

Co wojny robią przyrodzie

Ocenia się, że podczas dwóch wojen o zasięgu światowym zginęło w sumie około 70 milionów ludzi. Jednocześnie trudno sobie wyobrazić, jak wielką ilość amunicji wówczas zużyto. Dopiero dzisiaj zaczyna istnieć świadomość, że konflikty zbrojne nadal mogą stanowić realne zagrożenie dla człowieka i środowiska naturalnego – nawet po wielu latach od ich zakończenia.

Uzbrojona gleba

Przez długi czas produkowana w relatywnie małych ilościach broń tylko pośrednio oddziaływała na środowisko naturalne. Najczęściej wiązało się to z wydobyciem kruszców, dzięki którym można ją było wytworzyć. Taka eksploatacja prowadziła do zniszczenia obszarów rolniczych, zamulenia rzek i portów, czyli do katastrof ekologicznych na stosunkowo niewielką skalę. Sama broń nie stanowiła jednak poważnego zagrożenia dla naturalnych ekosystemów.



Pierwsza Wojna Światowa nasyciła tereny walk niezliczoną ilością niewybuchów pocisków artyleryjskich. Część z nich zawierała materiały wybuchowe a część trucizny bojowe. Do dzisiejszego dnia pozostają w uspieniu czekając na odpowiedni moment. Fot. Prywatna kolekcja Łukasza Chrzanowskiego

Dopiero rewolucja przemysłowa spowodowała masową produkcję i wykorzystywanie środków bojowych, które skoncentrowane na wybranym obszarze mogły znacząco wpłynąć na stan środowiska.

Taka sytuacja miała miejsce na niespotykaną wcześniej w historii skalę podczas I wojny światowej. Według szacunków w trakcie działań wojennych, Francja, Wielka Brytania i Niemcy wystrzeliły około

półtora miliarda pocisków artyleryjskich. Taka liczba równa się ponad 20 milionom ton metali, materiałów wybuchowych oraz substancji chemicznych, którymi te pociski wypełniano.

Skoncentrowanie zmasowanego ognia artyleryjskiego na małym obszarze wokół kluczowych punktów ustalonego frontu musiało więc skutkować silnym nasyceniem ziemi resztkami pocisków. Pozostałości te, korodując, mogą zwiększać ilość metali ciężkich w glebie, które w konsekwencji będą pobierane przez rośliny uprawiane na tych terenach, a ostatecznie trafią do łańcucha pokarmowego zwierząt i ludzi. Metale ciężkie, kumulowane w coraz większych ilościach w organizmach, prędzej czy później doprowadzają do uszkodzeń narządów wewnętrznych.

Wychodząc z takiego założenia belgijscy naukowcy przeprowadzili badania na obszarze 625 km² wokół słynnego Ypres, gdzie podczas I wojny światowej użyto po raz pierwszy gazu musztardowego. Biorąc pod uwagę, że w tamtym czasie pocisk artyleryjski o kalibrze ok. 8 cm ważył w przybliżeniu 8 kg, w czym na mosiężny zapalnik i miedziane pierścienie wiodące przypadał 1 kg (około 0,75 kg czystej miedzi), badacze zainteresowali się, jaki wpływ wywarło wystrzelenie wielu milionów takich pocisków na zawartość miedzi w glebie.

Podczas samych tylko 15 dni poprzedzających brytyjski atak z 31 lipca 1917 r. artyleria wystrzeliła ponad 4 miliony pocisków. Rozerwane pierścienie wiodące oraz fragmenty zapalników trafiły do ziemi na wiele lat i pomimo odzysku surowców w latach 20. i 30. (średnio do głębokości 0,5 m) większość z nich nadal pozostaje w ziemi. Na podstawie analiz chemicznych określono, że około 2800 ton miedzi przedostało się jako zanieczyszczenie z pozostałych fragmentów litego metalu.



Austro-węgierscy żołnierze przy niewybuchu włoskiego pocisku artyleryjskiego. W latach 1915-1918 obszar Dolomitów stanowił teatr krwawych walk pomiędzy oddziałami włoskimi a austro-węgierskimi. Obie strony używały w wielkich ilościach gazy bojowe. Dzisiaj o intensywności walk świadczą niezliczone muzea oraz setki kilometrów tuneli wydrążonych przez wojska inżynieryjne. Od czasu do czasu w lokalnej prasie pojawiają się jednak informacje o niechcianych znaleziskach. Fot. Prywatna kolekcja Łukasza Chrzanowskiego

Badania specjalistyczne wykonali także niemieccy naukowcy na terenach wokół Verdun, gdzie w latach 20. XX wieku niszczone pozostała na niemieckich pozycjach amunicję wypełnioną bojowymi środkami chemicznymi. Wyniki analiz wykazały obecność w wierzchniej warstwie ziemi 17 mg/kg miedzi, 26 mg/kg ołowiu, 133 mg/kg cynku i aż 176 mg/kg arsenu - wartości znacznie wyższe od dopuszczalnych. Dodatkowe analizy pozostałości związków organicznych w glebie oraz fragmenty skorup, szklanych pojemników i zapalników pozwoliły po wielu latach dokładnie określić typy zniszczonej amunicji. Były to niemieckie pociski wypełniane difenylochloarsyną oraz difenylocyjanoarsyną. Związki te wywołują kichanie, kaszel, bóle głowy i wymioty. Jako że filtry ówczesnych masek gazowych nie zatrzymywały tych substancji, żołnierze zdejmowali maski

w atakach kaszlu. Połączenie tego rodzaju amunicji chemicznej ze środkami duszącymi, np. fosgenem, przesądzało o losie zaatakowanych żołnierzy. Wart odnotowania jest fakt, że do dziś miejsca utylizacji amunicji pozbawione są roślinności.

Co skrywa dno Bałtyku

Pozostając w temacie dotyczącym chemii warto podkreślić, że wszyscy mieszkańcy terenów nadbałtyckich są uczestnikami dużego eksperymentu, który w latach 1945-1948 zapoczątkowało zatopienie w Morzu Bałtyckim przejętych przez aliantów zapasów niemieckiej broni chemicznej. Według zebranych informacji oszacowano ilość środków chemicznych zatopionych na dnie morza na kilkadziesiąt tysięcy ton.

Brytyjczycy i Amerykanie zatopili jeden handlowiec wypełniony amunicją chemiczną w Morzu Norweskim i od 41 do 43 takich statków po obu stronach Cieśniny Skagerrak, łączącej Bałtyk z Atlantykiem. Statki te spoczęły na głębokości od 200 do 600 m. Krótco przed końcem II wojny światowej sami Niemcy zatopili w Cieśninie Mały Bełt dwa statki wypełnione amunicją zawierającą tabun. W latach 1959-1960 wydobyto zawartość tych dwóch statków i po zalaniu betonem zatopiono ponownie na zachód od Zatoki Biskajskiej. Z kolei w latach 1947-1948 żołnierze sowieccy zatopili 32 000 ton amunicji chemicznej (w tym również cyklon B) w basenie bornholmskim na głębokościach od 70 do 105 m oraz około 2000 ton w basenie gotlandzkim (70-120 m).

W 1952 r. marynarka Niemieckiej Republiki Demokratycznej na skutek szeregu błędów doprowadziła do rozproszenia po całym Bałtyku kolejnych 200-300 ton środków chemicznych. Prawdopodobne jest jeszcze zatopienie przez Brytyjczyków 4 statków z 15 000 ton broni chemicznej na południowy zachód od Bornholmu w 1946 roku.

Morze w niebezpieczeństwie

Większość nieużytej amunicji ze środkami chemicznymi planowano pierwotnie zatopić na Atlantyku na głębokości 4000 m, jednak bezmyślnie porzeczono na najbliższym i najgorzej dobranym pod względem warunków oceanograficznych Morzu Bałtyckim.

Bałtyk jest morzem praktycznie zamkniętym, w którym mniej niż 5% wody wymienia się rocznie z wodami Morza Północnego, co przekłada się na długie przetrzymywanie zanieczyszczonych wód. Poza szeroko nagłośnionymi przypadkami z lat 50., kiedy rybacy wyławiali sieciami bryły iperytu, większość środków bojowych pozostawała w uśpieniu przez szereg lat. Dopiero w latach 90. badania naukowe potwierdziły, że z powodu dynamicznych warunków przy dnie płytkiego Morza Bałtyckiego występuje stosunkowo duża ilość tlenu, który powoduje szybkie rdzewienie skorup pocisków, bomb i min wypełnionych środkami chemicznymi.

Według szacunków badaczy stopień przerdzewienia ścianek może miejscami dochodzić do 70-80% ich grubości, a szkodliwe substancje mogą wkrótce przedostać się do ekosystemu morskiego. Dlatego naukowcy z coraz większym niepokojem przyglądają się sytuacji. Na szczęście najbardziej niebezpieczne środki, takie jak tabun, fosgen czy cyklon B, w środowisku wodnym bardzo szybko ulegają hydrolizie i stają się nieszkodliwe. Pozostałe środki, takie jak iperyt i difenylochloarsyna (CLARK I) oraz difenylocyjanoarsyna (CLARK II), w zimnych dennych wodach Bałtyku są bardzo słabo rozpuszczalne, hydrolizują powoli, a powstałe produkty ulegają mocno ograniczonej biodegradacji. Biorąc pod uwagę, że CLARK I oraz CLARK II zawierają arsen, przeliczono, że całość zatopionych środków chemicznych może uwolnić około 280 ton arsenu, co w przeliczeniu na arsen obecny już w wodach Bałtyku spowoduje wzrost stężenia tego pierwiastka o 1%. Długotrwałe wystawienie organizmu na działanie arsenu może doprowadzić do chorób nowotworowych, w tym do

kilkunastu odmian nowotworów skóry.

W odróżnieniu od raczej optymistycznych prognoz zachodnich naukowców, Rosjanie w swoich badaniach poruszają oprócz efektów toksycznych również efekt genetyczny, jaki mogą wywołać uwalniające się środki chemiczne. W niebezpieczeństwie jest nie tylko ekosystem Morza Bałtyckiego, ale również zdrowie osób korzystających z niego w czasie wypoczynku.

Zanieczyszczenia pierwiastkami promieniotwórczymi

Potwierdzone działanie mutagenne związane jest nierozdzielnie z promieniowaniem radioaktywnym. Bomby atomowe w celach bojowych zostały zrzucone przez Amerykanów na Japonię – 6 sierpnia 1945 r. uranowa bomba „Little Boy” eksplodowała 508 metrów nad Hiroszimą, a trzy dni później bomba „Fat Boy” z ok. 6,4 kg plutonu została zdetonowana na wysokości 469 metrów nad Nagasaki. Pół godziny po eksplozji tej drugiej, na Nagasaki spadł ciężki, „czarny” (określany tak od swego koloru) deszcz, który według szacunków zawierał dużą ilość produktów rozszczepienia oraz około 0,038 kg wyjściowego plutonu ^{239}Pu . Opad wystąpił na obszarze dystryktu Nishiyama, który jest odległy o 3 do 5 km od epicentrum wybuchu. Od roku 1904 był on chroniony ze względu na zasoby wody pitnej.



Niechciane znaleziska. Fot. Prywatna kolekcja Łukasza Chrzanowskiego

Po zakończeniu wojny oba miasta były i są nadal analizowane pod kątem migracji radioaktywnych substancji w środowisku. W przypadku Nagasaki, po 45 latach badań wykazano obecność niebezpiecznych izotopów ^{90}Sr , ^{137}Cs oraz ^{239}Pu i ^{240}Pu w próbkach pobranych aż do głębokości 4,5 m, jednak zdecydowana większość znajdowała się na głębokości 30 cm od powierzchni. Około 3% całkowitego plutonu migrowało w ziemi szybciej i można było go odnaleźć na głębokości 2 m. Pluton jest jednym z najbardziej niebezpiecznych pierwiastków, który na Ziemi do momentu wprowadzenia broni jądrowej występował w ilościach znikomych. Jest fascynujący dla chemików i fizyków, ale przy średnim czasie wydalania połowy ilości pochłoniętej przez organizm człowieka równym 200 lat oraz emisji promieniowania alfa, beta, gamma i samej toksyczności metalu – nie ma chyba nikogo, kto chciałby narażać się na kontakt z tym pierwiastkiem. Niestety ze względu na działania wojenne, a potem wyścig zbrojeń, znaczące jego ilości przedostały się do atmosfery i w miarę równomiernie pokryły całą kulę ziemską.

W czasie trwania „zimnej wojny” w 1961 roku Związek Radziecki zdetonował największą w historii ludzkości bombę atomową, nazwaną „car-bombą”, której moc szacuje się na około 50 megaton. Oznacza to, że siła wybuchu była w przybliżeniu 2500 razy potężniejsza niż bomb zrzuconych nad Japonią w 1945 roku. Trudno jednoznacznie określić, jak wielkie szkody dla ludzi i środowiska wywołały radzieckie testy jądrowe, przeprowadzone na terenach dzisiejszego Kazachstanu i Nowej Ziemi. Podobne próby prowadzone były również wielokrotnie przez Amerykanów na malowniczych wyspach Oceanu Spokojnego.

W chwili obecnej, w wyniku normalnego działania elektrowni atomowych każdego roku produkuje się od 50 do 100 ton tego pierwiastka, który wzbogaca zużyte paliwo jądrowe. W odróżnieniu jednak od kontrolowanych odpadów, pluton wprowadzony w postaci opadów radioaktywnych pozostanie na zawsze – z punktu widzenia czasu trwania ludzkiego życia – w ekosystemie. Człowiek zdając sobie

sprawę z ogromu i toksyczności odpadów z elektrowni atomowych, rozpoczął budowę składowisk przeznaczonych na tego typu substancje. Ich zadaniem jest przetrwanie około 100 000 lat. Mniej więcej tyle czasu potrzeba, aby odpady przestały być niebezpieczne dla środowiska.

Toksyczny Wietnam

Jednymi z najbardziej niebezpiecznych związków, jakie udało się człowiekowi zsyntezować, a następnie użyć ku jego własnej szkodzi, są dioksyny. W ekosystemach nadal występują duże ilości tego typu substancji, wchodzących w skład defoliantów, którymi Amerykanie opryskiwali lasy i tereny uprawne w Wietnamie w latach 1961-1971. Z zebranych danych wynika, że łącznie opryskano 2,63 mln hektarów, w tym 1,68 mln środkami zawierającymi kwas 2,4,5-trichlorofenoksyoctowy skażony 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioksyną.

Oprócz zakłócenia równowagi ekologicznej, zastosowanie herbicydów doprowadziło do erozji gleb, wyginięcia wielu gatunków zwierząt oraz faworyzacji gatunków roślin pionierskich, takich jak bambus czy inne trawy, wyrastających w miejscu drzew. Do dzisiaj na terenie 28 byłych amerykańskich baz wojskowych, które rozdysponowały herbicydy, oznacza się dioksyny w ilościach nawet 350 razy większych niż dopuszczalne poziomy ustalone przez międzynarodowe organizacje. Wszystkie te środki przez lata kumulowały się w środowisku i poprzez łańcuch pokarmowy dostawały do organizmów ludzkich, powodując choroby nowotworowe, upośledzenia oraz śmierć.

Wietnamskie organizacje szacują liczbę ludzi dotkniętych działaniem herbicydów na 3 do 4,8 mln (uwzględniając Amerykanów bazujących w Wietnamie), w tym 400 000 ofiar śmiertelnych i od 150 do 500 tys. dzieci z wadami wrodzonymi.

Wykarczowanie Afryki

Bioróżnorodność ekosystemów kontynentu afrykańskiego jest zdumiewająca i powinna być uważana za jedno z najcenniejszych dziedzictw światowej natury. Niepokojące wieści dotyczące wojen domowych i międzypaństwowych przytłaczają nie tylko liczbami ofiar.

Ocenia się, że w trakcie wielkiej wojny afrykańskiej na terenie obecnej Demokratycznej Republiki Konga, między rokiem 1998 a 2003 zginęło ponad 3 mln ludzi, a około 2 mln stało się uchodźcami. Migracje tak dużej liczby osób na niezamieszkałych do tej pory obszarach doprowadziły do uśmiercenia wielu tysięcy dzikich zwierząt – w celach konsumpcyjnych oraz eksportowych. Powstałe obozy uchodźców lokalizowano na terenach mocno zalesionych, a wykorzystanie drewna do celów energetycznych silnie wyeksploatowało lasy i nadwyrężyło równowagę ekologiczną. Nowo przybyli rolnicy, chcąc pozyskać kolejne tereny pod uprawę roślin, zniszczyli ogromne obszary lasów deszczowych i ułatwili tym samym dostęp do chronionych gatunków zwierząt kłusownikom.

Badania przeprowadzone przez WWF pokazały, że populacja hipopotamów w jednym z tamtejszych parków narodowych zmniejszyła się z 29 000 sztuk w latach 70. ubiegłego wieku do około 900 osobników w roku 2005. Podobnie w trakcie wojny domowej w Rwandzie uchodźcy zniszczyli część chronionych obszarów zamieszkiwanych przez zagrożone wyginięciem goryle górskie.

Z kolei niespodziewaną konsekwencją wojny domowej w Somalii z roku 1991 jest utrzymujący się do dnia dzisiejszego nadmierny odłów ryb morskich. Somalijczycy w trakcie konfliktu zaczęli pozyskiwać ogromne ilości ryb, aby zaspokoić potrzeby cywilów. Ignorując międzynarodowe protokoły doprowadzono tym samym do zachwiania morskiej równowagi ekologicznej w regionie i zubożenia bioróżnorodności gatunkowej.

Nowe zagrożenia

Ostatnie dziesięciolecia przynoszą coraz nowsze zagrożenia. Przykładem może być konflikt na Bałkanach w roku 1999, który doprowadził do uwolnienia dużych ilości niebezpiecznych związków chemicznych do gleby, wody i powietrza. Zniszczone zostały liczne zakłady petrochemiczne, co poskutkowało emisją toksycznych substancji ropopochodnych do środowiska, zwłaszcza wód powierzchniowych i gruntowych, które trafiając w następnej kolejności do rzek, miały wymierny wpływ na ich faunę i florę. Warto zaznaczyć, że ucierpiały na tym również państwa mające swoje granice na terenach dolnych biegów rzek, m.in. Bułgaria i Rumunia.

Innymi celami ataków na Bałkanach były instalacje produkujące amoniak oraz tworzywa sztuczne, w wyniku czego doprowadzono do zanieczyszczenia ekosystemów chlorem, kwasem chlorowodorowym i chlorkiem winylu.

W latach 1990-1991 w trakcie I wojny w Zatoce Perskiej uszkodzonych zostało wiele kuwejckich szybów naftowych, co spowodowało rozległą kontaminację środowiska. Można to uznać za jeden z największych w historii aktów ekoterroryzmu, ponieważ działania te nie prowadziły do żadnych korzyści wojskowych. Według szacunków wycofujące się wojska irackie pozostawiły po sobie ponad 700 palących się szybów naftowych. Powstałe w procesach spalania dwutlenek węgla i dwutlenek siarki doprowadziły do opadów kwaśnych deszczów, a unoszące się cząstki sadzy ograniczyły dostęp promieni słonecznych do powierzchni ziemi, co wywołało tymczasowy spadek temperatury w regionie. Również około 1300 km wybrzeża na terenie Arabii Saudyjskiej i Kuwejtu ucierpiało na skutek uwolnienia przez irackich żołnierzy 11 mln baryłek ropy. W konsekwencji uśmiercono wiele gatunków zwierząt morskich, w tym żółwi, waleni i ptaków.

Broń z uranu

Podczas konfliktu w Zatoce Perskiej, a następnie w byłej Jugosławii, powszechnie stosowano pociski przeciwpancerne z rdzeniem wykonanym ze zubożonego izotopu uranu ^{238}U .

Zubożony uran ^{238}U jest produktem ubocznym podczas wytwarzania paliwa uranowego do elektrowni jądrowych. W przyrodzie uran występuje głównie w postaci dwóch izotopów ^{235}U (0,7%) i ^{238}U (99,3%). Przy takim stosunku pozyskanie paliwa polegające na wzbogaceniu wyjściowego uranu w izotop ^{235}U wiązało się zawsze z nadprodukcją uranu ^{238}U . Ten izotop jest słabo radioaktywny, a w postaci metalicznej odznacza się dużą gęstością (19,1 g/cm³). Pierwotnie wykorzystywany był w medycynie jako tarcze ochronne przed promieniowaniem oraz jako przeciwwagi w samolotach - w latach 60. aż do 80. Boeing stosował przeciwwagi o łącznej masie 850 kg w samolotach serii 747, a McDonnell-Douglas w serii DC-10 wykorzystywał aż 1000 kg zubożonego uranu.

Wojskowi naukowcy szybko dostrzegli możliwość wykorzystania energii kinetycznej pocisków wystrzeliwanych z dużą prędkością początkową, wykonanych z materiałów o dużej gęstości, które przebijają prawie wszystkie panczerze współczesnych czołgów. Jednakże w chwili przebijania panczerza rdzeń uranowy zamienia się w drobny pył tworzący aerozol, który powoli osiada na zniszczonym pojeździe oraz jego okolicy. Pył ten może się dostać do organizmów ludzkich, powodując działanie nefrotoksyczne (wpływ substancji chemicznych na nerki) oraz bezpośrednie narażenie na małe, ale ciągłe dawki promieniowania. Pociski, które chybiły celu, mogą uwalniać stopniowo uran - będzie się on przedostawać do wód podpowierzchniowych, a następnie do skupisk ludzkich.

W czasie wojny w Zatoce Perskiej w 1991 r. zużyto amunicję zawierającą w sumie około 320 ton zubożonego uranu, a podczas konfliktu w Iraku w 2003 r. zastosowano ją w ilościach pomiędzy 1000 a 2000 ton w przeliczeniu na uran. Ze względu na ogromną skuteczność, coraz więcej państw będzie wykorzystywać, a przynajmniej posiadać w magazynach tego rodzaju broń. W dłuższej perspektywie

będzie ona wywierać coraz większy wpływ na środowisko naturalne.

Sumaryczne koszty wojny

Postęp cywilizacyjny niestety nierozłącznie związany jest z postępowaniem w sferze militarnej. W miarę upływu czasu kolejne konflikty zbrojne przyczyniają się do uwalniania do ekosystemów substancji, które nigdy wcześniej w nich nie występowały lub występowały w śladowych ilościach. Stąd też zadaniem naukowców jest śledzenie, w jaki sposób opisane związki migrują w środowisku. Poznanie zagrożeń może prowadzić do opracowania technologii skutecznego minimalizowania negatywnych efektów wcześniejszej bezmyślności człowieka.

Światowe nakłady na produkcję broni są wręcz niewyobrażalne. Jej cena jednak wzrasta po uwzględnieniu kosztów związanych z usuwaniem toksycznych substancji chemicznych ze skażonych terenów. Obecnie prowadzone są próby oczyszczania wietnamskiej ziemi z toksyn poprzez podgrzewanie jej do wysokich temperatur, co prowadzi do termicznego rozkładu zanieczyszczeń. Działania dekontaminacyjne potrwać do 2015 roku, a ich koszt szacowany jest na 43 miliony dolarów.

Patrząc mniej globalnie, warto zastanowić się, w jaki sposób można poradzić sobie z toksycznymi substancjami zgromadzonymi na dnie Bałtyku. Obecnie poziom zanieczyszczeń morskich wód jest jedynie monitorowany. Zatopioną broń należałoby odszukać na dnie, następnie wyłowić i poddać skutecznej utylizacji lub bezpiecznemu składowaniu. Zauważalny jest tylko jeden czynnik limitujący cały proces - brak funduszy. Wydaje się, że dopóki nie zostanie potwierdzona emisja i szkodliwe oddziaływanie na nadbałtyckie społeczeństwa środków bojowych zatopionych w Morzu Bałtyckim, dopóty nie ma co liczyć na próby oczyszczania na dużą skalę. Istnieje niestety prawdopodobieństwo, że człowiek po raz kolejny spóźni się z reakcją i broń chemiczna wyprodukowana w czasie II wojny światowej znów stanie się realnym zagrożeniem.

Mateusz Sydow, Łukasz Chrzanowski

Dr inż. Łukasz Chrzanowski (ur. 1977) - absolwent Politechniki Poznańskiej, z wykształcenia jest chemikiem oraz biotechnologiem zajmującym się technikami mikrobiologicznego oczyszczania środowiska. Uczestnik wielu krajowych i zagranicznych projektów badawczych. Stypendysta Fundacji Nowickiego oraz Deutsche Bundesstiftung Umwelt. Członek Polskiego Towarzystwa Mikrobiologów.

Inż. Mateusz Sydow (ur. 1989) - student Politechniki Poznańskiej Wydziału Technologii Chemicznej. Uczestniczy w badaniach dotyczących stabilności środowiskowej konsorcjów bakteryjnych degradujących węglowodory ropopochodne.