

# CZŁOWIEK I ŚRODOWISKO NATURALNE

## WZAJEMNA SYMBIOZA CZY DESTRUKCJA?

Andrzej Mizera

Konsultant Naukowo Techniczny  
Ds. Inżynierii Ochrony Środowiska

### WSTĘP

Na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci, wyraźnie rozwinęła się świadomość na temat stanu środowiska naturalnego, zarówno w skali globalnej jak i lokalnie. Jest to wynikiem zrozumienia, że różnorodność zanieczyszczeń występujących w środowisku naturalnym, szczególnie tych, które mają statut antropogennych, prowadzi do jego trwałej i zazwyczaj nieodwracalnej degradacji, a w konsekwencji ma bezpośredni i negatywny wpływ na życie i zdrowie człowieka.

Dla lepszego zrozumienia pojęcia jakim jest zanieczyszczenie środowiska naturalnego, posłużymy się definicją, która proces ten opisuje jako **wprowadzenie do środowiska przez człowieka substancji lub energii będących źródłem zagrożenia dla zdrowia ludzkiego, szkodliwych dla gatunków żywych i ekosystemów, niszczących struktury nieożywione lub piękno przyrody oraz utrudniających uzasadnione wykorzystanie środowiska (wgHoldgate, 1976).**

Oprócz zanieczyszczenia możemy mieć również do czynienia w życiu codziennym z pojęciem skażenia środowiska naturalnego. Pojęcia te właściwie są do siebie podobne, aczkolwiek jest pomiędzy nimi pewna różnica, a mianowicie zanieczyszczeniem nazywać będziemy sytuację, w której substancja chemiczna jest obecna w środowisku, ale nie

powoduje żadnych widocznych szkód, natomiast skażeniem będziemy nazywać przypadki, gdzie szkodliwe efekty są widoczne.

Jednakże pod względem badań i analityki laboratoryjnej sytuacji traktowane pierwotnie jako zanieczyszczenie w istocie mogą mieć charakter skażenia.

Rozważając możliwości poznawcze, substancje szkodliwe możemy podzielić na dwa typy, a mianowicie:

- substancje szkodliwe pierwotne,
- substancje szkodliwe wtórne.

Te pierwsze wywołują skutki szkodliwe w tej postaci, w której zostały wprowadzone do środowiska, natomiast substancje szkodliwe wtórne powstają w wyniku procesów chemicznych w środowisku, często ze znacznie mniej szkodliwych substratów.

Pomimo, że w większości przypadków za skażenie środowiska są odpowiedzialne substancje silnie toksyczne, to również materiały uważane zwykle za nieszkodliwe mogą w określonych warunkach spowodować skażenie, jeśli znajdują się w nadmiernej ilości lub w niewłaściwym miejscu i niewłaściwym czasie (British Medical Association, 1991).

W ciągu całej historii ludzkości, na świecie zostało wytworzonych około  $6 \cdot 10^6$  związków chemicznych, z czego większość z nich powstała w XX wieku. W samej Unii Europejskiej do końca lat 90-tych zarejestrowano około 100 000 związków chemicznych, z których 30 000 produkowanych jest rocznie w ilościach powyżej 1 tony.

Choć produkcja i stosowanie niektórych substancji chemicznych są podporządkowane szczegółowym przepisom, obciążenie organizmów zwierząt i ludzi tymi związkami nigdy jeszcze nie osiągnęło tak niepokojącego poziomu. Jak wykazały badania, w latach 60-tych u ssaków morskich wykrywano tylko 5 związków z grupy chlorowcopochodnych węglowodorów i rtęci, natomiast dzisiaj u tych samych gatunków można znaleźć ponad 265 substancji toksycznych pochodzenia organicznego oraz 50 nieorganicznych związków chemicznych. Sytuacja ta na pewno jest konsekwencją tego, że na dzień dzisiejszy zastosowanie na skalę przemysłową substancji chemicznych jest bardzo duże i kształtuje się pomiędzy 60 - 95 tys. Natomiast corocznie

syntetyzowanych jest ponad 1000 nowych związków chemicznych.

Z medycznego punktu widzenia większość substancji chemicznych emitowanych do środowiska naturalnego wykazuje dość duży stopień toksyczności dla organizmów żywych i w związku z tym należy wykazać udział poszczególnych obszarów środowiska w procesie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń.

W większości przypadków obszarem, któremu ludzie poświęcają najwięcej uwagi pod względem skażenia jest powietrze atmosferyczne. Zazwyczaj jest to oczywiste ze względu na jego działanie na oczy, skórę, drogi oddechowe, a także widoczne objawy toksyczne w świecie roślinnym. Niemniej jednak niektóre z niebezpiecznych substancji chemicznych w skażonym powietrzu mogą być niewyczuwalne w pierwszym zetknięciu. Skażenie wody jest drugim spośród oczywistych rodzajów skażenia, zwłaszcza, gdy dotyczy ono zasobów wody pitnej lub powoduje śmierć wielkiej ilości ryb. W przeciwieństwie do pierwszych dwóch obszarów środowiska skażenie gleby znacznie mniej rzuca się w oczy, chociaż jest równie niebezpieczne. Adsorpcyjne i buforujące właściwości gleby powodują, że niektóre substancje szkodliwe tj. PCB, Cu, Pb mają długi okres półtrwania w glebie i mogą zdecydowanie ujemnie wpływać na zbiory ze skażonych gleb. Biorąc pod uwagę wszystkie wymienione tu obszary środowiska możemy powiedzieć, że pod względem ich oceny w aspekcie skażenia mają one pewne charakterystyczne cechy wspólne, a mianowicie: 1) substancję szkodliwą, 2) źródło tej substancji, 3) ośrodek przenoszący (powietrze, woda lub gleba) oraz 4) obiekt, na który działają (organizmy, ekosystemy lub przedmioty). Natomiast źródłami substancji szkodliwych mogą być albo odosobnione źródła punktowe, albo źródła rozciągle tzw. niepunktowe. W przypadku źródeł punktowych, oprócz widocznej emisji z kominów lub instalacji ściekowej, może wystąpić emisja będąca skutkiem np. wycieku z układów zamkniętych. Natomiast pod względem właściwości substancji szkodliwych, które pozwalają przewidzieć skutki, jakie wywołają one po emisji

bądź zrzucie do środowiska naturalnego można podzielić na dwa rodzaje :

- substancje o właściwościach wywołujących m. in. toksyczność wobec organizmów żywych czy korozja metali,

- substancje o właściwościach rozprzestrzeniania się wraz z określeniem takich parametrów jak zasięg i szybkość transportu substancji szkodliwej w środowisku.

Największym jednak problemem dla człowieka jest to, że pomimo substancje te mają negatywny wpływ na zdrowie, to w większości przypadków skutek ich oddziaływania uwidacznia się po kilku lub kilkadziesiąt lat. Stąd jest potrzeba szybkiej reakcji i określania skutków wywołanych przez różnego rodzaju substancje chemiczne w środowisku naturalnym. Przed wszystkim ocenie powinny podlegać: toksyczność krótko- i długoterminowa, trwałość, właściwości dyspersyjne, reakcje chemiczne, którym podlega związek, łącznie z reakcjami rozkładu, tendencje do bioakumulacji w łańcuchach pokarmowych, łatwość kontroli.

### **PROFILAKTYKA, MONITORING I ZAPOBIEGANIE**

Szkodliwy wpływ wielu substancji chemicznych między innymi takich jak: pestycydy, WWA, PCB na organizm ludzi i zwierząt został udowodniony już dawno. Wiele z tych substancji uważanych za najbardziej niebezpieczne usunięto z rynku, a stosowanie innych w znacznym stopniu zredukowano.

Pod względem prawnym regulujących problematykę substancji chemicznych i ich wpływ na środowisko naturalne oraz zdrowie i życie człowieka brakuje takich, które mogły by jednoznacznie informować o tych substancjach, które są publicznie dostępne na rynku i jakie zagrożenia mogą spowodować.

W Stanach Zjednoczonych substancje niebezpieczne określane są przez Agencję Ochrony Środowiska - EPA, na podstawie ustaw O Ochronie i Odtworzeniu Zasobów Naturalnych z 1976 roku i poprawki o odpadach stałych z 1984 roku. Substancje niebezpieczne są podzielone ze względu na ich pewne właściwości, a mianowicie: palność, działanie

korozyjne, reaktywność i toksyczność. Ponadto około 450 rodzajów odpadów jest wymienionych jako szczególne rodzaje substancji lub grup substancji. W celu łatwego ich rozróżnienia wprowadzono kod składający się z liter i trzycyfrowych liczb i tak:

F - odpady ze źródeł niespecyficznych  
 K - odpady ze źródeł specyficznych  
 P - odpady szczególnie niebezpieczne  
 U - odpady niebezpieczne

W Wielkiej Brytanii Departament Ochrony Środowiska w sprawie najważniejszych substancji szkodliwych opublikował tzw. "czerwoną listę", na której znalazły się między innymi takie substancje jak: aldrin, atrazyna, azinofos metylowy kadm i jego związki, DDT wraz z metabolitami DDD i DDE, dieldryn, endrin, heksachlorobenzen, rtęć i jego związki i wiele innych.

W Polsce kwestia substancji niebezpiecznych określona jest w szeregu aktów prawnych m. in. w Ustawie o substancjach i preparatach chemicznych. Ustawa określa warunki, zakazy lub ograniczenia produkcji, wprowadzania do obrotu lub stosowania substancji i preparatów chemicznych, w celu ochrony przed szkodliwym wpływem tych substancji i preparatów na zdrowie człowieka lub na środowisko. Ponadto na ten temat mowa jest w Ustawie prawo ochrony środowiska, Ustawie o odpadach, Rozporządzeniu dotyczącego katalogu odpadów oraz wielu innych określających dopuszczalny poziom różnorodnych substancji chemicznych mogących niekorzystnie oddziaływać na środowisko naturalne i człowieka.

W Unii Europejskiej substancje niebezpieczne sklasyfikowane zostały na mocy Zarządzenia i zestawiono je na dwóch listach, na których widnieją między innymi takie substancje niebezpieczne jak: antracen, bifenyl, dichlorometan, epichlorohydryna, malation, naftalen, toluen i in.

Pomimo tego, że w każdym państwie na świecie istnieją indywidualne ustalenia i normy prawne dotyczące oddziaływania substancji chemicznych na środowisko naturalne, to w tym zakresie ciągle są braki, które w szczególności

nawiązują do zwiększenia bezpieczeństwa i ostrożności w powszechnym stosowaniu tych substancji. I właśnie w tym zakresie w Unii Europejskiej trwają prace nad stworzeniem programu, który został zapoczątkowany przez komisję Europejską 29 października 2003r. Program ten o nazwie REACH czyli Rejestracja, Ocena i Zatwierdzenie Substancji Chemicznych (ang. Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals) swym zakresem uzupełnia istniejące procedury obchodzenia się z substancjami chemicznymi, które do tej pory regulowane są za pomocą kilku instrumentów prawnych, a mianowicie:

- Konwencja Sztokholmska - w sprawie TZO,
- Konwencja Roterdamska o Zgodzie przekazywania informacji,
- Konwencja Bazylejska o kontroli transgranicznego przemieszczania i usuwania odpadów niebezpiecznych.

Program REACH z założeń będzie wymagał od producentów i importerów dostarczania informacji na temat bezpieczeństwa przemysłowych związków chemicznych sprzedawanych w Europie w ilości 1 t lub więcej rocznie. Natomiast od zakładów przemysłowych wymagane będzie otrzymanie zatwierdzenia substancji chemicznych wysokiego ryzyka przed ich zastosowaniem, do których należą:

- substancje kancerogenne, mutagenne i teratogenne,
- uciążliwe substancje chemiczne o właściwościach bioakumulacyjnych i toksycznych,
- uciążliwe substancje chemiczne o właściwościach bioakumulacyjnych, lecz o nieustalonej toksyczności,
- uciążliwe substancje chemiczne np. zaburzające pracę układu wydzielniczego.

Program REACH z założeń wykracza poza istniejące przepisy o substancjach chemicznych w innych częściach świata w tym w Stanach Zjednoczonych. A w zależności od decyzji podjętej przez Parlament Europejski i Radę Ministrów UE przyjęcie programu na terenie UE może nastąpić na przełomie 2005/2006 roku.

Również i w Polsce w maju 2004r. w siedzibie Ministerstwa Zdrowia odbyło się spotkanie dotyczące wdrażania systemu REACH. Na spotkaniu omawiano powody powstania systemu, jego główne elementy, a

także związane z nim korzyści i potencjalne problemy. Swoje stanowiska przedstawili Inspektor ds. Substancji i Preparatów Chemicznych, w imieniu Ministerstwa Zdrowia i Ministerstwa Gospodarki i Pracy, przedstawiciel Polskiej Izby Przemysłu Chemicznego oraz reprezentant Urzędu Standaryzacyjnego Malty. W spotkaniu wzięli udział reprezentanci Ministerstwa Zdrowia, Ministerstwa Gospodarki i Pracy, Ministerstwa Środowiska, organów nadzoru, instytutów naukowych, przemysłu chemicznego a także organizacji pozarządowych zajmujących się ochroną środowiska. Spotkanie zorganizowano w ramach programu PHARE 2002 „Wzmocnienie możliwości administracyjnych w zakresie oceny ryzyka i kontroli chemikaliów”.

### **ŚWIADOMOŚĆ NOWYCH ZAGROŻEŃ**

Wzrost świadomości środowiskowej, a wraz z tym zaniepokojenie problematyką skażenia środowiska zaistniał już 30 lat temu, kiedy to opublikowano w tym temacie wiele inspirujących wydawnictw. Jedną z nich była książka zatytułowana "Silent spring" napisana przez Rachel Carlson w 1962r., która skupiała uwagę na zdradliwym działaniu pestycydów. Tytuł tej książki w dramatyczny sposób odnosi się do wiosny pozbawionej ptasiego śpiewu, ponieważ większość ptaków wyginęła w wyniku działania pestycydów lub produktów ich rozkładu.

Praca Rachel Carlson pomogła zwrócić uwagę na ryzyko chorób nowotworowych spowodowanych poprzez działanie pestycydów.

Oprócz pestycydów środowisko naturalne narażone jest na działanie wielu innych toksyn, wśród których należy wymienić dwanaście najgroźniejszych, które zostały wytypowane przez UNEP (Rada Zarządzająca Programem Ochrony Środowiska ONZ), a są nimi: PCDDs, PCDFs, PCB, HCB oraz pestycydy, wśród których wymienić należy: DDT, chlordan, toksafen, dieldryn, aldryn, endryn, heptachlor, mirex.

Obecny, daleko posunięty rozwój technik analitycznych pozwala na wyodrębnianie coraz to nowszych substancji i związków chemicznych, których obecność w środowisku jeszcze kilka tak temu nie była znana.

Możliwości te przyczyniły się m. in. do odkrycia i sklasyfikowania jako trwale zanieczyszczenie, związków o nazwie perfluorowęglowodory - PFC, do których należą:

- kwas perfluorooktanowy - PFOA
- sulfonian perfluorooktanowy -PFOS

Po raz pierwszy informacja na temat PFC pojawiła się w 2000r. Okazało się wówczas, że PFOS i PFOA oraz produkty ich rozpadu można znaleźć w próbkach krwi ludzi i zwierząt w różnych rejonach świata.

PFC z chemicznego punktu widzenia są łańcuchami atomów węgla o różnej długości, połączonymi z fluorem, tworzącymi związki chemiczne o dużej odporności na ciepło i reakcje chemiczne, oraz charakteryzujące się wysoką odpornością na wchłanianie olejów i wody.

Właśnie dzięki tym właściwościom PFC i związki chemiczne, które rozkładają się do PFC znalazły duże zastosowanie jako substancje powierzchniowo czynne i emulgatory. Ponadto używano ich jako środki zabezpieczające dywany, tekstylia, sprzęt campingowy i skórę przed zabrudzeniem lub wchłanianiem wody. Substancje te wykorzystywane były również w produkcji opakowań żywności, w pastach polerskich, błonach fotograficznych, szamponach, płynach dentystycznych, preparatach przeciw szkodnikom.

PFOA i PFOS nie były nigdy głównym składnikiem tych produktów, lecz pojawiały się tam jako produkt rozpadu zawartych w nich związków fluorowych. Natomiast należy zaznaczyć, że PFOA jest składnikiem wspomagającym produkcję politetrafluoroetylen- produktu znanego pod handlową nazwą jako TEFLON lub GORETEX.

PFOS i PFOA postrzegane są dzisiaj jako zanieczyszczenie trwale, które są obecne w organizmach ludzi i zwierząt na całym świecie jak również w występujących na kuli ziemskiej ekosystemach.

W 2002 roku stwierdzono występowanie PFOS i PFOA oraz PFHxS - substancji pokrewnej wśród zwierząt żyjących w morzu Śródziemnym, Bałtyku oraz wśród wielu gatunków zwierząt zamieszkujących tereny Arktyki, Antarktydy w rzece Ganges na Pacyfiku, Korei, Kanadzie, Japonii. Natomiast

podczas przeprowadzania w 2003 roku analizy próbek krwi z banków krwi Czerwonego Krzyża w USA na obecność PFOS i PFOA, wykazano, że średnie stężenie tych substancji u ludzi wynosi 30 - 40 ppb.

Wiele badań wskazuje, że PFOA podwyższa poziom estrogenu i prowadzi do dysfunkcji testosteronu. Ponadto PFOA jak i pozostałe substancje chemiczne, które metabolizują się do PFOA i PFOS powodują nadczynność tarczycy, co podczas ciąży może prowadzić do wielu powikłań rozwojowych płodu, w tym nieprawidłowego rozwoju mózgu, zmian neurologicznych oraz zaburzeń w zachowaniu.

Coraz częściej zastanawiamy się czy pomiędzy człowiekiem, a środowiskiem naturalnym panuje swoista symbioza czy też powolna destrukcja. Stwierdzenie to ma swoje uzasadnienie w tym, że środowisko naturalne oraz wszelkie organizmy w nim żyjące z człowiekiem na czele nieustająco narażone jest na działanie przeróżnych i coraz to nowszych substancji chemicznych powodujących różnego rodzaju negatywne skutki.

Możemy powiedzieć, że wraz z rozwojem intelektualnym człowieka, następuje rozwój przemysłu i nowych technologii, które sprzyjają pojawianiu się coraz to nowszych związków chemicznych, które nie zawsze jak się okazuje są przyjazne człowiekowi i w konsekwencji charakteryzowane są jako niebezpieczne toksyny. Dlatego bardzo ważnym aspektem jest wiedza na temat każdej substancji, którą się wytwarza, i z którą potencjalnie każdy człowiek może się spotkać, ze szczególnym uwzględnieniem charakterystyki oddziaływania tej substancji na środowisko i organizmy żywe.

---

#### LITERATURA:

1. ALLEN J. E. 1992, "Energy resources for a Changing world" Cambridge University Press
2. British Medical Association, 1991 "Hazardous waste and human health" Oxford university Press
3. Carson R. , 1962 "Silent spring"
4. Alloway B. J. Ayres D. C. 1999 " Chemical principles of enviromental pollution"
5. Inne materiały źródłowe ogólnodostępne