieszczone na burtach lub zewnętrznych ścianach nadbudówek oraz w pomieszczeniach okrętowych np. na głównym stanowisku dowodzenia, w siłowni okrętowej, w punkcie sanitarno - chemicznym itp. Przyrządy KDU produkcji rosyjskiej (radzieckiej), posiadają dodatkowe sondy (sygnalizacyjno - pomiarowe), zamontowane na zewnątrz okrętu (na prawej i lewej burcie), umożliwiające określenie kierunku źródła emisji promieniowania (większe wskazania mocy dawki ekspozycyjnej rejestruje sonda wyeksponowana na promieniowanie (nie osłonięta ścianami osłabiającymi moc dawki promieniowania). Pulpity przyrządów wskazujące wartości mierzonych mocy dawki ekspozycyjnej są z reguły montowane na głównym stanowisku dowodzenia okrętu i obsługiwane przez wachty dyżurne (dowódcę działu okrętowego VII - przeciwchemicznego).

Przyrządem przystosowanym pod względem technicznym do wykrywania i pomiaru niewielkich mocy dawek promieniowania jonizującego gamma, charakterystycznych w przypadkach awarii (zniszczenia) reaktorów elektrowni jądrowej jest urządzenie SAPOS - 90M. Przyrząd jest wykorzystywany przez ośrodki analizy skażeń (OAS), funkcjonujące w sieci wykrywania skażeń (również w marynarce wojennej).

[39] Poziom promieniowania beta można określić na podstawie różnicy promieniowania całkowitego (gamma i beta) i promieniowania gamma - przyp. aut.

Najważniejszą cechą przyrządu jest możliwość pomiaru minimalnych wartości mocy dawki ekspozycyjnej promieniowania gamma, począwszy od wartości niewiele powyżej tła. Posiada możliwość, między innymi, automatycznego rejestrowania zmierzonej mocy dawki na drukarce oraz sygnalizacji akustycznej przekroczenia zaprogramowanego poziomu mocy dawki.

Podstawowe parametry urządzenia SAPOS - 90M zawiera zał. 42.

Informacje uzyskane z urządzenia SAPOS, po odpowiedniej analizie i ocenie, służą do zobrazowania prognozowanej sytuacji skażeń promieniotwórczych i podjęcia czynności zabezpieczających stany osobowe jednostek pływających i brzegowych przed napromieniowaniem. Uzupełnieniem sytuacji prognozowanej są dane z rozpoznania, przekazywane przez służby dyżurne jednostek (posterunki wykrywania skażeń wyposażone w przyrządy dozymetryczne DP – 66 lub DP – 75). Dodatkowych informacji o skażeniu terenu, akwenów i powietrza dostarczają śmigłowce lotnictwa morskiego Mi – 2 wyposażone w rentgenometry lotnicze.

Zasady wykorzystania indywidualnych i zbiorowych środków ochrony przed skażeniami, zarówno pod względem organizacyjnym, jak i technicznym nie odbiegają od przyjętych w innych rodzajach sił zbrojnych. Załogi okrętów i stany osobowe baz morskich (portów) są wyposażone głównie w maski przeciwgazowe MP – 4[40] oraz odzież ochronną lekką L – 1/MW. Indywidualne i zbiorowe środki ochrony odgrywają zasadniczą rolę w ochronie ludzi przed rażącym działaniem skażeń powstałych na skutek użycia broni masowego rażenia, jak również toksycznych i promieniotwórczych środków przemysłowych. Głównym celem użycia tych środków jest ochrona dróg oddechowych i skóry przed parami (aerozolami) i kroplami bojowych środków trujących i toksycznych środków przemysłowych oraz pyłem promieniotwórczym po uderzeniach jądrowych oraz izotopami uwolnionymi z uszkodzonych reaktorów jądrowych. O właściwościach ochronnych masek przeciwgazowych i urządzeń filtrowentylacyjnych decyduje przede wszystkim moc ochronna pochłaniaczy (wkładek filtrosorpcyjnych). O ile stosowane na okrętach i w jednostkach brzegowych indywidualne i zbiorowe środki ochrony są skuteczne w warunkach skażeń bojowymi środkami trującymi i pyłem promieniotwórczym powstałym po uderzeniach jądrowych, o tyle w przypadku skażeń toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi ich moc ochronna jest niewielka. Pochłaniacze masek przeciwgazowych MP - 4 i BSS - MO - 4u cechuje niska odporność

[40] Niewielka część jednostek brzegowych posiada w wyposażeniu maski przeciwgazowe nowszej generacji MP – 5 - przyp. aut.

na przebicie w obecności toksycznych środków przemysłowych, szczególnie amoniaku. Niewiele większą odporność wykazują w stosunku do chloru.

Zestawienie właściwości ochronnych filtropochłaniaczy MS - 4[41] i BSS - MO - 4u przedstawia tab. 49.

Parametry filtropochłaniaczy, przedstawionych w tablicy 3.7, wykazują większą odporność BSS - MO - 4u w stosunku do chloru. Natomiast w obecności amoniaku, zarówno BSS - MO - 4u, jak i MS - 4 jest znikoma. Stąd można przyjąć, że użycie masek przeciwgazowych przez załogi okrętów i obsady baz morskich (portów) w warunkach skażeń toksycznymi środkami przemysłowymi nie zapewni bezpieczeństwa przed porażeniem.

Tabela 49

Właściwości ochronne filtropochłaniaczy MS - 4 i BSS - MO - 4u

Typ pochłaniacza		1) Czas ochronnego działania [min] 2) Czas ochronnego działania dla stężeń śmiertelnych [min]					
		Rodzaj toksycznego środka przemysłowego					
		Amoniak NH_3	Chlor Cl_2	Ditlenek azotu NO_2	Ditlenek siarki SO_2	Siarkowodór H_2S	Tlenek węgla CO
MS - 4	1)	5	11	2	10	75	1
	2)	0,19	29		1,4	15	
BSS- MO-4U	1)	5	129	10	77	240	2
	2)	0,19	344		11	60	

Źródło: Nowicki J., Ochrona osobista żołnierzy podczas działania w strefach skażonych toksycznymi środkami przemysłowymi, Wybrane zagadnienia obrony przeciwchemicznej dywizji zmechanizowanej...dz. cyt.

Odzież ochronna lekka typu L – 1/MW spełnia wymagane funkcje izolacji skóry przed parami toksycznych środków przemysłowych i radionuklidami, uwolnionymi z uszkodzonych reaktorów jądrowych. Jednakże czas przebywania w niej jest ograniczony ze względu na powodowanie utraty odporności psychofizycznej załóg, szczególnie latem,

[41] Osobnych badań wkładek filtrosorpcyjnych masek przeciwgazowych MP – 4 nie prowadzono lecz ze względu na zastosowanie tego samego rodzaju sorbentu (KD – 5) i pomiary porównawcze dla chloru, pozwalają przyjąć, że moc ochronna w stosunku do innych toksycznych środków przemysłowych jest podobna. Zob. J. Nowicki, *Ochrona osobista żołnierzy podczas działania w strefach skażonych toksycznymi środkami przemysłowymi. Wybrane zagadnienia obrony przeciwchemicznej dywizji zmechanizowanej...* dz. cyt.

przy wysokich temperaturach powietrza. Dla przykładu, czas przebywania w odzieży ochronnej L – 1/MW wynosi jedną godzinę, przy temperaturze powietrza +15 ÷ +30^{0}C.

W celu zapewnienia zbiorowej ochrony przed skażeniami jednostki pływające, w zależności od klasy okrętu, są wyposażone w następujące rodzaje sprzętu:

- urządzenia filtrowentylacyjne typu MG – 1, MG – 2, UFW – 900, FPU – 900;
- filtry dokładnego oczyszczania typu PFK – 500, PFK – 2000, PFK - 3500;
- filtry wstępnego oczyszczania typu FS – 1000 FS – 2000, FE – 500, FE – 1000, FE – 2000, FE – 3500.

Wymienione urządzenia filtrowentylacyjne i filtry służą do oczyszczania powietrza z substancji promieniotwórczych, bojowych środków trujących i biologicznych oraz, poprzez system przewodów i zaworów, podawania już oczyszczonego powietrza do okrętowych pomieszczeń chronionych (schronów), a także wytworzenia w tych pomieszczeniach nadciśnienia (tzw. podpory). Urządzenia wytwarzają podporę o wartościach w granicach 7 ÷ 30 mm słupa H_2O (70 ÷ 300 kPa), średnio 10 ÷ 15 mm słupa H_2O (100 ÷ 150 kPa). W schronach stacjonarnych baz morskich (portów) urządzenia filtrowentylacyjne wytwarzają nadciśnienie o wartości 5 ÷ 7 mm słupa H_2O (50 ÷ 70 kPa). Siłownie okrętowe są zabezpieczone filtrami dokładnego lub wstępnego oczyszczania, w zależności od przyjętego rozwiązania technicznego. Stosuje się systemy oczyszczania, z substancji promieniotwórczych, powietrza zasysanego przez silniki lub zabezpiecza się całą siłownię filtrami dokładnego oczyszczania. Stanowiska kierowania siłownią (CRM) z reguły są objęte filtrowentylacją (pomieszczenie jest elementem schronu, lub osobnym schronem). Urządzenia pomiarowe (mikromanometry) wskazujące wartość nadciśnienia w pomieszczeniach objętych filtrowentylacją są umieszczone na głównym stanowisku dowodzenia okrętu (GSD).

W warunkach skażeń toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi skuteczność okrętowych systemów zbiorowej ochrony, zwłaszcza w obecności par amoniaku jest niewielka. Na podstawie porównania mocy ochronnej filtropochłaniaczy masek przeciwgazowych i urządzeń filtrowentylacyjnych ocenia się, że skuteczność ta wyniesie, w stosunku do amoniaku (tlenku węgla, tlenków azotu) kilka minut, a chloru, od kilkunastu do kilkudziesięciu[42].

Zakres zadań związanych z kontrolą radiologiczną i chemiczną na jednostkach pływających i w brzegowych, w warunkach skażeń toksycznymi i promieniotwórczymi

[42] Por. wartości czasowe ochronnego działania filtropochłaniaczy zawarte w tab. 2.7.

środkami przemysłowymi jest ograniczony z powodu braku sprzętu umożliwiającego pomiar małych wartości promieniowania jonizującego gamma[43]. Dozymetry z bezpośrednim odczytem DKP – 50 i chemiczne DP – 70Mp, będące w wyposażeniu załóg okrętowych i obsług baz morskich (portów) są przystosowane do pomiaru dawek promieniowania o wartościach występujących w warunkach użycia broni jądrowej. Potwierdzeniem tej tezy są wartości zakresów pomiarowych dozymetrów, przedstawione w tab. 50.

Większe dawki promieniowania pochłonięte w czasie działania okrętów w strefie A, mogą być zarejestrowane przez dozymetry z bezpośrednim odczytem DKP – 50, lecz ze względu na właściwości techniczne (samoczynne wyładowanie) pomiar będzie obarczony dużym błędem i nie może posłużyć do oceny rzeczywistego stopnia napromieniowania załóg.

Do likwidacji skażeń promieniotwórczych i chemicznych jednostki pływające są wyposażone w odpowiedni, w stosunku do potrzeb, sprzęt i odkażalniki (detergenty).

Tabela 50

Zakresy pomiarowe dozymetrów DKP – 50 i DP – 70Mp

Nazwa dozymetru	Zakres pomiaru [cGy]	
	minimalny	maksymalny
Dozymetr z bezpośrednim odczytem DKP - 50	2	50
Dozymetr chemiczny DP – 70Mp[a)]	50	800

a) Do odczytu dawek pochłoniętych służy przyrząd kolorymetr polowy PK – 56, będący w wyposażeniu okrętów i baz morskich – przyp. aut.

Źródło: Dokumentacja techniczna przyrządów.

Jednakże w warunkach skażeń toksycznymi środkami przemysłowymi przydatność typowych okrętowych systemów (zestawów) i kompletów odkażających (OSZS, OZO, OKO) jest niewielka. Natomiast można przewidzieć, że zasadniczym sposobem realizacji ochrony przed tymi skażeniami będzie użycie okrętowego systemu spłukiwania (systemu przeciwpożarowego). Przydatność tego systemu jest spowodowana możliwością wytworzenia nad okrętem zasłony wodnej. Wytworzona zasłona wodna rozcieńcza środki toksyczne i nie dopuszcza do przenikania większych stężeń par do pomieszczeń okrętowych i na powierzchnie odkryte. W skład okrętowego systemu spłukiwania (OSS) wchodzą pompy wodne (przeciwpożarowe) tłoczące wodę zaburtową oraz system

[43] Inne rodzaje promieniowania jonizującego (beta i alfa) nie są w ogóle rejestrowane – przyp. aut.

przewodów z dyszami (rozpylaczami), rozmieszczonymi co 80 ÷100 centymetrów. System umożliwia wytworzenie nad okrętem szczelnej zasłony wodnej i pokrycie całej powierzchni okrętu (burt) warstwą płynącej wody[44]. Krótki czas potrzebny do uruchomienia systemu, wynoszący około jednej minuty, stanowi o jego wielkiej przydatności w warunkach zaskoczenia nie tylko skażeniami toksycznymi środkami przemysłowymi, ale również promieniotwórczymi. Użycie innych systemów (zestawów, kompletów) w tych warunkach nie powinno być konieczne.

W likwidacji skażeń promieniotwórczych powstałych wskutek awarii (zniszczenia) reaktorów jądrowych znajdą zastosowanie, oprócz okrętowego systemu spłukiwania również inne okrętowe zestawy do dezaktywacji. W zależności od klasy, rangi i projektu okręty są wyposażone w wymienione wcześniej systemy i zestawy, przystosowane zarówno do odkażania, jak i dezaktywacji (dekontaminacji) powierzchni pokładów oraz nadbudówek. Należą do nich okrętowe systemy zabiegów specjalnych (OSZS) i okrętowe zestawy odkażające (OZO). Okrętowe systemy zabiegów specjalnych składają się z trzech zbiorników zamontowanych pod pokładem (jeden jest przeznaczony do roztworu dezaktywacyjnego) i systemu przewodów, umożliwiających dostarczenie roztworów odkażających i dezaktywacyjnych na pokład, gdzie poprzez węże i prądownice, są rozprowadzane po powierzchniach skażonych (pokładach, nadbudówkach) . W przypadku skażenia promieniotwórczego (również chemicznego) pomieszczeń okrętowych, używa się plecakowych przyrządów do odkażania (RDKP), w których przygotowuje się roztwory w zależności od potrzeb (dezaktywacyjny lub odkażający).

Do zabiegów sanitarnych załóg okręty posiadają tzw. punkty sanitarno – chemiczne (PSChem), organizowane na bazie łaźni okrętowej. W skład punktu wchodzą trzy pomieszczenia: rozbieralnia, łaźnia i ubieralnia. Załoga podlegająca całkowitym zabiegom sanitarnym jest kontrolowana przez dozymetrystę i sanitariusza. Przeprowadzenie zabiegów sanitarnych zapewnia usunięcie izotopów promieniotwórczych (środków toksycznych) z powierzchni ciała i zmniejsza ryzyko pochłonięcia większej dawki napromieniowania. Również w przypadku skażenia toksycznymi środkami przemysłowymi zapewnia ich rozcieńczenie i usunięcie.

[44] Wydajność okrętowego systemu spłukiwania pozwala na pokrycie powierzchni pionowych wodą w ilości $10 \div 16\ dm^{-3} \cdot m^{-2}$, a poziomych $2 \div 7\ dm^{-3} \cdot m^{-2}$, a wartość ciśnienia wody przed rozpylaczami osiąga wartość do $2\ kG \cdot m^{-2}$ – przyp. aut.

W przypadku, kiedy okręty nie mają możliwości przeprowadzenia likwidacji skażeń własnymi siłami i środkami np. wskutek utraty zdolności bojowej, korzystają z pomocy okrętów ratowniczych (pododdziałów przeciwchemicznych w bazach morskich i portach), wyposażonych w podobny, jak w przypadku okrętów bojowych, sprzęt do likwidacji skażeń. Natomiast pododdziały przeciwchemiczne (ChRZA) marynarki wojennej są wyposażone w sprzęt i środki nie różniące się od wyposażenia w innych rodzajach sił zbrojnych. Jednostki brzegowe (obsady baz morskich, portów) przeprowadzają likwidację skażeń w sposób ogólnie przyjęty. Do tego celu wykorzystują etatowy sprzęt i środki, a w przypadku zakresu zadań przewyższających ich możliwości, korzystają ze sprzętu i środków pododdziałów przeciwchemicznych. Ważną rolę w likwidacji skażeń odgrywa wcześniejsze przygotowanie pomieszczeń do przeprowadzenia zabiegów sanitarnych (zwiększenie liczby natrysków, dokładne uszczelnienie otworów itp.). Wykorzystanie sprzętu i środków powinno być zgodne z opracowanym harmonogramem czynności w przypadku zagrożenia środkami przemysłowymi (patrz przypis 23).

3.4. Wnioski

Nawodne okręty bojowe, w zależności od klasy, wykonują zadania bojowe na morzu, w ramach morskiej operacji obronnej lub działaniach systematycznych, w morskiej strefie obrony. W zależności od autonomiczności, okręty będą zmuszone, prędzej lub później, do wejścia do bazy morskiej, portu wojennego lub innego portu. Celem będzie uzupełnienie zapasów uzbrojenia (rakiet, amunicji itp.), żywności, wody i innych materiałów, w tym związanych z obroną przeciwchemiczną tj. odkażalników, środków dezaktywacyjnych oraz indywidualnych środków ochrony przed skażeniami (filtropochłaniaczy do okrętowych urządzeń filtrowentylacyjnych) i innych. Każde przebywanie w bazie morskiej (porcie) zwiększa narażenie załóg okrętowych na skażenie toksycznymi środkami przemysłowymi. To zagrożenie występuje również w czasie działań bojowych okrętów na morzu, a powodują je statki przewożące materiały niebezpieczne (chemikaliowce, statki kombinowane i inne)[45]. Niekorzystny kierunek wiatru w stosunku

[45] Około 20% światowych przewozów morskich (transportu) różnych towarów, w tym materiałów niebezpiecznych, odbywa się na wodach Morza Bałtyckiego – przyp. aut.

do położenia okrętów może zagrozić realizacji zadań bojowych oraz spowodować straty w załogach, a tym samym utratę zdolności bojowej okrętów.

Ze względu na to, że w czasie pobytu okrętów w bazach morskich lub w innych portach, są one zagrożone skażeniami toksycznymi środkami przemysłowymi, załogi muszą być przygotowane, zarówno w czasie pokoju, jak i okresie napięcia międzynarodowego, a szczególnie w czasie konfliktu zbrojnego, do natychmiastowego przerwania wykonywanych zadań (pobierania zapasów rakiet, amunicji, paliwa, żywności, środków przeciwchemicznych i innych) i szybkiego opuszczenia bazy morskiej (portu) i wyjścia na morze. Należy przewidywać, że w każdym z wymienionych okresów będzie istniało zapotrzebowanie zwłaszcza na amoniak, zapewniający ciągłość procesów przetwórstwa rybnego. W związku z tym, że nie można przewidzieć czasu ani rozmiarów awarii (zniszczenia) obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi, rozmieszczonymi w pobliżu, na nabrzeżach portowych oraz reaktorów elektrowni jądrowych, stan gotowości okrętów musi być ciągle na poziomie zapewniającym sprawne i skuteczne wykonanie przedsięwzięć zabezpieczających przed skażeniem (przedsięwzięć obrony przeciwchemicznej) i utratą zdolności bojowej. Zakres zadań obrony przeciwchemicznej wykonywanych na jednostkach pływających i w brzegowych (bazach morskich i portach), w warunkach skażeń toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi, wielu przypadkach nie odbiega od zakresu przewidzianego do realizacji w warunkach użycia broni jądrowej i chemicznej.

Do najważniejszych zadań obrony przeciwchemicznej wykonywanych na jednostkach pływających, w warunkach zagrożenia skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi, będzie uruchomienie okrętowych systemów spłukiwania[46] oraz wykorzystanie indywidualnych i zbiorowych środków ochrony przed skażeniami, jak również szybkie opuszczenie akwenów zagrożonych skażeniami (np. wyjście z bazy lub portu, odejście od uszkodzonego statku przewożącego materiały niebezpieczne itp.). Z uwagi na nieprzystosowanie masek przeciwgazowych do ochrony przed parami lotnych toksycznych środków przemysłowych (głównie amoniaku, chloru i innych), ich użycie przez załogi w niewielkim stopniu zapewni ochronę przed porażeniem. Stąd najważniejsze będzie dążenie do uniknięcia bezpośredniego kontaktu ze środkiem toksycznym.

[46] W stosunku do dużych stężeń amoniaku dyspersja wody musi być stosunkowo duża (porównywalna z parą wodną), natomiast w obecności chloru wystarczający jest układ grubodyspersyjny.
Zob. W. Harmata, *Potrzeby w zakresie wyposażenia jednostek*...dz. cyt.

Największy wpływ na działania bojowe okrętów nawodnych, w warunkach skażeń promieniotwórczych, powstałych wskutek awarii (zniszczenia) obiektów energetyki jądrowej, znajdujących się poza granicami kraju, będą miały awarie w Szwecji i Niemczech. Uwolnione radioizotopy spowodują skażenie całej morskiej strefy obrony (w przypadku awarii reaktorów jądrowych w Szwecji) i wpłyną na zmianę sposobów wykonania zadań, prowadzonych zarówno w ramach morskiej operacji obronnej, jak i w czasie działań systematycznych. Nowa sytuacja operacyjna i taktyczna zmusi załogi okrętów nawodnych do wykonywania wszystkich zadań obrony przeciwchemicznej, w zakresie możliwie jak największym. Niewątpliwie znaczenie będzie miała przestrzeń (akweny) wystąpienia określonego stopnia zagrożenia oraz czas potrzebny zarówno na przekazanie niezbędnych informacji, jak i wykonanie czynności zabezpieczających.

Wyposażenie okrętów bojowych i baz morskich (portów) w sprzęt specjalistyczny, służący do wykonania zadań obrony przeciwchemicznej, nie zapewnia pożądanego poziomu realizacji zadań. Dotyczy to zadań związanych z wykrywaniem skażeń na jednostkach pływających i w brzegowych oraz kontrolą radiologiczną i chemiczną. Będą one realizowane praktycznie w niewielkim stopniu. Przyczyną takiego stanu jest brak odpowiedniego wyposażenia (przyrządów dozymetrycznych do pomiaru małych mocy dawek ekspozycyjnych i dozymetrów indywidualnych oraz przyrządów do rozpoznania skażeń toksycznymi środkami przemysłowymi). W tej sytuacji należy liczyć się z tym, że użycie okrętowych systemów spłukiwania, zarówno na okrętach przebywających w bazach morskich (portach), jak i wykonujących działania bojowe na morzu, na tyle zminimalizuje skalę zagrożenia (obniży poziom promieniowania jonizującego i zmniejszy stężenie środków toksycznych), że wykonanie innych przedsięwzięć obrony przeciwchemicznej nie będzie miało tak wielkiego znaczenia. Jednakże, jak wspomniano wcześniej, warunkiem wpływającym na skuteczność okrętowych systemów spłukiwania jest ich uruchomienie w odpowiednim czasie tj. przed początkiem osiadania na okręty par (aerozoli, cząstek stałych) środków toksycznych oraz radionuklidów. Spełnienie tego warunku jest ściśle związane z pozyskaniem informacji o zbliżającym się niebezpieczeństwie skażeń. Potrzebne informacje mogą być przekazane w sieci ostrzegania i alarmowania lub mogą pochodzić z własnego rozpoznania skażeń. Drugi sposób może się okazać nieprzydatny, z uwagi na braki sprzętowe w tym zakresie (możliwa do wykorzystania, w przypadku skażeń środkami toksycznymi, pozostaje mało efektywna, lecz być może jedyna, metoda organoleptyczna).

Reasumując, wyniki przeprowadzonych badań naukowych pozwalają na sprecyzowanie następujących uogólnień:

- okręty nawodne (pomocnicze jednostki pływające) wykonujące zadania bojowe w ramach morskiej operacji obronnej lub realizujące działania systematyczne w morskiej strefie obrony Marynarki Wojennej RP mogą być narażone na oddziaływanie skażeń przemysłowych;

- pobyt okrętów w bazach (portach) morskich zwiększa ich narażenie na skażenie, głównie toksycznymi środkami przemysłowymi, w przypadku awarii (celowego zniszczenia) obiektów rozmieszczonych na nabrzeżach portowych, często znajdujących się w bliskim sąsiedztwie;

- w przypadku awarii (celowego zniszczenia) obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi, jednostki pływające przebywające w bazach, przede wszystkim będą dążyły do uniknięcia skażenia poprzez szybkie wyjście na morze (poza strefę rozprzestrzeniania się środków toksycznych);

- sprzęt przeciwchemiczny będący w wyposażeniu jednostek pływających i baz (portów) morskich nie w pełni odpowiada potrzebom. Dotyczy to głównie przyrządów rozpoznania skażeń chemicznych (toksycznych środków przemysłowych) i promieniotwórczych, dozymetrów do pomiaru indywidualnych dawek pochłoniętych oraz indywidualnych i zbiorowych środków ochrony przed skażeniami.

- skażeniu okrętów parami toksycznych środków przemysłowych można zapobiec poprzez odpowiednio wczesne uruchomienie okrętowych systemów spłukiwania i wytworzenie zasłony (kurtyny) wodnej.

Rozdział 4.

PRZYSZŁOŚĆ OBRONY PRZECIWCHEMICZNEJ JEDNOSTEK MARYNARKI WOJENNEJ RP W ZAKRESIE OCHRONY PRZED RAŻĄCYM DZIAŁANIEM TOKSYCZNYCH I PROMIENIOTWÓRCZYCH ŚRODKÓW PRZEMYSŁOWYCH

4.1. Analiza rozwiązań organizacyjno - technicznych ochrony przed środkami przemysłowymi w armiach wybranych państw NATO

Toksyczne zagrożenia przemysłowe (Toxic Industrial Hazards – TIH) są postrzegane w armiach państw NATO ze szczególną uwagą. Obejmują związki toksyczne i radioaktywne w formie stałej, płynnej lub lotnej. Mogą być magazynowane z przeznaczeniem do celów przemysłowych, handlowych, medycznych lub wojskowych. Toksyczne zagrożenia przemysłowe mogą być chemiczne, biologiczne lub radioaktywne. Do toksycznych środków przemysłowych (Toxic Industrial Chemicals) zalicza się:

- zakłady przemysłowe, głównie o profilu chemicznym (zakłady produkcji włókien sztucznych, farb, środków owadobójczych itp.) lub farmaceutycznym, używające w procesie produkcji związki toksyczne;
- prowizoryczną broń chemiczną, która może być użyta w formie rozprzestrzenienia toksycznych substancji przemysłowych za pomocą prowizorycznych urządzeń parowych, wybuchowych i innych;
- niezamierzone awarie (wypadki) podczas transportu toksycznych środków przemysłowych.

Kolejne zagrożenie środkami przemysłowymi powodują tzw. toksyczne przemysłowe środki promieniotwórcze (Toxic Industrial Radiological – TIR), charakteryzujące się niskim poziomem promieniowania (Low Level Radiation - LLR).

Do tej grupy środków zaliczono:

- wojskowe i cywilne zakłady jądrowe, obejmujące stocznie budowy okrętów o napędzie jądrowym, ośrodki badawcze o profilu jądrowym oraz urządzenia stosowane do przetwarzania (składowania) odpadów promieniotwórczych;
- środki medyczne i zakłady przemysłowe wykorzystujące źródła promieniotwórcze, stanowiące wyposażenie zakładów, ośrodków medycznych, a nawet gospodarstw domowych, np. łatwo dostępne wykrywacze dymu;
- ulepszone bronie promieniotwórcze, obejmujące urządzenia (środki) przeznaczone do uwalniania (emisji) materiałów promieniotwórczych do środowiska. Mogą one być wytworzone poprzez połączenie materiałów radioaktywnych z konwencjonalnymi materiałami wybuchowymi, powodującymi rozprzestrzenianie się cząstek radioaktywnych;
- wybuchy jądrowe powodujące rozprzestrzenianie się izotopów promieniotwórczych z oddalonego miejsca (spoza obszaru działań) lub wcześniejszych eksplozji;
- wypadki zaistniałe podczas transportu lądowego, powietrznego lub morskiego substancji radioaktywnych;
- inne źródła, np. pociski z zubożonym uranem[1].

Poza wymienionymi środkami, dodatkowo wyróżnia się toksyczne środki biologiczne (Toxic Industrial Biological - TIB). Stanowią je linie technologiczne (urządzenia), stanowiące wyposażenie zakładów medycznych i wykorzystywanych do produkcji szczepionek lub leków.

W przypadku wystąpienia zagrożenia skażeniami przemysłowymi (toksycznymi środkami przemysłowymi) w armiach NATO obowiązuje realizacja zadań zawartych w Wytycznych Dowództwa Regionalnego NATO w Europie (ACE) w zakresie działania wojsk po wystąpieniu skażeń przemysłowych[2]. Wytyczne określają zakres działań wojsk w

[1] Pociski z zubożonym uranem – są pozbawione innych izotopów promieniotwórczych (domieszek). Z uwagi na właściwości promieniotwórcze uranu (^{238}U), z którego są zbudowane, stanowią niebezpieczeństwo dla otoczenia – przyp. aut.

[2] Wytyczne Dowództwa Regionalnego NATO w Europie (ACE) w zakresie działania wojsk po wystąpieniu skażeń przemysłowych są ujęte w Dyrektywie ACE Nr 80 - 64 – przyp. aut.

przypadku wystąpienia zagrożenia toksycznymi środkami przemysłowymi oraz zasady postępowania sił NATO w celu przeciwdziałania powstałym skażeniom, zgodnie z obowiązującymi STANAG-ami i dyrektywami.

Zgodnie z Wytycznymi obowiązuje zasada, że siły zbrojne nie powinny być narażone na działanie toksycznych środków przemysłowych, o ile nie jest to konieczne z wojskowego punktu widzenia. Jednostki nie posiadające odpowiedniego sprzętu i nie przeszkolone, nie powinny być rozmieszczane na obszarach zagrożonych środkami toksycznymi. Dowódcy szczebla operacyjnego są zobowiązani do wyznaczenia stref bezpieczeństwa wokół zakładów, posiadających toksyczne środki przemysłowe. Przewiduje się strefę ochronną o promieniu co najmniej jednego kilometra od miejsca składowania środków toksycznych. Pododdziały mobilne, w zasadzie nie rozmieszcza się w obszarze o promieniu 5 kilometrów a stacjonarne obiekty wojskowe (stałe obozowiska) w promieniu 10 kilometrów od obiektów stwarzających zagrożenie. Przelot statków powietrznych jest dozwolony na wysokości powyżej 150 metrów.

W przypadku uwolnienia toksycznych środków przemysłowych, dowódcy powinni zapewnić możliwość natychmiastowej ewakuacji wojsk z zagrożonego rejonu i ustanowić strefę bezpieczeństwa o promieniu 5 kilometrów. Po opracowaniu prognozowanej sytuacji skażeń, jednostki wykonują działania stosownie do skali zagrożenia. Każde wejście w nieznany obszar jest poprzedzony rozpoznaniem zagrożenia toksycznymi środkami przemysłowymi. Są pozyskiwane informacje (na szczeblu lokalnym i operacyjnym) o ilości i rodzaju produkowanych (przechowywanych) środków toksycznych, możliwości powstawania pożarów, wybuchów, toksyczności, korozyjności i skuteczności indywidualnych i zbiorowych środków ochrony przed skażeniami. W celu wyboru najbardziej skutecznych i racjonalnych sposobów działania w obszarach zagrożonych, wyniki rozpoznania są zawsze konsultowane ze specjalistami (oficerem odpowiedzialnym za obronę przeciwchemiczną, prawnikiem, lekarzem, oficerem rozpoznawczym i rzecznikiem prasowym) oraz porównywane z opiniami otrzymanymi ze źródeł cywilnych. Źródłem informacji mogą być bazy danych zawierające dane o toksycznych środkach przemysłowych, kody z oznaczeniami substancji chemicznych oraz konsultacje z władzami lokalnymi, które mogą posiadać opracowane własne procedury postępowania w przypadku wystąpienia zagrożeń.

Kolejnymi elementami ochrony stanów osobowych jednostek są prognozowanie, rozpoznanie rejonu awarii i meldowanie o skażeniach. Z uwagi na spójność zasad

prognozowania sytuacji chemicznej i promieniotwórczej, rozpoznania rejonu awarii i meldowania o skażeniach zostały przedstawione łącznie, na końcu podrozdziału.

W zakresie wykorzystania indywidualnych środków ochrony przed skażeniami obowiązuje zasada, że ze względu na ograniczone możliwości ochronne typowych pochłaniaczy, w warunkach skażeń toksycznymi środkami przemysłowymi, służą one wyłącznie do ochrony w czasie opuszczania skażonego obszaru[3]. Dłuższe działanie w tych warunkach jest uwarunkowane wyposażeniem wojsk w maski typu izolacyjnego lub specjalistycznego. Dla przykładu, w armii Stanów Zjednoczonych jest w użyciu maska przeciwgazowa typu MCU - 2/P M 40 i M 42, przeznaczona do ochrony dróg oddechowych w atmosferze skażonej środkami chemicznymi i biologicznymi, a żołnierze brytyjscy posiadają w wyposażeniu maski NBC S 6, NBC S10 oraz SF 10. Stosowanie odzieży ochronnej może w znacznym stopniu zmniejszyć ryzyko porażenia, szczególnie w przypadku skażeń płynnymi środkami toksycznymi.

Do rozpoznania obszaru skażonego toksycznymi środkami przemysłowymi (wykrywania toksycznych środków przemysłowych) stosuje się sprzęt specjalistyczny (standardowy sprzęt stosowany do rozpoznania skażeń bojowymi środkami trującymi nie odpowiada wymaganiom). Przewiduje się użycie rurek detekcyjnych (wskaźnikowych) Draegera (Multi - Gas - Detektor) lub Gas – Tester. W wyposażeniu armii Stanów Zjednoczonych ponadto się znajduje przyrząd uniwersalny Join Chemical Agent Detector (JCAD), służący do wykrywania bojowych środków trujących (fosforoorganicznych środków trujących i iperytów) oraz toksycznych środków przemysłowych. Cechuje się wykrywalnością par przy stężeniu w powietrzu od 0,1 mg · m^{-3}. Może pracować w szerokim zakresie temperatur powietrza (od -32 do $+49^0$C). Jednakże ciągle istnieje obawa, że nie wszystkie substancje toksyczne zostaną wykryte np. powstające w reakcjach chemicznych w czasie awarii lub jako produkty spalania.

Granice rozpoznanego obszaru skażonego się oznakowuje a następnie składa odpowiedni meldunek z rozpoznania (NBC - 4 ROTA[4]).

W celu lokalizacji i ograniczenia rozprzestrzeniania się par toksycznych środków przemysłowych, zwłaszcza amoniaku i chloru, stosuje się specjalne urządzenia do stawiania zasłon (kurtyn) wodnych. Są to najczęściej stosowne urządzenia

[3] Zarówno pochłaniacze masek przeciwgazowych, jak i urządzeń filtrowentylacyjnych mogą się rozgrzać i zapalić przy odpowiednio dużym stężeniu określonych toksycznych środków przemysłowych – na podstawie Dyrektywy ACE Nr 80 - 64 – przyp. aut.

[4] ROTA (Releases Other Then Attack) – uwolnienie substancji toksycznej w sposób inny, niż zamierzony atak – przyp. aut.

przeciwpożarowe, dodatkowo wyposażone w specjalne przystawki umożliwiające dyspergowanie wody.

Po wyjściu z obszaru zagrożonego skażeniem toksycznymi środkami przemysłowymi, określa się stopień skażenia sprzętu bojowego i zabezpiecza pokryciami foliowymi. Stany osobowe narażone na skażenie poddaje się przeglądowi lekarskiemu, a następnie zabiegom sanitarnym, z użyciem dużej ilości zimnej (chłodnej) wody z mydłem. W pierwszej kolejności, jeśli jest to możliwe, używa się odkażalników odpowiednich w stosunku do danego środka toksycznego.

W przypadku zagrożenia skażeniami toksycznymi środkami przemysłowymi, w armiach NATO obowiązuje tzw. Poradnik dowódcy[5]. Zawiera charakterystykę toksycznych środków przemysłowych oraz sposoby unikania porażenia, zasady wyznaczania stref bezpieczeństwa oraz realizacji zadań związanych z prognozowaniem, ostrzeganiem i meldowaniem o uwolnieniu środków toksycznych, zasady rozpoznania i wykrywania skażeń oraz aspekty ochrony wojsk działających w warunkach zagrożenia skażeniami, łącznie ze sposobami udzielania pomocy porażonym. Poradnik dopuszcza możliwość posługiwania się własnymi metodykami postępowania w przypadku uwolnienia toksycznych środków przemysłowych, opracowane w armiach państw członkowskich NATO, pod warunkiem, że zawierają wyczerpujące informacje odnośnie zasad bezpieczeństwa w warunkach skażeń środkami toksycznymi wymienionymi w Poradniku. Przykładem jest Podręcznik postępowania awaryjnego (Emerancy Response Guidebook - ERG), opracowany przy współpracy ministerstw transportu Kanady, Meksyku i Stanów Zjednoczonych. Jest przeznaczony dla grup ratowniczych i zawiera zagadnienia związane z zagrożeniem skażeniami toksycznymi środkami przemysłowymi, bezpieczeństwem publicznym, zasadami postępowania w czasie awarii i ewakuacji oraz określaniem stref niebezpiecznych w ciągu dnia i nocy.

Podczas planowania działania wojsk w warunkach zagrożenia skażeniem toksycznymi środkami przemysłowymi stosuje się następujące zasady:

- podstawową regułą jest utrzymywanie poziomu narażenia na poziomie tak niskim, jak jest to realnie osiągalne (tzw. zasada ALARA);

- narażenie na skażenia musi być odpowiednio skalkulowane, biorąc pod uwagę ochronę życia i zdrowia żołnierzy oraz wykonanie zadania bojowego;

[5] Wprowadzony przez STANAG 2909 - przyp. aut.

- szczegółowe planowanie i koordynacja działań rozpoczyna się rozpoznaniem obszaru prowadzenia działań. Rozpoznanie musi dostarczyć informacji o wszystkich potencjalnych zagrożeniach toksycznymi środkami przemysłowymi.
Następnie wszystkie decyzje dowódców muszą być skonsultowane z odpowiednimi specjalistami (oficerem odpowiedzialnym za obronę NBC[6]), oficerem rozpoznawczym, lekarzem, prawnikiem oraz rzecznikiem prasowym i personelem odpowiedzialnym za współpracę wojskowo - cywilną;

- wszystkie informacje o zagrożeniu toksycznymi środkami przemysłowymi muszą mieć zapewniony szybki przepływ pomiędzy wszystkimi szczeblami dowodzenia. Dowódcy muszą brać pod uwagę fakt, że w celu wprowadzenia chaosu lub uzyskania przewagi taktycznej, przeciwnik może wykorzystać tylko zagrożenie uwolnienia się toksycznych środków przemysłowych oraz może także celowo zniszczyć obiekty ze środkami toksycznymi. W takiej sytuacji musi być utrzymywany odpowiednio wysoki poziom ochrony obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi i poziom zabezpieczenia wojsk NATO, z jednoczesnym przestrzeganiem zasad nie ujawniania danych o wojskach własnych;

- w przypadku pojawienia się zagrożenia skażeniem toksycznymi środkami przemysłowymi, dowódcy powinni zapewnić odpowiednie przeszkolenie wszystkich podległych pododdziałów w zakresie umiejętnego działania w tych warunkach, łącznie z możliwością i sposobem wykorzystania indywidualnych środków ochrony przed skażeniami.

- jednostki przewidziane do działania w obszarach zagrożonych skażeniem toksycznymi środkami przemysłowymi muszą być odpowiednio wyposażone oraz przeszkolone[7].

W zakresie ochrony przed zagrożeniami radiologicznymi, w ramach NATO, obowiązują Wytyczne Dowództwa Regionalnego NATO w Europie (ACE) w sprawie przedsięwzięć ochronnych, dotyczących zagrożeń radiologicznych niskiego poziomu w czasie operacji militarnych[8]. Wytyczne dotyczą wszystkich stałych i tymczasowych Międzynarodowych Sztabów Wojsk, w czasie działań pod dowództwem Naczelnego Połączonego Dowództwa Sił NATO w Europie (Supreme Allied Command Europe –

[6] NBC (Nuclear, Biological, Chemical Defence) - obrona przed bronią jądrową, biologiczną i chemiczną - odpowiednik obrony przeciwchemicznej - przyp. aut.
[7] Wymagania są zawarte w STANAG - ach 2353 i 2150 - przyp. aut.
[8] Dyrektywa ACE Nr 80 - 63 – przyp. aut.

SACEUR). Zawierają charakterystykę zagrożenia sił zbrojnych radionuklidami nie będącymi skutkiem wybuchów jądrowych. Tego rodzaju zagrożenie może się pojawić w wyniku zniszczenia (awarii) składowisk odpadów radioaktywnych, obiektów energetyki jądrowej i innych instalacji wykorzystujących materiały radiologiczne lub też będące skutkiem ataków terrorystycznych.

Rozróżnia się dwa pomiary zagrożenia radiologicznego:

- pomiar napromieniowania stanów osobowych o znaczeniu operacyjnym (Operationally Significiant Level Radiation – OSLR), który wywołuje natychmiastowe skutki w skali operacyjnej. Wartość pochłoniętych dawek promieniowania jest porównywalna z dawkami, których źródłem są wybuchy jądrowe i osiągają wartość do 70 cGy i więcej, powodując obniżenie zdolności bojowej poprzez wystąpienie choroby popromiennej u napromieniowanych.

- niski poziom napromieniowania (Low Level Radiation - LLR), stwarzający długotrwałe zagrożenie dla zdrowia stanów osobowych. Dawki pochłonięte przekraczają wartości otrzymywanych przez pracowników narażonych zawodowo na promieniowanie oraz średnie napromieniowanie ludności. Wartości dawek pochłoniętych mieszczą się w zakresie od poziomu tła promieniowania do 70 cGy (w zakresie promieniowania gamma oraz alfa i beta), powodując zmiany kancerogenne w długim czasie po napromieniowaniu. Ponadto promieniowanie przenikliwe ma działanie mutanogenne, psychologiczne i społeczne. Z zasady siły zbrojne nie powinny być narażone na niskie poziomy napromieniowania (Low Level Radiation), o ile to nie jest wymuszone sytuacją taktyczną lub operacyjną. Podstawowym warunkiem prowadzenia działań w takim obszarze jest skrupulatne gromadzenie danych o dawkach indywidualnych, pochłoniętych przez wszystkich żołnierzy i posiadanie właściwych oraz skutecznych środków ochronnych. W przeciwnym przypadku, nie powinno się wykonywać zadań w obszarach zagrożonych radiologicznie. W przypadku konieczności prowadzenia działań w tych obszarach, wypracowywana wcześniej jest odpowiednia decyzja, po konsultacji z zespołem specjalistów (skład zespołu jest identyczny, jak w przypadku działania w warunkach skażeń środkami toksycznymi, z tym że lekarz powinien posiadać wiedzę z zakresu radiobiologii).

Zasadniczym przedsięwzięciem wykonywanym przed wejściem w nieznany obszar jest jego dokładne rozpoznanie, pod względem zagrożenia radiologicznego, na szczeblu lokalnym i operacyjnym. Informacje powinny dotyczyć, o ile to możliwe, rodzaju, typu i wielkości potencjalnego zagrożenia. Stany osobowe jednostek działające w obszarze

zagrożonym radiologicznie powinny mieć zapewnioną możliwość prowadzenia indywidualnych i grupowych pomiarów całkowitej dawki pochłoniętej oraz zapisu (ewidencji) pomiarów. Przyrządy służące do pomiaru mocy dawki ekspozycyjnej powinny się charakteryzować możliwością pomiaru mocy dawek promieniowania od poziomu co najmniej 10^{-4} cGy · h^{-1}, z uwzględnieniem pomiaru mocy dawki nie tylko promieniowania gamma, ale również alfa i beta.

W celu zapewnienia bezpieczeństwa stanom osobowym, wyznacza się strefę bezpieczeństwa (wyłączoną z działań), o promieniu co najmniej jednego kilometra od źródła zagrożenia[9]. Przelot statków powietrznych w strefie bezpieczeństwa jest dozwolony na wysokości powyżej 175 metrów.

W przypadku prowadzenia rozpoznania obszarów skażonych, określa się maksymalne poziomy napromieniowania (RES – Radiological Exposure State) dla osób wykonujących to zadanie, zgodnie z treścią Operacyjnego poradnika napromieniowania niskimi dawkami. W czasie działań w warunkach pokoju, możliwe jest określenie dopuszczalnych dawek napromieniowania w zakresie kategorii RES od 1A do 1D. Kategoria RES 1E jest zastrzeżona dla działań wojennych i wymaga szczególnego uzasadnienia. Poziomy napromieniowania radiologicznego ujmuje tab. 51.

Tabela 51

Poziomy napromieniowania radiologicznego zawarte w Operacyjnym Poradniku Napromieniowania Niskimi Dawkami

Całkowita dawka pochłonięta [cGy] 1),2),3)	Kategoria zagrożenia RES	Zagrożenie 4),5)	Działanie
1	*2*	*3*	*4*
< 0,05	0	brak	- brak
0,05 ÷ 0,5	1A	normalne	- zapis indywidualnych dawek; - rozpoczęcie monitoringu okresowego
0,5 ÷ 5	1B	minimalne	- zapis indywidualnych dawek; - ciągły monitoring; - rozpoczęcie pomiarów radiologicznych; - ustanowienie kontrolnych pomiarów dawki, jako elementu działań; - określenie priorytetu zadań.

[9] Oficerowie odpowiedzialni za obronę NBC wszystkich szczebli powinni posiadać dane o wszelkich potwierdzonych i przypuszczalnych potencjalnych źródłach zagrożenia radiologicznego w obszarach swojego działania – na podstawie Dyrektywy Nr 80 – 63 - przyp. aut.

1	2	3	4
5 ÷ 10	1C	ograniczone	- zapis indywidualnych dawek; - ciągły monitoring i pomiary radiologiczne; - ciągłe pomiary kontrolne dawek; - wykonywanie tylko zadań priorytetowych[6].
10 ÷ 25[7]	1D	wzmożone	- zapis indywidualnych dawek; - ciągły monitoring i pomiary radiologiczne; - ciągłe pomiary kontrolne dawek; - kontynuacja tylko zadań priorytetowych; - podejmowanie tylko zadań krytycznych[6].
25 ÷ 70[8]	1E	znaczne	- zapis indywidualnych dawek; - ciągły monitoring i pomiary radiologiczne; - ciągłe pomiary kontrolne dawek; - kontynuacja tylko zadań krytycznych.

Uwagi:

1) Dawka równoważna dla napromieniowania całego ciała. Tablica nie uwzględnia skażenia wewnętrznego organizmu. Zakłada się efektywne użycie indywidualnych środków ochrony przed skażeniami.

2) Wszystkie dawki powinny być utrzymane na najniższym, osiągalnym w danych warunkach poziomie (zasada ALARA). Pozwala to jednocześnie na zredukowanie indywidualnego zagrożenia żołnierzy oraz na zachowanie maksymalnej swobody operacyjnej i przyszłego wykorzystania napromieniowanych żołnierzy.

3) Preferuje się używanie jednostki równoważnika dawki mSv. Jednak ze względu na to, że sprzęt wojskowy jest wyskalowany w jednostkach dawki pochłoniętej, do czasu wymiany sprzętu dozymetrycznego, będzie używana jednostka cGy. Dla dawki pochłoniętej w ciele ludzkim stosuje się przelicznik 1 cGy = 10 mSv.

4) Zagrożeniem są długotrwałe efekty zdrowotne przejawiające się występowaniem śmiertelnej formy choroby nowotworowej w okresie 2 lat po napromienieniu. Zagrożenie w ciągu całego życia oceniane jest na 4 do 7% na 100 cGy (1000 mSv). Oznacza to dodatkowo do 20 - 25% śmiertelnych przypadków choroby nowotworowej wśród całkowitej liczby nowotworów śmiertelnych w rozpatrywanej populacji. Dodatkowe zagrożenie stanowią efekty mutagenne oraz związane z nimi skutki społeczne i psychologiczne.

5) Należy zauważyć, że napromienienie wyższymi mocami dawek powoduje ostrzejsze skutki zdrowotne niż taka sama dawka całkowita pochłonięta w dłuższym czasie.

6) Przykładem zadań priorytetowych jest działanie na rzecz likwidacji zagrożenia dla ludzi lub zapobieganie powstaniu szkód technicznych. Przykładem zadań krytycznych są zadania podejmowane w celu ratowania życia ludzkiego.

7) Kategoria RES 1E pokrywa szeroki zakres dawki. Jej niższy próg (25 cGy = 250 mSv) jest równy maksymalnej dawce operacyjnej dla czasu pokoju obowiązującej w większości państw członkowskich NATO. Kategoria ta ma normalnie zastosowanie w czasie wojny. Celowe/rozmyślne napromieniowanie w granicach tej kategorii wymaga dodatkowego uzasadnienia.

8) W czasie pokoju dawka ta nie powinna być przekroczona, z wyjątkiem ratowania życia ludzkiego.

Źródło: Dyrektywa ACE Nr 80 -63

W warunkach Low Level Radiation – LLR, rozpoznanie skażeń się prowadzi do stwierdzenia mocy dawki ekspozycyjnej o wartości $3 \cdot 10^{-4}$ cGy $\cdot$ h^{-1} (0,0003 cGy $\cdot$ h^{-1}). Za granicę obszaru (terenu) skażonego uważa się izolinię o wartości mocy dawki ekspozycyjnej $2 \cdot 10^{-4}$ cGy $\cdot$ h^{-1} (0,0002 cGy $\cdot$ h^{-1}). W przypadku wyższych wartości mocy

dawki ekspozycyjnej, określa się i oznacza zewnętrzną granicę obszaru (terenu) skażonego.

Działanie w obszarach skażonych izotopami promieniotwórczymi wymaga od przełożonych upewnienia się o uruchomieniu systemu „administrowania" dawkami napromieniowania (zbierania, monitorowania i przetwarzania danych dotyczących sytuacji radiologicznej, zgodnie z obowiązującymi przepisami). Stwierdzenie wyższego poziomu skażenia radiologicznego i pojawienia się groźby pochłonięcia większej dawki ekspozycyjnej, niż określony poziomem RES, wymusza składanie meldunków i działanie zgodnie z nowymi zaleceniami, odpowiednimi do nowej sytuacji. Działania w rejonach zagrożenia radiologicznego prowadzi się w nałożonej odzieży ochronnej, w celu ochrony skóry przed skażeniem i niedopuszczenia do wystąpienia porażeń oraz w maskach przeciwgazowych, dla ochrony dróg oddechowych i uniknięcia dawki inhalacyjnej. Lokalne produkty, woda i żywność podlega stałemu monitorowaniu. Skażony sprzęt bojowy po dokładnej kontroli dozymetrycznej jest poddawany procesowi dezaktywacji, do czasu osiągnięcia możliwie najniższego poziomu stopnia skażenia. Dezaktywację terenu skażonego organizują i kierują nią władze lokalne, wykorzystując do tego celu własne siły i środki, o ile nie ma innej konieczności w związku z potrzebami sił zbrojnych.

Meldunki z rozpoznania są przekazywane w formie meldunków standardowych NBC – 4 ROTA. Całościowe wyniki z rozpoznania zbiera, opracowuje oraz rozsyła do zainteresowanych, w formie meldunków NBC - 5 ROTA, odpowiedni ośrodek analizy skażeń.

W zakresie wykonania zadań związanych z prognozowaniem sytuacji chemicznej, rozpoznaniem rejonu awarii i meldowaniem o skażeniach obowiązują określone zasady. Przede wszystkim rozróżnia się dwa rodzaje uwolnienia typu ROTA (Releases Other Then Attack – uwolnienie substancji toksycznej w sposób inny, niż zamierzony atak), w zależności od źródła uwolnienia:

- przypadek RNP, ROTA NUCLEAR (substancje radioaktywne) - kiedy izotopy promieniotwórcze są uwolnione do atmosfery z rdzenia uszkodzonego reaktora jądrowego (zasięg rozprzestrzeniania się skażeń może wynieść kilkaset kilometrów i osiągnąć znaczne wartości). Taki przypadek może mieć miejsce w zakładach produkujących lub przetwarzających paliwo jądrowe;

- przypadek TIM[10] (SN - substancje niebezpieczne). Ze względu na miejsce uwolnienia toksycznych środków przemysłowych, ten przypadek jest podzielony na cztery rodzaje: w zakładzie przemysłowym, transporcie, medycynie i innych obiektach gospodarki narodowej[11]. Rozróżnia się substancje niebezpieczne chemiczne, biologiczne i promieniotwórcze.

W zasadach prognozowania sytuacji skażeń po uwolnieniu toksycznych i promieniotwórczych środków przemysłowych rozróżnia się następujące przypadki:

- przypadek RNP - uwolnienie paliwa jądrowego;

- przypadek SN (TIM) - uwolnienie substancji niebezpiecznej z podziałem na uwolnienie materiałów promieniotwórczych ze składowisk odpadów promieniotwórczych i innych obiektów przerabiających lub przechowujących substancje promieniotwórcze, uwolnienie z obiektów przechowujących lub produkujących broń biologiczną, uwolnienie materiałów niebezpiecznych z obiektów je przechowujących lub ze środków transportowych oraz wycieki substancji toksycznych z dużego zbiornika.

Oddzielne zasady obowiązują przy prognozowaniu zagrożenia dla uwolnień substancji na dużych wysokościach. W tym przypadku prognozę prowadzi się dla poziomu

---

[10] TIM (Toxic Industrial Materials) - toksyczne środki przemysłowe (TSP) - przyp. aut.

[11] Charakterystyka przypadków jest następująca:

1. Odpady promieniotwórcze lub przechowywane materiały promieniotwórcze - uszkodzenia obiektów jądrowych tego typu może spowodować uwolnienie substancji promieniotwórczej do atmosfery. Awaria taka powoduje z reguły małe skażenie a poziom zagrożenia jest niewielki dla osób przebywających na tym terenie nawet dłuższy czas. Celowe uwolnienie substancji promieniotwórczych może jednak przy niekorzystnych warunkach meteorologicznych spowodować rozprzestrzenianie się skażeń na znacznych obszarach.

2. Obiekty przechowujące i produkujące materiały biologiczne - uszkodzenia obiektów, w których są przechowywane środki biologiczne lub są przeprowadzane nad nimi badania, mogą tworzyć niewielkie rejony awarii i skażenia powstają na znacznie mniejszych obszarach, niż miało miejsce przy zamierzonym użyciu broni biologicznej. Jednakże należy zawsze rozpatrywać tego rodzaju zagrożenie, ze względu na dużą toksyczność materiałów biologicznych i możliwość łatwego rozprzestrzeniania się z wiatrem. Obszary skażeń, przy niekorzystnych warunkach, mogą być rozległe.

3. Zbiorniki i środki do transportu toksycznych środków przemysłowych - uszkodzenia zbiorników ze składowanymi środkami toksycznymi powodują uwolnienie znacznie mniejszej ilości środka toksycznego, w porównaniu z zamierzonym zastosowaniem broni chemicznej oraz skażenia powstałe w ten sposób obejmują znacznie mniejsze obszary. Uszkodzenia cystern z toksycznymi środkami przemysłowymi w transporcie drogowym, kolejowym i wodnym powoduje uwolnienie substancji toksycznej do atmosfery, a rozmiar uwolnienia zależy od pojemności cysterny lub innego zbiornika. Toksyczność, trwałość i zasięg skażeń są mniejsze niż przy zamierzonym użyciu broni chemicznej.

4. Toksyczne środki przemysłowe przechowywane i używane w dużych ilościach - często zbiorniki posiadają znaczną pojemność (ponad 1 500 kg środka toksycznego), a środek toksyczny może być przechowywany pod ciśnieniem w niskiej temperaturze. Awaria takiego zbiornika powoduje powstanie toksycznego obłoku, którego właściwości fizyczne są zbliżone do właściwości powietrza. Taki obłok nie będzie się przemieszczał z wiatrem, dopóki jego stężenie nie zostanie zmniejszone, często poniżej poziomu toksyczności. Dodatkowo, oprócz właściwości toksycznych, środki przemysłowe posiadają właściwości korozyjne, palne, wybuchowe, mogą gwałtownie reagować z wodą lub powietrzem. Te zagrożenia mogą być często groźniejsze niż efekty toksyczne.

Na podstawie: Metodyki ATP 45, Rozdział 14 - przyp. aut.

10 metrów, a następnie dla 2 000 metrów. Obszar zagrożony skażeniami stanowi połączenie dwóch obszarów zagrożenia, znajdujących się w określonych przestrzeniach.

Do przesyłania informacji o zdarzeniach typu ROTA, w armiach NATO, wykorzystuje się istniejący system meldowania o skażeniach i standardowe formaty meldunków (NBC 1 ROTA - pierwsza informacja o uwolnieniu środków niebezpiecznych, NBC 2 ROTA i NBC 3 ROTA - dotyczą prognozowanej sytuacji skażeń i opracowują je ośrodki analizy skażeń, NBC 4 ROTA - zawiera kolejne wyniki rozpoznania NBC 5 ROTA - określa rzeczywiste granice obszaru skażonego na podstawie danych z rozpoznania, NBC 6 ROTA - zawiera dodatkowe informacje wymagane do przeprowadzenia bardziej szczegółowej prognozy skażeń[12].

4.2. Ochrona załóg jednostek pływających i baz morskich (portów)

Zadania obrony przeciwchemicznej w Marynarce Wojennej RP, podobnie jak w innych rodzajach sił zbrojnych, zostały na tyle znowelizowane, że oprócz zabezpieczenia stanów osobowych w warunkach pokoju oraz w działaniach bojowych z użyciem broni masowego rażenia, uwzględniają nowe warunki, jakie mogą zaistnieć po uwolnieniu środków przemysłowych (toksycznych i promieniotwórczych). W związku z tym, że zadania obrony przeciwchemicznej zastały automatycznie zaadaptowane do nowej sytuacji, nie wszystkie mogą być realizowane z pożądaną skutecznością. Teoretyczne opracowania naukowe i wypracowane na ich podstawie zasady i sposoby realizacji poszczególnych zadań obrony przeciwchemicznej znacznie wyprzedzają możliwości techniczne sprzętu, służącemu do ich wykonania.

Definicja obrony przeciwchemicznej, jako rodzaju bojowego zabezpieczenia działań taktycznych, zawiera wyraźny zapis o potrzebie przygotowania wojsk (w tym marynarki wojennej) do działania w warunkach skażeń radioaktywnymi i toksycznymi środkami przemysłowymi (..."maksymalnego osłabienia skutków rażącego działania ... promieniotwórczych i toksycznych środków przemysłowych.")[13]. Poszczególne

[12] Szczegółowe informacje dotyczące sposobów sporządzania meldunków są zawarte w Rozdziale 14 Metodyki ATP - 45 - przyp. aut.

[13] Na podstawie *Regulaminu działań Wojsk Lądowych*...dz. cyt. Poprzedni regulamin traktował to zagadnienie identycznie - przyp. aut.

przedsięwzięcia obrony przeciwchemicznej, w warunkach skażeń radioaktywnymi i toksycznymi środkami przemysłowymi, są realizowane w różnym stopniu skuteczności, a niektóre z nich, dla przykładu wykorzystanie indywidualnych i zbiorowych środków ochrony przed skażeniami, nie przyczyniają się w skutecznie do spełnienia ogólnego celu obrony. W wyniku starannego i dogłębnego zbadania problemu, ujawniły się pewne niedociągnięcia i braki w możliwościach wykonania zasadniczych zadań obrony przeciwchemicznej marynarki wojennej, które rodzą wątpliwości w skutecznym zapewnieniu osłabienia skutków rażącego działania skażeń toksycznymi i radioaktywnymi środkami przemysłowymi.

Wykrywanie awarii (zniszczenia) obiektów z toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi w zasadzie nie należy do zadań jednostek pływających i brzegowych (baz morskich i portów) marynarki wojennej. Potrzebne informacje powinny być przekazane przez organa cywilne. W wykonaniu tego zadania szczególną rolę odgrywają rejonowe i wojewódzkie ośrodki wykrywania i alarmowania (WOWiA). W warunkach zaskoczenia (a takich należy spodziewać się najczęściej) i trudnego do przewidzenia rozwoju sytuacji, okręty nawodne bazujące w bazach morskich (innych portach) mogą nie być uprzedzone o zbliżającym się zagrożeniu. Z uwagi na kilkuminutowy odstęp czasu od chwili awarii do dojścia par środków toksycznych (amoniaku i chloru) do basenów, w których bazują okręty, szczególnie w Gdyni i Świnoujściu, zagrożenie skażeniami będzie niespodziewane, a uprzedzenie o zagrożeniu skażeniami (alarmowanie) może być spóźnione. W tych warunkach załogi okrętów (obsady baz morskich i portów) będą wykonywały zadania obrony przeciwchemicznej już w warunkach skażeń, bez odpowiedniego, wcześniejszego przygotowania. W przypadku awarii chemikaliowca lub statku kombinowanego, przewożących toksyczne środki przemysłowe na morzu, w pobliżu rejonów działania okrętów, wczesne wykrycie tego faktu będzie możliwe jedynie po zewnętrznych oznakach uszkodzenia.
Wykrycie awarii (uszkodzenia, zniszczenia) reaktorów elektrowni jądrowych nie będzie realizowane z powodu braku takiej możliwości.

W zakresie prognozowania skutków uwolnienia toksycznych i promieniotwórczych środków przemysłowych obowiązujące metodyki[14] spełniają zakładane wymagania. Obecnie są przygotowywane nowe zasady prognozowania, ujęte w metodyce wzorowanej

[14] Metodyki oceny sytuacji chemicznej po skażeniach toksycznymi środkami przemysłowymi i po awarii elektrowni jądrowych, sygn. OPChem 376/92 i OPChem. 373/92.

na ATP 45 (Rozdział 14), obowiązującej w armiach NATO. Zarówno metodyki obowiązujące dotychczas, jak i przygotowywane do wprowadzenia, w stopniu wystarczającym, jak można ocenić, zapewniają duże prawdopodobieństwo właściwego zobrazowania rzeczywistej sytuacji skażeń. Przydział zadań związanych z prognozowaniem skażeń radioaktywnych i toksycznymi środkami przemysłowymi ośrodkom analizy skażeń (OAS MW, FOW) oraz nieetatowym sekcjom analizy skażeń (NSAS) powinien w wystarczającym stopniu zapewnić właściwą ocenę sytuacji oraz obieg informacji. Z uwagi na to, że w tym procesie bardzo ważną rolę odgrywa czas, powinien on być w pełni zautomatyzowany w formie odpowiednich programów, dostępnych we wszystkich ośrodkach (nieetatowych sekcjach) analizy skażeń. Pozwoli to na uniknięcie czasochłonnych obliczeń, błędów i niekiedy niewłaściwej interpretacji wyników. Również istotne będzie posiadanie informacji o aktualnych warunkach meteorologicznych w rejonie awarii i na kierunku przemieszczania się par (aerozoli) środków toksycznych i substancji promieniotwórczych, bowiem w strefie brzegowej i nad morzem zmieniają się z dużą częstotliwością i niekiedy ich aktualizacja będzie spóźniona. Można przewidzieć, że właśnie terytorialne ośrodki (sekcje) analizy skażeń (flotyll, jednostek wojskowych) będą posiadały najbardziej aktualne informacje o kierunku wiatru w obszarze zagrożonym oraz inne dane meteorologiczne, niezbędne do właściwej oceny sytuacji skażeń.

Na podstawie charakterystyki rozkładu skażeń toksycznymi środkami przemysłowymi, zawartej w podrozdziale 2.1.3, można przyjąć, że w obszarach zurbanizowanych, a w takich leżą bazy morskie (porty), rozkład skażeń często będzie się różnił od przeprowadzonej prognozy. Dotyczy to głównie kierunku rozprzestrzeniania się i stężenia par środków toksycznych. W tych warunkach niezbędne okaże się wprowadzenie poprawek, polegających na zwiększaniu przewidywanego obszaru zagrożonego skażeniami. Trudności w przeprowadzeniu właściwej oceny sytuacji skażeń chemicznych mogą wystąpić w przypadku awarii statku kombinowanego (chemikaliowca) na morzu. Brak informacji o rodzaju i ilości przewożonego ładunku oraz o skali uwolnienia, pozwolą jedynie na orientacyjne określenie zasięgu i czasu rozprzestrzeniania się par środków toksycznych. Prognozowanie sytuacji promieniotwórczej po awarii obiektów energetyki jądrowej będzie prowadzone na podstawie danych wyjściowych, przekazanych spoza granic kraju. Duże znaczenie będą miały dokładne informacje o ilości uwolnionych izotopów promieniotwórczych i warunki meteorologiczne w rejonie uszkodzonej (zniszczonej) elektrowni jądrowej. Przy braku tych danych, wyniki prognozowania okażą

się błędne, a sytuację skażeń będzie trzeba w znacznym stopniu korygować na podstawie danych uzyskanych z rozpoznania skażeń.

Zadania związane z ostrzeganiem o zagrożeniu i alarmowaniem załóg okrętów (obsad baz morskich i portów) o skażeniach jest wykonywane w sposób umożliwiający szybkie przekazanie pożądanych informacji i zapewnienie możliwości wykonania czynności zabezpieczających stany osobowe przed porażeniem. Charakterystyczną cechą tego zadania jest czas przekazania sygnałów, zwłaszcza alarmu o skażeniach. Niewielkie odległości dzielące okręty od obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi, w bazach morskich i portach, wynoszące od jednego do kilku kilometrów sprawiają, że czas dojścia par (aerozolu) środków toksycznych będzie wynosił od kilku do kilkunastu minut (tę sytuację bardzo wyraźnie uwidaczniają zasięgi par środków toksycznych zobrazowane w załącznikach do rozdziału drugiego).

Wykrywanie skażeń powstałych po uwolnieniu toksycznych i promieniotwórczych środków przemysłowych służy do określenia rzeczywistej sytuacji skażeń w rejonie awarii (zniszczenia) obiektów oraz na kierunku rozprzestrzeniania się par środków toksycznych i izotopów promieniotwórczych. Tak sformułowane zadanie jest trudne do wykonania w ogóle, a w warunkach okrętowych wręcz niemożliwe do wykonania, zwłaszcza w przypadku skażeń toksycznymi środkami przemysłowymi. Przyczyną jest brak odpowiedniego sprzętu służącego do określania rodzaju i stężenia par środków toksycznych. Zaprezentowane w podrozdziale 3.3 możliwości przyrządu rozpoznania chemicznego PChR – 54M, w zakresie wykrywania niektórych substancji toksycznych nie gwarantują właściwych wskazań (odczytów) i nie mogą stanowić podstawy do wykonania dalszych czynności związanych z uaktualnianiem prognozowanej sytuacji skażeń, ogłaszaniem alarmów, użyciem indywidualnych i zbiorowych środków ochrony itp. To zadanie powinno być realizowane przynajmniej w warunkach uwolnienia amoniaku i chloru. Stąd wzorując się na innych armiach NATO, wskazane jest wyposażenie okrętów, chociażby grupowych, w indykatory tych środków toksycznych, które są składowane na nabrzeżach portowych. W pełni przydatna mogłaby się okazać specjalna nasadka do przyrządu rozpoznania chemicznego PChR – 54M wraz z kompletem rurek wskaźnikowych do wykrywania podstawowych środków toksycznych[15], zwłaszcza amoniaku i chloru. Innym rozwiązaniem byłoby wprowadzenie do wyposażenia baz

[15] W nasadki i rurki wskaźnikowe do wykrywania toksycznych środków przemysłowych polskiej produkcji są wyposażone przyrządy rozpoznania chemicznego PChR – 54M pododdziałów wojsk lądowych – przyp. aut.

morskich (portów) lub wybranych okrętów wykrywaczy gazów WG – 2M[16], na wzór Chemicznych i Radiacyjnych Zespołów Awaryjnych.

W wymienione typy przyrządów powinny być wyposażone okręty grupowe, bazujące w pobliżu obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi, zwłaszcza z amoniakiem i chlorem. Dotyczy to szczególnie baz morskich w Gdyni, Helu i Świnoujściu, jak również okrętów wchodzących do innych portów morskich, np. Władysławowa, Ustki, Kołobrzegu itd. Podobne wymagania istnieją w czasie przejścia okrętów torem wodnym ze Świnoujścia do Szczecina, szczególnie w pobliżu zakładów chemicznych w Policach. Do znacznej poprawy tego niekorzystnego stanu może służyć wyposażenie załóg okrętowych (baz morskich) w proste w użyciu środków detekcji – papierków wskaźnikowych, wykrywające toksyczne środki przemysłowe na wzór papierków wskaźnikowych PWCh-1[17]. Przeprowadzone badania pozwoliły na opracowanie papierków do wykrywania siarkowodoru, i co jest bardzo istotne dla załóg okrętów i baz morskich, wykrywających amoniak. Charakterystykę papierków wskaźnikowych, służących do indykacji wybranych toksycznych środków przemysłowych przedstawiono w tab. 52.

Tabela 52

Charakterystyka papierków wskaźnikowych, służących do indykacji wybranych toksycznych środków przemysłowych

Rodzaj toksycznego środka przemysłowego	Czas [min.] potrzebny do wybarwienia papierka wskaźnikowego przy określonym stężeniu toksycznego środka przemysłowego [mg · dm^{-3}]			
	0,1	0,03	0,01	0,002
Siarkowodór H_2S	0,5	1,5	3	8
Amoniak NH_3	0,1	0,4		4

Źródło: Lisowski W., Wykrywanie TSP, Wybrane zagadnienia obrony przeciwchemicznej...(dz. cyt.).

Papierki wskaźnikowe wykrywające amoniak, mogłyby być wprowadzone do wyposażenia indywidualnego każdego członka załogi okrętowej (obsad baz morskich), a

[16] Wykrywacz gazów WG – 2M jest przeznaczony do wykrywania oraz określania procentowej zawartości tlenku węgla (CO), ditlenku węgla (CO_2), siarkowodoru (H_2S) oraz innych gazów w powietrzu, odpowiednio do użytego wykrywacza rurkowego (rurki wskaźnikowej) – na podstawie charakterystyki technicznej (http:/www.faser.com.pl/poz/wg2m.html) – przyp. aut.

[17] Papierki wskaźnikowe PWCh – 1 służą do wykrywania ciekłych bojowych środków trujących typu sarin i iperyt (stanowią element ukompletowania przyrządu rozpoznania chemicznego PChR – 54M) - przyp. aut.

przynajmniej do ukompletowania przyrządów rozpoznania chemicznego PChR – 54M (kilka sztuk).

Wykrycie toksycznych środków przemysłowych uwolnionych na skutek awarii statku (chemikaliowca, kombinowanego) na morzu, bez wspomnianego wyposażenia załóg okrętów bojowych, nie jest możliwe. Informacje o rodzaju uwalniającego się środka toksycznego załogi okrętów, wykonujących zadania w pobliżu, będą mogły uzyskać z uszkodzonego statku. Informacja przekazywana w sieci wykrywania skażeń może się okazać znacznie spóźniona z uwagi na wiele ogniw pośrednich.

Wyposażenie wybranych okrętów w przyrządy służące do indykacji toksycznych środków przemysłowych, chociażby amoniaku i chloru, nie jest przedsięwzięciem kosztownym pod względem finansowym. Natomiast korzyści będą bezsprzeczne, mierzone stopniem zachowania zdolności bojowej załóg okrętowych.

Wykrywanie skażeń promieniotwórczych po awariach (zniszczeniu) reaktorów jądrowych może być prowadzone przy wykorzystaniu okrętowych, stacjonarnych przyrządów dozymetrycznych. Zakres pomiarowy, zwłaszcza okrętowych przyrządów dozymetrycznych KDU, pozwala na wykrycie niewielkich mocy dawek promieniowania gamma. Pomiar promieniowania alfa i beta jest niemożliwy, a informacji potrzebne do określenia zagrożenia radiologicznego załóg okrętowych mogą być przekazane w sieci alarmowania.

Pewnym udoskonaleniem istniejącego systemu wykrywania skażeń będzie przygotowywany do wdrożenia nowy system, w którym obszar kraju (w tym morska strefa obrony) podzielono na strefy odpowiedzialności podporządkowane strefowym ośrodkom analizy skażeń[18]. Dla Marynarki Wojennej RP przewidziano dwie strefy odpowiedzialności, oznaczone numerami 601 i 602, podporządkowane odpowiednio 8 i 9 FOW.

Podział terytorium Polski na strefy odpowiedzialności za wykrywanie uderzeń broni masowego rażenia i skażeń oraz ostrzegania i alarmowania przedstawia zał. 43.

Wprowadzenie nowej organizacji systemu wykrywania skażeń w większym stopniu zapewni dowódcom i sztabom wszystkich szczebli dowodzenia, szybkich i wiarygodnych informacji o użyciu nie tylko broni masowego rażenia, ale również o uwolnieniu

[18] Podstawa wdrożenia: Decyzja Ministra Obrony Narodowej nr 248/MON z dnia 21.12.2000 r. w sprawie organizacji, zadań i funkcjonowania w Siłach Zbrojnych RP systemu wykrywania skażeń - przyp. aut.

toksycznych środków przemysłowych i skażeń promieniotwórczych po awariach reaktorów jądrowych[19].

Indywidualne i zbiorowe środki ochrony przed skażeniami będące w wyposażeniu załóg okrętów (baz morskich), są przeznaczone do ochrony przed skażeniami bojowymi środkami trującymi, charakteryzującymi się bardzo wysoką toksycznością (kilka rzędów większą od toksycznych środków przemysłowych) i występującymi w niewielkich stężeniach oraz przed pyłem promieniotwórczym, powstałym na skutek wybuchów jądrowych. W warunkach skażeń toksycznymi środkami przemysłowymi i gazowymi izotopami promieniotwórczymi skuteczność etatowych środków ochrony jest niewielka. To powoduje, że w tej dziedzinie powinny być wprowadzone określone zmiany, które dotyczyłyby zarówno indywidualnych, jak i zbiorowych środków ochrony. Niewielkie czasowo moce ochronne wkładek filtrosorpcyjnych masek przeciwgazowych MP – 4, szczególnie w stosunku do amoniaku (kilka minut)[20], zmusza do wprowadzenia w wyposażenie załóg okrętowych (obsad baz morskich) innego sprzętu, np. masek przeciwgazowych MP – 5 oraz dodatkowych pochłaniaczy chroniących przed parami amoniaku i chloru. Z uwagi na to, że pochłaniacze okrętowych urządzeń filtrowentylacyjnych nie chronią przed przedostaniem się par amoniaku i innych środków toksycznych do pomieszczeń okrętowych, w ten typ maski powinny być wyposażone załogi okrętów bojowych (jednostek pomocniczych) oraz obsad baz morskich (portów). Ten problem dotyczy przede wszystkim wacht dyżurnych, które będą odpowiedzialne za wyjście okrętów z baz morskich na morze. Trudna do przewidzenia, niekorzystna sytuacja, jak może zaistnieć w basenach portowych w warunkach skażenia parami amoniaku lub chloru, możliwość ogromnego chaosu, trudnego do opanowania, powoduje konieczność jak najszybszego wprowadzenia proponowanych zmian.

Jeśli indywidualne środki ochrony zapewnią skuteczną ochronę załóg okrętowych i obsad baz morskich, to można uznać, że wyposażenie okrętowych urządzeń filtrowentylacyjnych w zmodernizowane pochłaniacze (skuteczne w obecności toksycznych środków przemysłowych, zwłaszcza amoniaku i chloru) nie będzie bardzo pilne, chociaż nie można problem uważać za rozwiązany i zostawić poza obszarem zainteresowania.

[19] M. Spławski, *System obrony przeciwchemicznej Sił Zbrojnych, Bezpieczeństwo chemiczne RP*, Biuro Bezpieczeństwa Narodowego, Warszawa 2001 r. - przyp. aut.
[20] Por.: wartości czasu ochronnego działania wkładek filtrosorpcyjnych ujęte w tab. 52 - przyp. aut.

Zestawienie różnych typów pochłaniaczy i ich mocy ochronnych w stosunku do wybranych toksycznych środków przemysłowych przedstawiono w tab. 53.

Ponadto prowadzone są poszukiwania nowszych, bardziej doskonałych środków ochrony, które znajdują zastosowanie w zakładach przemysłowych, stosujących w procesach technologicznych środki toksyczne. Duże osiągnięcia w zakresie nowości technicznych w tym zakresie posiada Przedsiębiorstwo Sprzętu Ochronnego Maskpol S.A. Filtropochłaniacze produkowane przez tę firmę mogłyby znaleźć zastosowanie na okrętach, których załogi są wyposażone w maski MP – 5.
Zestawienie typów filtropochłaniaczy produkowanych przez firmę Maskpol S.A. i ich skuteczne zastosowanie w atmosferze skażonej wybranymi toksycznymi środkami przemysłowymi przedstawiono w tab. 54.

Wyposażenie załóg okrętowych i obsad baz morskich w dodatkowe, specjalistyczne pochłaniacze, możliwe do zastosowania w maskach przeciwgazowych MP - 5[21], jest niezbędnym warunkiem spełniającym wymagania ochrony przed porażeniem toksycznymi środkami przemysłowymi. Możliwość użycia pochłaniaczy chroniących przed parami amoniaku powinny mieć przede wszystkim wachty dyżurne, w czasie bazowania okrętów nie tylko w bazach morskich, ale również w dowolnym porcie morskim, a dodatkowo w bazie w Świnoujściu przed chlorem. Trudny do rozwiązania pozostaje problem ochrony załóg okrętowych (obsad baz morskich i portów) przed skażeniami wewnętrznymi, radionuklidami gazowymi uwolnionymi z reaktora jądrowego. Gazowe produkty rozszczepienia paliwa jądrowego, np. radioaktywne izotopu jodu i gazów szlachetnych, będą stanowiły poważne zagrożenie jednostek pływających i brzegowych. Zarówno pochłaniacze masek przeciwgazowych, jak i okrętowych urządzeń filtrowentylacyjnych, będą z małą skutecznością chroniły załogi okrętów przed skażeniem wewnętrznym organizmu. Rozwiązanie tego problemu przy obecnym stanie techniki jest niemożliwe[22]. Pozostaje jedynie konieczność, o ile to będzie możliwe z uwagi na sytuację taktyczną, unikanie obszarów (akwenów), w których moc dawki jest wysoka i może spowodować chorobę promieniotwórczą.

---

[21] Maski przeciwgazowe MP – 4 ze względów technicznych nie nadają się do modernizacji i przystosowania do ochrony w warunkach skażeń toksycznymi środkami przemysłowymi - przyp. aut.
[22] Pewnym rozwiązaniem tego problemu byłoby wyposażenie części załóg okrętowych w maski typu izolacyjnego, ale wysoki koszt przedsięwzięcia skazuje je raczej na niepowodzenie – przyp. aut.

Tabela 53

Właściwości ochronne niektórych pochłaniaczy w warunkach skażeń wybranych toksycznych środków przemysłowych

Rodzaj toksycznego środka przemysłowego	Typ pochłaniacza	Wypełnienie	Dynamiczna pojemność sorpcyjna pochłaniacza [g]	Stężenie testowe [mg · dm^{-3}] / Czas ochronnego działania [min]	Czas ochronnego działania przy stężeniu śmiertelnym[a] [min]
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
Amoniak	M - 13 D - 13	Węgiel aktywny nasycony $ZnSO_4$	5,15 1368	11.4/15 11,4/40	48 130
	P - 21/4 -W	osuszacz + hopkalit + aktipol 1	2,7	1,5/60	26
Chlor	M - 12 D - 12	węgiel aktywny nasycony K_2CO_3 i Na_2CO_3	7,12 28,2	15.83/15 15,83/40	2375 9400
	P 22/1 - W	Aktipol 7	19	15,83/40	6333
Cyjanowodór	M - 16 D - 16	Aktipol 7	5,4 10,8	6/30 6/60	900 1800
Disiarczek węgla	M - 11 D -11	węgiel aktywny	23,46 76,50	34/23 34/75	78 255
	P - 22/1 - W	osuszacz + hopkalit + aktipol 1	5,7	6,8/23	19
	P - 22/4 - W	Aktipol 7	20,4	17/40	68
Ditlenek siarki	M - 12	Węgiel aktywny nasycony K_2CO_3 i Na_2CO_3	6,4	14,3/15	125
	P - 22/1 - W	osuszacz + hopkalit + aktipol 1	26,5	22,08/40	12166
	P - 22/4 - W	Aktipol 7	12,9	14,3/30	253
Tlenek etylenu	P - 22/1 - W	Aktipol 7	5,9	9,8/20	115

Uwaga: a) Wykazane wartości stężeń śmiertelnych przy ekspozycjach 5 - 60 minutowych są wielokrotnie niższe od stężeń testowych.

Źródło: Na podstawie: I. Nowak, J. Solarz, Toksyczne środki przemysłowe jako źródło zagrożeń dla wojsk prowadzących działania bojowe na obszarze kraju, AON Warszawa 1998.

Tabela 54

Zestawienie typów filtropochłaniaczy, produkowanych przez Maskpol S.A. i ich zastosowanie w atmosferze skażonej wybranymi toksycznymi środkami przemysłowymi

Typ filtropochłaniacza	Skuteczność ochronna wobec toksycznego środka przemysłowego	Uwagi
Filtropochłaniacz FP 211/1 – P3/K	Amoniak i pochodne organiczne amoniaku	Istnieje możliwość zastosowania półmaski MP 21/1, a w przypadku podrażnienia oczy maski MT 213/2
Filtropochłaniacz FP 211/1 – P3/A	Chlor	j.w.

Źródło: Dokumentacja promocyjna firmy Maskpol S.A.(http:\\ www.maskpol.com.pl).

Zasady prowadzenia kontroli radiologicznej i chemicznej na jednostkach pływających i w brzegowych spełniają zakładane wymagania w warunkach użycia broni jądrowej i chemicznej. Natomiast w obecności izotopów promieniotwórczych emitujących promieniowanie alfa i beta są nieprzydatne. W tych warunkach stany osobowe powinny posiadać w wyposażeniu dozymetry o dużej czułości, rejestrujące dawki pochłonięte wszystkich rodzajów promieniowania, nie tylko gamma[23].

Pomiary spadku stopnia skażenia powierzchni okrętowych można prowadzić przy pomocy przenośnego sprzętu dozymetrycznego. Uzyskane wyniki będą jedynie orientacyjne i mogą posłużyć do bardzo ogólnego stwierdzenia tendencji spadkowej lub wzrostu mocy dawki ekspozycyjnej w obrębie dokonywanych pomiarów. Kontrola radiologiczna w bazach morskich (portach) będzie bardziej dokładna, ponieważ zmiany w stopniu skażenia (mocy dawki ekspozycyjnej) będą mogły śledzić (wykonywać pomiary) i ją oceniać laboratoria radiometryczne pododdziałów przeciwchemicznych marynarki wojennej.

Szczególne znaczenie w zakresie kontroli chemicznej będzie miało stosowanie papierków wskaźnikowych, służących do wykrywania toksycznych środków przemysłowych. W warunkach prowadzenia działań bojowych na morzu i w bliskim sąsiedztwie uszkodzonego statku, przewożącego środki toksyczne, będzie to niekiedy jedyny sposób wykrycia niebezpieczeństwa skażeń. Mimo że okręty cechuje duża zdolność

[23] Rozważania na temat przydatności dozymetrów w warunkach niskich wartości mocy dawki są przedstawione w pracy S. Śladkowski, W. Harmata, *Ochrona przed środkami promieniotwórczymi i promieniowaniem przenikliwym*, AON, Warszawa 1994.

manewrowa, to przy wykonywaniu niektórych zadań bojowych (np. trałowanie), szybkie odejście od źródła emisji skażeń nie będzie możliwe. Okręty przez pewien czas będą przebywały w obszarze skażenia, stąd niezbędne okaże się prowadzenie długookresowej kontroli obecności par środków toksycznych w tym obszarze.

Zadania związane z udziałem okrętów, zwłaszcza ratowniczych, w pracach ratunkowo - ewakuacyjnych na morzu, będą mogły być realizowane w warunkach skażenia toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi jedynie wtedy, gdy załogi tych okrętów zostaną wyposażone w odpowiedni sprzęt ochronny. Zmiany w wyposażeniu powinny dotyczyć głównie indywidualnych i zbiorowych środków ochrony, sprzętu do wykrywania skażeń oraz kontroli radiologicznej i chemicznej. W innych przypadkach, możliwość narażenia załóg okrętów ratowniczych na porażenie wyklucza ich użycie.

Zasady likwidacji skażeń prowadzone na jednostkach pływających i w brzegowych w warunkach skażeń promieniotwórczych i chemicznych po użyciu broni masowego rażenia, mogą być zastosowane w przypadku skażeń toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi. Szczególne znaczenie w nowych warunkach będzie miało wykorzystanie okrętowego systemu spłukiwania, uruchomionego z odpowiednim wyprzedzeniem, tj. przed dojściem do okrętu par (aerozoli) środków toksycznych a następnie szybkie odejście z zagrożonego rejonu (akwenu). W warunkach skażenia promieniotwórczymi środkami przemysłowymi uwolnionymi wskutek awarii reaktorów jądrowych, okresowe użycie okrętowego systemu spłukiwania również przyniesie pozytywny skutek. Jednakże długotrwałe użycie tego systemu nie będzie możliwe z uwagi na poważne utrudnienia w prowadzeniu obserwacji wzrokowej, użycia uzbrojenia artyleryjskiego itp. Tym niemniej wydaje się prawdopodobne, że zastosowanie okrętowego systemu spłukiwania, w odpowiednim czasie, uniemożliwi osadzanie się par środków toksycznych i substancji radioaktywnych. Właściwie wytworzona zasłona wodna, tzw. kurtyna, również zapobiegnie skażeniu zamkniętych pomieszczeń okrętowych.

Po wyjściu okrętów z zagrożonego akwenu (bazy morskiej, portu), będzie konieczne przeprowadzenie kontroli radiologicznej i chemicznej oraz w razie potrzeby dezaktywacji lub odkażania powierzchni okrętowych. Czynności te będą wykonywane przy użyciu okrętowego systemu spłukiwania lub okrętowych zestawów odkażających, z zastosowaniem, w przypadku skażenia chlorem, wodnego roztworu wodorotlenku sodowego (roztwór nr 2 o stężeniu 0,5%). Skuteczność okrętowego systemu spłukiwania może być zwiększona, także w obecności radionuklidów, poprzez zmiany techniczne w systemie, umożliwiające użycie roztworów dezaktywacyjnych, powodujących łatwiejsze

zmywanie powierzchni okrętowych, zarówno zewnętrznych, jak i wewnętrznych[24]. Możliwe jest również podgrzanie stosowanych roztworów poprzez wykorzystanie ciepła spalin silników okrętowych (tzw. rekuperacja ciepła).

Zwiększanie rodzajów odkażalników aktywnych w stosunku do niektórych środków toksycznych, w warunkach okrętowych, jest raczej nieuzasadnione. Ponadto są to środki bardzo aktywne chemicznie i powodują przyspieszony proces korozji. Roztwory odkażające i dezaktywacyjne znajdujące się w wyposażeniu okrętów w wystarczającym stopniu zapewniają skuteczne przeprowadzenie procesów zarówno dezaktywacji, jak i odkażania.

Niezależnie od rodzaju skażenia, konieczne będzie przeprowadzenie zabiegów sanitarnych załóg okrętowych zgodnie z obowiązującymi rozkładami bojowymi i obsad baz morskich (portów). W warunkach skażeń toksycznymi środkami przemysłowymi będzie wystarczające jednorazowe przemycie całego ciała zimną (chłodną) wodą, z wykorzystaniem detergentów (mydła). Długie przebywanie w akwenach skażonych izotopami promieniotwórczymi (skażeniu może ulec cała strefa obrony marynarki wojennej), spowodowane długotrwałym uwalnianiem się izotopów promieniotwórczych z uszkodzonego reaktora jądrowego[25], spowoduje konieczność powtarzania zabiegów sanitarnych, z częstotliwością zależną od stopnia zagrożenia promieniotwórczego. Większa liczba przeprowadzonych zabiegów wpłynie korzystnie na zmniejszenie narażenia na skażenie zewnętrzne. Dopuszczenie do skażenia wewnętrznego organizmów spowoduje skutki nieodwracalne, niemożliwe do usunięcia.

[24] Problem modernizacji okrętowego systemu spłukiwania był rozpatrywany w pracach studyjnych Akademii Obrony Narodowej i Akademii Marynarki Wojennej "Rudogon" i "Krzyżodziób" oraz innych, w których autor brał czynny udział - przyp. aut.

[25] Przykładem takiej sytuacji była awaria reaktora jądrowego w Czernobylu, 26 kwietnia 1986 r., gdzie emisja radionuklidów trwała 10 dni - przyp. aut.

4.3. Zadania i zasady współdziałania z wojskami operacyjnymi, siłami obrony terytorialnej i cywilnej oraz wyspecjalizowanymi organami administracji państwowej.

Z uwagi na złożoność zadań obrony przeciwchemicznej w warunkach skażeń przemysłowych, niezbędne było przeprowadzenie badań, mających na celu określenie możliwości współdziałania z wojskami operacyjnymi, wykonującymi zadania w ramach morskiej operacji obronnej, jednostkami obrony terytorialnej oraz formacjami obrony cywilnej (organami administracji państwowej). Ujmując ogólnie, istota współdziałania w warunkach zagrożenia skażeniami przemysłowymi polega na zgraniu wysiłków wszystkich rodzajów sił zbrojnych i innych sił specjalistycznych co do celu, miejsca, czasu, zadań i sposobów ich wykonania[26]. Wiąże się to ściśle z zapewnieniem ciągłości obiegu informacji i dowodzenia, terminowością wykonania zadań, ustaleniem jednolitych sygnałów oraz określeniem możliwości i sposobów wzajemnego udzielania pomocy i wsparcia. Warunkiem skuteczności współdziałania jest także przewidywanie skali zagrożenia skażeniami przemysłowymi oraz wcześniejsze ustalenie stosownych warunków własnych działań, zarówno prognostycznych, jak i zabezpieczających, w celu zminimalizowania skutków awarii obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi i elektrowni jądrowych. Organizację współdziałania systemu obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP z jednostkami wojsk operacyjnych, Obrony Terytorialnej i siłami Obrony Cywilnej przedstawiono w zał. 44.

Szczególne znaczenie współdziałania pojawia się podczas realizacji następujących zadań obrony przeciwchemicznej[27]:

- wykrycie awarii obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi (pozyskanie informacji o awarii obiektów energetyki jądrowej) i przekazanie meldunków o skali zagrożenia;
- wykrywanie skażeń chemicznych i promieniotwórczych;
- przekazywanie danych o prognozowanej i rzeczywistej sytuacji skażeń;
- alarmowanie i powiadamianie jednostek o skażeniach (uprzedzenie o zagrożeniu skażeniami);

[26] *Regulamin działań Wojsk Lądowych*...dz. cyt.
[27] Wyboru zadań dokonano w oparciu o wyniki badań własnych autora - przyp. aut.

- wykorzystanie zbiorowych środków ochrony przed skażeniami;

- prowadzenie zabiegów specjalnych i sanitarnych.

Związki taktyczne i oddziały wojsk operacyjnych biorące udział w morskiej operacji obronnej mogą, w zależności od położenia w terenie, znaleźć się w strefie skażeń, zarówno toksycznych, jak i promieniotwórczych środków przemysłowych. Posiadając organiczne lub przydzielone pododdziały przeciwchemiczne mogą zmniejszać skutki porażenia własnych wojsk oraz służyć pomocą niektórym jednostkom marynarki wojennej, a w szczególności bazom (portom) morskim. Zakres zadań obrony przeciwchemicznej, możliwych do wykonania na korzyść marynarki wojennej jest szeroki. Przeprowadzone badania pozwalają stwierdzić, że do najistotniejszych z nich można zaliczyć:

- wykrycie awarii obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi (pozyskanie informacji o awarii obiektów energetyki jądrowej) i przekazanie meldunków o skali zagrożenia;

- wykrywanie skażeń chemicznych i promieniotwórczych;

- przekazywanie danych o prognozowanej i rzeczywistej sytuacji skażeń;

- alarmowanie i powiadamianie jednostek własnych i marynarki wojennej o skażeniach (uprzedzenie o zagrożeniu skażeniami);

- prowadzenie zabiegów specjalnych i sanitarnych wojsk własnych i innych.

Pełny udział w wykonaniu pierwszego zadania polegającego na wykryciu awarii obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi (pozyskanie informacji o awarii obiektów energetyki jądrowej) i przekazanie meldunków o skali zagrożenia będzie uwarunkowane wcześniejszym pozyskaniem danych o rozmieszczeniu zbiorników i rodzaju toksycznych środków przemysłowych. Posiadanie tych informacji, jak również dokładnej charakterystyki przechowywanych (przewożonych) środków toksycznych jest podstawowym obowiązkiem dowódców jednostek (związków operacyjnych i taktycznych, oraz oddziałów), których rejony rozmieszczenia znajdują się w ich bezpośrednim sąsiedztwie.

Pozostałe zadania obrony przeciwchemicznej mogą być realizowane również na korzyść jednostek marynarki wojennej (baz i portów morskich oraz jednostek nadbrzeżnych), po wcześniejszym spełnieniu warunków charakterystycznych do nawiązania współdziałania. Niewątpliwie bardzo przydatne mogą się okazać informacje opracowane przez ośrodki analizy skażeń związków operacyjnych i taktycznych oraz dane o wykrytych skażeniach chemicznych (toksycznych środków przemysłowych) i promieniotwórczych po awarii reaktorów elektrowni jądrowych przekazane przez

pododdziały rozpoznania skażeń. Wzajemna wymiana informacji pozwoli na dokładniejsze zobrazowanie rozkładów skażeń i dokonanie właściwej oceny zagrożenia wszystkich zainteresowanych wojsk.

Możliwość wspólnych działań z jednostkami obrony terytorialnej w zakresie obrony przeciwchemicznej wynika z zadań, jakie te jednostki wykonują. Obecnie są tworzone struktury Obrony Terytorialnej Marynarki Wojennej RP, dla których przewiduje się pełnienie różnych funkcji, głównie bojowo - zabezpieczającej, koordynacyjnej, ratunkowo - ochronnej i innych.

Do typowych zadań oddziałów i pododdziałów obrony terytorialnej marynarki wojennej można zaliczyć[28]:

- ochronę i obronę baz (portów) morskich, lotnisk, brzegowego systemu rozpoznania i łączności marynarki wojennej;
- organizowanie i prowadzenie działań przeciwdywersyjnych;
- prowadzenie rozpoznania i dozorowanie red baz (portów) morskich oraz akwenów przybrzeżnych;
- udział w akcjach ratowniczych i humanitarnych.

Z treści wymienionych zadań wynika, że dotyczą one również ochrony i obrony obiektów portowych, a tym samym zbiorników stacjonarnych (cystern kolejowych i samochodowych znajdujących się w portach) z toksycznymi środkami przemysłowymi przed zniszczeniem, również przed działaniami dywersyjnymi i terrorystycznymi. Ponadto obejmują prowadzenie rozpoznania, w tym chemicznego i promieniotwórczego. Niewątpliwie można się spodziewać, że dane z rozpoznania skażeń, zwłaszcza chemicznych (toksycznych środków przemysłowych) będą orientacyjne i niepełne. Nie mniej mogą stanowić uzupełnienie lub potwierdzenie pozyskanych informacji z innych źródeł, np. sieci wykrywania skażeń marynarki wojennej lub wojsk operacyjnych. Jednostki obrony terytorialnej mogą również brać udział w akcjach ratowniczych na korzyść sił marynarki wojennej, zarówno na lądzie, jak i na morzu[29].

Mimo że jednostki obrony terytorialnej stanowią integralną część struktur marynarki wojennej i ich działalność bojowa jest jedną z form wsparcia jednostek nadbrzeżnych i pływających w działaniach obronnych, to w zakresie realizacji

[28] Na podstawie rozprawy doktorskiej St. Waszkiewicza na temat: *Obrona Terytorialna Marynarki Wojennej Rzeczypospolitej Polskiej*, opracowanej pod naukowym kierownictwem płk. dr. hab. Józefa Marczaka, AON, Warszawa 2000.

[29] Przewiduje się tworzenie grup jednostek pływających obrony terytorialnej (gjp OT) - przyp. aut.

przedsięwzięć obrony przeciwchemicznej mogą wykonywać tylko niektóre, wybrane zadania. W warunkach zagrożenia skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi jednostki obrony terytorialnej marynarki wojennej będą w zasadzie korzystały z informacji i innych usług pozyskanych z systemu obrony przeciwchemicznej marynarki wojennej. Wzajemnie można oczekiwać, że wezmą udział w prowadzeniu rozpoznania skażeń promieniotwórczych (promieniowania jonizującego gamma) oraz akcjach ratunkowych w bazach (portach) morskich, a niekiedy na morzu, w strefie przybrzeżnej.

Uogólniając, można stwierdzić, że związki operacyjne, taktyczne i oddziały wojsk operacyjnych oraz oddziały (pododdziały) obrony terytorialnej, których miejsca dyslokacji znajdują się w pobliżu obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi, muszą być odpowiednio przeszkolone i zaopatrzone w sprzęt zapewniający ochronę przed rażącym działaniem skażeń. Jeśli istnieje taka możliwość, należy unikać bezpośredniego kontaktu z zakładami przemysłowymi posiadającymi środki toksyczne. Powyższe zasady są zawarte w przygotowywanych wytycznych, na wzór zasad zawartych w Poradniku dowódcy, obowiązującym w armiach NATO[30].

Dane o prognozowanej sytuacji skażeń przemysłowych, korygowane na bieżąco na podstawie informacji z rozpoznania, są opracowywane przez wszystkie zainteresowane ośrodki (sekcje) analizy skażeń i przekazywane do jednostek zagrożonych. Alarmowanie tych jednostek, również jednostek pływających i baz morskich odbywa się w sieci alarmowania i ostrzegania, przez wcześniej ustalone środki łączności.

Wykrywanie skażeń chemicznych i promieniotwórczych po awariach obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi i energetyki jądrowej prowadzą, dostępnymi środkami, wszystkie posterunki obserwacyjne. Pozyskane informacje są przekazywane w sieci wykrywania skażeń, do wszystkich zainteresowanych ośrodków (sekcji) analizy skażeń, zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami. Szczególne znaczenie zadań związanych z wykrywaniem skażeń przemysłowych, prognozowaniem sytuacji chemicznej i promieniotwórczej oraz pozyskiwaniem danych o rzeczywistej sytuacji skażeń powoduje, że wykonują je wszystkie rodzaje sił zbrojnych, siły obrony terytorialnej i cywilnej.

Bardzo ważną rolę w całokształcie obrony przeciwchemicznej jednostek pływających i nadbrzeżnych marynarki wojennej mogą odegrać formacje obrony cywilnej.

---

[30] Wprowadzony przez STANAG 2909 - przyp. aut.

Począwszy od wykonania pierwszego zadania, dotyczącego wykrycia awarii obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi i przekazania meldunków o skali zagrożenia, jak wynika z przeprowadzonej analizy hipotetycznej awarii, właśnie zasadniczą rolę odgrywają zakładowe formacje obrony cywilnej. To oznacza, że obiekty przemysłowe stwarzające zagrożenie dla otoczenia, w tym zbiorniki z toksycznymi środkami przemysłowymi, chronione i bronione w czasie konfliktów zbrojnych przez te formacje OC (w czasie konfliktów zbrojnych i innych szczególnych zagrożeń, na przykład terrorystycznych, również przez jednostki obrony terytorialnej[31]). Właśnie one będą pierwszym elementem (ogniwem) systemu przekazywania danych o awarii i jej rozmiarach. Informacje o zaistnieniu awarii (zniszczeniu) obiektów w pierwszej kolejności otrzymają miejskie (dzielnicowe) ośrodki powiadamiania i alarmowania, które z kolei będą je przekazywały do szczebla nadrzędnego (wojewódzkiego) oraz, rozmieszczonych w bezpośrednim sąsiedztwie, jednostek marynarki wojennej i innych rodzajów sił zbrojnych poprzez służby dyżurne i operacyjne (ośrodki analizy skażeń). To powoduje, że główny ciężar spoczywa na formacjach obrony cywilnej i organach administracji państwowej tworzących system zarządzania kryzysowego (Wydziały Zarządzania Kryzysowego i Ochrony Ludności, Referaty OC, Pracownicy do spraw OC). Duże znaczenie w realizacji tego zadania ma szybkość przekazywania informacji przez poszczególne elementy systemu powiadamiania i alarmowania.

Biorąc pod uwagę obszar zadań obrony cywilnej, nie trudno zauważyć, że jest on bardzo rozległy i różnorodny. Ogólnie stwierdza się, że zadania obrony cywilnej mają na celu ochronę ludności, zakładów pracy, urządzeń użyteczności publicznej i dóbr kultury oraz ratowanie i udzielanie pomocy poszkodowanym w czasie wojny. Poddając je ocenie, patrząc przez pryzmat tematu rozprawy można stwierdzić, że do najistotniejszych należą następujące zadania:

- wykrywanie zagrożeń oraz ostrzeganie i alarmowanie;
- przygotowanie budowli ochronnych;
- organizowanie i prowadzenie akcji ratunkowych;
- przygotowanie oraz prowadzenie likwidacji skażeń i zakażeń[32].

---

[31] J. Marczak, K. Gąsiorek, *Tworzenie Obrony Terytorialnej III Rzeczypospolitej Polskiej. Obrona terytorialna, Szkolenie rezerw, Obrona Cywilna,* Warszawa 1999.

[32] Patrz: Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 28 września 1993 r. w sprawie obrony cywilnej (Dz. U. z dnia 8 października 1993 r.).

Spójność wymienionych zadań obrony cywilnej z zadaniami wykonywanymi przez jednostki pływające i nadbrzeżne Marynarki Wojennej RP ujęto w tab. 55.

Tabela 55

Zadania obrony cywilnej i obrony przeciwchemicznej jednostek Marynarki Wojennej będące we wzajemnej spójności

Zadania (wybrane) wykonywane przez obronę cywilną	Zadania (wybrane) wykonywane przez jednostki marynarki wojennej
1	*2*
- wykrywanie zagrożeń oraz ostrzeganie i alarmowanie	- wykrywanie skażeń
	- ostrzeganie o zagrożeniu i alarmowanie o skażeniach
- przygotowanie budowli ochronnych	- wykorzystanie zbiorowych środków ochrony przed skażeniami
- organizowanie i prowadzenie akcji ratunkowych	- udział w przedsięwzięciach ratunkowo - ewakuacyjnych oraz ograniczających emisję i rozprzestrzenianie skażeń
- przygotowanie oraz prowadzenie likwidacji skażeń i zakażeń	- likwidacja skażeń

Źródło: Opracowanie własne autora na podstawie: Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 28 września 1993 r. w sprawie obrony cywilnej (Dz. U. z dnia 8 października 1993 r.) i Regulaminu działań taktycznych wojsk lądowych, Część I (związek taktyczny, oddział) i Część II (pododdziały), Warszawa 1994.

Skoro, jak się ocenia, wymienione wyżej zadania obrony cywilnej są w ścisłej spójności z zadaniami obrony przeciwchemicznej wykonywanymi przez jednostki marynarki wojennej, zarówno pływające, jak i nadbrzeżne, to w warunkach zagrożenia skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi, można się spodziewać wzajemnych korzyści. Znaczenie pierwszego zadania obrony cywilnej, związanego z wykrywaniem zagrożeń oraz ostrzegania i alarmowania nie budzi wątpliwości. Natomiast wykonanie kolejnych zadań jest uwarunkowane możliwościami poszczególnych formacji obrony cywilnej, głównie związanymi z posiadanym potencjałem sił i środków.

Budowle ochronne (schrony) przygotowane dla ludności cywilnej mogą być udostępnione załogom czasowo bazujących jednostek pływających na okres zagrożenia, głównie toksycznymi środkami przemysłowymi[33]. Skażenia promieniotwórcze powstałe na

[33] Z oceny zagrożenia wynika, że czasy toksycznego działania amoniaku i chloru wynoszą około 10 godzin (por. załączniki do rozdziału 2.1.) - przyp. aut.

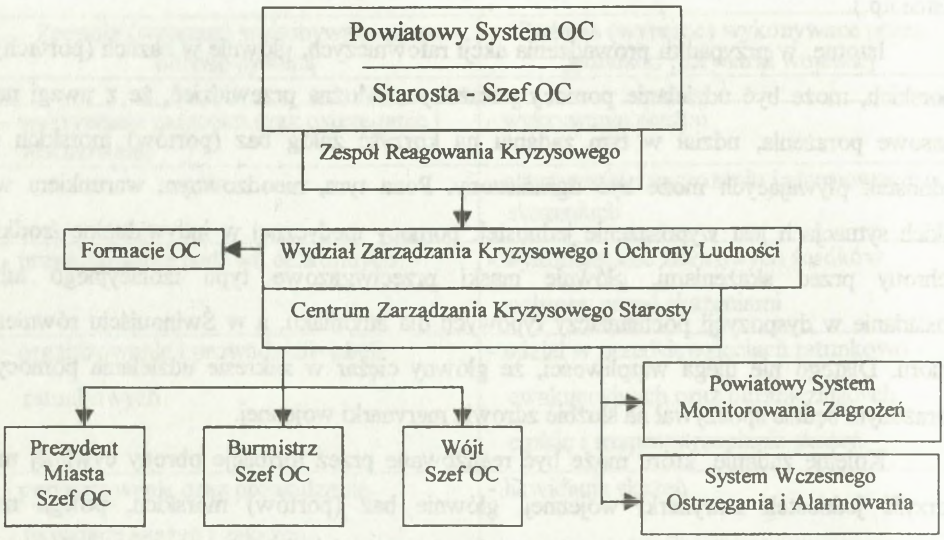
skutek awarii obiektów energetyki jądrowej charakteryzują się znacznie dłuższym działaniem i w związku z niewielkim spadkiem mocy dawki z upływem czasu, nie spełnią oczekiwanych warunków ochronnych. Wykonanie tego zadania będzie miało duże znaczenie, głównie w portach czasowego bazowania (dla przykładu we Władysławowie, Ustce itp.).

Istotne, w przypadku prowadzenia akcji ratowniczych, głównie w bazach (portach) morskich, może być udzielanie pomocy porażonym. Można przewidzieć, że z uwagi na masowe porażenia, udział w tym zadaniu na korzyść załóg baz (portów) morskich i jednostek pływających może być ograniczony. Poza tym, nieodzownym warunkiem w takich sytuacjach jest wyposażenie jednostek pomocy medycznej w indywidualne środki ochrony przed skażeniami, głównie maski przeciwgazowe typu izolacyjnego lub posiadanie w dyspozycji pochłaniaczy typowych dla amoniaku, a w Świnoujściu również chloru. Dlatego nie ulega wątpliwości, że główny ciężar w zakresie udzielania pomocy porażonym będzie spoczywał na służbie zdrowia marynarki wojennej.

Kolejne zadanie, które może być realizowane przez formacje obrony cywilnej na korzyść jednostek marynarki wojennej, głównie baz (portów) morskich, polega na prowadzeniu likwidacji skażeń, zarówno chemicznych, jak i promieniotwórczych oraz zakażeń. Zadanie to może być realizowane również od strony morza, przy wykorzystaniu pływających jednostek ratowniczych i innych statków (kutrów) podległych instytucjom ratowniczym (np. Polskiemu Ratownictwu Okrętowemu) oraz Urzędom Morskim. Czynności związane z likwidacją skażeń jednostek pływających marynarki wojennej będą niezbędne w warunkach braku możliwości natychmiastowego opuszczenia bazy (portu) i wyjścia na morze. Takie przypadki mogą mieć miejsce podczas pobierania paliwa lub innych zapasów materiałowych, awarii itp.

Realizacja rozpatrywanych zadań obrony cywilnej na korzyść jednostek pływających marynarki wojennej i obsad baz (portów) morskich musi być uzgodniona na poszczególnych szczeblach systemu zarządzania kryzysowego. W zależności od położenia bazy morskiej lub portu, zakres zadań współdziałania będzie uzgadniany z prezydentem miasta, burmistrzem lub wójtem, jako szefami obrony cywilnej, podporządkowanymi staroście powiatu (szefowi obrony cywilnej powiatu). Starostowie powiatów kierują powiatowym systemem obrony cywilnej poprzez zespoły reagowania kryzysowego, wydziały zarządzania kryzysowego i ochrony ludności oraz powiatowe centrum zarządzania kryzysowego. Do realizacji zadań obrony cywilnej posiadają w dyspozycji jednostki organizacyjne obrony cywilnej - formacje obrony cywilnej (kompanie, plutony,

drużyny, sekcje) o różnym przeznaczeniu, np. ratowniczo - ochronne, likwidacji skażeń itp. Strukturę powiatowego systemu obrony cywilnej obrazuje schemat przedstawiony na rys. 16.



Rys 16. Schemat organizacji powiatowego systemu obrony cywilnej.

Nadrzędne funkcje koordynujące w realizacji wszelkich przedsięwzięć wchodzących w zakres współdziałania spełniają wojewodowie (województw Pomorskiego i Zachodniopomorskiego), pełniący funkcje szefów obrony cywilnej województw. Wojewodowie kierują wojewódzkimi zespołami reagowania kryzysowego poprzez zespoły reagowania kryzysowego, wydziały zarządzenia kryzysowego i ochrony ludności i spraw obronnych oraz centrum zarządzania kryzysowego. Struktura wojewódzkiego systemu obrony cywilnej nie odbiega od struktury systemu powiatowego. Zmiany wynikają jedynie z różnic, jakie powodują inne szczeble administracyjne.

Po przeprowadzeniu badań i przedstawionych wyników można stwierdzić, że po spełnieniu określonych warunków współdziałania, może ono odegrać ważną rolę w całokształcie obrony przeciwchemicznej nie tylko jednostek Marynarki Wojennej RP, ale również wojsk operacyjnych i obrony terytorialnej oraz obrony cywilnej.

4.4. Model obrony przeciwchemicznej w warunkach zagrożenia skażeniami przemysłowymi

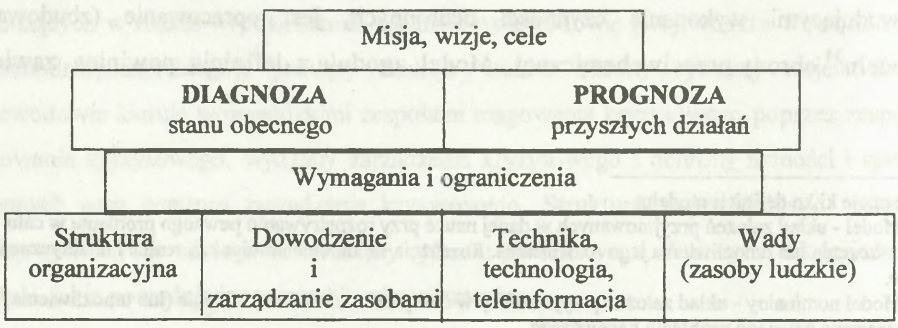
Zagrożenie Sił Zbrojnych, w tym jednostek pływających i brzegowych Marynarki Wojennej RP, skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi przyczyniło się do tego, że zakres zadań obrony przeciwchemicznej został poszerzony o przedsięwzięcia związane z zapewnieniem zdolności bojowej wojsk działających w warunkach skażeń środkami przemysłowymi. Nowe zadania obrony przeciwchemicznej wymagają nie tylko oceny realnego zagrożenia skażeniami przemysłowymi, ale również wypracowania metod i sposobów skutecznej ochrony, zwłaszcza zasadniczych sił marynarki wojennej, jakimi są okręty bojowe (także pomocnicze jednostki pływające) i bazy (porty) morskie. Stąd zaistniała potrzeba opracowania procesów (procedur) postępowania w takich przypadkach. Zdarzeniem (impulsem) zapoczątkowującym uruchomienie systemu obrony przeciwchemicznej jest awaria obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi lub reaktorów elektrowni jądrowych. Innym przypadkiem może być wykrycie skażeń. Wykonanie poszczególnych czynności jest uwarunkowane realizacją poprzednich i ograniczone czasem ich trwania. Te właściwości sugerują, że najlepszą metodą służącą do obiektywnego zobrazowania faktów i następujących po sobie zdarzeń (zjawisk, czynności), spowodowanych zagrożeniem skażeniami przemysłowymi powodującymi wykonanie czynności ochronnych, jest opracowanie (zbudowanie) modelu[34] obrony przeciwchemicznej. Model, zgodnie z definicją, powinien zawierać

[34] Istnieje kilka definicji modelu:
1) Model - układ założeń przyjmowanych w danej nauce przy rozpatrywaniu pewnego problemu w celu uproszczenia lub umożliwienia jego rozwiązania. Rozróżnia się modele nominalne, realne i teoretyczne i inne.
2) Model nominalny - układ założeń przyjmowany w danej nauce, w celu ułatwienia (lub umożliwienia) rozwiązania pewnego problemu badawczego.
3) Model realny - przedmiot lub układ przedmiotów (zdarzeń, sytuacji) spełniających założenia danej teorii (model realizacji teorii); układ przedmiotów (zdarzeń, sytuacji) dostatecznie podobny do układu badanego, ale prostszy i łatwiej dostępny badaniom (model realizacji układu).
4) Model teoretyczny - konstrukcja hipotetyczna odwzorowująca dany rodzaj rzeczywistości w sposób uproszczony, sprowadzający jej cechy do związku najistotniejszych, budowana w celach heurystycznych (wykrywania nowych faktów i związków między faktami, zwłaszcza stawiania hipotez, prowadzące do poznania nowych naukowych prawd).
Definicje zaczerpnięto z *Encyklopedii popularnej*, Wydanie jedenaste, PWN, Warszawa 1982, *Słownika współczesnego języka polskiego*, tom 1, *Przeglądu Reader's Digest,* Warszawa 2001 oraz *Słownika języka polskiego,* PWN, Warszawa 1979 - przyp. aut.

wszystkie ważne elementy systemu obrony przeciwchemicznej, ujęte w formie algorytmów[35], zapewniające optymalne użycie sił i środków własnych oraz innych w ramach współdziałania. Należy przyjąć, że awarie obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi lub reaktorów elektrowni jądrowych są poprzedzone wcześniejszym rozpoznaniem tych obiektów i pozyskaniem niezbędnych danych o położeniu i rozmiarach obiektów, rodzaju toksycznych środków przemysłowych i ich właściwościach fizyczno - chemicznych i toksycznych oraz aktualnych warunkach meteorologicznych w rejonie awarii.

Przedsięwzięcia obrony przeciwchemicznej związane ze skażeniami przemysłowymi, stosowane obecnie w Marynarce Wojennej RP, nie mają naukowego uzasadnienia. Stąd niniejsza praca jest pierwszą próbą rozwiązania tych problemów, ujmując w sposób całościowy stopień zagrożenia jednostek pływających i brzegowych skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi oraz zasady i sposoby wykorzystania potencjału obrony przeciwchemicznej w celu, jak wynika z treści Regulaminu działań Wojsk Lądowych "...maksymalnego osłabienia skutków rażącego działania broni jądrowej, chemicznej i biologicznej oraz środków promieniotwórczych i toksycznych środków przemysłowych".

Przed wypracowaniem określonego modelu, niezbędny jest naukowy ogląd problemów i dobranie tych elementów, które spełniają istotną rolę w rozwiązywanym zadaniu[36]. Wynika stąd, że należało dokonać badań na poszczególnych etapach budowy modelu. Etapy, będące przedmiotem badań, są wyróżnione na rys. 17.

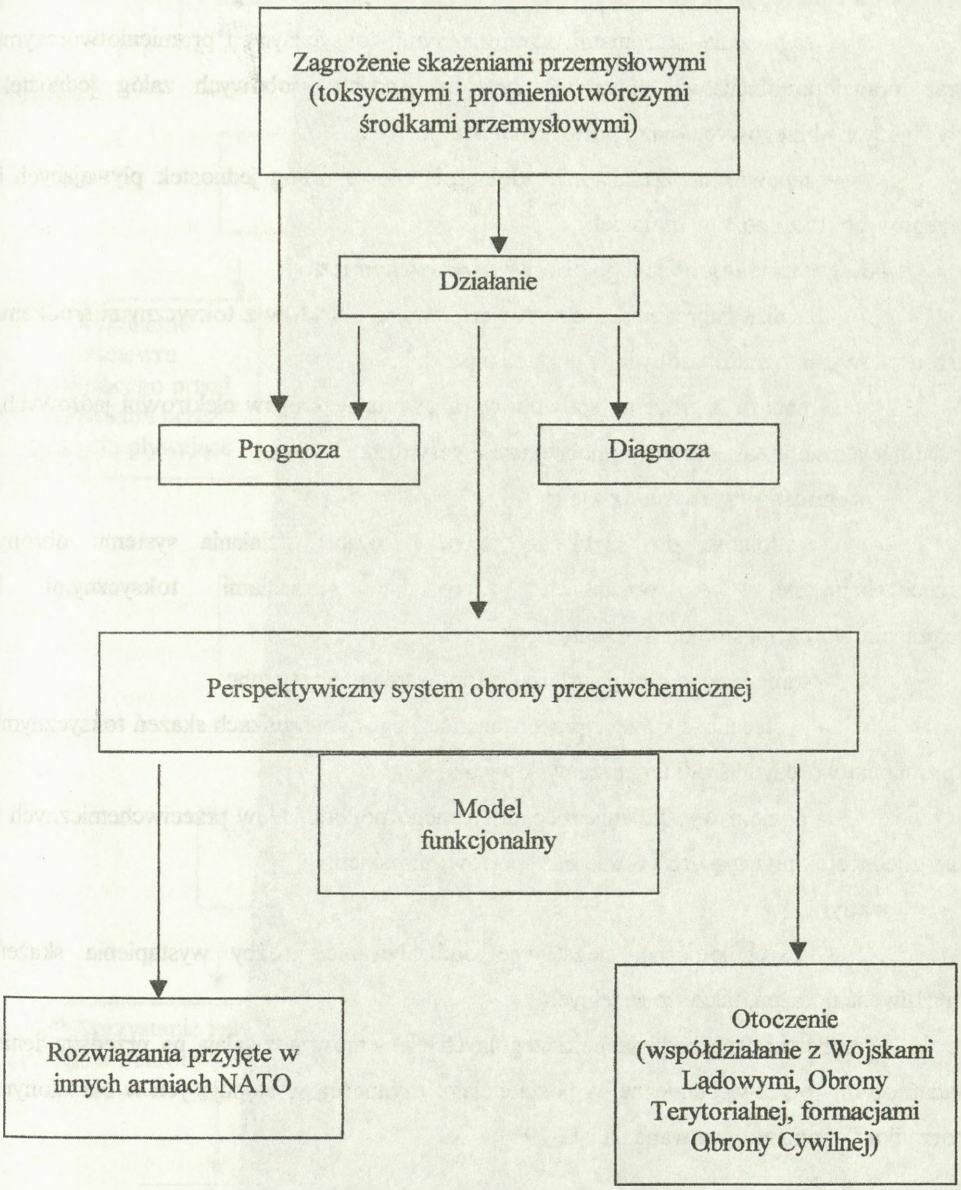


Rys. 17. Etapy modelowania przyjęte w badaniach.

[35] Algorytm - dokładny przepis wykonania w określonym porządku skończonej liczby operacji, pozwalający na rozwiązanie każdego zadania danego typu. Na podstawie *Słownika języka polskiego,* PWN, Warszawa 1979 - przyp. aut.

[36] P. Sienkiewicz, *Inżynieria systemów*, Wydawnictwo MON, Warszawa 1983.

Kolejne elementy (kryteria) przyjęte w badaniu wpływu zagrożenia skażeniami przemysłowymi na sposób realizacji zadań obrony przeciwchemicznej są zobrazowane na rys. 18.



Rys. 18. Elementy poddane badaniom wpływu zagrożenia skażeniami przemysłowymi na sposób realizacji zadań obrony przeciwchemicznej.

Z budowy modeli badań, ujętych na rys. 17 i 18 wynika, że w warunkach zagrożenia skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi budowany model przyjmie postać, która będzie zawierała następujące elementy:

- misja, wizja, cele:

- zagrożenie skażeniami przemysłowymi: toksycznymi i promieniotwórczymi oraz prawdopodobieństwo powstanie strat w stanach osobowych załóg jednostek pływających i brzegowych (baz i portów morskich);

- zapewnienie zachowania zdolności bojowej załóg jednostek pływających i brzegowych (baz i portów morskich);

- diagnoza stanu obecnego obrony przeciwchemicznej:

- analiza zagrożenia spowodowana awarią obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi rozmieszczonych w portach morskich;

- analiza zagrożenia spowodowana awarią reaktorów elektrowni jądrowych, znajdujących się w sąsiedztwie północnej części terytorium Polski;

- prognoza przyszłych działań:

- zdolność do szybkiego zapoczątkowania działania systemu obrony przeciwchemicznej w warunkach zagrożenia skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi;

- stan niezawodności systemu alarmowania i ostrzegania;

- skuteczność sprzętu przeciwchemicznego w warunkach skażeń toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi;

- poziom wyszkolenia specjalistycznego pododdziałów przeciwchemicznych i załóg jednostek pływających i obsad baz (portów) morskich;

- wady:

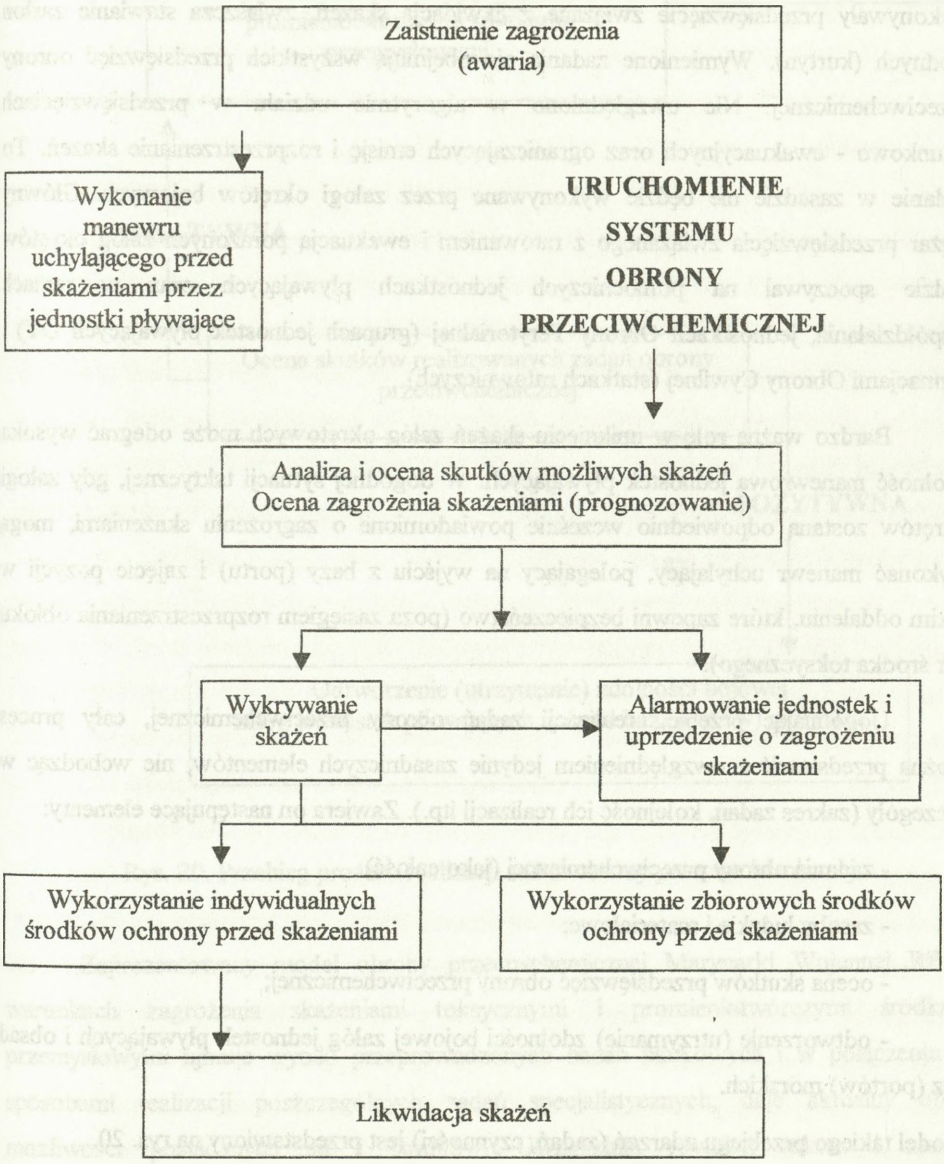
- psychologiczne, negatywne oddziaływanie groźby wystąpienia skażeń (możliwość porażeń, także śmiertelnych).

Przeprowadzone badania poszczególnych elementów pozwalają na przedstawienie zadań obrony przeciwchemicznej w postaci ciągu czynności, występujących w określonym porządku. Są one zobrazowane na rys. 19.

Przed awarią

Analiza i ocena:
- obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi;
- elektrowni jądrowych znajdujących się w sąsiedztwie północnej części terytorium kraju.

Po awarii



Rys. 19. Kolejność wykonywanych zadań obrony przeciwchemicznej w warunkach skażeń toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi.

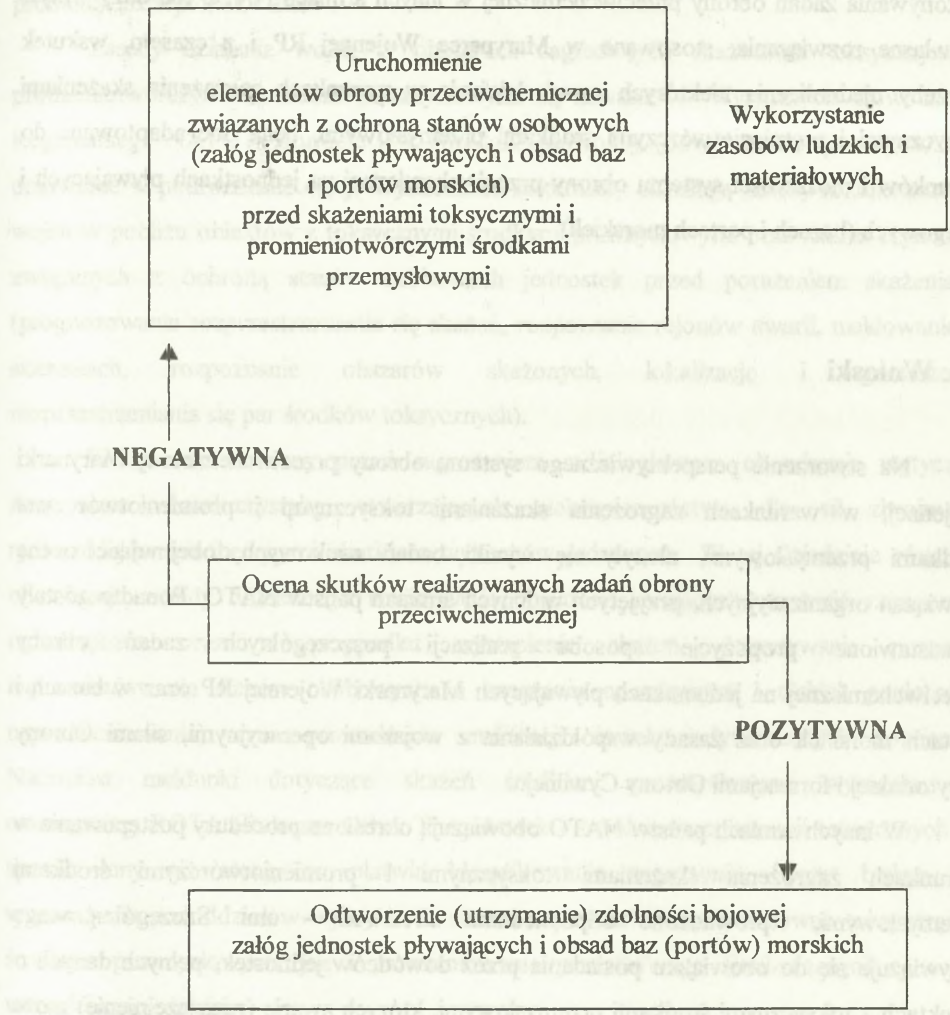
Zaprezentowany na rys. 19. ciąg zdarzeń (zadań, czynności) nie musi być realizowany ściśle według przedstawionego algorytmu. Określona sytuacja taktyczna może spowodować, że dla przykładu, natychmiast po awarii obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi, których skutki będą widoczne, załogi okrętów przystąpią do ogłoszenia alarmów na okrętach, uruchomią system zbiorowej ochrony przed skażeniami oraz nałożą indywidualne środki ochrony przed skażeniami do położenia bojowego. Następnie będą wykonywały przedsięwzięcie związane z likwidacją skażeń, zwłaszcza stawianie zasłon wodnych (kurtyn). Wymienione zadania nie obejmują wszystkich przedsięwzięć obrony przeciwchemicznej. Nie uwzględniono w algorytmie udziału w przedsięwzięciach ratunkowo - ewakuacyjnych oraz ograniczających emisję i rozprzestrzenianie skażeń. To zadanie w zasadzie nie będzie wykonywane przez załogi okrętów bojowych. Główny ciężar przedsięwzięcia związanego z ratowaniem i ewakuacją porażonych załóg okrętów będzie spoczywał na pomocniczych jednostkach pływających oraz w ramach współdziałania, jednostkach Obrony Terytorialnej (grupach jednostek pływających OT) i formacjami Obrony Cywilnej (statkach ratowniczych).

Bardzo ważną rolę w uniknięciu skażeń załóg okrętowych może odegrać wysoka zdolność manewrowa jednostek pływających. W dogodnej sytuacji taktycznej, gdy załogi okrętów zostaną odpowiednio wcześnie powiadomione o zagrożeniu skażeniami, mogą wykonać manewr uchylający, polegający na wyjściu z bazy (portu) i zajęcie pozycji w takim oddaleniu, które zapewni bezpieczeństwo (poza zasięgiem rozprzestrzeniania obłoku par środka toksycznego).

Uogólniając przebieg realizacji zadań obrony przeciwchemicznej, cały proces można przedstawić z uwzględnieniem jedynie zasadniczych elementów, nie wchodząc w szczegóły (zakres zadań, kolejność ich realizacji itp.). Zawiera on następujące elementy:

- zadania obrony przeciwchemicznej (jako całość);
- zasoby ludzkie i materiałowe;
- ocena skutków przedsięwzięć obrony przeciwchemicznej;
- odtworzenie (utrzymanie) zdolności bojowej załóg jednostek pływających i obsad baz (portów) morskich.

Model takiego przebiegu zdarzeń (zadań, czynności) jest przedstawiony na rys. 20.



Rys. 20. Przebieg procesu realizacji zadań obrony przeciwchemicznej

Zaprezentowany model obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP w warunkach zagrożenia skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi ujmuje wyniki przeprowadzonych badań naukowych i w połączeniu ze sposobami realizacji poszczególnych zadań specjalistycznych, daje aktualny obraz możliwości posiadanych sił i środków. Uwzględnia również zakres i zasady rozwiązywania niektórych problemów realizowanych w ramach współdziałania z wojskami operacyjnymi działającymi w ramach morskiej operacji obronnej, jednostkami

Obrony Terytorialnej oraz formacjami Obrony Cywilnej. Niewątpliwie sposób wykonywania zadań obrony przeciwchemicznej w innych armiach NATO ma duży wpływ na własne rozwiązania, stosowane w Marynarce Wojennej RP i z czasem, wskutek potrzeby ujednolicenia niektórych zasad działania w warunkach zagrożenia skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi, będą one adaptowane do warunków i możliwości systemu obrony przeciwchemicznej na jednostkach pływających i brzegowych (bazach i portach morskich).

4.5. Wnioski

Na stworzenie perspektywicznego systemu obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej, w warunkach zagrożenia skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi, złożyły się wyniki badań naukowych, obejmujące ocenę rozwiązań organizacyjnych, przyjętych w innych armiach państw NATO. Ponadto zostały przedstawione propozycje sposobu realizacji poszczególnych zadań obrony przeciwchemicznej na jednostkach pływających Marynarki Wojennej RP oraz w bazach i portach morskich oraz zasady współdziałania z wojskami operacyjnymi, siłami Obrony Terytorialnej i formacjami Obrony Cywilnej.

W innych armiach państw NATO obowiązują określone procedury postępowania w warunkach zagrożenia skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi, wprowadzone odpowiednimi STANAG - ami. Szczególną wagę przywiązuje się do obowiązku posiadania przez dowódców jednostek, pełnych danych o obiektach z toksycznymi środkami przemysłowymi, których awarie (rozszczelnienie) może spowodować zagrożenie i w istotny sposób wpłynąć na działania bojowe. Do obiektów o szczególnym znaczeniu zalicza się zakłady przemysłowe o profilu chemicznym, prowizoryczną broń chemiczną oraz niezamierzone awarie podczas transportu środków toksycznych. Oprócz toksycznych środków przemysłowych (Toxic Industrial Chemicals) wyróżnia się toksyczne przemysłowe środki promieniotwórcze (Toxic Industrial Radiological), charakteryzujące się niskimi poziomami promieniowania (Low Level Radiation), na przykład uwolnione z reaktorów jądrowych oraz toksyczne środki biologiczne (Toxic Industrial Biological), do których zalicza się linie technologiczne

(urządzenia) stanowiące wyposażenie zakładów medycznych i wykorzystywane do produkcji szczepionek i leków.

Zasady działania wojsk w obszarach zagrożonych skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi są zawarte w Wytycznych Dowództwa Regionalnego NATO w Europie i w Poradniku dowódcy (powyższe dokumenty zostały omówione w podrozdziale 4.1.). Wymienione dokumenty określają zasady rozmieszczenia wojsk w pobliżu obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi oraz zakres czynności związanych z ochroną stanów osobowych jednostek przed porażeniem skażeniami (prognozowanie rozprzestrzenienia się skażeń, rozpoznanie rejonów awarii, meldowanie o skażeniach, rozpoznanie obszarów skażonych, lokalizację i ograniczenie rozprzestrzeniania się par środków toksycznych).

W zakresie ochrony przed zagrożeniem radiologicznym obowiązują wytyczne zawierające charakterystykę, stwarzających niebezpieczeństwo dla sił zbrojnych, radionuklidów nie będącymi skutkiem wybuchów jądrowych. W tej dziedzinie również obowiązują zasady dokładnego rozpoznania obiektów, mogących stanowić zagrożenie radiologiczne oraz w przypadku wystąpienia skażeń, dokonywanie pomiaru napromieniowania stanów osobowych (o znaczeniu operacyjnym i niskich poziomów napromieniowania) oraz prowadzenie ewidencji dawek indywidualnych żołnierzy. Natomiast meldunki dotyczące skażeń środkami przemysłowymi wyróżnia się oznaczeniem ROTA (Releases Other Then Attack - uwolnienie substancji toksycznych w sposób inny niż atak), co ułatwia klasyfikowanie zagrożenia. Sprzęt będący w wyposażeniu pododdziałów wykrywania skażeń zapewnia wykrycie zarówno toksycznych środków przemysłowych, jak i promieniowania przenikliwego (jonizującego) o małej wartości mocy dawki.

Przeprowadzone badania naukowe sugerują, że w sposobach wykonywania zadań obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP w warunkach zagrożenia skażeniami przemysłowymi powinny zajść pewne zmiany. Dotyczą one głównie polepszenia walorów technicznych sprzętu, służącego do indywidualnej i zbiorowej ochrony przed skażeniami przemysłowymi oraz przyrządów wykrywania toksycznych środków przemysłowych. W przypadku skażeń promieniotwórczych, zaistniałych wskutek awarii (zniszczenia) reaktorów elektrowni jądrowych, przyrządy dozymetryczne, będące w wyposażeniu jednostek Marynarki Wojennej RP spełniają wymagania jedynie w zakresie pomiaru mocy dawki promieniowania gamma, natomiast w stosunku do promieniowania beta i alfa są nieprzydatne. A w warunkach skażeń radiologicznych taka funkcja jest niezbędna.

Podobnie, dozymetry służące do pomiaru dawek pochłoniętych nie rejestrują promieniowania alfa i beta dając wyniki niezgodne z stanem faktycznym poziomu napromieniowania.

Załogi jednostek pływających i brzegowych (baz i portów morskich) powinny posiadać w dyspozycji pochłaniacze do masek przeciwgazowych skuteczne w stosunku do amoniaku i dodatkowo chloru w bazie morskiej w Świnoujściu. Pozwoli to na bezpieczne wyjście okrętów z obszaru skażonego na morze i uniknięcie strat w ludziach. Mała moc ochronna filtropochłaniaczy okrętowych urządzeń filtrowentylacyjnych sprawia, że ich przydatność w atmosferze skażonej parami amoniaku i chloru jest raczej niewielka i nie gwarantuje załogom pełnego bezpieczeństwa.

Reasumując, istnieje uzasadniona naukowo potrzeba wprowadzenia następujących zmian w realizacji zadań obrony przeciwchemicznej:

- wyposażenie wybranych okrętów (np. grupowych) w środki detekcji małych (progowych) stężeń par amoniaku i chloru oraz promieniowania beta i alfa;
- wyposażenie załóg wszystkich okrętów i obsad baz (portów) morskich w dozymetry indywidualne umożliwiające pomiar dawek pochłoniętych z uwzględnieniem promieniowania beta i alfa;
- wyposażenie załóg okrętów nawodnych i obsad baz (portów) morskich w pochłaniacze skuteczne w stosunku do par amoniaku i chloru;
- w sferze organizacyjnej, w warunkach zagrożenia skażeniami toksycznymi środkami przemysłowymi, należy określić kolejność wyjścia okrętów z zagrożonej bazy (portu).

Wykonywanie zadań obrony przeciwchemicznej przez jednostki pływające i brzegowe może być wspomagane przez związki operacyjne i taktyczne Wojsk Lądowych, działających w ramach morskiej operacji obronnej, jednostki Obrony Terytorialnej i formacje Obrony Cywilnej. Możliwość współdziałania z wymienionymi siłami uwidacznia się w dziedzinie wymiany informacji o prognozowanej i rzeczywistej sytuacji skażeń, wykrywania skażeń, zarówno chemicznych, jak i promieniotwórczych oraz udziału w akcjach ratunkowo - ewakuacyjnych. Szczególną rolę w tych zadaniach mogą odegrać grupy jednostek pływających Obrony Terytorialnej i jednostki ratownicze (pływające) Obrony Cywilnej. Szeroki zakres zadań specjalistycznych formacji Obrony Cywilnej może w znacznym stopniu wspomóc działania zabezpieczające przed porażeniem skażeniami chemicznymi i promieniotwórczymi, głównie w bazach (portach) morskich.

Wydaje się możliwe uzgodnienie współdziałania w wykonaniu następujących zadań:

- z jednostkami operacyjnymi Wojsk Lądowych:
  - wykrywania skażeń przemysłowych;
  - wymiany informacji o wynikach oceny prognozowanej i rzeczywistej sytuacji skażeń;
- z jednostkami Obrony Terytorialnej:
  - wykrywania skażeń przemysłowych;
  - udziału w akcjach ratunkowo - ewakuacyjnych;
- z systemem Obrony Cywilnej:
  - powiadamianie o awarii (zniszczeniu) obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi;
  - alarmowania i ostrzegania o skażeniach;
  - wykrywania skażeń przemysłowych;
  - wykorzystania zbiorowych środków ochrony przed skażeniami;
  - udziału w akcjach ratunkowo - ewakuacyjnych.

Wyniki przeprowadzonych badań pozwalają na stworzenie modelu obrony przeciwchemicznej jednostek pływających i brzegowych Marynarki Wojennej, który w warunkach zagrożenia skażeniami toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi, obrazuje możliwy zbiór czynności (zadań, zdarzeń) i ich realizację (przebieg). Model, przedstawiony w treści podrozdziału 4.4., umożliwia ogląd całego obszaru zadań obrony przeciwchemicznej, a ich realizacja w przedstawionej kolejności, zapewni skuteczną ochronę stanów osobowych jednostek pływających i brzegowych, a szczególnie obsad baz (portów) morskich. Niewątpliwie istniejące luki w technicznym zabezpieczeniu wykonywanych zadań obrony przeciwchemicznej wymagają dodatkowych nakładów finansowych i wyposażenia okrętów w dodatkowy sprzęt. Jest to jednak warunek niezbędny do zapewnienia zdolności bojowej jednostek Marynarki Wojennej, w szczególnym stopniu zagrożonych skażeniami, głównie toksycznymi środkami przemysłowymi.

UOGÓLNIENIA I WNIOSKI KOŃCOWE

Całokształt rezultatów badań naukowych, przedstawionych w treści rozprawy, potwierdza tezę, że wraz z rozwojem nauki i techniki, wśród społeczeństw pojawiło się nowe zagrożenie, polegające na zwiększonym ryzyku powstawania strat (śmiertelnych i chorobowych) wskutek działania skażeń przemysłowych. Toksyczne i promieniotwórcze środki przemysłowe, chociaż nie są środkami walki, to mogą, uwolnione do otoczenia, stanowić środki rażenia ludzi i spowodować poważne zagrożenie dla środowiska naturalnego.

Z przedstawionych wyników badań naukowych wynika, że sformułowane hipotezy robocze znalazły potwierdzenie. Prowadząc badania naukowe zgodnie z przyjętą procedurą, przedstawioną w pierwszym rozdziale, rozwiązano kolejne problemy badawcze. Uzyskane wyniki zawarto w poszczególnych rozdziałach rozprawy i uogólniono we wnioskach.

Wyniki przeprowadzonych badań pozwoliły na sformułowanie uogólnień końcowych, które zostały zawarte w poniższych wnioskach:

1. Właściwości toksyczne niektórych środków przemysłowych (niebezpiecznych substancji chemicznych) stosowane w przemyśle, stwarzają zagrożenie sił Marynarki Wojennej RP. W przypadku uwolnienia do otoczenia, mogą wpłynąć na obniżenie zdolności bojowej załóg jednostek pływających i obsad baz (portów) morskich. Wynika stąd, że toksyczne środki przemysłowe, chociaż nie są bronią, to z powodu swoich właściwości fizycznych, chemicznych i toksycznych, można zaliczyć do środków rażenia o działaniu przestrzennym.

Obiekty z toksycznymi środkami przemysłowymi (zbiorniki stacjonarne, transportowane lądem i morzem) znajdują się lub mogą się znaleźć w bliskim sąsiedztwie okrętów nawodnych bazujących w portach lub wykonujących zadania na akwenach

morskich. Zagrożone skażeniami toksycznymi środkami przemysłowymi są również obsady baz i portów morskich.

Spośród wielu toksycznych środków przemysłowych, największe zagrożenie dla jednostek Marynarki Wojennej RP (pływających i brzegowych) stanowią amoniak i chlor. Obiekty z amoniakiem znajdują się w każdym porcie morskim wybrzeża polskiego, a w Świnoujściu, dodatkowo z chlorem. Awarie (zniszczenia) obiektów z amoniakiem i chlorem rozmieszczone na nabrzeżach portowych mogą spowodować skażenia wszystkich basenów danego portu, a tym samym bazujących w nich jednostek pływających.

Toksyczne środki przemysłowe charakteryzują się następującymi zasadniczymi właściwościami, mającymi wpływ na ich rażące działanie:

- dawki toksyczne amoniaku i chloru mogą spowodować porażenie stanów osobowych jednostek pływających i baz (portów) morskich;

- skażenia amoniakiem mogą zagrażać stanom osobowym jednostek pływających i baz (portów) morskich w każdej bazie i porcie morskim, z tym że największe będzie w bazach w Gdyni i Świnoujściu;

- czas emisji par toksycznych środków przemysłowych zależy od uwolnionej objętości środków do otoczenia, ich właściwości fizyczno - chemicznych oraz warunków meteorologicznych w rejonie awarii (zniszczonego zbiornika) i może osiągać wartość dziesięciu godzin i więcej;

- zasięgi rozprzestrzeniania par toksycznych środków przemysłowych wynoszą do kilku kilometrów i obejmują baseny baz morskich (portów).

2. Skażenia promieniotwórczymi środkami przemysłowymi (izotopami promieniotwórczymi), spowodowane skutkiem awarii (zniszczenia) elektrowni jądrowej, rozprzestrzeniają się na znacznie większe odległości, w porównaniu ze skażeniami toksycznymi środkami przemysłowymi i obejmują znaczniejsze obszary, wynoszące kilkaset kilometrów kwadratowych. Najbardziej niebezpieczne mogą być awarie (zniszczenia) reaktorów elektrowni jądrowych, znajdujących się w południowej Szwecji, wschodnich Niemczech i na Litwie. Ocenia się, że skażenia izotopami promieniotwórczymi mogą objąć morską strefę obrony Marynarki Wojennej RP oraz obszary lądowe Pomorza. Najbardziej niebezpieczne dla okrętów nawodnych, działających na akwenach morskich w strefie operacyjnej, są awarie reaktorów elektrowni jądrowych leżących w Szwecji i północno - wschodnich Niemczech.

Toksyczne działanie uwolnionych radionuklidów jest podobne do oddziaływania izotopów promieniotwórczych, powstałych wskutek wybuchów jądrowych, z tym że

szczególnie niebezpieczne będą, charakterystyczne dla izotopów uwolnionych wskutek awarii reaktorów, radionuklidy gazowe, powodujące skażenie wewnętrzne organizmu. Skutkiem skażenia organizmu (zewnętrznego i wewnętrznego) jest rozwój choroby popromiennej, w stopniu zależnym od wielkości pochłoniętej dawki napromieniowania. Choroba popromienna z kolei powoduje obniżenie zdolności bojowej załóg jednostek pływających i obsad baz (portów) morskich.

3. Jednostki pływające (nawodne okręty bojowe) niezależnie od rodzaju wykonywanych zadań bojowych, są zmuszone do wchodzenia do baz (portów) morskich, w celu odtworzenia zdolności bojowej (uzupełnienia zapasów). Ten okres charakteryzuje się największym stopniem zagrożenia toksycznymi środkami przemysłowymi, głównie, jak wspomniano wcześniej, amoniakiem i dodatkowo chlorem w Świnoujściu. Zagrożenie załóg jednostek pływających promieniotwórczymi środkami przemysłowymi jest największe w morskiej strefie operacyjnej, szczególnie w przypadku awarii reaktorów elektrowni jądrowych leżących w południowej Szwecji i północno - wschodnich Niemczech. W warunkach zagrożenia toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi, jednostki pływające i obsady baz (portów) morskich będą realizowały zadania obrony przeciwchemicznej w zakresie zależnym od stanu zagrożenia i rodzaju skażeń. Techniczne zabezpieczenie wykonania zadań obrony przeciwchemicznej w tych przypadkach nie w pełni może sprostać wymaganiom. Występujące braki w tej dziedzinie dotyczą głównie wykrywania toksycznych środków przemysłowych (amoniaku i chloru), ochrony indywidualnej i zbiorowej przed skażeniami i kontroli napromienienia załóg okrętowych, zwłaszcza w stosunku do promieniowania beta i alfa. Do walorów technicznych bojowych okrętów nawodnych oraz pomocniczych jednostek pływających można zaliczyć możliwość wytworzenia, przy pomocy okrętowego systemu spłukiwania, zasłony wodnej (tzw. kurtyny), która w stopniu skutecznym może nie dopuścić do skażenia powierzchni okrętowych (pokładów, nadbudówek parami (aerozolem) toksycznych środków przemysłowych. W przypadku skażeń promieniotwórczymi środkami przemysłowymi, okresowe włączania systemu spłukiwania może zmniejszyć stopień skażenia okrętów i tym samym narażenie załóg na napromieniowanie.

4. Na perspektywiczny obraz systemu obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP mogą złożyć się następujące, dotychczas nie uwzględniane dziedziny wiedzy. Należą do nich niektóre wzory, zaczerpnięte z doświadczeń i opracowań teoretycznych, w postaci zasad i sposobów działania w warunkach zagrożenia skażeniami przemysłowymi (toksycznymi i promieniotwórczymi), stosowane w armiach innych

państw NATO. Ponadto, zwiększona rola współdziałania z jednostkami operacyjnymi Wojsk Lądowych, działającymi w ramach morskiej operacji obronnej na lądzie, wojskami Obrony Terytorialnej i systemem Obrony Cywilnej (formacjami OC), a także zmiany w samym systemie obrony przeciwchemicznej, w znacznym stopniu dodatnio wpływają na skuteczność funkcjonowania całego systemu.

Jednostki pływające i obsady baz (portów) morskich nie mogą w swoich działaniach przestrzegać zasady unikania zajmowania rejonów położonych w bezpośrednim sąsiedztwie obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi. Stąd narażenie na skażenia w bazach (portach) morskich, zwłaszcza parami amoniaku (dodatkowo chloru w Świnoujściu), musi być zawsze brane pod uwagę i uwzględniane w planowaniu obrony przeciwchemicznej.

Zmiany w sposobach realizacji zadań obrony przeciwchemicznej jednostek pływających i brzegowych Marynarki Wojennej RP powinny dotyczyć także strony technicznej. Najważniejsze z nich, konieczne do szybkiego wprowadzenia, są następujące:

- zapewnienie możliwości wykrywania par amoniaku i chloru w powietrzu;

- wprowadzenie do wyposażenia załóg jednostek pływających i obsad baz (portów) morskich niezbędnej ilości pochłaniaczy masek przeciwgazowych, skutecznych na amoniak i chlor;

- poprawienie właściwości ochronnych filtropochłaniaczy okrętowych urządzeń filtrowentylacyjnych;

- wyposażenie załóg jednostek pływających i obsad baz (portów) morskich w dozymetry indywidualne umożliwiające rejestrację promieniowania beta i alfa;

- zbudowanie okrętowego systemu, który umożliwia automatyczne wykrywanie skażeń przemysłowych, włączenie systemu alarmowania, zamykanie i uszczelnianie włazów oraz włączenie urządzeń filtrowentylacyjnych.

Bardzo ważną rolę w całokształcie obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP odgrywa współdziałanie, zwłaszcza z systemem Obrony Cywilnej. Przejawia się to głównie we wczesnym powiadomieniu o awarii (rozszczelnieniu, zniszczeniu) obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi, ponieważ ta informacja może zadecydować o przebiegu dalszych czynności, polegających na szybkim opuszczeniu bazy (portu) morskiego i wyjściu na morze (zajęcie bezpiecznej pozycji), a gdy to będzie niemożliwe, odpowiednio wczesne rozpoczęcie wykonywania zadań obrony przeciwchemicznej, zgodnie z wcześniej ustalonym harmonogramem czynności.

5. W treści rozprawy przedstawiono zmienność stopnia zagrożenia, zależnego od rodzaju skażeń (toksycznych lub promieniotwórczych), warunków meteorologicznych oraz rodzaju wykonywanych zadań bojowych (działalności codziennej) przez jednostki pływające. Powoduje to utrudnienie w możliwości oceny konkretnego zagrożenia, w odniesieniu do czasu i miejsca występowania skażeń. W tej sytuacji, zarówno w okresie pokoju, jak i konfliktów zbrojnych, gotowość systemu obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP musi w każdej chwili odpowiadać pojawiającemu się zagrożeniu. Jest to zjawisko (potrzeba) w pewnym sensie nowe, które zostało wywołane rozwojem cywilizacyjnym oraz możliwością wykorzystania obiektów przemysłowych do osiągnięcia celów militarnych lub terrorystycznych.

Przedstawione w dysertacji nowe zjawiska, związane z zagrożeniem toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi, są w Marynarce Wojennej problemem znanym lecz dotychczas nie rozstrzygniętym. Bliskie sąsiedztwo obiektów z niebezpiecznymi substancjami zmusza do nowego, adekwatnego do zagrożenia, spojrzenia na ten problem i wprowadzenia stosownych zmian.

WYKAZ TABEL

1. Treść i przebieg procesu badawczego 20
2. Zestawienie liczb awarii i ofiar spowodowanych uwolnieniem amoniaku i chloru w Polsce na przestrzeni 20 lat 29
3. Zestawienie gałęzi przemysłu Wybrzeża oraz stosowane środki toksyczne 32
4. Zasadnicze gałęzie przemysłu Wybrzeża oraz stosowane środki toksyczne 32
5. Miasta nadmorskie, w których zakłady przemysłowe stosują toksyczne środki przemysłowe 33
6. Charakterystyka zbiorników do magazynowania i przewozu wybranych toksycznych środków przemysłowych 35
7. Podział toksycznych środków przemysłowych pod względem rodzaju zagrożenia 36
8. Charakterystykę wybranych zbiorników z toksycznymi środkami przemysłowymi, rozmieszczonych w sąsiedztwie portów wojennych, których awaria może stanowić zagrożenie dla bazujących okrętów wojennych 42
9. Zestawienie ilości wybranych środków toksycznych przeładowywanych w Morskim Porcie Handlowym w Gdyni 44
10. Szybkość wymiany powietrza w płucach człowieka 46
11. Wartości inhalacyjnych dawek śmiertelnych i progowych oraz największe dopuszczalne stężenia (NDS) i największe dopuszczalne stężenia chwilowe (NDSCh) wybranych toksycznych środków przemysłowych 48
12. Charakterystyka rażącego działania wybranych toksycznych środków przemysłowych z podziałem na grupy 51
13. Podział gazów i par pod względem ich gęstości w stosunku do powietrza 52
14. Niektóre właściwości fizyczne najbardziej rozpowszechnionych toksycznych środków przemysłowych 52
15. Podział materiałów ze względu na temperaturę samozapalenia 54
16. Klasy wybuchowości palnych gazów i par 55
17. Ocena (orientacyjna) pionowej stateczności powietrza (bez pokrywy śnieżnej) .. 61
18. Wartość poziomu ufności P_G dla oceny połowy kąta sektora $\varphi_{(1,2)}$ 68
19. Prawdopodobne straty w ludziach w rejonie zniszczenia (awarii) 68

20. Charakterystyka procesów odparowania toksycznych środków przemysłowych w zależności od sposobu przechowywania ... 73
21. Zasięgi obłoków pierwotnych i wtórnych w bazach morskich Gdynia, Hel i Świnoujście ... 75
22. Zasięgi obszarów porażeń w portach Gdynia, Hel i Świnoujście ... 75
23. Jednostki Marynarki Wojennej RP (pływające i porty) zagrożone porażeniem ... 77
24. Charakterystyka elektrowni jądrowych stanowiących zagrożenie dla obszaru Wybrzeża i sił Marynarki Wojennej RP ... 82
25. Podstawowe dane składników paliwa jądrowego stosowanego w reaktorach ... 89
26. Charakterystyka różnych typów promieniowania jonizującego o energii 100 keV ... 91
27. Podstawowe radionuklidy uwalniane do środowiska i ich charakterystyka ... 92
28. Ilości uwolnionych produktów rozszczepienia wskutek awarii reaktora ... 93
29. Wybrane wielkości i jednostki dozymetryczne ... 94
30. Współczynniki wagowe promieniowania W_R ... 95
31. Współczynniki wagowe tkanek W_T ... 97
32. Wartości progowych dawek równoważnych dla wybranych narządów ... 97
33. Skutki krótkotrwałego napromieniowania całego ciała człowieka ... 98
34. Kryteria charakteryzujące wypadek radiacyjny ... 99
35. Zestawienie wybranych awaryjnych poziomów odniesienia ... 100
36. Zalecane limity dawek napromieniowania ... 101
37. Graniczne roczne wchłonięcia radionuklidów ... 101
38. Charakterystyka stref skażenia promieniotwórczego po awarii elektrowni jądrowych ... 104
39. Średnie wartości mocy dawek na zewnętrznych granicach stref [$cGy \cdot h^{-1}$] ... 106
40. Maksymalne zasięgi stref skażeń promieniotwórczych po awarii elektrowni jądrowych [km] ... 106
41. Zestawienie portów morskich, które mogą się znaleźć w strefach skażeń promieniotwórczych po awarii elektrowni jądrowych ... 107
42. Średnie wartości mocy dawek na zewnętrznych granicach stref M i A ... 109
43. Autonomiczność wybranych klas i typów okrętów ... 119
44. Strefy odpowiedzialności flotyll mogące ulec skażeniu radioaktywnemu ... 123
45. Sposoby ogłaszania alarmu o skażeniach na okrętach ... 130

46. Możliwości przyrządu rozpoznania chemicznego PChR - 54M w zakresie wykrywania toksycznych środków przemysłowych na podstawie zmiany zabarwienia wypełniaczy rurek wskaźnikowych 139

47. Zakres wykrywanych stężeń par wybranych toksycznych środków przemysłowych przyrządem AIM - 2000 140

48. Zakresy pomiarowe przyrządów dozymetrycznych będących w wyposażeniu okrętów 141

49. Właściwości ochronne filtropochłaniaczy MS - 4 i BSS - MO - 4u 144

50. Zakresy pomiarowe dozymetrów DKP – 50 i DP – 70Mp 146

51. Poziomy napromieniowania radiologicznego 159

52. Charakterystyka papierków wskaźnikowych służących do indykacji wybranych toksycznych środków przemysłowych 167

53. Właściwości ochronne niektórych pochłaniaczy w warunkach skażeń wybranych toksycznych środków przemysłowych 171

54. Zestawienie typów filtropochłaniaczy, produkowanych przez firmę Maskpol S.A. i ich zastosowanie w atmosferze skażonej wybranymi toksycznymi środkami przemysłowymi 172

55. Zadania obrony cywilnej i obrony przeciwchemicznej jednostek Marynarki Wojennej RP będące we wzajemnej spójności 180

WYKAZ RYSUNKÓW

1. Uproszczony model sytuacji badawczej ... 24
2. Struktura atmosfery w warstwie przyziemnej ... 58
3. Bryza morska ... 59
4. Bryza brzegowa (lądowa) ... 59
5. Schemat graficznego zobrazowania rozmiarów zasięgu obłoków toksycznego środka przemysłowego ... 67
6. Schemat podziału strefy skażonej na obszary porażeń ludzi ... 69
7. Wykres do określania trwałości skażenia chemicznego w strefie rozprzestrzeniania się obłoku wtórnego ... 70
8. Udział procentowy elektrowni jądrowych w produkcji energii elektrycznej wybranych krajach ... 81
9. Uproszczony schemat elektrowni jądrowej ... 85
10. Uproszczony schemat elektrowni jądrowej z reaktorem PWR (WWER) ... 86
11. Uproszczony schemat elektrowni jądrowej z reaktorem BWR ... 87
12. Uproszczony schemat elektrowni jądrowej z reaktorem RBMK ... 88
13. Model reakcji rozszczepienia uranu ^{235}U ... 90
14. Schemat prognozowanej sytuacji skażeń promieniotwórczych ... 105
15. Schemat systemu wykrywania zniszczeń (awarii) obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi ... 128
16. Schemat organizacji powiatowego systemu obrony cywilnej ... 182
17. Etapy modelowania przyjęte w badaniach ... 184
18. Elementy poddane badaniom wpływu zagrożenia skażeniami przemysłowymi na sposób realizacji zadań obrony przeciwchemicznej ... 185
19. Kolejność wykonywanych zadań obrony przeciwchemicznej w warunkach skażeń toksycznymi i promieniotwórczymi środkami przemysłowymi ... 187
20. Przebieg procesu realizacji zadań obrony przeciwchemicznej ... 189

BIBLIOGRAFIA

1. *Atlas Morza Bałtyckiego*, IMiGW, Warszawa 1994.
2. Bądkowska E., Bądkowski A., *Zwalczanie awaryjnych skażeń wód powierzchniowych i gruntu*, tom II, Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Usługowe "EKOS" Spółka z o.o., Gdańsk 1989.
3. Bądkowski A., *Charakterystyki powszechnie stosowanych prostych i złożonych substancji szkodliwych i/lub niebezpiecznych*, t II, III, IV, V, VI, Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Usługowe "EKOS" Spółka z o.o., Gdańsk 1989.
4. Czerwiński A., *Energia jądrowa i promieniotwórczość*, Wydanie 1, Oficyna Edukacyjna Krzysztof Pazdro, Warszawa 1998.
5. Decyzja nr 248/MON Ministra Obrony Narodowej z dnia 21.12.2000 r. w spawie organizacji, zadań i funkcjonowania w Siłach Zbrojnych RP systemu wykrywania skażeń.
6. Dokumentacja promocyjna firmy Maskpol S.A.(http:\\ www.maspol.com.pl).
7. Dyrektywa ACE Nr 80-64 (Wyciąg) Wytyczne Dowództwa Regionalnego NATO w Europie (ACE) w zakresie działania wojsk po wystąpieniu skażeń przemysłowych.
8. Dyrektywa ACE nr 80-63 (Wyciąg) Wytyczne Dowództwa Regionalnego NATO w Europie (ACE) w sprawie przedsięwzięć ochronnych dotyczących zagrożeń radiologicznych niskiego poziomu w czasie operacji militarnych.
9. *Fizyka, Ilustrowana encyklopedia dla wszystkich*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2987.
10. Harmata W., *Potrzeby w zakresie wyposażenia jednostek wojsk obrony przeciwchemicznej w specjalistyczny sprzęt do realizacji zadań przez Chemiczne i Radiacyjne Zespoły Awaryjne*, Materiały z sympozjum, WSIW, Wrocław 1992.
11. Informator Obrony Cywilnej, Szef Obrony Cywilnej, Warszawa 1999.
12. Instrukcja o działalności operacyjnej marynarki wojennej, DMW, sygn. Mar. Woj. 1214/98, Gdynia 1998.

13. Instrukcja o działaniu systemu wykrywania skażeń Marynarki Wojennej, DMW, sygn. Mar. Woj. 628/73, Gdynia 1973.
14. Jałoszyński Stanisław K., *Ratownictwo chemiczne*, t I, Przedsiębiorstwo Produkcyjno - Usługowe "EKOS" Spółka z o.o., Gdańsk 1989;
15. Jaśkowski J., *Zagrożenie środowiska związkami chemicznymi emitowanymi przez przemysł*, część I, EKO - Pharma, Gdańsk 1993.
16. Jaśkowski J., Otto B., *Nowa rola wojska na przykładzie katastrofy w Bhopalu*, Materiały z sympozjum naukowego, AMW, Gdynia 1998.
17. Karty charakterystyk substancji niebezpiecznych, Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa 1993.
18. Kasperek T., *Charakterystyka zagrożeń powodowanych toksycznymi środkami przemysłowymi,* Naczelna Organizacja Techniczna, Rada Wojewódzka Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych, Kołobrzeg 1999,
19. Kasperek T., Ledzion M., *Fizyka skażeń radioaktywnych i elementy dozymetrii*, cz. IVA, AMW, Gdynia 1987.
20. Kasperek T., *Identyfikacja systemu rozpoznania i obserwacji skażeń na okrętach MW*, Zeszyty Naukowe nr 2(117), AMW, Gdynia 1993,
21. Kasperek T., i inni, *Ochrona załóg jednostek pływających i portów morskich Marynarki Wojennej przed skażeniami promieniotwórczymi i chemicznymi ze szczególnym uwzględnieniem skażeń powstałych w wyniku uwolnienia toksycznych środków przemysłowych,* AMW, Gdynia 1998,
22. Kasperek T., *Problematyka zagrożenia toksycznymi środkami przemysłowymi w MW RP*, Zeszyty Naukowe AMW, nr 2, Gdynia 1994,
23. Kasperek T., *Wpływ zagrożenia toksycznymi środkami przemysłowymi na niektóre przedsięwzięcia obrony przeciwchemicznej załóg jednostek pływających MW*, Zeszyty Naukowe nr 2(117), AMW, Gdynia 1993.
24. Kasperek T., *Wybrane problemy obrony przeciwchemicznej jednostek pływających MW w warunkach zagrożenia toksycznymi środkami przemysłowymi*, Zeszyty Naukowe AON, nr 3(12) Warszawa 1993.
25. Kasperek T., *Obrona przeciwchemiczna morskiej (powietrzno - morskiej) operacji desantowej*, Rozprawa doktorska, ASG, Warszawa 1989.
26. Kasperek T., *Zagrożenie działalności sił MW toksycznymi środkami przemysłowymi.* Materiały z II konferencji morskiej lotów nad morzem, część I, Dowództwo MW, Gdynia 1999.

27. *Katalog broni masowego rażenia i środków ochrony państw NATO*, MON, sygn. Szt. Gen. 1276/86, Warszawa 1987.
28. Kolman R., *Poradnik dla doktorantów i habilitantów*, wydanie trzecie, Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego sp. z o.o., Bydgoszcz 1997.
29. Konwencja bezpieczeństwa jądrowego sporządzona w Wiedniu dnia 20 września 1994 r. (Dz. U. z dnia 29 kwietnia 1997 r.).
30. Konwencja o ochronie środowiska morskiego obszaru Morza Bałtyckiego, sporządzona w Helsinkach dnia 22 marca 1974 r. (Dz. U. z dnia 21 sierpnia 1980 r.).
31. Konwencja o ochronie środowiska morskiego obszaru Morza Bałtyckiego, sporządzona w Helsinkach dnia 9 kwietnia 1992 r. (Dz. U. z dnia 14 kwietnia 2000 r.).
32. Krauze M., Nowak I., *Broń chemiczna*, MON, Warszawa 1984.
33. *Leksykon wiedzy wojskowej*, MON, Warszawa 1979.
34. Lisowski W., *Wykrywanie TSP*, Materiały z sympozjum naukowego, WSIW, Wrocław 1991.
35. Maciejowski M., *Leksykon ochrony środowiska*, Baltic Fundation, Gdańsk 1995.
36. Makowski A., *Uwarunkowania działalności Sił Morskich na Bałtyku*, Rozprawa habilitacyjna, AMW, Zeszyty Naukowe 113 A, Gdynia 1992.
37. *Metodyka wojskowych badań naukowych*, ASG, sygn. wewn. 3761/83, Warszawa 1983.
38. *Meteorologia w wojskach chemicznych*, Podręcznik, MON, sygn. Chem. 263/76, Warszawa 1977.
39. *Metodyka ATP - 45.*
40. *Metodyka oceny sytuacji chemicznej po skażeniach toksycznymi środkami przemysłowymi*, MON, sygn. OPChem. 376/92.
41. *Metodyka oceny sytuacji chemicznej powstałej w wyniku awarii (zniszczenia) obiektów z toksycznymi środkami przemysłowymi*, MON, sygn. Chem wewn. 202/81.
42. *Metodyka oceny sytuacji promieniotwórczej po awarii elektrowni jądrowej*, MON, sygn. OPChem. 373/92.
43. Miecznikowski R., *Taktyka Marynarki Wojennej. Taktyka ogólna Marynarki Wojennej*, AMW, sygn. 945/97, Gdynia 1997.
44. Miłowski M., Silawko K., *Akcja ratunkowa w rejonie porażenia toksycznymi środkami przemysłowymi-optymalizacja rozwiązań organizacyjnych i wykonawczych*, Rozprawa doktorska, ASG Warszawa 1987.
45. Nowak I., Solarz J., *Toksyczne środki przemysłowe jako zagrożenie dla wojsk prowadzących działania bojowe na obszarze kraju*, AON wewn. 5045/96, Warszawa 1998.

46. Nowicki J., *Ochrona osobista żołnierzy podczas działania w strefach skażonych toksycznymi środkami przemysłowymi, Materiały z sympozjum naukowego*, WSIW, Wrocław 1991.
47. Ocena zagrożenia skażeniami przemysłowymi i promieniotwórczymi, powstałymi w wyniku zniszczenia zakładów chemicznych i elektrowni jądrowych na północnym kierunku strategicznym, DMW Gdynia 1987.
48. *Plany portów Wybrzeża PRL*, MON, DMW, sygn. Mar. Woj. 561/72, Gdynia 1972.
49. *Podstawy sztuki operacyjnej Marynarki Wojennej*, sygn. Mar. Woj. 696/75, Gdynia 1976.
50. *Przyrząd rozpoznania chemicznego PChR- 54M*, MON, sygn. Chem. 302/82, Warszawa 1982.
51. Raban J., Krauze M., Ryński B., Kasperek T., *Taktyczne aspekty i wymagania na system chemicznego zabezpieczenia okrętów przed działaniem broni chemicznej "Krzyżodziób - 2"*, Praca studyjna, ASG WP, Warszawa 1987.
52. Raport Komisji Rządowej pod przewodnictwem Wiceprezesa Rady Ministrów PRL Zbigniewa Szałajdy, Komisja Rządowa do spraw oceny promieniowania jądrowego i działań profilaktycznych, Warszawa 1986.
53. *Regulamin działań Wojsk Lądowych*, Dowództwo Wojsk Lądowych, sygn. 16/99, Warszawa 1999.
54. *Regulamin działań taktycznych wojsk zmechanizowanych i pancernych (batalion, kompania)*, Dowództwo Wojsk Lądowych, sygn. 20/2000, Warszawa 2000.
55. *Regulamin służby na okrętach marynarki wojennej RP (RSO)*, Gdynia 1990.
56. *Regulated chemicals directory 1994*, Chapman and Hall, New York and London 1994;
57. Richard J. Lewis, Sr., *Sax`s dangerous properties of industrial materials*, Van Nostrand Reinhold, New York 1992;
58. Rozkaz nr 201/Oper/P-3 Szefa Sztabu Generalnego Wojska Polskiego z dnia 16 maja 2001 r. w sprawie wdrożenia w Siłach Zbrojnych Decyzji Ministra Obrony Narodowej nr 248/MON.
59. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 28 kwietnia 1998 r. w sprawie dopuszczalnych wartości stężeń substancji zanieczyszczających w powietrzu (Dz. U. z dnia 6 maja 1998 r.).
60. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 17 czerwca 1998 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. z dnia 27 czerwca 1998 r.).
61. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 28 września 1993 r. w sprawie obrony

cywilnej (Dz. U. z dnia 8 października 1993 r.).

62. Ryng M., *Bezpieczeństwo techniczne w przemyśle chemicznym*, Poradnik, Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, Warszawa 1985;
63. Siemiński M., *Fizyka zagrożeń środowiska*, PWN, Warszawa 1994.
64. Sienkiewicz P., *Inżynieria systemów*, MON, Warszawa 1983.
65. *Skażenia chemiczne środowiska*, AON wewn. 4950/97, Warszawa 1997.
66. *Skażenia promieniotwórcze środowiska*, AON wewn. 4839/96, Warszawa 1996.
67. *Słownik języka polskiego*, PWN, Warszawa 1978.
68. *Słownik podstawowych terminów wojskowych*, sygn. Szt. Gen. 815/77, Warszawa 1977.
69. Spławski M., *System obrony przeciwchemicznej Sił Zbrojnych*, Materiały z sympozjum Bezpieczeństwo chemiczne RP, Biuro Bezpieczeństwa Narodowego, Szefostwo WOPChem DWL, Warszawa 2001.
70. Spławski M., *System wykrywania skażeń - kierunki dalszych zmian*, Przegląd Wojsk Lądowych nr 6 (505), czerwiec 2001 r.
71. Strupczewski A., *Awarie reaktorowe a bezpieczeństwo energetyki jądrowej*, Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, Warszawa 1990.
72. Szepke R., *1000 słów o atomie i technice jądrowej*, MON, Warszawa 1982.
73. *Szkodliwe substancje w przemyśle*, t. I, II, PWT, Warszawa 1956;
74. *Sztuka operacyjna Marynarki Wojennej*, część IV, *Działania systematyczne Marynarki Wojennej*, WSMW sygn. 728/85, Gdynia 1985.
75. Śladkowski S., *Skażenia przemysłowe i warunki ich powstawania oraz wpływ na działania bojowe na przykładzie obszarów północno - nadmorskiego i berlińsko - ruhrskiego kierunków operacyjnych*, Rozprawa habilitacyjna, Zeszyt Naukowy nr 03/89 (Dodatek) ASG, Warszawa 1999.
76. Śladkowski S., Harmata W., *Ochrona przed środkami promieniotwórczymi i promieniowaniem przenikliwym*, AON sygn. Wewn. 1590/94, Warszawa 1994.
77. Śladkowski S., *Teoria obrony przeciwchemicznej jako dyscyplina (specjalność) naukowa*, AON, Warszawa 1999.
78. Śladkowski S., *Toksyczne środki przemysłowe*, AON, Warszawa 1994.
79. Śladkowski S., *O skażeniu promieniotwórczym po zniszczeniu (awarii) obiektów przemysłu jądrowego*, Zeszyt Naukowy AON, Warszawa 1991.
80. Śladkowski S., *Charakterystyka zagrożeń przemysłowych dywizji zmechanizowanej w działaniach bojowych*. Materiały z sympozjum naukowego, WSIW, Wrocław 1991.

81. Śladkowski S., *Zagrożenie jednostek wojskowych toksycznymi środkami przemysłowymi*. Materiały z sympozjum, WSIW, Wrocław 1992
82. *Słownik współczesnego języka polskiego*, Przegląd Reader`s Digest, Warszawa 2001.
83. *Taktyka Marynarki Wojennej*, część I, *Ogólne zasady taktyki Marynarki Wojennej, Taktyka okrętów nawodnych*, WSMW sygn. wewn. 626/83, Gdynia 1983.
84. *Toksyczne środki przemysłowe. Charakterystyka i pierwsza pomoc*, MON sygn. SOCK 161/93, Warszawa 1993
85. *Udział wojska w państwowym monitoringu środowiska*, Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, SWOPChem Szt. Gen. WP, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 1993.
86. *Udział wojska w państwowym monitoringu środowiska*, cz. II, Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 1995.
87. Witkiewicz Z., *1000 słów o broni chemicznej*, MON, Warszawa 1987.
88. Wnioski dla Sił Zbrojnych wynikające z awarii czernobylskiej elektrowni jądrowej, Sztab DMW, 1989.
89. *Zabezpieczenie chemiczne wojsk w działaniach bojowych i operacjach*, część III,
90. *Zabezpieczenie chemiczne operacji armijnych*, Podręcznik, ASG sygn. wewn. 4130/87.
91. *Zabezpieczenie chemiczne działań bojowych pułku i dywizji*, Podręcznik, MON sygn. Chem. 295/80, Warszawa 1981.
92. Zakrzewski S., *Podstawy toksykologii środowiska*, PWN, Warszawa 1995;
93. *Zarys toksykologii wojskowej*, Podręcznik, MON, Warszawa 1988.
94. Zarządzenie Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki z dnia 31 marca 1988 r. (M.P.88.14.124).
95. *Zbiór rozkazów, komend i meldunków obowiązujących na okrętach Marynarki Wojennej*, DMW, sygn. Mar. Woj. 763/78, Gdynia 1979.
96. *Zbiór znaków i skrótów wojskowych*, Sztab Generalny Wojska Polskiego, sygn. Szt. Gen. 1462/96, Warszawa 1996.
97. Zieliński J., *Uwagi o metodologii nauk wojskowych*, Zeszyty Naukowe ASG Nr 4, Warszawa 1987;
98. *Zmiany sytuacji radiologicznej środowiska Polski w okresie 10 lat po awarii w Czarnobylu*, Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 1996.

ZAŁĄCZNIKI

1. Zestawienie wybranych katastrof i awarii związanych z uwolnieniem do atmosfery toksycznych środków przemysłowych w latach 1975 - 1998 212
2. Struktura skali awarii elektrowni jądrowych ... 214
3. Dziedziny zastosowania toksycznych środków przemysłowych ... 215
4. Zestawienie zakładów i przechowywanych toksycznych środków przemysłowych w miastach nadmorskich ... 216
5. Klasyfikacja materiałów niebezpiecznych według przepisów transportowych ... 220
6. Oznaczenia cyfrowe, charakteryzujące TSP, umieszczane na tablicach identyfikacyjnych ... 221
7. Trasy przewozu toksycznych środków przemysłowych na Pomorzu transportem samochodowym ... 222
8. Trasy przewozu toksycznych środków przemysłowych na Pomorzu transportem kolejowym ... 223
9. Trasy przewozu toksycznych środków przemysłowych morzem ... 224
10. Wykaz środków toksycznych znajdujących się w jednostkach wojskowych na Wybrzeżu ... 225
11. Charakterystyka działania wybranych toksycznych środków przemysłowych i objawy zatrucia ... 226
12. Charakterystyka zagrożenia wybuchowego i pożarowego wybranych toksycznych środków przemysłowych ... 229

13/1. Wybrane warunki klimatyczne dla Gdyni ... 231

13/2. Wybrane warunki klimatyczne dla Helu ... 232

13/3 Wybrane warunki klimatyczne dla Świnoujścia ... 233

14. Położenie zbiorników i zasięgi par amoniaku w porcie Gdynia ... 234
15. Położenie zbiornika i zasięgi par amoniaku w porcie Hel ... 235

16a. Położenie zbiornika i zasięgi par amoniaku w porcie Świnoujście ... 236

16b. Położenie zbiornika i zasięgi par chloru w porcie Świnoujście ... 237

17a. Obszary porażeń parami amoniaku w porcie Gdynia (37 Mg) ... 238

17b. Obszary porażeń parami amoniaku w porcie Gdynia (23 Mg) ... 239

18. Obszary porażeń parami amoniaku w porcie Hel ... 240

19a. Obszary porażeń parami amoniaku w porcie Świnoujście 241
19b. Obszary porażeń parami chloru w porcie Świnoujście 242
20. Położenie zbiorników i zasięg par amoniaku w porcie Gdańsk 243
21. Położenie zbiornika i zasięgi par amoniaku w porcie Władysławowo 244
22. Położenie zbiornika i zasięg par amoniaku w porcie Ustka 245
23. Położenie zbiornika i zasięg par amoniaku w porcie Darłowo 246
24. Położenie zbiornika i zasięgi par amoniaku w porcie Kołobrzeg 247
25. Położenie i zasięgi par amoniaku w porcie Szczecin 248
26. Położenie zbiornika i zasięg par amoniaku w rejonie Polic 249
27. Charakterystyka elektrowni jądrowych rozmieszczonych w pobliżu granic Polski 250
28. Charakterystyka reaktorów jądrowych 251
29. Podstawowe wielkości i jednostki stosowane w dozymetrii 252
30. Zasięgi stref M i A zagrożenia promieniotwórczego po awarii elektrowni jądrowej "NORD" 254
31. Zasięgi strefy zagrożenia promieniotwórczego M po awarii elektrowni jądrowej w Brusbuttel i Brokdorf 255
32. Zasięgi strefy zagrożenia promieniotwórczego M po awarii elektrowni jądrowej w Stade 256
33. Zasięgi strefy zagrożenia promieniotwórczego M po awarii elektrowni jądrowej w Kruemmel 257
34. Zasięgi strefy zagrożenia promieniotwórczego M po awarii elektrowni jądrowej w Grohnde 258
35. Zasięgi strefy zagrożenia promieniotwórczego M po awarii elektrowni jądrowej w Oskarshamn 259
36. Zasięgi strefy zagrożenia promieniotwórczego M po awarii elektrowni jądrowej w Ringalais 260
37. Zasięgi strefy zagrożenia promieniotwórczego M po awarii elektrowni jądrowej w Bersebeck 261
38. Zasięgi strefy zagrożenia promieniotwórczego M po awarii elektrowni jądrowej w Ignalino 262
39. Podział polskich obszarów morskich 263
40. Skala stanu morza 264
41. Sposoby ogłaszania alarmów na okrętach 265
42. Podstawowe parametry urządzenia SAPOS - 90M 266

43. Podział terytorium Polski na strefy odpowiedzialności za wykrywanie uderzeń broni masowego rażenia i skażeń oraz ostrzegania i alarmowania. 267

44. Ogólny schemat organizacji współdziałania systemu obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP z jednostkami wojsk operacyjnych, Obrony Terytorialnej i systemem Zarządzania Kryzysowego Obrony Cywilnej..... 268

Załącznik 1

Zestawienie wybranych katastrof i awarii związanych z uwolnieniem do atmosfery toksycznych środków przemysłowych w latach 1975 -1998 (katastrofy i awarie w Polsce wyróżniono pogrubioną kursywą)

Rok	Charakterystyka katastrof i awarii	
	Miejsce	Rodzaj i skutki /następstwa/
1	*2*	*3*
1975	***Czechowice-Dziedzice***	***Pożar w rafinerii zbiornika z ropą. Zginęły 33 osoby, rannych zostało 74 osoby.***
1976	Seveso (ITALIA)	Awaria w zakładach chemicznych. Uwolniło się ok. 1,7 do 2 - 3kg 2,4,5 - trójchlorofenolu (dioksyna). Zatruło się ok.700 ludzi, zginęło ok.78 000 zwierząt, skażeniu uległo ok. 18 km^2 terenu.
1979	Missisango (USA)	Wybuch cysterny z propanem. Ewakuowano ok. 217 000 ludzi.
1984	Bhopal (INDIE)	Awaria w zakładach chemicznych Union Carbide. Do otoczenia przedostało się ok. 5 000kg metyloizocyjaniatu - MIT. Liczbę ofiar ocenia się na 50 000 zgonów oraz około 200 000 poszkodowanych (według Jaśkowskiego J. - członka Międzynarodowej Komisji Medycznej, Materiały z konferencji w AMW z 22.04.1997 r.).
1986	Institute (MEKSYK)	Awaria w zakładach chemicznych. Uwolnienie gazu toksycznego. Zatruciu uległo 175 ludzi.
	Miamisburg (USA)	Wykolejenie cystern ze związkami fosforu. Rannych 80 ludzi /porażenie wzroku/, ewakuowano około 15 000 mieszkańców.
	Nanticoke (USA)	Pożar w fabryce wyrobów metalowych. Wydzieliły się toksyczne związki kwasu siarkowego. Ewakuowano ok. 18 000 mieszkańców.
	Linz (AUSTRIA)	Awaria systemów filtrów w układach oczyszczania toksycznych środków przemysłowych. Niebezpieczny wzrost stężenia dwutlenku siarki w powietrzu.
1987	Nantes (FRANCJA)	Pożar w magazynach z saletrą amonową. Zginęło kilkadziesiąt ludzi. Ewakuowano ponad 25 000.
1988	***Łódź***	***Uwolnienie się siarkowodoru w zakładzie. Zginęło 3 ludzi, porażonych zostało 62 osoby.***
	Szczecin, Brodnica	***Wyciek amoniaku (bez ofiar).***
	Skwierzyna	***Pożar i zapalenie się podsiarczynu sodu z wydzieleniem dwutlenku siarki. Ewakuacja ludzi.***
	Toruń	***Opad kwaśnego deszczu siarkowego***
	Aszchabad (/były ZSRR)	Wyciek chloru z cysterny kolejowej. Zatruciu uległo 200 ludzi.
	Świerdłowsk (były ZSRR)	Eksplozja materiałów wybuchowych. Zginęło 7 ludzi, rannych zostało około 1000.
	Jarosław (były ZSRR)	Wybuch w chłodni spowodował wyciek amoniaku z układów chłodzących. Zginęło 2 ludzi.

1	2	3
1989	Jonawa (były ZSRR)	Pożar gazociągu i awaria zbiornika z amoniakiem. Zginęło 7 ludzi, rannych ok. 640, ewakuowano ok. 40 000.
	Białystok	***Wykolejenie 3 cystern zawierających ok. 200 Mg ciekłego chloru. Bez ofiar.***
	Legnica	***Wyciek amoniaku z chłodni. Bez ofiar.***
	Jawor	***Rozszczelnienie zbiornika z trójtlenkiem siarki. Bez ofiar.***
	Wrocław	***Wyciek kwasu siarkowego z cysterny samochodowej. Bez ofiar.***
	Zubki Białostockie	***Uwolnienie się żółtego fosforu z trzech cystern pociągu tranzytowego. Bez ofiar.***
	Malbork	***Wyciek kwasu chkorosulfonowego z cysterny na stacji kolejowej. Podrażnienie oczu pasażerów.***
	Klewki	***Wykolejenie dwóch cystern z propanem-butanem. Bez ofiar.***
1990	Szwajcaria	Pożar w zakładach Sandoz Company połączony z wyciekiem do rzeki toksycznych środków trujących. Zniszczeniu uległa flora i fauna na dużym obszarze.
	Francja	Pożar w zakładach Protex Company. Wyciek toksycznych substancji chemicznych.
1991	***Wrocław***	***Wykolejenie cysterny z pozostałością po wyładunku ok. 1 Mg płynnego dwusiarczku węgla.***
	Skrzyżowanie dróg Olszyna - Żagań	***Na skutek zderzenia samochodów ciężarowych część przewożonych beczek uległa rozszczelnieniu i wyciekło ponad 1500 kg izobutanolu.***
	Brodnica	***Z pojazdu spadł ładunek 2Mg kwasu siarkowego. Skażeniu uległy wody Drwęcy.***
	Gorlice	***Wyciek ropy naftowej z zakładów przemysłowych. Skażeniu uległa rzeka Ropa.***
	Olszany	***Na skutek wypadku drogowego nastąpił wyciek 18 Mg oleju napędowego z cysterny samochodowej. Zanieczyszczeniu uległy wody Sanu.***
	Gdańsk	***Zatrucie związkami fosforoorganicznymi ujęcia wody dla Gdańska.***
	Płock	***Rozmyślne rozszczelnienie rurociągu paliwowego. Skażeniu uległo 1 800m^2 pól uprawnych i rowów melioracyjnych.***
	Legnica	***Celowe wylanie rtęci do studzienki melioracyjnej.***
1992	***Płock***	***Wyciek polipropylenu w Mazowieckich Zakładach Rafineryjnych i Petrochemicznych.***
1996	***Gdynia***	***Wyciek ok. 200 kg amoniaku w PPP i H „Dalmor" (bez ofiar).***
1998	***Twarda Góra k. Tczewa***	***Wyciek 20 Mg (20 t) epichlorochydryny z cysterny kolejowej. Ewakuowano mieszkańców z pobliskich budynków.***

Źródło: Opracowanie własne autora na podstawie dostępnej literatury.

Załącznik 2

Struktura skali awarii elektrowni jądrowych

POZIOM I NAZWA	Kryteria i najistotniejsze cechy bezpieczeństwa		
	Skutki poza obiektem	Skutki w obiekcie	Naruszenie wielostopniowych zabezpieczeń
7 WIELKA AWARIA	Wielkie uwolnienie; rozległe skutki zdrowotne i środowiskowe		
6 POWAŻNA AWARIA	Znaczne uwolnienie; Prawdopodobnie będzie konieczne pełne wprowadzenie planowanych przeciwdziałań		
5 AWARIA Z ZAGROŻE-NIEM POZA OBIEKTEM	Ograniczone uwolnienie Prawdopodobnie będzie konieczne częściowe wprowadzenie planowanych przeciwdziałań	Poważne uszkodzenie rdzenia reaktora (barier ekologicznych)	
4 AWARIA BEZ ZNA-CZĄCEGO ZAGROŻENIA POZA OBIEKTEM	Małe uwolnienie: Narażenie ludności na napromieniowanie dawką na poziomie dopuszczalnych limitów	Znaczne uszkodzenie rdzenia reaktora (barier ekologicznych), narażenie pracownika na napromieniowanie dawką śmiertelną	
3 POWAŻNY INCYDENT	Bardzo małe uwolnienie: Narażenie ludności na napromieniowanie dawką rzędu ułamka dopuszczalnych limitów	Poważne skażenie/ ostre skutki zdrowotne u pracownika	
2 INCYDENT	BEZ ZNACZENIA DLA BEZPIECZEŃSTWA	Znaczne skażenie/ nadmierne narażenie pracownika	Znaczne naruszenie zabezpieczeń
1 ANOMALIA			Anomalia naruszająca warunki eksploatacyjne
0 ODSTĘPSTWO ZDARZENIE PONIŻEJ SKALI			
ZDARZENIE POZA SKALĄ	NIE ZWIĄZANE Z BEZPIECZEŃSTWEM		

Źródło: Strupczewski A. Awarie... dz. cyt.

Załącznik 3

Dziedziny zastosowania toksycznych środków przemysłowych

Nazwa toksycznego środka przemysłowego	Dziedziny zastosowania
Akrylonitryl	Produkcja włókien syntetycznych, gumy i kauczuku syntetycznego i barwników.
Tlenki azotu	Składnik paliwa rakietowego.
Amoniak	Produkcja kwasu azotowego, cyjanowodoru, akrylonitrylu, włókien syntetycznych, nawozów mineralnych, materiałów wybuchowych, środków chłodniczych.
Kwas azotowy	Ma zastosowanie w syntezie organicznej przy produkcji barwników, przy nitrowaniu celulozy, w metalurgii, przy produkcji związków azotowych i nawozów.
Dwumetylohydrazyna	Składnik paliwa rakietowego.
Hydrazyna	Składnik paliwa rakietowego, produkcja materiałów wybuchowych, gum i wyrobów gumowych.
Dwuchloroetan	Rozpuszczalnik, przygotowanie roztworów odkażających.
Tlenek węgla	Rafinacja metali, synteza metanolu, paliwo gazowe.
Tlenek etylenu	Synteza glikolu, etanoloaminy, eterów, barwników organicznych, gum i włókien poliestrowych.
Dwusiarczek węgla	Produkcja włókien wiskozowych, celofanu, włókien syntetycznych, rozpuszczalników. Wulkanizacja kauczuku. Środek dezynfekcyjny.
Czteroetylek ołowiu	Ma zastosowanie jako antydetonator w mieszaninie z chlorowcopochodnymi węglowodorów.
Fosgen	Produkcja tworzyw sztucznych, kauczuków i włókien syntetycznych, barwników i pochodnych izocyjanianów
Dwutlenek siarki	Produkcja kwasu siarkowego, wybielanie celulozy, wełny, jedwabiu, mąki kukurydzianej i cukru. Środek dezynfekcyjny i chłodniczy.
Fluorowodór	Produkcja fluorowęglowodorów, tworzyw sztucznych odpornych termicznie i chemicznie /teflonów/. Otrzymywanie uranu z fosforatów. Metalurgia.
Chlor	Produkcja tworzyw sztucznych, środków owadobójczych, rozpuszczalników, środków dezynfekcyjnych, wybielających, piorących; produkcja gliceryny, tlenku etylenu. Oczyszczanie wody. Metalurgia.
Chloropikryna	Środek do zwalczania szkodników w rolnictwie i dezynfekcji. Występuje jako produkt pośredni przy produkcji barwników.
Cyjanowodór	Produkcja akrylonitrylu, akrylanów, cyjanianów. Synteza kauczuku nitrylowego, włókien chemicznych, tworzyw sztucznych, szkła organicznego.
Dioksyna	Produkt towarzyszący i przejściowy przy produkcji związków chloroorganicznych.

Źródło: Metodyka oceny sytuacji chemicznej...dz. cyt.

Załącznik 4

Zestawienie zakładów i przechowywanych toksycznych środków przemysłowych w miastach nadmorskich

Lp.	Nazwa zakładu i adres	Współrzędne geograficzne pełne		Miejscowość	Rodzaj środka	Ilość składowanych TSP [Mg, t]	Sposób składowania, ilość zbiorników / całkowita pojemność [Mg]
		X	Y				
1	*2*	*3*	*4*	*6*	*7*	*8*	*9*
WOJEWÓDZTWO ZACHODNIOPOMORSKIE							
1.	***Zakłady Chemiczne „Police" S.A. ul. Kuźnicka 1***	***5939000***	***3470000***	***Police***	***amoniak***	***14 000***	***Zbiornik kulisty, naziemny, bezciśnieniowy, 1/15 000 Zbiorniki kuliste, naziemne, niskociśnieniowe, 3/1 550***
					kwas siarkowy	20 000	Zbiorniki, 12/2 000 i 3/6 000
					chlor	1,5	Walczaki stalowe naziemne 6/0,5
2.	Zakłady Włókien Chemicznych „Chemitex Wiskord" ul. Transportowa 1	5914250	3471850	Szczecin Kluczewo	dwusiarczek węgla	80	Walczaki poziome, konstr. metalowe, zawieszone w wodzie, 6/40, 2/10
					kwas siarkowy	70	Walczaki na konstr. stalowej 2/50, 2/46
					wodorotlenek sodu	250	Walczaki pionowe, na konstr. metalowej, 30/8, 2/100
					amoniak	0,6	Walczaki pionowe, konstr. stalowa, 3/0,45
					amoniak	2,4	Instalacja chłodnicza
3.	Wojewódzkie Przedsiębiorstwo Przemysłu Mięsnego „Agryf" ul. Pomorska 115/b	5917950	3479450	Szczecin Dąbie	amoniak	20	Walczaki stalowe, naziemne 4/4, 3/5, 1/7
					kwas solny	14	Walczak naziemny 1/25
4.	Wojewódzki Ośrodek Sportu i Rekreacji „Lodogryf" ul. Aleja Wojska Polskiego 127	5924200	3468800	Szczecin	amoniak	7	Walczaki poziome na podst. metalowej 1/11,7, instalacja chłodnicza 1/1
5.	Spółdzielnia Mleczarska ul. Południowa 3	5917700	3467100	Szczecin	amoniak	7	Walczaki poziome na fundamentach betonowych 1/3, 2/2
6.	Browary S.A. ul. Chmielewskiego 16	5919800	3469000	Szczecin	amoniak	2	Walczaki poziome na podst. stalowej 2/2

Lp.	Nazwa zakładu i adres	Współrzędne geograficzne pełne		Miejscowość	Rodzaj środka	Ilość składowanych TSP [Mg, t]	Sposób składowania, ilość zbiorników /całkowita pojemność [Mg]
		X	Y				
1	*2*	*3*	*4*	*6*	*7*	*8*	*9*
7.	***Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Usługowe „Port rybacki Gryf" ul. Władysława IV 1***	***5922080***	***3471500***	***Szczecin***	***amoniak***	***14***	***Walczaki poziome na konstr. stalowej 4/7, 1/6, 1/1,2***
8.	Zakłady Drobiarskie „Drobex – Heintz" ul. Kniewska 5/10	5921200	3481100	Szczecin Dąbie	amoniak	12	Walczaki poziome na konstr. metalowej 1/20, 5/5
9.	***Przedsiębiorstwo Produkcyjno –Handlowe „Centrala Rybna" ul. Bulwar Gdański 2***	***5921200***	***3470950***	***Szczecin***	***amoniak***	***3,4***	***Walczaki poziome na konstr. metalowej 1/3,2 1/1, 1/0,3***
10.	Zakłady Wodociągów i Kanalizacji ul. Szymanowskiego 2	5918800	3468800	Szczecin Pomorzany	chlor	4,5	Zbiornik metalowy, kulisty, naziemny
11.	Szczecińskie Zakłady Nawozów Fosforowych ul. Nad Odrą 65	5929400	3474400	Szczecin	kwas siarkowy	2 500	Walczaki pionowe na podłożu ceramicznym 3/570, 6/1,6
12.	***Port Rybacki „Gryf" ul. Władysława IV 1***	***5922000***	***3471300***	***Szczecin***	***amoniak***	***14***	***Walczaki poziome, konstr. metalowa 4/12, 1/6***
13.	Chłodnia Składowa „Lodon" ul. Pomorska 112	5917800	3479120	Szczecin	amoniak	10	Walczaki poziome, konstr. metalowa 3/5
14.	***Chłodnia Składowa „Rolmlyn" ul. Bytomska 7***	***5922750***	***3472150***	***Szczecin***	***amoniak***	***20***	***Walczaki poziome, konstr. metalowa 5/5***
15.	***Przedsiębiorstwo Połowów Dalekomorskich i Usług Rybackich, ul. Soltana 1***	***5974800***	***3452200***	***Świnoujście***	***amoniak*** ***chlor***	***11*** ***1***	***Walczaki naziemne 2/0,5, 2/2*** ***Instalacja techniczna*** ***Zbiornik metalowy***
16.	***Przedsiębiorstwo Połowów i Usług Rybackich „Kuter" ul. Konrada 1***	***6034250***	***3590800***	***Darłowo***	***amoniak***	***10***	***Instalacja chłodnicza***

Lp.	Nazwa zakładu i adres	Współrzędne geograficzne pełne		Miejscowość	Rodzaj środka	Ilość składowanych TSP [Mg, t]	Sposób składowania, ilość zbiorników / całkowita pojemność [Mg]
		X	Y				
1	*2*	*3*	*4*	*6*	*7*	*8*	*9*
17.	***Przedsiębiorstwo Połowów i Usług Rybackich „Barka" ul. Bałtycka 1***	***6006300***	***3536150***	***Kołobrzeg***	***amoniak***	***20***	***Instalacja chłodnicza***
	WOJEWÓDZTWO POMORSKIE						
1.	Rafineria Gdańska S.A. ul. Elbląska 135	6027700	4353000	Gdańsk	propan – butan	10 000 m^3	Zbiorniki naziemne, stalowe 7/11 000
					czteroetylek ołowiu	40 m^3	Zbiorniki naziemne, stalowe 2/50
					amoniak	1,5	Zbiornik stalowy 1/6
2.	***Zakłady Przemysłu Tłuszczowego ul. Wiślana 19***	***6031100***	***4347150***	***Gdańsk***	***amoniak***	***5***	***Zbiornik naziemny, stalowy 1/6***
3.	Przedsiębiorstwo Przeróbki i Spedycji Spalin Chemicznych „Siarkopol" ul. Mjr. H. Sucharskiego 12	6032000	4349570	Gdańsk	siarka granulowana	30 000	Zbiorniki naziemne, stalowe 6/3 000
4.	***Gdańska Stocznia Remontowa ul. Na Ostrowiu 1***	***6029825***	***4348000***	***Gdańsk***	***amoniak***	***2,2***	***Zbiorniki naziemne, stalowe 2/10***
5.	***Przedsiębiorstwo Zaopatrzenia Farmaceutycznego ul. Chmielna 47/52***	***6027000***	***4347650***	***Gdańsk***	***amoniak***	***2***	***Butle szklane***
6.	***Zakłady Rybne ul. Sienna Grobla 7***	***6028350***	***4348520***	***Gdańsk***	***amoniak***	***1,5***	***Zbiornik naziemny, stalowy 1/6***
7.	***Zakłady Mięsne ul. Grobla Angielska 19***	***6027210***	***4348350***	***Gdańsk***	***amoniak***	***14***	***Zbiornik naziemny***

Lp.	Nazwa zakładu i adres	Współrzędne geograficzne pełne		Miejscowość	Rodzaj środka	Ilość składowanych TSP [Mg, t]	Sposób składowania, ilość zbiorników / całkowita pojemność [Mg]
		X	Y				
1	*2*	*3*	*4*	*6*	*7*	*8*	*9*
8.	Browary "HEWELIUS BREWING COMPANY LTD" ul. Kilińskiego 115	6031400	4344700	Gdańsk	amoniak	10	Instalacja chłodnicza
9.	***Przedsiębiorstwo Przemysłu Chłodniczego ul. Długa Grobla 4a***	***6027700***	***4348600***	***Gdańsk***	***amoniak***	***5***	***Zbiorniki naziemne, stalowe 2/50***
10.	***PPP i H "Dalmor" S.A. ul. Hryniewickiego 10***	***6047050***	***4341750***	***Gdynia***	***amoniak***	***37***	***Zbiorniki naziemne, stalowe 1/27, 1/10***
11.	Zakłady Mięsne „Meat" S.A. ul. Adm. Unruga 111	6050900	4336850	Gdynia	amoniak	13	Zbiorniki naziemne, stalowe 1/6, 1/7
12.	***„Pekpol" S.A. w Warszawie Zakład Eksportowo – Przemysłowy w Gdyni ul. Polska 20***	***6047650***	***4340300***	***Gdynia***	***amoniak***	***23***	***Zbiorniki naziemne***
13.	PHZ Spółdzielnia Mleczarska „Lacpol" Sp. z o.o.	6076600	4340400	Gdynia	amoniak	7,8	Zbiorniki naziemne 2/2,17 Instalacja chłodnicza
14.	Zakłady Rybne „Wilbo" ul. Hutnicza 22	6050200	4336250	Gdynia	amoniak	5	Zbiornik naziemny
15.	***PP i UR „Koga-Maris" ul. Kuracyjna 10***	***6055400***	***4358400***	***Hel***	***amoniak***	***11***	***Zbiorniki stalowe 1/3,5, 2/1,5 Instalacja chłodnicza***
16.	***PP i UR „Szkuner" ul. Portowa 5***	***6077800***	***4333700***	***Władysławowo***	***amoniak***	***12***	***Zbiorniki naziemne, instalacja chłodnicza***
17.	***PP i UR „Korab" ul. Westerplatte 10***	***6052600***	***3620100***	***Ustka***	***amoniak***	***10***	***Instalacja chłodnicza***

Źródło: Opracowano na podstawie danych uzyskanych w OAS MW. Pogrubioną kursywą zaznaczono obiekty, których awarie mogą mieć wpływ na działanie jednostek MW RP.

Załącznik 5

Klasyfikacja materiałów niebezpiecznych
według przepisów transportowych

Transport kolejowy i drogowy (RID, ARD)		Transport morski (IMO - Code)	
Klasa, podklasa	Rodzaj materiału	Klasa, podklasa	Rodzaj materiału
1.1	Materiały i przedmioty wybuchowe	1	Materiały wybuchowe
1.2	Przedmioty wypełnione materiałami wybuchowymi		
1.3	Materiały zapalające, ognie sztuczne i podobne materiały		
2	Gazy sprężone, skroplone lub rozpuszczone pod ciśnieniem, gazy głęboko schłodzone	2	Gazy
3	Materiały ciekłe zapalne	3.1	Ciecze łatwo zapalne o niskiej temperaturze zapłonu (do 21^{0}C)
		3.2	Ciecze łatwo zapalne o średniej temperaturze zapłonu (21-55^{0}C)
		3.3	Ciecze łatwo zapalne o wysokiej temperaturze zapłonu (ponad 55^{0}C)
4.1	Materiały stałe zapalne	4.1	Materiały stałe zapalne
4.2	Materiały samozapalne	4.2	Materiały samozapalne
4.3	Materiały wydzielające w zetknięciu z wodą gazy zapalne	4.3	Materiały wydzielające w zetknięciu z wodą gazy zapalne
5.1	Materiały utleniające, podtrzymujące palenie	5.1	Materiały utleniające
5.2	Nadtlenki organiczne	5.2	Nadtlenki organiczne
6.1	Materiały trujące	6.1	Materiały trujące
6.2	Materiały zakaźne	6.2	Materiały zakaźne
7	Materiały promieniotwórcze	7	Materiały promieniotwórcze
8	Materiały żrące	8	Materiały żrące
		9	Inne materiały niebezpieczne

Źródło: Toksyczne środki przemysłowe, MON, Sztab Obrony Cywilnej Kraju, sygn. SOCK 161/93, Warszawa 1993.

Oznaczenia cyfrowe charakteryzujące TSP, umieszczane na tablicach identyfikacyjnych

1. Cyfra pierwsza
   - 2 - gaz
   - 3 - ciecz zapalna
   - 4 - materiał stały zapalny
   - 5 - materiał utleniający, podtrzymujący palenie lub nadtlenek organiczny
   - 6 - materiał trujący
   - 7 - materiał żrący

2. Cyfra druga i trzecia
   - 1 - niebezpieczeństwo wybuchu
   - 2 - zdolność wytwarzania / wydzielania/ gazu
   - 3 - niebezpieczeństwo zapalenia /łatwopalność/
   - 5 - niebezpieczeństwo utleniania
   - 6 - niebezpieczeństwo zatrucia /toksyczność/
   - 8 - działanie żrące
   - 9 - niebezpieczeństwo
   - 0 - brak dodatkowego zagrożenia

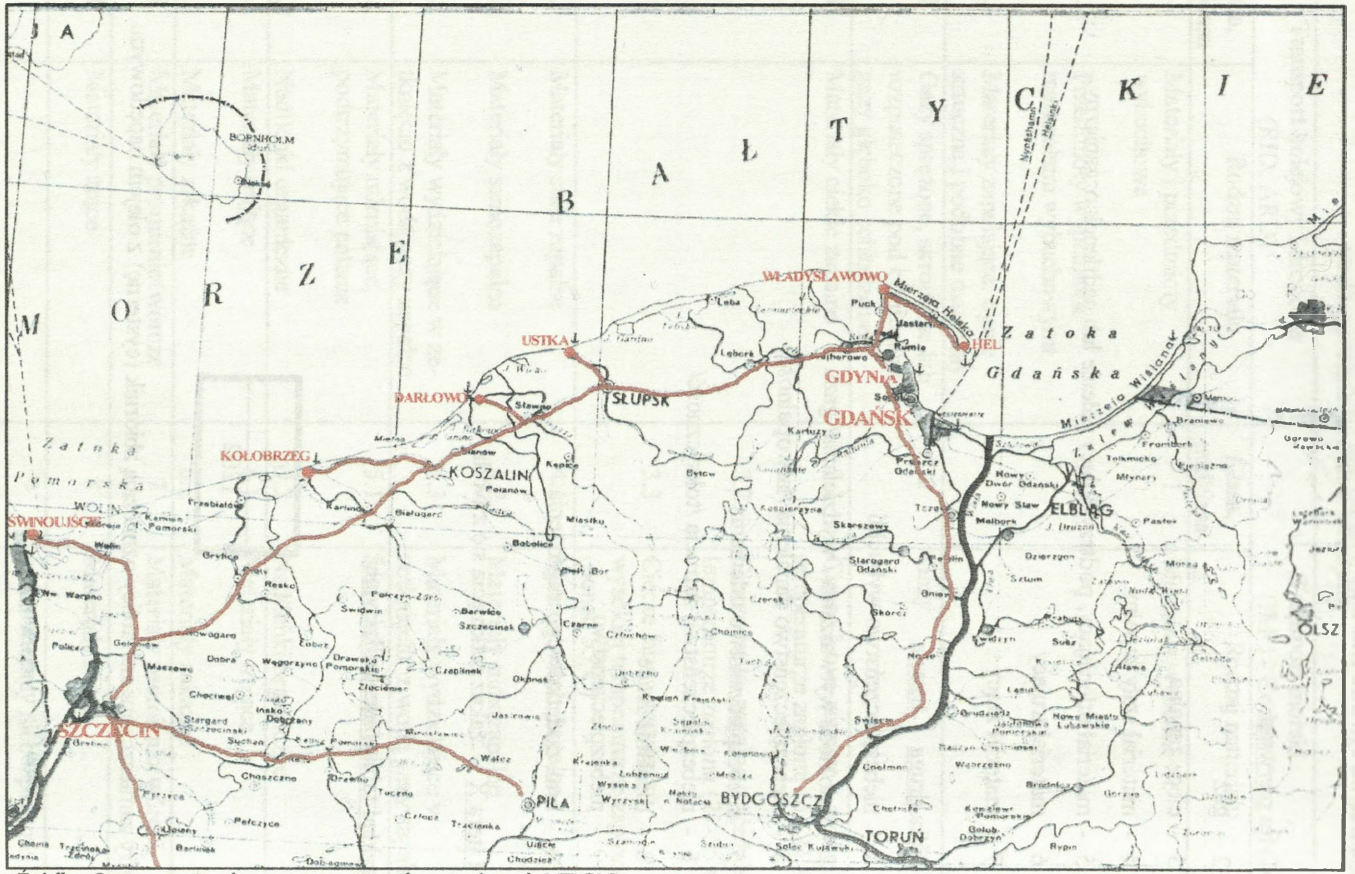
3. Litera X - zakaz zetknięcia się z wodą.

Przykład tablicy identyfikacyjnej:

30
1202

Cyfry zamieszczone na tablicy oznaczają zbiornik (cysternę) z olejem napędowym.

Trasy przewozu toksycznych środków przemysłowych na Pomorzu transportem samochodowym



Źródło: Opracowanie własne autora na podstawie danych MTiGM.

Trasy przewozu toksycznych środków przemysłowych na Pomorzu transportem kolejowym

Źródło: Opracowanie własne autora na podstawie danych MTiGM

Trasy przewozu toksycznych środków przemysłowych morzem

Źródło: Opracowanie własne autora na podstawie danych MTiGM

Załącznik 10

Wykaz środków toksycznych znajdujących się w jednostkach wojskowych na Wybrzeżu

Lp.	Miejscowość	Nazwa substancji	Ilość /Mg/
1	*2*	*3*	*4*
1	Puck	kwas azotowy samina	20,5 5,4
2	Hel	kwas azotowy samina	28,45 9,6
3	Sobieszewo	kwas azotowy samina	24,1 8,0
4	Dąbrówka	kwas azotowy samina	12,4 5,5
5	Bieszkowice	kwas azotowy samina	90,4 18,0
6	Smołdzino	kwas azotowy samina	30,6 11,9
7	Lubiatowo	kwas azotowy samina	20,1 8,4
8	Stargard Szcz.	kwas azotowy samina	49,4 12,7
9	Gryfino	kwas azotowy samina	38,4 13,0
10	Kołczewo	kwas azotowy samina	42,7 14,6
11	Ustronie Morskie	kwas azotowy samina	29,0 8,1
12	Darłowo	kwas azotowy samina	31,1 9,2
13	Mrzeżyno	kwas azotowy samina	133,4 27,7

Źródło: Zestawienie OAS MW

Charakterystyka działania wybranych toksycznych środków przemysłowych i objawy zatrucia

Rodzaj toksycznego środka przemysłowego	Sposób działania	Objawy zatrucia
1	*2*	*3*
Amoniak	Jest niebezpieczny dla oczu, dróg oddechowych, ośrodkowego układu nerwowego i skóry. Po kilku minutach ekspozycji następuje osłabienie mięśni ze wzmożoną aktywnością odruchową, pojawiają się drgawki, obniża się próg słuchu, możliwy jest obrzęk płuc. Efektem zatrucia mogą być zaburzenia psychiczne i neurologiczne, mętnienie rogówki i soczewki, a niekiedy utrata wzroku.	Duże stężenia wywołują obfite łzawienie, ból oczu, duszność, kaszel, zawroty głowy, bóle żołądka, wymioty i zatrzymanie moczu. Może nastąpić skurcz krtani i obrzęk strun głosowych. Skutkami spożycia są zaczerwienienie i szklisty obrzęk błon śluzowych. Pojawiają się ból za mostkiem, czkawka oraz wymioty. Działanie na skórę objawia się wystąpieniem rumienia, następnie pęcherzy i owrzodzeń.
Akrylonitryl	Działanie jest podobne do zatrucia kwasem pruskim. Zatrucie następuje przez drogi oddechowe, przewód pokarmowy i skórę. Podczas wdychania następuje blokada wewnątrzkomórkowych enzymów oddechowych zawierających żelazo, co utrudnia przyswajanie przez organizm tlenu dostarczanego przez krew. Zakłóceniu ulega funkcja centralnego układu nerwowego. Podczas działania przez skórę wywołuje silne oparzenia, pozostawiając blizny po wyleczeniu.	Wdychanie par początkowo wywołuje pieczenie błon śluzowych i łzawienie, a następnie pojawia się ból głowy, ucisk w klatce piersiowej, podniecenie i uczucie strachu oraz swędzenie skóry. Ostre zatrucie powoduje ból i zawroty głowy, osłabienie, nudności, wymioty, pocenie i biegunkę. W ciężkich przypadkach możliwe są ponadto drgawki, sinica, tachykardia, obniżenie temperatury ciała i utrata świadomości. Przy krótkotrwałym działaniu na skórę po pewnym czasie pojawiają się zaczerwienienie, pieczenie oraz oparzenia drugiego i trzeciego stopnia.
Chlor	Podrażnia drogi oddechowe oraz może wywołać obrzęk płuc. We krwi zmienia skład wolnych aminokwasów i obniża aktywność niektórych tlenków.	Przy małych i średnich stężeniach pojawiają się nagłe bóle w klatce piersiowej, pieczenie i kłucie w oczach, łzawienie i męczący suchy kaszel. Po upływie 2÷3 godzin rozwija się obrzęk płuc. Wysokie stężenia mogą spowodować

1	2	3
		natychmiastową śmierć, wskutek odruchowego zablokowania płuc.
Cyjanowodór	Jest inhibitorem enzymów układu oddechowego. Powoduje błyskawiczną blokadę wewnątrzkomórkowych enzymów oddechowych zawierających żelazo, co utrudnia przekazywanie tkankom tlenu dostarczonego przez krew i powoduje wewnętrzne niedotlenienie organizmu. Naruszeniu ulega czynność ośrodkowego układu nerwowego. Zatrucie może nastąpić drogami oddechowymi lub pokarmowymi.	Przy małych stężeniach pojawiają się zawroty głowy, uczucie gorąca i braku powietrza, zaczerwienienie skóry, szum w uszach. Porażenie wzroku, nudności i wymioty. Naruszeniu ulegają czynności serca. W warunkach narażenia na duże stężenia, w ciągu kilku sekund lub minut pojawiają się konwulsje, po czym następuje śmierć.
Chloropikryna	Posiada własności duszące i ogólnotrujące. Pary silnie drażnią błony śluzowe oczu i płuca. Może powodować obrzęk płuc i zaburzenia ośrodkowego układu nerwowego. Silnie drażni skórę.	Powoduje łzawienie, podrażnienie górnych dróg oddechowych, kaszel, nudności, wymioty, bóle brzucha i głowy, biegunkę, osłabienie mięśni oraz częste i słabe tętno. Może spowodować śmierć wskutek obrzęku płuc.
Ditlenek siarki	Działa na wilgotne błony śluzowe wskutek tworzenia się kwasu siarkawego lub siarkowego, wywołujących silne miejscowe podrażnienie. Rozwija się skurcz oskrzeli, pojawiają się trudności w oddychaniu, zachwianiu ulega przemiana węglowodanowa i białkowa, a także procesy utleniania w rdzeniu kręgowym, wątrobie, śledzionie i mięśniach.	Powoduje podrażnienie oczu, nosa i gardła. Przy działaniu krótkotrwałym występują wymioty oraz trudności w mówieniu i połykaniu. Śmierć może nastąpić w wyniku uduszenia będącego rezultatem odruchowego skurczu szczeliny głosowej, nagłego zatrzymania obiegu krwi w płucach lub szoku, a także w wyniku obrzęku płuc.
Disiarczek węgla	Jest trucizną neurotropową o własnościach ogólnego zatruwania organizmu. Przenika do organizmu drogami oddechowymi, a także przez nieuszkodzoną skórę. Duże stężenia wykazują działanie narkotyczne. Chroniczne działanie małych stężeń wywołuje choroby ośrodkowego wegetatywnego i peryferyjnego układu nerwowego, organów endokrynologicznych i wewnętrznych oraz układu krwionośnego. Sprzyja rozwojowi	Przy wdychaniu następuje zaczerwienienie twarzy, pojawia się stan euforii, czasami konwulsje. Duże stężenia powodują szybką utratę świadomości oraz stwarzają niebezpieczeństwo paraliżu układu oddechowego. Możliwe są silny ból głowy, porażenie wzroku, słuchu i równowagi, wystąpienie zespołu Parkinsona, zaburzenia świadomości, snu oraz funkcji nerek.

1	2	3
	chorób układu sercowo-naczyniowego i choroby wrzodowej żołądka i dwunastnicy, cukrzycy i innych.	Po spożyciu występują wymioty i biegunka z domieszką krwi. Długotrwałe działanie na skórę powoduje zmiany podobne do oparzeń drugiego stopnia, a skutki są takie same jak przy wdychaniu.
Fluorowodór	Silnie drażni górne drogi oddechowe. Duże stężenia powodują podrażnienie oczu i śluzówki nosa oraz łzawienie i ślinotok. Mogą powstawać trudno gojące się wrzody spojówek oczu, błon śluzowych nosa, jamy ustnej, krtani i oskrzeli oraz ropne zapalenie i krwawienie z nosa. Niekiedy występują wymioty, kolka, objawy porażenia ośrodkowego układu nerwowego, uczucie duszenia oraz naruszenie krwiobiegu w naczyniach wieńcowych i spadek ciśnienia krwi. Może spowodować toksyczne zapalenie wątroby.	Pary powodują silne podrażnienie błon śluzowych oczu i nosa. Po spożyciu powoduje bóle brzucha, pocenie, duszności i biegunkę z domieszką krwi. Pojawia się silne pragnienie, osłabienie mięśni, drgawki i konwulsje. Temperatura ciała podnosi się, a ciśnienie krwi się obniża. Przy działaniu na skórę szybko i głęboko wnika do tkanek wywołując silny ból. Skutkiem są głębokie, trudno gojące się martwice tkanek i wrzody.
Fosgen	Działa rażąco na płuca. Powoduje ograniczenie przenikalności ścianek pęcherzyków płucnych i naczyń krwionośnych, w wyniku czego powstaje obrzęk płuc. Pojawia się głód tlenowy organizmu zwiększający się wskutek zwolnienia krążenia krwi.	Przy małych i średnich stężeniach wywołuje podrażnienie górnych dróg oddechowych i oczu, łzawienie, kaszel i nudności. Przy dużych stężeniach pojawiają się wymioty, bóle za mostkiem i duszność, po czym objawy ulegają osłabieniu i ustępują. Następuje okres utajenia choroby trwający 1÷24 godzin. Krótszy okres utajenia świadczy o silniejszym zatruciu. Następnie pojawia się kaszel, trudności w oddychaniu, ból w klatce piersiowej, silna chrypka i wzrost temperatury ciała. Obrzęk płuc jest największy w końcu pierwszej doby. Ilość tlenu we krwi się zmniejsza. Śmierć może nastąpić wskutek głodu tlenowego.

1	2	3
Tlenek etylenu	Jest narkotykiem o silnych specyficznych własnościach toksycznych. Cechuje go działanie inhalacyjne i drażniące skórę w każdym stanie fizycznym. Łatwo przenika przez odzież.	Przy małych i średnich zatruciach powoduje podrażnienie błon śluzowych oczu, słabe bicie serca, skurcze mięśni, zaczerwienienie twarzy, bóle głowy, osłabienie słuchu i silne wymioty. Poważniejsze zatrucia objawiają się silnym bólem głowy, zawrotami, zachwianiem równowagi, trudnościami w mówieniu, bólami nóg i powolnością ruchów. Porażenie skóry powoduje tworzenie się pęcherzy i martwicy.

Źródło: Metodyka oceny sytuacji chemicznej...dz. cyt.

Załącznik 12

Charakterystyka zagrożenia wybuchowego i pożarowego wybranych toksycznych środków przemysłowych

Nazwa toksycznego środka przemysłowego	Zagrożenie	
	wybuchowe	pożarowe
1	2	3
Akrylonitryl	Pary tworzą z powietrzem mieszaniny wybuchowe przy stężeniu 3,05-17%.	Zapala się od otwartego ognia. Temperatura zapłonu 481^{0}C.
Amoniak	Mieszaniny z powietrzem, tlenem i tlenkami azotu stwarzają zagrożenie wybuchowe. Wartości stężeń grożących wybuchem: - z powietrzem 15-28%; - z tlenem 13,5-79%; - z tlenkami azotu 2,2-72% Zbiorniki zawierające amoniak po ogrzaniu mogą wybuchać. Obecność smarów i paliw zwiększa zagrożenie wybuchowe.	Gaz palny. Pali się przy stałej obecności źródła ognia. Temperatura zapłonu 651^{0}C. Obecność smarów i paliw zwiększa zagrożenie pożarowe.
Chlor	Reaguje wybuchowo lub tworzy związki o właściwościach wybuchowych z wieloma substancjami chemicznymi: wodorem, acetylenem, terpentyną, eterem i in. Zbiorniki zawierające chlor po ogrzaniu mogą wybuchać.	Niepalny. Stwarza zagrożenie pożarowe z powodu podtrzymywania palenia wielu substancji organicznych.
Chloropikryna	Stwarza zagrożenie wybuchowe w mieszaninie z powietrzem i innymi substancjami, posiada własność wybuchowego rozkładu podczas detonacji.	Niepalna. Stwarza jednak zagrożenie pożarowe.

1	2	3
Cyjanowodór	Pary tworzą z powietrzem mieszaniny wybuchowe przy stężeniu 6-40%. Zbiorniki zawierające cyjanowodór po ogrzaniu mogą wybuchać.	Pali się przy stałej obecności źródła ognia. Temperatura zapłonu 538^{0}C.
Disiarczek węgla	Pary tworzą z powietrzem mieszaniny wybuchowe przy stężeniu 1÷50% nawet w znacznych odległościach od miejsca awarii.	Stwarza zagrożenie pożarowe. Temperatura zapłonu 100^{0}C. Pary są łatwo zapalne.
Ditlenek siarki	Zbiorniki podczas podgrzewania mogą wybuchać.	Niepalny, stwarza jednak zagrożenie pożarowe.
Fluorowodór	Stwarza zagrożenie wybuchowe w mieszaninach z powietrzem i innymi substancjami. Zbiorniki podczas podgrzewania mogą wybuchać.	Niepalny, stwarza jednak zagrożenie pożarowe.
Fosgen	Stwarza zagrożenie wybuchowe w mieszaninach z powietrzem i innymi substancjami. Zbiorniki podczas podgrzewania mogą wybuchać.	Niepalny, stwarza jednak zagrożenie pożarowe.

Źródło: Metodyka oceny sytuacji chemicznej...dz. cyt..

Wybrane warunki klimatyczne

Szer. = 54°32'N Dłg. = 18°33'E
Wysokość nad poziomem morza 2 m

GDYNIA

Miesiąc	Temperatura powietrza [°C]			Liczba dni		Częstość kierunków wiatru [%]								Cisza	Średnia prędkość wiatru [m · s⁻¹]	Liczba dni z wiatrem 7°B i więcej	Liczba dni z mgłą
	Średnia minimalna dobowa	Średnia dobowa	Średnia maksymalna dobowa	Pogodnych	Pochmurnych	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW				
I	-3	-1	2	1	18	3	3	4	10	22	18	22	14	4	6	1	3
II	-4	-1	1	1	18	6	5	6	12	15	13	21	18	4	6	1	5
III	-2	2	4	4	13	7	7	8	16	12	9	17	18	6	5	2	3
IV	2	6	9	3	9	11	9	6	12	11	9	16	18	8	5	1	4
V	7	11	14	4	8	15	13	8	10	7	6	12	19	10	4	0	2
VI	11	15	19	3	7	11	9	7	10	8	8	19	20	8	4	0	2
VII	14	18	21	3	8	9	8	7	8	7	9	21	22	9	4	0	1
VIII	14	18	21	2	8	7	8	8	8	9	11	21	19	9	4	0	1
IX	11	14	17	3	7	6	4	5	10	13	15	25	15	7	4	0	1
X	7	9	12	2	12	4	3	5	10	18	19	22	14	5	5	2	3
XI	2	4	7	1	17	3	2	3	15	24	18	19	12	4	5	1	4
XII	0	1	4	1	18	2	2	4	13	22	18	21	13	5	6	1	3
Średnia	5	8	11	-	-	7	6	6	11	14	13	20	17	6	5	-	-
Σ	-	-	-	28	141	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	32

Źródło: Locja Bałtyku – wybrzeże polskie, Biuro hydrograficzne MW, Gdynia 1994.

Wybrane warunki klimatyczne

Szer. = 54°36'N Dłg. = 18°49'E
Wysokość nad poziomem morza 1 m

HEL

Miesiąc	Temperatura powietrza [°C]			Liczba dni		Częstość kierunków wiatru [%]								Cisza	Średnia prędkość wiatru [m · s⁻¹]	Liczba dni z wiatrem 7°B i więcej	Liczba dni z mgłą
	Średnia minimalna dobowa	Średnia dobowa	Średnia maksymalna dobowa	Pogodnych	Pochmurnych	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW				
I	-3	-1	1	1	18	4	4	7	11	26	15	20	10	3	6	0	3
II	-3	-1	1	1	15	6	6	10	13	20	11	19	11	4	5	0	4
III	-1	1	4	6	10	7	10	16	12	14	10	18	8	5	5	1	3
IV	2	5	9	5	9	15	15	11	8	11	9	12	13	6	4	-	4
V	6	10	14	6	7	17	17	13	7	8	5	13	13	7	4	-	4
VI	11	15	19	5	6	16	15	10	6	7	6	19	13	8	4	0	2
VII	13	17	21	5	8	12	10	9	5	8	10	24	15	7	4	-	1
VIII	14	17	21	4	6	9	11	10	6	10	10	24	14	6	4	-	1
IX	11	14	17	4	7	6	5	9	9	14	13	25	13	6	5	0	1
X	7	10	12	3	13	5	4	7	9	20	16	23	11	5	5	1	2
XI	3	5	7	1	17	3	5	7	10	23	19	21	8	4	6	0	2
XII	0	1	3	1	19	4	4	9	7	21	19	24	10	2	6	0	2
Średnia	5	8	11	-	-	9	9	10	9	15	12	20	11	5	5	-	-
Σ	-	-	-	42	135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	29

Źródło: Locja Bałtyku – wybrzeże polskie, Biuro hydrograficzne MW, Gdynia 1994.

Wybrane warunki klimatyczne

Szer. = 53°55'N Dłg. = 14°14'E

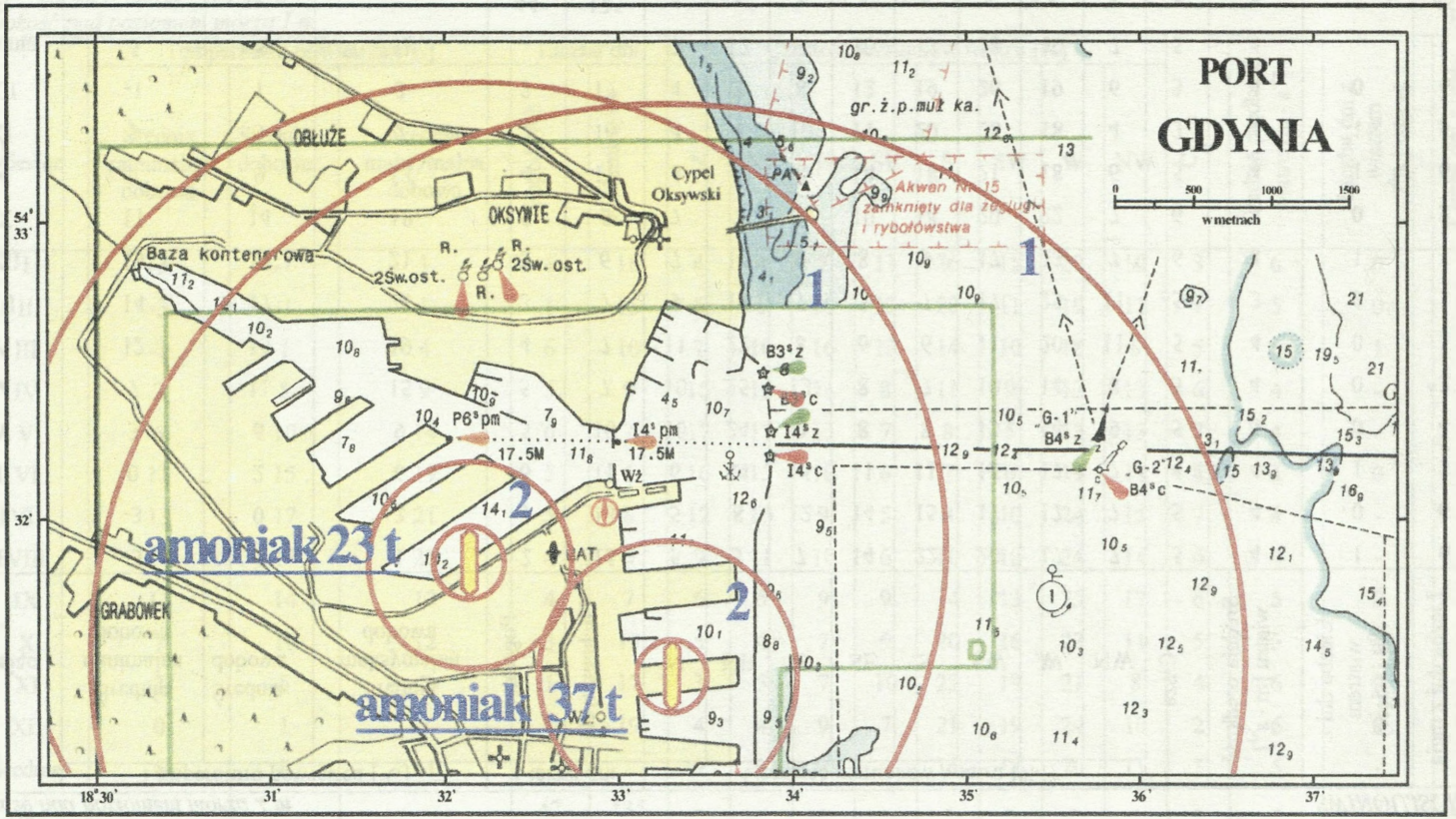
Wysokość nad poziomem morza 2 m

ŚWINOUJŚCIE

Miesiąc	Temperatura powietrza [°C]			Liczba dni		Częstość kierunków wiatru [%]								Cisza	Średnia prędkość wiatru [m · s⁻¹]	Liczba dni z wiatrem 7°B i więcej	Liczba dni z mgłą
	Średnia minimalna dobowa	Średnia dobowa	Średnia maksymalna dobowa	Pogodnych	Pochmurnych	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW				
I	-3	-1	1	2	15	5	3	7	14	22	20	17	7	5	4	1	6
II	-3	0	2	3	13	5	8	12	14	15	17	17	7	5	4	0	6
III	0	2	6	6	11	6	14	15	11	11	15	17	7	4	4	1	5
IV	3	6	9	5	10	10	24	9	8	8	13	14	9	5	4	0	4
V	7	11	15	5	7	10	25	13	8	7	10	14	8	5	4	0	2
VI	12	15	19	4	7	11	22	8	6	6	11	20	11	5	4	0	1
VII	14	17	21	3	7	9	14	7	5	7	17	25	11	5	3	0	1
VIII	13	17	21	3	6	7	14	9	8	9	17	23	7	6	4	1	1
IX	11	14	18	5	5	7	7	7	10	14	20	22	7	6	4	0	2
X	7	9	13	4	11	5	5	8	14	18	21	18	6	5	4	1	6
XI	3	5	7	2	16	4	4	10	11	20	26	18	4	3	4	1	5
XII	-1	1	3	2	17	4	3	8	12	19	26	19	6	3	4	0	6
Średnia	5	8	11	-	-	7	12	9	10	13	18	19	7	5	4	-	-
Σ	-	-	-	44	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	45

Źródło: Locja Bałtyku – wybrzeże polskie, Biuro hydrograficzne MW, Gdynia 1994.

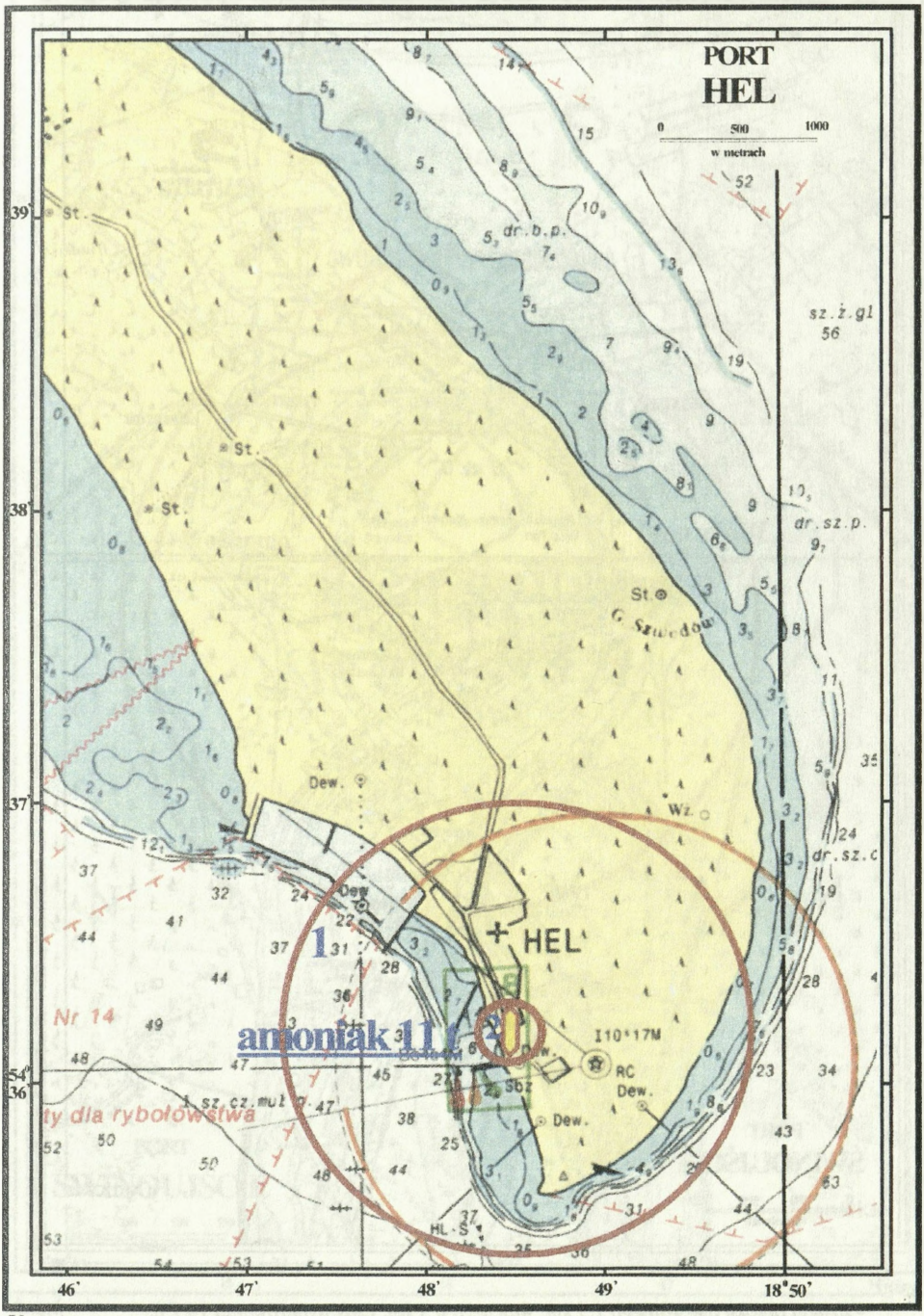
Położenie zbiorników i zasięgi par amoniaku w porcie Gdynia



Uwagi:

- *dane liczbowe dla zbiornika 37 Mg (t): zasięg obłoku pierwotnego – 3,7 km; zasięg obłoku wtórnego – 0.8 km, czas wyparowania – 11,1 h.*
- *dane liczbowe dla zbiornika 23 Mg (t): zasięg obłoku pierwotnego – 2,8 km; zasięg obłoku wtórnego – 0.6 km; czas wyparowania – 10,9 h.*

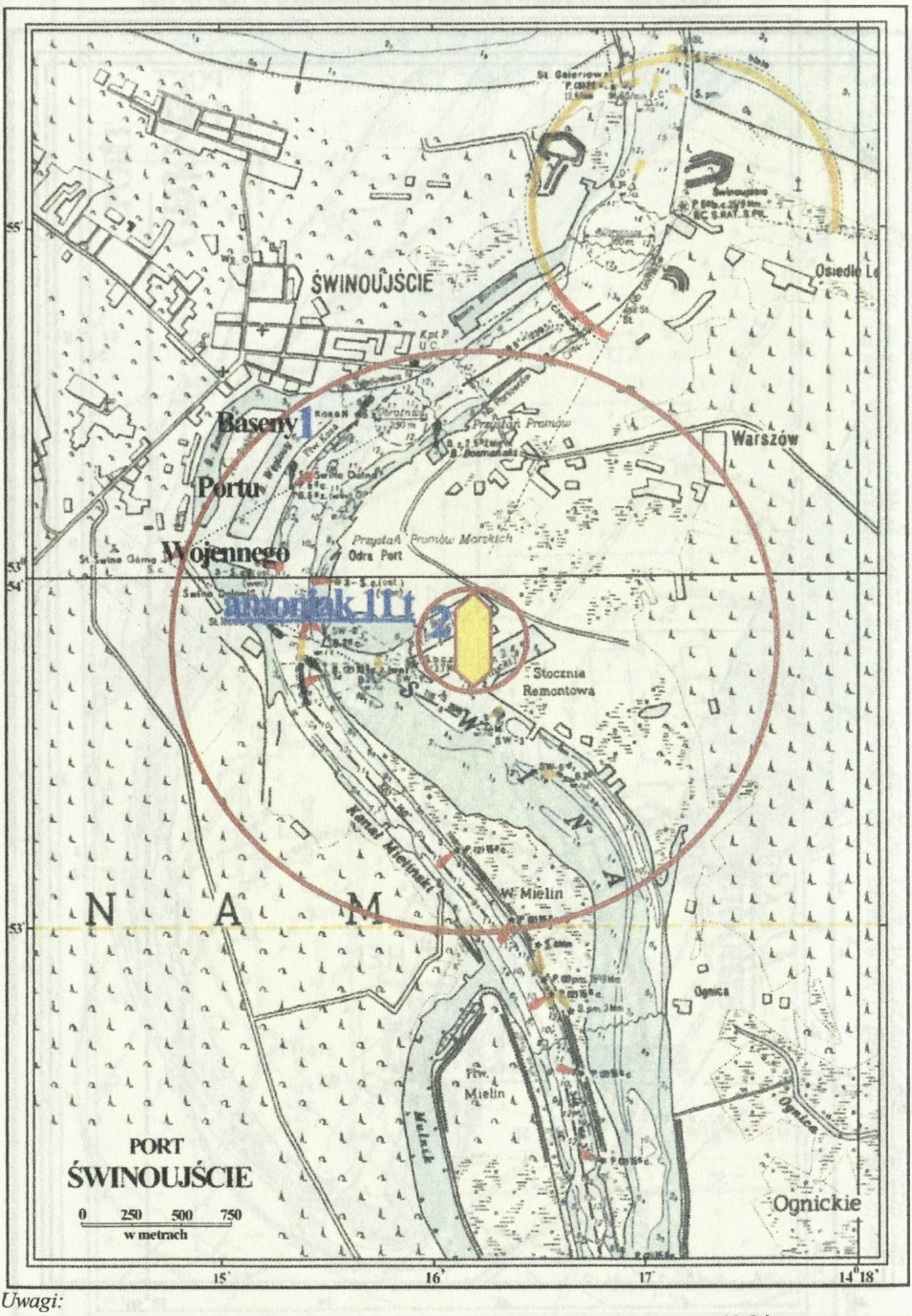
Położenie zbiornika i zasięgi par amoniaku w porcie Hel



Uwagi:

- zasięgi obłoku pierwotnego 1,5 km; wtórnego 0,3 km; czas wyparowania 10,7 h.

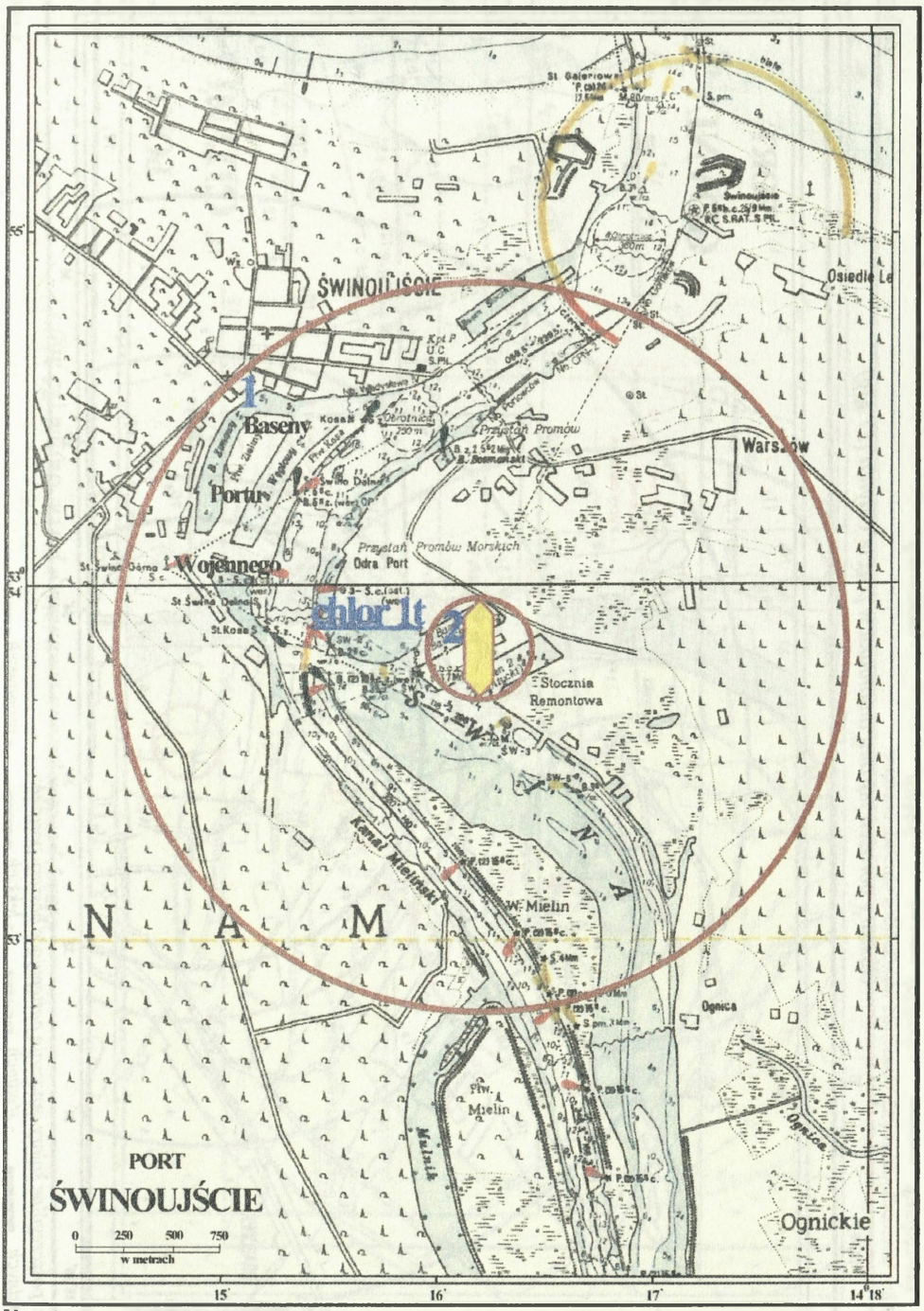
Położenie zbiornika i zasięgi par amoniaku w porcie Świnoujście



Uwagi:

- zasięgi obłoku pierwotnego 1,5 km; wtórnego 0,3 km; czas wyparowania 10,7 h.

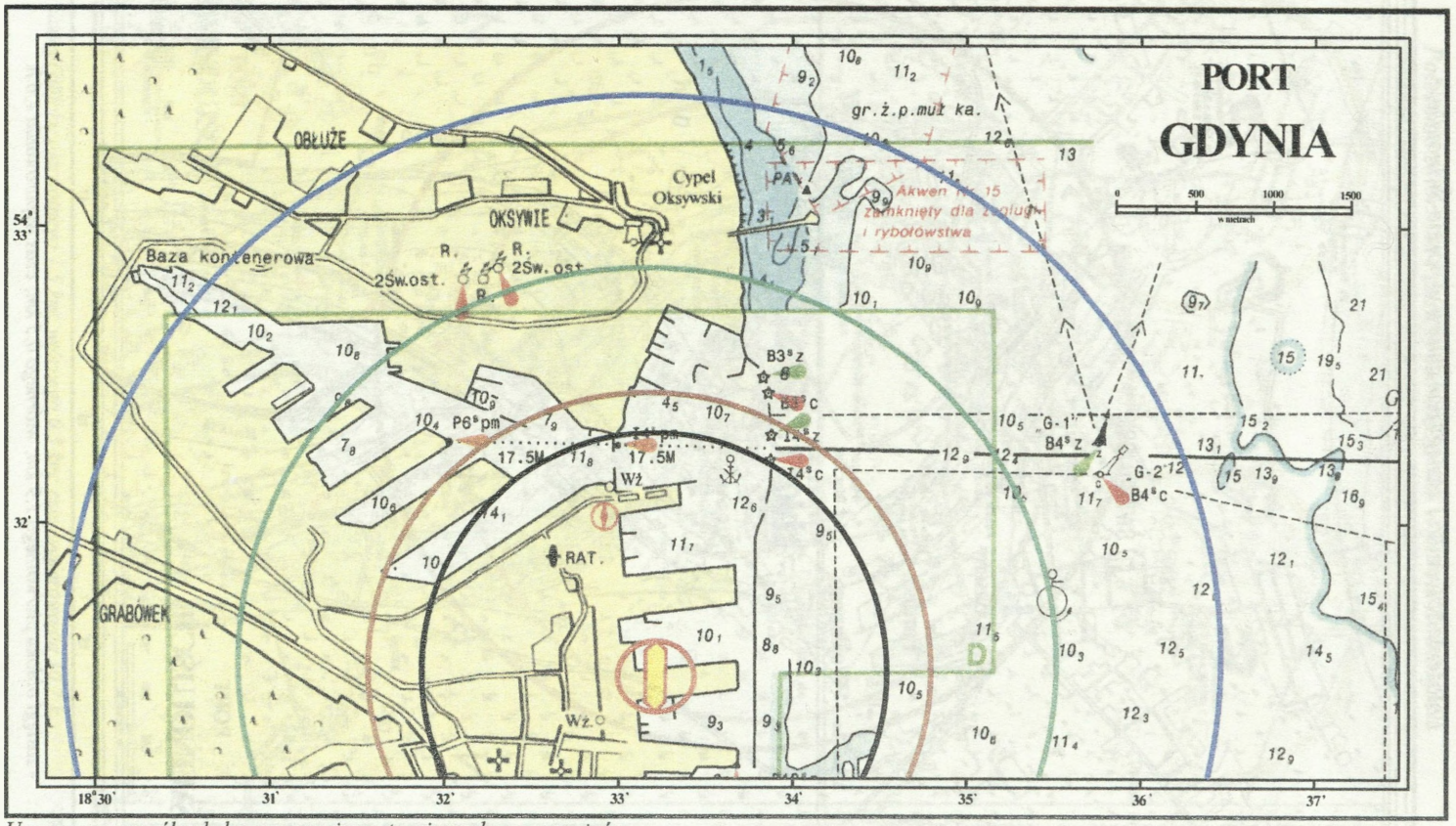
Położenie zbiornika i zasięgi par chloru w porcie Świnoujście



Uwagi:

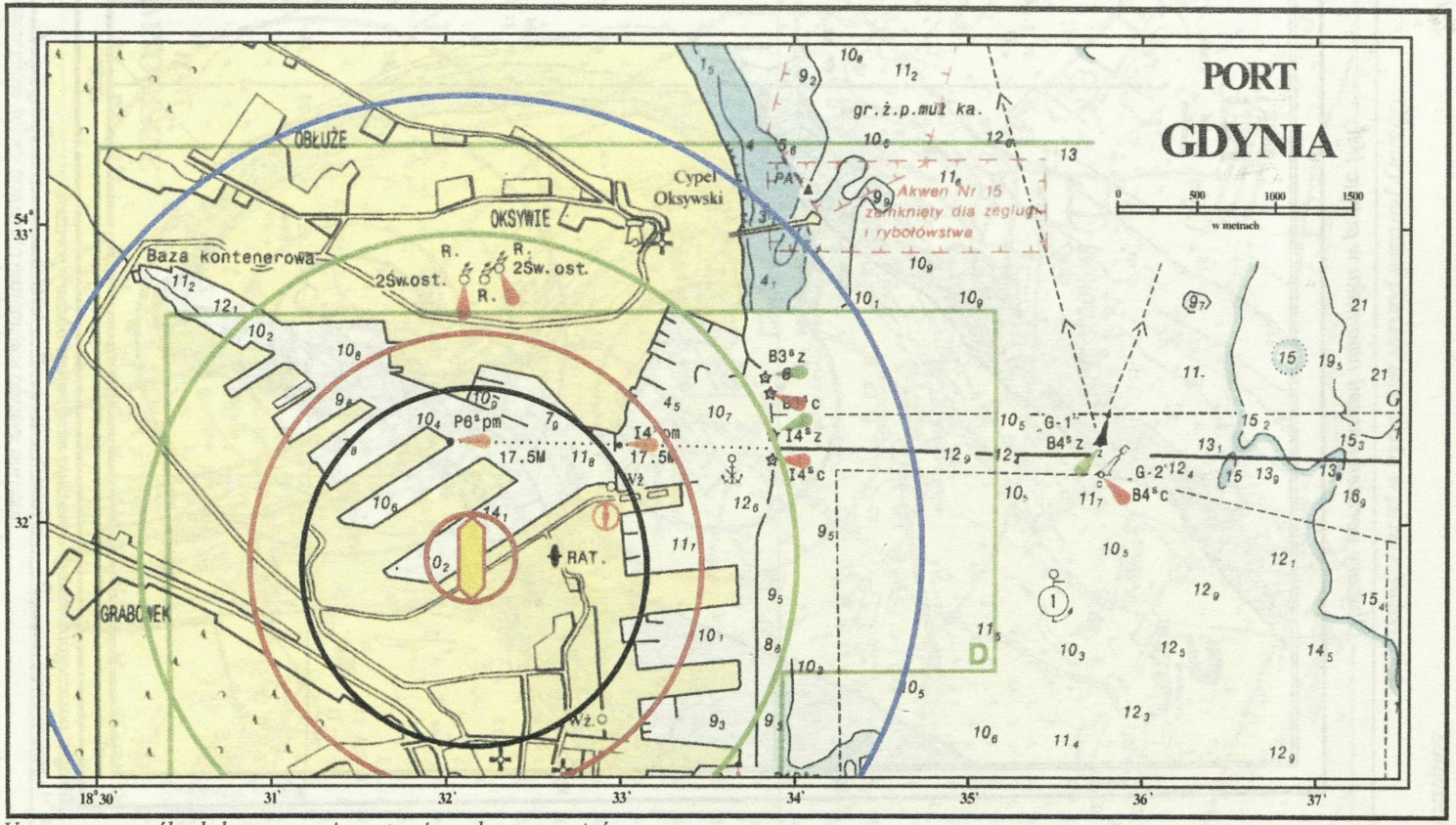
- zasięgi obłoku pierwotnego 1,9 km; wtórnego 0,5 km; czas wyparowania 4,6 h.

Obszary porażeń parami amoniaku w porcie Gdynia (37 Mg)



Uwaga: poszczególne kolory oznaczają następujące obszary porażeń:
- śmiertelnych - średnich - lekkich - progowych

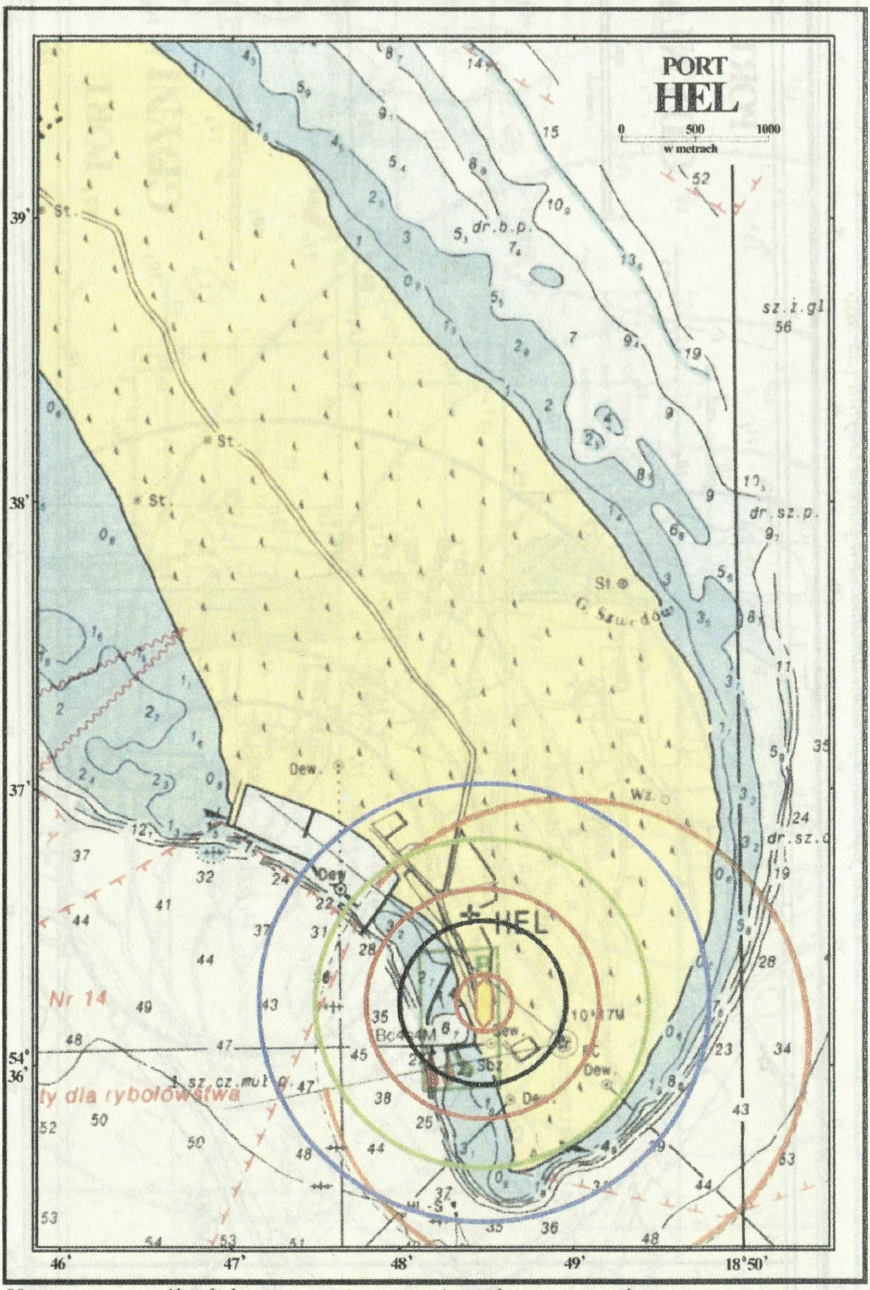
Obszary porażeń parami amoniaku w porcie Gdynia (23 Mg)



Uwaga: poszczególne kolory oznaczają następujące obszary porażeń:

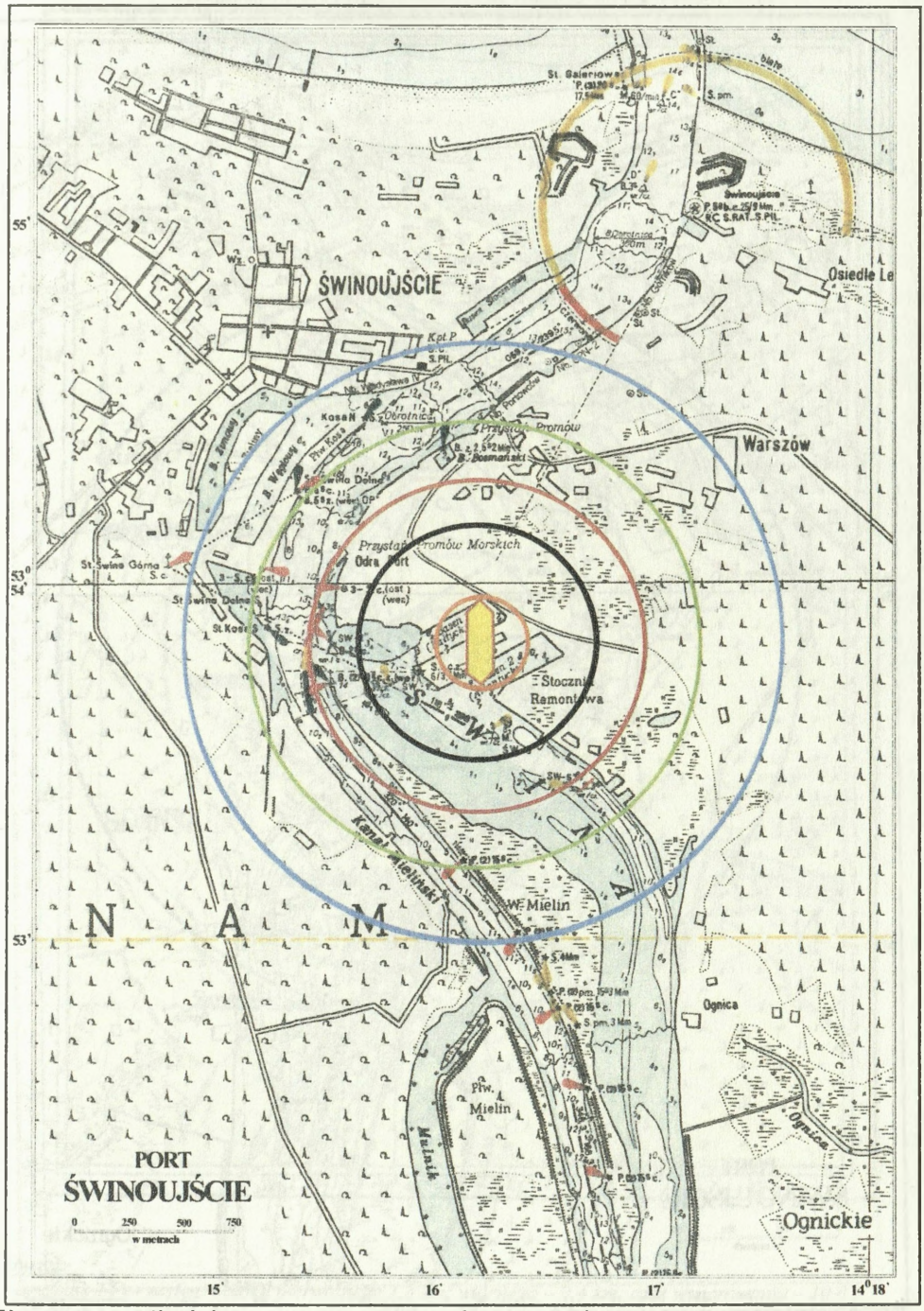
- śmiertelnych — *- średnich* — *- lekkich* — *- progowych*

Obszary porażeń parami amoniaku w porcie Hel



Uwaga: poszczególne kolory oznaczają następujące obszary porażeń:
- śmiertelnych — *- średnich* — *- lekkich* — *- progowych*

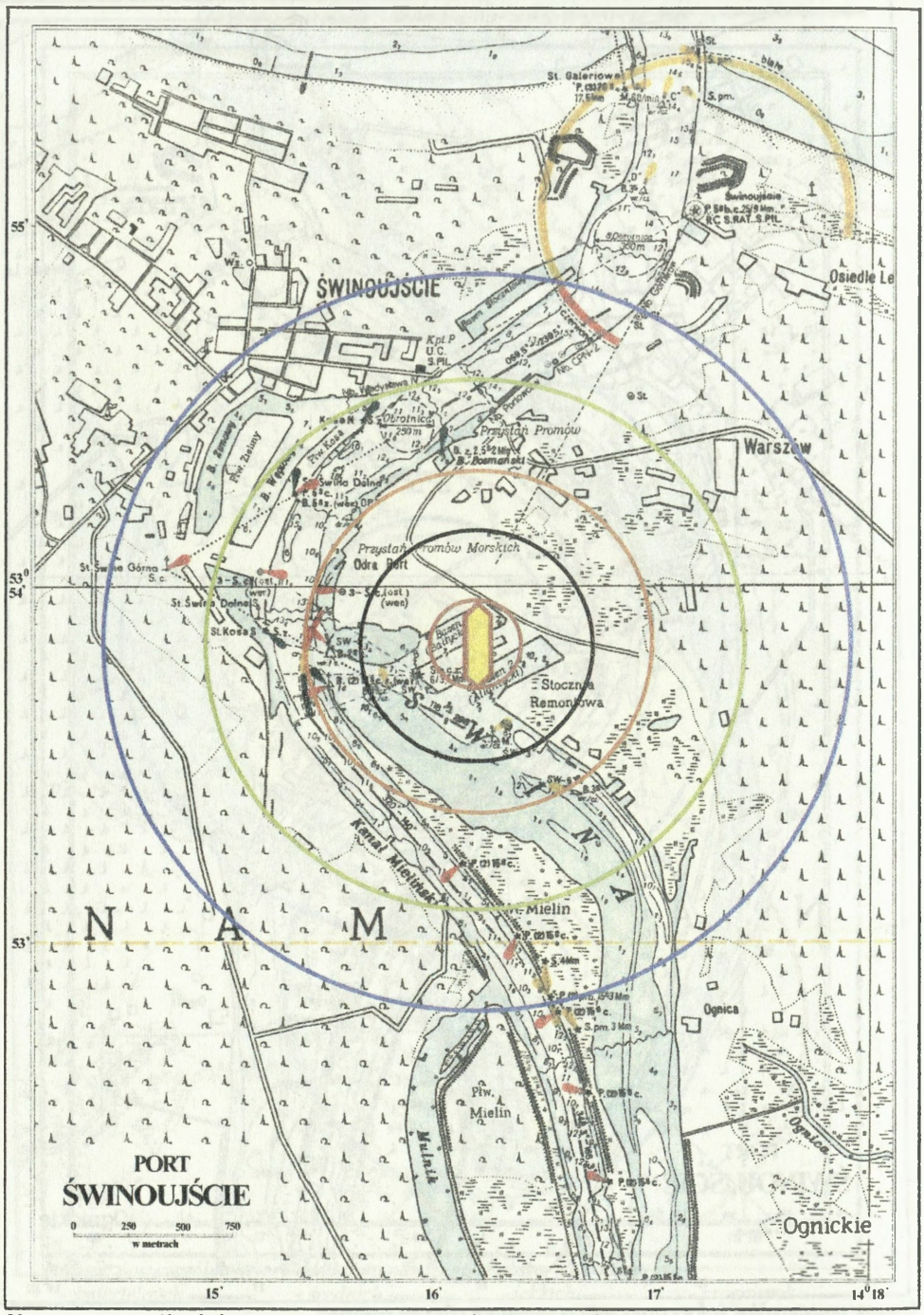
Obszary porażeń parami amoniaku w porcie Świnoujście



Uwaga: poszczególne kolory oznaczają następujące obszary porażeń:

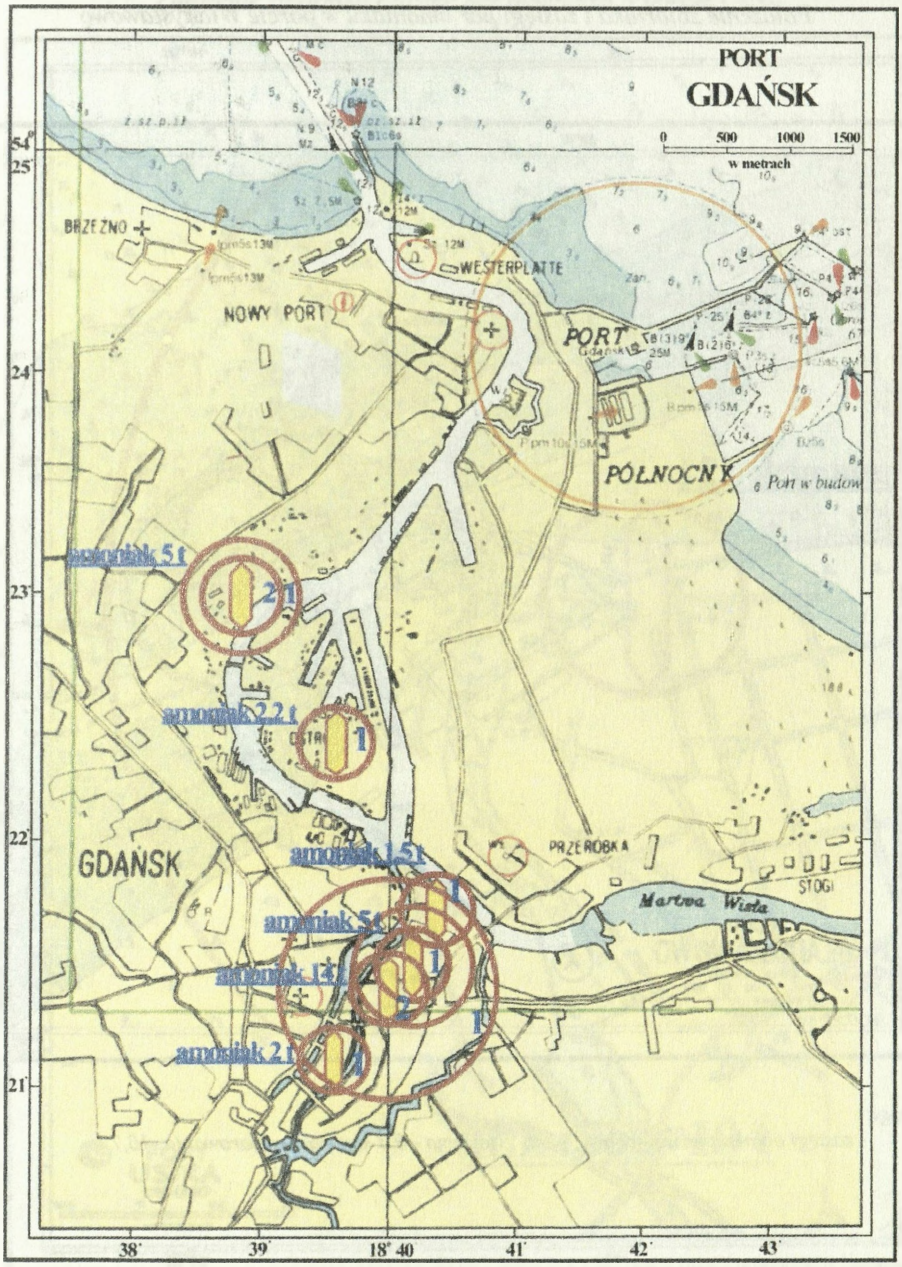
- śmiertelnych — - średnich — - lekkich — - progowych

Obszary porażeń parami chloru w porcie Świnoujście



Uwaga: poszczególne kolory oznaczają następujące obszary porażeń:
- śmiertelnych — - średnich — - lekkich — - progowych —

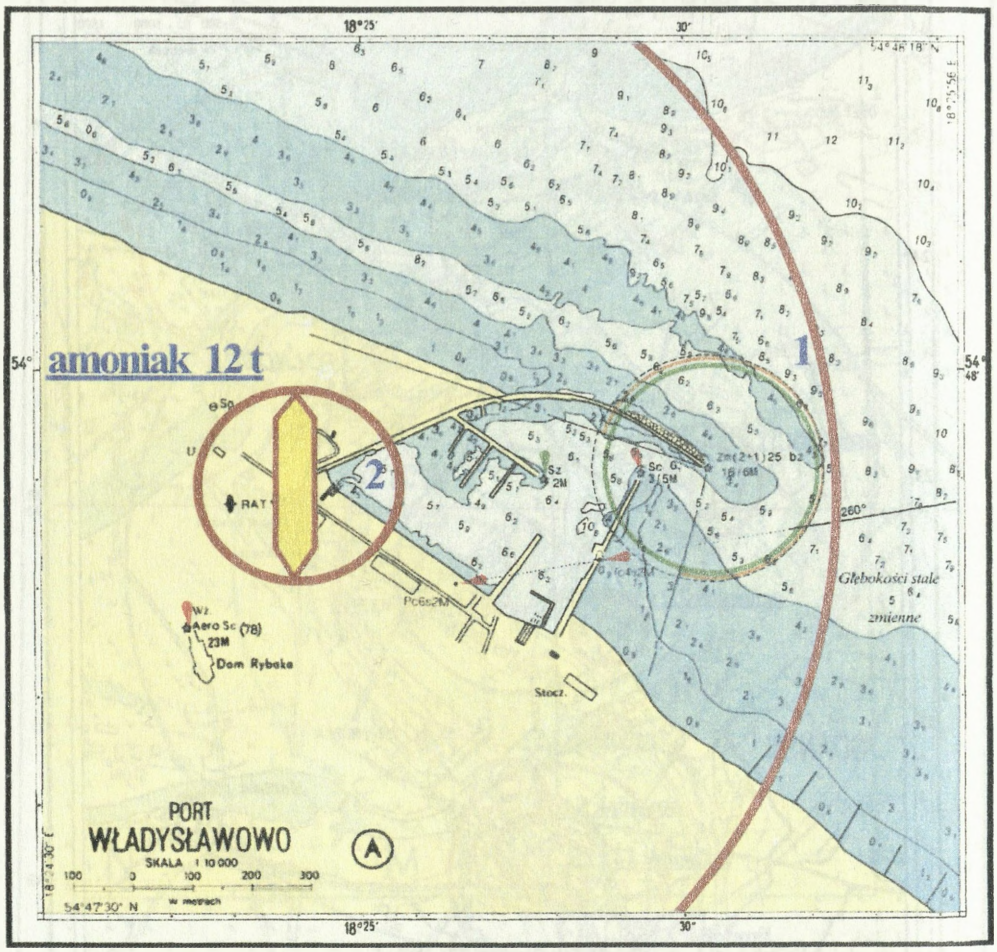
Położenie zbiorników i zasięg par amoniaku w porcie Gdańsk



Uwagi:

- *amoniak 14 t - zasięgi obłoku pierwotnego 1,8 km; wtórnego – 0,4 km; czas wyparowania – 10,8 g.*
- *amoniak 5 t - zasięgi obłoku pierwotnego 0,9 km; wtórnego – 0,2 km; czas wyparowania – 10,6 g.*
- *amoniak 2,2 t (2 t) - zasięgi obłoku pierwotnego 0,5 km; wtórnego – 0,1 km; czas wyparowania –10,6 g.*
- *amoniak 1,5 t - zasięgi obłoku pierwotnego 0,4 km; wtórnego – 0,1 km; czas wyparowania – 10,6 g.*

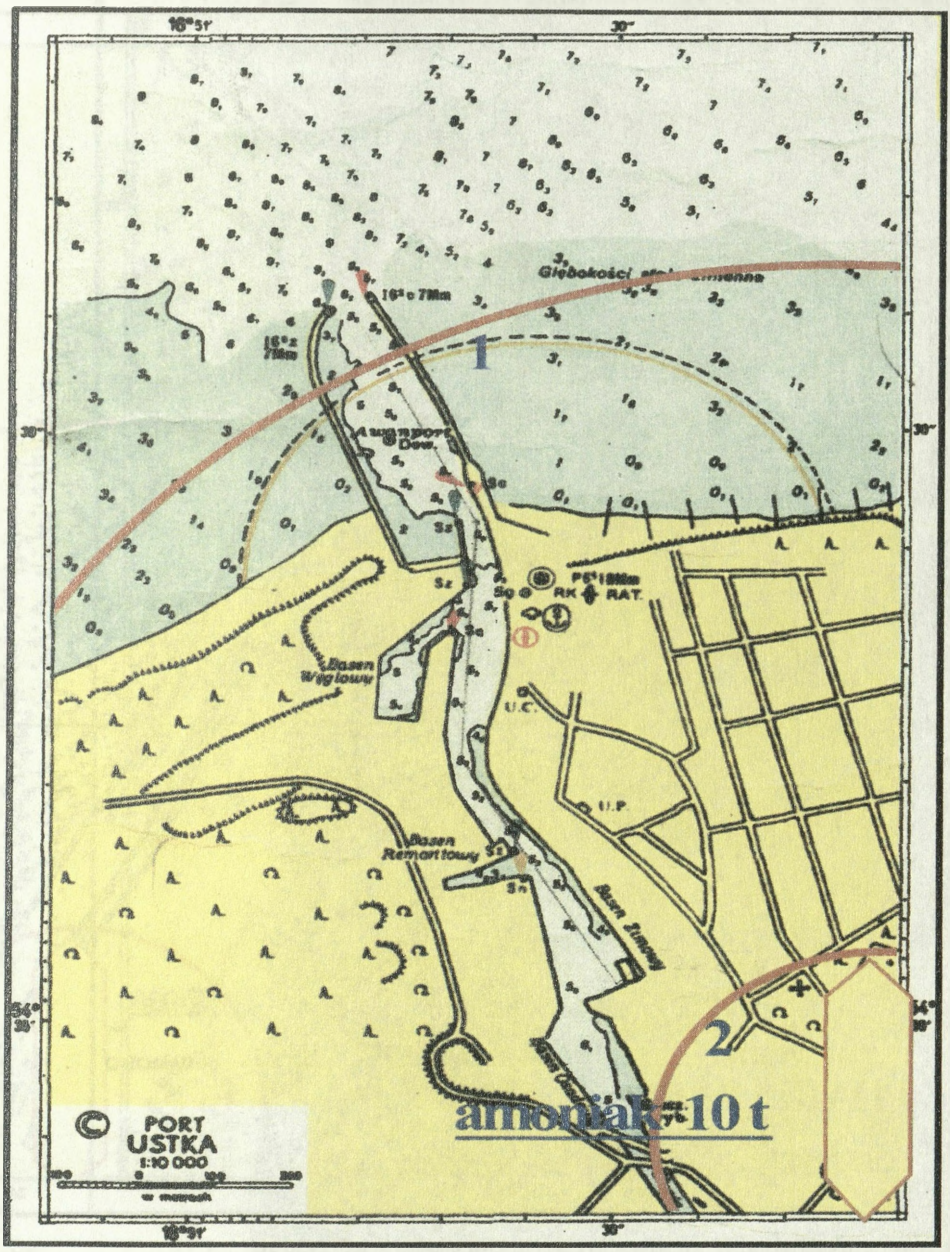
Położenie zbiornika i zasięgi par amoniaku w porcie Władysławowo



Uwagi:

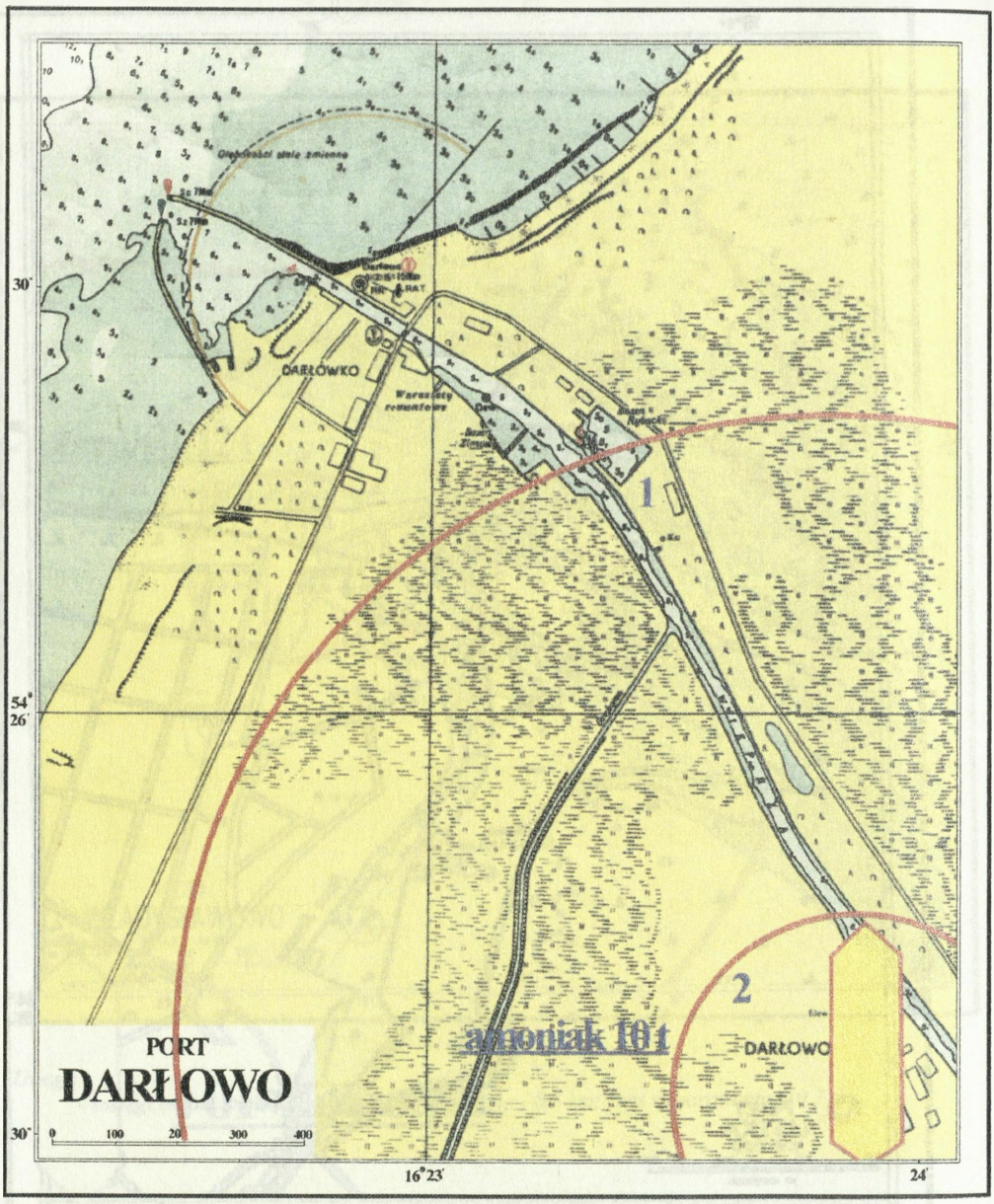
- zasięgi obłoku pierwotnego -1,6 km; wtórnego - 0,3 km; czas wyparowania -10,7 g.

Położenie zbiornika i zasięg par amoniaku w porcie Ustka



Uwagi:
- zasięgi obłoku pierwotnego 1,4 km; wtórnego 0,3 km; czas wyparowania -10,7 g.

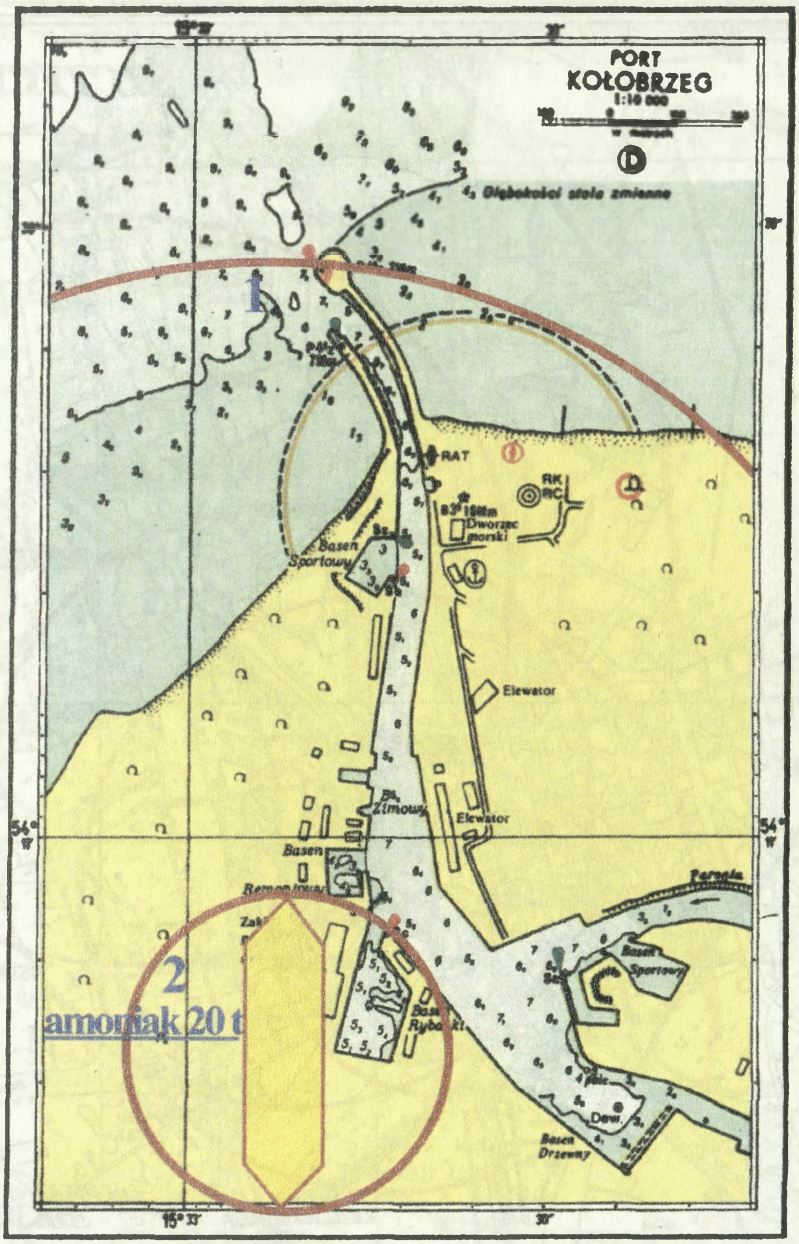
Położenie zbiornika i zasięg par amoniaku w porcie Darłowo



Uwagi:

- zasięgi obłoku pierwotnego -1,4 km; wtórnego -0,3 km; czas wyparowania -10,7 g.

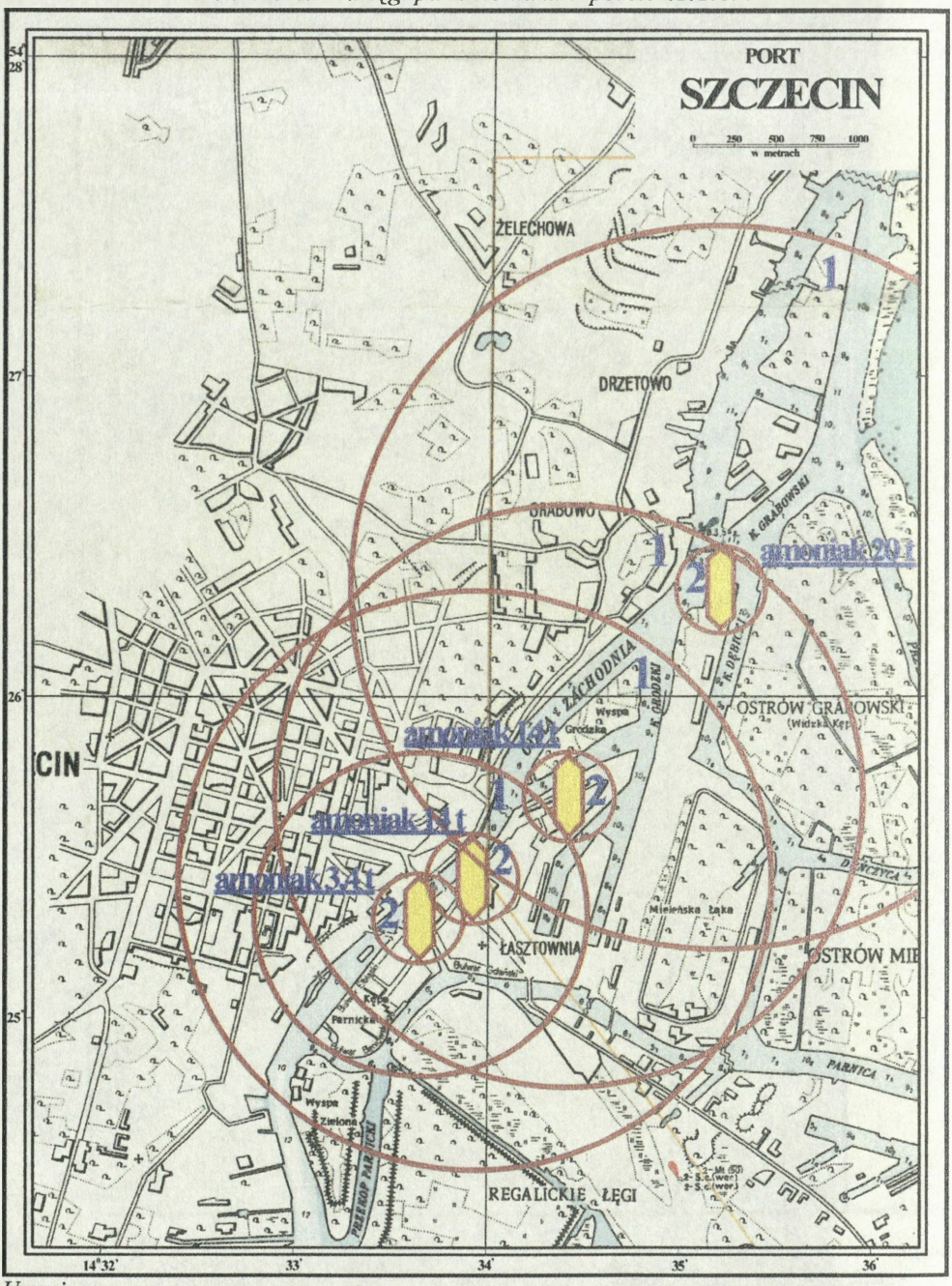
Położenie zbiornika i zasięgi par amoniaku w porcie Kołobrzeg



Uwagi:

- zasięgi obłoku pierwotnego - 2,5 km; wtórnego - 0,5 km; czas wyparowania -10,8 g.

Położenie i zasięgi par amoniaku w porcie Szczecin

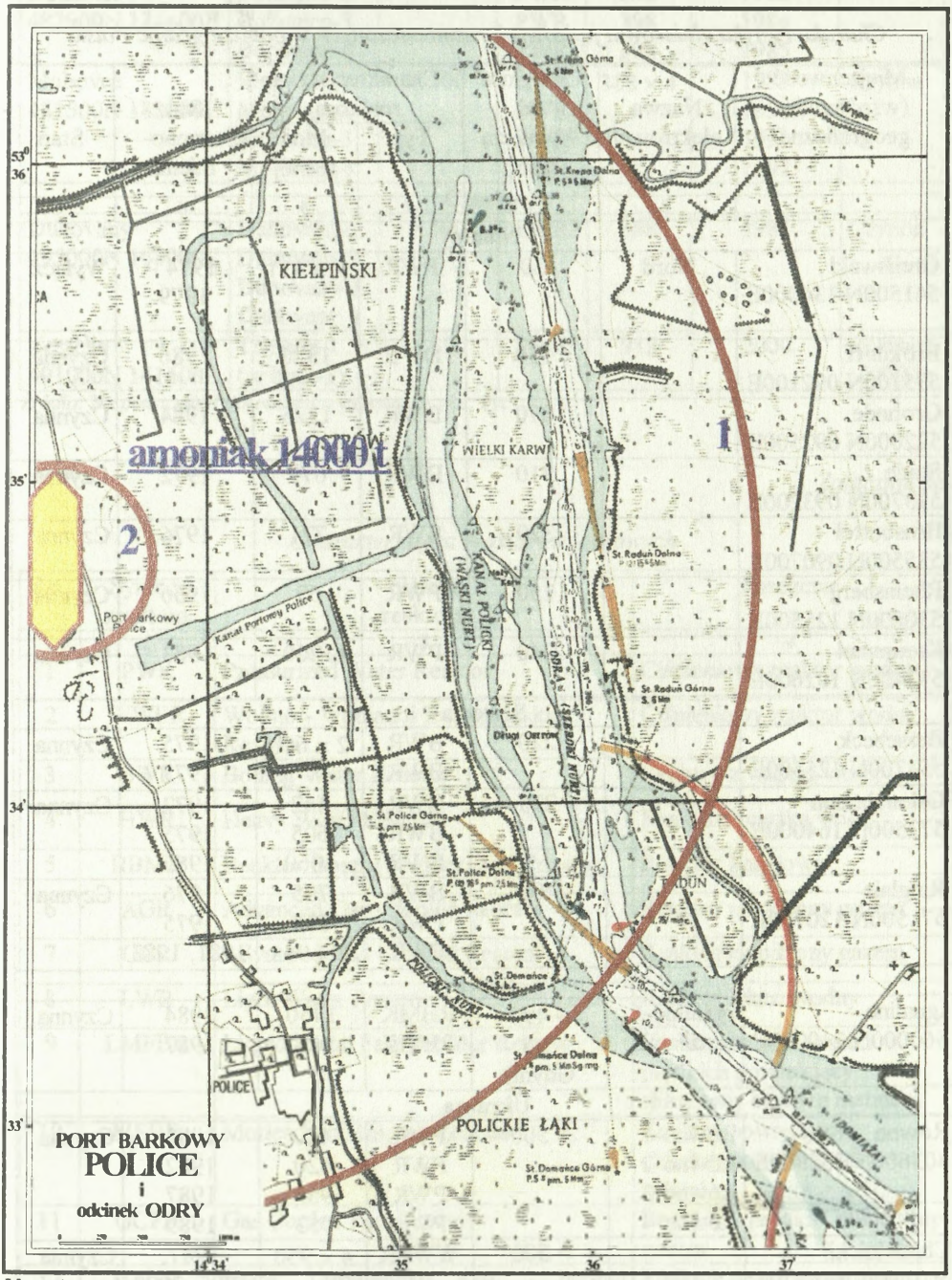


Uwagi:

- *dane liczbowe dla zbiornika 20 t – zasięg obłoku pierwotnego - 2,5 km, wtórnego - 0,5 km,*
- *dane liczbowe dla zbiorników 14 t - zasięgi obłoków: pierwotnych - 1,8 km, wtórnych - 0,4 km,*
- *dane liczbowe dla zbiornika 3,4 t - zasięg obłoku pierwotnego - 0,3 km, wtórnego - 0,2 km,*
- *czasy wyparowania dla wszystkich przypadków mieszczą się w przedziale od 10,6 do 10,8 g.*

Załącznik 26

Położenie zbiornika i zasięg par amoniaku w rejonie Polic



Uwagi:

- zasięgi obłoku pierwotnego - 4,2 km, wtórnego - 0,4 km; czas wyparowania - 17,7 dni

Charakterystyka elektrowni jądrowych rozmieszczonych w pobliżu granic Polski

Miejscowość (współrzędne geograficzne)	Nazwa elektrowni	Odległość od Wybrzeża [km]	Charakterystyka reaktora		Rok uruchomienia	Stan
			Typ	Moc [MW]		
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
Niemcy						
Greifswald 541500N 134000E	Nord	50	PWR	4 × 411	1974 - 1979	Wyłącz.
Brokdorf 535100N 092100E		330	DWR	1326	1986	Czynna
Grohnde 522000N 092500E		370	DWR	1325	1984	Czynna
Stade 533700N 093200E		310	DWR	670	1972	Czynna
Brusbuttel 535500N 090700E		320	SWR	771	1976	Czynna
Rheinsberg 530800N 125500E		150	PWR	62	1966	Czynna
Kreummel 532400N 102600E		240	PWR	1260	1983	Czynna
Szwecja						
Bersebeck 554200N 125500E		220	BWR BWR	2 × 600	1975 1977	Czynna
Oskarshramn 572500N 164000E		275	BWR BWR BWR	442 605 1060	1972 1975 1985	Czynna
Ringlais 571500N 120700E		400	BWR PWR PWR	795 875 2 × 915	1976 1975 1981, 1983	Czynna
Litwa						
Ignalino 560000N 240000E	Ignalino-1 Ignalino-2	~ 490 (od Gdyni)	RBMK RBMK	1450 1450	1984 1987	Czynna
Ukraina						
Równo 503600N 262900E	Równo-1 Równo-2 Równo-3 Równo-4	> 500	PWR PWR PWR PWR	420 420 953 953	1981 1982 1987 1989	Czynna
Chmielnickij 503600N 263300E		> 500	WWER	4 × 950	1987, 1995, 2000	Czynna

1	2	3	4	5	6	7
Słowacja						
Jasławskie Bohunice 482900N 174400E	Bohunice-1 Bohunice-2 Bohunice-3 Bohunice-4	> 500	PWR PWR PWR PWR	398 398 398 398	1078 1980 1984 1985	Czynna
Mohovce 481500N 183000E	Mohovce-1 Mohovce-2 Mohovce-3 Mohovce-4	> 500	PWR PWR PWR PWR	388 × 4	1989 1990 1991 1992	Czynna
Czechy						
Duhovany 495000N 168000E	Duhovany-1 Duhovany-2 Duhovany-3 Duhovany-4	> 500	PWR	388	1985	Czynna
Temelin 491000N 141600E	Temelin-1 (w bud -3)	> 500	PWR	912	2000	Rozruch 2000 r.

Źródło: Na podstawie Informatora o wybranych...Dz. cyt.

Załącznik 28

Charakterystyka reaktorów jądrowych

Lp.	Symbol reaktora	Nazwa reaktora	Znaczenie
1	2	3	4
1	PWR	Pressurized Water Reactor	Ciśnieniowy reaktor wodny
2	WWER	Wodno - Wodjanoj Energiczeskij Reaktor	Ciśnieniowy reaktor wodny
3	BWR	Boiling Water Reactor	Reaktor z wrzącą wodą
4	HWR	Heavy Water Reactor	Reaktor z ciężką wodą
5	RBMK	Reaktor Boszoj Moszcznosti Kanalnyj	Reaktor kanałowy
6	AGR	Advanced Gas - cooled Reactor	Reaktor chłodzony gazem
7	GCR	Advanced Gas - cooled Reactor	Reaktor chłodzony gazem
8	LWR	Light Water Reactor	Reaktor lekko wodny
9	LMFBR	Liquid Metal Fast Breeder Reactor	Reaktor na neutronach prędkich powielający chłodzony ciekłym metalem
10	MSBR	Molten Salt Breeder Reactor	Reaktor powielający chłodzony stopionymi solami
11	GCFR	Gas Cooled Fast Reactor	Reaktor prędki chłodzony gazem
12	HTGR	Hight Tempereture Gas - cooled Reactor	Reaktor wysokotemperaturowy chłodzony gazem

1	2	3	4
13	OMR	Organic Moderated Reactor	Reaktor z moderatorem organicznym
14	LWBR	Light Water Breeder Reactor	Reaktor lekko wodny powielający
15	FBR	Fast Breeder Reactor	Reaktor prędki powielający
16	HTR	Hight Tempereture Reactor	Reaktor wysokotemperaturowy
17	PHWR	Pressurized Heavy Water Reactor	Ciśnieniowy reaktor ciężkowodny
18	THTR	Thorium Hight Tempereture Reactor	Wysokotemperaturowy reaktor torowy

Źródło: Na podstawie Informatora o wybranych...Dz. cyt., A.A. Czerwiński, Energia jądrowa... Dz. cyt.

Załącznik 29

Podstawowe wielkości i jednostki stosowane w dozymetrii

Lp.	Wielkość	Określenie	Jednostki obowiązujące i poprzednio stosowane	Zależność między jednostkami
1	2	3	4	5
1	Aktywność *A*	Liczba rozpadów jąder w czasie 1 s	bekerel [Bq] 1 Bq = 1 · s^{-1} kiur [Ci] 1 Ci = 3,7 · 10^{10} s^{-1}	1 Ci = 3,7· 10^{10} Bq = 37 GBq
2	Dawka pochłonięta *D*	Iloraz średniej energii promieniowania jonizującego przekazanej określonemu elementowi objętości materii i masy materii tego elementu	grej [Gy] 1 Gy = 1 J · kg^{-1} rad [rd]	1 rd = 0,01 Gy = 1 cGy
3	Dawka ekspozycyjna *X*	Suma ładunków jednego znaku, wytworzonych przez fotony w elemencie masy lub objętości powietrza, gdy wszystkie wytworzone ładunki zostaną całkowicie zahamowane	kulomb na kilogram C · kg^{-1} rentgen [R]	1 R = $2,58 \cdot 10^{-4}$ C · kg^{-1}
4	Równoważnik dawki *H*	Iloczyn dawki pochłoniętej w narządzie lub tkance i współczynnika wagowego (W_R) dla danego rodzaju promieniowania	sivert [Sv] rem	1 rem = 10 mSv

1	2	3	4	5
5	Dawka równoważna $H_{T,R}$	Iloczyn dawki pochłoniętej w określonym punkcie tkanki i współczynnika wagowego (W_R) dla danego rodzaju promieniowania	sivert [Sv] rem	1 rem = 10 mSv
6	Dawka efektywna H_E	Dawka obrazująca całkowite narażenie organizmu przy nierównomiernym napromieniowaniu narządów lub tkanek	sivert [Sv] rem	1 rem = 10 mSv
7	Efektywna dawka równoważna obciążająca H_T	Dawka obrazująca napromieniowanie tkanki ze źródeł wewnętrznych po wniknięciu do organizmu substancji promieniotwórczej w rozpatrywanym przedziale czasu	sivert [Sv] rem	1 rem = 10 mSv
8	Moc dawki pochłoniętej P	Iloraz dawki pochłoniętej do jednostki czasu napromieniowania	$Gy \cdot s^{-1}$	
9	Moc dawki ekspozycyjnej P_E	Iloraz dawki ekspozycyjnej do jednostki czasu napromieniowania	$A \cdot kg^{-1}$	$C \cdot kg^{-1} \cdot s^{-1}$
10	Moc równoważnika dawki	Iloraz równoważnika dawki do jednostki czasu napromieniowania	$Sv \cdot h^{-1}$	$Sv \cdot h^{-1}$= 100 rem $\cdot h^{-1}$

Źródło: Opracowano na podstawie: Udział wojska w państwowym monitoringu... Dz. cyt., R. Szepke, 1000 słów o atomie... Dz. cyt., Międzynarodowy układ jednostek miar SI (przedruk poz. 19 Monitor Polski nr 4 z dnia 9 lutego 1976 r.).

Zasięgi stref M i A zagrożenia promieniotwórczego po awarii elektrowni jądrowej "NORD"

Legenda:

Oznaczenia zasięgów strefy M i A:

A - w warunkach konwekcji;

D_5 - w warunkach izotermii (przy prędkości średniego wiatru 5 m·s^{-1}), przy prędkości średniego wiatru 10 m·s^{-1} zasięg strefy niewiele się różni od D_5;

F_3 - w warunkach inwersji (przy prędkości średniego wiatru 5 m·s^{-1});

F_{10} - w warunkach inwersji (przy prędkości średniego wiatru 10 m·s^{-1}).

Zasięgi strefy zagrożenia promieniotwórczego M po awarii elektrowni jądrowej w Brusbuttel i Brokdorf

Legenda:
Oznaczenia zasięgów strefy M:
A - w warunkach konwekcji;
D_5 - w warunkach izotermii (przy prędkości średniego wiatru 5 m· s^{-1});
D_{10} - w warunkach izotermii (przy prędkości średniego wiatru 10 m· s^{-1}).

Zasięgi strefy zagrożenia promieniotwórczego M po awarii elektrowni jądrowej w Stade

Legenda:
Oznaczenia zasięgów strefy M:
A - w warunkach konwekcji;
D_5 - w warunkach izotermii (przy prędkości średniego wiatru 5 $m \cdot s^{-1}$);
D_{10} - w warunkach izotermii (przy prędkości średniego wiatru 10 $m \cdot s^{-1}$).

Zasięgi strefy zagrożenia promieniotwórczego M po awarii elektrowni jądrowej w Kruemmel

Legenda:
Oznaczenia zasięgów strefy M:
A - w warunkach konwekcji;
D_5 - w warunkach izotermii (przy prędkości średniego wiatru 5 $m \cdot s^{-1}$);
D_{10} - w warunkach izotermii (przy prędkości średniego wiatru 10 $m \cdot s^{-1}$).

Zasięgi strefy zagrożenia promieniotwórczego M po awarii elektrowni jądrowej w Grohnde

Legenda:
Oznaczenia zasięgów strefy M:
A - w warunkach konwekcji;
D_5 - w warunkach izotermii (przy prędkości średniego wiatru 5 m· s^{-1});
D_{10} - w warunkach izotermii (przy prędkości średniego wiatru 10 m· s^{-1}).

Zasięgi strefy zagrożenia promieniotwórczego M po awarii elektrowni jądrowej w Oskarshamn

Legenda:

Oznaczenia zasięgów strefy M:

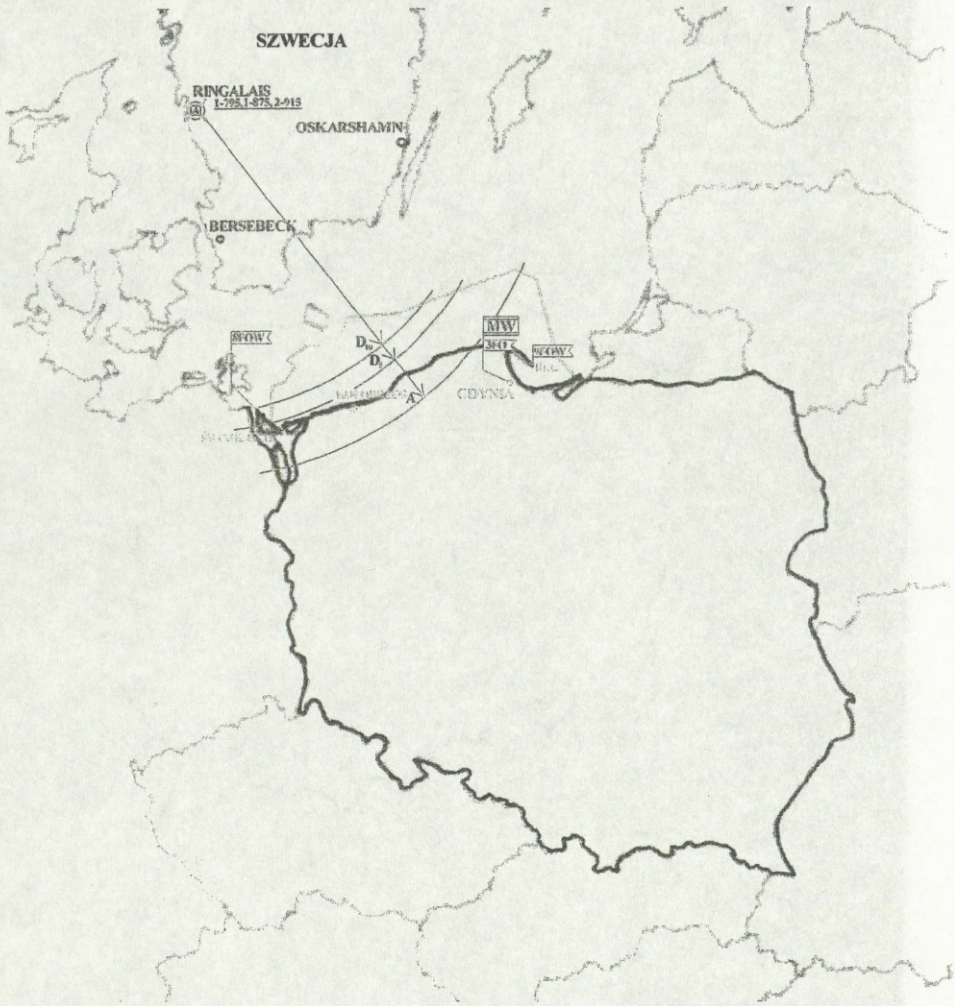
A - w warunkach konwekcji;

D_5 - w warunkach izotermii (przy prędkości średniego wiatru 5 m· s^{-1}), przy prędkości średniego wiatru 10 m· s^{-1} zasięg strefy niewiele się różni od D_5;

F_5 - w warunkach inwersji (przy prędkości średniego wiatru 5 m· s^{-1});

F_{10} - w warunkach inwersji (przy prędkości średniego wiatru 10 m· s^{-1}).

Zasięgi strefy zagrożenia promieniotwórczego M po awarii elektrowni jądrowej w Ringalais



Legenda:
Oznaczenia zasięgów strefy M:
A - w warunkach konwekcji;
D_5 - w warunkach izotermii (przy prędkości średniego wiatru 5 $m \cdot s^{-1}$);
D_{10} - w warunkach izotermii (przy prędkości średniego wiatru 10 $m \cdot s^{-1}$).

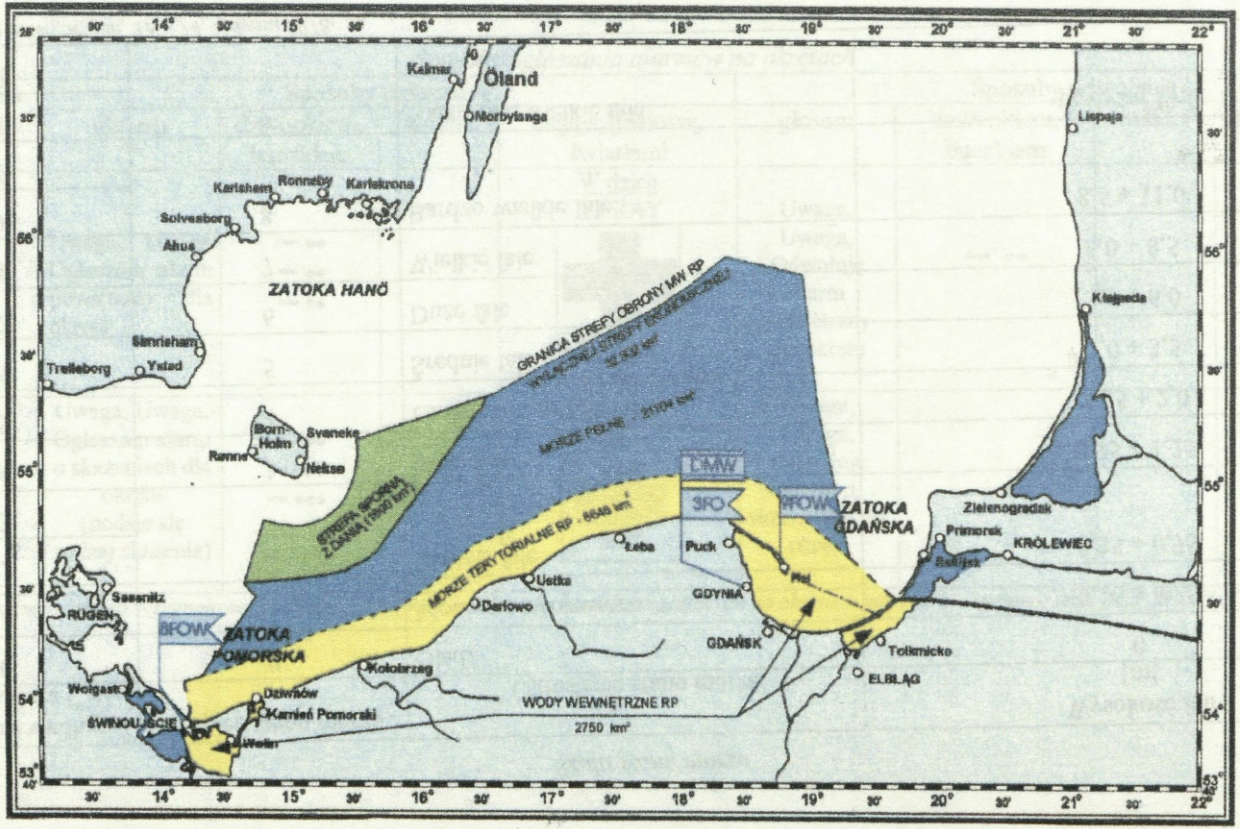
Zasięgi strefy zagrożenia promieniotwórczego M po awarii elektrowni jądrowej w Bersebeck

Legenda:
Oznaczenia zasięgów strefy M:
A - w warunkach konwekcji;
D_5 - w warunkach izotermii (przy prędkości średniego wiatru 5 $m \cdot s^{-1}$);
D_{10} - w warunkach izotermii (przy prędkości średniego wiatru 10 $m \cdot s^{-1}$);
F_{10} - w warunkach inwersji (przy prędkości średniego wiatru 10 $m \cdot s^{-1}$).

Zasięgi strefy zagrożenia promieniotwórczego M po awarii elektrowni jądrowej w Ignalino

Legenda:
Oznaczenia zasięgów strefy M:
A - w warunkach konwekcji;
D_5 - w warunkach izotermii (przy prędkości średniego wiatru 5 $m \cdot s^{-1}$);
D_{10} - w warunkach izotermii (przy prędkości średniego wiatru 10 $m \cdot s^{-1}$);
F_5 - w warunkach inwersji (przy prędkości średniego wiatru 5 $m \cdot s^{-1}$);
F_{10} - w warunkach inwersji (przy prędkości średniego wiatru 10 $m \cdot s^{-1}$).

Podział polskich obszarów morskich



Źródło: Instrukcja o działalności operacyjnej marynarki wojennej, DMW, sygn. Mar. Woj. 1214/98, Gdynia 1998.

Skala stanu morza

Siła wiatru według skali Beauforta [^{0}B]	Stopień stanu morza	Określenie stanu morza	Wysokość fali [m]
0	0	Gładź	0
1	1	Morze pomarszczone	0,10 ÷ 0,25
2	2	Drobne fale	0,25 ÷ 0,75
3			
4	3	Małe fale	0,75 ÷ 1,25
5	4	Umiarkowane fale	1,25 ÷ 2,0
6	5	Średnie fale	2,0 ÷ 3,5
7	6	Duże fale	3,5 ÷ 6,0
8	7	Wielkie fale	6,0 ÷ 8,5
9	8	Bardzo wielkie fale	8,5 ÷ 11,0
10			
11	9	Niezwykle wielkie fale	powyżej 11,0
12			

Źródło: Tablice nawigacyjne, TN - 74, Gdynia 1978.

Sposoby ogłaszania alarmów na okrętach

Rodzaj alarmu	Sposoby ogłaszania				Sposoby odwołania			
	głosem	dzwonkiem, buczkiem	radiem	flagą sygnałową, światłami	głosem	dzwonkiem, buczkiem	radiem	flagą sygnałową, światłami
Alarm powietrzny	Uwaga, Uwaga Ogłaszam alarm powietrzny dla okrętu	— •• — •• — ••		W dzień X - RAY W nocy czerwona szczytówka	Uwaga, Uwaga, Odwołuję alarm powietrzny dla okrętu	— —		W dzień zerwanie flagi W nocy wygaszenie szczytówki
Alarm o skażeniach	Uwaga, Uwaga, Ogłaszam alarm o skażeniach dla okrętu (podaje się rodzaj skażenia)	— ••• — ••• — •••		W dzień KĄT 	Uwaga, Uwaga, Odwołuję alarm o skażeniach dla okrętu	•••		W dzień zerwanie flagi

Źródło: Przepisy manewrowo - sygnałowe, Zbiór rozkazów, komend i meldunków obowiązujących na okrętach marynarki wojennej, sygn. Mar. Woj.763/78.

Podstawowe parametry urządzenia SAPOS - 90M

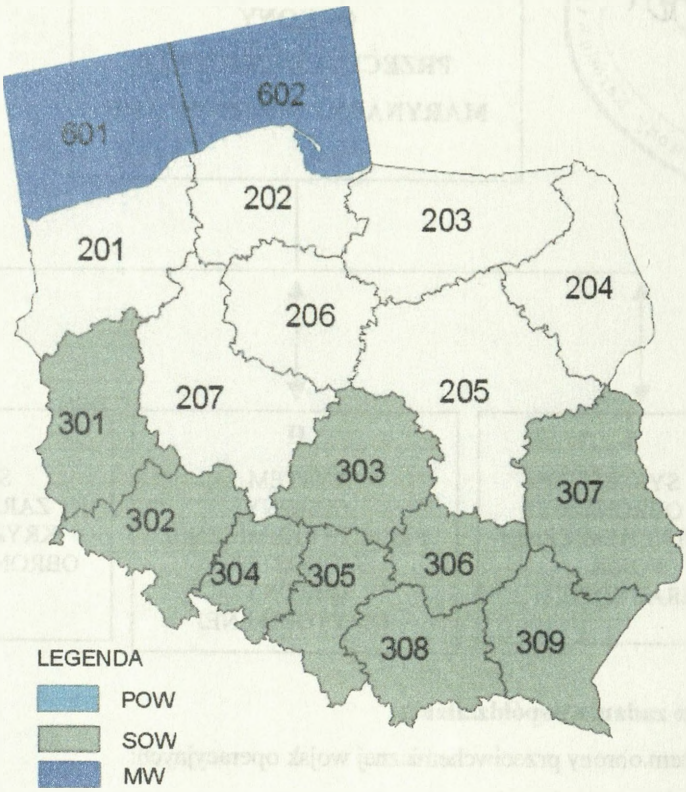
Urządzenie SAPOS - 90M jest sprzętem specjalistycznym, przeznaczonym do pomiaru skażenia atmosfery przez monitorowanie mocy dawki ekspozycyjnej w badanej okolicy. Mierzy z określoną wydajnością liczby rozpadów, zachodzących w pierwiastkach promieniotwórczych, znajdujących się w atmosferze otaczającą sondę zewnętrzną. Sonda jest wyposażona w odpowiedni zestaw liczników Geigera - Muellera.

Zestaw charakteryzuje się następującymi danymi technicznymi:

- zapewnia ciągły pomiar mocy dawki ekspozycyjnej w zakresie od poziomu tła (pojedynczych $\mu R \cdot h^{-1}$) do 100 $R \cdot h^{-1}$ ($sGy \cdot h^{-1}$) przy wartości energetycznej promieniowania od 0,1 do 1,5 MeV;
- wyświetla wartości mocy dawki w $\mu R \cdot h^{-1}$ w czasie co 100 sekund;
- rejestruje automatycznie moc dawki ekspozycyjnej na drukarce w odstępie czasu co 100 sekund lub 1000 sekund, z równoczesnym wydrukiem daty, godziny i minuty pomiaru lub raportu dziennego;
- sygnalizuje akustycznie przekroczenie uprzednio zaprogramowanego poziomu mocy dawki (progu alarmowego) wraz ze zwiększeniem częstotliwości wydruków co 100 sekund, jeśli czas między wydrukami był ustawiony na 1000 sekund lub jeden raz na dobę;
- automatycznie zabezpiecza liczniki Geigera - Muellera przed przeciążeniem przy nagłym wzroście mocy dawki ekspozycyjnej;
- zawartość pamięci systemu jest odporna na zaniki napięcia w sieciach zasilających prądu zmiennego trwające do 100 godzin.

Urządzenie umożliwia pomiar skażenia izotopami, które emitują promieniowanie gamma, alfa i beta, produktów pochodzenia roślinnego, zwierzęcego i mineralnego, sondami umieszczonymi w specjalnych osłonach ołowianych (domkach) typu DOP - 80, dla nuklidów emitujących promieniowanie gamma i DO - 1, dla alfa i beta. Zakres pomiarowy wynosi $0,36 \div 7,16 \cdot 10^{6}$ $pA \cdot kg^{-1}$, z dokładnością 10% dla cezu ^{137}Cs.

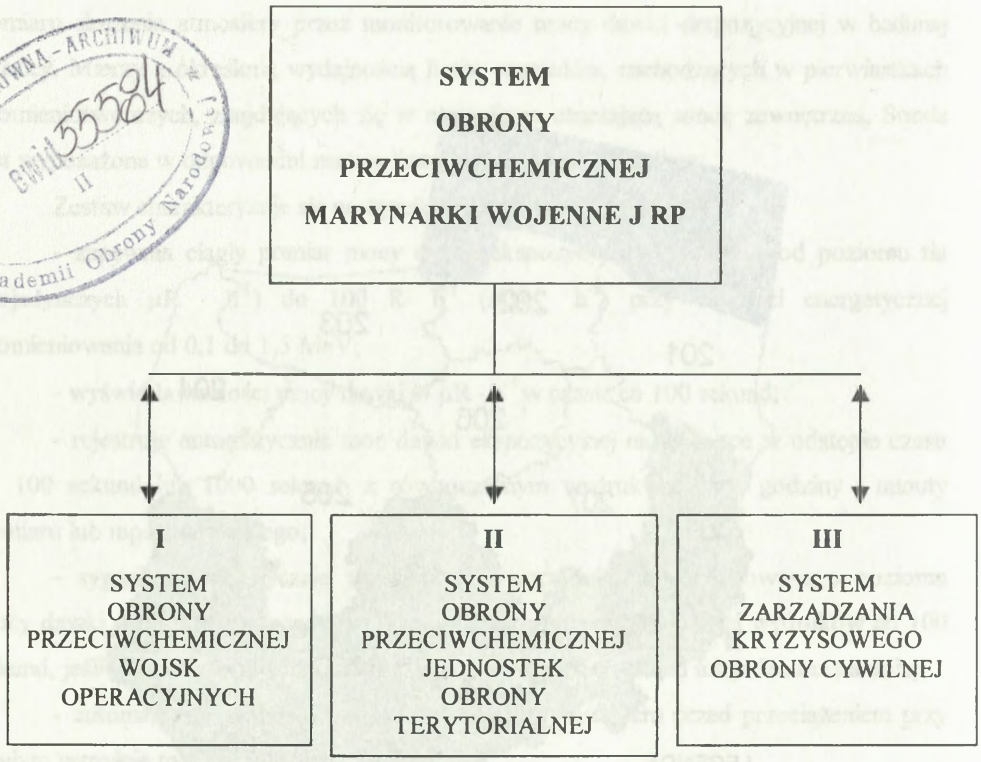
Podział terytorium Polski na strefy odpowiedzialności za wykrywanie uderzeń broni masowego rażenia i skażeń oraz ostrzegania i alarmowania



Źródło: Opracowano na podstawie informacji uzyskanych w COAS.

Ogólny schemat organizacji współdziałania systemu obrony przeciwchemicznej Marynarki Wojennej RP z jednostkami wojsk operacyjnych, Obrony Terytorialnej i systemem Zarządzania Kryzysowego Obrony Cywilnej

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 35584
II
Akademii Obrony Narodowej



Ważniejsze zadania współdziałania:

I. Z systemem obrony przeciwchemicznej wojsk operacyjnych:

- wykrywanie skażeń;
- prognozowanie skażeń.

II. Z systemem obrony przeciwchemicznej jednostek Obrony Terytorialnej:

- wykrywanie skażeń;
- udział w akcjach ratunkowo - ewakuacyjnych.

III. Z systemem Zarządzania Kryzysowego Obrony Cywilnej:

- alarmowanie i ostrzeganie o skażeniach;
- wykorzystanie zbiorowych środków ochrony przed skażeniami;
- udział w akcjach ratunkowo - ewakuacyjnych.

Źródło: Opracowanie własne autora. na podstawie dokumentacji Urzędu Miasta w Gdyni.

ISSN 0867-2245