

Eugeniusz Mazur

Szkody wyrządzone środowisku przyrodniczemu przez transport

Ekonomiczne Problemy Usług nr 60, 166-178

2010

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

EUGENIUSZ MAZUR¹

SZKODY WYRZĄDZONE ŚRODOWISKU PRZYRODNICZEMU PRZEZ TRANSPORT

Wśród wielu rodzajów działalności człowieka przyczyniających się w dużym stopniu do degradacji środowiska przyrodniczego istotne miejsce zajmuje działalność transportowa – odbywa się bowiem w konkretnych warunkach tegoż środowiska. Degradacja dotyczy, chociaż w różnym stopniu, wszystkich komponentów środowiska, razem z jego walorami krajobrazowymi. W pierwszym rzędzie szkody wyrządzone środowisku dotyczą ziemi (zajmowanie terenu, zmiana naturalnej rzeźby terenu, naruszenie wierzchnich warstw skorupy ziemskiej, degradacja gleby, wyczerpywanie zasobów naturalnych, ograniczenie przydatności terenu dla celów budowlanych i innych), wody (pobór, zużycie, zanieczyszczenie szkodliwymi substancjami, zmiana stosunków wodnych wskutek powstania lub modernizacji powiązań transportowych) i powietrza (zużywanie tlenu zawartego w powietrzu atmosferycznym, zanieczyszczenie atmosfery, skażenie termiczne atmosfery). Zagrożona jest również biosfera (roślinność i zwierzęta). Działalność transportowa wpływa również niekorzystnie na estetykę krajobrazu naturalnego.

ZIEMIA

Transport zużytkowuje ogromne tereny na rozwój infrastruktury technicznej (liniowej i punktowej). Są to drogi samochodowe i kolejowe, kanały wodne śródlądowe, rurociągi, sieć energetyczna oraz lotniska, porty, węzły kolejowe, a także urządzenia towarzyszące: stacje obsługi i paliw, warsztaty naprawcze, zajezdnie, garaże, parkingi, motele, budynki administracyjne i inne obiekty.

Najbardziej terenochłonna jest infrastruktura transportu drogowego. Szczególnie dużo powierzchni pochłaniają autostrady, które – w zależności od liczby pasów ruchu – wymagają terenu szerokości około 50–70 m (dla 6–12 pasów ruchu; w Europie autostrady o 12 pasach ruchu spotykane są m.in. w Holandii. Natomiast niektóre autostrady amerykańskie, np. w Kalifornii, mają szerokość 120 m (18 pasów ruchu). Oznacza to, że każdy kilometr autostrady zajmuje 5–12 ha ziemi. Ponadto bezkolizyjne skrzyżowanie autostradowe zajmuje kilkanaście

¹ dr hab. prof. US Eugeniusz Mazur, Katedra Historii Społeczno – Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej, Wydział Zarządzania i Ekonomiki Usług, Uniwersytet Szczeciński

hektarów, zaś urządzenia pomocnicze (motele, stacje paliw i napraw itp.) powodują zajęcie dalszych kilku hektarów na 100 km autostrady. Są to więc inwestycje ogromnie terenochłonne. Podobnymi wskaźnikami terenochłonności charakteryzują się inne drogi dwujezdniowe o parametrach autostradowych. Dużego zapotrzebowania na teren wymagają również drogi jezdnojezdniowe o nawierzchni ulepszonej. Coraz większych powierzchni wymagają też miejsca parkingowe dla coraz większej liczby samochodów. Na przykład w Stanach Zjednoczonych, najbardziej zmotoryzowanym państwie świata, na samo tylko zaparkowanie blisko 200 mln samochodów osobowych potrzeba około 1,5 mln ha (15 tys. km²) powierzchni pokrytej asfaltem lub betonem, a więc tyle, ile wynosi powierzchnia wszystkich autostrad świata (odpowiada to prawie 6-krotnemu obszarowi państwa Luksemburg). Stanowi to jednak zaledwie niewielką część w porównaniu z zabetonowaną i zaasfaltowaną powierzchnią całej infrastruktury drogowej, która w USA sięga 20 mln ha (200 tys. km²), tj. około 2,1% kraju. W Niemczech powierzchnia zajęta przez infrastrukturę transportu drogowego wynosi około 16 tys. km² (4,3% powierzchni kraju), w Holandii zaś ponad 3 tys. km² (około 8% powierzchni kraju). W Polsce powierzchnia ta wynosi 7,9 tys. km², co stanowi 81,6% ogólnej powierzchni komunikacyjnej, a 2,5% obszaru kraju. Oblicza się, że w skali ogólnoswiatowej infrastruktura transportu samochodowego zajmuje ponad 100 mln ha (1 mln km²), co stanowi $\frac{2}{3}$ globalnego zagospodarowania transportowego.

Pod względem zajmowanych obszarów, zwykle na drugim miejscu (po transporcie drogowym), a w niektórych krajach na trzecim (dodatkowo po lotnictwie, np. w USA, lub żegludze morskiej, np. w Japonii, Wielkiej Brytanii czy Włoszech), znajduje się transport kolejowy. Średnio 1 km linii kolejowej wielotorowej (magistrali), zależnie od właściwości terenowych, zajmuje 3,2–5,5 ha ziemi, a jednotorowej linii kolejowej 1,8–4,0 ha. Trasowanie nowoczesnych linii kolejowych, zwłaszcza wielotorowych, jest więc ogromnie terenochłonne. Dodatkowych arealów, od kilku do kilkuset ha, wymagają stacje osobowe, rozrządowe i przeładunkowe, np. stacja rozrządowa w Szczecinie (Port Centralny) – poza terenami portowymi – około 120 ha, a w Maschen koło Hamburga – 490 ha. Trwałe budynki, ładownie, bocznice itp. zajmują także znaczną powierzchnię. Na przykład budynki PKP zajmują łącznie 1000 ha. Obecnie na świecie eksploatuje się około 1,3 mln km linii kolejowych, które w swej rozwiniętej długości mają około 2 mln km czynnych torów. Szacuje się, że ogólna powierzchnia zajęta przez linie kolejowe i ich zaplecze wynosi w skali świata około 5 mln ha (50 tys. km²). Dla porównania infrastruktura kolejowa w Polsce zajmuje blisko 100 tys. ha (1 tys. km²), tj. około 0,3% obszaru kraju.

Lotniska, w zależności od przewidywanego ruchu i rodzajów samolotów, zajmują najczęściej od 200 do 800 ha. Na przykład lotnisko w Gdańsku (Rębiechowo) zajmuje 200 ha, w Poznaniu (Ławica) – 325 ha, w Warszawie (Okęcie) – 500 ha. W wielkich portach lotniczych świata powierzchnie te są

większe. I tak, lotnisko Heathrow w Londynie zajmuje 1100 ha, lotniska paryskie (Orly i Nord) odpowiednio: 1800 ha i 3000 ha, w Hamburgu – 3800 ha. Coraz liczniejsze metropolie posiadają po kilka lotnisk. Na przykład Rzym i Mediolan – po 2 lotniska, Tuluza – 4, Moskwa – 5, Paryż – 9 (łącznie z lokalnymi), Londyn zaś ma ogółem 11 lotnisk (łącznie z lotniskiem dla śmigłowców). Świadczy to o skali pozyskiwania terenów pod urządzenia infrastrukturalne transportu lotniczego i wynikającym stąd zagrożeniu dla środowiska przyrodniczego. Według danych Międzynarodowej Organizacji Lotnictwa Cywilnego (ICAO) w 2005 r. było na świecie czynnych 33,5 tys. cywilnych lotnisk komunikacyjnych (łącznie z prywatnymi), spośród których prawie połowa (ponad 15 tys.) w Stanach Zjednoczonych. W kraju tym, według szacunkowych obliczeń, powierzchnia zajęta przez lotniska komunikacyjne sięga 2,1 mln ha (21 tys. km²), natomiast na świecie dochodzi do 5 mln ha (50 tys. km²), a więc dorównuje infrastrukturze kolejowej.

Podobne obszary – od kilkuset do kilku tysięcy ha – zajmują porty morskie, np. port w Sztokholmie – 800 ha, w Kopenhadze – 900 ha, w Gdyni – 987 ha, w Gdańsku (razem z Portem Północnym) – około 1200 ha i w Szczecinie – 1800 ha. Port w Hamburgu ma 10 000 ha (z czego część lądowa wynosi 4100 ha). Za największy port świata pod względem zajmowanej powierzchni uważa się Nowy Jork. Stanowi on zespół portów i przystani o łącznej powierzchni 385 800 ha (3858 km², z tego 2803 km² lądu i 1055 km² wody).

Odpowiedniej przestrzeni wymagają również porty żeglugi śródlądowej (najczęściej od kilku do kilkudziesięciu ha) oraz kanały śródlądowe. W Polsce powierzchnia portu rzeczno-górnego wynosi średnio około 3 ha. W krajach o rozwiniętej żegludze śródlądowej (Belgia, Holandia, Niemcy, Francja) powierzchnia niektórych portów sięga setek, a nawet tysięcy ha. Na przykład port Duisburg-Ruhrort (Niemcy) zajmuje obszar 312 ha, zaś port w Strasburgu (Francja) – 365 ha, natomiast port w Mannheim (Niemcy), łącznie z akwatorium i terenami przemysłowymi, aż 1350 ha.

Kanał śródlądowy zajmuje pas ziemi szerokości około 100 m (tj. około 10 ha na 1 km kanału). Szczególnie gęsta sieć kanałów znajduje się w Holandii, Belgii, Niemczech i w północno-wschodniej Francji. W Belgii kanały zajmują 0,3%, a w Holandii 1,0% powierzchni kraju.

Rurociągi przebiegają w zasadzie pod ziemią, ale na niektórych odcinkach układa się je na specjalnych estakadach. Niemniej transport rurociągowy, wbrew powszechnym opiniom, wymaga również znacznych terenów zarówno w czasie układania rurociągów, jak i ich eksploatacji. Przyjmuje się, że do ułożenia rurociągu potrzebny jest pas gruntu szerokości 20 m, czyli 2 ha na 1 km, a po zakończeniu budowy pas niezbędny do dojazdu można zmniejszyć do kilku metrów. Jeden punkt przelewu wymaga 30–50 ha, natomiast jedna pompownia 5–10 ha. Zważywszy na fakt, że rurociągi stanowią nowoczesną i ekonomiczną formę transportu ciał płynnych i gazowych (ostatnio również ciał stałych), sieć ich

w wielu regionach świata rozwija się dynamicznie. Stąd też zapotrzebowanie na teren dla transportu rurociągowego stale rośnie.

Wielkość terenów komunikacyjnych w poszczególnych krajach wykazuje duże zróżnicowanie – od poniżej 1% (Rosja, Kanada, Australia, Islandia) do ponad 10% (Belgia, Holandia) powierzchni tych krajów. W Polsce powierzchnia zagospodarowania transportowego wynosi około 1,1 mln ha, co stanowi około 3,5% obszaru kraju. Przyjmuje się, że tereny komunikacyjne na świecie stanowią około 1,2% powierzchni lądów (bez Antarktydy i Grenlandii), tj. około 160 mln ha (1,6 mln km²).

Z kompleksu zmian, jakich dokonał człowiek w środowisku przyrodniczym w wyniku działalności transportowej, zjawiskiem najłatwiej dostrzegalnym w krajobrazie jest zniekształcenie naturalnych rzeźby terenu. W wyniku budowy dróg samochodowych, kolejowych, wodnych, a także lotnisk i portów oraz obiektów towarzyszących nastąpiły zmiany w ukształtowaniu powierzchni ziemi. Powstały nowe, antropogeniczne formy, zarówno wklęsłe (wykopy kolejowe i drogowe, kanały), jak i wypukłe (nasypy, groble, obwałowania, mosty i wiadukty), a także formy zrównania – jako rezultat niwelacji terenu związanej z potrzebami budowy lotnisk, portów, dworców, parkingów i innych obiektów. Zmiany te są najbardziej dostrzegalne w krajobrazie miejsko-przemysłowym, w którym dominującym elementem – oprócz zabudowy zwartej – są układy komunikacyjne.

Największy wpływ na zniekształcenie pierwotnej rzeźby terenu ma infrastruktura transportu kolejowego. Wynika to z faktu, że transport kolejowy jest niezwykle „wrażliwy” na zmiany wysokości (stopnia nachylenia terenu), w odróżnieniu np. od transportu samochodowego, dla którego dopuszczalne są znaczne pochyłości terenu na krótkich odcinkach bez konieczności budowy nasypu lub wykopu. Natomiast niwelacji terenu w postaci sztucznych zrównań wymagają lotniska, zwłaszcza budowane w górach. Dobrym przykładem jest Japonia, gdzie lotniska buduje się na zniwelowanych fragmentach pasm górskich lub na zasypywanych obszarach morskich. Zbudowane niedawno międzynarodowe lotnisko Kansaj wymagało załadownienia 1200 ha wód morskich w zatoce Osaka.

Budownictwo transportowe wymagające poważnych prac ziemnych – oprócz przekształceń naturalnych form powierzchni ziemi – narusza strukturę geologiczną podłoża skalnego. Na przykład przy przekopaniu Kanału Panamskiego wydobyto 150 mln m³ ziemi, a kanału Wołga-Don ponad 200 mln m³. Przeobrażenia wnętrza górnych warstw skorupy ziemskiej powoduje również budowa tuneli drogowych i kolejowych. Tunele, kanały oraz wykopy kolejowe i drogowe wpływają również na zniekształcenie powierzchni ziemi, ponieważ wydobyty materiał skalny przemieszcza się na inne miejsce. Również trasowanie rurociągów powoduje miejscowe naruszenie struktury geologicznej, zwłaszcza przy pokonywaniu większych przeszkód wodnych, głównie rzek, tunelami

podwodnymi. Na przykład rurociąg „Przyjaźń” przecina Odrę specjalnym tunelem wodnym o długości 300 m.

Ciągły rozwój urządzeń komunikacyjnych (dróg i obiektów towarzyszących) powoduje, że powierzchnia gleb na świecie zmniejsza się z każdym rokiem o kilkaset tysięcy ha. Najwięcej areалу glebowego absorbują szlaki komunikacyjne, zwłaszcza nowoczesne autostrady. Tymczasem zasoby glebowe są ograniczone przestrzennie i jakościowo i może wystąpić ich deficyt. Obecnie zjawisko to występuje już m.in. w Holandii, Belgii, Japonii. Niepokojący jest także proces przekazywania na cele transportowe gleb najwartościowszych, tj. o najwyższych klasach bonitacyjnych, których powierzchnia w niektórych krajach jest znikoma. Na przykład w Polsce gleb klas I–II jest tylko 3,9% ogólnego areálu glebowego. Rozwój zaś gospodarki żywnościowej wymaga utrzymania jak największej powierzchni gruntów wysokowartościowych. Zajmowanie ziemi i pozbawianie gleby jej produkcyjnych funkcji jest najgroźniejszym przejawem negatywnego oddziaływania transportu na środowisko przyrodnicze. Jest to degradacja trwała i z tego tytułu środowisko przyrodnicze i gospodarka rolna ponoszą największe straty.

Działalność transportowa uszczupla zasoby naturalne ziemi, wymaga bowiem ogromnych ilości materiałów i surowców (paliw, stali, cementu, wyrobów gumowych, tworzyw sztucznych, metali kolorowych, drewna itp.). W skali świata wielkości te wynoszą kilkaset milionów ton rocznie. Szczególnie rośnie zużycie materiałów pędnych, ropy naftowej i gazu ziemnego. Na przykład w Polsce na cele transportowe zużywa rocznie się około 10–11 mln ton pochodnych ropy naftowej (benzyny i oleju napędowego), zaś w skali świata ponad 500 mln ton, z tendencją wzrostową. Jak widać, transport wpływa w dużym stopniu na wyczerpywanie się surowców, zwłaszcza nieodnawialnych.

WODY

Pobór wody przez transport dotyczy głównie kosmetyki samochodowej (mycia). Zważywszy na fakt, że na świecie jest około 500 mln samochodów, zaś każdy wymaga wielokrotnego mycia w ciągu roku i zużywa się przy tej czynności jednorazowo kilkadziesiąt litrów wody (samochody ciężarowe i autobusy zużywają jej kilkakrotnie więcej), przeznaczają się na ten cel miliardy hektolitrow wody rocznie. Z kolei do wyprodukowania jednego samochodu zużywa się średnio około 400 m³ wody. Duże ilości stanowią również wody balastowe statków morskich.

Zanieczyszczenie wód przez transport lądowy jest niewielkie i dotyczy głównie oddziaływania spalin, zwłaszcza związków metali ciężkich na przybrzeżne strefy zbiorników wodnych (mórz, jezior, rzek) przylegających do szlaków komunikacyjnych. Inną przyczynę zanieczyszczenia wód stanowią odpady w postaci zużytych przedmiotów trwałych (stałych) – ogumienia oraz wszelkiego rodzaju opakowań po olejach, smarach, detergentach i innych substancjach.

Najgroźniejsze jest zanieczyszczenie wód przez transport morski, co wynika m.in. z częstych awarii statków. Powoduje to, że szkodliwe oddziaływanie żeglugi na wody mórz i oceanów przybiera na sile. Do zanieczyszczeń środowiska morskiego przyczyniają się rozlewane materiały pędne, smary, oleje oraz wody balastowe. Dostają się one do morza podczas przemywania i czyszczenia zbiorników statku, w wyniku przecieków oraz awarii tankowców, w tym superzbiornikowców przewożących ropę naftową. Przepuszcza się, że w ciągu roku powierzchnia mórz i oceanów pokrywana jest w ten sposób przez 5–10 mln ton ropy naftowej i substancji ropopochodnych. Według danych amerykańskich w latach 1964–1976 na świecie wydarzyło się 198 katastrof tankowców o łącznej nośności 7 mln DWT, w tym 4 supertankowców o nośności 200 tys. DWT każdy i 8 supertankowców o nośności 100 tys. DWT. W ich następstwie zginęło 1000 osób, zaś do mórz i oceanów wyciekło 0,5 mld galonów (galon – 4546 l) ropy naftowej, tj. 2,3 mln m³. Podobne niebezpieczeństwo dla środowiska morskiego stanowiły czynności związane z oczyszczaniem zbiorników naftowych, zmianą olejów silnikowych czy ze zrzutem wód balastowych. We wspomnianym okresie do mórz i oceanów dostało się na skutek tych czynności – szacunkowo – 2–2,5 mld galonów (18–24 mln m³) ropy naftowej. Po tym okresie zdarzyło się na świecie około 80 dalszych poważniejszych katastrof zbiornikowców z rozlewami ropy naftowej o dużym stopniu zagrożenia dla środowiska wodnego. Szacuje się, że 1 m³ ropy naftowej pokrywa około 200 ha powierzchni morza nieprzerwaną warstwą, w wyniku zaś przesuwania się takiej plamy węglowodorów skażeniu może ulec nawet 12 tys. ha (120 km²) akwenu.

Jedną z serii wymienionych katastrof była w 1967 r. groźna awaria zbiornikowca „Torey Canyon” (104 tys. DWT), który w czasie rejsu osiadł na skałach południowo-zachodnich wybrzeży Anglii i przełamał się, skutkiem czego do morza wypłynęło około 60 tys. ton ropy naftowej. Powstała w ten sposób plama ropy (około 900 km²) przesuwając się, zanieczyściła około 160 km wybrzeża, w tym również po przeciwnej – francuskiej – stronie Kanału La Manche. Oprócz wyginięcia fauny morskiej rozlane węglowodory spowodowały zanieczyszczenia plaż Kornwalii i Bretanii, co wpłynęło niekorzystnie również na turystykę tych regionów. Szczególnie niebezpieczny okazał się rok 1976, kiedy to tylko w grudniu zdarzyły się przy wschodnich wybrzeżach Stanów Zjednoczonych aż cztery awarie dużych tankowców, w wyniku czego ogromne ilości ropy naftowej pokryły okoliczne wody, powodując klęskę ekologiczną. Najgroźniejsza okazała się wtedy awaria tankowca „Argo Merchant”, z którego wypłynęło prawie 30 tys. ton ropy. Utworzona po wycieku plama ropy objęła 12 tys. km² akwenu, w pasie o długości około 200 km i szerokości około 60 km. Natomiast największą dotychczas morską katastrofą ekologiczną była awaria zbiornikowca „Exxon Valdez” w marcu 1989 r. u wybrzeży Alaski. Statek ten, wiozący 800 tys. baryłek (1 baryłka – 159 l) ropy, wpadł na podwodne skały w Zatoce Alaskańskiej, w wyniku czego do morza wypłynęło ponad 260 tys. baryłek ropy (41 tys. m²), powodując skażenie 1700 km wybrzeża. Również na Bałtyku zdarzają się awarie

statków. Na przykład w 1979 r. koło Windawy, z powodu pęknięcia kadłuba zbiornikowca „Antonio Gramsci”, wylało się 5 tys. ton ropy naftowej, zaś w 1981 r. w rejonie Kłajpedy ze zbiornikowca „Globe Assima” przedostało się do morza 16 tys. ropy naftowej (awaria statku nastąpiła po zderzeniu się ze skałą podwodną).

Zanieczyszczenie mórz i oceanów przybrało w ostatnich latach charakter globalny. Nie ma już praktycznie na świecie akwenu wolnego od zanieczyszczeń transportowych. Szczególne niebezpieczeństwo ze strony rozlanej ropy i innych substancji chemicznych (płynnej siarki, skroplonego gazu itp.) wynika z faktu obejmowania przez nie dużych powierzchni wodnych i przemieszczania plam oleistych przez wiatry i prądy morskie na duże odległości. Systematyczny wzrost tonażu floty handlowej, głównie zbiornikowców, powoduje, że zagrożenie środowiska morskiego przybiera na sile. Obecnie po morzach i oceanach świata pływa ponad 8 tys. zbiornikowców o pojemności około 200 mln BRT, a każdy z nich jest potencjalnym źródłem katastrofy. W szczególnie niekorzystnej sytuacji znajdują się morza płytkie i o małej możliwości wymiany wód z oceanem, np. Bałtyk, w których proces samooczyszczania przebiega niezmiernie trudno.

POWIETRZE ATMOSFERYCZNE

Zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego stanowi obecnie jedno z największych zagrożeń środowiska przyrodniczego przez transport. Jest to tym niebezpieczniejsze, że skażone spalinami powietrze powoduje zatrucie innych elementów środowiska, a zwłaszcza wód, gleb, roślin i zwierząt, naruszając równowagę ekologiczną. Wpływa też szkodliwie na organizm człowieka. Zanieczyszczenie powietrza polega na zmianie jego właściwości fizycznych i chemicznych. Przyjmuje się, że jest to taki stan, w którym udział zawartych w powietrzu substancji stałych, ciekłych i gazowych przekracza średnią ich zawartość w powietrzu czystym. Fizyczne właściwości powietrza zmieniają pyły, sadze i para wodna, chemiczne zaś – przede wszystkim w wyniku uwalniania się spalin silnikowych – tlenki węgla (CO i CO₂), szkodliwe węglowodory, tlenki azotu, związki siarki i ołowiu, fluor, aldehydy i inne.

Obecnie ze wszystkich gałęzi transportu najgroźniejsze zanieczyszczenie atmosfery powoduje transport samochodowy poprzez emisję ogromnych ilości toksycznych spalin. Zasięg i skalę zagrożenia atmosfery przez spaliny motoryzacyjne ilustruje fakt, że na drogach świata porusza się aktualnie około 500 mln pojazdów samochodowych zużywających około 50 tys. ton paliwa na każdy kilometr drogi (przy średnim zużyciu około 10 kg paliwa na 100 km drogi); z każdego zaś kilograma spalonej benzyny ulatnia się do atmosfery 0,51 kg (tj. 510 kg z jednej tony paliwa) substancji trujących. Przy zastosowaniu oleju napędowego, na którym pracują silniki wysokoprężne (dieslowskie), ilość ta jest prawie 10-krotnie mniejsza. Szczególnie niska jest w tym przypadku emisja tlenków węgla, bo aż ponad 22-krotnie mniejsza w porównaniu z silnikami

benzynowymi. Silniki wysokoprężne emitują jednak 5-krotnie więcej sadzy zadymiającej atmosferę. Przyjmuje się, że w Polsce typowy samochód osobowy przebiega rocznie średnio 10 tys. km, spalając przy tym 1 tys. kg benzyny, emisja substancji szkodliwych wydzielanych przez ten samochód będzie wynosiła: tlenków węgla – 328 kg, węglowodorów – 110 kg, tlenków azotu i siarki – 20 kg oraz sadzy – 2 kg.

Intensywny rozwój motoryzacji na świecie rozpoczęty w drugiej połowie XX w. spowodował więc poważne w skutkach zanieczyszczenie powietrza spalinami, szczególnie zaś w środowiskach miejskich i przemysłowych oraz wzdłuż przelotowych tras komunikacyjnych. Przykładowo w Stanach Zjednoczonych udział motoryzacji w emisji związków szkodliwych do atmosfery dochodzi do 60%, w Europie Zachodniej wynosi 35–45%, zaś w Polsce 15–25%, lokalnie zaś dochodzi nawet do 75%, m.in. w śródmieściu Warszawy i innych dużych miast.

Często się zdarza, że w niektórych miastach, zwłaszcza jesienią i zimą, przy bardzo dużej wilgotności powietrza, zanieczyszczenie atmosfery przybiera wygląd gęstej mgły nasyconej pyłem, spalinami i sadzą. Zjawisko to, noszące nazwę „smog” (*smoke* + *fog* – dym i mgła), występuje m.in. w Londynie, Nowym Jorku, Tokio i wielu innych miastach. Zjawisko smogu wywołuje u człowieka niekorzystne skutki zdrowotne. Ich skala rozciągać się może od podrażnienia błon śluzowych (oczu, nosa, gardła) czy obrzęków płuc aż po śmierć organizmu. Najtragiczniejsze, jak dotychczas, żniwo w postaci 4000 zgonów przyniósł smog w Londynie w 1952 r. W mieście tym po raz pierwszy zaobserwowano ten rodzaj smogu, stąd nazwa – „londyński”. Inną jego nazwą jest (ze względu na obecność w nim tlenków siarki) – „siarkowy”. Drugi rodzaj smogu (bez mgły i dymu), „fotochemiczny” lub „kalifornijski”, który po raz pierwszy zaobserwowano w Los Angeles (w Kalifornii) w 1926 r., powstaje w południe gorącego, słonecznego dnia w postaci lekkiej mgiełki, jako wynik działania promieni słonecznych na rozproszone w powietrzu tlenki azotu. Substancje te osiągają niebezpieczne stężenie w wielu miejscach, zwłaszcza tam, gdzie obserwuje się natężony ruch samochodowy i silne nasłonecznienie. W związku z tym coraz częściej smogiem kalifornijskim zagrożone są znane miejscowości uzdrowiskowe i wypoczynkowe, również w Polsce, np. w Kotlinie Kłodzkiej i w okolicach Zakopanego zaobserwowano ten rodzaj smogu.

Oprócz zanieczyszczenia atmosfery należy rozpatrywać również wielkość zużycia powietrza przez silniki spalinowe, ponieważ łączy się to z poważnym naruszeniem bilansu tlenu w atmosferze. Na przykład do spalania 1 kg benzyny w silniku gaźnikowym zużywa się aż 13,5 kg powietrza, tj. około 3 kg tlenu (18 m³). Z innych obliczeń wynika, że silnik samochodu średniolitrażowego spalającego 10 l paliwa na 100 km trasy z prędkością około 50 km/h zużywa w ciągu godziny około 55 kg (300 m³) powietrza, czyli 450 razy więcej w tym samym czasie niż człowiek (0,75 m³). Zużycie powietrza przez silnik jest tym

większe, im większa jest jego moc. I tak, przeciętny parowóz zużywa w ciągu godziny pracy około 32 t powietrza. Znacznie większe zużycie powietrza wykazują samoloty, np. w ciągu 3 min startu AN zużywa 4 t powietrza, IŁ 18 – 10 t, a IŁ 62 – aż 200 t. Z kolei odrzutowy samolot pasażerski typu Boeing 747 na trasie przelotu przez Atlantyk (z Nowego Jorku do Paryża) zużywa każdorazowo 35 t tlenu. Takiej ilości tlenu nie jest w stanie wyprodukować nawet 20-hektarowy las w ciągu roku. Zważywszy, że nad Ziemią krąży codziennie ponad 3 tys. takich maszyn, roczne zużycie tlenu przez nie wynosi – szacunkowo – około 40 mln t. Zdaniem ekspertów wprowadzenie do eksploatacji tak dużej liczby samolotów ponaddźwiękowych spowoduje również zmniejszenie przez spaliny lotnicze ilości ozonu, stanowiącego ochronną warstwę Ziemi przed promieniowaniem kosmicznym.

BIOSFERA

Niszczenie roślinności, zwłaszcza lasów, uwidacznia się przede wszystkim poprzez budowę dróg, głównie wielopasmowych arterii komunikacyjnych, i zanieczyszczenie powietrza. Prowadzi to do znacznych ubytków niektórych elementów szaty roślinnej. Również linie wysokiego napięcia wymagają szerokich przecinek leśnych, a transport rurociągowy – przekopywania tras różnej szerokości.

Ubytek terenów zadrzewionych łączy się również z modernizacją sieci drogowej, polegającą głównie na poszerzaniu jezdni, co prawie zawsze prowadzi do wycięcia z jednej lub z dwóch stron drogi drzew i krzewów. Szczególnie w miastach, w procesach udoskonalania sieci komunikacyjnej, z wielu ulic i placów zniknęły drzewa, krzewy i zieleń trawiasta (darniowa).

Innym niebezpieczeństwem, wynikającym wcześniej z trakcji parowej, ale także spalinowej w kolejnictwie, były częste pożary lasów.

Przecięcie kompleksu leśnego siecią dróg powoduje ponadto – oprócz całkowitego zniszczenia roślin na obszarze zajęтым przez drogę – odsłonięcie ścian drzewostanu na działanie wiatru, zakłócenia stosunków wodnych, zmniejszenie wilgotności przyległego do drogi terenu, zwiększenie nasłonecznienia, przerwanie powiązań ekologicznych ekosystemu i inne niekorzystne zjawiska. Z kolei toksyczne składniki spalin oraz pyły i sadze wywołują zaburzenia w naturalnych procesach fizjologicznych roślin. Oddziaływanie to ma charakter bezpośredni i prowadzi do zahamowania rozwoju lub nawet całkowitego zamierania drzew, krzewów i innych roślin. Szczególnie niebezpieczny dla roślin jest dwutlenek siarki (SO_2), który zakłóca proces fotosyntezy z powodu zdolności niszczenia chlorofilu. Tym samym gaz ten zakłóca przebieg podstawowych czynności życiowych roślin i stanowi poważne zagrożenie dla lasów i innych terenów zielonych. Równie niebezpieczne jest oddziaływanie tlenków azotu na rośliny, a także tlenku węgla oraz metali ciężkich (ołowiu). Niebezpieczne są ponadto pyły i sadze, które padając na liście, uniemożliwiają światłu słonecznemu i dwutlenkowi

węgla (CO₂) przenikanie do tkanki asymilacyjnej, osłabiając lub uniemożliwiając proces fotosyntezy.

Najbardziej niekorzystne warunki do swego rozwoju ma roślinność obszarów zurbanizowanych, której powierzchnia (zwłaszcza w centralnych strefach miejskich) systematycznie maleje. Wiadomo zaś, że tereny zieleni są jednym z głównych elementów w mieście, których funkcji i wartości nie można niczym zastąpić (oczyszczanie powietrza, wydzielanie tlenu, kształtowanie bioklimatu, wyciszanie hałasu, neutralizacja przykrych woni, produkcja bakteriobójczych fitoncydów, podniesienie wyglądu estetyczno-dekoracyjnego miasta).

Również zagrożenie zwierząt ze strony transportu przybiera na sile. Świat zwierzęcy zaś, obok roślinności, jest częścią składową przyrody (biosfery) i pełni w niej określone i niezastąpione funkcje. Zmniejszenie liczby osobników poszczególnych gatunków może więc doprowadzić do zachwiania równowagi biocenotycznej w środowisku. Dotyczy to również działalności transportowej, zwłaszcza motoryzacji, ponieważ ruch samochodowy nie jest obojętny dla fauny leśnej i polnej. Kompleksy leśne, które są przecinane siecią dróg kołowych i linii kolejowych, nie stanowią obecnie dobrych warunków bytowania dla zwierząt (utrudnianie poruszania się, śmierć zwierząt, a w konsekwencji ograniczanie ich liczebności).

Zagrożenie zwierząt ze strony transportu lądowego (motoryzacji i kolei) jest dwojakie: bezpośrednie i pośrednie. Zagrożenie bezpośrednie wynika głównie z zabijania ich przez pojazdy samochodowe i pociągi, następnie płoszenie spowodowane wzmagającym się hałasem w związku z dużym natężeniem ruchu transportowego, robotami drogowymi i innymi czynnościami oraz w wyniku skażenia powietrza atmosferycznego spalinami i pyłami. Pośrednio zwierzęta zagrożone są spożywaniem roślin skażonych spalinami, co powoduje, że są one niespokojne i tracą apetyt. Zdarza się, że w wyniku silnego zatrucia spożywanych roślin – giną.

Bardzo poważne jest zagrożenie zwierząt w środowisku morskim. W czasie awarii tankowca może dojść do całkowitego wyniszczenia fauny morskiej na dużych obszarach. W największych ilościach giną ryby, ponadto skorupiaki, mięczaki (ślímaki, małże, głowonogi), niektóre płazy, gady (np. żółwie morskie), ssaki morskie (foki, uchatki, morsy, wieloryby, delfiny), duża liczba ptaków morskich i wiele innych gromad i gatunków fauny. Na przykład w wyniku awarii zbiornikowca „Torrey Canyon” w wodach Kanału La Manche wyginęły 32 gatunki fauny morskiej. Z kolei awaria tankowca „Argo Merchant” spowodowała zniszczenie całego rybostanu na powierzchni 12 tys. km²; znajdujące się w sąsiedztwie katastrofy obfite łowisko Georges Bank praktycznie zostało wyłączone z eksploatacji. Duże spustoszenie w faunie morskiej spowodowała katastrofa tankowca „Exxon Valdez”. Ekolodzy oskarżają koncern Exxon o spowodowanie śmierci co najmniej 33 tys. ptaków morskich, prawie 1000 wydr,

30 fok i kilkanastu lwów morskich. Populacji rzadkiego gatunku orłów białogłowych na Alasce również groziła zagłada – znaleziono co najmniej 146 martwych ptaków. W statystyce tej nie uwzględniono jednak wyginięcia ogromnej ilości ryb. W skrajnych przypadkach zanieczyszczenia takie mogą spowodować całkowite wyniszczenie flory i fauny morskiej.

Oprócz ichtiofauny i innych organizmów morskich lustro ropy naftowej pozostającej na powierzchni wody zabija również – jak stwierdzono – dużą liczbę ptaków. Ropa naftowa powoduje sklejanie piór, w wyniku czego tylko na wodach Bałtyku ginie rocznie około 200 tys. ptaków. Największe ich martwe gromady można spotkać u wybrzeży skandynawskich. Na polskim wybrzeżu 80% znajdujących martwych ptaków również ma związek z zanieczyszczeniem wody ropą naftową i jej pochodnymi, czyli z tzw. zarazą olejową. Ptaki są też coraz bardziej zagrożone ze strony lotnictwa. Ocenia się, że co roku wskutek zderzenia z samolotami ginie wiele tysięcy ptaków różnych gatunków. Przykładowo 20% zderzeń zarejestrowanych w Kanadzie, a 50% w Stanach Zjednoczonych powodują mewy; drugie miejsce w tej statystyce zajmują wróble. Ginią również większe ptaki, np. dzikie gęsi i kaczki. Zagrożeniem dla ptaków jest także sieć linii napowietrznych do przesyłu energii elektrycznej.

KRAJOBRAZ

Infrastruktura transportowa należy do antropogenicznych form przekształcających w różnym stopniu krajobraz naturalny; zwłaszcza infrastruktura liniowa jest zjawiskiem najłatwiej dostrzeganym w krajobrazie każdego kraju lub regionu. Jeżeli na przykład droga górską (serpentyną) wkomponowana jest prawidłowo w otaczający pejzaż, może nawet wzbogacić walory krajobrazowe (fizjonomię) terenu. Najczęściej jednak drogi i inne urządzenia transportowe przeobrażają niekorzystnie (widokowo i estetycznie) dany obszar. Dotyczy to głównie zmian spowodowanych naruszeniem naturalnych form powierzchni ziemi, poprzez nasypy, wykopy i zrównania, jako czynności niezbędne do trasowania dróg komunikacyjnych, oraz wszelkie budowle inżynierskie (mosty, wiadukty, estakady). Na przykład na polskim odcinku autostrady A1 (Gdańsk–Gorzyce, około 560 km) powstaną aż 7562 obiekty inżynierskie, czyli średnio aż 13 obiektów na 1 km drogi. Zmieni to w istotny sposób najbliższe otoczenie autostrady, zwłaszcza naturalną rzeźbę.

Okazuje się, że nawet drogi gruntowe mogą zmieniać w dużym stopniu powierzchnię terenu i tym samym wpływać na zmiany krajobrazu. Na przykład na obszarze zachodniej krawędzi Wyżyny Lubelskiej na terenach lessowych i piaszczystych w wyniku małej odporności gruntu drogi wiejskie wcięły się w głąb podłoża na 1 do 3 metrów, tworząc parowy. W konsekwencji nastąpiła erozja zboczy i teren z płaskiego zmienił się w pocięty i falisty. Rozwojowi erozji sprzyja dodatkowo przebieg dróg w terenach pochyłych.

Duże zmiany w krajobrazie naturalnym powoduje również betonowanie i asfaltowanie dużych powierzchni, będących wcześniej w użytkowaniu rolniczym lub leśnym, na przykład dróg, składów, lotnisk, parkingów, placów.

Budowa sztucznych dróg wodnych (na przykład Kanału Panamskiego, Sueskiego, Kilońskiego, Bałtycko-Białomorskiego, Korynckiego, Wołga–Don, Moskwa–Wołga, Kanału Centralnego i innych) zmieniła tak istotnie krajobraz ziemi, że trasowanie ich nazywa się wprost „chirurgią kontynentalną”.

Napowietrzna sieć energetyczna wpływa też ujemnie na estetykę krajobrazu, powodując jego „zadrutowanie”; są to druty i kable oraz słupy je podtrzymujące, często o dużych, charakterystycznych kształtach. Jest to sieć bardzo gęsta, obliczono bowiem, że np. w Polsce na 1 km² przypada około 3 km linii energetycznych (niskich, średnich i wysokich napięć) i kilkadziesiąt słupów. Linie energetyczne powodują też ubytki niektórych partii lasów, ponieważ wymagają węższych lub szerszych przecinek (od kilku do kilkudziesięciu metrów). Z tego względu oraz dla uniknięcia awarii spowodowanych np. warunkami meteorologicznymi, jak to miało miejsce w wielu regionach kraju w czasie ostatniej zimy (styczeń 2010), przesył energii elektrycznej powinien się odbywać przy zastosowaniu kabli podziemnych.

Największe zmiany są dostrzegane w krajobrazie miejsko-przemysłowym, gdzie układy komunikacyjne są elementem dominującym w połączeniu z zabudową zwartą. Układy takie wyraźnie zmieniają charakter miasta. Rozwijające się ciągle urządzenia infrastrukturalne transportu będą w przyszłości coraz bardziej wpływać na zmiany krajobrazu naturalnego.

Trasowanie dróg i lokalizacja innych obiektów infrastrukturalnych są elementami obcymi w naturalnym krajobrazie i wpływają zasadniczo na jego przeobrażenia. Chodzi więc o to, żeby projektanci i wykonawcy tych inwestycji starali się zminimalizować utratę naturalnych wartości krajobrazowych, ze względów estetyczno-ekologicznych, społecznych i gospodarczych, np. turystycznych.

Osobnym zagadnieniem związanym z ogólną kulturą społeczeństwa, a raczej jej brakiem, jest zaśmiecanie krajobrazu przez coraz liczniejsze dzikie wysypiska wzdłuż szlaków drogowych i kolejowych. Wśród przydrożnych śmieci – pozostawianych głównie przez zmotoryzowanych uczestników dróg – spotyka się zużyte części samochodowe (np. opony), opakowania (po smarach, detergentach, olejach) oraz odpady po artykułach żywnościowych (papiery, butelki, pojemniki i inne).

ZUSAMMENFASSUNG

DIE NATURWISSENSCHAFTLICHEN UMWELT VON EINER
TRANSPORTMITTEL ZUGEFÜGTEN SCHÄDEN

In diesem Artikel wurden Umweltschäden insbesondere: Wasserschäden, Erdeschäden, Luftschäden, Landschaftschäden, Biosphärenschäden, dargestellt, die durch Transport hervorgerufen wurden. Die Statistiken zeigen, dass Transport – (im Vergleich zu anderen Menschentaetigkeiten) – die meisten Schäden der ganzen Umwelt verursacht.

Übersetzung Eugeniusz Mazur

LITERATURA

1. Lijewski T., *Geografia transportu Polski*, PWN, Warszawa 1986.
2. Mazur E., *Niektóre zagrożenia wynikające z działalności transportowej*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 495, Ekonomiczne Problemy Usług nr 18, *Ekonomia – Zarządzanie – Transport. Ujęcie systemowe*, Szczecin 2008.
3. Mazur E., *Rozwój terenochłonności transportu w Polsce w 60-leciu (1946–2006)*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 435, Ekonomiczne Problemy Usług nr 3, *Współczesne problemy badawcze ekonomiki transportu*, Szczecin 2006.
4. Mazur E., *Terenochłonność infrastruktury transportu w niektórych krajach Unii Europejskiej*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 443, *Problemy Transportu i Logistyki* nr 5, Szczecin 2006.
5. Mazur E., *Terenochłonność transportu. Na przykładzie wybranych krajów*, WN US, Szczecin 1999.
6. Mokrzyński H., *Zagrożenia transportowe a ochrona środowiska*. Wydawnictwo SGPiS, Warszawa 1980.