



Agnieszka Nowok

Akademia Nauk Stosowanych w Raciborzu, Instytut Studiów Społecznych

HISTORIA BRONI CHEMICZNEJ – NAJWAŻNIEJSZE WYDARZENIA W ASPEKCIE SKUTKÓW JEJ ROZPRZESTRZENIANIA

Streszczenie (abstrakt): Artykuł dotyczy historii powstania i użytkowania broni chemicznej – jednej z najniebezpieczniejszych form broni masowego rażenia. Omówione zostały początki używania tej broni w starożytności, średniowieczu, aż po XIX wiek, w którym nastąpił gwałtowny rozwój w dziedzinie chemii. Szczególną uwagę poświęcono wykorzystaniu broni chemicznej podczas I wojny światowej – od nieudanych prób w Neuve-Chapelle, przez masowe ataki gazowe pod Ypres, Bolimowem i Sommą. Omówiono również rozwój i zastosowanie cyklonu B w niemieckich obozach zagłady w czasie II wojny światowej oraz wykorzystanie broni chemicznej przez Japonię i incydent w Bari. Artykuł porusza także problem powojennego zatapiania broni chemicznej w Morzu Bałtyckim oraz jej późniejsze użycie w konfliktach zbrojnych XX i XXI wieku. Celem pracy było ukazanie ewolucji broni chemicznej oraz metod walki przy jej użyciu.

Słowa kluczowe: broń chemiczna, historia, bojowe środki trujące, wojna

THE HISTORY OF CHEMICAL WEAPONS – KEY EVENTS IN TERMS OF THE IMPACT OF THEIR PROPAGATION

Abstract: The article discusses the history of the creation and use of chemical weapons – one of the most dangerous forms of weapons of mass destruction. It examines the early use of such weapons in antiquity and the Middle Ages, continuing up to the 19th century, which witnessed rapid developments in the field of chemistry. Particular attention is given to the use of chemical weapons during World War I – from the unsuccessful tests at Neuve-Chapelle to the mass gas attacks at Ypres, Bolimów, and the Somme. The development and use of Zyklon B in German extermination camps during World War II, as well as the use of chemical weapons by Japan and the incident in Bari, are also explored. The article further addresses the issue of post-war dumping of chemical weapons in the Baltic Sea and their later use in armed conflicts throughout the 20th and 21st centuries. The aim of this work is to present the evolution of chemical weapons and the methods of warfare involving them.

Keywords: chemical weapons, history, chemical warfare agent, war

Wstęp

Jest jednym z najniebezpieczniejszych rodzajów broni masowego rażenia, którego używano już od czasów starożytności. Jej czynnikami są związki chemiczne o toksycznych właściwościach. W zależności od użytych czynników może powodować różne obrażenia:

obezwładnienie, zaburzenia sensoryczne, poparzenia czy nawet śmierć¹, a mowa tutaj o broni chemicznej. Do broni tej oprócz jej czynników chemicznych zaliczamy także wszelkie środki służące do jej przenoszenia lub rozprzestrzeniania. Kolejnym ważnym aspektem broni chemicznej są jej właściwości fizyczne, czyli jej trwałość. Podczas I wojny światowej naukowcy wyróżnili: gazy lotne, których trwałość po zastosowaniu nie przekracza trzech godzin (np. tlenek węgla, cyjanowodór, chlor, fosgen), gazy średnio lotne, które utrzymują się w terenie od 3 do maksymalnie 12 godzin (np. chloropikryna, dwufosgen) oraz gazy trudno lotne, które w terenie mogą utrzymywać się od 2 dni aż do 3 tygodni (np. bromek benzylu, bromek ksylitu czy używany na szeroką skalę podczas I wojny światowej – iperyt). Opierając się także na charakterystycznych objawach zatrucia, badacze przyjęli następującą klasyfikację: gazy duszące, gazy łzawiące, wywołujące kichanie i wymioty, środki ogólnotrujące, środki żrąco-parzące (powodujące powstanie pęcherzy), środki paralityczno-drgawkowe oraz środki obezwładniające (między innymi substancje psychoaktywne).

Przykłady wykorzystania broni chemicznej w starożytności

Broń chemiczna, jaką znamy współcześnie, ma bardzo długą historię. Początkowo „natura sama podsuwała ludziom rozmaite sposoby unicestwiania wrogów”², wulkaniczne opary składające się głównie z siarki powodowały między innymi poparzenia dróg oddechowych, duszności, a w najgorszym wypadku śmierć. Trujące rośliny, jadowite skorpiony oraz węże także budziły w ludziach niepokój. Wszystkie te czynniki mogą wydawać się niepozorne, lecz w przypadku przedostania się toksyn do ciała ofiary najczęściej działały skutecznie, powodując jej śmierć lub poważne uszczerbki na zdrowiu. Można więc stwierdzić, że to obserwacja natury przyczyniła się do wynalezienia broni chemicznej. Jednym z pierwszych przypadków użycia broni chemicznej były osłony dymne, substancje zapalające oraz toksyczne dymy, powodujące senność u przeciwnika, wykorzystywane w czasie wojen, które toczono w starożytnych Indiach dwa tysiące lat p.n.e.³.

Podczas wojen peloponeskich (431-404 r. p.n.e.) jako broń chemiczną stosowano spaloną siarkę. Wytworzony dym, składający się głównie z dwutlenku węgla, kierowano tak, aby wraz z wiatrem przemieszczał się nad oblegane miasto⁴. Co ciekawe w czasie trwania wojny peloponeskiej użyto także wielu innych innowacyjnych metod oraz wynalazków. Tukidydes, autor „Wojny peloponeskiej”, opisuje prototyp miotacza ognia w następujący sposób: „Wzięli długą belkę, przecięli ją wzdłuż, obie połowy wydrążyli i złożyli z powrotem, tworząc jakby rurę. Na jednym końcu belki zawiesili na łańcuchach kocioł. Z belki przeprowadzili do niego żelazny lej; zresztą także większą część belki obili żela-

¹ Śmiertelność często zależy od użytej dawki danego związku chemicznego. Jeśli docelowo środek miał być uśmiercający, lecz użyto go zbyt mało to nie powodował on śmierci, ale poważne obrażenia.

² M. Koloske, Z. Witkiewicz, *Broń chemiczna w XX i XXI wieku*, „Biuletyn WAT” 2019, Vol. XV, Nr 3, s. 96.

³ Kautilja w swoim dziele *Arthashastra* przedstawia szereg strategii wojennych i politycznych, w tym wykorzystanie trucizn, toksycznych substancji oraz innych form niekonwencjonalnych działań w walce.

⁴ Rozwiązanie to było dosyć wadliwe. Wiatr mógł równie dobrze zmienić kierunek, co skutkowało zatruciem żołnierzy oblegających miasto.

zem...”⁵. Prąd powietrza, który miał przejść przez maszynę, rozniecał ogień mogący niszczyć starożytne fortyfikacje. Wynalazek ten przypominał miotacze, których później używali Arabowie do wystrzeliwania ognia greckiego.

Wraz z rozwojem i coraz to nowszymi strategiami wykorzystywanymi do oblężenia miast rozwinęły się również strategie obrony. W 189 r. p.n.e. rzymska armia oblegała greckie miasto Ambakia. Po oględzinach miasta decyzją konsula Marcusa Fulviusa postanowiono spróbować zburzyć mury przy użyciu taranów, jednak próba nie powiodła się. Konsul wezwał wtedy saperów, by ci podkopali się pod fundamenty murów w celu ich zawalenia. Jednak mieszkańcy miasta przechytrzyli Rzymian. Wzdłuż okupowanego muru ustawili oni płyty wykonane z mosiądzu i obserwowali intensywność ich drgań. Później, znając już miejsce działania przeciwnika, zaczęli kopać własne tunele. Następnie Grecy przepchnęli przez warstwę ziemi rurę, która prowadziła do tuneli Rzymian. Do rury przytwierdzono gliniane naczynie z płonącymi piórami ptaków oraz węglem. Wytworzony trujący dym Grecy wdmuchiwali do tuneli przeciwnika, co skutecznie wypędziło saperów.

Podobne metody antysaperskie stosowali Chińczycy. Ich rozwiązanie także polegało na wprowadzaniu trującego dymu do tuneli przeciwnika, jednak w trochę inny sposób. Według zapisków Mo Zi⁶, aby wytworzyć dym, wiązano razem drewno opałowe i konopie. Wiązanekę tę zapalano i za pomocą końca łańcucha wpuszczano do wykopu nieprzyjaciela.

Wykorzystanie ognia i dymu, czyli wynalezienie ognia greckiego

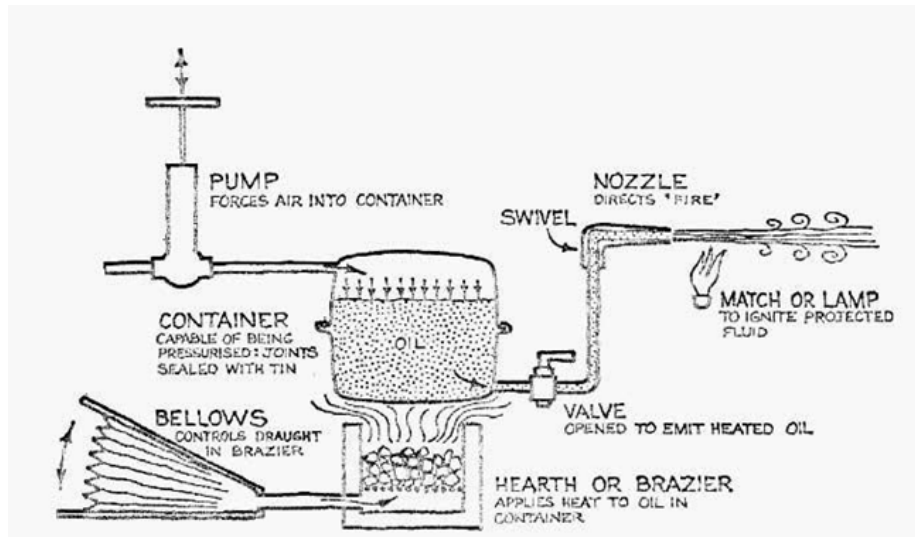
Jedne z pierwszych informacji, dotyczących czegoś na kształt ognia greckiego, pojawiają się w zapiskach Eneasa Taktyka. W 360 r. p.n.e. zalecał on zastosowanie mieszaniny smoły, siarki i żywicy sosnowej jako środka zapalającego przeciwko okrętom wojennym. Prawdopodobnie pierwszym, który wskazał Bizantyjczykom łatwopalne właściwości nafty, był wynalazca i architekt Callinicus⁷. Wykorzystanie mieszaniny węglowodorów polegało na jej podgrzaniu. Gorącą mieszaninę wylewano lub wystrzeliwano w kierunku nieprzyjaciela, a po dotarciu do celu, np. okrętu, kompozycja zapalała się samoczynnie. Pierwsze znane nam użycie ogniowej broni datuje się na lata 674-678, kiedy Arabowie oblegali Konstantynopol. Jej ofiarą padła wówczas flota Saracenów, która podpłynęła pod miasto. Kiedy Bizantyjczycy zbliżyli się do statków Saracenów, ich załoga pompowała pod pokładem mieszaninę. Osłaniany przez łuczników Bizantyjczyk mierzył trzymaną dyszą do celu, a kiedy płyn do niej docierał, pocierano o siebie krzemienie, tworząc iskrę. Płonący płyn wystrzeliwał na odległość 50 jardów, a okręty Saracenów ogarniał ogień⁸.

⁵ Tukidydes, *Wojna peloponeska*, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław 2004, s. 371.

⁶ *Mo Zi* – klasyk historii chińskiej.

⁷ M. Gadkowska (red.), *Broń chemiczna i biologiczna raport dla obywatela*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2003, s. 168.

⁸ Źródło: <https://ciekawostkihistoryczne.pl/2019/03/27/grecki-ogien-smiercionosna-bron-bizantynczykow/> [dostęp: 10.01.2025].



Rysunek 1. Schemat budowy broni wyrzuciwej ognia bizantyjski

Źródło: <https://www.focus.pl/artykul/grecki-ogien-starozytna-boska-bron> [dostęp: 30.12.2024]

Arabowie używali ognia greckiego także w czasie drugiej wyprawy krzyżowej, trwającej od 1147 do 1149 roku. Organizowali oni morskie jednostki wojskowe, zwane naftum, które przeprowadzały ataki zapalające. Pojemniki wypełnione olejem, woskiem, siarką i włóknami roślinnymi były zapalane i rzucały lub wyrzuciwane na przeciwnika. Miejszankę tę trudno było ugasić.



Rysunek 2. Przykłady użycia ognia greckiego/bizantyjskiego w praktyce

Źródło: <https://wielkahistoria.pl/ogien-grecki-najgrozniejsza-bron-sredniowiecza/> [dostęp: 30.12.2024]

Za schyłek okresu używania ognia greckiego i bizantyjskiego można uznać rok 1139. Papież Innocenty II zdelegalizował wtedy na soborze laterańskim II używanie tej broni, jednak tylko w wojnach między chrześcijanami. Muzułmanów i wyznawców innych religii decyzja papieża nie dotyczyła. Stopniowo zaczęto jednak odchodzić od ognia greckiego oraz bizantyjskiego, gdyż po upadku Bizancjum zaginęła jego receptura i nie potrafiono go już wytwarzać. Dodatkowo wynalazek ten często nie przysparzał strat jedynie przeciwnikowi. Zdarzały się przypadki podpalenia statków, z których wyrzucił był ogień grecki, ponieważ trudno było zapanować nad procesem jego zapłonu.

Inne średniowieczne przypadki wykorzystania broni chemicznej

W późniejszym średniowieczu również stosowano broń chemiczną. Dowodem na to jest między innymi rozegrana 9 kwietnia 1241 roku bitwa pod Legnicą, będąca jedną z najważniejszych bitew polskiego średniowiecza. Polscy rycerze wraz z nielicznym wsparciem templariuszy liczyli wtedy ok. siedmiu tysięcy. W starciu z ośmiotysięczną armią Batu-chana polskie rycerstwo poniosło klęskę, a stało się to w wyniku nieprzybycia na czas części posiłków i ucieczki z pola walki części polskiego rycerstwa. Henryk II Pobozny jako dowódca oddziałów polskich opłacił tę porażkę życiem⁹. Okazuje się jednak, że Mongołowie użyli w bitwie tajemniczego środka, którego woń powodowała, że Polacy padali zemdleni, nie mając siły do dalszej walki¹⁰.

Wykorzystywanie tego typu dymów, jak widać, przetrwało od czasów starożytnych i nadal było popularną praktyką w średniowieczu, a jeszcze powszechniejsze było używanie różnego rodzaju trucizn. Zatrutowanie grotów strzał i ostrzy mieczy było popularnym sposobem zwiększania skuteczności broni, zwłaszcza w przypadku długotrwałych konfliktów¹¹. Używano naturalnych trucizn, które łatwo było pozyskać z otoczenia, takich jak wyciągi z tojadu, bielunia czy pokrzyku wilczej jagody. Rośliny te zawierały alkaloidy, które szybko powodowały paraliż lub śmierć. W niektórych przypadkach stosowano jad węży, ropuch czy owadów, który mieszano z żywicą lub tłuszczem i nakładano na ostrza. Czasem posuwano się nawet do zatrutowania źródeł wody, choć ta metoda uznawana była przez część wojskowych w tamtych czasach za niemoralną. Do zatrutowania wody używano niektórych roślin, ale nie tylko. Martwe zwierzęta i sól to kolejne czynniki używane w tym celu. W wodzie wystarczyło zatopić ciało martwego zwierzęcia, a toksyny i bakterie rozkładającego się truchła szybko potrafiły uczynić wodę niezdatną do spożycia. Źródła takie jak studnie w niektórych wypadkach zasałano zwykłą solą lub siarczanem sodu.

XIX wiek

Mówi się, że „historia jest nauczycielką życia”¹² i można znaleźć wiele przykładów, które ukazują słuszność tego stwierdzenia. W 1813 roku, podczas wojny Prus z napoleońską Francją, pewien farmaceuta, korzystając z średniowiecznych praktyk, zaproponował pruskiemu generałowi Freidrichowi von Bulowowi ciekawe rozwiązanie. Farmaceuta zasugerował, że kwas cyjanowodorowy może być nałożony na za pomocą małych pędzli na ostrza bagnietów¹³. Miało to ułatwić pruskim żołnierzom pokonanie wroga, jednak zrezygnowano z wykonania tego planu. Rozwiązanie zostało uznane za niehonorowe. Kolejnym znanym nam wydarzeniem, podczas którego planowano użyć broni chemicznej, jest wojna

⁹ Źródło: <https://polskieradio24.pl/artykul/176880,bron-chemiczna-w-bitwie-pod-legnica> [dostęp: 10.01.2025].

¹⁰ Były to prawdopodobnie związki siarki i arsenu, które w wyniku spalania wytworzyły trujący dym.

¹¹ Zatrutowanie broni poprawiało jej skuteczność, ponieważ rycerze czy łucznicy nie musieli zadawać poważnych obrażeń przeciwnikowi, by doprowadzić do jego śmierci. Wystarczyło, gdy podczas walki strzała czy miecz przecięły gdzieś skórę wroga a trucizna go wykańczała.

¹² „Historia magistra vitae” – Cyceon.

¹³ M. Gadkowska (red.), *Broń chemiczna...*, op. cit., s. 173.

krymska. Lord Dundonald z brytyjskiej marynarki wojennej wymyślił zastosowanie dymu siarkowego podczas bitew, a lord Playfer zaproponował użycie cyjanku w pociskach artyleryjskich wystrzeliwanych na Sewastopol¹⁴. Brytyjskie ministerstwo wojny oraz administracja brytyjska były jednak bezwzględnie przeciwne tym pomysłom. Instytucje odrzuciły rozwiązania, uważając je za sprzeczne z regułami wojny. Rząd brytyjski poprosił sławnego chemika Michaela Faradaya o porady, jak zastosować toksyczne środki chemiczne przeciwko Rosjanom. W odpowiedzi rząd usłyszał, że taki plan jest niemożliwy, gdyż jest on barbarzyński i chemik nie będzie uczestniczył w takim przedsięwzięciu.

W czasie amerykańskiej wojny secesyjnej (1861-1865), a dokładniej podczas bitwy o krater, stoczonej 30 lipca 1864, użyto broni chemicznej w postaci dymów utrudniających wykonywanie podkopów¹⁵. Po zdetonowaniu 3,6-tonowej bomby z czarnego prochu, usytuowanej pod oddziałem armii konfederatów, która spowodowała śmierć ponad 300 ludzi, zaczęli oni drążyć kontr podkopy, aby zapobiec dalszym niespodziankom. William W. Blackford¹⁶ kazał swoim oddziałom robić otwory średnicy 10 cm, które dochodziły do podkopów wojsk Unii. Celem tego planu było umożliwianie żołnierzom konfederatów kontrolowania działań wojsk Unii pod ziemią. Jeżeli jakaś działalność została podjęta, wartownicy wkładali ładunki zapalające we wcześniej wydrążone otwory. Wytworzony trujący dym powstrzymywał wroga od pracy.

Początki powstania współczesnej broni chemicznej

Do wynalezienia współcześnie nam znanej broni chemicznej przyczynił się szybki postęp w dziedzinie chemii organicznej, który nastąpił już pod koniec XIX wieku. Podstawowymi substancjami wyjściowymi były przede wszystkim olej i smoła węglowa. Jeżeli trzeba było coś uzyskać, należało to syntezować z jednego z tych węglowodorów albo z obu z nich. Ze smoły można było wytworzyć różne produkty, takie jak pestycydy, plastiki, materiały wybuchowe, a nawet przyprawy spożywcze. Kiedy smołę poddano destylacji, uzyskano wiele innych związków. Oprócz węgla były to benzen, toluen, fenol oraz ksylen. Toluen jest głównym składnikiem materiałów wybuchowych, takich jak TNT (trinitrotoluen), a fenol wykorzystywano do produkcji wielu leków oraz pestycydów. Później z wyżej wymienionych czynników chemicznych zaczęto produkować barwniki odzieżowe. Niemiecki chemik Adolf von Bayer przyczynił się do określenia struktury chemicznej barwnika indygo i jego składników. Za swoje osiągnięcie zdobył w 1905 roku nagrodę Nobla w dziedzinie chemii. Już wtedy Niemcy zaczęły królować w przemyśle chemicznym.

W 1912 Hans T. Clarke doprowadził do syntezy chemicznej, która przyczyniła się do wynalezienia gazu musztardowego używanego na szeroką skalę przez Niemców w czasie

¹⁴ M. Gadkowska (red.), *Broń chemiczna...*, op. cit., s. 171.

¹⁵ Według historyka Wyndhama Miles było to prawdopodobnie jedyne odnotowane użycie BST (bojowych środków trujących) podczas całej wojny secesyjnej. Źródło: M. Gadkowska (red.), *Broń chemiczna...*, op. cit., s. 172.

¹⁶ William W. Blackford służył jako saper w oddziałach kawalerii dowodzonych przez Jeba Stewarda. Źródło: M. Gadkowska (red.), *Broń chemiczna...*, op. cit., s. 172.

pierwszej wojny światowej. Już w 1916 roku, kiedy Fritz Haber został szefem służby chemicznej, Niemcy miały dobre rozeznanie, co do dużej toksyczności gazu musztardowego i jego przydatności jako broni. Haber był zwolennikiem zastosowania tego gazu do szybkiego zakończenia wojny.

Pierwsze użycie broni chemicznej przez Niemców miało miejsce już 17 października 1914 roku na froncie zachodnim, gdzie w okolicach Neuve-Chapelle ostrzelali oni pozycje ententy granatami z gazem łzawiącym. W celu wsparcia piechoty, wojska niemieckie wystrzeliły ok. 3000 sztuk artyleryjskich pocisków 105 mm, wypełnionych odianizyną. Atak był jednak zupełnie nieudany, a zajmujący ten odcinek frontu Anglicy nie zauważyli nawet obecności tego gazu.

Pierwsza i druga bitwa pod Ypres

Ypres, położone w Belgii, było dla Niemców kluczowym punktem strategicznym podczas I wojny światowej i z tego powodu podjęli oni aż cztery próby zajęcia tego miasta. Dlaczego Ypres było tak ważne? Miasto to leży w pobliżu wybrzeża Morza Północnego. Niemcy dążyli do przejęcia kontroli nad belgijskim wybrzeżem, co umożliwiłoby im blokadę brytyjskich szlaków morskich. Zdobycie miasta pozwoliłoby Niemcom także na dalsze ataki w kierunku portów takich jak Calais i Dunkierka, kluczowych dla zaopatrywania wojsk alianckich. Dodatkowo Ypres znajdowało się na zachodnim froncie, który wojska niemieckie chciały przełamać. Miasto było także wybrzuszeniem w linii frontu, czyniąc go trudniejszym do obrony.



Rysunek 3. Mapa odcinka frontu zachodniego

Źródło: <https://www.nato.int/docu/review/pl/articles/2014/06/21/fotoreportaz-czego-mogl-sie-spodziewac-zolnierz-walczaczy-w-i-wojnie-swiatowej/index.html> [dostęp: 30.12.2024]

W październiku 1914 r. działania wojenne toczyły się właśnie w okolicy wyżej wymienionego miasta. Wówczas rozegrała się I bitwa pod Ypres, zwana także „pierwszą bitwą o Flandrię”. Nie przyniosła ona przełomu w działaniach wojennych. Wtedy Fritz Haber zaproponował przedstawicielowi Sztabu Generalnego, gen. Erichowi von Falkenhayn, użycie chloru jako broni, która rozstrzygnie przedłużające się walki pozycyjne na korzyść armii cesarskiej. W drugiej połowie kwietnia 1915 r. na front we Flandrii dostarczono

5730 cylindrycznych, metalowych zasobników z chlorem¹⁷. Ustawiono je wzdłuż linii frontu i oczekiwano na sprzyjający wiatr, który rozprzestrzeni trujące opary nad pozycje nieprzyjaciela. Atak gazowy nastąpił 22 kwietnia 1915 r. na 6-kilometrowym odcinku frontu. Cięższy od powietrza chlor wypełnił okopy, w których chronili się francuscy wojskowi. Na skutek działania gazu zmarło ok. 350 żołnierzy. Większość z nich zginęła w ciągu 10 minut po ataku na skutek uduszenia, lecz wielu przeżyło, odnosząc między innymi uszkodzenia wzroku oraz liczne poparzenia¹⁸.

Podczas II bitwy pod Ypres Niemcy ponownie użyli chloru w dniu 24 i 25 maja 1915 roku. Wówczas pod Ypres poległo łącznie ok. 12 tys. żołnierzy alianckich¹⁹.

Bitwa pod Bolimowem

Do kolejnego użycia chloru doszło także w maju 1915 roku okolicach Bolimowa niedaleko Łodzi, gdzie rozciągał się front wschodni. 31 maja o godz. 2.45 Niemcy wypuścili chlor z 12 tys. butli umieszczonych w rejonie wsi Humin. Jednak już po upływie trzydziestu minut zorientowano się, że tym razem gaz zbyt szybko przeleciał nad stanowiskami Rosjan, a oddziały szturmowe napotkały silny ogień nieprzyjaciela. Jak się okazało, stężenie gazu rozrzedziło się nadmiernie z powodu zbyt silnego wiatru oraz długotrwałego procesu wypuszczania go z butli. Według relacji wziętych później jeńców straty wyniosły 1200 zabitych i 3100 rannych²⁰. Gazem zatruto się także 56 Niemców.

Bitwa nad Sommą

Następnym wydarzeniem, podczas którego użyto broni chemicznej, była bitwa nad rzeką Sommą. Bitwa ta była jedną z najbardziej krwawych walk I wojny światowej. Rozegrała się między siłami Ententy (głównie Wielka Brytania i Francja) a Cesarstwem Niemieckim od 1 lipca do 18 listopada 1916 roku. Toczyła się na froncie zachodnim, w dolinie rzeki Sommy w północnej Francji. Jej celem było przełamanie niemieckiej obrony, odciążenie wojsk francuskich pod Verdun i zdobycie strategicznych pozycji. Podczas bitwy zastosowano pociski zawierające bojowe środki trujące, takie jak chlor i fosgen, które wcześniej były już używane na froncie zachodnim. Siły niemieckie były już wtedy wyposażone w skuteczne systemy ochrony, w tym maski przeciwgazowe, co ograniczyło efektywność gazów bojowych. Na skutek działania między innymi BŚT obie strony poniosły straty, które szacuje się na ponad 1,1 miliona żołnierzy²¹. Wśród rannych wielu doznało ciężkich

¹⁷ M. Koloske, Z. Witkiewicz, *Broń chemiczna...*, *op. cit.*, s. 98.

¹⁸ Przed skutkami broni chemicznej żołnierze chronili się początkowo przytykając do ust i nosów mokre szmatki, mające absorbować gaz. Koniom natomiast zakładano na głowy worki ze zmoczonym sianem. Podtrutych gazem żołnierzy próbowano leczyć przy pomocy aparatów tlenowych. Z czasem obie strony konfliktu wprowadziły maski przeciwgazowe i szczelne peleryny.

¹⁹ Źródło: <https://dzieje.pl/aktualnosci/100-rocznica-ii-bitwy-pod-ypres> [dostęp: 10.01.2025].

²⁰ M. Koloske, Z. Witkiewicz, *Broń chemiczna...*, *op. cit.*, s. 98.

²¹ Źródło: <https://historia.dorzeczy.pl/pierwsza-wojna-swiatowa/504963/bitwa-nad-somma-najkrwawsza-bitwa-w-dziejach-przebieg-skutki.html> [dostęp: 10.01.2025].

obrażeń, ze względu na użytą broń chemiczną. Obrażenia obejmowały między innymi uszkodzenie płuc, ślepotę i oparzenia chemiczne.

Trzecia i czwarta bitwa pod Ypres

W trakcie III bitwy pod Ypres, w lipcu 1917 r., oddziały niemieckie użyły gazu musztardowego²². Uznano go za broń skuteczniejszą i groźniejszą od chloru, gdyż działał z opóźnieniem. Francuscy i brytyjscy naukowcy po stoczonych walkach pobrali próbki użytej przez Niemców substancji i zaczęli produkować ją we własnym zakresie. Francja była w stanie zastosować gaz musztardowy dopiero w czerwcu 1918 roku, a Wielka Brytania w sierpniu, zaledwie miesiąc przed zawieszeniem broni.

IV bitwa pod Ypres, zwana „bitwą nad Lys”, rozegrała się w kwietniu 1918 r. Oddziałom niemieckim udało się dokonać wyłomu w linii frontu, lecz po trzech tygodniach natarcie się zatrzymało.

Podczas czterech bitew na polach Flandrii, w okolicy Ypres, zginęło ok. pół miliona żołnierzy niemieckich, brytyjskich, francuskich, kanadyjskich i amerykańskich²³. Spoczęli oni na wojskowych cmentarzach koło Ypres.

Zakończenie I wojny światowej

Ostateczny rachunek strat mówi, że podczas ataków gazowych porażonych zostało ok. 1 250 000 ludzi²⁴; jedna dziesiąta z nich została zabita, a nieznaną, lecz z pewnością ogromny odsetek pozostałych spędził resztę życia, cierpiąc na wyniszczające organizm choroby. Sam iperyt, uznany za pięciokrotnie skuteczniejszy od zwykłych bomb, był odpowiedzialny za ok. 400 000 ofiar.

Po zakończeniu I wojny światowej, 10 stycznia 1920 roku, wszystkie biorące w niej udział strony podpisały traktat wersalski²⁵, który definitywnie i jednoznacznie zakazywał produkcji, nabywania i stosowania gazów duszących, trujących oraz wszelkich cieczy o podobnym działaniu²⁶. Niestety pomimo obowiązywania protokołu genewskiego w 1935 roku broń chemiczna znowu została użyta. Trzeciego października 1935 roku Włochy rozpoczęły inwazję na Abisynię. Inwazja lądowa i lotnicza nie przebiegała tak, jak zakładano. Mussolini dał rozkaz przetransportowania drogą morską do włoskich baz w Afryce wielu tysięcy ton iperytu. W styczniu 1936 roku Włosi zaczęli używać bomb

²² Żołnierze francuscy nazywali gaz musztardowy podczas walki „yperite” (iperyt). Nazwa ta powstała z przekształcenia nazwy miasta Ypres i jest używana do dziś.

²³ Źródło: <https://dzieje.pl/aktualnosci/ypres-symbolem-okropnosci-pierwszej-wojny-swiatowej> [dostęp: 10.01.2025].

²⁴ Źródło: <https://ciekawostkihistoryczne.pl/2018/05/19/takiego-ogromu-smierci-swiat-jeszcze-nie-widzial-ilu-ludzi-zginelo-w-pierwszej-wojnie-swiatowej/> [dostęp: 05.01.2025].

²⁵ Traktat pokoju między Państwami Sprzymierzonymi i Stowarzyszonymi a Niemcami. Pobrano z Internetowego Systemu Aktów Prawnych: https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU19200350200/O/D19200200_PL.pdf [dostęp: 15.01.2025].

²⁶ Niecałe dwa lata później prawie identyczny zapis znalazł się w Traktacie Waszyngtońskim, który z kolei regulował sytuację na Dalekim Wschodzie oraz Oceanie Spokojnym.

rozpryskowych zawierających po ok. 200 kg iperytu²⁷. Ciecz z bomb zamieniała się w kłęby mgły, oblepiającej wszystko po drodze – mężczyzn, kobiety, dzieci oraz zwierzęta. Zanieczyszczone zostały także rzeki i jeziora. Wojna chemiczna powróciła.

Cyklon B i broń chemiczna II wojny światowej

W 1936 r. największe obawy związane ze zbrojeniami chemicznymi budziły Niemcy. Potencjał chemiczny tego kraju uważano za znacznie przewyższający możliwości innych państw europejskich w tym względzie, był on porównywalny z potencjałem sowieckim. Niemcy zamiast po wojnie pozbywać się zapasów broni chemicznej, zgodnie z ustaleniami traktatu, nielegalnie magazynowały iperyt i inne chemikalia, wykorzystując je do dalszych badań i rozwoju broni chemicznej. Główną rolę w tym spisku odegrał Hugo Stolzenberg, który w czasie wojny stał na czele zakładu napełniania pocisków gazowych pod Berlinem, a następnie kierował niemieckim programem produkcji iperytu w Breloh. Po wojnie założył firmę – Chemische Fabrik Stolzenberg w Hamburgu, która specjalizowała się w „odkazywaniu” rozmaitych obiektów. W roku 1920 Fritz Haber przyznał duży kontrakt na „odkazywanie” firmie Stolzenberga. Zlecenie polegało na likwidacji wytwórni iperytu. Korzystając z nieuwagi inspektorów, Stolzenberg przemycił najważniejsze składniki broni chemicznej do magazynów swojej firmy, zamiast niszczyć je zgodnie z treścią zamówienia, za które mu płacono.

W tym czasie Haber jako dyrektor Niemieckiego Towarzystwa Zwalczania Szkodników nadzorował grupę chemików, którzy szukali bezpiecznego sposobu na zwalczanie szkodników gazem za pomocą cyjanowodoru. Ponieważ traktat wersalski zabraniał produkowania chloru, wykorzystywanego w cyklonie A, dwóch pracowników firmy – Walter Heerdt i Bruno Tesch – stworzyli nową recepturę, bazującą na dozwolonych składnikach. Ich wynalazek zapisał się w historii jako cyklon B. Trzeciego września 1941 r. w Auschwitz za pomocą cyklonu esesmani dokonali pierwszej masowej egzekucji na grupie więźniów. Ofiarami, które zagazowano w celi bloku 11, byli sowieccy jeńcy wojenni oraz polscy więźniowie. Jak działał cyklon B? Pod wpływem ciepła i wilgoci pestycyd rozkładał się do postaci gazowej²⁸. Cyklon B posłużył do zgładzenia w Auschwitz ponad miliona ludzi, z czego 900 tysięcy stanowili Żydzi. Gazu używano również w KL Majdanek, Buchenwald, Dachau i Ravensbrück.

Broń chemiczną wykorzystano na szeroką skalę także w czasie wojny chińsko-japońskiej²⁹. Japońska armia cesarska stosowała między innymi gaz musztardowy, fosgen i luizyt³⁰. Ataki chemiczne były przeprowadzane głównie podczas dużych operacji militarnych, takich jak bitwa o Wuhan w 1938 roku, a także w wielu mniejszych starciach na froncie chińskim. Ataki przy użyciu broni chemicznej były szczególnie skuteczne, ponie-

²⁷ M. Koloske, Z. Witkiewicz, *Broń chemiczna...*, *op. cit.*, s. 103.

²⁸ Osoby znajdujące się najbliżej otworu, przez który wsypywano śmiertelny środek, umierały w ciągu kilku minut, a ludzie stojący dalej ginęli nieco później.

²⁹ M. Gadkowska (red.), *Broń chemiczna...*, *op. cit.*, s. 198.

³⁰ Substancje te były wykorzystywane w wielu formach: rozpylane z samolotów, wystrzeliwane za pomocą artylerii lub umieszczane w granatach ręcznych.

waż armia chińska była słabo wyposażona w środki ochrony przed gazami bojowymi, tj. maski gazowe czy kombinezony ochronne. W rezultacie Japonia zadawała znaczne straty, minimalizując własne ryzyko. Na arenie międzynarodowej potępiono działania Japonii, lecz brak zdecydowanych działań ze strony innych państw ograniczył realny wpływ tego sprzeciwu.

Podczas II wojny światowej miał miejsce także incydent w Bari. Dnia 2 grudnia 1943 roku podczas niemieckiego nalotu na port w Bari niemiecka Luftwaffe trafiła statek SS John Harvey, na którym znajdował się gaz musztardowy. Ogromne ilości tego środka, przewiezione dla sił alianckich we Włoszech, w celu użycia na wypadek niemieckiego ataku chemicznego, rozlały się do wody. Iperyt pływał po powierzchni wody w postaci oleistej plamy i uśmiercił lub poważnie skaził setki alianckich marynarzy, którzy znaleźli się w morzu. Straty szacowano na ok. 600 osób³¹, lecz nie przeszkodziło to aliantom w zatopieniu tego wypadku, by uniknąć skandalu politycznego.

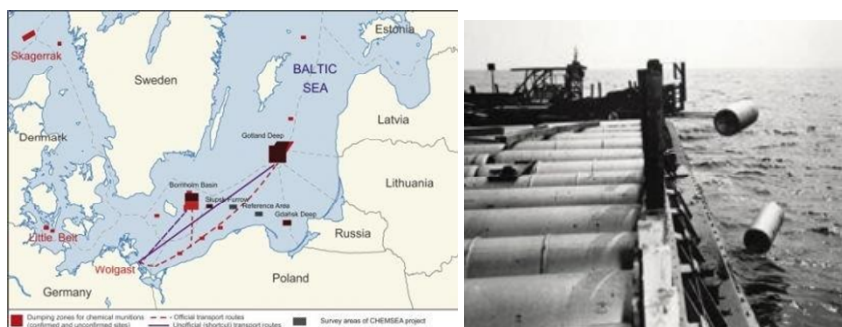
Zatapianie broni chemicznej w Bałtyku po II wojnie światowej

Zatopianie amunicji chemicznej w Morzu Bałtyckim w latach 1945-1948 miało być sposobem na jej zutylizowanie po II wojnie światowej. Bojowe środki trujące (BŚT) znajdowały się w pociskach artyleryjskich, bombach oraz w pojemnikach. Zatapiania dokonywały władze niemieckie przed zakończeniem wojny oraz alianci po jej zakończeniu. Akcje aliantów przeprowadzono na podstawie ustaleń konferencji w Poczdamie z dnia 2 sierpnia 1945 roku, dotyczących demilitaryzacji i rozbrojenia armii niemieckiej. Ustalonymi obszarami zatapiania broni w rejonie Bałtyku były: cieśnina Mały Bełt o głębokości 30 m, południowo-zachodnia część Głębi Gotlandzkiej oraz Głębia Bornholmska, na wschód od wyspy Bornholm³². Część broni nigdy nie dotarła do oficjalnych obszarów „neutralizacji”. Materiały były wyrzucane za burtę, także na szlakach transportowych, w drodze z portów załadunkowych.

Obecnie składowiska broni chemicznej w Bałtyku stanowią ogromne zagrożenie dla środowiska morskiego. Jedną z najniebezpieczniejszych substancji bojowych, znajdujących się w głębinach, jest tabun, zaklasyfikowany jako broń masowego rażenia. Po jego dostaniu się do środowiska morskiego uległby stosunkowo szybkiemu rozkładowi, lecz takie zdarzenie miałoby wyniszczające skutki dla życia morskiego. Rozszczelnienie się jednej 100 kg bomby z tabunem wysterylizowałoby 100 km² morza.

³¹ M. Gadkowska (red.), *Broń chemiczna...*, op. cit., s. 204.

³² M. Storożyńska (red.), *Broń chemiczna zatopiona w Morzu Bałtyckim w wyniku działań wojennych*, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2010, s. 7.



Rysunek 4. Mapa składowisk broni chemicznej oraz proces zrzutu

Źródło: <https://fundacjamare.pl/zatopiona-bron-chemiczna-i-konwencjonalna/> [dostęp: 30.12.2004]

Późniejsze użycie broni chemicznej

W 1963 roku w Jemenie Północnym wybuchła wojna domowa pomiędzy zwolennikami obalonej monarchii, wspartymi przez Arabię Saudyjską (a pośrednio przez Wielką Brytanię i Jordanię), a republikanami mającymi poparcie Egiptu i ZSRR. Egipt, pod przywództwem Gamala Abdela Nasera, wykorzystał broń chemiczną (głównie gaz musztardowy) przeciwko siłom monarchistycznym oraz ludności cywilnej. Ataki te miały miejsce głównie w drugiej połowie konfliktu³³. Organizacje międzynarodowe nigdy nie nałożyły sankcji na Egipt za te działania.

W czasie konfliktu iracko-irańskiego, toczącego się w latach 1980-1988, doszło do jednego z największych po II wojnie światowej użycia broni chemicznej. Saddam Husajn wielokrotnie nakazywał swoim wojskom ataki z użyciem iperytu, tabunu i sarinu. W sumie podczas trwania konfliktu Irak miał użyć przeciwko Iranowi 1800 ton gazu musztardowego, 600 ton sarinu i 140 ton tabunu³⁴. Prawie dwie trzecie tych gazów bojowych irackie wojska wykorzystwały w ciągu ostatnich 18 walk. W ten sposób Irańczycy stracili ok. 20 tys. żołnierzy, a 80 tys. zostało rannych. Liczba cywilów, którzy ucierpieli, nie jest dokładnie znana, ale prawdopodobnie były to kolejne dziesiątki tysięcy.

W końcu lat 80. w Gruzji nasilały się ruchy narodowe, dążące do większej autonomii lub niepodległości. Decyzja o przyłączeniu regionu Abchazji do Rosji wywołała ogromne oburzenie wśród Gruzinów, doprowadzając do protestów. Dnia 9 kwietnia 1989 roku tysiące ludzi zebrało się przed budynkiem parlamentu Gruzji w Tbilisi. Protest miał charakter pokojowy, lecz został krwawo stłumiony przez wojsko i milicję wyposażoną w pałki, broń, gaz łzawiący oraz gaz paraliżujący K-15. W wyniku użycia trującego K-15 oraz brutalnego działania mundurowych zginęło 19 osób, większość z nich zatruta się gazem. Kilka osób zostało rannych.

³³ Organizacje międzynarodowe nigdy nie nałożyły sankcji na Egipt za te działania.

³⁴ Źródło: <https://wiadomosci.wp.pl/atakichemiczne-po-ii-wojnie-swiatowej-6078968441660033g> [dostęp: 29.12.2024].

Dopiero w 1993 roku przyjęta została Konwencja o Zakazie Broni Chemicznej³⁵, która zakazuje między innymi prowadzenia badań, produkcji, nabywania, gromadzenia lub przechowywania broni chemicznej, a także jej pośredniego lub bezpośredniego przekazywania. Zakazane jest przede wszystkim używanie broni chemicznej, podejmowanie jakichkolwiek wojskowych przygotowań do jej użycia oraz pomaganie, zachęcanie lub skłanianie kogokolwiek do podejmowania jakiejkolwiek działalności zabronionej państwu-stronie na mocy niniejszej Konwencji³⁶. Realizacja zadań Konwencji została powierzona powołanej w tym celu Organizacji ds. Zakazu Broni Chemicznej, mającej swoją siedzibę w Hadze. Konwencja ta powinna teoretycznie zakończyć użycie broni chemicznej, lecz poniższe przykłady dowodzą, że broń chemiczna nadal stanowiła zagrożenie dla świata.

Kolejnym wydarzeniem, podczas którego użyto broni chemicznej, był atak terrorystyczny w tokijskim metrze dokonany 20 marca 1995 roku. Pięciu członków sekty Najwyższa Prawda rozpyliło sarin w tokijskim metrze w godzinach porannego szczytu. Gaz został umieszczony w butelkach i pudełkach śniadaniowych, które sprawcy wnieśli do wagonów metra. Następnie o umówionym czasie przebili pakunki parasolami, pozostawiając je w pociągach pełnych pasażerów. W wyniku ataku zginęło 13 osób, a 6 tys. zostało rannych³⁷. Celem było zastraszenie społeczeństwa i promowanie wizji apokalipsy wyznawanej przez sektę. Guru sekty Shoko Asahara i 12 jego zwolenników zostało skazanych za zamach w Tokio i inne zabójstwa na karę śmierci. Wyroków jednak nie wykonano.

W marcu 2018 roku w brytyjskim mieście Salisbury doszło do próby otrucia Siergieja Skripała, byłego agenta rosyjskiego wywiadu wojskowego GRU³⁸ oraz jego córki Julii. W 2006 roku został aresztowany przez rosyjskie służby, oskarżony o zdradę i skazany na 13 lat więzienia. W 2010 roku uwolniono go w ramach wymiany szpiegów i pozwolono mu osiedlić się w Wielkiej Brytanii. Rosjanie postanowili pozbyć się byłego szpiega przy użyciu środka paralityczno-drgawkowego o nazwie „Nowiczok”. Po intensywnym leczeniu Siergiej i Julia Skripalowie odzyskali przytomność i opuścili szpital w maju 2018 roku, a na Rosję zostały nałożone sankcje.

Rosja używa broni chemicznej również w trwającej od 2022 roku wojnie w Ukrainie. Sztab Generalny Ukraińskich Sił Zbrojnych informuje, że tylko w okresie od 15 lutego 2023 do 24 sierpnia 2024 roku Rosja użyła broni chemicznej co najmniej 4035 razy. Rosjanie używają broni takiej, jak K-51 i RG-VO. Granaty K-51 wypełnione są drażniącym gazem CS (2-chlorobenzylidenomalononitryl), który jest rodzajem gazu łzawiącego, używanym do rozpędzania zamieszek. RG-WO to granaty gazowe, których użycie zanotowano po raz pierwszy w grudniu 2023 roku. Ich składnikiem jest tak jak w przypadku K-51

³⁵ Jedynymi państwami które nie podpisały traktatu do roku 2024 są: Korea Północna, Egipt, Sudan Południowy.

³⁶ Art. 1 konwencji z dn. 13 stycznia 1993 r. o Zakazie Broni Chemicznej, Paryż.

³⁷ E. Janik, M. Ceremuga, M. Stela, M. Bijak, *Broń chemiczna jako jeden z rodzajów broni masowego rażenia*, [w:] *Badania i rozwój młodych naukowców w Polsce. Nauki przyrodnicze – flora i fauna*, (red.) J. Nyćkowiak, J. Leśny, Wydawnictwo Młodzi Naukowcy, Poznań 2020, s. 73.

³⁸ Siergiej Skripała był pułkownikiem GRU, który w latach 90. współpracował z brytyjskim wywiadem MI6, przekazując informacje o działaniach rosyjskich agentów.

substancja CS, jednak granaty te zawierają także dużo bardziej szkodliwy chloroacetofenon.

Podsumowanie

Broń chemiczna była stosowana nieprzerwanie od starożytności, a jej gwałtowny rozwój nastąpił za sprawą rozwoju nauki w XIX wieku. Fakt, że broń chemiczna nadal jest dopracowywana i produkowana mimo obowiązywania konwencji, traktatów oraz porozumień, zakazujących jej użycia, stanowi o tym, że w przyszłości nadal może stwarzać ogromne zagrożenie dla ludzi. Warto również zaznaczyć, że chemikalia używane niegdyś jako czynniki broni chemicznej są aktualnie powszechnie używane nawet w produktach codziennego użytku przez każdego z nas. Przykładowo fosgen jest od lat stosowany w przemyśle tekstylnym, chlor ze względu na swoje właściwości bakteriobójcze wykorzystywany jest do produkcji środków bakteriobójczych oraz dezynfekujących, a amoniak to jeden ze składników używanych w przemyśle rolniczym pestycydów. Wniosek – broń chemiczna i jej składniki mogą być i prawdopodobnie są bliżej nas niż kiedykolwiek wcześniej.

Bibliografia

1. Ataki chemiczne po II wojnie światowej, <https://wiadomosci.wp.pl/atakichemiczne-po-ii-wojnie-swiatowej-6078968441660033g> [dostęp: 29.12.2024].
2. Bitwa pod Bolimowem, <https://www.polskieradio.pl/39/156/Artykul/1363483,Bron-chemiczna-podBolimowem-mgla-niosaca-smierc> [dostęp: 23.12.2024].
3. Bitwa pod Legnicą, <https://polskieradio24.pl/artykul/176880,bron-chemiczna-w-bitwie-pod-legnica> [dostęp: 10.01.2025].
4. Bitwa pod Sommą, <https://historia.dorzeczy.pl/pierwsza-wojna-swiatowa/504963/bitwa-nad-somma-najkrwawsza-bitwa-w-dziejach-przebieg-skutki.html> [dostęp: 10.01.2025].
5. Broń chemiczna w starożytności, https://ciekawostkihistoryczne.pl/2020/08/14/trujaca-mgla-starozytnychpersow-i-miotacz-ognia-spartanow-kiedy-po-raz-pierwszy-uzyto-bronichemicznej/fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTEAAR2dyqSOZJ1ZaUEQMVLpyvdbZv_ZC8wZ3ImB5_-AXCIDPYX7XZSc5g4-vUk_aem_xotLTbxbnMMN6KFWqJm3HDw [dostęp: 22.12.2024].
6. Broń chemiczna zatopiona w Bałtyku, <https://fundacjamare.pl/zatopionabron-chemiczna-i-konwencjonalna/> [dostęp: 29.12.2024].
7. Broń użyta w bitwie pod Legnicą, <https://www.national-geographic.pl/historia/czy-podlegnica-w-1241-roku-zastosowano-tajna-bron-polacy-nie-mieli-szans/> [dostęp: 23.12.2024].
8. Gadkowska M. (red.), *Broń chemiczna i biologiczna raport dla obywatela*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2003.
9. Historia Fritza Habera, <https://www.medonet.pl/zdrowie/zdrowie-dlakazdego,fritz-haber-byl-genialnym-chemikiem--ktorego-odkrycia-zabilymiliony-ludzi,artykul,57706595.html> [dostęp: 28.12.2024].
10. Historia użycia broni chemicznej, <https://lo.tarnobrzeg.pl/lesser/artykuly/mgla-ktora-niesie-smierc> [dostęp: 22.12.2024].
11. II Bitwa pod Ypres, <https://dzieje.pl/aktualnosci/100-rocznica-ii-bitwy-podypres> [dostęp: 26.12.2024].
12. Janik E., Ceremuga M., Stela M., Bijak M., *Broń chemiczna jako jeden z rodzajów broni masowego rażenia*, [w:] *Badania i rozwój młodych naukowców w Polsce. Nauki przyrodnicze – flora i fauna*, (red.) J. Nyćkowiak, J. Leśny, Wydawnictwo Młodzi Naukowcy, Poznań 2020.

13. Koloske M., Witkiewicz Z., *Broń chemiczna w XX i XXI wieku*, „Biuletyn WAT” 2019, Vol. XV, Nr 3.
14. Konwencja z dnia 13 stycznia 1993 r. o zakazie broni chemicznej, Paryż, (Dz.U.1999.63.703).
15. Liczba ofiar podczas II wojny światowej, <https://ciekawostkihistoryczne.pl/2018/05/19/takiego-ogromu-smierci-swiat-jeszcze-nie-widzial-ilu-ludzi-zginelo-w-pierwszej-wojnie-swiatej/> [dostęp: 30.12.2024].
16. Michalski D., Kowalewska A., *Broń chemiczna jako narzędzie terroryzmu*, [w:] *Terroryzm wobec środowiska potencjalnym zagrożeniem współczesnych czasów – wybrane zagadnienia*, (red.) E. Zębek, N. Kulbacka-Burakiewicz, Kortowski Przegląd Prawniczy Monografie, Olsztyn 2017.
17. Niemiecka broń chemiczna podczas I wojny światowej, <https://ciekawostkihistoryczne.pl/2022/08/28/niemiecka-bron-chemiczna/> [dostęp: 27.12.2024].
18. Ogień bizantyjski, <https://www.konflikty.pl/historia/sredniowiecze/ogienbizantyjski-napalm-wiekow-srednich/> [dostęp: 23.12.2024].
19. Otrucie Siergieja Skripała, <https://tvn24.pl/raporty/otrucie-siergieja-skripalarr1264-2590370> [dostęp: 29.12.2024].
20. Polegli żołnierze pod Ypres, <https://dzieje.pl/aktualnosci/ypres-symbolem-okropnosci-pierwszej-wojny-swiatej> [dostęp: 10.01.2025].
21. Powstanie i użycie cyklonu B, <https://www.polskieradio.pl/39/156/artukul/1497732,cyklon-b-narzedzieniemieckich-zbrodni> [dostęp: 27.12.2024].
22. Storożyńska M. (red.), *Broń chemiczna zatopiona w Morzu Bałtyckim w wyniku działań wojennych*, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej- Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2010.
23. Traktat pokoju między Państwami Sprzymierzonymi i Stowarzyszonymi a Niemcami. Pobrano z Internetowego Systemu Aktów Prawnych, https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU19200350200/O/D19200200_PL.pdf [dostęp 15.01.2025].
24. Tukidydes, *Wojna peloponeska*, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław 2004.
25. Użycie broni chemicznej przez Rosję w Ukrainie, <https://polskieradio24.pl/artukul/3427946,bron-chemiczna-w-masowymuzyciu-ukraina-pokazala-zatrwarzajace-dane> [dostęp: 29.12.2024].
26. Wykorzystanie ognia greckiego/bizantyjskiego, <https://ciekawostkihistoryczne.pl/2019/03/27/grecki-ogien-smiercionosna-bron-bizantynczykow/> [dostęp: 10.01.2025].
27. Zielonka Z., *Chemiczne wynalazki I wojny światowej*, [w:] *Człowiek i technika na polach bitew wojen światowych*, (red.) A. Olejko, P. Korzeniowski, Instytut Historii Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2016.

Dane kontaktowe

Agnieszka Nowok, aganowok2004@gmail.com