

Dziura ozonowa

Nie widzimy cieniutkiej warstwy ozonowej, która otula Ziemię na wysokości kilkunastu kilometrów. Nie przewidzieli jej nawet fizycy ani chemicy. Dopiero pomiary wykonane w latach 1960. przez statki kosmiczne wykazały jej istnienie i niezastąpioną rolę w ochronie życia. Jak wiadomo, atmosfera ziemska składa się w 20% z tlenu, którego cząsteczka wiąże zazwyczaj dwa atomy tego pierwiastka (O_2). Ozon, czyli tlen trójatomowy (O_3) pojawia się przy powierzchni ziemi rzadko i stanowi tu substancję szkodliwą. Natomiast wysoko w atmosferze nikomu nie szkodzi, a wręcz przeciwnie chroni przed nadmiarem promieniowania ultrafioletowego. Stanowi tarczę, która przepuszcza tego promieniowania tylko tyle, ile ludziom potrzeba.

Nadmiar promieniowania ultrafioletowego znany jest przede wszystkim jako czynnik istotnie zwiększający ryzyko nowotworu skóry. Ale to nie jedyne jego działanie, albowiem szkodzi również plonom i przyspiesza korozję.

Odkąd odkryto warstwę ozonową, dokonywano systematycznych jej pomiarów. Stwierdzono jej zmienność ale – na skutek błędu oprogramowania statystycznego – nie od razu zdano sobie sprawę, że jest z nią coś niepokojącego. Wprawdzie systematycznie notowano jej najniższe stany w okolicach podbiegunowych i w określonych porach, ale program statystyczny, który porządkował dane, traktował te pomiary jako nietypowe (tzw. *outliers*) i nie przekazywał do dalszej obróbki. Dopiero analiza surowych danych pozwoliła na stwierdzenie, że tworzy się w owej warstwie "dziura", przez którą przedostaje się do powierzchni Ziemi nadmiar promieniowania ultrafioletowego.

Zaczęto poszukiwać winowajców. Dość szybko okazało się, że odpowiedzialnymi za niszczenie ozonu stratosferycznego są między innymi freony. Freony – po angielsku *chloro-fluoro-carbons*, a w skrócie CFC – to wynalazek amerykańskiego koncernu *Du Pont*. Opatentowano je w pierwszej połowie XX wieku. Uważano je za cud chemii przemysłowej. Były neutralne chemicznie, a więc zachowywały się tak jak gazy szlachetne, tyle że ich produkcja okazała się nieporównanie tańsza. W ciągu krótkiego czasu stały się niezastąpionym składnikiem procesów przemysłowych i produktów kluczowych dla współczesnej cywilizacji.

Stosowano je wszędzie tam, gdzie potrzebny był jakiś płyn (gaz lub ciecz), który by nie reagował z zawartością, albo ze ściankami naczynia. Jeszcze do niedawna chłodziwem w domowych lodówkach był freon. Co ważniejsze, stosowano go także w chłodniach przemysłowych. O ile wyciek freonu z lodówki mógł trafić się w przypadku awarii, albo jej złomowania, o tyle w chłodniach przemysłowych freon krążył w obiegach nie całkiem zamkniętych, więc atmosfera otrzymywała go stale.

Freony były stosowane jako propellanty w sprejach, ponieważ nie reagowały farbami, kosmetykami, lub lekarstwami, które znajdowały się w zbiornikach pod ciśnieniem. Stosowano je w przemyśle elektronicznym do płukania mikroskopijnych prefabrykatów przed ich zamontowaniem w obwodach scalonych. Także w przemyśle materiałów budowlanych, na przykład przy produkcji styropianu.

Powszechność freonów stanowiła czynnik powstrzymujący rządy przed wprowadzeniem zakazu ich użycia. Ale i tak były one realniejszym celem działań ochronnych niż inne sfery ludzkiej aktywności. Okazało się bowiem, że nie tylko freony niszczą ozon stratosferyczny.

One robią to chemicznie: ulatując do atmosfery skutecznie rozbijają cząsteczki O₃. Ich neutralność chemiczna, udokumentowana na powierzchni Ziemi, znika bowiem w warunkach temperatury i ciśnienia panujących w stratosferze. Ale warstwa ozonowa może być niszczone również fizycznie. W ten właśnie sposób "dziurawią" ją rakiety kosmiczne. "Dziurawią" ją (i to dwukrotnie) samoloty ponaddźwiękowe. Zwykle samoloty pasażerskie latają na wysokości około 10 kilometrów, więc nie są w stanie do niej dotrzeć. Natomiast wojskowe samoloty ponaddźwiękowe – których w każdym momencie znajdują się w powietrzu setki – wzbijają się na znacznie większą wysokość, więc przebijają warstwę ozonową dwukrotnie: najpierw osiągając swój docelowy pułap, a później wracając do bazy.

Kto by jednak odważył się postulować ograniczenie programu kosmicznego, albo redukcję lotnictwa wojskowego? Od początku było jasne, że jedyny realny program ochrony warstwy ozonowej będzie dotyczył freonów.

Mimo iż warstwa ozonowa nie jest wszędzie jednakowo solidna, a pojawiające się w niej "dziury" można lokalizować geograficznie, to z punktu widzenia ekonomii ma ona charakter dobra publicznego (*Aura* 12/09). Szczegółowa lokalizacja emisji freonu nie ma znaczenia. Wyemitowany, zanim dotrze do stratosfery, rozprzestrzenia się tak szybko, że może atakować cząsteczki ozonu zupełnie gdzie indziej. A zatem żaden kraj nie byłby w stanie skutecznie chronić warstwy ozonowej nad swoim terytorium, ponieważ ograniczenie jego lokalnej emisji nie przekładałoby się na mniejszą ilość freonu docierającego w jego okolice. Co więcej, jednostronnie przyjęty limit zużycia freonu, skutkujący, między innymi, mniejszą produkcją styropianu, zachęcałby do sprowadzenia tego styropianu z zagranicy, a więc i do wzrostu zużycia freonu potrzebnego do jego produkcji gdzie indziej. Powodowałby więc zjawisko nazywane przez ekonomistów "ucieczką" (*leakage*) szkodliwej substancji. Jeśli ta substancja szkodzi lokalnie, to problem jest innego rodzaju: jednostronnie przyjęte ograniczenie powoduje lokalną poprawę kosztem pogorszenia gdzie indziej. Jeśli jednak – tak jak freon – szkodzi globalnie, to jednostronnie przyjęte ograniczenie może nie być korzystne nawet dla tego, kto je przyjął.

Było więc jasne, że naprawa "dziury" ozonowej wymaga ustanowienia globalnego limitu na zużycie freonu. Ale właścicielem patentu był potężny koncern *Du Pont*. Ze światowej produkcji freonu czerpał wysokie zyski i nie zamierzał likwidować ich źródła. Dlatego też przez wiele lat – zwłaszcza na przełomie lat 1970. i 1980. – wkładał wiele wysiłku w propagandę odstręczającą od atakowania freonów. Argumentował, że freony są niezbędnym czynnikiem współczesnej cywilizacji. Bez nich nie tylko nowoczesne gospodarstwo domowe nie mogłoby funkcjonować (czy ktoś sobie wyobraża życie bez lodówki?), ale i przemysł (co by się stało z produkcją układów scalonych albo termomodernizacją?).

Jest rzeczą zabawną, że jeszcze w początkach lat 1990. jeden z luminarzy polskiej ochrony środowiska publicznie przestrzegał przed klęską głodu, do jakiej może doprowadzić załamanie na rynku lodówek w następstwie ograniczenia produkcji freonu.

W pierwszej połowie lat 1980. starania o ochronę warstwy ozonowej polegały na postulowaniu zakazu produkcji freonu. Po stronie zwolenników takiego kroku znaleźć można było organizacje ekologiczne. Natomiast najważniejszym przeciwnikiem był *Du Pont* i przekonane przez niego instytucje, a zwłaszcza rząd USA. Jakież więc było zdumienie ekologów, kiedy *Du Pont* nagle zmienił stanowisko i stanowczo zaczął domagać się ograniczenia produkcji freonu.