



# Najmniejszym kosztem środowiska

*Ingerencji w miejsca cenne przyrodniczo czasem nie da się uniknąć. Odnosi się to zwłaszcza do inwestycji liniowych: dróg i linii kolejowych. W takim przypadku stosuje się zasadę łagodzenia oddziaływania inwestycji na środowisko oraz rekompensowania strat w przyrodzie.*

**L**iniowy charakter inwestycji komunikacyjnych niesie największe ryzyko wystąpienia konfliktu między dwoma celami: rozwojem infrastruktury i ochroną środowiska. Skala tego przedsięwzięcia zmusza często do podjęcia wielu, i to w różnej formie, działań ograniczających negatywny wpływ na środowisko. Z tego powodu inwestycje komunikacyjne wydają się być najlepszym przykładem do obserwacji tego typu działań na tle pozostałych inwestycji infrastrukturalnych.

Już na etapie planowania obowiązkiem inwestora jest przeprowadzenie szczegółowych badań, pozwalających określić potencjalny stopień oddziaływania inwestycji na środowisko. Przedmiotem badań jest m.in.:

- ▲ bezpośredni i pośredni wpływ danego przedsięwzięcia na środowisko,
- ▲ wpływ na zdrowie oraz warunki życia ludzi,
- ▲ oddziaływanie na dobra materialne oraz zabytki.

Działania mogą przybrać dwojaką postać: działań minimalizujących, czyli ograniczających niekorzystny wpływ na środowisko, oraz tzw. kompensacji przyrodniczej, czyli przedsięwzięć rekompensujących straty w przyrodzie.

Mogą odnosić się do ochrony:

- ▲ wód i gleb,
- ▲ powietrza,
- ▲ przed hałasem,
- ▲ roślin, zwierząt, grzybów i siedlisk,
- ▲ krajobrazu.

## DZIAŁANIA MINIMALIZUJĄCE

### Ochrona wód i gleb

Ochrona wód polega przede wszystkim na unikaniu, eliminacji i ograniczaniu zanieczyszczenia wód substancjami szkodliwymi dla środowiska wodnego oraz zapobieganiu niekorzystnym zmianom naturalnych przepływów wody albo naturalnych poziomów wody. Głównymi zanieczyszczeniami mogącymi się dostać do wód i gleby są substancje niebezpieczne, w tym m.in. ropopochodne i metale ciężkie, które zawarte są w wodach spływających z dróg oraz miejsc postoju pojazdów i stacji benzynowych. Do jej odprowadzania stosuje się rowy, urządzenia ściekowe i kanalizację deszczową. Zanieczyszczenia spłukiwane z dróg trafiają do urządzeń retencyjnych, wśród których najczęściej spotykanymi są:

- ▲ zbiorniki retencyjno-infiltracyjne,
- ▲ zbiorniki infiltracyjne,
- ▲ rowy infiltracyjne,
- ▲ rowy trawiaste lub powierzchnie trawiaste,
- ▲ piaskowniki, osadniki, separatory substancji ropopochodnych.

Urządzenia retencyjne służą do gromadzenia spływu opadowego i stopniowego odprowadzania go do odbiornika, gdzie dochodzi do oddzielania zawieszin oraz substancji ropopochodnych. Do oczyszczenia spływu



opadowego z substancji ropopochodnych stosuje się separatory substancji olejowych, a z zawiesin tzw. osadniki. Separatory substancji olejowych najczęściej instalowane są w zagrożonych skażeniem rejonach środowiska wodnego, położonych wzdłuż tras komunikacyjnych. Stosowane są także przy węzłach drogowych, wiaduktach i mostach. Natomiast osadniki instaluje się dla zapewnienia redukcji zawiesiny. Jedną z odmian osadników są tzw. piaskowniki. Funkcję osadników mogą pełnić również zbiorniki retencyjne. Separatory i osadniki wykorzystują mechaniczne metody oczyszczania ścieków. Istnieją także przykłady wykorzystania metod biologicznych. Oczyszczalnie gruntowo-roślinne i wodno-roślinne wykorzystują naturalne procesy oczyszczania ścieków przy udziale roślin. Na odcinkach autostrad w Polsce zrealizowanych w latach 90. w niewielkim stopniu wykorzystuje się naturalne metody oczyszczania. Zastosowano tam głównie szczelne rowy odwadniające, piaskowniki, separatory substancji olejowych oraz zbiorniki (szczelne retencyjne, odparowujące, infiltracyjno-odparowujące). W ostatnim czasie w większym zakresie korzysta się z systemów oczyszczania ścieków, opartych przede wszystkim na metodach naturalnych (stosowanie rowów trawiastych, oczyszczalni hydrobotanicznych). Oczywiście tam, gdzie pozwalają na to warunki gruntowo-wodne. Dla dodatkowego wzmocnienia ochrony wód i gleb zakładane są wzdłuż dróg szybkiego ruchu i autostrad pasy zieleni ochronnej. Zwarte pasy zieleni o szerokości 8 – 26 m oraz wysokości co najmniej 8 m, składają się z odpowiednich gatunków drzew liściastych i iglastych między jezdniami oraz krzewów po zewnętrznej stronie drogi.

### Ochrona przed zanieczyszczeniem powietrza

O stopniu zanieczyszczenia powietrza decyduje emisja pyłów PM10 (pyły zawieszane, drobiny o wielkości 10 mikrometra i mniejsze) oraz tlenu azotu. Gaz ten do atmosfery dostaje się m.in. z rur wydechowych naszych samochodów. Trasy szybkiego ruchu są miejscami, w których może wystąpić większe stężenie tego gazu i w efekcie powodować zanieczyszczenie powietrza na obszarze jej przebiegu. W celu ochrony środowiska przed zanieczyszczeniem powietrza podejmuje się następujące działania:

- ▲ zakładanie pasów zieleni izolacyjnej,
- ▲ prowadzenie dróg na estakadach, wiaduktach, wysokich nasypach, co wpływa korzystnie na przewietrzenie terenów sąsiadujących z drogą,



- ▲ stosowanie osłon sztucznych i z zieleni,
- ▲ prowadzenie dróg w tunelach.

Uciążliwości wynikające z emisji spalin można skutecznie minimalizować przez nasadzenia pasów zieleni, stanowiących barierę w rozprzestrzenianiu zanieczyszczeń. Zieleń izolacyjna odgrywa również znaczącą rolę w poprawie mikroklimatu terenów zabudowanych. Zanieczyszczenia są skutecznie pochłaniane przez zwarte pasy zieleni, szerokości 10 – 20 m, z udziałem gatunków zimozielonych (pochłaniają one ponad 60 proc. pyłów). Prowadzenie dróg na estakadach, wiaduktach, wysokich nasypach wpływa korzystnie na przewietrzenie terenów sąsiadujących z drogą. Stosowanie osłon sztucznych i z zieleni oraz prowadzenie dróg w tunelach prowadzi do zminimalizowania efektu rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń na sąsiednie tereny.

### Ochrona przed hałasem

Prawo ochrony środowiska określa hałas jako dźwięki o częstotliwościach od 16 Hz do 16 000 Hz. Jednym ze źródeł hałasu w środowisku jest ruch drogowy. Ochrona przed hałasem drogowym dotyczy działań stosowanych zarówno w strefie emisji (generowania), jak i imisji (odbioru) hałasu. Działania w strefie emisji polegają na próbie eliminowania hałasu już u źródła jego powstawania. Natomiast działania w strefie imisji dotyczą stosowania odpowiednich środków ochrony odbiorcy hałasu.



W strefie emisji do podstawowych metod i sposobów ochrony przed hałasem drogowym zalicza się:

- ▲ działania związane z projektowaniem dróg i doborem materiałów,
- ▲ działania związane z organizacją ruchu,
- ▲ działania odnoszące się do pojazdów i kierowców.

Zastosowanie odpowiednich rozwiązań w zakresie lokalizacji, przekroju poprzecznego oraz nawierzchni dróg korzystnie wpływa na obniżenie poziomu hałasu. Ważnym

czynnikiem ograniczającym emisję hałasu jest lokalizacja drogi. Jej maksymalne odsunięcie od obszarów chronionych np. siedlisk zwierząt, osiedli mieszkaniowych oraz umieszczenie w wykopie, tunelu lub pod częściowym przykryciem znacząco obniża hałas.

Eliminacji głośności drogi służy także właściwy przekrój poprzeczny drogi. Im mniejsze pochylenie jezdni, tym dźwięki dochodzące z ulicy słabsze. Nie bez znaczenia pozostaje także liczba pasów jezdni, jej szerokość itp. Rodzaj i stan techniczny nawierzchni również może przyczynić się do zmniejszenia emisji hałasu. Znane są obecnie zastosowania tzw. cichych nawierzchni, które redukują poziom hałasu nawet do 5 dB. Jednak ze względu na wysoki koszt zakupu i eksploatacji nawierzchnie te stosuje się najczęściej w miastach oraz w miejscach narażonych na wzmożony hałas. W walce z hałasem mogą także sprzyjać działania organizujące ruch drogowy. Dzięki wprowadzeniu hierarchizacji dróg, wyłączeniu z ruchu niektórych kategorii pojazdów oraz ograniczeniom czasowym w ich poruszaniu, zyskuje się możliwość kształtowania ruchu, a w efekcie wpływania na poziom hałasu. Ograniczenia te dotyczą głównie pojazdów ciężkich i motocykli, jako najbardziej hałaśliwych. Na poziom hałasu wpływ ma także płynność oraz koncentracja ruchu. Ważne jest zachowanie płynności ruchu z najmniejszą liczbą zatrzymań oraz rozłożenie ruchu, np. przekierowanie ruchu na obwodnice i trasy średnicowe. Dla zachowania płynności ruchu wykorzystywane są także urządzenia techniczne, jak np. fotoradary, które zmuszając kierowców do wolniejszej jazdy, w konsekwencji wpływają na zmniejszenie hałasu. Ostatnia grupa działań, która wpływa na ograniczenie emisji hałasu, odnosi się do pojazdów i kierowców. Metody i środki nie są jednak bezpośrednio związane z działaniami wykonawców i zarządców dróg. Jakość samochodów i ich części, np. opon, nie pozostaje przecież bez wpływu na poziom hałasu. Rolą ustawodawcy jest wprowadzenie takich regulacji, by jakość pojazdów dopuszczanych do ruchu oraz styl jazdy nie powodowały niepotrzebnego hałasu.

W strefie imisji (odbioru dźwięków) do działań ochronnych przed hałasem stosuje się:

- ▲ ekrany akustyczne,
- ▲ wały ziemne,
- ▲ kombinację ekranu ziemnego z ekranem akustycznym i zielenią,
- ▲ pasy zieleni izolacyjnej.



Do wytłumienia hałasu najczęściej wykorzystywane są ekrany akustyczne. Głównie montowane są w formie pionowej ściany, która w zależności od zastosowanego materiału odbija lub pochłania fale akustyczne. Funkcje ekranu pełni także wał ziemny obsadzony roślinnością. Istnieje możliwość połączenia ekranu ziemnego z ekranem akustycznym, przez montaż tego ostatniego na szczycie wału.

Pasy zieleni izolacyjnej zaliczane są także do sposobów ochrony przed hałasem. Odgrywają one jednocześnie rolę filtra chroniącego powietrze przed zanieczyszczeniami oraz pyłem pochodzącym z dróg. W strefie imisji, w miastach istotną rolę odgrywa zabudowa niemieszkalna np. garaże, które oddzielają obie strefy.

### Ochrona roślin, zwierząt i grzybów

Źródłem zagrożenia dla świata przyrody jest nie tylko bezpośrednie, fizyczne oddziaływanie człowieka na florę i faunę, np. fragmentaryzacja zwartych kompleksów leśnych, ale także oddziaływanie będące skutkiem innego rodzaju aktywności związanej z realizacją inwestycji. Skażenie wód i gleby lub zanieczyszczenie powietrza wpływa również niekorzystnie na świat roślin, zwierząt i grzybów. Dlatego całość działań minimalizujących wpływ człowieka na środowisko podejmowanych w innych

obszarach powinna także uwzględniać potrzeby w zakresie ochrony przyrody.

W skrajnych przypadkach, gdy ingerencja człowieka powoduje trwałe szkody w środowisku, obowiązkowo należy przeprowadzić kompensację przyrodniczą, przywracającą równowagę w przyrodzie.

Zgodnie z ustawą o ochronie przyrody obowiązkiem wszystkich jest dbałość o przyrodę, która jest dziedzictwem i bogactwem narodowym. Ochrona przyrody to zachowanie, zrównoważone użytkowanie i odnawianie zasobów, tworów i składników przyrody, czyli m.in.:

- ▲ dziko występujących roślin, zwierząt i grzybów,
- ▲ roślin, zwierząt i grzybów objętych ochroną gatunkową,
- ▲ zwierząt prowadzących wędrowny tryb życia,
- ▲ siedlisk przyrodniczych,



- ▲ siedlisk zagrożonych wyginięciem, rzadkich i chronionych gatunków roślin, zwierząt i grzybów.

W ustawie Prawo ochrony środowiska ustawodawca przewidział działania w zakresie ochrony roślinności w powiązaniu z ochroną fauny. Zwierzęta i rośliny są nieodłącznymi elementami ekosystemu i dlatego działania te powinny uwzględniać potrzeby zarówno fauny, jak i flory. Ochrona roślin oraz zwierząt powinna polegać na:

- ▲ zachowaniu cennych ekosystemów, różnorodności biologicznej i utrzymaniu równowagi przyrodniczej,
- ▲ tworzeniu warunków prawidłowego rozwoju i optymalnego spełniania przez roślinność i zwierzęta funkcji biologicznej w środowisku,
- ▲ zapobieganiu lub ograniczaniu negatywnych oddziaływań na środowisko, które mogłyby niekorzystnie wpływać na zasoby oraz stan roślin i zwierząt,
- ▲ zapobieganiu zagrożeniom naturalnych kompleksów i tworów przyrody.

Jej realizacji służyć powinny następujące inicjatywy:

- ▲ obejmowanie ochroną obszarów i obiektów cennych przyrodniczo,
- ▲ ustanawianie ochrony gatunków roślin oraz zwierząt,
- ▲ ograniczanie możliwości pozyskiwania dziko występujących zwierząt oraz roślin,

- ▲ odtwarzanie populacji zwierząt i stanowisk roślin oraz zapewnianie reprodukcji dziko występujących zwierząt oraz roślin,
- ▲ zabezpieczanie lasów i zadrzewień przed zanieczyszczeniem i pożarami,
- ▲ ograniczanie możliwości wycinania drzew i krzewów oraz likwidacji terenów zieleni,
- ▲ zalesianie, zadrzewianie lub tworzenie skupień roślinności, zwłaszcza gdy przemawiają za tym potrzeby ochrony gleby, zwierząt, kształtowania klimatu oraz inne potrzeby związane z zapewnieniem różnorodności biologicznej, równowagi przyrodniczej i zaspokajania potrzeb rekreacyjno-wypoczynkowych ludzi.

Jedną z poważniejszych konsekwencji ekologicznych rozwoju infrastruktury drogowej jest uniemożliwienie swobodnego przemieszczania się zwierząt, czyli powstawanie zjawiska bariery ekologicznej. Jej pojawienie się powoduje podział jednorodnego obszaru życia zwierząt na mniejsze fragmenty, powodując m.in. izolację niektórych gatunków, ograniczenie lub zahamowanie migracji etc. Aby złagodzić ten negatywny wpływ inwestycji drogowych na korytarze migracyjne zwierząt, inwestorzy planujący przebieg trasy są zobowiązani do zaplanowania, a następnie wybudowania:

a) przejść dla zwierząt, w tym:

- ▲ przejść dolnych pod mostami i estakadami,
- ▲ tzw. zielonych mostów dla dużych i średnich ssaków,
- ▲ przepustów dla drobnych ssaków,
- ▲ przepustów dla płazów i gadów;

b) osłon antyolśnieniowych i ekranów akustycznych dla zwierząt.

Skuteczność przejść dla zwierząt zależy od wielu czynników, które należy uwzględnić na etapie projektowania, budowy i użytkowania drogi.

Najważniejsze z nich to:

- ▲ właściwa lokalizacja przejść,
- ▲ odpowiednie ich zagęszczenie,
- ▲ dobranie odpowiedniego typu i parametrów przejścia do sytuacji przestrzennej, ekologicznej oraz gatunków zwierząt, jakim przejście ma służyć,
- ▲ zróżnicowanie rodzajów przejść, tak by wszystkie gatunki o różnych wymaganiach mogły przekraczać drogę,
- ▲ odpowiednie zagospodarowanie terenu na najściach i dojsiach do przejść,
- ▲ utrzymanie obiektów,
- ▲ czas realizacji inwestycji.

Przykładem działań minimalizujących, ograniczających kolizję zwierząt z pociągami są specjalistyczne urządzenia do płoszenia zwierzyny. Odtwarzają one odgłosy zwierząt (ostrzegawczy krzyk sójki, ujadanie psów w nagonce, rzenie konia, kniazienie zająca), które są emitowane tuż przed przejazdem pociągu, sygnalizując zbliżające się zagrożenie. Dźwięki, które wysyłają urządzenia, tworzą tzw. atrapę bodźców kluczowych o najwyższym priorytecie w zakresie wyzwalania mechanizmów lękowych u zwierząt i każą im uciekać w obliczu nadciągającego niebezpieczeństwa. Urządzenia są montowane wzdłuż torów, zmniejszając do minimum straty w populacji zwierząt powodowane zderzeniem z szybko nadjeżdżającym pociągiem przy jednoczesnym braku ograniczeń w ich swobodnym przemieszczaniu się.

Źródłem zagrożenia dla przyrody jest nie tylko bezpośrednie oddziaływanie np. wycinka lasów czy zniszczenie łąk, ale także oddziaływanie pośrednie – skażenie wód i gleby lub zanieczyszczenie powietrza. Dlatego całość działań minimalizujących wpływ człowieka na środowisko podejmowanych w innych obszarach powinna także uwzględniać potrzeby w zakresie ochrony stanowisk roślin i zwierząt. W skrajnych przypadkach, gdy ingerencja człowieka powoduje trwale szkody w środowisku, obowiązkowo należy przeprowadzić kompensację przyrodniczą, przywracającą równowagę w przyrodzie.

## Kształtowanie krajobrazu

Przyjazne środowisku inwestycje uwzględniać muszą również ochronę krajobrazu. Drogę należy integrować z krajobrazem przez odpowiednie ukształtowanie trasy, dobór materiałów oraz zastosowanie zieleni. Celowi temu służy także tworzenie ciekawych miejsc widokowych oraz dbałość o zachowanie lokalnego charakteru krajobrazu. Projektowaniu inwestycji towarzyszyć powinna troska o to, by droga nie rozcinała ekosystemów i wspólnot ludzkich oraz miała minimalny wpływ na ukształtowanie terenu i wymagała jak najmniejszych robót ziemnych. Konieczne jest także wykazanie dbałości o estetykę drogi i obiektów jej towarzyszących. Wzięcie pod uwagę kryterium estetyki w projektowaniu oznacza, oprócz estetycznego projektowania samego obiektu, również uwzględnianie możliwości wykorzystania nowych elementów krajobrazu do poprawy orientacji kierowcy oraz atrakcyjności samej drogi.

## K O M P E N S A C J A

Kompensacja przyrodnicza to działania prowadzące do przywrócenia równowagi w przyrodzie na danym terenie, naprawy szkód dokonanych w środowisku oraz zachowania walorów krajobrazowych danego obszaru.



Działania te najczęściej przybierają formę robót budowlanych i ziemnych, rekultywację gleby, zalesianie, zadrzewianie lub tworzenie skupień roślinności. Tak sformułowana definicja kompensacji przyrodniczej oznacza, że za działanie kompensacyjne można uznać każdy przejaw ludzkiej aktywności, która służy wyrównywaniu szkód w przyrodzie na skutek ingerencji. Trudno wskazać przykłady wszystkich działań kompensacyjnych. Przybierają one różną postać w zależności od potrzeb. Dla zobrazowania pojęcia kompensacji najlepiej posłużyć się przykładami działań podejmowanymi w ramach konkretnej inwestycji. W ostatnich latach w najszerszym zakresie działania kompensacyjne realizowane były przy budowie autostrady A2. Działania kompensacyjne zostały podjęte m.in. w Dolinie Konińskiej i przewidywały odnowę obiegu wody, mającą na celu zlikwidowanie długotrwałych podtopień fragmentów doliny oraz zwiększenie wilgotności fragmentów doliny odciętych wałami przeciwpowodziowymi od wylewów Warty. W tym celu wykonany został system przepustów pod drogą i wałami, a rowy zostały udrożnione. Odtworzenie warunków wodnych zbliżonych do naturalnych pozytywnie wpływa na ptaki wodno-błotne, dla których starorzecza i rozlewiska są naturalnym miejscem gniazdowania. Wobec małej ilości dziuplastych drzew, przygotowano i zawieszono skrzynki

łęgowe dla ptaków. Skrzynki zostały rozwieszane na trzech fragmentach doliny Warty na drzewach. Zostały one oznakowane i w przyszłości planuje się monitorowanie zajmowania ich przez ptaki.

Ciekawym przykładem kompensacji są działania podejmowane na modernizowanych odcinkach linii kolejowych. Do najważniejszych z nich należy:

- a) wykonywanie zastawek w celu piętrzeń wód na rowach odwadniających i strumieniach, instalowanych w celu umożliwienia utrzymania odpowiednich warunków wilgotnościowych,
- b) wykonywanie renaturalizacji polegającej np. na zmeandrowaniu rzeki i stworzeniu sprzyjających warunków do występowania biotopów zwierząt i roślin wodnych,
- c) odtworzenie terenów podmokłych w celu ochrony siedliska błotniaka stawowego,
- d) nasadzenia krzewów w celu odtworzenia miejsc rozrodu gąsiorka i rozwoju barczatki kataks,
- e) odtworzenie lasu łęgowego,
- f) w tunelu kolejowym na linii Psary – Kraków w ramach modernizacji linii kolejowej Kraków – Kozłów – Psary jest planowana budowa schroniska dla nietoperzy.

