



## Kontrowersje wokół broni chemicznej zatopionej w Morzu Bałtyckim

KRZYSZTOF ŚWIDER

Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Bezpieczeństwa, Logistyki i Zarządzania,  
Instytut Bezpieczeństwa i Obronności, ul. gen. S. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa,  
krzysztof.swider@wat.edu.pl

**Streszczenie.** Celem artykułu jest dyskusja i próby analizy zagadnienia dotyczącego broni chemicznej zawierającej bojowe środki trujące (BŚT) i amunicji konwencjonalnej z toksycznymi związkami chemicznymi, które stanowią zagrożenie dla bezpieczeństwa ekologicznego wód Morza Bałtyckiego. Substancje te zostały zatopione w Morzu Bałtyckim i są realnym problemem, dlatego należy poddać ocenie i spróbować przynajmniej teoretycznie określić stopień zagrożenia dla środowiska morskiego i zdrowia ludzi. Prace nad oceną stanu ryzyka ekologicznego są przedmiotem działań w ramach projektu flagowego należącego do Strategii Regionu Morza Bałtyckiego, w którym wiodącą rolę odgrywa Komisja Ochrony Środowiska Morskiego Bałtyku (HELCOM) oraz Państwowy Monitoring Środowiska (PMS) realizujący zadania Głównego Inspektora Ochrony Środowiska jako przedstawiciela rządowego centralnego urzędu ochrony środowiska.

**Słowa kluczowe:** broń chemiczna, bojowe środki trujące, bezpieczeństwo ekologiczne, skażenie Morza Bałtyckiego, zagrożenia środowiska naturalnego

DOI: 10.5604/01.3001.0053.6748

### Wykaz akronimów i skrótów / List of acronyms and shortcuts

|            |   |                                   |
|------------|---|-----------------------------------|
| CWA (BŚT)  | — <i>Chemical Warfare Agents</i>          | — bojowe środki trujące           |
| SEM (PMS)  | — <i>State Environmental Monitoring</i>   | — Państwowy Monitoring Środowiska |
| CBSS (RMB) | — <i>Council of the Baltic Sea States</i> | — Rada Państw Morza Bałtyckiego   |
| PCB        | — <i>Polychlorinated biphenyls</i>        | — polichlorowane bifenyle         |
| CAP        | — <i>Chloroacetophenone</i>               | — chloroacetofenon                |
| DDT        | — <i>Dichlorodiphenyltrichloroethane</i>  | — dichlorodifenylotrichloroetan   |

|        |  |  |
|--------|--|--|
| BSH    | — <i>Federal Maritime and Hydrographic Agency of Germany</i> | — Federalna Agencja Morska i Hydrograficzna      |
| ITLOS  | — <i>International Tribunal for the Law of the Sea</i>       | — Międzynarodowy Trybunał Prawa Morza            |
| UNCLOS | — <i>United Nations Convention on the Law of Sea</i>         | — Konwencja Narodów Zjednoczonych o prawie morza |
| HELCOM | — <i>Baltic Sea Environment Protection Commission of UE</i>  | — Komisja Ochrony Środowiska Morskiego Bałtyku   |

## 1. Wprowadzenie

Postępujące skażenie środowiska, wywoływane przez różne czynniki, jest obecnie jednym z największych wyzwań, z którymi ludzkość musi sobie poradzić. Potrzebne są bardzo konkretne rozwiązania, których wdrożenie będzie przeciwdziałać tym problemom. Jednym z kontrowersyjnych tematów powracających do dyskusji w ostatnich latach jest problem z zanieczyszczeniem dna i wód Morza Bałtyckiego składowanymi tam w ogromnych ilościach odpadami chemicznymi po II wojnie światowej, które nadal stanowią realne zagrożenie dla ludzi i środowiska [1]. Mowa tutaj przede wszystkim o bojowych środkach trujących — BŚT, zwanych popularnie gazami bojowymi (choć niektóre z nich świeżo po wyprodukowaniu mają postać oleistej cieczy, np. iperyt siarkowy zwany potocznie gazem musztardowym), należących do grupy toksycznych związków chemicznych, które wyprodukowano w celu zastosowania w walce. Dotychczas wykorzystano je na skalę masową wyłącznie podczas I wojny światowej, powodując śmierć około 100 tys. ludzi i kalectwo przynajmniej miliona osób. W czasie II wojny światowej BŚT miały wszystkie walczące strony, ale żadna z nich nie zdecydowała się na ich użycie. W okresie między I i II wojną oraz podczas II wojny światowej wyprodukowano bardzo dużo tych środków. Tylko w Niemczech około 65 tys. ton, w tym najwięcej iperytu siarkowego, który stanowił aż 39% całej produkcji BŚT. Po wojnie alianci na obszarze Niemiec znaleźli ogromną ilość tych substancji (łącznie około 300 tys. ton amunicji chemicznej). Po zakończeniu każdej z wojen światowych kraje stawały przed problemem unieszkodliwienia BŚT. Powszechnie stosowaną i akceptowaną praktyką było ich zatapianie w morzu — już od wczesnych lat XX wieku do lat 80. [2]. Często robiono to bardzo pośpiesznie i jak się dzisiaj okazuje, zupełnie bez troski, bez większej dbałości o udokumentowanie czasu i dokładnej lokalizacji zatopień chemikaliów. Wkrótce po zatopieniu dochodziło do wielu przypadków oparzeń na wybrzeżu i otwartym morzu, które ze zmniejszoną częstotliwością odnotowuje się nadal do dziś. Są to przede wszystkim przypadki skażenia flory i fauny plaż, wyłowienia

amunicji z morza lub oparzeń skóry i ciała na statkach rybackich. Z tego powodu zaczęto poważnie myśleć o istniejącym problemie. Pierwsze działania związane z amunicją chemiczną w Morzu Bałtyckim podjęła Komisja Ochrony Środowiska Obszaru Morskiego Bałtyku (HELCOM) [3] jako organizacja międzynarodowa proklamowana przez Konwencję o ochronie środowiska morskiego obszaru Morza Bałtyckiego (konwencję helsińską) po zdarzeniu w 1992 roku, kiedy po raz pierwszy wyłowiono 180-kilogramową bombę chemiczną w Dueodde na Bornholmie. Aktualnie od roku 2013 roku Komisja Helsińska utworzyła nową grupę (HELCOM SUBMERGED), której zadaniem jest aktualizacja wiedzy i ocena zagrożenia dla środowiska morskiego Morza Bałtyckiego oraz opracowanie kompleksowego raportu uwzględniającego m.in. kwestię minimalizacji skutków oddziaływania zatopionych obiektów oraz niebezpiecznych substancji chemicznych na środowisko morskie Morza Bałtyckiego.

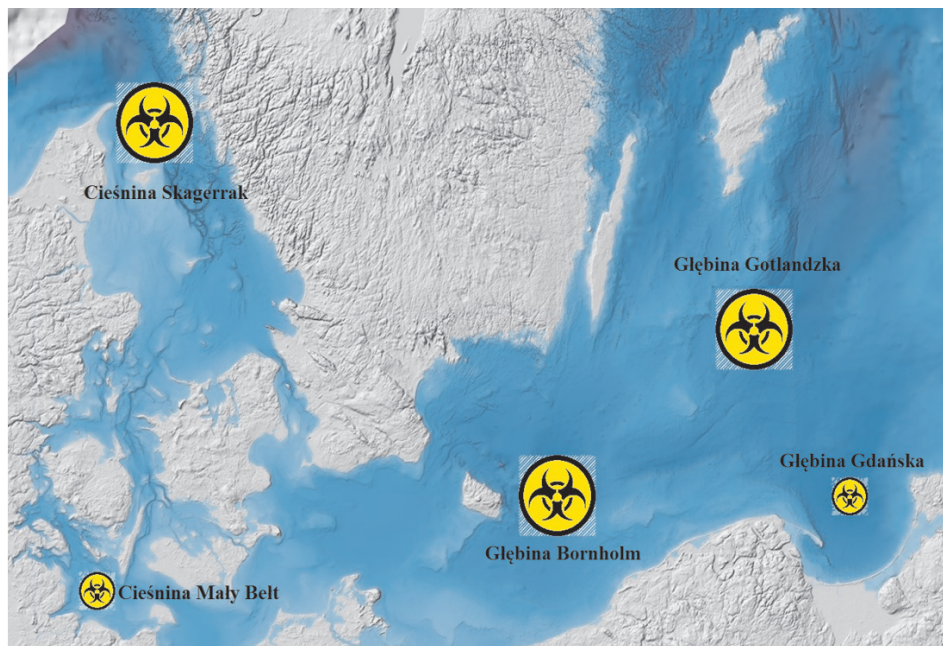
## **2. Bojowe środki chemiczne zatopione na obszarze Morza Bałtyckiego**

Bojowe środki chemiczne zatopione w Morzu Bałtyckim podczas II wojny światowej i po niej stanowią poważne zagrożenie dla środowiska naturalnego i zdrowia publicznego. Broń chemiczna była usuwana przez różne kraje, w tym Niemcy, Związek Radziecki i Szwecję [4]. Zawiera ona toksyczne substancje, takie jak gaz musztardowy i fosgen, a także środki nerwowo-paralityczne, takie jak sarin i tabun, które mogą powodować poważne problemy zdrowotne, a nawet śmierć. Broń chemiczna była zatapiana w Morzu Bałtyckim na różne sposoby. Część celowo zatapiano w morzu, podczas gdy inne środki umieszczano w beczkach i zrzucono z okrętów. Pojemniki na broń często były wykonane z metalu, który z biegiem czasu koroduje, uwalniając toksyczne substancje do wody. Jednym z największych zagrożeń związanych z zatopioną bronią chemiczną jest możliwość wycieku. W miarę jak pojemniki korodują, chemikalia mogą wyciekać i zanieczyszczać otaczającą wodę, osady i życie morskie. Toksyczność tych substancji oznacza, że nawet małe ilości mogą mieć znaczący wpływ na środowisko naturalne i zdrowie publiczne. Wpływ broni chemicznej na życie morskie również jest poważnym problemem. Substancje te mogą gromadzić się w ciałach ryb i innych stworzeń morskich, które następnie mogą być spożywane przez ludzi. To może prowadzić do długotrwałych problemów zdrowotnych, w tym chorób nowotworowych i innych. Istnieją również problemy ekonomiczne związane z zatopioną bronią chemiczną. Zanieczyszczenie Morza Bałtyckiego może mieć znaczący wpływ na przemysł rybacki i turystyczny, które są głównymi źródłami dochodu dla wielu ludzi mieszkających w regionie. Pomimo potencjalnych zagrożeń podjęto ograniczone wysiłki w celu rozwiązania problemu

broni chemicznej zatopionej w Morzu Bałtyckim. Niektóre kraje, takie jak Szwecja, rozpoczęły dochodzenie w celu określenia zakresu zatapiania broni chemicznej i jej potencjalnego wpływu na środowisko naturalne i zdrowie publiczne [5]. Nie jest znana dokładna ilość iperytu (gazu musztardowego) zatopionego w Bałtyku, ponieważ większość zatopionej broni chemicznej pozostaje nieodkryta. Szacuje się, że w wyniku zakończonej w 2002 roku międzynarodowej operacji Open Spirit, która miała na celu odkrycie i usunięcie broni chemicznej zatopionej w Bałtyku, zlokalizowano i zniszczono około 40 ton różnych substancji chemicznych, w tym iperytu. Jednak odnalezione w tej operacji substancje to jedynie niewielka część zatopionej broni chemicznej. Ponadto, ze względu na trudne warunki panujące na Bałtyku, w tym niską temperaturę, dużą głębokość i zmienne warunki pogodowe, szacowanie ilości iperytu lub innych substancji chemicznych pozostających na dnie jest trudne i związane z dużą niepewnością. W 2011 roku w pobliżu szwedzkiej wyspy Gotlandia odnaleziono zatopiony statek z amunicją chemiczną i innymi niebezpiecznymi substancjami, co wywołało duże kontrowersje i obawy dotyczące wpływu na środowisko morskie i ludzi. Statek SS Thielbek został zatopiony w kwietniu 1945 roku podczas II wojny światowej, a na jego pokładzie według szacunków znajdowało się ok. 800 ton amunicji chemicznej, w tym iperytu, kwasu siarkowego, arszeniku i cyjanowodoru. W 2011 roku niemiecka ekspedycja podjęła próbę wydobycia niebezpiecznej amunicji, ale ze względu na trudne warunki pogodowe i techniczne prace zostały wstrzymane. Obecnie, w ramach współpracy między Niemcami i Szwecją, prowadzone są badania nad wpływem zatopionej amunicji na środowisko morskie i ludzi, a także nad możliwością jej usunięcia z dna morza. Zatopienia amunicji chemicznej w Morzu Bałtyckim dokonywano po II wojnie światowej, w latach 1945-1948. Bojowe środki trujące (BŚT) znajdowały się w pociskach artyleryjskich, bombach oraz w pojemnikach. Działania były prowadzone przez władze niemieckie przed zakończeniem wojny oraz aliantów po jej zakończeniu — na podstawie ustaleń konferencji w Poczdamie z dnia 2 sierpnia 1945 roku dotyczących demilitaryzacji i rozbrojenia armii niemieckiej.

Na podstawie istniejących dokumentów oznaczono następujące miejsca zatapiania (rys. 1):

- w południowo-wschodniej części Głębi Gotlandzkiej;
- we wschodniej części Głębi Bornholmskiej;
- w cieśninie Mały Belt;
- w cieśninie Skagerrak – łącznik Morza Bałtyckiego z Morzem Północnym;
- w Głębinie Gdańskiej.



Rys. 1. Miejsca zatapiania i składowania BŚT. Opracowanie własne na podstawie mapy Baltic Sea Bathymetry Database — <http://data.bshc.pro>

Na obszarze Skagerraku i Małego Beltu amunicję chemiczną zatapiano w ładowniach starych statków, podczas gdy w pozostałych miejscach wyrzucano ją za burtę statku w kontenerach i skrzyniach. Wiadomo ponadto, że oprócz oznaczonych miejsc zrzutów istnieją jeszcze inne rejony prawdopodobnego występowania amunicji chemicznej, gdyż są informacje o tym, że pewną część ładunku wyrzucano za burtę poza wyznaczonymi obszarami, podczas transportu do miejsc zatapiania na wschód od Bornholmu (tab. 1) i na południowy wschód od Gotlandii (tab. 2). Ładunki zrzucano ze statków płynących lub dryfujących, w tym część amunicji wyrzucano w drewnianych skrzyniach, które dryfowały nawet na znaczne odległości. Ze względu na niedoskonałość sprzętu nawigacyjnego obszary zatopień nie zawsze precyzyjnie znakowano. Są świadkowie, którzy utrzymują, że Związek Radziecki dokonywał zatopień amunicji chemicznej także po 1947 roku. Jednak archiwa radzieckie z okresu po tym roku nie zostały ujawnione. Przypuszcza się, że z 300 tys. ton amunicji i broni chemicznej wyprodukowanej w Niemczech do 1945 roku na obszarze Morza Bałtyckiego zatopiono od 42 tys. do 65 tys. ton (dane o większej ilości pochodzą z mniej wiarygodnych zeznań świadków). Przy założeniu, że BŚT stanowią średnio około 15% ciężaru amunicji, można przypuszczać, że zatopiono od 6 do 13 tys. ton BŚT [6]. Największą ilość amunicji chemicznej

zatopiono na rozkaz radzieckich i brytyjskich władz okupacyjnych, odpowiednio 37 tys. i 23 tys. ton. Natomiast ilość bojowych środków trujących zatopionych przez Niemiecką Republikę Demokratyczną (prawdopodobnie jeszcze w latach 60.) była bardzo mała (200 do 300 ton) i stanowi mniej niż 1% ogólnej ilości. Do 1992 roku nie prowadzono systematycznych badań ani nawet inwentaryzacji informacji o zatopieniu amunicji w wodach Morza Bałtyckiego. Dopiero w 1992 roku, w ramach prac Komisji Helsińskiej, państwa strony Konwencji oraz obserwatorzy z Wielkiej Brytanii, Stanów Zjednoczonych i Norwegii przedstawili informacje na temat amunicji chemicznej zatopionej w Morzu Bałtyckim do 1947 roku, które posłużyły do przygotowania raportu na ten temat [7]. Opracowanie sporządzone przez Zespół Roboczy Niemieckiej Federalnej Agencji Morskiej i Hydrograficznej (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, BSH) przygotowane na podstawie analizy oficjalnych dokumentów i zeznań świadków zawiera wiele danych o zatopieniu amunicji chemicznej z obszaru Niemiec. Zachowanie się BŚT w środowisku morskim zależy od chemicznych i fizykochemicznych właściwości substancji, a przede wszystkim od czynników środowiskowych, takich jak temperatura, stopień zasolenia i odczyn pH wody. Ponieważ woda w Morzu Bałtyckim jest słabo alkaliczna, zasolenie i temperatura to najważniejsze parametry środowiska, które wpływają na przebieg reakcji chemicznych. Oczywiście jest, że wraz ze wzrostem temperatury przyspiesza się rozkładanie związków chemicznych i większe jest tempo reakcji. Ze wzrostem temperatury tylko o 10°C szybkość przebiegu reakcji chemicznych się podwaja. Morze Bałtyckie jest zimne, jego temperatura waha się od 0 do 20°C w cyklu sezonowym. Ponieważ reakcje w ciałach stałych przebiegają stosunkowo wolno, rozpuszczalność bojowych środków trujących ma zasadnicze znaczenie w procesie ich degradacji. Oprócz tego wpływ na wypłukiwanie i rozkład substancji chemicznych mają również prądy morskie. Rozpuszczalność związków zmienia się od dobrej, np. tabun, do bardzo złej, np. adamsyt, iperyt w postaci stałej. Słaba rozpuszczalność BŚT w wodzie powoduje, że proces rozkładu może być wyjątkowo wolny. Właściwości fizyczne związków decydują o możliwości wyłowienia BŚT. Na przykład substancja w postaci lepkiej, bardzo lepkiej oraz zbrylonej może się dostać w sieci rybackie, co nie miałyby miejsca w przypadku substancji ciekłej lub sypkiej. Jest to jeden z powodów, dla których większość wypadków z BŚT dotyczyła lepkiego iperytu [8]. Z powodu dodatku utwardzaczy lepki iperyt jest jedynym środkiem mogącym występować w dużych zbryleniach, stabilnych pod względem mechanicznym. Inne związki pochodnych arsenu, np. difenylocyjanoarsyna (Clark I i Clark II) oraz adamsyt, są w dużym stopniu odporne na działanie wody morskiej, ale nie ulegają zbrylaniu. Wszystkie bojowe środki trujące reagują z wodą morską, a przebieg reakcji może być bardzo różny w zależności od rodzaju substancji. W wyniku hydrolizy powstają często zupełnie nowe związki, o właściwościach znacznie różniących się od właściwości bojowych środków trujących. Takie produkty reakcji są zwykle mniej toksyczne i na ogół dobrze rozpuszczają się w wodzie.

Badania dotyczące zachowania się BŚT w środowisku Morza Bałtyckiego przeprowadzono tylko dla kilku substancji. Dlatego ich zachowanie może być opisane jedynie w sposób jakościowy, brakuje bowiem dokładnych danych o przebiegu reakcji. Wiedza o zachowaniu się BŚT w słonej wodzie morskiej jest nadal niedostateczna.

TABELA 1

Ilość amunicji chemicznej oraz rodzaje i ilość chemicznych środków bojowych w tonach, wyrzuconych w miejscu zatapiania koło Bornholmu [HELCOM 2010]

| WA<br>CM                     | Iperyt | Zawierające<br>Arsen | Adamsyt | CAP | Inne | Razem |
|------------------------------|--------|----------------------|---------|-----|------|-------|
| <b>Bomby lotnicze</b>        | 5920   | 906                  | 591     | 479 | —    | 7896  |
| <b>Pociski artyleryjskie</b> | 671    |                      | 61      | 36  | —    | 768   |
| <b>Bomby burzące</b>         | 314    | —                    | —       | —   | —    | 314   |
| <b>Miny</b>                  | 42     | —                    | —       | —   | —    | 42    |
| <b>Obudowy</b>               | 80     | 203                  | 693     | —   | 74   | 1050  |
| <b>Granaty dymne</b>         | —      | —                    | 65      | —   | —    | 65    |
| <b>Pojemniki</b>             | —      | 924                  | —       | —   | —    | 924   |
| <b>Beczki</b>                | —      | —                    | 18      | —   | —    | 18    |
| <b>Razem</b>                 | 7027   | 2033                 | 1428    | 515 | 74   | 11077 |

TABELA 2

Ilość amunicji chemicznej oraz rodzaje i ilość chemicznych środków bojowych w tonach, wyrzuconych w miejscu zatapiania koło Gotlandii [HELCOM 2010]

| WA<br>CM                     | Iperyt | Zawierające<br>Arsen | Adamsyt | CAP | Inne | Razem |
|------------------------------|--------|----------------------|---------|-----|------|-------|
| <b>Bomby lotnicze</b>        | 512    | 78                   | 51      | 41  | —    | 682   |
| <b>Pociski artyleryjskie</b> | 58     |                      | 5       | 3   | —    | 66    |
| <b>Bomby burzące</b>         | 27     | —                    | —       | —   | —    | 27    |
| <b>Miny</b>                  | 4      | —                    | —       | —   | —    | 4     |
| <b>Obudowy</b>               | 7      | 18                   | 60      | —   | 6    | 91    |
| <b>Granaty dymne</b>         | —      | —                    | 6       | —   | —    | 6     |
| <b>Pojemniki</b>             | —      | 80                   | —       | —   | —    | 80    |
| <b>Beczki</b>                | —      | —                    | 2       | —   | —    | 2     |
| <b>Razem</b>                 | 608    | 176                  | 124     | 44  | 6    | 958   |

### 3. Zachowanie się broni chemicznej w środowisku wodnym i wynikające z tego zagrożenia dla bezpieczeństwa ekologicznego

Broń chemiczna zatopiona w środowisku wodnym, takim jak Morze Bałtyckie, zachowuje się inaczej niż w środowisku suchym. Woda, temperatura i zawartość tlenu wpływają na tempo rozpadu substancji chemicznych i korozyjność pojemników, w których były przechowywane. Podczas gdy w suchym środowisku korozja pojemników może zająć dziesięciolecia, w środowisku wodnym proces ten jest znacznie szybszy i może trwać tylko kilka lat. Z tego powodu broń chemiczna zatopiona w Morzu Bałtyckim jest szczególnie narażona na korozyjne uszkodzenia, co z kolei prowadzi do wycieku toksycznych substancji chemicznych do wody morskiej. Broń chemiczna, która wycieka do wody, może spowodować poważne zagrożenie dla środowiska naturalnego i zdrowia publicznego. Substancje te mogą zanieczyścić wodę, osady i glebę, co prowadzi do zaburzenia ekosystemu i wpływa na zdrowie ludzi i zwierząt, zależnych od wody morskiej. Ponadto broń chemiczna może wpływać na oceaniczne prądy, co prowadzi do dalszej dystrybucji toksycznych substancji w różnych częściach świata. To oznacza, że zagrożenie związane z bronią chemiczną zatopioną w Morzu Bałtyckim może mieć wpływ na ekosystemy morskie i zdrowie publiczne nie tylko w regionie Morza Bałtyckiego, lecz także w innych częściach świata [9]. Wyciek broni chemicznej może mieć również poważny wpływ na gospodarkę regionu. Morze Bałtyckie jest ważnym źródłem ryb i skorupiaków dla ludzi, a zanieczyszczenie toksycznymi substancjami chemicznymi może prowadzić do zaburzenia tego źródła pożywienia. Ponadto zanieczyszczenie wody może wpłynąć na turystykę, która jest ważnym źródłem dochodu dla wielu ludzi mieszkających w regionie. Zagrożenia związane z bronią chemiczną zatopioną w Morzu Bałtyckim wskazują na potrzebę podjęcia kroków zarówno na poziomie lokalnym, jak i międzynarodowym. Wymaga to działań krajów leżących nad Morzem Bałtyckim, a także poparcia ze strony międzynarodowej społeczności naukowej i politycznej.

Odpady chemiczne zatopione w Bałtyku stanowią poważne zagrożenie dla środowiska, a także dla zdrowia ludzkiego. Aby zminimalizować skutki tego zagrożenia, można:

1. Wydobyc zatopioną amunicję: jeśli to możliwe, należy ją wydobyc z morza i przetransportować na ląd do specjalnych składowisk, gdzie mogą być bezpiecznie przechowywane.
2. Zabezpieczyć pozostałości: jeśli wydobycie zatopionej amunicji jest niemożliwe, można zabezpieczyć pozostałości, aby uniemożliwić wyciek niebezpiecznych substancji. Na przykład można umieścić pojemniki, które będą mogły zatrzymać wyciekające substancje.
3. Monitorować sytuację: aby dokładnie ocenić zagrożenie wynikające z zatopionej amunicji, należy prowadzić regularne badania i monitorować sytuację w obszarze zatopionej amunicji.



4. Usuwać zanieczyszczenia: w przypadku wycieku niebezpiecznych substancji do wody, należy przeprowadzić działania mające na celu usunięcie tych zanieczyszczeń, aby ograniczyć szkody dla środowiska.
5. Poprawić działania prewencyjne: aby zapobiec przyszłym zanieczyszczeniom, należy wprowadzić lepsze przepisy i standardy dotyczące przechowywania i transportu niebezpiecznych substancji, a także lepsze procedury bezpieczeństwa dla amunicji i innych odpadów chemicznych.

Bardzo szczegółowym opracowaniem dotyczącym BŚT są informacje o wynikach kontroli Najwyższej Izby Kontroli, dane pochodzące z analizy posiadanych materiałów dokładnie opisują aktualną sytuację społeczno-ekonomiczną, środowiskową i administracyjną oraz kierunki działań i możliwości przeciwdziałania aktualnym zagrożeniom i skutkom z powodu zalegania materiałów niebezpiecznych na dnie Morza Bałtyckiego [10]. Bojowe środki chemiczne są bardzo niebezpiecznymi substancjami, które mogą powodować szkody w organizmie człowieka na różne sposoby. Istnieje wiele rodzajów bojowych środków chemicznych, ale większość z nich działa na organizm przez uszkodzenie układu nerwowego, oddechowego lub skóry. Substancje te często wpływają na enzymy, białka i kwasy nukleinowe w organizmie, powodując blokowanie lub zakłócenie normalnych procesów fizjologicznych. Niektóre bojowe środki chemiczne, takie jak gaz iperyt, są szczególnie niebezpieczne ze względu na ich działanie drażniące i parzące. Iperyty jest silnie drażniącym gazem, który powoduje oparzenia skóry, oczu i dróg oddechowych. Inne bojowe środki chemiczne, takie jak sarin, powodują paraliż mięśni i mogą prowadzić do zatrzymania oddechu. Wpływ bojowych środków chemicznych na organizm zależy od rodzaju i ilości substancji, dawki, sposobu narażenia oraz indywidualnych cech organizmu. Skutki narażenia na bojowe środki chemiczne mogą być natychmiastowe lub długotrwałe, mogą też prowadzić do trwałych obrażeń lub chorób. Dlatego tak ważne jest, aby wykorzystywać wszelkie możliwe sposoby uniknięcia narażenia na te substancje. Jednym z najbardziej znanych i rozpowszechnionych bojowych środków trujących jest iperyt siarkowy. Był on produkowany na szeroką skalę i stosowany od czasów I wojny światowej. Jego właściwości pierwszy w historii opisał w 1860 r. brytyjski fizyk Frederick Guthrie. Iperyty siarkowy to substancja teoretycznie słabo rozpuszczalna w wodzie. Szkodliwe są zarówno jego pary, jak i bezpośredni kontakt z samą cieczą. Powoduje powstanie objawów na skórze podobnych do oparzeń. Rozległe pęcherze zlewają się w większe obiekty, tworząc trudno gojące się rany. Rekonwalescencja po skażeniu organizmu iperytem może trwać nawet pół roku. Dostanie się substancji do oczu może grozić całkowitą utratą wzroku. Pary iperytu powodują uszkodzenia górnych i dolnych dróg oddechowych, które mogą zakończyć się śmiercią poszkodowanego. Oprócz działania nekrotyzującego wykazuje również działanie ogólnotrujące, gdyż w ponad 80% substancja ulega wchłanianiu do układu krwionośnego, czego objawami mogą być ból głowy, mięśni, ogólne osłabienie. Iperyty siarkowy jest również substancją rakotwórczą. Ze względu na swoje właściwości z łatwością wnika w materiały porowate, co utrudnia zarówno likwidację skażeń, jak i dobór materiałów do skutecznej ochrony przed skutkami jego działania.

#### 4. Oddziaływanie bojowych środków trujących na organizm człowieka

Oddziaływanie bojowych środków trujących na organizm człowieka zazwyczaj jest opisywane w odniesieniu do scenariuszy wojennych, tj. wtedy, gdy substancje te są rozproszone w powietrzu i oddziałują najefektywniej. Amunicja chemiczna może działać szkodliwie na organizm człowieka tylko wtedy, gdy wydostaną się z niej bojowe środki trujące. Może się to wydarzyć nagle, na skutek eksplozji, lub powoli, gdy amunicja koroduje. W przypadku eksplozji, na przykład z powodu niewłaściwego postępowania przy unieszkodliwianiu amunicji, mogą uwolnić się duże ilości bojowych środków trujących, które rozpylone w postaci aerozolu mogą się dostać do płuc lub działać na powierzchnię całego ciała. Z takim działaniem BŚT mamy do czynienia w czasie działań wojennych. Jeśli chodzi o amunicję chemiczną zatopioną w Morzu Bałtyckim, tego rodzaju wypadki dotychczas nie wystąpiły. Wszystkie doznane przez rybaków obrażenia były spowodowane tym, że płynny, stały lub lepki iperyt wydostał się ze skorodowanej amunicji i doszło do jego bezpośredniego kontaktu ze skórą. Dlatego też jedyne opisane wypadki skażeń to skażenia lepkiem iperytem. Należy podkreślić, że oparzeń doznali tylko ci rybacy, którzy za pomocą sieci do trałowania dna wydobyli lepki iperyt na powierzchnię morza. Iperyty wywołuje obrażenia, przenikając do organizmu przez skórę lub drogi oddechowe. Na początku nie występują objawy skażenia skóry, takie jak ból czy oparzenia. Dopiero po kilku godzinach pojawiają się zaczerwienienia oraz bardzo bolesne, wypełnione płynem pęcherzyki. Często w konsekwencji oparzeń dochodzi do infekcji bakteryjnych, szczególnie gdy pęcherze zostają przecięte, ponieważ iperyt osłabia także odporność komórek na infekcję. Pary iperytu przy dużych stężeniach drażnią oczy, powodując łzawienie i bolesne reakcje na światło – zjawisko to nazywane jest fotalgia. Bezpośredni kontakt oka z iperytem powoduje zmętnienie rogówki, zapalenie spojówek, martwicę tkanek, a nawet ślepotę. Skutkiem wdychania iperytu jest kaszel i śluzotok z nosa. Większe dawki skutkują zapaleniem, a następnie martwicą śluzówek oskrzeli, jak również odma płucną. Wchłanianie iperytu przez układ pokarmowy powoduje nudności, wymioty, krwawe biegunki, gorączkę i utratę wagi ciała. Oprócz symptomów miejscowego kontaktu z iperytem, pojawiają się także trwałe zmiany – trudności z oddychaniem, zakłócenia pracy serca i układu krwionośnego oraz uszkodzenia systemu nerwowego [11]. Ostatnie etapy poważnego zatrucia to apatia, przewlekła choroba i śmierć. Iperyty uszkadza DNA i jest uważany za związek rakotwórczy. Istnieje wiele luk w badaniach toksycznego oddziaływania BŚT na środowisko morskie oraz morski ekosystem – tzw. badania ekotoksykologiczne.

## 5. Miejsca skażeń w polskiej strefie morskiej i ekonomicznej

W polskiej strefie morskiej i ekonomicznej istnieją miejsca skażeń, które stanowią poważne zagrożenie dla środowiska naturalnego i zdrowia publicznego. Jednym z nich jest poligon chemiczny w Ustce, gdzie w latach 60. XX wieku testowano broń chemiczną. W wyniku tych działań w wodach morskich zatopiono około 8 tysięcy ton amunicji chemicznej, w tym gazu musztardowego, fosgenów i cyjanowodoru — ta substancja chemiczna wciąż stanowi poważne zagrożenie dla środowiska morskiego i zdrowia publicznego, a jej usuwanie jest bardzo trudne i kosztowne. Polska może podejmować działania w morskiej strefie ekonomicznej dzięki ratyfikowaniu Konwencji Narodów Zjednoczonych o prawie morza (UNCLOS) sporządzonej w Montego Bay 10 XII 1982 r. Dokument ten zwany jest również konstytucją mórz, nadaje suwerenne prawa w dziedzinie eksploatacji zasobów w wyłącznej strefie ekonomicznej oraz zobowiązuje państwa nadbrzeżne do ochrony i zachowania środowiska morskiego [12]. Celem Krajowego Planu Zwalczania Zagrożeń i Zanieczyszczeń Środowiska Morskiego jest umożliwienie szybkiej i skutecznej akcji ratowniczej w przypadku incydentu, który zagraża lub może zagrazić środowisku morskemu w polskim obszarze odpowiedzialności lub też w inny sposób zagraża interesom Rzeczypospolitej Polskiej. Natomiast wszelkie spory morskie krajów nadbałtyckich rozstrzyga Międzynarodowy Trybunał Prawa Morza (ITLOS).

Kolejnym przykładem i konkretnym miejscem skażenia w polskiej strefie morskiej jest Zatoka Pucka, gdzie w latach 70. i 80. XX wieku wyrzucano odpady chemiczne z pobliskich zakładów chemicznych [13]. W wyniku tych działań do wody morskiej przedostały się substancje chemiczne takie jak fenole, chlorek winylu, PCB i DDT, które nadal stanowią zagrożenie dla zdrowia publicznego i środowiska morskiego. Istnieją również inne miejsca skażenia w polskiej strefie morskiej, takie jak składowiska odpadów w Gdańsku i Świnoujściu, gdzie w przeszłości składowano odpady chemiczne, w tym te toksyczne. Skażenia w polskiej strefie morskiej i ekonomicznej wymagają natychmiastowych działań, aby ograniczyć wpływ substancji chemicznych na środowisko naturalne i zdrowie publiczne. Usuwanie odpadów chemicznych z wody i gleby jest trudne i kosztowne, ale konieczne, aby zapobiec dalszemu skażeniu wód i ekosystemów morskich. Z tego powodu w 2020 roku powołano Zespół do spraw zagrożeń wynikających z zalegających w obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej materiałów niebezpiecznych, który wytycza standardy administracyjne, ekonomiczne, analityczne dotyczące dalszego stałego monitoringu bojowych środków trujących i produktów ich rozpadu, broni konwencjonalnej oraz zalegającego we wrakach paliwa i substancji ropopochodnych znajdujących się na dnie Morza Bałtyckiego w różnych jego strefach [14]. W tym celu potrzebne są także dalsze badania naukowe, aby zrozumieć pełne skutki skażenia dla środowiska i zdrowia publicznego, a także opracować bardziej skuteczne metody usuwania substancji chemicznych z wody morskiej. Amunicja zatopiona

w Morzu Bałtyckim może stanowić poważne zagrożenie dla środowiska i zdrowia ludzkiego. Zawiera ona niebezpieczne substancje, takie jak materiały wybuchowe, bojowe środki chemiczne, a nawet radioaktywne odpady. Bojowe środki chemiczne, takie jak gaz musztardowy i iperyt, są szczególnie niebezpieczne, ponieważ mogą wyciekać ze zbiorników i pojemników, w których są przechowywane, i przedostawać się do wody. Kiedy to się dzieje, mogą zanieczyszczać wodę, a także wpływać na organizmy żyjące w tym obszarze. Radioaktywne odpady mogą wyciekać z amunicji, która została wyprodukowana lub użyta w czasie zimnej wojny, kiedy prowadzono testy broni nuklearnej, stanowi to zagrożenie dla zdrowia ludzkiego i środowiska. W związku z tym, aby zminimalizować zagrożenie wynikające z zatopionej amunicji, rozpoczęto wiele działań, na przykład próby zlokalizowania i zabezpieczenia pozostałości po niej. Przeprowadzono także badania, aby ocenić zagrożenie dla środowiska i ludzi. Również rządy państw nadbałtyckich podejmują kroki w celu usunięcia zanieczyszczeń i monitorowania sytuacji.

## 6. Wyniki dotychczasowych badań i działań państw nadbałtyckich

Państwa nadbałtyckie od lat podejmują działania mające na celu ochronę Bałtyku przed zanieczyszczeniem i zagrożeniami wynikającymi z działań człowieka, w tym skażeniami chemicznymi. Wyniki dotychczasowych badań wykazały, że Bałtyk to jedno z najbardziej zanieczyszczonych mórz na świecie. Znaczna część skażeń wynika z emisji zanieczyszczeń przemysłowych, spalin samochodowych, a także z odprowadzanych ścieków. Jednym z poważnych problemów jest również obecność substancji chemicznych, takich jak pestycydy, PCB, ftalany czy alkilofeny, które mogą mieć negatywny wpływ na zdrowie ludzi i środowisko morskie. W celu poprawy sytuacji państwa nadbałtyckie, w tym Polska, podjęły wiele działań, takich jak:

- regulowanie emisji zanieczyszczeń przemysłowych i spalin samochodowych,
- modernizacja i rozbudowa oczyszczalni ścieków,
- kontrola wprowadzania ścieków przemysłowych i komunalnych do Bałtyku,
- promowanie technologii przyjaznych dla środowiska,
- monitorowanie jakości wody i gleby,
- usuwanie odpadów chemicznych z wód morskich.

W ramach działań państw nadbałtyckich powstały również programy badawcze, które pozwalają na lepsze zrozumienie problemów związanych ze skażeniem Bałtyku. Przykładem jest HELCOM - Komisja Helsińska, której celem jest ochrona i odtworzenie ekosystemów morskich w regionie Morza Bałtyckiego. HELCOM przeprowadza regularne badania i monitoruje jakość wody i gleby, a także koordynuje działania państw nadbałtyckich w celu poprawy jakości wody i ochrony środowiska morskiego [15]. Mimo podejmowanych działań sytuacja w Bałtyku nadal pozostaje trudna i wymaga dalszych kroków ze strony państw nadbałtyckich oraz współpracy

międzynarodowej. Jednym z wyzwań jest usuwanie substancji chemicznych z wód morskich, co wiąże się ze znacznymi nakładami finansowymi i czasu. Konieczne jest przyspieszenie działań mających na celu ochronę Bałtyku przed zanieczyszczeniem, tak aby zapewnić przyszłym pokoleniom czyste i zdrowe środowisko morskie. W tym celu ważne będą wszystkie przedsięwzięcia związane z usuwaniem broni chemicznej znajdującej się na dnie od czasu ostatniej wojny światowej [16]. Działania w tym zakresie są stałą domeną Sił Morskich Rzeczypospolitej Polskiej.

## **7. Podsumowanie i wnioski**

Podsumowując, obecność broni chemicznej w Bałtyku jest poważnym zagrożeniem dla środowiska morskiego, zdrowia ludzi oraz gospodarki rybackiej. Niestety, zatopiona w tym obszarze broń chemiczna nadal stanowi poważne zagrożenie dla środowiska, a jej usuwanie z Bałtyku jest procesem skomplikowanym i kosztownym. W związku z tym państwa nadbałtyckie, w tym Polska, podejmują wiele działań na rzecz ochrony środowiska morskiego, takich jak regulowanie emisji zanieczyszczeń, kontrolowanie wprowadzania ścieków do Bałtyku, monitorowanie jakości wody i gleby, usuwanie odpadów chemicznych z wód morskich oraz promowanie technologii przyjaznych dla środowiska. Ponadto państwa nadbałtyckie współpracują w ramach programu HELCOM, aby koordynować swoje działania i działać na rzecz ochrony i poprawy jakości środowiska morskiego [17]. Wnioski z dotychczasowych badań i działań państw nadbałtyckich wskazują, że ochrona Bałtyku przed zanieczyszczeniem i zagrożeniami wynikającymi z postępowania człowieka wymaga dalszych działań i współpracy międzynarodowej. Konieczne jest przyspieszenie prac na rzecz usuwania substancji chemicznych z wód morskich oraz kontynuowanie ochrony środowiska morskiego, aby zapewnić przyszłym pokoleniom czyste i zdrowe środowisko morskie [18]. Warto podkreślić, że ochrona środowiska morskiego jest nie tylko kwestią wagi lokalnej, ma także wpływ na stan globalnego środowiska naturalnego. Zatopiona broń chemiczna jest jednym z takich wyzwań dla szeroko rozumianego bezpieczeństwa regionalnego. Cechą charakterystyczną wymienionych wyzwań i zagrożeń ekologicznych jest to, że nim zostaną one rozwiązane, często muszą zostać upolitycznione lub co najmniej potrzebują długotrwałego nacisku ze strony opinii publicznej. Dzięki funkcjonowaniu takich organizacji jak HELCOM państwa RMB (Rada Państw Morza Bałtyckiego) mają świadomość istnienia problemu, aczkolwiek wiedza na ten temat wciąż nie jest pełna. Dotychczas zrealizowane projekty międzynarodowe oraz wyniki prac ekspertów w ramach HELCOM wskazują, że BŚT będą w dalszym ciągu problemem dla państw RMB i konieczny jest ich stały monitoring. Broń chemiczna stwarza realne zagrożenie punktowe, jeśli zostanie uwolniona na skutek skorodowania metalowych pojemników lub ich mechanicznego uszkodzenia, np. w trakcie prac budowlanych na dnie morza. Jest

to szczególnie istotne w kontekście intensywnej eksploatacji dna Bałtyku związanej z budową gazociągów, np. Nord Stream 2, morskich farm wiatrowych czy platform wiertniczych do wydobywania złóż naturalnych.

#### Podziękowania

Autor składa podziękowania gen. bryg. rez. prof. dr. hab. inż. Tadeuszowi Szczurkowi za motywację i inspirację do podjęcia próby analizy tematyki związanej z zagrożeniami dla bezpieczeństwa ekologicznego obszaru Morza Bałtyckiego.

K. Świder

Artykuł powstał na bazie dostępnych materiałów naukowych oraz własnej analizy badawczej.

Artykuł wpłynął do redakcji 6.03.2023 r. Zatwierdzono do publikacji 31.03.2023 r.

Krzysztof Świder <https://orcid.org/0000-0001-6518-3707>

#### LITERATURA

- [1] KULIGOWSKA M., *Badania lotności i dyfuzji par substancji chemicznych o niskiej lotności w powietrzu*, Biuletyn WAT, 70, 3, 2021, 111-134, <https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.8775>.
- [2] WAŁACHOWSKI J., *Broń chemiczna w Bałtyku*, Centrum Szkolenia OPBMR, Biuletyn Akademii Sztuki Wojennej, 9, 2, 2021.
- [3] Raport dotyczący kwestii zawartych w decyzjach nr 23 i 24, podjętych na pierwszym spotkaniu Grupy Ekspertkiej dotyczącej aktualizacji i rewizji dostępnych informacji o zatopionej broni chemicznej w Morzu Bałtyckim HELCOM MUNI 1/2010.
- [4] CARTON G., JAGUSIEWICZ A., *Historic Disposal of Munitions in U.S. and European Coastal Waters, How Historic Information Can be Used in Characterising and Managing Risk*, Marine Technology Society Journal, 43, 4, 2009, 16-32.
- [5] BŁĄDEK J., *Broń chemiczna i toksyczne środki przemysłowe*, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa 2011.
- [6] Raport Zakres badań dla strategicznej oceny oddziaływania na środowisko do aktualizacji planów zagospodarowania przestrzennego dla niemieckiej wyłącznej strefy ekonomicznej Morza Północnego i Morza Bałtyckiego, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, BSH, Hamburg, 2020.
- [7] Konwencja o ochronie środowiska morskiego obszaru Morza Bałtyckiego sporządzona w Helsinkach dnia 9 kwietnia 1992 r.
- [8] POPIEL S., WITKIEWICZ Z., SZEWCZUK A., *The GC/AED studies on the reactions of sulfur mustard with oxidants*, J. Hazard. Mat. B, 123, 2005, 94-111.
- [9] HOENIG S.L., *Compendium of Chemical Warfare Agents*, Springer, New York, 2007.
- [10] Informacja o wynikach kontroli Najwyższej Izby Kontroli w sprawie przeciwdziałania zagrożeniom wynikającym z zalegania materiałów niebezpiecznych na dnie Morza Bałtyckiego, Wydawnictwo Delegatura w Gdańsku, Warszawa-Gdańsk 2020.
- [11] RICHARDT A., BLUM M.-M. [ed:], *Decontamination of Warfare Agents*, WILEY-VCH Verlag GmbH&Co. KGaA, 2008.
- [12] Konwencja Narodów Zjednoczonych o prawie morza sporządzona w Montego Bay dnia 10 grudnia 1982 r.

- [13] KASPEREK T., FABISIAK J., MICHALAK J., *Rola nieetatowego centrum informacji chemiczno-ekologicznej oraz najnowsze wyniki badań stanu amunicji chemicznej zatopionej w Morzu Bałtyckim*, [w:] S. Piocha (red.), *Bezpieczeństwo morskie i ochrona naturalnego środowiska morskiego*, Koszalin–Kołobrzeg, Środkowopomorska Rada NOT, Morska SPiR, Koszalin 2003.
- [14] Zarządzenie nr 150 Prezesa Rady Ministrów z dnia 25 września 2020 r. w sprawie powołania Międzyresortowego Zespołu do spraw zagrożeń wynikających z zalegających w obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej materiałów niebezpiecznych, § 2, pkt 1-8, Warszawa 2020.
- [15] HELCOM-Muni Report findings and recommendations Claus Boettcher Member of ad hoc working group „HELCOM-Muni, 2009-2013”.
- [16] BRYŚIEWICZ J., GWIZDAŁA D. (przewodniczący zespołu autorskiego), *Strategiczna Koncepcja Bezpieczeństwa Morskiego Rzeczypospolitej Polskiej*, Wydawnictwo Wydawca: Biuro Bezpieczeństwa Narodowego, Warszawa–Gdynia 2017.
- [17] Rezolucja Parlamentu Europejskiego ws. broni chemicznej zatopionej w Bałtyku, 2021.
- [18] Decyzja Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie ogólnego unijnego programu działań w zakresie środowiska do 2030 r., Komisja Europejska, 2020.

## K. ŚWIDER

### Controversy Over Chemical Weapons Dumped in the Baltic Sea

**Abstract.** The purpose of this study is to discuss and attempt to analyse the issue of chemical weapons containing chemical warfare agents (CWA) and conventional ammunition containing toxic chemicals that pose a threat to the ecological safety of the Baltic Sea waters. These substances have been dumped in the Baltic Sea and they are a real problem, therefore, it is necessary to assess and try to determine, at least theoretically, the degree of risk to the marine environment and human health. Work on determining the ecological risk assessment is the subject of activities under the flagship project under the Strategy of the Baltic Sea Region, in which the Baltic Sea Environment Protection Commission (HELCOM) and the State Environmental Monitoring (SEM) play a leading role, performing the tasks of the Chief Inspector of Environmental Protection as a government representative of the central office for environmental protection.

**Keywords:** chemical weapons, chemical warfare agents, ecological safety, contamination of the Baltic Sea, threats of the natural environment

**DOI:** 10.5604/01.3001.0053.6748

