

dr hab. inż. Tadeusz KASPEREK  
prof. nadzw. Akademii Marynarki Wojennej

## **STOPIEŃ ZAGROŻENIA DLA LUDZI**

### **powodowany naruszeniem amunicji chemicznej zatopionej w Głębi Bornholmskiej**

#### ***Wprowadzenie***

Z treści zawartych w wielu publikacjach jest wiadome, że w latach powojennych, decyzją Konferencji Poczdamskiej (2.VIII.1945 r.), zdecydowano o zatopieniu w morzach amunicji chemicznej (pojemników z bojowymi środkami trującymi – BST) znalezionej w strefach okupacyjnych Niemiec. Co prawda, środki trujące klasyfikowane w pierwszej połowie ubiegłego wieku jako bojowe, są w obecnej dobie większości, uważane za tzw. toksyczne środki przemysłowe (TSP) i zostały usunięte z arsenałów broni chemicznej. Tym niemniej, ich toksyczność nie uległa zmianie i nadal stanowią zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi.

#### ***Głębia Bornholmska***

*Basen Bornholmski* leży w obrębie rozległego Bałtyku Południowego, o całkowitej powierzchni 92 795 km<sup>2</sup>. Dzieli się na Basen Zachodni (na zachód od wyspy Bornholm) i Basen Wschodni (na wschód od Bornholmu). Basen Bornholmski Wschodni charakteryzuje się Głębią Bornholmską (105 m). Właśnie to miejsce wydało się być bardzo przydatne do zatopienia śmiertelnych ładunków. Na granicach Basenu Bornholmskiego leżą: na zachodzie Zatoka Pomorska (15 m), na wschodzie płytko Rynna Słupska (9,5 m) i dalej Zatoka Gdańska (118 m).

#### ***Bojowe środki trujące w Głębi Bornholmskiej***

W obszarze Głębi, w latach 1947-1948, Rosjanie zatopili około 32 tys. Mg (ton) amunicji chemicznej, znalezionej w strefie okupacyjnej.

Inne, wcześniejsze informacje potwierdzają, że Rosjanie zatopili w dwóch rejonach Bałtyku (Głębie Bornholmska i Gotlandzka) 36 000 do 50 000 Mg (ton) amunicji chemicznej (przyjmuje się, że w Głębi Gotlandzkiej zatopiono około 2 tysiące ton amunicji

chemicznej). Miała ona zawierać środki trujące o działaniu parzącym, wymiotnym oraz fosgen. Z powodu braku wiarygodnych dokumentów w tym przypadku, faktyczna masa zatopionej amunicji chemicznej jest trudna do ustalenia. Charakterystykę amunicji chemicznej zatopionej w Głębi Bornholmskiej przedstawiono w tab.1. Natomiast typy amunicji chemicznej i masę bojowych środków trujących zatopionych w tym akwenie ujęto w tab. 2.

Tablica 1.

Charakterystyka amunicji chemicznej zatopionej w Głębi Bornholmskiej

Lp.	Typy amunicji	Ilość / Masa
1	2	3
1.	Pojemniki napełnione iperytem siarkowym: - pojemniki o masie 1 500 kg; - beczki L - 100 i L - 150	1 004 529 Razem <b>1 533</b>
2.	Pociski artyleryjskie zawierające iperyt siarkowy: - kalibru 75 mm o masie 6,2 kg; - kalibru 105 mm o masie 14 kg; - kalibru 150 mm o masie 39 kg	30 460 295 181 82 924 Razem <b>408 565</b>
3.	Bomby chemiczne: - KC - 250 napełnione iperytem siarkowym; - KC - 250 napełnione chloroacetofenonem; - KC - 500 napełnione chloroacetofenonem; - KC - 250 napełnione związkami arsenu; - KC - 250 napełnione Clark I; - KC - 500 napełnione Clark I; - KC - 50 napełnione adamsytem;	71 469 4 719 430 5 197 3 340 522 8 027 Razem <b>93 704</b>
4.	Chemiczne materiały wybuchowe o masie do 20 kg	<b>34 162</b>
5.	Pociski chemiczne o masie do 85 kg	<b>6 777</b>
6.	Chemiczne bomby dymne o masie do 50 kg	<b>430</b>
7.	Chemiczne pociski dymne 100 mm o masie 14 kg	<b>10 420</b>
8.	Chemiczne pociski dymne o masie 3 kg	<b>35 040</b>
9.	Pociski chemiczne w skrzyniach	<b>518</b>
10.	Bojowe środki trujące: - sole cyjanowe; - chloroarsyna, cyjanoarsyna (pochodne); - o składzie nieznanym; - beczki L - 100 i L - 250 zawierające Clark I; - beczki zawierające adamsyt o masie 125 kg; - kwas pruski (cyklon B)	<b>75 Mg</b> <b>85 Mg</b> <b>5 Mg</b> <b>922</b> <b>7 518</b> <b>7 860 puszek</b>

Tablica 2.

*Typy amunicji chemicznej i masa bojowych środków trujących (Mg) zatopionych w rejonie na wschód od Bornholmu*

Typy amunicji chemicznej	Rodzaje bojowych środków trujących					Razem
	Iperyty	Związki arsenu	Adamsyt	Chloroa-cetofenon	Inne	
Bomby lotnicze	5 920	906	591	479	-	7 896
Bomby burzące	314	-	-	-	-	314
Pociski artyleryjskie	671	-	61	36	-	768
Miny	42	-	-	-	-	42
Granaty dymne	-	-	65	-	-	65
Pojemniki, bębny	80	1 127	711	-	74	1992
<b>Razem</b>	<b>7 027</b>	<b>2 033</b>	<b>1 428</b>	<b>515</b>	<b>74</b>	<b>11 077</b>

Wybrane, przedstawione informacje prezentujące charakterystykę bojowych środków trujących zatopionych w Głębi Bornholmskiej są istotne w kontekście budowy gazociągu Nord Stream. Planowany przebieg gazociągu przedstawiono na rys. 1.

Z prezentowanej mapy wynika, że Nord Stream będzie budowany w obszarach zatopienia amunicji chemicznej lub na ich obrzeżach. Świadczą o tym nie tylko granice rejonów zatopienia, lecz również miejsca wyłowienia amunicji przez polskich rybaków. Jest to dowód na tezę, że nastąpiła depozycja amunicji. Jak również, że granice rejonów zatopienia są niedokładne. Należy zaznaczyć, że prawdopodobnie Nord Stream będzie budowany również w strefie spornej polskiej i duńskiej Wyłącznej Strefie Ekonomicznej.

### ***Zagrożenia spowodowane uwolnieniem bojowych środków trujących (BST) do środowiska morskiego***

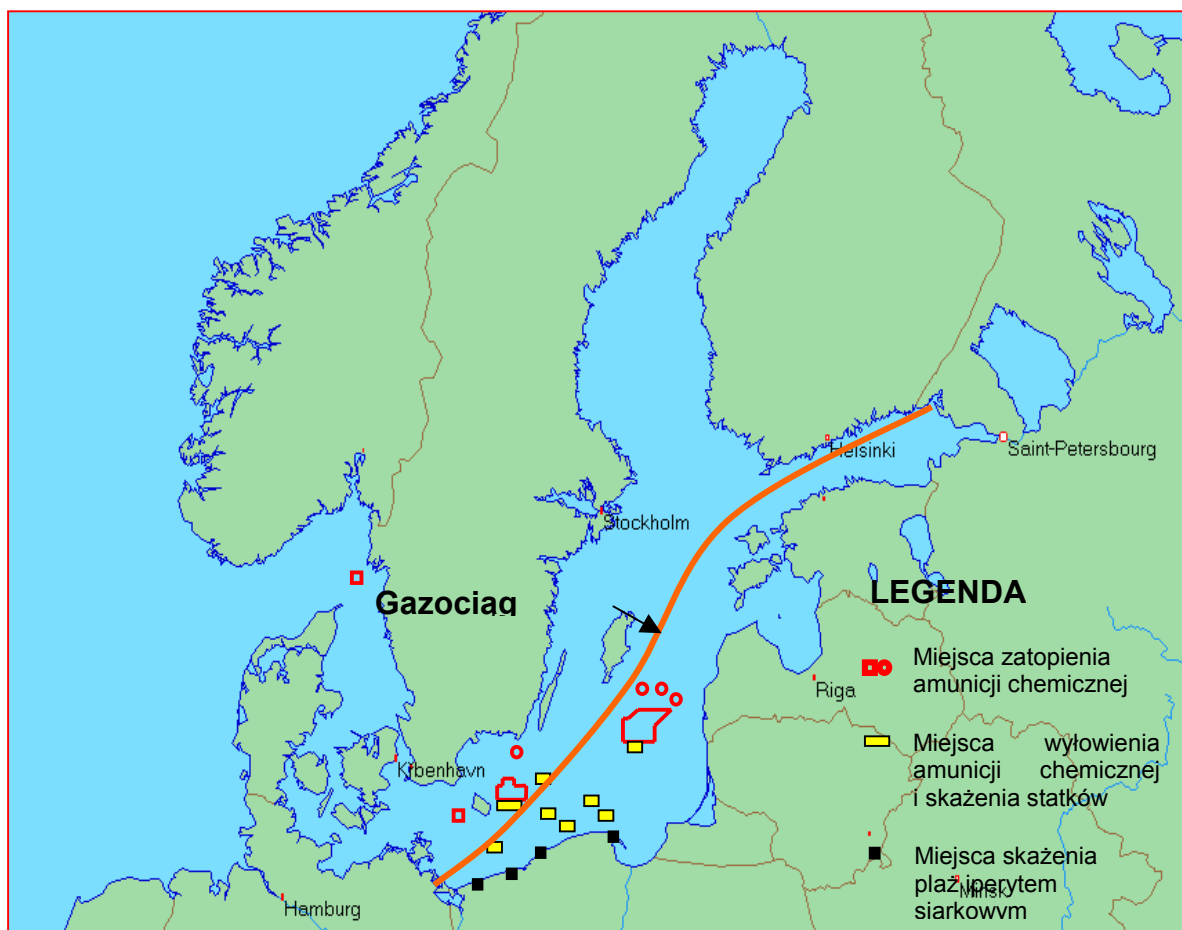
*Jak się ocenia, największe zagrożenie dla środowiska naturalnego mogą stanowić następujące bojowe środki trujące:*

- iperyty:

- iperyt siarkowy
- iperyt siarkowy (zagęszczony)
- iperyt azotowy

- zawierające w związku arsen (As):

- *luizyt*,
- *Clark I*,
- *Clark II*,
- *adamsyt*.



Rys. 2. Miejsca wyłowienia i wyrzucenia na brzeg amunicji chemicznej i bojowych środków trujących w Polskiej Wyłącznej Strefie Ekonomicznej oraz planowany przebieg gazociągu Nord Steam.

Iperyty słabo rozpuszczają się w wodzie, a szczególnie morskiej. Uwolniony iperyt się zbryla, a powierzchnia bryły pokrywa się warstwą różnych związków, bardziej lub mniej toksycznych, tworząc jednocześnie barierę nieprzepuszczalną dla wody. Rozpuszczalność środków trujących zawierających arsen jest niewielka. Tym niemniej, z biegiem czasu, arsen przechodzi do wody morskiej.

## ***Właściwości toksyczne zatopionych bojowych środków trujących***

### **Iperyt siarkowy**

Został wykryty przez Meyera w 1886 roku i do dzisiaj, z powodu właściwości fizyczno - chemicznych i toksycznych, zajmuje znaczące miejsce w arsenałach zbrojeniowych armii wielu państw. Znajdujący się pod wodą (np. zatopiony w Bałtyku), może zachować toksyczność przez wiele lat, szczególnie w przypadku, gdy wody są nieruchome.

Iperyt siarkowy jest toksyczny w postaci par, cieczy i roztworów. Charakteryzuje się silnym działaniem nekrozuującym. Przenika do organizmu przez skórę, drogi oddechowe i pokarmowe oraz uszkadza oczy. Porażenie skóry następuje już przy gęstości skażenia począwszy od dawki 0,01 miligrama na centymetr kwadratowy powierzchni (pary wyczuwalne są już przy stężeniu  $0,001 \div 0,002 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ). Pierwsze objawy porażenia skóry w postaci rumienia, pojawiają się po okresie utajonego działania, wynoszącym od 4 do 24 i więcej godzin, w zależności od wartości dawki. Po około dobie pojawiają się pęcherzyki, które się łączą w jeden duży pęcherz wypełniony cieczą surowiczą. Po kilku dobach pęcherz pęka i pojawia się głęboka, trudno gojąca się rana. Powstałe rany są bardzo podatne na infekcje bakteryjne, stąd proces leczenia jest bardzo długi (nawet do kilku miesięcy) i wymaga szczególnej sterylności otoczenia. Zagojone rany pozostawiają na skórze blizny i brązowe plamy.

Śmiertelna dawka iperytu siarkowego przy działaniu przez skórę wynosi  $40 \div 60 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , a średnia dawka letalna  $\text{LD}_{50}$  - 20 miligramów na kilogram masy ciała.

Objawy porażenia organizmu iperytem siarkowym przez drogi oddechowe występują po upływie 4 do 6 godzin. Typowymi są bolesny, suchy kaszel, zanik głosu, a niekiedy zapalenie płuc. Stężenie średnie obojętne  $\text{ICT}_{50}$  wynosi  $150 \text{ mg} \cdot \text{min} \cdot \text{dm}^{-3}$ , a śmiertelne  $\text{LCT}_{50}$  -  $400 \div 1\,500 \text{ mg} \cdot \text{min} \cdot \text{dm}^{-3}$ , w zależności od intensywności oddychania. Przebywanie w atmosferze o stężeniu par iperytu siarkowego  $0,03 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  w czasie 3 do 5 minut powoduje zejście śmiertelne.

Porażenie oczu parami iperytu siarkowego następuje już przy stężeniu  $0,0012 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  przy ekspozycji trwającej niecałą godzinę.

Iperyt siarkowy posiada również właściwości ogólnotrujące. Ujawniają się przy rozległych skażeniach skóry, przekraczających 20% powierzchni.

Działanie iperytu siarkowego na organizm pozostawia często trwałe osłabienie, zwane *cherlactwem poiperytowym*. Leczenie w każdym przypadku wymaga opieki

medycznej. Przeprowadzone badania wykazały, że iperyt siarkowy może mieć działanie teratogenne (mutagenne)/ i kancerogenne (rakotwórcze).

### **Iperyty azotowe**

Właściwości toksyczne iperytów azotowych są podobne do iperytu siarkowego. Podobne są również objawy porażenia. Okrasy utajonego działania iperytów azotowych są nieco krótsze niż iperytu siarkowego, czasem mogą wynieść kilka minut.

Iperyty azotowe, a właściwie ich pierwsza odmiana - tri- (2 - chloroetylo)amina, jak wykazały badania przeprowadzone w 1942 roku w Stanach Zjednoczonych, posiada właściwości, które można wykorzystać w chemioterapii nowotworów. Aktywne rodniki alkilowe iperytu azotowego mogą reagować z organicznymi i nieorganicznymi anionami w komórkach oraz z kwasami nukleinowymi.

### **Luizyt**

Luizyt (istnieją trzy odmiany), przenika do organizmu przez skórę i drogi oddechowe. Cechują go właściwości ogólnotrujące i nekrozujące. Podczas działania przez skórę objawy skażenia luizytem pojawiają się natychmiast w postaci lekkiego pieczenia porażonych miejsc. Przy dawce  $0,2 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2}$  pojawiają się wiśniowo - czerwone pęcherze już po kilku godzinach (podobnie działają pary iperytu azotowego o stężeniu  $10 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  przy ekspozycji 15 minutowej). Pęcherze pękają po 2 -3 godzinach tworząc duże, otwarte rany. Średnia dawka śmiertelna iperytu azotowego przy działaniu przez skórę wynosi 20 miligramów na kilogram masy ciała.

Działanie iperytu azotowego przez drogi oddechowe objawia się kaszlem, dusznością, utratą głosu i często zapaleniem płuc. Ekspozycja 30 minutowa w stężeniu  $0,05 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  jest śmiertelna, natomiast dawka obojętniająca średnia ( $\text{IC}_{50}$ ) wynosi  $300 \text{ mg} \cdot \text{min} \cdot \text{m}^{-3}$ , a letalna ( $\text{LC}_{50}$ ) -  $1\ 300 \text{ mg} \cdot \text{min} \cdot \text{m}^{-3}$ . Powtórne skażenia iperytem azotowym mają, podobnie jak przy iperycie siarkowym, przebieg znacznie cięższy niż pierwotne.

### **Chloroacetofenon**

Należy do grupy łzawiących środków trujących (lakrymatorów). Działa przede wszystkim drażniąco na błony śluzowe oczu. Stężenie  $5 \cdot 10^{-4} \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  wywołuje silne łzawienie oczu. Przy większych stężeniach, ponad  $2 \cdot 10^{-3} \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ , następuje podrażnienie

skóry twarzy. Objawy skażenia chloroacetofenonem ustępują po opuszczeniu atmosfery skażonej i nie pozostawiają żadnych następstw.

### **Clark I**

Clark I (difenylchloroarsyna), Clark II (difenylocyjanoarsyna) i adamsyt należą do grupy środków trujących o działaniu drażniącym (sternity). Clark I silnie drażni błony śluzowe oczu górnych dróg oddechowych. Objawami porażenia są: łzawienie oczu, kaszel, kichanie, ból w płucach i utrudnione oddychanie, które po kilkunastu godzinach mijają bez trwałych następstw. Przy stężeniu aerozolu Clark I w powietrzu powyżej  $10^{-4}$  mg • dm<sup>-3</sup>, pojawiają się pierwsze objawy podrażnienia. Bardzo duże stężenia, około 2 mg • dm<sup>-3</sup>, mogą prowadzić do śmierci, na skutek trwałego porażenia dróg oddechowych.

### **Clark II**

Toksyczne działanie Clark II na organizm jest analogiczne do działania Clark I. Podobne są również objawy zatrucia. Stężenie aerozolu Clark II w powietrzu o wartości  $10^{-5}$  mg • dm<sup>-3</sup> powoduje pierwsze objawy porażenia (10 - krotnie mniejsze niż Clark I). Stężenie napastliwe Clark II wynosi powyżej  $5 \cdot 10^{-4}$  mg • dm<sup>-3</sup>.

### **Adamsyt**

Adamsyt jest trzecim środkiem trującym z grupy drażniących (sternitów). Aerozol adamsytu silnie drażni górne drogi oddechowe i błony śluzowe oczu. Objawami porażenia są: natychmiastowy silny ślinotok, a po krótkim czasie ból w płucach i utrudnione oddychanie. Po kilku godzinach objawy ustępują bez trwałych następstw. Stężenie wyczuwalne (progowe) adamsytu wynosi  $10^{-3} \div 2 \cdot 10^{-4}$  mg • dm<sup>-3</sup>.

### **Wnioski**

Bojowe środki trujące zatopione w Morzu Bałtyckim z uwagi na właściwości toksyczne mogą budzić uzasadniony niepokój, ponieważ każdy bezpośredni kontakt z nimi może spowodować silne porażenie organizmu. Ponadto w warunkach letnich, przy wysokiej temperaturze powietrza, groźne mogą się okazać pary tych środków trujących, które charakteryzują się dużą lotnością.

Uwolnienie BST do środowiska morskiego może nastąpić w miejscach uznanych za bezpieczne. Taki pogląd jest słuszny z uwagi na następujące zjawiska:

- braku dokładnej lokalizacji rejonów (miejsc) zatopienia;
- zatopienia dokonywano poza wyznaczonym rejonem;
- wystąpienie depozycji amunicji spowodowanej prądami przydennymi;
- zatopienia wyłowionej amunicji przez rybaków poza obszarem wyznaczonym.

Istnieje obawa, że naruszenie zatopionej amunicji (pojemników z BST) doprowadzi do skażenia flory i fauny morza, którego skutki odczuwalne będą przez kilkadziesiąt kolejnych lat. Najbardziej ucierpią organizmy żywe, które będą miały bezpośredni kontakt ze środkami trującymi (iperyty, arsen). Takie zdarzenia mogą bardzo negatywnie wpłynąć na wyniki ekonomiczne przedsiębiorstw zajmujących się połowem ryb. Przykładowy obraz korozji amunicji chemicznej obrazuje zdjęcie 1.



Zdj. 1. Stan zatopionej amunicji chemicznej (przykład).

### ***Zakończenie***

Zatem, jakie będą ostatecznie skutki ekologiczne budowy gazociągu Nord Stream, trudno przewidzieć. Tym niemniej, można stwierdzić, że naruszenie skorodowanej amunicji przyspieszy uwalnianie się środków trujących do środowiska morskiego, powodując zwiększenie ich stężenia w wodzie. Z pewnością nie będzie ono obojętne dla



flory i fauny Bałtyku, a tym samym dla szeroko pojętych użytkowników morza. Już się obserwuje wzrost stężenia arsenu, nie tylko w rejonach zatopienia, ale również na trasach transportu. Nie można również wykluczyć przypadków wyrzucenia na plaże wzniesionych pojemników z BST, w części skorodowanych, przez fale morskie.

## **BIBLIOGRAFIA**

KASPEREK T., Iperyt nadal groźny, Zeszyty Naukowe Akademii Obrony Narodowej Nr 2 (15) 1994, Warszawa;

KASPEREK T., Broń chemiczna zatopiona w Morzu Bałtyckim, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 1999.

Report on Chemical Munitions Dumped in the Baltic Sea, Report to the 16<sup>th</sup>, Meeting of Helsinki Commission 8 - 11 March 1994, January 1994.