

Andrzej Gierak

Zagrożenie środowiska produktami ropopochodnymi

Ropa naftowa znana jest od zamierzchłych czasów jako olej wydzielający się samoczynnie z wnętrza ziemi. Już Egipcjanie stosowali produkty ropy naftowej do balsamowania zwłok oraz do oświetlania pomieszczeń, Fenicjanie uszczelniali asfaltem statki, zaś Herodot w roku 450 p.n.e. wspomina o źródłach ropy znajdujących się w Persji. W chińskich kronikach z okresu 200 lat p.n.e. jest już mowa o kopalniach ropy naftowej. W późniejszych wiekach stosowano ropę także w celach leczniczych oraz w postaci smarów itp. [1].

Powszechność występowania i użytkowania ropy naftowej prowadzi do coraz większego zanieczyszczenia środowiska produktami ropopochodnymi. Dotyczy to głównie okolic rafinerii, baz paliwowych i innych zakładów przemysłowych, np. koksowni [2]. Stacje paliw płynnych mogą być przyczyną następujących zagrożeń:

– przesiąkanie substancji ropopochodnych do gruntu i wód podziemnych na skutek nieszczelności lub awarii urządzeń podziemnych stacji oraz powierzchniowy wpływ zanieczyszczonych produktami ropopochodnymi wód deszczowych i roztopowych z utwardzonych powierzchni na terenie stacji,

– zanieczyszczenie powietrza występujące w następstwie parowania ropy i jej pochodnych podczas zrzutu paliwa z cystern do zbiorników podziemnych, powodującego wypychanie ze zbiorników oparów benzyny do powietrza, a także podczas tankowania pojazdów oraz ich intensywnego ruchu na stosunkowo małych obszarach miejskich oraz w pobliżu dróg i autostrad [3].

Opracowana przez Państwowy Instytut Geologiczny w 1988 r. „Ocena zanieczyszczeń i zagrożeń gruntów i wód podziemnych na obszarze całego kraju” wykazała obecność produktów naftowych skażających grunty wokół 54 % zarejestrowanych obiektów naftowych. Najczęściej (30 %) stwierdzono występowanie zanieczyszczeń na obszarach o powierzchni 10+100 m². Maksymalne stwierdzone zanieczyszczenie gruntu sięgało 27 gramów produktów naftowych w 100 gramach gruntu. Dane te nie obejmują zanieczyszczeń z ostatnich lat, ani też dewastacji terenów, na których stacjonowały wojska byłego ZSRR, zajmujące obszar około 65 tys. ha (650 km²) [4]. Badania przeprowadzone na terenach o powierzchni około 60 tys. ha dały następujące wyniki: 406 ha terenów jest zanieczyszczonych produktami ropopochodnymi, 22,7 ha jest skażonych chemicznie, 15,3 tys. ha terenów ma zniszczoną warstwę glebowo-roślinną, zaś składowiska odpadów zajmują powierzchnię 98 ha. Jednocześnie 6,5 tys. ha wód podziemnych oraz 17,5 ha wód powierzchniowych to wody pozaklasowe. W rejonach zanieczyszczonych znajduje się około 155 tys. m³ paliwa, z czego około 93 tys. m³ tworzy na powierzchni wód podziemnych wyraźną pływającą warstwę o grubości od kilku centymetrów do 4 m. Sumaryczna powierzchnia tej pływającej warstwy wynosi około 93 ha. Koszt rekultywacji

całości zdewastowanych terenów szacuje się na około 5 mld złotych (50 bilionów st. zł), przy czym koszt likwidacji zanieczyszczeń ropopochodnych, które zajmują tylko 0,7 % powierzchni badanego terenu, wynosi prawie 70 % kosztów całkowitych. Jest to zatem najgroźniejszy i najtrudniejszy do rekultywacji rodzaj zanieczyszczenia. Znaczny jest również koszt oczyszczania wód podziemnych [5].

W różnych okresach pojawiają się także zanieczyszczenia Odry produktami ropopochodnymi z terenu byłej Czechosłowacji. W roku 1986, po awaryjnym zanieczyszczeniu rzeki, wykonano dwie serie badań kontrolnych na zawartość substancji oleistych w osadach dennych oraz w strefie brzegowej. Badania przeprowadzono na odcinku rzeki od przekroju w Chałupkach do przekroju w Zdieszowicach. Wyniki badań potwierdziły hipotezę o odkładaniu się substancji oleistych zarówno w osadach jak i w strefie brzegowej. Według szacunkowej oceny w osadach dennych znajdowało się około 190 ton substancji oleistych, natomiast w strefie brzegowej odłożone było około 620 gramów tych substancji na każdy kilogram materiału pobranego z brzegu. Można zatem przypuszczać, że zanieczyszczone olejami osady będą transportowane wraz z prądem rzeki aż do Morza Bałtyckiego [6]. Od czasu tej awarii wykonuje się codziennie oznaczenia ekstraktu eterowego oraz związków ropopochodnych – wskaźników charakteryzujących oleje, tłuszcze, smoły, żywice, woski, węglowodory ciężkie oraz inne produkty naftowe [7].

Zanieczyszczenie gleby produktami ropopochodnymi

Zanieczyszczenie gleby ropą naftową i jej pochodnymi następuje poprzez celowe ich wprowadzanie do gruntu (np. ścieki petrochemiczne oczyszczane na polach filtracyjnych, składniki pestycydów) oraz w wyniku niezamierzonych strat podczas produkcji (awarie szybów wiertniczych, zbiorników), transportu (awarie rurociągów, przecieki ropy naftowej, olejów napędowych i smarów ze środków transportu) i stosowania surowców chemicznych.

Źródłem zanieczyszczenia gleby ropą naftową i jej pochodnymi są głównie stacje benzynowe, stacje obsługi samochodów, ciągników, tereny portowe itp. Produkty pochodzenia petrochemicznego mogą przedostawać się do gleby wraz ze ściekami, a także wraz z wodami burzowymi, spłukującymi powierzchnie ulic i dróg. Ropa naftowa rozlana na powierzchnię gleby po pewnym czasie ulega sorpcji na jej cząstkach. Deszcze mogą wymywać składniki olejowe rozpuszczalne w wodzie i przenosić je wraz z wodą w głębsze warstwy gruntu oraz do wód podziemnych, co stanowi poważne zagrożenie dla źródeł zaopatrzenia w wodę do picia. Znane są także przypadki, kiedy awarie rurociągów naftowych spowodowały poważne straty w rolnictwie, wykluczając ponadto na szereg lat możliwość wykorzystywania

skażonych pól do celów rolniczych (Miszewko-Strefany, Kozice, Rzepki, Birzewice, Rogorzewek), a także przypadki awarii zbiorników na terenach roponośnych w wyniku fali powodziowej (Grobła). W obu przypadkach ropę naftową znajdowano w studniach na obszarze położonym niekiedy kilka kilometrów od miejsca awarii. W pierwszym przypadku, wskutek przesiąkania przez warstwę gleby, ropa naftowa przedostawała się do wód gruntowych, uniemożliwiając przez długi czas korzystanie ze studni, natomiast w drugim przypadku zanieczyszczenie miało charakter w zasadzie okresowy.

Ropa naftowa przedostając się w głąb gleby powoduje zaklejenie przestrzeni, którymi transportowana jest woda i powietrze, a w konsekwencji zbrulanie gleb i związane z tym zmiany ich właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych oraz pogorszenie zdolności produkcyjnych. Skażenie gleby ropą naftową powoduje obniżenie pojemności jej kompleksu sorpcyjnego, a także zdolności do wymiany wapnia, magnezu, potasu i wodoru, przyswajalności związków potasu, magnezu i fosforu oraz nadmierny wzrost zawartości związków węgla.

Zmiany składu fizyczno-chemicznego pociągają za sobą zmiany w składzie biologicznym gleb. Przede wszystkim następuje masowe obumieranie organizmów zwierzęcych zasiedlających powierzchniowe warstwy gleby i gwałtowny wzrost zawartości azotowej substancji organicznej. To ostatnie pociąga za sobą zmiany w składzie jakościowym i ilościowym mikroflory. Zmniejsza się liczba gatunków, zwłaszcza tlenowych – giną bakterie nityfikacyjne albo też ich liczba drastycznie się zmniejsza, maleje liczba bakterii wiążących azot atmosferyczny w warunkach tlenowych, spada liczba bakterii utleniających błonnik oraz liczba grzybów, rozwijają się natomiast formy asymilujące węglowodory i ich składniki. Nagromadzenie dużej ilości organicznych substancji azotowych w glebie skażonej ropą naftową pociąga za sobą wzrost liczebności bakterii amonifikacyjnych, a przy braku lub ograniczonej liczebności bakterii nityfikacyjnych – również wzrost zawartości amoniaku. Równoczesny wzrost liczebności bakterii redukujących azotany do azotynów lub azotu cząsteczkowego, bakterii fermentujących błonnik i redukujących siarczany w skażonych ropą glebach jest wskaźnikiem zaistniałych warunków beztlenowych. Zakłócenie równowagi biologicznej gleb prowadzi do ostrych deficytów tlenu oraz przyswajalnych dla roślin form azotu i fosforu, przy jednoczesnym nadmiarze źródeł węgla. To ostatnie ogranicza w znacznej mierze możliwość rozwoju i działalności biochemicznej drobnoustrojów utleniających węglowodory ropy naftowej, a więc i ich mikrobiologiczny rozkład w glebie.

Na polach skażonych ropą naftową obserwuje się opóźnione wschody roślin zbożowych i motylkowych, zaś np. ziemniaki w ogóle nie wchodzi nawet we wstępną fazę vegetacji. Następne fazy rozwojowe roślin są z reguły przyspieszone i po 3+4 tygodniach od notowanych wschodów następuje wymarcie roślin. U roślin zbożowych większość korzeni pierwotnych i wtórnych nie wykazuje zewnętrznych objawów porażenia. W budowie anatomicznej występuje splazmolizowanie i deformacja komórek. W tkance przewodzącej – zaczopowanie głównych naczyń ksylemu. W tych warunkach rozwój nowych włóśników i wzrost korzeni zostają zahamowane, a pobieranie i przewodzenie wody i soli mineralnych – utrudnione. U roślin motylkowych (wyka, peluszka) następuje zniszczenie strefy merystemalnej, łącznie z częścią struktury włóśnikowej, lub całkowite zniszczenie wszystkich tkanek (fubin). U zbóż i roślin motylkowych wokół ścian komórkowych, głównie miększu, obserwuje się odkładanie związków ropy, utrudniających przewodzenie wody. Nadziemne

części roślin charakteryzują się drobnymi liśćmi, o małej powierzchni asymilacyjnej, z wyraźnymi objawami chlorozy oraz cienkimi, krótkimi, słabo rozgałęzionymi łodygami. W budowie anatomicznej obserwuje się odwodnienie tkanek oraz miejscowe zniszczenie tkanki okrywającej i zewnętrznych warstw miększu. W osłabionych roślinach nie mogą prawidłowo zachodzić podziały komórkowe, co ogranicza przyrost roślin. W sumie prowadzi to do szybkiego wymarcia roślin na polach skażonych ropą naftową. To tylko niektóre z obserwowanych skutków skażenia gleb ropą naftową – na tyle jednak poważne, aby zwrócić na nie większą uwagę [8].

Zanieczyszczenie wód produktami ropopochodnymi

Węglowodory i ich pochodne tworzą najbardziej liczną i powszechną grupę związków organicznych występujących w wodach powierzchniowych i podziemnych. Wynika to z wielu praktycznych zastosowań i skali użytkowania syntetycznych i naturalnych produktów zawierających te związki oraz z możliwości ich przenikania do hydrosfery w rezultacie awarii transportowych, przemysłowych, w odprowadzanych ściekach, w spływach powierzchniowych oraz z szeregu innych źródeł [9].

Najzasobniejszym rezerwuarem węglowodorów jest oczywiście ropa naftowa i produkty jej przeróbki. Szacuje się, że antropogeniczny dopływ ropy i produktów naftowych do oceanu światowego przekracza rocznie 20 mln ton. Zanieczyszczenie wód śródlądowych produktami naftowymi jest coraz częściej widoczne nawet gołym okiem (pływające plamy węglowodorów). Sumaryczna zawartość węglowodorów, oznaczana przy pomocy wskaźników grupowych (ekstrakt eterowy, produkty naftowe lub oleje mineralne), w wodach powierzchniowych nieznacznie zanieczyszczonych kształtuje się na poziomie $0,01+1 \text{ g/m}^3$, natomiast w wodach silnie zanieczyszczonych osiąga wartość kilku lub kilkunastu g/m^3 . W wodach podziemnych wartość tego wskaźnika z reguły nie przekracza $0,01 \text{ g/m}^3$. Znaczne odchylenia od tych wartości mogą występować w przypadkach awaryjnego zanieczyszczenia wód.

Obecność węglowodorów w wodzie wywołuje zmiany jej cech organoleptycznych już przy niskich stężeniach rzędu $0,01 \text{ g/m}^3$. Zanieczyszczenie tymi składnikami jest niebezpieczne dla życia biologicznego na skutek tworzenia powierzchniowych i zemułgowanych warstw odcinających dopływ tlenu atmosferycznego, a także sedimentacji cięższych frakcji nierozpuszczalnych w wodzie oraz toksycznego oddziaływania związków rozpuszczonych.

Rozpuszczalność węglowodorów jest zróżnicowana, zależnie od ich struktury, i maleje na ogół wraz ze wzrostem masy cząsteczkowej. Najczęściej spotykane w wodzie niskowrzące węglowodory aromatyczne (benzen, etylobenzen, toluen, ksyleny) odznaczają się względnie wysoką toksycznością, powodując niszczenie komórek przede wszystkim u młodszych organizmów wodnych. Są one lepiej rozpuszczalne od węglowodorów nasyconych. Związki olefinowe natomiast wykazują właściwości pośrednie pomiędzy związkami aromatycznymi i parafinowymi. Wykazano, że substancje humusowe zwiększają rozpuszczalność węglowodorów około dwukrotnie [10]. Mechanizm tego zjawiska polega na wbudowywaniu tych związków w micelle koloidalne powstające w rezultacie tworzenia się międzycząsteczkowych asocjacji monomerów huminowych. Koloidalne właściwości substancji humusowych oznaczają jednak, że zmiany pH i zasolenia wody mogą powodować ich strącanie [11].

Węglowodory wprowadzone do wody podlegają różnym procesom fizycznym, chemicznym i biologicznym, prowadzącym do stopniowej, choć powolnej ich degradacji. W zależności od lokalnych warunków, biochemiczny rozkład może przebiegać z utworzeniem produktów utleniania lub produktów powstających w środowisku beztlenowym. Obliczono, że mineralizacja 1 galona ($3,785 \text{ dm}^3$) ropy naftowej pochłania w warunkach naturalnych cały tlen rozpuszczony zawarty w 320 tys. galonach wody nasyconej tym gazem [12]. W warstwach przydennych zatok, ujść, wolno płynących rzek lub płytkich zbiorników wód stojących, podlegających ciąglemu lub nadmiernemu zanieczyszczeniu olejami mineralnymi, często stwierdza się brak tlenu.

Degradacji węglowodorów występujących w powierzchniowej warstwie wody sprzyjają również procesy fotochemiczne. Wykazano, że napromieniowanie światłem słonecznym prowadzi do fotochemicznego rozkładu powierzchniowego filmu olejowego. Najłatwiej rozkładają się związki aromatyczne bez i z łańcuchami bocznymi, a najoporniej proces ten przebiega w przypadku węglowodorów alifatycznych. Głównymi produktami degradacji są kwasy tłuszczowe, których sole metali alkalicznych mają właściwości powierzchniowo czynne [13]. Właściwość ta może sprzyjać powstawaniu emulsji oleju w wodzie, na co wskazują wysokie stężenia olejów mineralnych w warstwie wody zalegającej pod powierzchniowym, napromieniowanym filmem. Wśród produktów rozkładu cienkiej warstwy węglowodorowej wykrywano kwas salicylowy i jego pochodne, wywodzące się prawdopodobnie z degradacji związków aromatycznych. Kwas salicylowy jest bakteriostatkiem i może inhibować biochemiczny rozkład węglowodorów. Prawdopodobnie ten fakt, obok względnie trwałej struktury chemicznej węglowodorów, jest przyczyną powolnego przebiegu procesów ich mineralizacji [14].

Zanieczyszczenie środowiska morskiego produktami ropopochodnymi

Morza i oceany zanieczyszczane są różnymi substancjami, w tym ropą naftową i jej produktami, a także ściekami komunalnymi i przemysłowymi odprowadzanymi z lądu i statków do morza, licznymi chemikaliami przedostającymi się do morza podczas operacji przeładunkowych, w trakcie płukania zbiorników ładunkowych lub podczas awarii. W wodach niektórych rzek wpływających do mórz znajdują się również duże ilości związków nawozowych i środków ochrony roślin, metali ciężkich, chemikaliów, które po przedostaniu się do organizmów ryb, skorupiaków itp. stanowią poważne zagrożenie dla człowieka. Do mórz i oceanów przedostają się również z powietrza różne związki chemiczne znajdujące się w gazach i pyłach emitowanych przez przemysł, elektrownie, środki transportu, kotłownie, gospodarstwa domowe itp.

Ropa naftowa i jej produkty są bardzo szkodliwe dla mórz, ponieważ utrzymują się przez długi czas na ich powierzchni i ograniczają dostęp tlenu i światła do toni morskiej, hamując tym samym zachodzące w niej procesy biologiczne. Na powierzchni morza ropa rozplywa się pod wpływem siły ciężkości i napięcia powierzchniowego, rozwarstwiając się. Część z niej (ok. 1/3) w okresie 1+3 tygodni wyparowuje i przenoszona wraz z powietrzem na znaczne odległości, dostaje się wraz z deszczem ponownie do morza i na ląd.

Wprawdzie wśród substancji zanieczyszczających morza i oceany są związki chemiczne bardziej szkodliwe od ropy naftowej, jednak dominuje ona pod względem ilościowym. Wydawać by się mogło, że największe ilości ropy dostają się do morza

w wyniku awarii zbiornikowców, jednak przewyższa je ropa i pochodne naftowe, które przedostają się do morza w wyniku normalnej eksploatacji statków. Jednym z poważnych źródeł zanieczyszczenia morza jest woda balastowa zrzucana z ładowni zbiornikowców, w której znajduje się około 0,3+1,0% ropy. Jest ona usuwana za burtę przed następnym załadunkiem. Największe zanieczyszczenie morza następuje podczas normalnej eksploatacji statków morskich – pochodzi stąd ponad 1/3 ropy naftowej przedostającej się do morza.

Zanieczyszczenia na pełnym morzu powstają głównie przez zrzut do morza ze statków morskich różnych substancji, w tym ropy i produktów naftowych, odpadów, podczas awarii statków i platform wiertniczych oraz z powietrza – wraz z deszczami – różnych związków chemicznych, zawartych w gazach i pyłach przenoszonych przez wiatry, a emitowanych przez zakłady przemysłowe. Dostępne na statkach rozwiązania techniczne ograniczają wylew ropy i jej pochodnych do morza, ale nie mogą ich całkowicie wykluczyć. W 1992 roku przewieziono łącznie statkami morskimi 1,6 mld ton ropy i produktów naftowych, a wypadkom morskim uległo 136 statków o ogólnej pojemności 1,2 mln BRT. W latach 1967–1991 wydarzyły się na morzach 32 wypadki zbiornikowców o nośności powyżej 35 tys. ton, podczas których przedostało się do wody około 2,5 mln ton ropy naftowej, a w 1992 roku – dalsze trzy katastrofy. Masowe rozlewy ropy naftowej stały się problemem ogólnoświatowym. Każdorazowo sprawca zanieczyszczenia środowiska zobowiązany był do usunięcia szkód na własny koszt. Zmusiło to armatorów i przewoźników ropy naftowej do poszukiwania rozwiązań obniżających ryzyko ich powstawania. Wypadek statku Exxon Valdez w 1989 roku – rozlanie 36 tys. ton ropy i znaczne szkody w faunie i florze – poruszył opinię światową, domagającą się stosowania drastycznych środków zapobiegających masowemu rozlewowi ropy do morza [15].

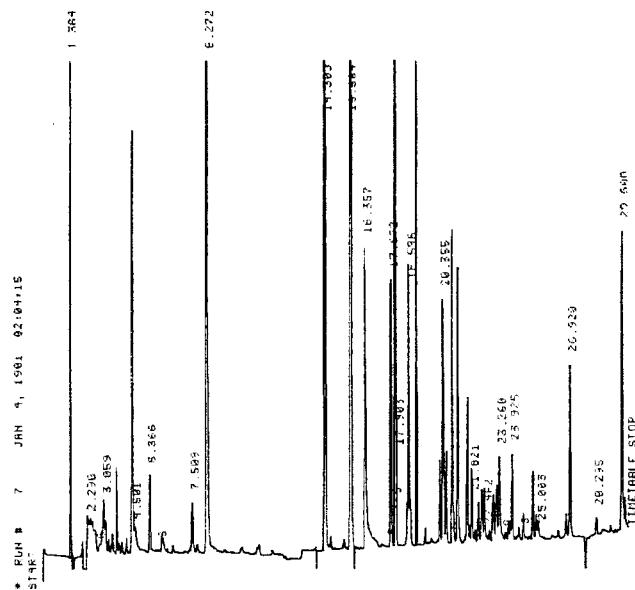
Kontrola stanu zanieczyszczenia środowiska produktami ropopochodnymi

W ostatnich latach wzrasta znaczenie analityki związanej z oznaczaniem mikroilości substancji zawartych w środowisku, a więc w powietrzu, wodzie, glebie, jak również w roślinach, żywności itp. Analityka ochrony środowiska jest procesem bardzo skomplikowanym i złożonym, zarówno z powodu obecności minimalnych ilości wielu substancji zanieczyszczających, zwłaszcza organicznych, jak i niewygodnej matrycy typu gleba, woda, produkty spożywcze (np. mleko). Dla rozwiązania tego problemu konieczne jest połączenie dwóch procesów:

- wydzielenie i zateżnienie analizowanych substancji z matrycy,
- wykorzystanie odpowiednio wysoko czułej metody analitycznej, pozwalającej oznaczać w sposób selektywny substancje o bardzo małych stężeniach (ppb, ppt).

Jedną z takich technik, pozwalającą oznaczać minimalne ilości zanieczyszczeń, zwłaszcza substancji lotnych, jest chromatografia gazowa połączona z aparatem do PTI (*Purge and Trap Injection*) [16,17]. Technika ta pozwala oznaczać szereg substancji lotnych zawartych w środowisku, jak np. chlorowcozwiązki organiczne (freony, chloroalifaty, chloroaromaty), węglowodory alifatyczne i aromatyczne, produkty ropopochodne, rozpuszczalniki oraz inne łatwo lotne substancje organiczne. Na rysunku 1 podano przykładowy chromatogram próbki wody pobranej z terenu stacji benzynowej w Lublinie, wykonany przy użyciu chromatografu gazowego z przystawką do PTI. Przykład ten pokazuje możliwości analityczne tego urządzenia, tj. możliwość oznacza-

nia zawartości śladowych ilości produktów ropopochodnych w środowisku, przy ich stężeniach rzędu 10^{-3} – 10^{-8} g/dm³.



Rys. 1. Chromatogram wody pobranej z kałuży na terenie stacji benzynowej w Lublinie (zawartość benzyn około 10^{-6} g/dm³)

Metoda ta jest bardzo czuła i wygodna ze względu na to, że nie wymaga wstępnego przygotowania próbki, którą może być woda, gleba, powietrze, czyli praktycznie dowolna matryca, oraz że nie wprowadza się do próbki żadnych innych substancji (rozpuszczalników, czy adsorbentów), przez co unika się tworzenia dodatkowych artefaktów.

LITERATURA

1. Z. TOMASIK: Technologia ropy naftowej i gazu ziemnego. Technologia chemiczna organiczna, t.1. PWN, Warszawa 1957.
2. Biotechnologia środowiskowa (informacja konferencyjna). Aura, 1994, nr 3, s. 27.

3. J. PRÓCHNIEWICZ: Lokalizacja i funkcjonowanie stacji paliw z punktu widzenia ochrony środowiska. Aura, 1992, nr 5, ss. 31-32.
4. Z. MIANOWSKI, Z. PŁOCHNIEWSKI: Ocena zanieczyszczenia i zagrożenia gruntów i wód podziemnych produktami naftowymi na obszarze Polski. Mat. IX symp. „Zanieczyszczenia wód podziemnych produktami naftowymi”, PZITS, Częstochowa 1991, ss. 3-13.
5. A. SPYCHAŁA: Zanieczyszczenia terenów byłych baz wojsk rosyjskich. Aura, 1994, nr 3, s. 27.
6. J. WOJTOWICZ: Badania osadów dennych rzeki Odry po awaryjnym zanieczyszczeniu jej wód mazutem i produktami ropopochodnymi. Mat. symp. „Związki organiczne w środowisku i metody ich oznaczania”. Jachranka 1992.
7. H. SZYMAŃSKA: Zawartość olejów, węglowodorów i ropopochodnych w wodach rzeki Odry. Mat. symp. „Związki organiczne w środowisku i metody ich oznaczania”. Jachranka 1992.
8. S. NIEWOLAK: Skutki zanieczyszczenia gleby ropą naftową. Aura, 1978, nr 5, ss. 16-17.
9. P. KOPPE, A. MUHLE: Uber den Nachweis von gelosten Kohlenwasserstoffen und lipophilen Derivaten in Wassern. Vom Wasser, 1968, 35, 42.
10. P.D. BOEHM, J.G. QUINN: Solubilization of hydrocarbons by the dissolved organic matter in sea water. Geochim., Cosmochim. Acta, 1973, 37, 2459.
11. J. SIERBUTH, A. JENSEN: Studies on algal substances in the sea. I. Gelbstoff (humic material) in terrestrial and marine waters. Journal Exp. Biol. Ecol., 1968, 2, 174.
12. W. MARX: Oilspill. San Francisco, New York, Sierra Club, 1971.
13. W.R. BARGER, W.D. GARRET: Surface active material in the marine atmosphere. Journal Geophys. Res., 1970, 75, 4561.
14. M. EHRHARD: Organic substances in seawater. Marine Chemistry, 1977, 5, 307.
15. L. NOWAKOWSKI: Zanieczyszczenie środowiska morskiego. Aura, 1993, 12, ss. 19-21.
16. A. GIERAK, B. CHARMAS, R. LEBODA: Metody przygotowania próbek wody do chromatograficznej analizy zanieczyszczeń organicznych. Ochrona Środowiska, 1992, nr 2-3(46-47), ss. 19-24.
17. A. GIERAK, B. CHARMAS, R. LEBODA: Chromatograficzne oznaczanie lotnych zanieczyszczeń wód metodą „Purge and Trap Injection”. Ochrona Środowiska, 1993, nr 1-2(48-49), ss. 27-38.

Environmental Hazards Due to Petrochemicals

The widespread use of petrochemicals implies serious environmental hazards not only in the immediate vicinity of refineries or filling stations, but also along streets, roads or motorways with heavy traffic. Contamination by petrochemicals affects all environmental media – air, soil, inland waters, seas and oceans. The latter two are additionally exposed to oil spills produced by LPG ships, and such episodes have become quite frequent in the past few years. However, the contribution of oil spills to the overall contamination of seas and oceans is much smaller than that of the wastewaters discharged from ships, boats, industrial plants and households day after day. Environmental implications due to petrochemicals differ from one species to another.

Of these, aromatic derivatives are the most hazardous because of their cancerogenic nature. On the other hand, aliphatic hydrocarbons, which are believed to be friendly to the environment, exert an adverse effect on vegetation. For these reasons monitoring of hydrocarbon concentrations in particular environmental media has become a necessity, which implies the need of using adequate analytical techniques. One of these is the purge and trap injection method combined with gas chromatography, thus enabling determination of hydrocarbon concentrations at the level of 10^{-4} to 10^{-8} g/kg of matrix.