

## Zanieczyszczenie środowiska: skutki dla krajobrazu i implementacja działań ochronnych

Jednym z najpoważniejszych skutków zanieczyszczenia środowiska przez człowieka jest efekt cieplarniany zwany także globalnym ociepleniem. Naturalny efekt cieplarniany jest zjawiskiem pozytywnym. Powstaje on, ponieważ ziemię otacza warstwa atmosfery powodująca, że ilość energii otrzymanej i oddawanej przez powierzchnię ziemi nie jest taka sama. Gdyby nie atmosfera, przy powierzchni ziemi panowałyby temperatura około -20 stopni Celsjusza lub niższa. Naturalny efekt cieplarniany tworzą na przykład chmury blokujące odpływ ciepła z powierzchni ziemi (para wodna), wybuchy wulkanów (emisja dwutlenku węgla, wodoru, metanu i innych gazów), procesy życiowe zamieszkujących planetę organizmów.

Problem zaczyna się w momencie, w którym nagromadzenie dwutlenku węgla (zwiększające się na przykład w wyniku spalania węgla) staje się na tyle duże, że uniemożliwia naturalny proces odpływu ciepła z atmosfery i okresowo wpływa na zwiększenie temperatury przy powierzchni ziemi. Naukowcy dowodzą, że obecne nagromadzenie dwutlenku węgla w atmosferze jest największe od milionów lat i łączą ten fakt z działalnością człowieka. Prognozy na wiek XXI przewidują dalsze podniesienie globalnej temperatury przy powierzchni ziemi nawet o kilka stopni Celsjusza (mówi się o wzroście temperatury od 1,1 do nawet 6 stopni Celsjusza – rozbieżności w szacunkach są związane z uwzględnianiem różnych skali emisji gazów cieplarnianych do atmosfery). Dalsze ocieplenie mórz może przy tym trwać przez kolejne kilkadziesiąt lat, nawet jeśli obecnie ustabilizuje się emisję gazów cieplarnianych na względnie niskim poziomie.

Skutkiem globalnego ocieplenia jest topnienie lodowców, które przyczynia się do wzrostu poziomu mórz i oceanów. W różnych częściach świata następują zmiany w ilości opadów. Pojawiają się susze i powodzie na terenach, na których wcześniej takie zjawiska się nie zdarzały. Przekształceniu ulegają krajobrazy: Sahara zaczyna się zazieleniać, a część terenów Arktyki zamienia się w tundrę. Wydłuża się wegetacja roślin. Wiele z gatunków fauny i flory ginie. Podwyższone stężenie dwutlenku węgla w powietrzu powoduje zwiększoną absorpcję tego gazu do oceanu, co skutkuje jego zakwaszeniem i pociąga za sobą wymieranie niektórych gatunków morskich zwierząt. W wyniku ocieplenia klimatu, jak pokazały badania geologów, rozmarza także wieczna zmarzlina na Kółymie na Syberii oraz na Alasce. Problem jest o tyle złożony, że pojawia się ryzyko uwolnienia pokładów dwutlenku węgla i metanu uwięzionego pod wieczną zmarzliną. Dalszym skutkiem jest pojawienie się bakterii żywiących się rozmarzającym materiałem organicznym, co prowadzi do dalszej produkcji gazów, ich emisji i wzrostu temperatur. Wieczna zmarzlina zamienia się w tundrę, tworzą się bagna, z których uwalnia się metan. Wynikiem podwyższenia się temperatury jest również obumieranie Wielkiej Rafy Koralowej przy wybrzeżu Australii. Nienaturalnie ciepłe wody oceanu niszczą algi, które stanowią pożywienie dla koralowca.

Brud z powietrza bardzo niekorzystnie wpływa nie tylko na zdrowie człowieka, ale przede wszystkim na stan przyrody i krajobrazu. Osada na powierzchni liści, powoduje usychanie roślin, zmienia skład chemiczny gleb, zmniejsza odporność roślin na choroby grzybowe i wirusowe oraz szkodniki. Zwiększona ilość związków organicznych w powietrzu zawierających brom i chlor przyczynia się do powstawania tak zwanych dziur ozonowych. Ich pojawienie się jest rezultatem niszczenia warstwy ozonowej otaczającej ziemię i chroniącej planetę przed

zgubnym wpływem nadfioletowego promieniowania słonecznego. Zwiększone promieniowanie powoduje szkody w naturalnych ekosystemach, zmniejsza liczebność gatunków wrażliwych na promieniowanie, obniża wielkość i jakość plonów wielu gatunków roślin uprawnych<sup>1</sup>.

Skutkiem zanieczyszczenia powietrza są również kwaśne deszcze. Powstają one, gdy woda krążąca w atmosferze wchodzi w reakcję z unoszącymi się w powietrzu gazami (takimi jak dwutlenek węgla, dwutlenek siarki, tlenek azotu, siarkowodór czy chlorowodór). Powstaje wówczas kwas o odczynie pH mniejszym niż 5,6, który wraz z deszczem opada na powierzchnię ziemi.

Kwaśne deszcze uszkadzają liście i igły drzew, zakwaszają glebę, w wyniku czego uszkodzeniu ulegają korzenie, które w rezultacie nie mogą pobierać z gleby dostatecznej ilości pożywienia. Zmniejsza się także odporność na szkodniki. Zakwaszenie gleby powoduje zakwaszenie wód jezior i innych cieków wodnych, co ma swe przełożenie na ilość i jakość zamieszkujących ich okolice zwierząt. Gdy giną jakieś gatunki roślin, giną również zjadające je zwierzęta.

Innym następstwem zanieczyszczenia krajobrazu w wyniku działalności człowieka są zmiany zachodzące w ubarwieniu niektórych zwierząt. W Wielkiej Brytanii, u gatunku ćmy zwanej krępakiem brzozowym (*biston betularia*) zaobserwowano zanik jasnych cętek, co jest wynikiem zmiany gatunkowej najprawdopodobniej mającej ułatwić wpasowanie się owada w środowisko zanieczyszczone przez pył węglowy. U kilku gatunków węży (między innymi żyjących w wodach Oceanu Indyjskiego węży z gatunku *emydocephalus annulatus* oraz Pacyfiku węży z gatunku *laticauda*) wykryto zmianę w postaci utraty białych pasków w ubarwieniu osobników żerujących bliżej terenów zurbanizowanych i narażonych tym samym na zanieczyszczenia środowiskowe. Gady z białymi paskami wykazywały dużo mniejszą odporność na obecność arsenu czy cynku niż te, które były całe czarne.

Zmiany w krajobrazie powoduje także stosowanie chemicznych środków ochrony roślin. Przyczyniają się one nie tylko do zielenienia ochronionych w ten sposób pól. Badania wykazały, że mają one wiele skutków ubocznych. W roku 2018 w Kalifornii zakazano stosowania między innymi chlorpyrifosu (CPS), środka znanego pod wieloma nazwami handlowymi, który stosowano przeciwko insektom. Wywoływane przez niego zmiany neurologiczne u dzieci, a także zniszczenia populacji pszczoł oraz ryb zdecydowały o umieszczeniu środka na liście substancji zakazanych.

W Polsce zmiany środowiskowe wynikające z działalności człowieka i wprowadzonych w środowisko zanieczyszczeń również przynoszą skutki w postaci osłabienia bioróżnorodności. Liczebność czajki, przepiórek, gawronów i szczygłów zmniejsza się z roku na rok szczególnie w środowisku użytkowanym rolniczo. Zanikają populacje rybitwy na mokradłach. Polska jest krajem, w którym chronionych prawem Unii Europejskiej jest 141 gatunków zwierząt, z czego 12 to gatunki pod ścisłą ochroną. Szczególnej ochronie podlegają obszary objęte programem Natura 2000. Prowadzony jest monitoring dotyczący wielkości i struktury populacji, ich siedlisk, występujących zagrożeń i możliwych sposobów ochrony. Wyniki

---

<sup>1</sup> Dwie umowy międzynarodowe mają szczególnie dbać o systematyczne obserwacje, badania i wymianę informacji dotyczących warstwy ozonowej. Pierwszą z nich jest Konwencja Wiedeńska z roku 1985, a drugą Protokół Montrealski z roku 1987. Obie mają na celu międzynarodową współpracę, która ma prowadzić do oceny wpływu działań człowieka na stężenia ozonu w stratosferze oraz skutków zmian zachodzących w warstwie ozonowej dla zdrowia ludzi i środowiska. Obligują także sygnatariuszy do stosowania środków zapobiegawczych i kontroli całkowitej światowej emisji substancji zubażających warstwę ozonową, a docelowo do ich eliminacji. Polska jest stroną Konwencji Wiedeńskiej i Protokołu Montrealskiego od 1990 r. Badania stanu warstwy ozonowej prowadzone są w Polsce w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska od roku 1991.

badania z lat 2013-14 pokazują, że w Polsce tylko 25% gatunków zwierząt chronionych znajduje się w dobrej kondycji, a blisko 60% w niezadowolającym lub złym stanie ochrony. 11 gatunków ptaków jest narażonych na wymarcie. Na stan polskich lasów wpływ mają zarówno wycinki, jak i zmiany klimatyczne. Najbardziej na zmiany środowiskowe (również zanieczyszczenie) odporny jest buk, najbardziej podatne są świerk i sosna.

Działalność człowieka przyczynia się także do stepowienia krajobrazu, czyli zamiany dotychczasowych terenów zalesionych w step lub prerię. Połacie ziemi stepowieją często w wyniku ochłodzenia lub ocieplenia klimatu, które może być wynikiem zanieczyszczenia powietrza. Cząstki gazów emitowanych do atmosfery w wyniku spalania mają wpływ na formowanie się chmur. Z kolei chmury mogą powodować ocieplenie, gdy uniemożliwiają oddanie ciepła z atmosfery, ale i ochłodzenie, gdy nie dopuszczają do powierzchni ziemi promieni słonecznych. Stepowienie pojawia się także wraz z nadmiernym osuszaniem gleb, bywa rezultatem wyrębu lasów, nadmiernej eksploatacji wód powierzchniowych oraz podziemnych.

Wśród mniej oczywistych skutków zanieczyszczenia środowiska dla krajobrazu wskazać można na przykład anomalie pogodowe. Smog znad Azji powoduje wzrost temperatur nad biegunami oraz silniejsze cyklony na Pacyfiku. Inne efekty przynoszą zaburzenia wprowadzane w pole elektromagnetyczne planety przez instalacje radiokomunikacyjne czy skażenie środowiska cezem-137, pozostałością po doświadczalnych wybuchach jądrowych i awariach reaktorów jądrowych. Te dwa czynniki, jak pokazują niektóre badania, są odpowiedzialne za wzrost zachorowań na nowotwory, choć ich skutki na razie trudne są do oszacowania. Wszystkie procesy, które dokonują się na powierzchni naszej planety, w atmosferze i oceanach, związane z działalnością człowieka, a skutkujące zmianami w zakresie klimatu, różnorodności biologicznej czy geomorfologii są na tyle poważne, że niektórzy naukowcy ogłosili rozpoczęcie nowej epoki w historii życia naszej planety – antropocenu, epoki, w której ziemia została zdominowana przez człowieka.

#### **Jak sobie poradzić z zanieczyszczeniem środowiska?**

Pierwszy krok, jaki należałoby wykonać w celu ochrony środowiska przed zanieczyszczeniem, to informowanie, edukowanie oraz poszerzanie świadomości środowiskowej. Akcje takie są podejmowane obecnie w wielu miejscach świata. Drugi krok to podejmowanie konkretnych działań zmierzających do zaprzestania dalszego zanieczyszczania planety oraz jej oczyszczenia.

W wielu krajach podejmuje się próby ograniczenia smogu poprzez wprowadzanie limitów na wydobycie węgla i opalania węglem na rzecz gazu ziemnego. Skutkiem edukacji jest rosnące zainteresowanie pojazdami elektrycznymi i hybrydowymi. Autobusy hybrydowe w Polsce pojawiły się już między innymi w Szczecinie, Krakowie i Wrocławiu. W niektórych miastach Chin całkowicie wycofano z użytkowania spalinowe motocykle, zakazuje się wjazdu do miast samochodom, które nie mają lokalnych tablic rejestracyjnych, wprowadza się czasowe zakazy poruszania się pojazdom z parzystymi lub nieparzystymi numerami rejestracyjnymi, zachęca mieszkańców do kupna samochodów elektrycznych czy do użytkowania środków transportu publicznego. W wielu miastach świata wprowadza się bezpłatny transport publiczny (we Wrocławiu na przykład dla młodzieży szkolnej) lub za symboliczną opłatą (w Ningbo w Chinach opłata za przejazd autobusem niezależnie od dystansu wynosi 2 juany, czyli niewiele więcej niż 1 zł), rozbudowuje się system metra czy połączeń autobusowych, by zachęcić mieszkańców do jego użytkowania. Wprowadza się dotowane przez państwo systemy publicznych rowerów oraz elektrycznych skuterów, które wypożycza się albo za darmo albo za symboliczną opłatą.



Ważna jest współpraca podejmowana między lokalnymi i państwowymi władzami oraz mieszkańcami, która zmierzać może na przykład do segregacji odpadów i zaprzestania spalania śmieci w domowych piecach, które nie są do tego przystosowane. Plastik w niskiej temperaturze palenia wytwarza bardzo szkodliwe substancje, które emitowane są do atmosfery. Paląc plastik w domu, na chwilę pozbywamy się problemu śmieci, ale kwestia powraca natychmiast w postaci dioksyn w powietrzu, które trafiają do naszych organizmów przez układ oddechowy.

Powinniśmy zintensyfikować działania na rzecz ochrony lasów. Nie tylko bowiem dostarczają one tlenu, mają wielkie walory estetyczno-krajobrazowe, są miejscem, w którym wypoczywamy, do którego jeździmy w celach rekreacyjnych i zdrowotnych, dostarczają owoców leśnych, grzybów, ziół. Pełnią także ważne funkcje ekologiczne, chronią gleby przed erozją, regulują stosunki wodne w przyrodzie, współkształtują klimat lokalny, a za jego pośrednictwem i globalny, przeciwdziałają skutkom efektu cieplarnianego, sprzyjają zachowaniom warunków do ochrony gatunków roślin i zwierząt.

W trosce o dobrostan przyrody ograniczać możemy emisję światła, szczególnie w miejscach i porach, w których nie jest ono potrzebne. Już obecnie w wielu parkach miejskich redukuje się wieczorami nadmierne oświetlenie, zakłóca ono bowiem życie nocne zamieszkujących parki zwierząt. Wprowadza się nowe projekty kloszy lamp, które nie rozpraszają światła na wszystkie strony, lecz kierują je punktowo na obszar chodnika, który powinien być oświetlony z uwagi na wygodę ludzi. Zmniejszenie natężenia światła, poprzez redukcję poboru energii, przyczynia się także do ograniczenia emisji dwutlenku węgla i ograniczenia kosztów oświetlenia.

Stosunkowo ciężko jest walczyć z fetorem i nieprzyjemnymi dźwiękami. Człowiek separuje się od nich budując swe osiedla z daleka od lotnisk czy ferm zwierząt. Jednak takie rozwiązania nie likwidują zagrożenia dla zamieszkujących dane terytorium zwierząt.

Środowisko można również chronić zakładając parki krajobrazowe oraz strefy chronionej przyrody (jak np. Natura 2000), wprowadzając ochronę gatunkową roślin i zwierząt czy zakazy w stosowaniu substancji o dowiedzionym szkodliwym działaniu dla przyrody. Nie znaczy to oczywiście, że podejmując wszystkie wymienione akcje w krótkim czasie oczyścimy środowisko i doprowadzimy do stanu, w którym będziemy oddychać czystym powietrzem. Skala zanieczyszczenia jest wciąż zbyt wielka. Nie da się także całkowicie wyeliminować ze środowiska zakładów przemysłowych. I tu jednak obrońcy przyrody nie pozostają zupełnie bezradni. W wielu krajach wprowadza się limity na emisję dwutlenku węgla i innych zanieczyszczeń, a zakłady przemysłowe wyposaża w filtry blokujące wypływy zanieczyszczonych ścieków i gazów do rzek i do środowiska.

Ponieważ zanieczyszczenie środowiska nie jest problemem lokalnym, lecz globalnym, najskuteczniejsze działania podejmowane w celu ochrony przyrody i krajobrazu mają charakter globalny, jak na przykład umowy międzynarodowe, w których wiele państw zobowiązuje się do podjęcia wspólnych działań mających prowadzić do ograniczenia zanieczyszczenia środowiska. Polska ratyfikowała między innymi przystąpienie do Konwencji Waszyngtońskiej (1990), której celem jest ochrona gatunków zagrożonych wyginięciem, Konwencji o Różnorodności Biologicznej z Rio de Janeiro (1996) wprowadzającej monitoring przyrodniczy terenów o dużej różnorodności biologicznej i z gatunkami zagrożonymi, Europejskiej Konwencji Krajobrazowej z Florencji (2004), której celem jest promowanie ochrony krajobrazu oraz gospodarowanie nim we współpracy z innymi krajami europejskimi; podpisała Protokół z Kyoto (2005) czyli międzynarodowe porozumienie mające zmierzać do ograniczenia globalnego ocieplenia poprzez wprowadzenie limitów na emisję gazów

przyczyniających się do wzrostu globalnych temperatur, czyli dwutlenku węgla, metanu, czy tlenu azotu; przystąpiła do Konwencji Karpackiej (2006), której celem jest między innymi prowadzenie polityki zmierzającej do ochrony zasobów przyrodniczych (w tym wód, lasów, terenów rolniczych) i podejmowania działań na rzecz zrównoważonego rozwoju (przemysłu, infrastruktury transportowej, turystyki). W Polsce zadania podejmowane względem środowiska reguluje także ustawa o ochronie przyrody z 16 kwietnia 2004 roku, która opisuje między innymi możliwe kroki zmierzające do zachowania dziko żyjących roślin i zwierząt, siedlisk przyrodniczych i krajobrazów.



Jedno z bardzo wielu „składowisk” (parkingów) rowerów w Ningbo w Chinach. Miały być środkiem transportu i rozwiązaniem ograniczającym smog, stają się hałądą zaśmiecającą krajobraz. Rowery rozstawione są niemal na każdym skrzyżowaniu, można je wypożyczyć z dowolnego miejsca i w dowolnym miejscu zostawić. W ostatnim roku pojawiło się ich jednak takie zatrzęsienie, że same zaczynają stanowić problem i stają się śmieciami zalegającymi na chodnikach i ulicach. Fot. Magdalena Gimbut.

### Zakończenie

Rozwój cywilizacyjny nie powinien dokonywać się kosztem krajobrazu i przyrody, degradacji środowiska. Wprowadzać można rozwiązania tak zwanego zrównoważonego rozwoju zakładającego, że działalność człowieka nie powinna się przyczyniać do powstawania negatywnych i nieodwracalnych zmian w środowisku, zaś nowe technologie służyć powinny przywracaniu walorów zbliżonych do naturalnych środowisku i krajobrazowi zdegradowanemu.

Magdalena Gimbut

### Literatura

*Agrochemicals: Composition, Production, Toxicology, Applications*. Red. F. Muller. Toronto 2000.

Czeskin, M. S. *Człowiek i hałas*. Warszawa 1986.

Dworak, K. *Hałas środowiskowy a zdrowie*. Katowice 2005.

Ellis, E. *Anthropocene: A Very Short Introduction*. Oxford 2018.

*Gatunki zwierząt (z wyjątkiem ptaków). Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 podręcznik metodyczny*. Red. P. Adamski, R. Bartel, A. Bereszyński, A. Kepel, Z. Witkowski. Tom 6. Warszawa 2004.

Juda-Rezler K. *Determination and Analysis of PM<sub>10</sub> Source Apportionment During Episodes of Air Pollution in Central Eastern European Urban Areas: The Case of Wintertime 2006*,

„Atmospheric Environment”. Tom 45, nr 36, listopad 2011.

Kośmider J., Mazur-Chrzanowska B., Wyszynski B. *Odory*. Warszawa 2002.

Pearson, P.N., Palmer, M.R. *Atmospheric carbon dioxide concentrations over the past 60 million years*. „Nature”, rocznik 2000, nr 406 (6797).

*Ptaki. Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny*. Red. M. Gromadzki. Tom 7. Warszawa 2004.

Zieliński T. *Sedymentologia. Osady rzek i jezior*. Poznań 2014.

[http://www.gios.gov.pl/images/dokumenty/pms/raporty/GIOS\\_Sygnaly\\_2016.pdf](http://www.gios.gov.pl/images/dokumenty/pms/raporty/GIOS_Sygnaly_2016.pdf)  
[dostęp 19.11.2018]

<https://www.gdos.gov.pl/konwencie-i-porozumienia> [dostęp 19.11.2018]

<https://www.mos.gov.pl/srodowisko/przyroda/konwencie-miedzynarodowe/> [dostęp 19.11.2018]

<https://www.mos.gov.pl/srodowisko/przyroda/> [dostęp 19.11.2018]

Protokół z Kyoto: <https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol> [dostęp 19.11.2018].  
Tłumaczenie protokołu na język polski znajduje się na stronie Ministerstwa Ochrony Środowiska:

[https://www.mos.gov.pl/g2/big/2009\\_04/8e0542a94447bc9cf7d2e2ce38d36.pdf](https://www.mos.gov.pl/g2/big/2009_04/8e0542a94447bc9cf7d2e2ce38d36.pdf)  
[dostęp 19.11.2018].

<https://www.nationalgeographic.com/environment/global-warming/pollution/> [dostęp 22.11.2018]

CleanAirAct znajduje się na stronach amerykańskiej Agencji ds. Ochrony Środowiska:  
<https://www.epa.gov/clean-air-act-overview> [dostęp 19.11.2018].