Dzika przyroda a komunikacja

Bjørn Iuell

Environmental Section, Road Development Department, Directorate of Public Roads, Norwegian Public Roads Administration; bjorn.iuell@vegvesen.no

Streszczenie. Fragmentację siedlisk przyrodniczych i ekosystemów na mniejsze i bardziej odizolowane części, uznaje się za jedno z najważniejszych zagrożeń dla ochrony różnorodności biologicznej. Podział siedlisk wynika głównie ze zmian w sposobie zagospodarowania gruntów, jednak jedną z ważniejszych przyczyn zagrożenia różnorodności biologicznej jest efekt bariery wywołany konstrukcją i użytkowaniem infrastruktury systemów transportowych.

W rozpoczętym w roku 1998 projekcie COST 341 *Habitat fragmentation due to transportation infrastructure* [Fragmentacja siedlisk spowodowana infrastrukturą transportową], zaangażowało się oficjalnie 16 państw. W jego ramach opublikowano *The European Review* [*Przegląd europejski*], dotyczący fragmentacji siedlisk na obszarze całej Europy w oparciu o raporty z poszczególnych krajów uczestniczących w projekcie. Projekt spotkał się z dużym odzewem w całej Europie, dzięki czemu przetestowano wiele różnorodnych rozwiązań problemu fragmentacji. Niemniej jednak, nadal istnieje potrzeba systematycznego podejścia, modernizacji istniejącej infrastruktury tam, gdzie jest to konieczne oraz zintegrowania zainteresowań fragmentacją w planowaniu nowej infrastruktury.

Najważniejszym produktem projektu COST 341 był podręcznik *Wildlife and traffic – A European handbook for identifying conflicts and designing solutions* [Dzika przyroda a komunikacja – Europejski podręcznik do identyfikacji konfliktów oraz projektowanie rozwiązań]. Jest to publikacja ukierunkowana na rozwiązania, oparta na wiedzy szerokiej rzeszy uczestników projektu oraz wielu specjalistów z całego świata. Udziela ona praktycznych wskazówek różnym wykonawcom zaangażowanym w planowanie, budowę lub utrzymanie infrastruktury transportowej, na temat tego jak unikać, minimalizować, łagodzić lub kompensować szkody spowodowane fragmentacją siedlisk.

Niniejsza publikacja przedstawia główne ustalenia przeglądu europejskiego oraz przybliża treść podręcznika.

Słowa kluczowe: podręcznik, infrastruktura, dzika przyroda, bariera, fragmentacja, siedlisko

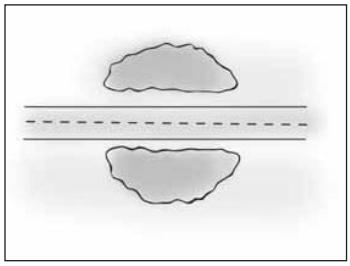
1. Wstęp

1.1. Problem

Do skutków budowy infrastruktury transportowej na dziką przyrodę należy wysoka śmiertelność zwierząt na drogach, degradacja i utrata siedlisk, zanieczyszczenia zmieniające mikroklimat i warunki hydrologiczne oraz zakłócenia spowodowane zwiększoną aktywnością ludzi na przylegających obszarach. Ponadto, drogi, koleje i szlaki wodne stwarzają bariery w przemieszczaniu się wielu zwierząt, bariery, które mogą izolować populacje i prowadzić do długotrwałych spadków ich liczebności.

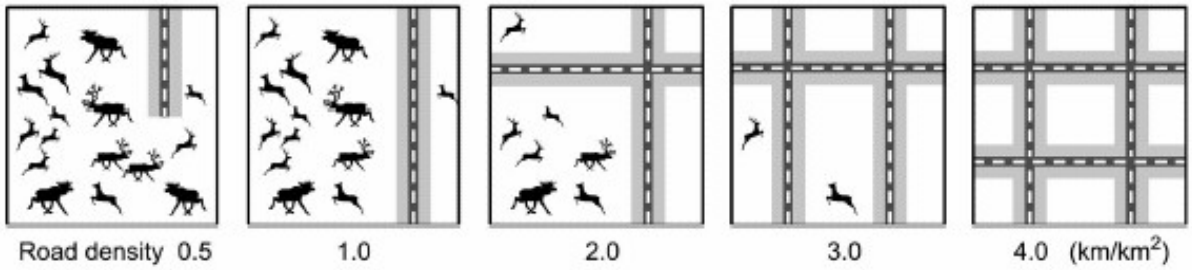
Fragmentację siedlisk przyrodniczych i ekosystemów na mniejsze i bardziej odizolowane płaty, uznaje się na całym świecie za jedno kluczowych zagrożeń dla ochrony różnorodności biologicznej. Fragmentacja siedlisk wynika głównie ze zmian w sposobie użytkowania gruntów. Budowa

i użytkowanie infrastruktury transportowej są jednymi z głównych czynników powodujących tę zmianę oraz tworzących bariery pomiędzy fragmentami siedlisk (rys. 1).



Rys. 1. Droga dzieląca siedlisko przyrodnicze na fragmenty

Wraz ze wzrostem gęstości sieci transportowych, ich wpływ na fragmentację zwiększa się (rys. 2). Stale rosnąca liczba wypadków śmiertelnych zwierząt na drogach i torach kolejowych jest dobrze udokumentowanym wskaźnikiem tego problemu. Z drugiej strony, bariery powodujące fragmentację siedlisk mają także efekt długofalowy, który trudno jest wykryć.



Rys. 2. Utrata i degradacja siedliska w wyniku wzrostu zagęszczenia dróg („road density")

Infrastruktura drogowa powoduje degradację lub utratę siedliska spowodowaną efektem zaburzenia (szare korytarze) oraz izolacją. Wraz z rosnącą gęstością infrastruktury, obszary nietkniętych siedlisk (białe) kurczą się i stają się niedostępne dla zwierząt. Resztki nadających się dla zwierząt siedlisk stają się ostatecznie zbyt małe i odizolowane, aby ochronić lokalne populacje przez wyginięciem. Krytyczny próg gęstości dróg jest właściwy dla danego gatunku, ale zależeć będzie również od cech krajobrazowych i infrastrukturalnych. Źródło: Trocme i in. (2003).

Łagodzenie tego niekorzystnego wpływu na dziką przyrodę, w celu uzyskania ekologicznie zrównoważonej infrastruktury transportowej wymaga podejścia holistycznego, które integruje zarówno społeczne jak i ekologiczne czynniki występujące w całym krajobrazie. Zatem, jednym z wyzwań stojących przed ekologami, planistami dróg i inżynierami jest opracowanie odpowiednich narzędzi do oceny, zapobiegania i łagodzenia wpływu infrastruktury. Zadaniem COST 341 Action było podjęcie problemów związanych z fragmentacją siedlisk spowodowaną infrastrukturą transportową. (COST to międzyrządowe ramy dla współpracy w dziedzinie badań naukowych i technicznych, pozwalające na koordynację finansowanych przez dane kraje badań na płaszczyźnie europejskiej. Działania w ramach COST Action obejmują badania podstawowe i wdrożeniowe oraz działania o charakterze użyteczności publicznej).

1.2. COST 341 Fragmentacja siedlisk spowodowana infrastrukturą transportową

W roku 1996, przedstawiciele blisko 20 krajów europejskich zaangażowanych w sieci Infra Eco Network Europe (IENE) podkreślili potrzebę współpracy i wymiany informacji w dziedzinie fragmentacji siedlisk spowodowanej infrastrukturą, na poziomie europejskim. IENE dostrzegła również potrzebę wsparcia tej współpracy przez rządy państw europejskich. Doprowadziło to do powstania projektu o nazwie COST 341 *Habitat fragmentation due to transportation infrastructure* [Fragmentacja siedlisk spowodowana infrastrukturą transportową], który rozpoczęto w roku 1998.

16 państw (Austria, Belgia, Cypr, Czechy, Dania, Francja, Węgry, Norwegia, Portugalia, Rumunia, Hiszpania, Szwecja, Szwajcaria, Holandia, Republika Irlandii, Wielka Brytania) oraz jedna organizacja pozarządowa [*The European Centre for Nature Conservation, ECNC*] uczestniczyły w tym przedsięwzięciu, podpisały porozumienie o współpracy i wymianie informacji [*Memorandum of Understanding*] oraz podjęły działalność.

COST 341 Action miało dwa główne cele. Po pierwsze, opracowanie najwyższej klasy raportu opisującego sytuację w Europie oraz główne wyzwania przyszłości. Po drugie, opracowanie podręcznika przedstawiającego wszystkie znane metody unikania, minimalizowania lub łagodzenia efektu bariery spowodowanego infrastrukturą transportową.

Narzędziem upowszechniania istniejącej wiedzy o fragmentacji siedlisk stała się utworzona baza danych on-line. *Baza danych COST 341* oferuje informacje o bieżących projektach i wynikach ich realizacji, dane o istniejącej literaturze oraz opis różnorodnych środków zaradczych. Dostęp do tej bazy jest możliwy przez stronę internetową IENE (www.iene.info).

2. Przegląd europejski

The European Review [Przegląd europejski] (Trocmé i in. 2003) opisuje stan wiedzy dla Europy i podkreśla wagę uwzględniania fragmentacji siedlisk na wszystkich etapach rozwoju sieci transportowej (planowanie, projektowanie, budowa i utrzymanie sieci). Przegląd opracowano na podstawie raportów krajów uczestniczących, z których większość została opublikowana oddzielnie w tychże krajach.

W całej Europie proces ograniczania wpływu fragmentacji siedlisk spowodowanej infrastrukturą transportową jest nadal w powijakach. Niemniej jednak, widać wyraźnie, że poczyniono postępy w radzeniu sobie z negatywnymi skutkami. Doświadczenie z gęsto zaludnionych i intensywnie rozwijających się krajów, takich jak na przykład Holandia, gdzie problem fragmentacji siedlisk rozpoznano już dawno, dostarcza cennej wiedzy. Wiele innych krajów europejskich opracowało już programy narodowe dotyczące badań wpływu infrastruktury na bioróżnorodność, których ustalenia muszą być wykorzystywane w planowaniu i opracowywaniu nowej infrastruktury. Nadal jednak jest wiele do zrobienia, zanim narzędzia ekologiczne zostaną w pełni przygotowane i wdrożone w planowanie infrastruktury transportowej.

Najważniejsze ustalenia

Fragmentację siedlisk uznano za jeden z głównych czynników pogarszania się bioróżnorodności w Europie, a zatem musi ona stać się ważnym przedmiotem zainteresowania społeczeństwa. Infrastrukturę transportową uznaje się często za główny czynnik fragmentacji. Ogólnie rzecz biorąc, gatunki egzystujące na dużych obszarach lub silnie zależne od szczególnego typu siedlisk ucierpią najbardziej w wyniku fragmentacji. Niestety są to dość często gatunki, które należy najbardziej chronić, np. dziki renifer w Norwegii, borsuk w Holandii lub ryś iberyjski w Hiszpanii.

Podsumowując doświadczenia krajów uczestniczących w COST 341, należy w przyszłości przyjąć następujące zasady i zalecenia jako wytyczne postępowania z problemem fragmentacji siedlisk przyrodniczych spowodowanej infrastrukturą transportową:

- Łączność siedlisk jest żywotną cechą krajobrazu, szczególnie ważną dla utrzymania ruchu zwierząt. Musi ona być strategicznym celem polityki ochrony środowiska w sektorze transportowym, natomiast planowanie infrastruktury powinno skupiać się na skali krajobrazowej.
- Europejskie i narodowe prawo o ochronie środowiska musi zostać zintegrowane w procesie planowania na możliwie najwcześniejszym etapie. Tylko podejście interdyscyplinarne, obejmujące planistów, ekonomistów, inżynierów, ekologów, architektów krajobrazu, itd., może zapewnić wszystkie narzędzia konieczne do skutecznego rozwiązania problemu

fragmentacji. Te różne podejścia należy zintegrować na wszystkich poziomach sieci transportowej.

- Z powodu złożoności i szerokiego charakteru problemu, stała wymiana wiedzy pomiędzy krajami jest sprawą zasadniczej wagi. Systematyczne i jednolite podejście do gromadzenia informacji na temat technik i środków łagodzenia problemu jest konieczne, jeśli chcemy porównywać dane statystyczne pomiędzy krajami.
- Efekt zakłócania wywoływanego przez infrastrukturę należy zbadać w szerszym aspekcie i trzeba go łagodzić tak, aby zminimalizować degradację siedlisk przylegających do infrastruktury.
- Środki zaradcze, takie jak przejścia dolne i górne dla fauny, okazują się bardzo skuteczne. Jednak łagodzenie niekorzystnego wpływu nie może się koncentrować wyłącznie na tych bardziej widocznych przejściach dla dużych zwierząt. Wiele można zrobić, i to przy stosunkowo niewielkich kosztach, w celu zwiększenia przepuszczalności istniejącej i przyszłej infrastruktury poprzez przystosowanie struktur inżynieryjnych do dzikiej przyrody.
- Programy monitorujące, mające na celu ustalenie skuteczności środków zaradczych są kluczowo ważne i muszą zostać znormalizowane. Koszt programów monitorujących należy włączyć w ogólny budżet nowych projektów infrastruktury.
- Fragmentacja siedlisk przyrodniczych przez infrastrukturę transportową jest problemem, którego nie sposób rozwiązać bez jego zrozumienia na poziomie politycznym, bez koordynacji interdyscyplinarnej i współpracy na poziomie naukowym i technicznym. Sprawą kluczową w zapewnieniu sukcesu wybranych rozwiązań jest również zaangażowanie społeczeństwa.

3. Podręcznik

Głównym tematem podręcznika *Wildlife and Traffic – a European handbook for identifying conflicts and designing solutions* [Dzika przyroda a komunikacja – Europejski podręcznik do identyfikacji konfliktów i projektowania rozwiązań] (Iuell i in. 2003) jest ograniczanie barier ekologicznych i efektu fragmentacji spowodowanej infrastrukturą transportową. Najważniejszymi adresatami podręcznika są osoby zaangażowane w planowanie, projektowanie, budowę i utrzymanie infrastruktury, jak również osoby odpowiedzialne za podejmowanie decyzji na poziomie krajowym, regionalnym i lokalnym.

Efekty bariery i fragmentacji powodowane infrastrukturą można zminimalizować na kilku etapach jej opracowywania i użytkowania, a nawet można ich uniknąć, jeśli zostaną wzięte pod uwagę na wczesnym etapie planowania. Podręcznik prowadzi czytelnika rozdział po rozdziale przez różne fazy, od pierwszych kroków planowania strategicznego, poprzez integrację dróg w krajobrazie, wykorzystanie środków łagodzących, takich jak przejścia górne i dolne dla różnych zwierząt, mniej znaną dziedzinę środków kompensacyjnych, aż do wykorzystania różnych metod monitorowania oceny wybranych rozwiązań.

3.1. Drogi, koleje i szlaki wodne

Jak wskazuje tytuł podręcznika, rozwiązania i środki łagodzące w nim opisane proponowane są dla różnych rodzajów systemów transportowych, nie tylko dla dróg kołowych. Koleje mogą mieć również duży wpływ na przyrodę i mogą tworzyć bariery, mimo tego, że sieci kolejowe i ruch na nich są dużo rzadsze niż w przypadku dróg kołowych. W kilku krajach europejskich istnieje olbrzymia sieć dróg wodnych wykorzystywanych w celach transportowych, obejmujących naturalne rzeki oraz kanały zbudowane ręką ludzką. Te również mogą stanowić bariery dla dzikiej przyrody. Niemniej jednak to sieć drogowa i ruch kołowy wywierają największy wpływ na dziką przyrodę,

stąd też większość przykładów i środków opisanych w podręczniku odnosi się do tego typu dróg. Tym niemniej, wiele z tych środków z równym powodzeniem można zastosować także do ograniczania wpływu kolei.

3.2. Nowe i istniejące sieci

Chociaż fragmentację siedlisk coraz częściej bierze się pod uwagę przy planowaniu nowej infrastruktury, nadal pozostają fragmenty dróg i linii kolejowych, gdzie środki łagodzące są pilnie potrzebne. Potrzeba ta rośnie często wraz z budową nowej infrastruktury, która może powodować zmianę wpływu ekologicznego już istniejącej infrastruktury. Przy projektowaniu środków zapobiegających fragmentacji siedlisk należy zatem skupiać się na wpływie sieci dróg jako całości. W kilku krajach europejskich ustanowiono programy defragmentacyjne, z myślą o przywróceniu struktury ekologicznej na poziomie kraju lub regionu.

3.3. Podejście europejskie

Podręcznik opracowano uwzględniając wiele różnych okoliczności, spotykanych w całej Europie. Między poszczególnymi państwami istnieją poważne różnice w rozwoju infrastruktury transportowej na poziomie lokalnym, regionalnym i krajowym, wynikające z kontekstu kulturowego, politycznego i naukowego. Rozwiązanie, które sprawdziło się w jednym kraju może nie być już tak skuteczne lub odpowiednie w innym kraju. Tym samym jednym z najpoważniejszych wyzwań przy tworzeniu podręcznika było uporanie się z wszystkimi tymi różnicami.

Łagodzenie fragmentacji siedlisk spowodowanej infrastrukturą transportową jest stosunkowo nową dziedziną wiedzy, łączącą inżynierię i ekologię. Sposób, w jaki infrastruktura jest umieszczona w krajobrazie może mieć bardzo duże znaczenie dla dzikiej przyrody. Podręcznik opisuje różne aspekty, które należy rozważyć w planowaniu korytarzy transportowych jak i zintegrowaniu infrastruktury z krajobrazem. Nacisk jest kładziony na budowę przejść dla zwierząt, takich jak przejścia górne i dolne, rury, przepusty i mosty dla poszczególnych gatunków.

Projekty przejść dla zwierząt i innych środków łagodzących różnią się między krajami, po części z powodu różnych tradycji, ale również z powodu różnych kontekstów fizycznych i ekologicznych. W wyniku tego, istnieje kilka ogólnych standardów formalnych dla konstrukcji, budowy i utrzymania środków łagodzących w Europie. Do dnia dzisiejszego przeprowadzono niewielką liczbę ocen środków łagodzących i konieczna jest dalsza praca, która obejmuje badanie skutków zastosowania tych środków na poziomie populacji zwierząt. Na podstawie doświadczenia i oceny alternatywnych konstrukcji, projekty można ulepszać i ewentualnie formułować nowe standardy. Do ich opracowania konieczna jest stała wymiana wiedzy i doświadczeń w całej Europie i poza nią.

Na tym tle należy podkreślić, że nie ma idealnych (stuprocentowych) rozwiązań. Porady zawarte w prezentowanym podręczniku oparte są na zgromadzonym doświadczeniu specjalistów uczestniczących w jego przygotowaniu oraz wyników projektów realizowanych na całym świecie. Skorzystanie z nich wymaga adaptacji i dostosowania przedstawionych w podręczniku propozycji do kontekstu geograficznego, jak również do szczególnych potrzeb i możliwości danej lokalizacji. Tym samym, podręcznik nie zastępuje porad lokalnych specjalistów, tzn. ekologów, planistów i inżynierów, i należy z niego korzystać w połączeniu z ich wiedzą.

4. Rozwiązania zintegrowane

Efekty bariery i fragmentacji spowodowane infrastrukturą drogową można wyeliminować lub zminimalizować na różne sposoby i na kilku etapach jej rozbudowy i użytkowania. Jeśli „odpowiednie decyzje” zostaną podjęte na wczesnym etapie planowania, problemów fragmentacji można całkowicie uniknąć. Efekt bariery można ograniczyć poprzez zintegrowanie infrastruktury z otaczającym ją krajobrazem lub poprzez budowę bezpiecznych i sprawnych punktów przejścia dla

dzikich zwierząt. Ponadto, w trakcie użytkowania i utrzymania istniejącej infrastruktury należy skupiać się na tym jak ograniczać efekt bariery ze strony infrastruktury i na tym w jaki sposób można defragmentować krajobraz.

Najbardziej praktyczne podejście promowane przez podręcznik przy planowaniu nowej i ulepszaniu istniejącej infrastruktury transportowej przyjmuje następujące zasady postępowania w przypadku zagrożenia fragmentacją siedlisk:

1. unikanie > 2. minimalizowanie > 3. łagodzenie > 4. kompensacja

Podstawową filozofią unikania negatywnych skutków fragmentacji siedlisk jest zasada „lepiej zapobiegać niż leczyć". W przypadku, gdy uniknięcie tych skutków jest niemożliwe lub nierealne, należy opracować środki łagodzące, które będą integralną częścią projektu budowlanego. W przypadku, gdy środki łagodzące są niewystarczające lub oddziaływanie nadal jest znaczące, należy w ostateczności rozważyć wprowadzenie środków kompensujących.

W systemie tym należy odpowiedzieć sobie na dwa kluczowe pytania: kiedy konieczne są środki łagodzące i jakie są kryteria osiągnięcia sukcesu. Podejście to zmusza planistów infrastruktury do spojrzenia poza zwyczajowe ramy korytarza transportowego i do zbadania rozwoju całej sieci infrastruktury oraz szerzej pojętego wykorzystania gruntu, w tym strategii planowania przestrzennego na poziomie kraju i na poziomie międzynarodowym. Środki podjęte w ramach korytarza infrastruktury komunikacyjnej muszą uwzględniać użytkowanie terenów przyległych, a także planowany rozwój, jako że mogą one znacząco ograniczać efektywność wszelkich środków łagodzących i kompensujących.

Znalezienie zintegrowanych rozwiązań w planowaniu dróg wymaga wiedzy dotyczącej tego jak należy planować szlaki dróg transportowych w celu zminimalizowania ich oddziaływania w ramach ograniczeń kosztowych i inżynieryjnych. Ocena nowej infrastruktury będzie się coraz bardziej koncentrować na zintegrowanych rozwiązaniach zmierzających do opracowania trasy i konstrukcji, które będą mieć jak najmniejszy wpływ i jak największą korzyść dla jak największej liczby zainteresowanych. Proces integracji jest szczególnie trudny na obszarach, na których konkurencja o przestrzeń jest bardzo duża, takich jak wąskie doliny, rejony nadbrzeżne, itd. Obszary takie, już obecnie poddane naciskowi ze strony budownictwa mieszkaniowego, rolnictwa i melioracji, są podzielone liniowo na pasy przez drogi kołowe i kolejowe, ze szkodą dla większości zainteresowanych stron.

5. Narzędzia planistyczne

O minimalizacji fragmentacji siedlisk należy pamiętać zarówno na etapie planowania nowej infrastruktury jak i planowania modernizacji już istniejącej infrastruktury. Poprzez przeprowadzanie Strategicznych Ocen Środowiskowych [Strategic Environmental Assessments – SEA] w odniesieniu do programów oraz Ocen Oddziaływania na Środowisko [Environmental Impact Assessments – EIA] w odniesieniu do projektów, zapewnione jest ujęcie kwestii środowiskowych już na bardzo wczesnym etapie. Ogólnym celem SEA i EIA jest określenie potencjalnego wpływu planów i projektów zanim zostanie podjęta decyzja o ich wdrożeniu.

Problemy fragmentacji w odniesieniu do już istniejącej infrastruktury są nieco inne. W przypadku większości istniejącej infrastruktury, środki łagodzące mogły nie być brane pod uwagę w momencie planowania i projektowania. W takiej sytuacji fragmentacja spowodowana istniejącą infrastrukturą najprawdopodobniej już wpłynęła na dany obszar, a inne źródła fragmentacji, niedostrzeżone w momencie badania, mogły się również pojawić. Badania wpływu na środowisko, które mogły zostać pierwotnie wykonane, mogą być już przestarzałe, dlatego konieczna jest nowa ocena.

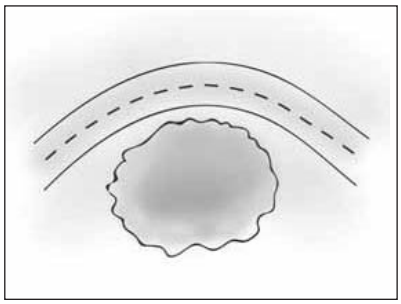
W omawianym podręczniku podkreślono również, że sprawą kluczową dla sensownego poznania problemów fragmentacji jest zdefiniowanie obszaru badania. W wielu przypadkach konieczna jest ocena potencjalnego wpływu w kontekście regionalnym. Podręcznik opisuje ponadto różne dane i metody, które można wykorzystywać w procesie planowania, a także jak definiować punkty sporne pomiędzy infrastrukturą ekologiczną i infrastrukturą zbudowaną przez człowieka w celach transportowych.

6. Przystosowanie do otaczającego krajobrazu

Możliwość minimalizacji efektu bariery, a tym samym fragmentacji istnieje nawet wtedy, gdy zostanie już podjęta decyzja o budowie nowych autostrad, linii kolejowych lub dróg wodnych. Polega ona na dostosowaniu infrastruktury do przylegającego do niej krajobrazu oraz wymagań ekologicznych.

Budowa nowej infrastruktury może wpływać na bioróżnorodność na wiele różnych sposobów:

- utrata siedlisk i fragmentacja siedlisk przyrodniczych
- zmiana poziomu zwierciadła wód podziemnych oraz wzorców i systemów melioracji
- bariera fizyczna i zakłócenie wizualne spowodowane samą infrastrukturą, rozległymi robotami ziemnymi, nasypami przecinającymi doliny i niżej położone tereny, przecięciami dzielącymi siedliska oraz węzłami komunikacyjnymi, które tworzą „pułapki dla dziko żyjących zwierząt".



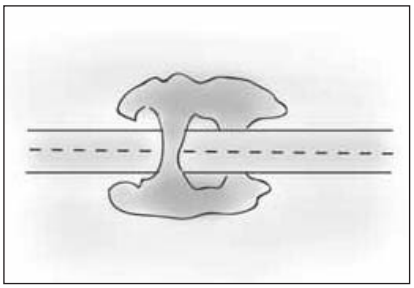
Rys. 3. Unikanie fragmentacji poprzez zmianę przebiegu drogi

Dobre zaplanowanie przebiegu drogi oraz rozsądny projekt można wykorzystać do zminimalizowania wielkości tego wpływu. Podręcznik daje szczegółowe rady dotyczące tego, w jaki sposób należy:

- wybrać trasę, która minimalizuje straty siedliskowe, unika miejsc podlegających ochronie, a także – o ile to możliwe – chroni zasoby nieodnawialne (np. bardzo stare lasy) oraz dąży do utrzymania łączności siedlisk poprzez wykorzystanie struktur, które „przenoszą krajobraz nad infrastrukturą" lub pozwalają na „przepływ krajobrazu pod infrastrukturą" (rys. 3);
- projektować profile, które odzwierciedlają lokalną topografię;
- osiągać najbardziej zrównoważone wykorzystanie materiału wydobywanego, tj. tworzyć równowagę między materiałem wydobytym i wprowadzonym oraz minimalizować potrzeby wywozu materiału poza miejsce budowy;
- zapewnić, że nowa forma terenu i struktura gleby będą umożliwiały efektywne zagospodarowanie zielenią i/lub odtworzenie odpowiedniego użytkowania;
- zaprojektować roślinność (w sensie wzorca i składu gatunkowego), w taki sposób, by była ona zgodna z przylegającym do autostrady krajobrazem – renaturyzacja roślinności;
- odnawiać wcześniej istniejące granice pól, lasów, wrzosowisk, itd.

7. Środki łagodzące

Najobszerniejszy rozdział podręcznika opisuje poszczególne środki techniczne mające na celu łagodzenie negatywnych skutków istnienia infrastruktury transportowej (rys. 4). Obejmuje on mosty krajobrazowe, przejścia górne i dolne dla zwierząt, przepusty i rury dla gatunków wodnych i kilka środków mających na celu ograniczenie śmiertelności zwierząt w wyniku wypadków. Dla każdego środka podany jest ogólny opis, ważna informacja dotycząca konstrukcji oraz punkty, na które należy zwrócić szczególną uwagę przy danym środku łagodzącym. Specyfikacje techniczne, takie jak materiał, którego należy użyć oraz szczegółowe dane projektu technicznego zostały tam przedstawione, jeśli są one ważne dla zapewnienia funkcjonowania danego środka.



Rys. 4. Łagodzenie skutków fragmentacji

Niektóre środki łagodzące zbadano szczegółowo i zgromadzono na ich temat duże doświadczenie, inne są nowe i nadal znajdują się w fazie opracowywania i testów. Ilość informacji przedstawionych dla każdego środka łagodzącego odzwierciedla te różnice, tym niemniej przedstawiono najlepsze praktyki zgodne z aktualną wiedzą i doświadczeniem. Oznacza to, że niektóre zalecenia mogą się różnić od tych zawartych w istniejących podręcznikach, szczególnie tych starszych. W pewnych przypadkach zalecenia w danym kraju mogą różnić się od zaleceń przedstawionych w podręczniku, ponieważ biorą one pod uwagę kwestie regionalne, takie jak specyfika klimatu lub siedliska.

Część spośród środków nadal szeroko stosowanych, okazała się nieskuteczna. W podręczniku wspomniano o nich tylko, jednak nie podano szczegółów konstrukcyjnych, ponieważ nie zaleca się ich wykorzystywania w przyszłych programach.

7.1. Przejścia dla zwierząt jako część ogólnej koncepcji przepuszczalności krajobrazu

Przejścia dla zwierząt oraz inne budowle przystosowane do zwiększenia częstotliwości przekraczania infrastruktury transportowej przez zwierzęta nie mogą być nigdy rozważane w oderwaniu od całości. Są one częścią ogólnej „koncepcji przepuszczalności", która ma na celu utrzymanie koniecznego kontaktu w ramach i pomiędzy populacjami zwierząt. Koncepcja ta podkreśla łączność pomiędzy siedliskami przynajmniej na skalę regionalną i bierze pod uwagę nie tylko infrastrukturę transportową, ale również rozlokowanie siedlisk i innych potencjalnych barier, takich jak obszary zabudowane. Przejścia dla fauny można uważać za małe, lecz ważne elementy służące łączeniu siedlisk, polegającym na zwiększaniu ruchu zwierząt poprzez infrastrukturę transportową.

Na bardziej szczegółowym poziomie, koncepcję przepuszczlności można zastosować dla konkretnego projektu drogowego lub kolejowego. Wszystkie elementy łączące, takie jak tunele, wiadukty lub podwyższenia dróg, przejazdy przez strumienie i rzeki, przepusty i przejścia zaprojektowane specjalnie dla zwierząt powinny być zintegrowane w takiej koncepcji. Także tutaj głównym celem musi być utrzymanie przepuszczalności infrastruktury transportowej dla dziko żyjących zwierząt, w celu zapewnienia łączności siedlisk w dużej skali.

Środki łagodzące, a w szczególności przejścia dla zwierząt, są konieczne, jeśli:

- infrastruktura transportowa dzieli ważne obszary siedlisk lub tworzy bariery dla migracji zwierząt;
- droga lub linia kolejowa powoduje znaczne zniszczenia lub utratę szczególnych siedlisk, zgrupowań lub gatunków;
- droga lub linia kolejowa wpływa na gatunki szczególnie wrażliwe na bariery i śmiertelność w wyniku kolizji z pojazdami;
- ogólna przepuszczalność krajobrazu, tj. połączenie pomiędzy siedliskami na rozleglejszym terenie jest znacznie ograniczona wskutek rozwoju infrastruktury;
- droga lub linia kolejowa jest ogrodzona na swojej długości.

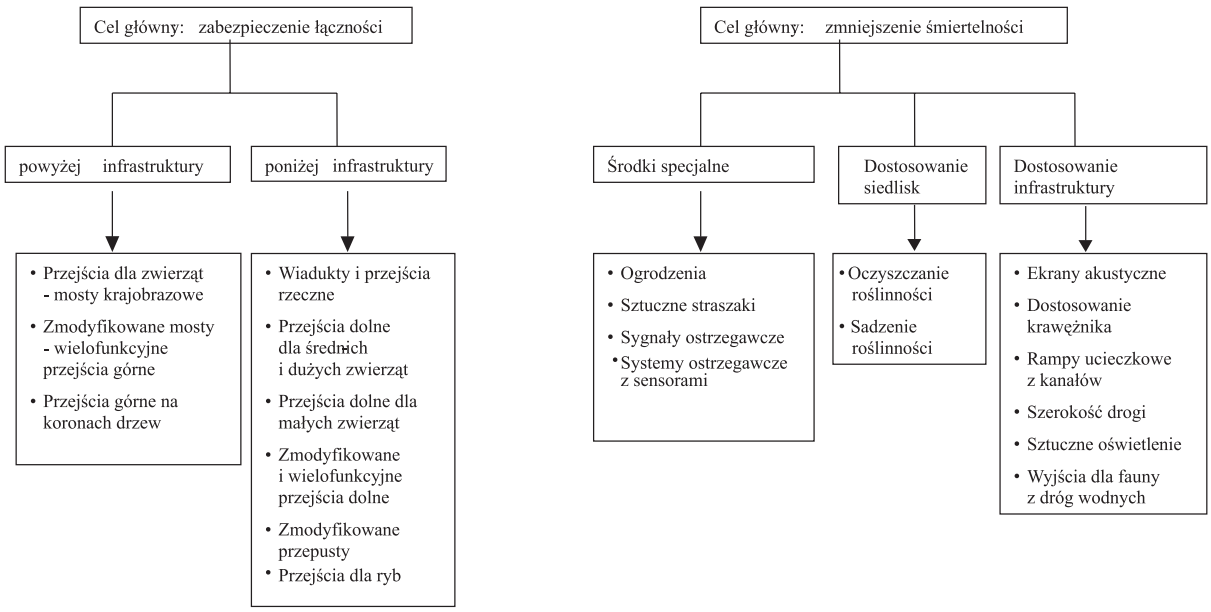
Typ środka, który należy zastosować, lokalizacja, liczba środków łagodzących i to jak można uczynić je skutecznymi, są kwestiami, które należy rozwiązać w każdym konkretnym projekcie.

7.2. Wybór odpowiednich środków

Przejścia dla zwierząt oraz modyfikacja infrastruktury, która zwiększa możliwość bezpiecznego ruchu zwierząt, są najważniejszymi środkami łagodzenia skutków fragmentacji siedlisk na poziomie konkretnej infrastruktury (rys. 5). Wybór najodpowiedniejszego typu przejścia dla zwierząt wymaga wzięcia pod uwagę krajobrazu, siedlisk oraz gatunków, które chcemy chronić. Wagę siedlisk i gatunków należy oceniać z perspektywy lokalnej, regionalnej, krajowej i międzynarodowej w ramach oceny oddziaływania na środowisko. Ogólnie rzecz biorąc, im łączność siedlisk jest ważniejsza dla danych zwierząt, tym lepiej opracowane muszą być środki łagodzące. Tym samym, tam gdzie korytarz wagi międzynarodowej dla przemieszczania się dużych ssaków zostaje przecięty przez infrastrukturę i nie sposób tego uniknąć, jedynym środkiem, który może pomóc w utrzymaniu funkcjonalnej łączności może być wielki most krajobrazowy. Z drugiej strony, mały przepust może wystarczyć do utrzymania korytarza migracyjnego dla lokalnie ważnej populacji płazów. W praktyce jednak rzadko wystarcza jeden środek, aby skutecznie łagodzić skutki fragmentacji siedlisk. Zamiast tego, wymagany jest pakiet zintegrowanych rozwiązań, które podejmują problem w konkretnych miejscach i dla całej infrastruktury. Połączenie różnych rozwiązań odpowiednich dla wielu grup zwierząt będzie często najlepszym rozwiązaniem.

Konieczne jest wyraźne określenie celu zastosowanych środków od samego początku. Cel „utrzymanie łączności siedlisk" może być zbyt ogólny, gdyż oznacza on różne rzeczy w różnych kontekstach i trudno go kwantyfikować. Jest to kluczowe zarówno dla wyboru środków, liczby środków i ich lokalizacji, jak również dla oceny skuteczności środków po ich zastosowaniu.

Typy środków łagodzących



Rys. 5. Różne typy środków łagodzących skutki fragmentacji siedlisk

7.3. Zagęszczenie przejść

Gęstość przejść dla zwierząt wymagana do skutecznego utrzymania łączności pomiędzy siedliskami jest ważną decyzją przy planowaniu środków łagodzących. Decyzja o wymaganej liczbie i typie środków będzie zależeć od gatunków, które mają być chronione oraz rozmieszczenia typów siedlisk na danym obszarze (rys. 6). W pewnych przypadkach, jedno lub kilka szerokich przejść będą odpowiednim rozwiązaniem, podczas gdy w innych sytuacjach lepsze będą rozwiązania polegające na wprowadzeniu większej liczby środków łagodzących o mniejszych rozmiarach. Dodatkowym argumentem przemawiającym za budową kilku przejść jest „rozłożenie ryzyka" w przypadku, gdy przejście nie jest wykorzystywane zgodnie z przewidywaniami.

Rys. 6. Przykłady ograniczania skutków fragmentacji

Typ środka, który należy zastosować, lokalizacja, liczba środków i to jak można uczynić je skutecznymi, są kwestiami, które należy rozwiązać w każdym konkretnym projekcie. (Fotografie z podręcznika COST 341)

Przy określaniu liczby przejść, wszelkie możliwości przekroczenia przez zwierzęta infrastruktury muszą być brane pod uwagę, w tym takie, które mogą już w danej chwili być dostępne, np. to, że droga wiedzie przez tunel.

Ogólnie rzecz biorąc, gęstość przejść powinna być wyższa na terenach naturalnych, np. w lasach, na mokradłach i na obszarach tradycyjnie rolniczych, niż na terenach gęsto zabudowanych i intensywnie użytkowanych rolniczo. Jednak na obszarach, na których istnieje wiele sztucznych barier, jakie tworzy infrastruktura transportowa lub na obszarach zabudowanych, przejścia dla zwierząt mogą być istotne dla zachowania ogólnej przepuszczalności krajobrazu. W takich przypadkach mogą one być zintegrowane ze wszystkimi pozostałymi otwartymi korytarzami.

7.4. Lokalizacja przejść

Lokalizację przejść należy ustalić na podstawie rzetelnej wiedzy o wędrówkach zwierząt oraz o rozmieszczeniu ważnych siedlisk. Gdy ustalone zostaną trasy wędrówek zwierząt, przejścia należy zbudować tak blisko nich jak to jest możliwe. W wielu przypadkach topografia i struktura krajobrazu mogą się okazać pomocne w zidentyfikowaniu prawdopodobnych tras migracji, na przykład takie elementy jak dna dolin, strumienie, pasy zarośli i nieprzerwane tereny leśne. W przypadku, gdy celem budowy przejścia jest połączenie konkretnych typów siedlisk, musi ono zapewniać łączność z odpowiednim siedliskiem po obu stronach planowanej infrastruktury. Przy lokalizacji przejść powinny być również brane pod uwagę inne bariery istniejące w otaczającym krajobrazie, a także należy zagwarantować dostęp do przejść w przyszłości.

Zapewnienie, aby przejścia były budowane we wszystkich znanych „punktach konfliktu" musi być pierwszym krokiem przy lokalizowaniu przejść. Jeśli w wyniku tego zaprojektowana gęstość przejść uważana jest za zbyt niską, aby utworzyć konieczny poziom przepuszczalności infrastruktury na konkretnym obszarze, należy znaleźć dodatkowe lokalizacje.

7.5. Integracja z otoczeniem

Przejścia dla zwierząt powinny być dobrze wtopione w otoczenie, za pomocą korytarzy siedliskowych prowadzących w kierunku przejść dla małych zwierząt lub za pomocą linii wydzielonych szlaków naprowadzających dla zwierząt większych. Istnienie struktur naprowadzających pozwala na znaczne zwiększenie prawdopodobieństwa napotkania przejścia przez zwierzęta. Bariery, które uniemożliwiają zwierzętom dojście do przejścia muszą zostać usunięte lub złagodzone. Jeśli w pobliżu występują inne elementy infrastruktury, wymagane jest zintegrowane podejście do defragmentacji, obejmujące wszystkie te elementy.

7.6. Adaptacja budowli inżynieryjnych do wykorzystania przez zwierzęta

Budowle inżynieryjne są zaprojektowane i zbudowane w celu przejścia pomiędzy dwoma różnymi przepływami. Mogą to być dwa przepływy ruchu drogowego (np. jedna droga przecina drugą po estakadzie), ruchu drogowego i wody (np. przepust prowadzący wodę pod drogą lub akwedukt, którym woda płynie nad drogą) i od niedawna ruchu drogowego i fauny. Mosty drogowe lub przepusty nie są zazwyczaj wykorzystywane przez zwierzęta do przekraczania dróg kołowych lub linii kolejowych, ponieważ nie spełniają one potrzeb bardziej wymagających gatunków. Jednak, jeśli weźmie się pod uwagę wymagania zwierząt, to takie tradycyjne budowle można przystosować tak, aby służyły jako przejścia dla fauny. Przejścia takie, łączące przepływy fauny i ruchu drogowego lub fauny i wody, nazywamy przejściami zespolonymi.

7.7. Rozwiązywanie problemów na istniejących drogach i liniach kolejowych

Tysiące kilometrów autostrad i innych dróg, jak również linii kolejowych w Europie zbudowano zanim ludzie uświadomili sobie, jakie problemy stworzyli dla dziko żyjących zwierząt. Oczywista potrzeba przystosowania istniejących struktur pojawia się, gdy rejestruje się dużą liczbę kolizji zwierząt z pojazdami. Wysoka śmiertelność zwierząt i potrzeba przywrócenia ich korytarzy migracyjnych może wymagać podjęcia odpowiednich środków łagodzących, gdy droga lub linia kolejowa jest w trakcie użytkowania.

Przy planowaniu środków przystosowawczych dla istniejącej infrastruktury należy wziąć pod uwagę ogólne zasady omawiane w podręczniku, a nie tylko konkretną sytuację lokalną.

Zasady postępowania z istniejącą infrastrukturą można podsumować w następujący sposób:

- budowa nowych obiektów inżynieryjnych (przejść, itd.) powyżej lub poniżej istniejących dróg, może dać najlepsze efekty, ale jest często najbardziej kosztowna;
- adaptacja istniejących obiektów inżynieryjnych, które są przeznaczone do innych celów

(np. wodnych, leśnych), nie jest często optymalnym rozwiązaniem, ale ogólnie rzecz biorąc tańszym. Duża liczba zaadaptowanych przejść może, w pewnych przypadkach, dawać lepsze wyniki przy tych samych kosztach, niż budowa jednego konkretnego przejścia;
- modyfikacja procedur utrzymania (np. sposób postępowania z roślinnością) może poprawić sytuację.

7.8. Utrzymanie i monitorowanie środków łagodzących

Wszystkie zastosowane środki łagodzące należy regularnie sprawdzać i utrzymywać, aby zapewnić ich funkcjonowanie na długie lata. Problemy związane z ich utrzymaniem, w tym koszt, należy rozważyć na jak najwcześniejszym etapie, tj. gdy środek jest projektowany. Planowanie powinno definiować typ i częstotliwość procedur utrzymania obiektów oraz jego organizację w zakresie odpowiedzialności za właściwe funkcjonowanie urządzeń. Szczegółowe aspekty utrzymania omówiono w częściach dotyczących poszczególnych środków łagodzących.

Utrzymanie środków łagodzących jest ściśle powiązane z problemami monitorowania. Procedury monitorowania są zazwyczaj wprowadzone w celu sprawdzenia, czy środek spełnia swój cel, ale jednocześnie mogą one identyfikować niedociągnięcia i potrzeby.

8. Środki kompensacyjne

Pomimo dobrego planowania i wykorzystania środków łagodzących, mających na celu uniknięcie lub ograniczenie niekorzystnego wpływu na walory przyrodnicze, w pewnych przypadkach nie jest możliwe całkowite uniknięcie negatywnego oddziaływania infrastruktury. Doprowadziło to do sformułowania zasady kompensacji ekologicznej. Zasada ta głosi, że określone siedliska przyrodnicze (np. mokradła, stare lasy) wraz z ich właściwościami, należy rozwijać poza miejscem, w którym zaaprobowany projekt na nie wpływa. Wprowadzane środki kompensacyjne powinny wyrównywać szkody ekologiczne i prowadzić do sytuacji „braku strat netto", która jest korzystna zarówno dla siedlisk przyrodniczych jak i związanych z nimi gatunków. Kompensację ekologiczną można zdefiniować jako tworzenie, przywracanie lub podnoszenie jakości przyrody, w celu zrównoważenia szkodów środowiskowych spowodowanych rozwojem infrastruktury.

Środki kompensacyjne różnią się fundamentalnie od ochrony lub podwyższania wartości przyrodniczych, w znaczeniu dotychczasowej polityki ochrony przyrody. Jednakże środki kompensacyjne muszą być zgodne z lokalnymi i krajowymi celami ochrony przyrody. W odróżnieniu od środków łagodzących, kompensację ekologiczną podejmuje się zazwyczaj poza obszarem budowy. Jako że pomysłodawcy projektów ponoszą odpowiedzialność za wdrożenie środków kompensacyjnych, deweloperzy powinni dołożyć usilnych starań, aby nabyć grunty sąsiadujące z infrastrukturą z przeznaczeniem na kompensacje. Poprzez odpowiednią lokalizację obszarów kompensacji, na przykład przestrzennie powiązanych z rezerwatami przyrody lub sieciami ekologicznymi, funkcje i relacje środowiskowe można chronić, a nawet doskonalić.

Kompensacja może obejmować przekształcenie gruntu w celu rozwoju nowych wartości środowiskowych (lasów, koryt rzecznych, itd.). Kompensacyja na poziomie siedlisk może polegać także na dostosowaniu działań rolniczych do podniesienia ich wartości przyrodniczej (np. wprowadzenie odpowiednich zabiegów może poprawić warunki występowania ptaków na łąkach i rozwoju roślinności). Sztuczne mokradła (niekoniecznie oczka wodne) można tworzyć w celu przyciągnięcia gatunków z takich grup jak płazy i gady. Za kompensację można również uznać badania ukierunkowane na ochronę konkretnych gatunków. Kompensację ekologiczną można stosować do pełnego spektrum niekorzystnych oddziaływań, włączając w to degradację siedlisk (sytuacja, w której siedlisko nadal istnieje, ale znajduje się pod niekorzystnym wpływem) i utratę funkcji związanych z obiegiem materii i przepływem energii.

9. Monitoring i ocena

W celu identyfikacji przykładów dobrych doświadczeń oraz ustalenia podstaw kodeksu dobrych praktyk, musimy monitorować powodzenie różnych metod łagodzenia skutków fragmentacji siedlisk. Podręcznik podaje szczegółowe wytyczne w zakresie monitorowania powodzenia środków łagodzących oraz rady dotyczące ich utrzymania w dobrym stanie.

Monitoring wymaga wyraźnego zdefiniowania celów stosowanych środków oraz programów, które powinny być formułowane równolegle do projektów wprowadzenia środków łagodzących.

Po zakończeniu budowy dróg, linii kolejowych i dróg wodnych, zastosowanie monitoringu jest rozstrzygająco ważne, jako że jest to mechanizm, który pozwala na sprawdzanie efektywności zastosowanych środków, w celu ograniczenia wpływu fragmentacji siedlisk.

Prawidłowo zaprojektowany program monitoringu będzie pomocny w osiągnięciu następujących celów:

- wykryciu wad w instalacji, budowie lub utrzymaniu środków;
- ustaleniu, czy środki łagodzące spełniają określone zadania;
- ocenie tego, czy środki zapewniają długofalowe łagodzenie wpływu na gatunki i siedliska.

Krótko mówiąc, monitoring przyczyni się do ustalenia, czy zastosowane zostały odpowiednie i wystarczające środki na etapie planowania i budowy infrastruktury transportowej, gwarantując tym samym minimalizację jej wpływu na fragmentację populacji zwierząt i siedlisk.

Upowszechnienie wyników realizacji programu monitoringu jest również bardzo ważne dla pozyskania wiedzy, która z kolei pozwoli na opracowanie efektywniejszych i tańszych środków łagodzących. Zatem ważnym celem monitoringu jest również wspomaganie planistów i projektantów dróg oraz linii kolejowych w zakresie:

- unikania i powtarzania starych błędów;
- dostarczania nowych informacji, w celu ulepszania konstrukcji środków łagodzących;
- identyfikacji środków o najlepszym stosunku kosztów do korzyści;
- oszczędzania środków finansowych na nowe projekty.

Programy monitoringu powinny być integralną częścią rutynowego zarządzania technicznego, które prowadzi do adaptacji i udoskonalenia konstrukcji środków, pozwalających uniknąć lub ograniczyć niekorzystny wpływ infrastruktury transportowej na fragmentację siedlisk.

W monitorowaniu środków łagodzących można stosować dużą liczbę metod. Podręcznik zawiera opis najczęściej stosowanych sposobów zapisywania śmiertelnych wypadków wśród zwierząt i wykorzystania przez nie przejść, dostarczając informacji o procedurach i rozbieżnościach, które należy odnotowywać oraz normach, które trzeba spełniać. Opisanych norm nie można generalizować, ponieważ zależą one od wielu czynników, takich jak poziom populacji gatunków, które mają być chronione, czy warunki krajobrazowe, a także od celu zastosowania środka łagodzącego. Z tego powodu, w podręczniku przedstawiono jedynie orientacyjnie informacje na temat norm, które mogą być wykorzystywane do oceny.

10. Uwagi końcowe

Dużym wyzwaniem dla ekologów, planistów dróg oraz inżynierów budownictwa lądowego i wodnego jest ustanowienie ekologicznie dostosowanego, bezpiecznego i zrównoważonego systemu infrastruktury transportowej. Kluczem do sukcesu jest przyjęcie podejścia holistycznego, które pozwala na zintegrowanie całego szeregu czynników ekologicznych występujących w całym krajobrazie z procesem planowania już od samego jego początku. Problem fragmentacji i jego rozwiązania są uniwersalne, zatem konieczne są wspólne badania i połączone wysiłki wielu krajów. Opracowanie odpowiednich narzędzi do oceny, zapobiegania i łagodzenia wpływu na środowisko przyrodnicze ze strony infrastruktury wymaga pracy interdyscyplinarnej.

W krajach o bardzo gęstej infrastrukturze transportowej, do złagodzenia fragmentacji może być konieczne wdrożenie programów defragmentacyjnych. W krajach nadal rozwijających swoje sieci infrastruktury, należy podkreślić zasadę zapobiegania, aby uniknąć zwiększonej fragmentacji.

Podręcznik COST 341 *Wildlife and trafic* [Dzika przyroda a komunikacja] udziela praktycznych wskazówek różnym specjalistom, którzy zaangażowani są w planowanie, budowę lub utrzymanie infrastruktury transportowej. Wersję hiszpańską stworzono w roku 2005, natomiast wersję francuską w roku 2006. Kilka krajów, nie tylko europejskich, opracowało podręczniki przystosowane do danego kraju, oparte w mniejszym lub większym stopniu na podręczniku COST 341, a rosnąca liczba raportów, opracowań, wytycznych, książek i konferencji powoli wypełnia luki w naszej wiedzy. W jaki sposób wpłynie to na rozwój infrastruktury transportowej oraz fragmentację siedlisk przyrodniczych, pokaże przyszłość.

Literatura

Iuell B., Bekker G.J., Cuperus R., Dufek J., Fry G., Hicks C., Hlavac V., Keller V., Rosell C., Sangwine T., Torsolv N. & Wandall B. L. (2003). Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions. KNNV Publishers.

Iuell B., Bekker HGJ., Cuperus R., Dufek J., Hlavac V., Keller V., Rosell C., Sangwine T., Torslow N. & Wandall B. (2005). COST 341. Fauna y Tráfico. Manual europeo para la identificación de conflictos y el diseño de soluciones. Servicio de Publicaciones. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente. 166 pp.

Trocmé M., Cahill S., De Vries J. G., Farall H., Folkeson L., Fry G. L., Hicks C. & Peymen J. (eds.) (2003). COST 341 – Habitat Fragmentation due to transportation infrastructure: The European Review. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, pp. 31-50.