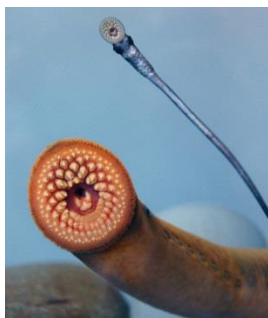


Pytania uczestników:

1. Co jednak było źródłem „poparzeń” ryb, o których mówiła Pani na początku wykładu?

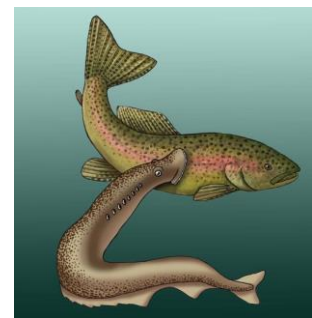
Źródła poparzeń do końca nie udało się zdiagnozować, ale ślady na powierzchniach skórnych wskazywały nie tylko na oparzenia, ale raczej na ugryzienia minogów (bezzuchwocce) oraz komplikacje związane z infekcjami wtórnymi, które wdały się po ugryzieniach. Minogi mają zdolność do przytwierdzenia się do powłoki skórnej ofiary, nacięcia jej, następnie odżywiają się krwią i/lub kawałkami mięśni wyrwanymi ofierze. W Bałtyku można spotkać (aczkolwiek rzadko i w strefach raczej przybrzeżnych) minoga morskiego (*Petromyzon marinus*) oraz rzeczny (*Lampetra fluviatilis*), oba pasożytnicze, dorastające do wielkości około 40 cm (minóg rzeczny *L. fluviatilis*) oraz 100-120 cm (minóg morski *P. marinus*).



a)



b)



c)

Otwór gębowy minoga (a), ślady po ugryzieniach minoga (b), minóg atakujący pstrąga (c), źródło:

[https://www.exploringnature.org/graphics/invasive\\_species/lamprey\\_attacks\\_fish72.jpg](https://www.exploringnature.org/graphics/invasive_species/lamprey_attacks_fish72.jpg)

2. Czy nie ma działań międzynarodowych w sprawie zanieczyszczeń skoro my nie mamy takiej jednostki a środki bojowe zalegają też poza polskimi obszarami morskimi. Co się stanie gdy nastąpi taki wyciek?

Polska dysponowała jednostką zajmującą się utylizacją zagrożeń chemicznych (program Kormoran, zakończony). Na chwilę obecną szereg działań jest podejmowanych wspólnie wraz z innymi państwami w obrębie Unii Europejskiej, nie wszystkie jednak mogą być prowadzone w takiej współpracy (koszty zarówno osobowe jak i sprzętu są ogromne). O ile się orientuję, nie ma też jednolitego porozumienia w sprawie wydobycia tego typu zanieczyszczeń/jednostek. W obrębie Morza Bałtyckiego dostępne są rekomendacje komisji Helsińskiej (HELCOM) w zakresie zatopionej broni i amunicji oraz protokoły/dokumenty w zakresie wraków, przykłady poniżej.

<https://portal.helcom.fi/meetings/SUBMERGED%205-2016-377/MeetingDocuments/4-1%20Draft%20Chapter%20on%20Wrecks%20in%20the%20Baltic%20Sea.pdf>

<https://helcom.fi/baltic-sea-trends/hazardous-substances/sea-dumped-chemical-munitions/>  
<https://helcom.fi/media/documents/Dumped-chemical-munitions-in-the-Baltic-Sea.pdf>

W przypadku, kiedy dojdzie do wycieku, jego skutki są uzależnione od wielu czynników. Poniżej przytaczam fragment dotyczący uwarunkowań przygotowanego studium przypadku „Wraki w polskich obszarach morskich: czy jest się czego bać” – kompilacja dostępnych informacji o wyciekach i ich

konsekwencjach. Jest to dokument przygotowany na potrzeby ćwiczeniowe dla studentów, których zadaniem było opracowanie strategii postępowania z wrakiem na podstawie gruntowej analizy informacji zarówno o samym wraku, miejscu jego zatopienia, jak i możliwościach technicznych zapobiegania pogorszeniu się sytuacji ekologicznej biorąc pod uwagę aspekty ekologiczne, ekonomiczne i socjalne przy dokonaniu wyboru.

„Wpływ wycieków paliw z wraków zależy od rozlanej ilości, jego właściwości fizycznych i chemicznych, charakteru środowiska i panujących warunków pogodowych. Wiedza na temat statku i rodzaju paliwa na pokładzie wraku ma kluczowe znaczenie dla skutecznego planowania akcji ratowniczej (Goodsir i in., 2019). Rodzaj, objętość i lokalizacja paliwa na wraku będą się różnić w zależności od rodzaju statku, jego wieku konstrukcyjnego, napędu, trasy i innych czynników. Od lat 20. XX w. stosowanie silników Diesla w Europie i Azji na statkach było powszechne. Wykorzystywano też silniki parowe zasilane ciężkim paliwem bunkrowym. Wojskowe i komercyjne statki przez wiele lat stosowały mazut o wysokiej lepkości paliwa i zawartości siarki 3,5%. Taki olej był tani i nadawał się do spalania w kotłach parowych po podgrzaniu a jego jakość i specyfikacja często różniła się w zależności od lokalizacji. W latach 60. zaczęto używać oleju napędowego, który może być stosowany zarówno w kotłach, jak i silnikach wysokoprężnych. Wrak może także zawierać wiele innych olejów, takich jak olej do smarowania silnika czy hydrauliczny. Niektóre olejowe i okrętowe systemy grzewcze mogły wykorzystywać polichlorowane bifenyle (PCB) jako stabilizatory oleju w zamkniętych systemach grzewczych lub w elementach elektrycznych, co znacznie zwiększało toksyczność paliwa. Paliwo ciężkie uwalniające się z wraków może tonąć i wpływać na życie na dnie morza, a także przemieszczać w słupie wody i strefie pływów. Z drugiej strony lekkie oleje mają tendencję do pozostawania w pobliżu powierzchni wody, a tym samym wpływają na życie morskie na powierzchni lub w pobliżu powierzchni wody i regionu pływowego. Ponieważ jednak są one bardziej toksyczne niż ciężkie oleje i wnikają głębiej w porowate podłoża, oleje lekkie powodują długotrwałe szkody dla środowiska. Przy czym należy pamiętać, że stopień uszkodzenia niekoniecznie jest proporcjonalny do wielkości rozlewu. Niewielka ilość oleju lekkiego w obszarze wrażliwym może spowodować znacznie większe szkody niż większa ilość frakcji ciężkiej np. na wybrzeżu skalistym. Należy mieć także na uwadze, że środki reagowania na wycieki mogą łagodzić skutki rozlania paliwa, ale również wpływają na środowisko. Usuwanie oleju metodami mechanicznymi może wyrządzić więcej szkód dla środowiska niż w przypadku braku reakcji. Czasem pozostawienie samooczyszczeniu terenów podmokłych może zapobiec nieuniknionemu podczas czyszczenia niszczeniu rzadkiej roślinności (Michel i in., 2005; Svensson, 2010). **Aby właściwie oszacować skutki zanieczyszczenia paliwami, należy wziąć pod uwagę:**

- **Bezpośredni wpływ na życie i zdrowie organizmów :**
- śmiertelność organizmów poprzez powlekanie olejem, uduszenie, zatrucia kontaktowe czy narażenie na toksyczne składniki oleju bądź też jego pozostałości
- niszczenie źródeł żywności czy organizmów młodocianych, będących bardziej wrażliwe na zanieczyszczenia
- immunosupresja, zaburzenia zdrowia i fizjologii organizmów na skutek ekspozycji na dawki subletalne
- genotoksyczność i rakotwórczość oraz bioskumulacja i biomagnifikacja związków toksycznych.
- **Zanieczyszczenie fizyczne.** Olej na powierzchni wody może zanieczyścić organizmy zamieszkujące dany obszar, przy czym są to częściej obszary przybrzeżne niż wody otwarte. Linie brzegowe, w zależności od cech fizycznych, mogą być pokryte olejem w różnym stopniu. Paliwo może wnikać do żwirowej lub piaszczystej plaży na kilkadziesiąt cm bądź pokrywać tylko powierzchnię skalistego wybrzeża. Olej rozproszony w słupie wody lub zemulgowany może zanieczyścić ryby czy sprzęt połowowy.
- **Toksyczność.** Oszacowanie toksyczności olejów jest trudne, ponieważ składają się one z tysięcy różnych związków o różnej toksyczności. Śmiertelność organizmów modelowych wykorzystywanych w analizach toksyczności wynosiła od 1 do 89 %, przy czym frakcje lżejsze ropy są bardziej toksyczne niż oleje cięższe. Wiele węglowodorów aromatycznych (WWA) o

niskiej temperaturze wrzenia, takich jak benzen i toluen, jest śmiertelną trucizną dla prawie każdej formy życia, podczas gdy niektóre o wyższej temperaturze wrzenia są w zasadzie nietoksyczne. Lekkie składniki oleju, mniej trwałe niż oleje ciężkie, występują w większych proporcjach na początkowym etapie wycieku niż w jego późniejszej fazie. Lżejsze elementy szybko odparowują z powierzchni morza pozostawiając niewiele pozostałości. W przypadku wybuchu pożaru ulegają spalaniu. Oddziaływanie może mieć miejsce do kilku/kilkunastu pokoleń, zwłaszcza jeśli oleje przedostaną się do osadów, gdzie mogą być zatrzymane przez kilka lat. Toksyczne działanie oleju może być przejściowe, jeśli olej pozostanie na powierzchni wody i nie wypłynie na brzeg.

- **Bioakumulacja.** Organizmy, które przetrwają początkowe fazy wycieku, mogą pobierać związki ropopochodne z kolumny wody, osadów lub skażonych organizmów stanowiących ogniwa sieci troficznej. Związki ropy naftowej gromadzą się w tkankach i mogą wpływać na wzrost, rozmnażanie czy behavior organizmów. Bioakumulacja może doprowadzić do skażeń gatunków ryb istotnych komercyjnie dla danego akwenu, powodując, że nie nadają się one do sprzedaży i spożycia. Skażenie może trwać od kilku dni do kilku miesięcy, w zależności od ilości organizmów, rodzaju oleju i obszaru zanieczyszczenia.
- **Plaże i rekreacyjne obszary morskie.** Plaże czy wraki będące atrakcją nurkową, zanieczyszczone paliwem, muszą być zamknięte, co powoduje negatywny wpływ na turystykę i gospodarkę regionalną. Wpływ ten potęguje się, jeśli wycieki wystąpią podczas sezonu turystycznego.
- **Stanowiska archeologiczne.** Stanowiska archeologiczne lub zabytki historyczne mogą zostać nieodwracalnie uszkodzone, jeśli ich walor historyczny zostanie utracony z powodu zanieczyszczenia ropą - bezpośrednio lub w wyniku działań zaradczych.
- **Porty i przystanie.** Porty mogą być zamknięte dla ruchu, aby uniemożliwić zakłócanie powierzchni wody i stymulację przemieszczania ropy poprzez ruch statków i łodzi. Zamknięcie portów negatywnie wpływa na lokalną gospodarkę, gdyż „uwięzione” w porcie jednostki pływające nie generują dochodu. Jednocześnie te elementy statków czy narzędzia, które zostały zanieczyszczone, muszą zostać wycofane z eksploatacji i wyczyszczone, co spowoduje dalszą utratę dochodów wzmagając niekorzystny odbiór społeczny.
- **Instalacje przemysłowe.** Olej wciągany do ujęć wody może zepsuć wymienniki ciepła, czyniąc je nieskutecznymi oraz może zanieczyścić jednostki destylacyjne. Zazwyczaj wycieki wpływają na instalacje elektryczne i inne obiekty przemysłowe, stąd też należy przeprowadzić akcję ostrzegawczą. Lekkie oleje, zwłaszcza benzyna i paliwa lotnicze, wytwarzają łatwopalne opary dlatego też strefę zagrożoną należy zabezpieczyć do momentu, gdy minie ryzyko pożaru i wybuchu.
- **Rybołówstwo.** Zamknięcie sezonu połowowego lub utrata zasobów z hodowli może mieć niszczyielski wpływ na gospodarkę regionalną. Zasoby żywe mogą być poważnie uszczuplone na obszarach dotkniętych wyciekami. Wysoka śmiertelność stadiów larwalnych i organizmów młodocianych gatunków ważnych z handlowego punktu widzenia może mieć znaczący wpływ gospodarczy odczuwalny kilka lat po wycieku.
- **Ekosystemy przybrzeżne i ujścia rzek.** Rejony te są bardziej podatne na wpływ wycieków niż wody otwarte, głównie z uwagi na występujące sieci cieków wodnych czy kanałów mogących transportować zanieczyszczenia w głąb lądu; stałe narażenie na falowanie powodujące rozproszenie oleju na mniejsze cząsteczki, oraz występowanie dużej ilości materii organicznej. Bezpośrednim skutkiem wycieku w takim ekosystemie jest zniszczenie fauny i flory. Całkowita regeneracja roślinna jest możliwa w czasie do 10 lat w zależności od rodzaju roślinności, jednak długoterminową konsekwencją wycieku będzie utrzymanie się cząsteczek oleju w drobnoziarnistym osadzie. Proces regeneracji ekosystemów może zostać wydłużony przez erozję czy mechaniczne usunięcie systemów korzeniowych.”

Goodsir F, Jemma A. Lonsdale, Peter J. Mitchell, Roxana Suehring, Adrian Farcas, Paul Whomersley, Jan L. Brant, Charlotte Clarke, Mark F. Kirby, Matthew Skelhorn, Polly G. Hill, A standardised approach

to the environmental risk assessment of potentially polluting wrecks, Marine Pollution Bulletin, Volume 142, 2019, 290-302,

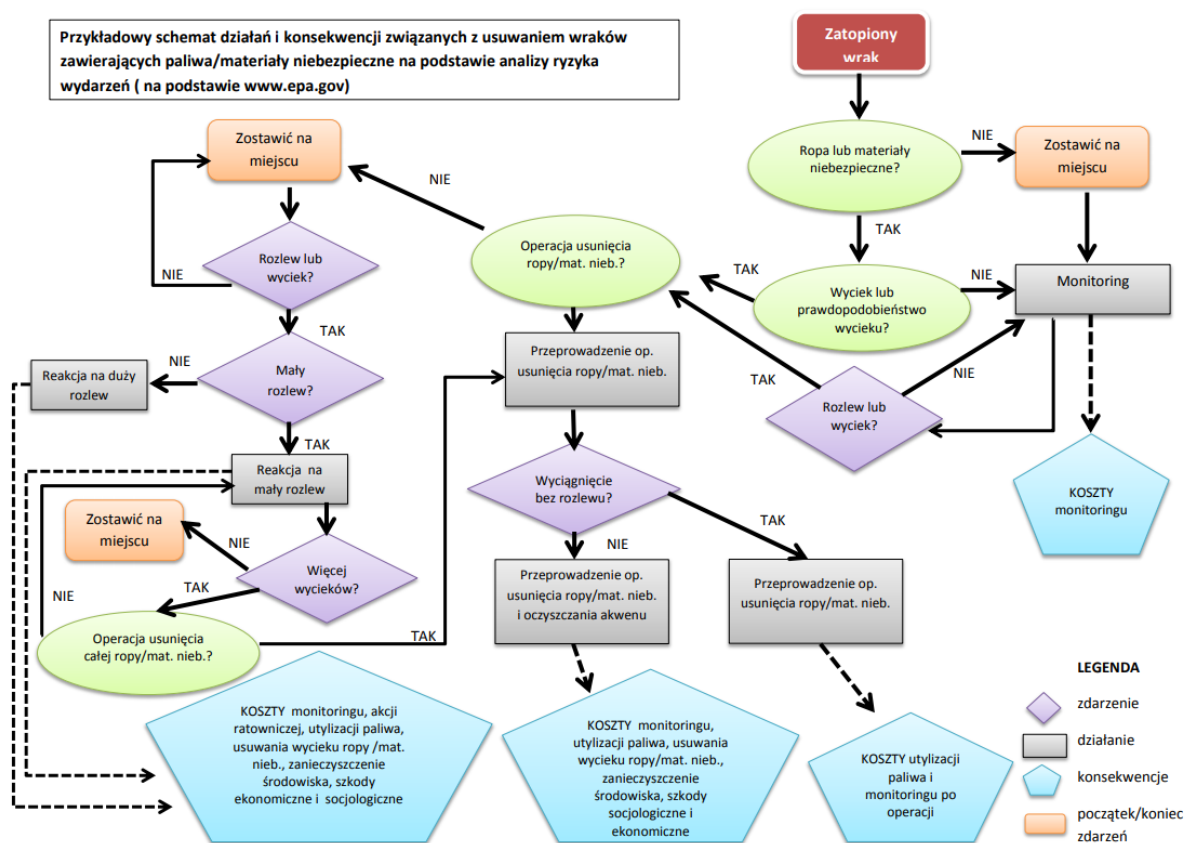
Michel, J., Gilbert T., Waldron J., Blocksidge C.T., Schmidt-Etkin D., Urban R. 2005. Potentially polluting wrecks in marine waters. International Oil Spill Conference, IOSC 2005. Miami Beach, FL (2005)

Svensson E., 2010 Potential Shipwreck Pollution in the Baltic Sea. Overview of Work in the Baltic Sea States (supplementary report ed.), Swedish Maritime Administration and Lighthouse, Norrköping (Sweden) (2010)

Wrak Stuttgart: Rogowska J., 2011, WPŁYW WRAKÓW NA ŚRODOWISKO NA PRZYKŁADZIE S/S STUTTGART. Rozprawa doktorska. Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Analitycznej. 151 stron

3. Czy można wykonać scenariusze – prawdopodobną emisję zanieczyszczeń z deponowanych na dnie środków bojowych znając czas korozji ich obudowy? Czy tworzy się takie scenariusze?

Tak, scenariusze są tworzone przez różne zespoły. Przykładowy schemat działań i konsekwencji związanych z usuwaniem wraków załączam poniżej.



4. A jaki wpływ na ekosystem morski ma elektrownia jądrowa? - To pytanie zadano w części dot. uwarunkowań społecznych i Pani dr Barbara Kijewska odpowiedziała o zrzucie ciepłej wody jako o wpływie elektrowni, jednak bardziej szczegółowe konsekwencje pozostawiła do wyjaśnienia ocenografom. W związku z tym czy mogłabym prosić o uzupełnienie odpowiedzi?

Faktycznie, jednym z głównych problemów w przypadku elektrowni jądrowej są ogromne ilości zimnej wody potrzebne do chłodzenia, które następnie, podgrzane, zostaną wprowadzone ponownie do odbiornika. Dodatkowo, w zależności od rodzaju elektrowni, do odbiornika może zostać wprowadzona tzw. ciężka woda (zawierająca deuter (H2) lub, najczęściej, tryt (H3) zamiast zwykłego wodoru). Forma

ta zawiera radioaktywny izotop wodoru (niskoaktywny emiter beta z krótkim okresem połowicznego rozpadu (biologicznego)).

W przypadku zrzutu ciepłej wody (wytyczne KE), jego efekty to m.in. zmiana parametrów fizykochemicznych wody morskiej (spadek ilości rozpuszczonego tlenu i wzrost pH wody), szybsze procesy rozkładu przyczyniające się do postępującej eutrofizacji i tegoż konsekwencje (zakwity glonów, w tym toksyczne; strefy beztlenowe przy dnie), a także wzrost aktywności metabolicznej organizmów morskich (szczególnie tych przystosowanych do zimniejszych warunków), co prowadzi nawet do niedożywienia z powodu braku odpowiedniej ilości kompensującego pokarmu. W dłuższej perspektywie może dojść do przemieszczania się gatunków w inne rejony (zmiany zasięgu ich występowania), ich wypierania przez gatunki obce bardziej tolerancyjne, zmian w bioróżnorodności i wielu innych.

[https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/360na3\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/360na3_en.pdf)

<https://www.gov.uk/government/publications/nuclear-power-station-cooling-waters-protecting-biota>