

Uniwersytet Warszawski
Wydział Geografii i Studiów Regionalnych

Alina Gerlée
Nr albumu: 188946

Fauna w raportach oddziaływania na środowisko inwestycji drogowych

Praca magisterska
na kierunku Geografia w ramach Międzywydziałowych
Indywidualnych Studiów Matematyczno-Przyrodniczych
w zakresie geografii fizycznej

Praca wykonana pod kierunkiem
Dr Witolda Lenarta
Mazowiecki Ośrodek Geograficzny

Warszawa, marzec 2008

Oświadczenie kierującego pracą

Oświadczam, że niniejsza praca została przygotowana pod moim kierunkiem i stwierdzam, że spełnia ona warunki do przedstawienia jej w postępowaniu o nadanie tytułu zawodowego.

Data

Podpis kierującego pracą

Oświadczenie autora (autorów) pracy

Świadom odpowiedzialności prawnej oświadczam, że niniejsza praca dyplomowa została napisana przeze mnie samodzielnie i nie zawiera treści uzyskanych w sposób niezgodny z obowiązującymi przepisami.

Oświadczam również, że przedstawiona praca nie była wcześniej przedmiotem procedur związanych z uzyskaniem tytułu zawodowego na wyższej uczelni.

Oświadczam ponadto, że niniejsza wersja pracy jest identyczna z załączoną wersją elektroniczną.

Data

Podpis autora (autorów) pracy

Streszczenie

W pracy przedstawiono zagadnienia i problemy, z jakimi styka się osoba wykonująca raport OOS w zakresie oddziaływania na faunę, który stanowi jeden z etapów procedury oddziaływania na środowisko inwestycji drogowej. Zagadnienia zostały przedstawione w sposób chronologiczny, zgodnie z kolejnością ich wykonywania. Na początek poruszono problem organizacji pracy przy raporcie, źródeł informacji oraz badań i wizji terenowych. Następnie przedstawiono szeroki zakres różnego typu oddziaływań inwestycji drogowych na poszczególne grupy fauny oraz analizę stosowanych środków łagodzących (w tym ocenę najczęściej popełnianych błędów). W kolejnych częściach pracy omówiono metody oceny istotności wpływu inwestycji na faunę oraz techniczne aspekty prezentacji danych. Na zakończenie poruszono kwestie planowania kompensacji przyrodniczej oraz monitoringu na etapie tworzenia raportu OOS.

Słowa kluczowe

oceny oddziaływania na środowisko, inwestycje drogowe, raport oddziaływania na środowisko, fauna, środki łagodzące, przejścia dla zwierząt,

Dziedzina pracy (kody wg programu Socrates-Erasmus)

07.1 geografia

Fauna in Environmental Impact Assessment Reports of road investments

Spis treści

1. Wstęp	5
2. Uwarunkowania prawne oraz badania i inwentaryzacje fauny na potrzeby raportu OOS	7
2.1 Uwarunkowania prawne wykonywania raportu OOS	7
2.2 Organizacja badań oraz inwentaryzacji fauny dla potrzeb wykonania raportu OOS ...	9
3. Oddziaływania na różne grupy fauny	15
3.1 Ssaki	15
3.2 Ptaki	39
3.3 Płazy i gady	49
3.4 Ryby	66
3.5 Bezkręgowce	70
4. Ocena wpływu inwestycji na faunę oraz opracowanie i przedstawienie danych	78
5. Kompensacja przyrodnicza i monitoring	90
6. Podsumowanie i wnioski	97
Spis literatury i aktów prawnych	102
Spisy tabel, rycin i fotografii	109

1. Wstęp

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie jak najszerszego spektrum zagadnień i problemów, z jakimi spotykają się specjaliści wykonujący faunistyczną część raportu OOŚ dla inwestycji drogowej z uwzględnieniem najczęściej popełnianych błędów oraz propozycjami rozwiązań. Wybór takiego celu podyktowany jest brakiem w języku polskim kompleksowego, praktycznego opracowania dotyczącego oddziaływanie dróg na poszczególne grupy fauny. Wśród szerokiej gamy pozycji dotyczących poszczególnych zagadnień związanych z ocenami oddziaływania na środowisko, nie spotkano się z opracowaniem zbierającym w jednym miejscu zagadnienia dotyczące faunistycznej części raportu OOŚ. Dotychczas najważniejszym z ogólnodostępnych opracowań tego typu na rynku polskim wydaje się być pozycja pt. "Zwierzęta a drogi" autorstwa prof. W. Jędrzejewskiego z zespołem (2006). Nie wyczerpuje ono jednak wszystkich zagadnień związanych z wykonaniem raportu OOŚ. Brak w nim informacji dotyczących m.in. planowania wizji terenowych, propozycji kompensacji przyrodniczych czy zaleceń monitoringu. Istotny wydaje się również fakt, iż opracowanie to dotyczy praktycznie wyłącznie ssaków, pomijając oddziaływania na pozostałe grupy zwierząt. Istnieje również kilka poradników gdzie zagadnienia dotyczące fauny opisane są w kontekście oddziaływań i zarządzania obszarami Natura 2000 (m.in. Ocena... 2001, Zarządzanie... 2007). Zebranie w jednym miejscu potencjalnych oddziaływań na różne grupy fauny mogłoby stanowić istotną pomoc przy wykonywaniu raportu w zakresie oddziaływania dróg na zwierzęta, stanowić rodzaj przewodnika dla praktyków.

Wśród elementów przyrodniczych, jakie należy brać pod uwagę w ocenach oddziaływania na środowisko, fauna stanowi ten najbardziej dynamiczny. Związane jest to z kilkoma cechami - przede wszystkim z dużą mobilnością zwierząt, sezonowymi zmianami behawioru, różnorodnością grup zwierząt i co za tym idzie szerokim spektrum (nie zawsze dających się przewidzieć) oddziaływań a także corocznych wahań liczebności populacji, wynikającą z naturalnej zmienności środowiska. Trudności w ocenie wpływu inwestycji na zwierzęta wynikają również często z braku podstawowych informacji, co stanowi często niemały problem dla wykonawców raportów OOŚ.

Dla realizacji wspomnianego wyżej celu pracy, wykonano analizę zebranej literatury pod kątem informacji użytecznych dla wykonywania faunistycznej części raportów oceny oddziaływania na środowisko inwestycji drogowych. Jako materiały źródłowe wykorzystano

różnego typu wytyczne, przewodniki i poradniki z zakresu metodyki OOS a także opracowania i artykuły naukowe dotyczące oddziaływania dróg na różne grupy zwierząt. Oparto się również na doświadczeniach własnych autora oraz wizjach terenowych, których celem było zapoznanie się z szeregiem obiektów budowanych jako przejścia dla zwierząt oraz innych, mogących pełnić taką funkcję. Przejścia takie są jednym ze środków łagodzących efekt barierowy dróg, jednak ich skuteczność jest warunkowana wieloma czynnikami (m.in. właściwymi parametrami konstrukcji, zagospodarowaniem terenu oraz lokalizacją). W pracy przedstawiono szereg błędów zidentyfikowanych w odwiedzonych obiektach, których należy unikać w przyszłości. Niniejsza praca nie ma na celu oceny konkretnych inwestycji czy raportów.

Przedstawione analizy dotyczyć będą zarówno toku postępowania, jak i konkretnych oddziaływań na poszczególne grupy zwierząt. Omówione zostaną także zagadnienia związane ze środkami łagodzącymi, kompensacją przyrodniczą oraz monitoringiem a także źródłami informacji o faunie oraz zakresem oraz organizacją wykonywanych wizji i inwentaryzacji terenowych. Przedstawione zostaną również propozycje rozwiązań graficznych i edytorskich, stanowiących często niedoceniany element raportu. Dobór kolorystyki, czcionki, zdjęć a także czytelność map i schematów stanowią istotny, choć czasem nieuświadomiony, element oceny jakości raportu oraz wpływają na czytelność zawartych w nim informacji.

2. Uwarunkowania prawne oraz badania i inwentaryzacje fauny na potrzeby raportu OOS

2.1 Uwarunkowania prawne wykonywania raportu OOS

Raport jest kluczowym dokumentem, który powstaje podczas procedury oceny oddziaływania na środowisko inwestycji (w tym także inwestycji drogowej). Jest on wymagany jako załącznik do wniosku o decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia, dla przedsięwzięć z Aneksu II Dyrektywy 85/337/EWG. Decyzja ta konieczna jest, między innymi, w przypadku wnioskowania o pozwolenie na budowę dla inwestycji drogowej.

Najważniejszym dokumentem regulującym procedurę oceny oddziaływania na środowisko przedsięwzięcia jest wspomniana Dyrektywa 85/337/EWG w sprawie oceny skutków niektórych publicznych i prywatnych przedsięwzięć dla środowiska. Zapisy tej Dyrektywy są obecnie realizowane poprzez wprowadzenie odpowiednich zapisów do obowiązującej ustawy Prawo ochrony środowiska (POŚ) z dnia 27 kwietnia 2001 r, z późniejszymi zmianami. Celem wspomnianej dyrektywy jest wprowadzenie na terenie całej Unii Europejskiej podobnych warunków dla inwestorów oraz stworzenie możliwości porównania pozytywnych środowiskowych efektów procedur w różnych krajach. Ocena oddziaływania na środowisko inwestycji ma dostarczyć organom administracji danych niezbędnych do podjęcia właściwej decyzji administracyjnej. Znajomość przewidywanych skutków decyzji dla środowiska ma w założeniu sprawić, iż urzędnik podejmie lepszą decyzję.

Przedsięwzięcia podzielone są na 3 grupy. Pierwszą z nich stanowią przedsięwzięcia, dla których raport oceny oddziaływania na środowisko wykonuje się obowiązkowo. Inwestor może w takim wypadku wystąpić do organów administracji o określenie zakresu raportu (scoping). Drugą grupę stanowią przedsięwzięcia, których raport może, ale nie musi zostać wykonany. Konieczność wykonania raportu określa się w procesie screeningu (kwalifikacji), na podstawie kryteriów opisanych szczegółowo w załączniku III do Dyrektywy 85/337/EWG. W polskim prawie przedsięwzięcia z I i II grupy są wyszczególnione w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z

kwifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko, wraz z późniejszymi zmianami. Do trzeciej grupy należą wszystkie przedsięwzięcia mogące negatywnie oddziaływać na obszary Natura 2000, również te zlokalizowane poza nimi. Nie ma sprecyzowanej listy takich przedsięwzięć, gdyż ich wpływ lub jego brak rozpatrywany jest indywidualnie dla konkretnych przypadków. Do grupy tej mogą należeć również przedsięwzięcia z I i II grupy.

W zakres niniejszej pracy włączone zostały przedsięwzięcia drogowe, dla których raport jest obowiązkowy lub fakultatywny. Mogą być to zatem przedsięwzięcia ze wszystkich trzech grup. Do grupy I należą autostrady, drogi ekspresowe oraz drogi krajowe i inne drogi publiczne o nie mniej niż czterech pasach ruchu, o długości nie mniejszej niż 10 km. Z obowiązkowej procedury OOS wyłączone są jednak następujące działania w obrębie tych dróg: remont oraz budowa, przebudowa, montaż, remont lub rozbiórka zjazdu z drogi publicznej, przejazdu drogowego, pasa postojowego, pasa dzielącego, pobocza, chodnika, ścieżki rowerowej, konstrukcji oporowej, przepustu, kładki oraz obiektów i urządzeń wyposażenia technicznego dróg. Do II grupy przedsięwzięć należą drogi publiczne o nawierzchni utwardzonej, niewymienione w grupie I, o długości nie mniejszej niż 1km. Drogi mogące oddziaływać na obszary Natura 2000 należą do III grupy.

Podobnie jak w przypadku każdego innego przedsięwzięcia, niezwykle ważne jest rzetelne określenie, analiza oraz ocena bezpośredniego i pośredniego wpływu danego przedsięwzięcia na wymagane prawem elementy (środowisko oraz zdrowie i warunki życia ludzi, dobra materialne, dobra kultury, wzajemne oddziaływania między wspomnianymi czynnikami oraz dostępność do złóż kopalin). Wymagane jest również określenie, analiza oraz ocena możliwości i sposobów zapobiegania oraz zmniejszania negatywnego oddziaływania na środowisko a także określenie wymaganego zakresu monitoringu (art. 47 ustawy POŚ). Istotnym elementem procesu OOS jest analiza wariantów, w tym wariantu zerowego (nie realizowanie inwestycji) oraz wariantu najmniej szkodliwego dla środowiska („ekologicznego”). Ostateczna decyzja, co do wyboru określonego wariantu inwestycji powinna zostać podjęta na podstawie wielokryterialnej analizy, uwzględniającej między innymi aspekty ekonomiczne, środowiskowe oraz społeczne.

2.2 Organizacja badań oraz inwentaryzacji fauny dla potrzeb wykonania raportu OOS

Wydaje się, iż etapy prac nad raportem powinny przypominać procedury stosowane przy większości badań naukowych obejmujących część terenową, jednak w przypadku tworzenia raportu OOS zupełnie inaczej rozkłada się ciężar poszczególnych faz pracy. Ogólny schemat prowadzenia tego typu badań obejmuje następujące etapy (Metody... 1993):

- analiza istniejących źródeł połączona ze wstępnym rekonesansem w terenie oraz organizacja prac (w procedurze OOS jest to kluczowy etap, gdyż stworzenie rzetelnego raportu wymaga dotarcia do wszystkich źródeł informacji o danym terenie);
- właściwe kartowanie terenowe wraz z niezbędnymi badaniami (w przypadku procedury OOS zasadniczą część analiz przeprowadza się na podstawie istniejących danych, a prace terenowe ograniczone są do niezbędnego minimum);
- prace kameralne polegające na zestawieniu wyników prac terenowych i materiałów źródłowych, opracowanie map i komentarza tekstowego (na tym etapie tworzenia raportu OOS konieczna jest syntetyczna analiza posiadanych materiałów i uwypuklenie najważniejszych zagadnień).

Podobny, lecz bardziej szczegółowy plan pracy proponuje Cyzman (1998). Wstępne prace studialne powinny objąć według niego ogólną charakterystykę i wstępną ocenę środowiska przyrodniczego planowanej inwestycji (na podstawie dostępnych materiałów) oraz wybór obiektów i obszarów do szczegółowych badań terenowych. Następnym krokiem powinno być wytyczenie przebiegu trasy wizji terenowej i przygotowanie logistyczne. Kolejnym, wyszczególnionym przez Cyzmana, etapem jest wizja oraz badania terenowe. Wizja polega na przejściu (objechaniu) trasy inwestycji i zaznaczeniu wartościowych obiektów oraz weryfikacji terenów wyznaczonych do bardziej szczegółowych badań podczas prac kameralnych. Szczegółowe badania terenowe wykonywane są przez specjalistów na obszarach wyznaczonych podczas wstępnych prac studialnych oraz wizji terenowej. Ostatnim punktem jest opracowanie i analiza zebranych materiałów, ocena wartości i wrażliwości oraz waloryzacja obszarów. Integralną częścią prac musi być prognoza skutków realizacji inwestycji wraz ze wskazaniem odpowiednich środków łagodzących, kompensujących i potrzeb monitoringu. Uzupełnienie stanowić powinna mapa przedstawiająca w formie graficznej wnioski z analiz.

Dostosowując przedstawioną metodykę do zadań specjalisty odpowiedzialnego za część faunistyczną raportu OOS – pierwszym etapem powinno być zebranie wszystkich dostępnych danych dotyczących występowania i liczebności zwierząt na obszarze objętym opracowaniem. Należy przy tym zwrócić szczególną uwagę na obecność gatunków chronionych (oraz ich siedlisk) na mocy prawa krajowego bądź unijnego. Źródłem informacji na temat fauny danego rejonu mogą być opracowania dostępne w urzędach gminy, powiatu czy województwa (Ocena Przyrodnicza Obszaru Gminy, Programy Ochrony Środowiska Powiatu, Gminy lub Województwa, Stan Środowiska Powiatu itd.). Mimo, iż duża część tych opracowań (np. inwentaryzacje przyrodnicze gmin) wykonywana była dość dawno, stanowią one ważne źródło informacji, umożliwiające wstępne rozpoznanie środowiska. Dokumentami, które zawierają dużo istotnych informacji, zazwyczaj aktualnych, są plany ochrony przyrody nadleśnictw, a także inne opracowania i mapy, które możemy uzyskać od administracji leśnej. W Planie urządzenia lasu można znaleźć informacje, na przykład, o występowaniu stanowisk wybranych gatunków zwierząt (w tym gniazd ptaków drapieżnych). Dobrym źródłem informacji są także wywiady z leśnikami oraz myśliwymi działającymi na danym terenie. Często niedoceniana jest także wiedza miejscowych przyrodników takich jak nauczyciele biologii, opiekującymi się kółkiem ornitologicznym lub przyrodniczym. Szczegółowych informacji mogą także udzielić przedstawiciele działających na danym obszarze organizacji ekologicznych. Należy również sprawdzić, czy w danym terenie nie były wykonywane prace licencjackie, magisterskie lub doktorskie dotyczące jakiejś grupy fauny.

Ważnym źródłem informacji mogą być również mapy tematyczne np. sozologiczna lub geologiczno – gospodarcza, które są bogate w treści dotyczące zagrożeń oraz ochrony środowiska. Coraz łatwiej dostępne, darmowe zdjęcia terenu stają się bardzo cennym uzupełnieniem dla map. Dokładna analiza map, zdjęć lotniczych i satelitarnych oraz różnego typu informacji o badanym terenie jest niezbędna do prawidłowego i efektywnego zaplanowania prac terenowych. Poza materiałami, które można nabyć w Centralnym Ośrodku Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej warto też do źródeł darmowych – w Internecie. Obrazy satelitarne Polski można znaleźć w serwisie Google Earth (<http://earth.google.com>) oraz Google Map (<http://maps.google.com>). Niestety, tylko zdjęcia pewnych fragmentów powierzchni Polski są tam w zadowalającej rozdzielczości. Stosunkowo nowym i mniej znanym, ale niezwykle cennym źródłem informacji, jest portal www.geoportal.gov.pl stworzony w ramach rządowego projektu. Zawiera on ortofotomapę wykonaną na bazie zdjęć lotniczych o wysokiej rozdzielczości. Dostępna jest ona dla większości obszaru Polski, oraz, jak zapewniają na stronie projektu, będzie systematycznie uzupełniana o brakujące części.

Strona ta nie jest jednak specjalnie rozreklamowana, co powoduje, iż osoby, dla których byłaby potencjalnie bardzo przydatna mogą nie wiedzieć o jej istnieniu.

Jednocześnie ze zbieraniem informacji oraz materiałów kartograficznych należy zacząć planować wizję terenową i określić konieczny zakres prac w terenie. Termin wizji i inwentaryzacji terenowych należy dostosować do celu wyjazdu w teren. Dla inwentaryzacji ornitofauny lęgowej najwłaściwszy jest okres wiosenny. Jeśli wiadomo, iż dany teren stanowi miejsce odpoczynku dla ptaków migrujących należy prace terenowe zaplanować na okres jesienny. W przypadku określania szlaków migracji i występowania ssaków należy wybrać się w teren zimą, gdy zalega świeża pokrywa śnieżna. Dobrze widoczne są wtedy tropy i stosunkowo najłatwiej określić miejsca, w których przebywają zwierzęta. Tropienia letnie są znacznie trudniejsze, gdyż tropy odbijają się słabiej i można je rozpoznać jedynie w miejscach błotnistych lub na piasku. W lecie jednak łatwiej jest zidentyfikować innego typu ślady bytowania zwierzyny – wypluwki, odchody i ślady żerowania. Choć jest to trudniejsze, osoba doświadczona może również na tej podstawie określić występujące gatunki zwierząt. Na podstawie analizy wypluwk i odchodów większych zwierząt można również określić skład fauny małych kręgowców oraz bezkręgowców.

Optymalnym, z punktu widzenia naukowego, rozwiązaniem jest wykonanie kilku wizji terenowych w różnych okresach. Jednak w przypadku badań dla potrzeb raportu OOS taka sytuacja jest niespotykana i najczęściej niemożliwa do realizacji ze względów logistycznych i czasowych. Przy planowaniu prac należy jednak zwracać uwagę, iż terminy wyjazdów osób zajmujących się różnymi działami raportu mogą się różnić. Specjalista od szaty roślinnej będzie preferował inne terminy niż osoba zajmująca się fauną. Z punktu widzenia logistycznego lub/i finansowego jest to niekorzystne dla firmy wykonującej raport, jednak znacząco wpływa na jakość opracowania. Opracowując harmonogram prac należy brać również pod uwagę określony w umowie termin wykonania raportu. W niektórych przypadkach konieczne jest przyspieszenie badań terenowych (poprzez rezygnację ze wcześniejszego rozpoznania) tak, aby odbyły się one na przykład przed zakończeniem sezonu lęgowego ptaków. W późniejszym okresie, kiedy przestaną śpiewać, ich identyfikacja po głosie stanie się niemożliwa.

W przypadku stwierdzenia lub podejrzenia występowania cennych i chronionych gatunków zwierząt, należy rozpocząć współpracę ze specjalistą od danego taksonu (ornitologiem, ichtiologiem, entomologiem itd.). Zakres tej współpracy może być różny i obejmować zarówno pojedyncze konsultacje czy opinie jak i zlecenie wykonania pewnej części raportu. Nie jest wskazane, aby jedna osoba wykonywała szczegółową ocenę wpływu

inwestycji drogowej na wszystkie grupy taksonomiczne (bezkęgowce, ryby, płazy, gady, ssaki, ptaki), bez porozumienia ze specjalistami. Oczywiście nie jest też możliwe, aby do każdej inwestycji zatrudniani byli wysokiej klasy specjaliści z różnych dziedzin. Wydaje się, iż współpraca taka powinna mieć miejsce w przypadkach, gdy zagrożenie dla populacji jest znaczne. Nie należy jednak dopuszczać do sytuacji, by osoba zajmująca się fauną pisała o gatunkach, o których nie posiada podstawowej wiedzy. Warto w takiej sytuacji skonsultować przynajmniej kluczowe zagadnienia ze fachowcem. Ze względów organizacyjnych konieczne jest natomiast wyznaczenie osoby koordynującej prace nad przyrodniczą częścią raportu. Do jej obowiązków należeć powinien wybór specjalistów, którzy będą brali udział w danym projekcie a także czuwanie nad redakcją całości tekstu (w tym dotyczącego fauny).

Na uwagę zasługują również kwestie wymiany informacji i współpracy w obrębie całego zespołu pracującego nad raportem. Dla osób zajmujących się fauną bardzo cenne mogą być dane uzyskane od pozostałych członków zespołu (zajmujących się oddziaływaniami na wody, gleby, roślinność i pozostałe komponenty środowiska, w tym ludzi). Szczególnie istotne wydają się być informacje dotyczące przewidywanych zmian stosunków wodnych, prognozy natężenia ruchu pojazdów oraz hałasu czy też wpływu inwestycji na szatę roślinną. Wielkość zespołu zależy zazwyczaj od skali przedsięwzięcia i wielkości budżetu przeznaczanego na raport. Często zdarza się, iż jedna osoba zajmuje się kilkoma zagadnieniami, a zatrudniony biolog opisuje zarówno zwierzęta jak i rośliny. Ponieważ nie można dobrze znać się na wszystkim, jak już wspomniano wcześniej, bardzo wskazane są konsultacje z fachowcami czy przedstawicielami organizacji pozarządowych zajmującymi się określonymi zagadnieniami. Jest to ważne również z innych względów. Poprzez udział różnych grup społecznych (mieszkańców, ekologów, myśliwych, leśników itp.) już we wczesnym etapie prac, ograniczyć można protesty społeczne w późniejszych etapach procedury.

Określenie zakresu prac jest bardzo ważnym i odpowiedzialnym zadaniem. Nie jest możliwa inwentaryzacja wszystkiego w zakresie dającym zadowalające wyniki. Należy zawęzić zakres prac do tych niezbędnych, biorąc pod uwagę specyfikę konkretnego terenu i jego wartości przyrodnicze. W przypadku obszarów Natura 2000 określenie przedmiotu badań nie następuje trudności – są to gatunki, dla ochrony których utworzony został dany obszar. W tym przypadku nie powinno być też dużego problemu ze znalezieniem danych na temat stanu chronionych populacji. W standardowym formularzu danych (SDF)

dla każdego z obszarów podane są również jednostki i instytucje odpowiedzialne za zbieranie i gromadzenie informacji.

Problem może pojawić się w przypadku obszarów, o których informacje są nieliczne lub niewystarczające. Obowiązkiem sporządzającego raport jest zebranie wszystkich istniejących danych dotyczących danego obszaru. W przypadku, gdy dane te są fragmentaryczne lub niewystarczające, konieczne jest umieszczenie takiej informacji w rozdziale dotyczącym trudności wynikających z niedostatków techniki lub luk we współczesnej wiedzy, jakie napotkano, opracowując raport. Podczas jednego sezonu, jakim dysponują zazwyczaj osoby tworzące raport, niemożliwe jest uzyskanie wiarygodnych danych o faunie danego obszaru. Dlatego też w przypadku podejrzenia, iż dany obszar może być cenny dla fauny, należy zalecić monitoring podczas realizacji inwestycji i po jej zakończeniu.

Jeśli brakuje informacji o występowaniu określonych gatunków lub o trasach ich migracji na danym obszarze, to przy ocenie oddziaływania należy oprzeć się na dostępnych danych dotyczących występowania siedlisk, lub warunków terenowych. Informacje na temat szaty roślinnej można uzyskać metodami teledetekcyjnymi. Barwne kompozycje zdjęć wielospektralnych umożliwiają identyfikację i wydzielenie zbiorowisk. Zdjęcia lotnicze i satelitarne umożliwiają także uzyskanie informacji o innych, ważnych z przyrodniczego punktu widzenia obiektach, takich jak starorzecza czy obszary podmokłe (Lenart 1998, Bażyński i Graniczny 1998). Uzyskane w ten sposób informacje, dotyczące danego terenu należy przeanalizować pod kątem przydatności istniejących siedlisk dla chronionych gatunków zwierząt, biorąc także pod uwagę możliwości migracji i utrzymania się populacji na danym terenie. Podsumowując, ocena oddziaływania powinna zawierać ocenę wpływu inwestycji na potencjalne siedliska gatunków chronionych z zastrzeżeniem dotyczącym braku wystarczających danych.

W wytycznych Komisji Europejskiej (Ocena planów... 2001) zaproponowano konkretne metody badawcze w odniesieniu do fauny. Wydaje się jednak, że ze względów formalno-prawnych nie znajdą one szerszego zastosowania w warunkach polskich. Chodzi w szczególności o metody związane z odłowem zwierzyny. Wszelkie tego typu badania wymagają (zgodnie z ustawą z dnia 21 stycznia 2005 r. o doświadczeniach na zwierzętach) odpowiednich uprawnień oraz zgody komisji etycznej. Jest to związane z długą procedurą i praktycznie niemożliwe do wykonania przy raportach. Każdorazowe występowanie o zgodę tej komisji znacznie wydłużyłoby czas trwania całej procedury OOS. Ważne jest również, aby pamiętać, że dokument ten nie jest pracą naukową i w zasadniczej części powinien

opierać się na istniejącej dokumentacji i badaniach. Inwentaryzacja terenowa jest elementem niezwykle ważnym, ale nie może aspirować do poziomu badań nad fauną danego obszaru. Powinna być raczej weryfikacją danych z pozyskanych materiałów. Należy przede wszystkim sprawdzić stanowiska roślin i zwierząt chronionych. Jeśli niemożliwe jest odnalezienie czy zaobserwowanie przedstawicieli danego gatunku, należy stwierdzić, czy określony teren może być dla niego potencjalnym siedliskiem. Oznacza to, iż jeśli natrafimy w materiałach źródłowych na informacje o występowaniu kiedyś na danym terenie chronionego gatunku fauny a warunki siedliska się nie zmieniły, i nie jest możliwe jednoznaczne stwierdzenie, iż obecnie go tam nie ma – należy przyjąć, iż gatunek ten może tam potencjalnie występować. Prawdopodobieństwo występowania zależne jest między innymi od antropogenicznej presji na dany teren oraz możliwości migracji z terenów, na których występują stabilne populacje. Należy ocenić, czy istnieje możliwość kolonizacji danego obszaru oraz czy warunki siedliskowe (oraz stopień antropopresji) pozwalają na utrzymanie się populacji.

3. Oddziaływania na różne grupy fauny

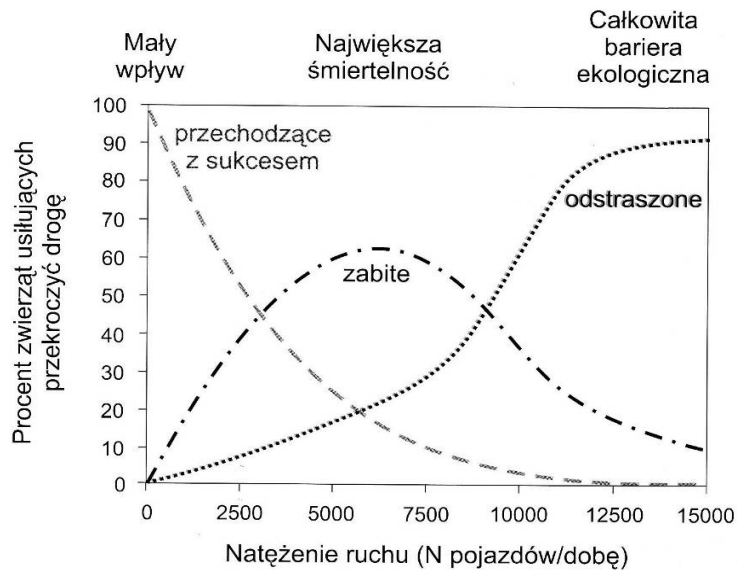
3.1 Ssaki

Ssaki tworzą bardzo zróżnicowaną, pod względem ekologii, grupę zwierząt, dlatego też oddziaływania dróg na tą grupę mają bardzo szeroki zakres. Główne negatywne efekty obecności dróg to (Selva 2006):

- wzrost śmiertelności na skutek kolizji z pojazdami;
- degradacja środowiska (obniżenie jakości siedlisk, w tym na skutek płoszenia);
- utrata siedlisk (obszarów rozrodczych, żerowisk, miejsc odpoczynku);
- fragmentacja siedlisk;
- izolacja poszczególnych populacji.

Wymienione efekty w różnym stopniu dotyczą również pozostałych grup zwierząt i zostaną omówione w kolejnych rozdziałach. W przypadku ssaków najważniejsze są dwa oddziaływania – śmiertelność na drodze oraz fragmentacja środowiska. Paradoksalnie, pierwsze z nich jest groźne również dla ludzi. Wypadki drogowe z udziałem średnich i dużych ssaków, stanowią zagrożenie dla bezpieczeństwa kierowców, a szkody w nich powstałe są dość kosztowne. Zapobieganie tego typu kolizjom jest zatem zarówno w interesie ludzi jak i zwierząt.

Zasadniczym czynnikiem mającym wpływ na rodzaj i wielkość oddziaływania jest natężenie ruchu drogowego (wyrażane najczęściej poprzez liczbę pojazdów na dobę). Przy niewielkim ruchu samochodów droga jest barierą w ograniczonym stopniu – a większość zwierząt, które zdecydują się ją przekroczyć czyni to z powodzeniem. Wraz ze wzrostem natężenia ruchu wzrasta udział zwierząt, które giną pod kołami przy próbie przekraczania drogi. Dalszy wzrost ilości pojazdów sprawia, iż zwierzęta nie próbują już przekraczać drogi. Staje się ona całkowitą barierą ekologiczną i mimo, iż mniej zwierząt ginie w wypadkach, taka sytuacja jest najmniej korzystna, gdyż powoduje całkowitą izolację populacji i fragmentację środowiska. Zależność między ilością pojazdów o wspomnianymi zjawiskami przedstawione zostały na rycinie 1.



Ryc. 1 Wpływ natężenia ruchu drogowego na skuteczność prób przekraczania dróg przez zwierzęta oraz na śmiertelność zwierząt na drogach (źródło: Jędrzejewski i in. 2006).

Jakubiec-Benroth (2000) na podstawie analizy danych dotyczących śmiertelności ssaków w Europie, wyróżniła trzy kategorie gatunków charakteryzowane częstością wypadków śmiertelnych z ich udziałem. Gatunki ginące **POWSZECHNIE** to takie, co do których istnieją dobrze udokumentowane informacje, iż giną one licznie na całym obszarze swego występowania. Kategoria **REGULARNIE** ginące, obejmuje gatunki rzadziej ulegające śmiertelnym wypadkom oraz te, dla których każdy wypadek jest odnotowywany. Do ostatniej kategorii - ginących **SPORADYCZNIE**, zaliczono gatunki, których przedstawiciele giną na drogach rzadko, ze względu na rodzaj zamieszkiwanego siedliska lub tryb życia, a publikacje na ten temat są nieliczne. Wyniki tej analizy wskazują, iż na drogach bardzo często giną małe ssaki, zwłaszcza te, których populacje są dość liczne na danym terenie (szczur śniady *Rattus norvegicus* i wędrowny *R. rattus*, mysz leśna *Apodemus flavicollis*, polna *A. agrarius* i domowa *Mus musculus*, nornica ruda *Clethrionomys glareolus*, ryjówka aksamitna *Sorex araneus* a także jeż zachodni *Erinaceus europaeus* i zajęć szarak *Lepus europaeus*). Drugą grupą ssaków szczególnie narażoną na wypadki są ssaki kopytne (sarna *Capreolus capreolus*, jeleń *Cervus elaphus*, daniel *Dama dama* oraz dzik *Sus scrofa*). Są to gatunki, które na obszarze swojego występowania zostały zaliczone do kategorii **POWSZECHNIE** ginących na drogach. Ssaki drapieżne, w porównaniu do pozostałych przedstawicieli tej grupy, są stosunkowo mało narażone na śmierć pod kołami pojazdów. Poza lisem oraz jenotem (lokalnie), drapieżniki zakwalifikowano do kategorii zwierząt ginących sporadycznie (ryś, wydra, gronostaj, łasica, tchórz oraz niedźwiedź na większości obszarów) lub regularnie (borsuk i lokalnie niedźwiedź). Przytoczone wyniki

wydają się być zgodne z oczekiwaniami, gdyż bezwzględna śmiertelność zwierząt zależy w znacznym stopniu od ich liczebności. Najbardziej narażone wydają się być drobne ssaki roślino- i owadożerne po pierwsze ze względu na dużą liczebność, a po drugie – na minimalne szanse przeżycia potrącenia lub rozjechania przez pojazd. Natomiast duże ssaki kopytne często wychodzą z kolizji żywe, jedynie z pewnymi obrażeniami (szczególnie np. łosie i żubry). Drapieżniki, w porównaniu ze swymi ofiarami, mają mniejszą liczebność i dlatego też giną rzadziej pod kołami pojazdów.

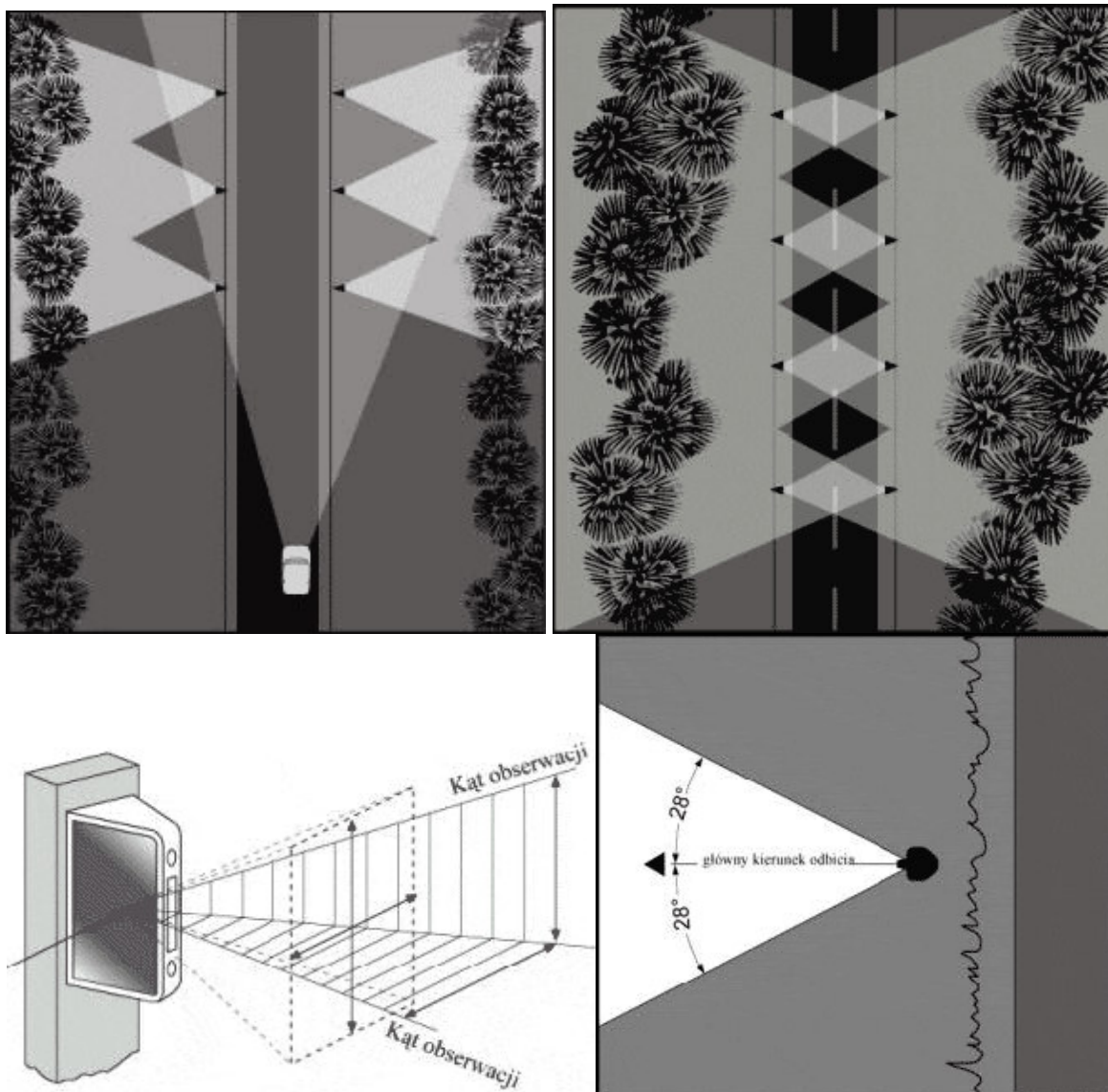
Istnieje kilka metod zapobiegania kolizjom z pojazdami. Najważniejsze z nich to elementy odstrasżające (tzw. „wilcze oczy”), ograniczenie prędkości jazdy na wybranych odcinkach (w tym aktywne systemy ograniczające prędkość jazdy w momencie zbliżania się zwierzęcia do drogi) oraz ogrodzenia (które jednak muszą być powiązane z przejściami dla zwierząt, aby nie wznagły efektu barierowego).

Pierwsza z metod („wilcze oczy”) polega na zainstalowaniu wzdłuż drogi systemu odblasków, odbijających światło reflektorów przejeżdżających samochodów (ryc.2). Metoda ta jest dość często stosowana (m.in. w Holandii), jednak spadek liczby wypadków z udziałem saren jest nieznaczny a borsuki (będące często ofiarami wypadków) w ogóle nie reagują na tego typu sygnały świetlne (Jakubiec-Benroth 2000). Zwierzęta, które początkowo boją się błysków, dość szybko przyzwyczajają się do tych urządzeń, co skutkuje stopniowym spadkiem skuteczności metody. W materiałach informacyjnych producenta (SWAREFLEX) oraz polskiego dystrybutora (firma AMP) znaleźć można jednak informacje, iż przeprowadzone były liczne badania naukowe świadczące o tym, iż system ten jest skuteczny. Według autorów tych materiałów udowodniono, że jego zastosowanie znacznie zmniejsza liczbę wypadków drogowych z udziałem zwierząt, nie podano jednak źródła tych informacji.

W metodzie tej stosuje się odblaski w następujących kolorach: biały, żółty, pomarańczowy i czerwony. Możliwe jest stosowanie odblasków w różnych sytuacjach terenowych, gdyż dostępne są urządzenia odbijające światło pod różnym kątem (ryc.3). W miejscach, w których szczególnie często napotka się zwierzynę lub też krawędź lasu jest blisko drogi, słupki z elementami odblaskowymi powinny być stawiane gęściej.

Metoda ta wymaga z pewnością dalszych badań nad skutecznością, jednak w przypadku braku możliwości budowy przejścia dla zwierząt powinna być rozpatrywana jako alternatywa dla ogrodzeń tworzących szczelną barierę. Wydaje się, iż odblaski powinny być stosowane na drogach o mniejszym natężeniu ruchu, gdzie zwierzętom trudniej będzie się przyzwyczać do takiego elementu środowiska, a jednocześnie będą miały czas

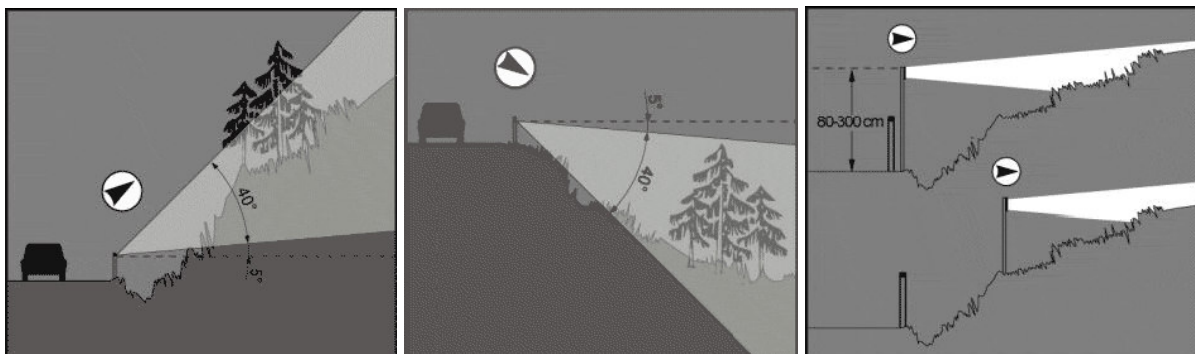
na przejście drogi między przejeżdżającymi pojazdami. Niestety "wilcze oczy" często padają łupem złodziei, a brak choćby jednego odbłasku poważnie obniża skuteczność instalacji.



Ryc.2 Zasada działania „wilczych oczu” - systemu odbłasków odbijają światło reflektorów w kierunku przyległych do drogi terenów, odstrasząc w ten sposób zbliżające się zwierzęta (źródło: Ochrona zwierzyny... 2003).

Kolejną metodą zapobiegania kolizji ssaków z pojazdami jest ograniczenie prędkości na wybranych odcinkach dróg. Niestety w warunkach polskich znaki ograniczające prędkość raczej nie spełnią swojego zadania. Kierowcy dość rzadko przestrzegają tego typu ograniczeń, zwłaszcza, że znajdują się one poza strefą zabudowań. Znaki ograniczenia prędkości wraz ze ostrzegawczym znakiem drogowym „dzikie zwierzęta” (sarna w żółtym trójkącie) mają wyłącznie znaczenie edukacyjne. Rzeczywiste oddziaływanie na zachowanie kierowców na drodze wydaje się być minimalne. Sposobem na skuteczne wymuszenie przestrzegania ograniczeń może być ustawienie na takich odcinkach fotoradarów. Być może skuteczną

metodą byłyby również systemy aktywne. Włączają się one tylko w momencie bezpośredniego zagrożenia wtargnięciem zwierzyny na jezdnię i nakazują kierowcy ograniczenie prędkości jazdy. Wydaje się, iż powinno to znacznie lepiej oddziaływać na wyobraźnię kierowców i co za tym idzie, być zdecydowanie bardziej skuteczne. Wadą takiego rozwiązania są niestety wysokie koszty oraz całkiem realne zagrożenie zniszczenia urządzeń przez wandalów.



Ryc.3 Działanie systemu odbłasków odstrasżających zwierzynę (tzw. „wilcze oczy”) w różnych sytuacjach terenowych (na zakrętach, dla zbocza wznoszącego się, dla zbocza opadającego oraz dla terenu położonego powyżej drogi) (źródło: Ochrona zwierzyny... 2003).

Kolejnym problemem dotyczący wpływu budowy dróg na zwierzęta związany jest z towarzyszącą im infrastrukturą - parkingami, lokalami gastronomicznymi, stacjami benzynowymi czy miejscami obsługi podróżnych. Takie obiekty łączą się ze wzmożoną penetracją najbliższej okolicy przez człowieka oraz obecnością odpadków spożywczych, szczególnie w przypadku lokali gastronomicznych. Odpadki przyciągają dziko żyjące gatunki (głównie drobne gryzonie oraz niektóre drapieżne np. lisy i jenoty), sprzyjając ich oswojeniu. Lokalne zwiększenie liczebności wspomnianych gatunków i dodatkowa baza pokarmowa może powodować ich ekspansję na tereny przyległe. Problemem nie mniej istotnym jest wprowadzenie gatunków związanych z człowiekiem, z których największe niebezpieczeństwo

stanowią koty. Są one często wypuszczane wolno i penetrują okolicę siejąc spustoszenie wśród drobnej fauny (w tym awifauny). Analizując wpływ budowanej lub modernizowanej drogi na faunę należy, zatem szczególną uwagę zwrócić na lokalizację miejsc odpoczynku i obsługi podróżnych. Lokalizowanie ich w pobliżu terenów cennych przyrodniczo nie powinno mieć miejsca. Przy wyborze lokalizacji należy brać pod uwagę istniejące już w okolicy zabudowania. Lepiej jest rozwijać wspomnianą infrastrukturę w pobliżu już istniejącej, gdzie oddziaływanie antropogeniczne istnieje, niż w miejscach gdzie go do tej pory nie było. Ważne jest również, aby nie stosowano w takich miejscach otwartych kontenerów i koszy na śmieci, gdyż przywabiają one zwierzęta, które przyzwyczajają się do łatwo dostępnego źródła pokarmu. Wydaje się, iż zalecenie takie powinno sformułować już na etapie tworzenia raportu OOS.

Do oddziaływań bezpośrednich możemy zaliczyć również płoszenie i niepokojenie zwierząt w strefie, w której droga jest słyszalna. Wielkość tej strefy zależy między innymi od charakteru otoczenia (las, pole), a także od wrażliwości danego gatunku i jego możliwości przystosowawczych. Zagęszczenie gatunków w bezpośrednim zasięgu drogi jest zwykle niższe niż na otaczającym terenie. Wyjątkiem są gatunki, które przy drodze poszukują pożywienia (np. lisy, jenoty), jednak dotyczy to raczej dróg o mniejszym natężeniu ruchu. Aby zminimalizować to oddziaływanie zaleca się zazwyczaj nasadzenia ochronne, które częściowo tłumią hałas. Odpowiednio zaprojektowane spełniają także wiele innych funkcji, między innymi chronią kierowców przed silnymi podmuchami wiatru, czy też mogą zapobiegać nawiewaniu śniegu na drogę. Przy odpowiednich warunkach terenowych, ochronną rolę dobrze mogą pełnić też wały ziemne (gdy droga biegnie w wykopie). Izolowanie lasu, czy też innego cennego siedliska, poza szczególnymi przypadkami (np. brzeg jeziora), nie jest stosowane ze względów ekonomicznych. Ekranów akustycznych i przeciwośnieniowych stosuje się tylko w pobliżu przejść dla zwierząt (oraz oczywiście również w pobliżu siedzib ludzkich). W otoczeniu „zielonych mostów” zminimalizowanie hałasu jest bardzo istotne dla zachęcenia zwierząt do skorzystania z przejścia. Ważne jest, aby ustawione wzdłuż ciągów naprowadzających na przejścia, ekranów stanowiły ciąg. Nie należy tworzyć przerw powodujących podwyższony poziom hałasu na fragmencie najścia. Błąd taki (pokazany na fot.1) skutkuje płoszeniem zwierzyny, która idąc w kierunku przejścia nagle przestaje być osłonięta przed hałasem z drogi. Dodatkowo, przedstawiony na fotografii ciąg ekranów nieprawidłowo naprowadza zwierzęta na przejście. Idąc wzdłuż ekranów ciągnących się przy drodze, natrafiają one w pewnym momencie przed sobą na ścianę, którą muszą obejść, aby dostać się na przejście. Tego typu proste błędy wydają się być łatwe

do poprawienia na etapie projektu. Prawdopodobnie brak konsultacji ze specjalistami na tym etapie spowodował, iż pozostały niezauważone.

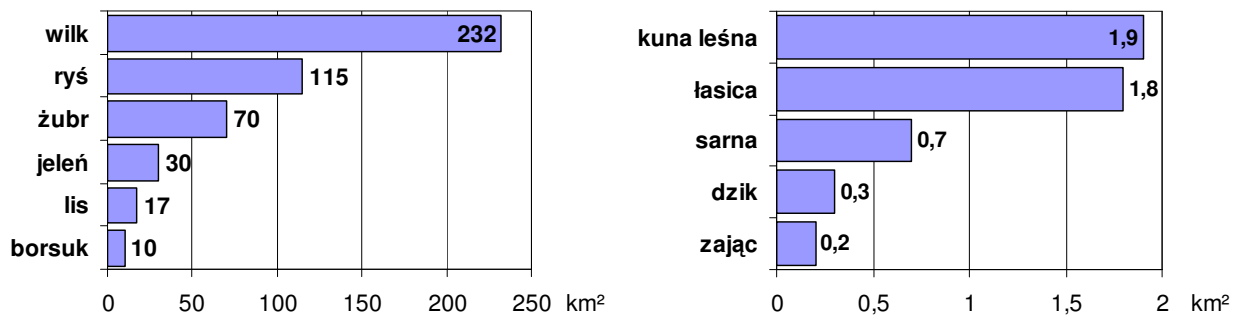


Fot.1 Przerwa w ciągu ekranów akustycznych tuż przy przejściu dla zwierząt. Rozwiązanie takie skutkuje płoszeniem zwierzyny na fragmencie najścia na przejście. Na fotografii tej widoczny jest także inny błąd w projekcji. Ekrany ciągnące się wzdłuż przejścia nie łączą się z ekranami wzdłuż drogi. Kończą się one zaraz za kadrem z lewej strony i nie mają żadnej kontynuacji (źródło: fotografia autora).

Poza bezpośrednim oddziaływaniem, jakim są kolizje zwierząt z pojazdami, drogi oddziałują również w sposób pośredni – tworząc dla ssaków (a także innych zwierząt) trudne, lub wręcz niemożliwe do pokonania, bariery. Jest to oddziaływanie szczególnie istotne, gdyż utrudnienia w przemieszczaniu się osobników prowadzą do izolacji populacji. Zasięg jego oddziaływania jest daleko większy niż płoszenia czy kolizji z pojazdami. Konsekwencje efektu barierowego widoczne są w skali całych populacji, a nie tylko w otoczeniu drogi.

Ssaki są najbardziej mobilną grupą zwierząt (poza ptakami) a większe gatunki mają dość duże wymagania terytorialne. Ogólna zasada jest taka, że im większe zwierze, tym potrzebuje większego terytorium a arealy drapieżników są większe niż arealy roślinożerców (ryc.4). Przemieszczanie się zwierząt konieczne jest dla prawidłowego funkcjonowania subpopulacji. Dzięki migracjom możliwa jest wymiana genetyczna oraz zaspokajanie podstawowych potrzeb poszczególnych osobników. Możemy wyróżnić trzy typy (przyczyny) przemieszczania się zwierząt:

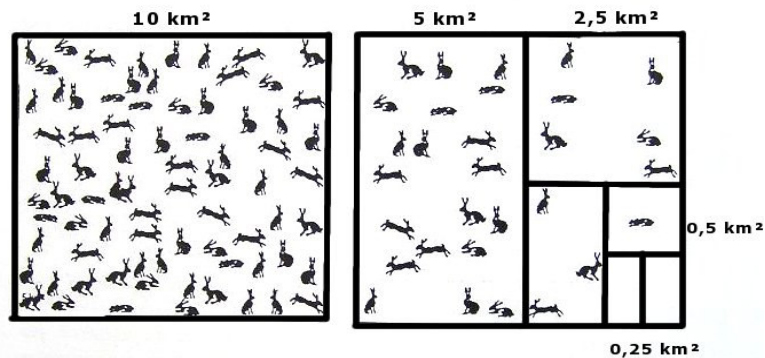
- codzienne wędrówki w obrębie areálu osobniczego związane z zaspokojeniem różnorodnych potrzeb (m.in. odpoczynek, odżywianie się),
- migracje sezonowe związane ze zmianami dostępności pokarmu lub bezpieczeństwa a także zachowaniami rozrodczymi,
- migracje dorosłych lub młodych osobników w poszukiwaniu nowych miejsc do osiedlenia się oraz partnerów do rozrodu.



Ryc.4 Wielkość arealów osobniczych wybranych gatunków ssaków (opracowane na podstawie Jędrzejewski i in 2006)

Fragmentacja siedlisk i osłabienie łączności między poszczególnymi płatami powoduje izolację populacji. Zbyt małe, całkowicie izolowane populacje mają niewielką szansę przetrwania w dłuższej perspektywie. Główną przyczyną jest niewielka zmienność genetyczna i zjawisko chowu wsobnego (krzyżowania się spokrewnionych osobników). Aby zachować żywotność poszczególnych subpopulacji należy zapewnić możliwość przemieszczania się osobników pomiędzy nimi.

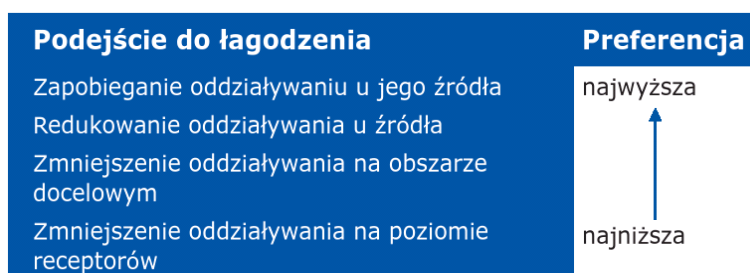
Fragmentacja, będąca konsekwencją budowy sieci dróg, prowadzi również do zmian cech siedliska. Następuje zwiększenie się proporcji długości krawędzi płatów siedlisk do ich powierzchni (wzrost udziału strefy brzeżnej). Konsekwencją tego zjawiska jest między innymi wzrost presji drapieżników na płaty o mniejszej powierzchni oraz zmiana składu gatunkowego na rzecz większego udziału gatunków ekotonowych związanych ze strefą brzeżną. Zmniejszenie się wielkości płatów środowiska i bariery między nimi wpływają też w istotny sposób na liczebność gatunków. Zjawisko to ilustruje rycina 5. Dotyczy ono w pierwszej kolejności większych ssaków o dużych wymaganiach przestrzennych. Wraz ze zmniejszaniem się wielkości dostępnych płatów środowiska skutki fragmentacji dotyczą zwierząt o coraz mniejszych wymaganiach przestrzennych.



Ryc.5 Fragmentacja siedliska na coraz mniejsze powierzchnie powoduje stopniowe zmniejszanie się liczby zwierząt aż do całkowitego ich wyeliminowania (źródło: Pfister 1995 za Curzydło 1999).

Rozważając działania, jakie możemy podjąć, aby zminimalizować efekt barierowy należy przede wszystkim przeprowadzić analizy dotyczące konieczności budowy drogi oraz jej lokalizacji. Szukając optymalnych rozwiązań warto rozważyć również wariant polegający na rozbudowie dróg już istniejących. Skutkiem takiego działania będzie zwiększenie efektu barierowego, ale nie nastąpi dalsze podzielenie istniejących populacji. Znacznie mniejsze będzie również zajęcie terenu. Przy poszerzeniu trasy o 2 metry, strefa o zmienionych warunkach abiotycznych zwiększa się o 10-20 m. Budowa nowej drogi spowoduje natomiast utratę 60-70 m pasa powierzchni. Oznacza to, iż w przypadku rozbudowy drogi biegnącej przez las utrata powierzchni wynosi ok. 2 ha/km natomiast w przypadku budowy nowej drogi dwupasmowej - aż 7 ha/km (Jakubiec-Benroth 2000). Na niektórych obszarach korzystne może być tworzenie tzw. wiązki dróg. Jednak nie w każdym przypadku jest to dobre rozwiązanie. Należy rozważyć czy korzyść z zachowania pewnych siedlisk będzie równoważyć straty związane z bardzo silnym efektem barierowym i utratą szerokiego pasa powierzchni. Rozwiązanie takie wydaje się być uzasadnione, jeśli np. wiąże się z tym możliwość budowy dużego przejścia dla zwierząt, obejmującego dwie drogi o dużym natężeniu ruchu np. autostradę i drogę wojewódzką czy krajową. Należy jednak unikać wiązki dróg w ekosystemach wrażliwych, takich jak doliny rzek, gdzie biocenozy ciągną się strefowo i są silnie powiązane. Wprowadzenie wiązki dróg na obszarach o takiej strukturze powoduje powstanie pasowych barier izolujących, czego konsekwencją może być wymarcie całych biocenoz (Mader 1997 za Jakubiec-Benroth 2000). Analizując możliwości łagodzenia oddziaływań (nie tylko w przypadku ssaków) należy pamiętać, że naczelną zasadą powinno być zapobieganie ich powstawaniu, a jeśli nie jest to możliwe – redukcja lub zmniejszenie tego oddziaływania możliwie najbliżej źródła powstawania (ryc. 6). Należy zatem przede wszystkim przeanalizować, czy budowa nowej drogi jest konieczna. W niektórych sytuacjach

wystarczająca może okazać się modernizacja i poprawa parametrów dróg już istniejących. Realizacja nowej inwestycji drogowej zawsze silnie oddziałuje na środowisko zwiększając jego fragmentację.



Ryc. 6 Preferencje w stosunku do podejmowanych środków łagodzących (źródło: Ocena... 2001).

Do środków łagodzących efekt barierowy, powstały w wyniku budowy i eksploatacji dróg, należą przejścia dla zwierząt. Z przejściami wiąże się także dodatkowa infrastruktura (ekrany antyolśnieniowe, siatki zabezpieczające, naprowadzające nasadzenia roślinności), od której w znacznej mierze zależy prawidłowe ich funkcjonowanie. Na skuteczność tego typu obiektów wpływa kilka czynników, które należy uwzględnić zarówno na etapie projektowania, budowania jak i użytkowania. Jest to przede wszystkim (Kurek 2007):

- właściwa lokalizacja przejścia (tzn. w obrębie korytarzy migracyjnych zwierząt oraz w ich ostojach),
- odpowiednie zagęszczenie obiektów (adekwatne do rangi ekologicznej obszaru),
- właściwe dobranie typu i parametrów przejścia (w zależności od gatunków jakim ma służyć oraz ukształtowania terenu),
- zróżnicowanie typów przejść znajdujących się w sąsiedztwie (aby gatunki o różnych wymaganiach mogły przekraczać barierę),
- właściwe zagospodarowanie terenu wokół i w obrębie przejścia oraz ochrona przed intensywną penetracją ludzi.

Prawidłowa lokalizacja przejścia jest niezwykle ważna, gdyż są to obiekty niezwykle kosztowne. Ważnym jest, aby uniknąć błędów takich jak w przypadku przejścia przedstawionego na fotografiach 2 i 3, które wychodzi wprost na podwórko tatraka (istniejącego w tym miejscu jeszcze zanim zaczęto budować to przejście).

Pierwszym etapem procedury ustalania lokalizacji przejść zaproponowanej przez Kurka (2007) jest określenie odcinków konfliktowych w przebiegu drogi z korytarzami ekologicznymi oraz obszarami siedliskowymi fauny. Powinno być to wykonane na podstawie analiz kartograficznych uzupełnionych wizjami terenowymi oraz inwentaryzacjami. Podstawą

powinno być nałożenie na siebie mapy korytarzy ekologicznych, mapy rozmieszczenia siedlisk oraz mapy z przebiegiem drogi.



Fot. 2 i 3 Przejście dla dużych zwierząt nad drogą S-69 w km 26+650. Przejście o bardzo dobrych parametrach technicznych i odpowiednim zagospodarowaniu powierzchni (głazy, nasadzenia), jednak lokalizacja na przeciwko zabudowań (tatrak) pozostawia wiele do życzenia. Obiekt z pewnością nie będzie wykorzystywany przez większe gatunki dla których został stworzony (Źródła: fot.2 – fotografia autora, fot. 3 – Rafał Kurek, Kurek 2007)

Aby uniknąć problemów na dalszych etapach procedury, autor zaleca określanie lokalizacji obszarów konfliktowych z precyzją ≤ 10 m. Docelowa skala opracowania to minimum 1:25000. Obecnie zalecany przez Ministerstwo Środowiska projekt sieci korytarzy ekologicznych (Jędrzejewski i in. 2005) został wykonany na podstawie materiałów w skali nieprzekraczającej 1:50000. Również wcześniejsze projekty (Liro i in.1995, Kiczyńska i Weigle 2003) są wykonane na dużym poziomie ogólności. Wspomniane wyżej opracowania powinny służyć do identyfikacji rangi danego korytarza (kontynentalna, krajowa, regionalna), którego dokładny przebieg powinien być następnie uszczegółowiony na podstawie analiz kartograficznych i teledetekcyjnych oraz wizji terenowych. Jest to konieczne dla prawidłowej lokalizacji przejść dla zwierząt. Lokalne korytarze migracyjne powinny być natomiast identyfikowane i wytyczane niezależnie od wspomnianych projektów sieci, na podstawie analizy materiałów kartograficznych w skali 1:10000 oraz inwentaryzacji terenowych. Pomocne mogą być też informacje uzyskane z nadleśnictw czy kół łowieckich. Korzystając z tych źródeł należy pamiętać jednak, iż informacje te w przeważającej części dotyczyć będą zwierzyny łownej.

Identyfikacja obszarów siedliskowych powinna opierać się na danych literaturowych, popartych inwentaryzacjami terenowymi. Należy uwzględnić miejsca lęgowe, miejsca stałego przebywania, miejsca odpoczynku, schronienia (refugia) i obszary łowieckie opierając się

na danych dotyczących wielkości arealów osobniczych oraz dystansu migracji dla poszczególnych gatunków. Delimitacja granic siedlisk powinna opierać się o analizę przydatności obszarów dla danego gatunku, uwzględniając jego wymagania ekologiczne oraz dane o zasięgach i kierunkach migracji. Jej wynikiem powinno, być w miarę możliwości, wykreślenie poligonów, odpowiadających wielkości arealów osobniczych danego gatunku.

Kolejnym etapem procedury wyznaczania dokładnej lokalizacji przejść dla zwierząt powinno być wykonanie wielokryterialnej waloryzacji krajobrazu pod kątem możliwości przemieszczania się zwierząt i możliwości budowy przejścia. Powinna uwzględniać ona:

- przebieg lokalnych korytarzy migracyjnych dużych ssaków kopytnych (przede wszystkim sarny i jelenia),
- rzeźbę terenu (odpowiednie deniwelacje, sprzyjające właściwemu wkomponowaniu obiektu w krajobraz),
- rozmieszczenie istniejących struktur przestrzennych, sprzyjających migracji fauny i powodujących jej określone ukierunkowanie (ciągi zakrzaczeń, łąki lub obszary podmokłe o wydłużonym kształcie, jary, wąwozy, wały ziemne),
- obecność cieków i dolin rzecznych, powodujących ukierunkowanie migracji (szczególnie gdy w strefie brzegowej występuje ciąg zadrzewień czy zakrzaczeń)
- obecność dodatkowych barier i oddziaływań antropogenicznych, wpływających na spadek intensywności penetracji przez zwierzęta danego obszaru.

W wyniku przeprowadzonej waloryzacji otrzymujemy pewne strefy lub miejsca, w obrębie których budowa przejść dla zwierząt jest zasadna. Ilość przejść, które można wybudować nad daną drogą nie jest oczywiście nieograniczona. Są to obiekty drogie i dlatego też miejsca, w których planujemy ich budowę muszą być wybierane bardzo starannie. Przy ostatecznym wyborze spośród możliwych lokalizacji należy uwzględnić w szczególności korytarze migracyjne (oraz lokalne szlaki migracji) gatunków kluczowych. Przejścia powinny się także znajdować w obrębie obszarów siedliskowych, na terenach o największej penetracji zwierząt (jeśli to możliwe – w centralnej części obszarów). Dokładna lokalizacja przejścia w znacznej mierze powinna zależeć od lokalnych warunków krajobrazowych, przy ocenie których należy uwzględnić cechy krajobrazu sprzyjające przemieszczaniu się zwierząt w kierunku przejścia oraz możliwość optymalnego wkomponowania obiektu w otaczające środowisko. Lokalizacja przejścia w odległości mniejszej niż 200 m od granicy oświetlenia dróg, skrzyżowań, parkingów, miejsc obsługi podróżnych itp. mija się z celem, gdyż bardziej płochliwe zwierzęta nie będą korzystały z takiego obiektu. Zagęszczenie przejść dla zwierząt

zależać powinno od gatunków, którym mają służyć dane obiekty, oraz od rangi siedliska, przez które przebiega droga (tab.1).

Tab.1 Zalecane maksymalne odległości pomiędzy przejściami dla różnych grup zwierząt w zależności od obszaru, który przecina droga. Przejścia dla większych gatunków mogą służyć również mniejszym (źródło: Jędrzejewski i in. 2006, zmienione).

Kategoria obszaru / struktura środowiska	Maksymalna odległość pomiędzy przejściami dla poszczególnych grup zwierząt			
	Ssaki o dużych arealach (żubr, łoś, jeleń, wilk, ryś, niedźwiedź)	Ssaki o arealach średniej wielkości (sarna, dzik)	Ssaki małe i średnie o mniejszych arealach (borsuk, lis, kuna, łasica, gronostaj, drobne gryzonie, ssaki owadożerne)	Ssaki ziemnowodne (wydra, bóbr, tchórz)
Korytarze o znaczeniu kontynentalnym	1-2 km	1 km	0,5 km	-
Tereny przylegające do parków narodowych i rezerwatów	2 km	1 km	0,5 km	-
Parki krajobrazowe, obszary Natura 2000	2-3 km	1 km	0,5 km	-
Duże ciągle kompleksy leśne	3 km	1 km	0,5 km	-
Tereny bagienne, okolice zbiorników i cieków wodnych	3 km	1 km	0,5 km	1 km
Mozaika polno-leśna	4-6 km	2-3 km	0,5 km	-
Duże obszary polne	-	3 km	1 km	-
Obszary zabudowane	-	-	1 km	-

Przejścia dla zwierząt możemy, biorąc pod uwagę ich położenie, podzielić na trzy główne kategorie (Jędrzejewski i in. 2006): przejścia po powierzchni drogi, przejścia dolne (pod drogami) oraz górne (nad drogami). Jeśli weźmiemy pod uwagę pełnione przez nie funkcje, wydzielić możemy dwie kategorie: przejścia samodzielne (pełniące tylko funkcje ekologiczne) oraz przejścia zespolone (pełniące zarówno funkcje gospodarcze jak i ekologiczne).

Przejścia po powierzchni drogi w niektórych opracowaniach w ogóle nie są klasyfikowane jako przejścia, gdyż nie są one związane z budową żadnego obiektu (Katalog... 2002). Jest to po prostu nieogrodzony odcinek drogi (minimalna długość – 200m, zalecana – powyżej 500m), umożliwiający zwierzętom przechodzenie po powierzchni jezdni. Optymalnym rozwiązaniem jest wyposażenie takiego odcinka drogi w systemy ostrzegawcze, najlepiej aktywne. Stosowane w nich czujniki na podcierwień wykrywają zbliżające się do krawędzi jezdni zwierzęta. Sygnalizują to kierowcom poprzez połączenie z aktywnymi (świecącymi) znakami drogowymi, nakazującymi ograniczenie prędkości, co jest szczególnie

ważne w nocy, kiedy widoczność jest ograniczona a zwierzęta bardziej aktywne. Ograniczenie prędkości na takim odcinku powinno wynosić 50 km/h. Z tego typu przejścia korzystają głównie duże zwierzęta, a w przypadku łośi jest to w zasadzie najlepsze rozwiązanie (Jędrzejewski i in. 2006).

Obecnie oficjalnym (wydanym przez GDDKiA) materiałem pomocniczym dla projektantów i inżynierów dotyczącym budowy przejść dla zwierząt jest Katalog drogowych urządzeń ochrony środowiska (2002). Niestety podane tam minimalne parametry większości obiektów są niewystarczające dla ich prawidłowego (efektywnego) funkcjonowania. W tabeli nr 2 zestawiono zalecane przez naukowców (Jędrzejewski i in. 2006), oparte na wynikach badań z innych krajów, minimalne parametry z tymi, które zostały umieszczone w Katalogu... (2002). Należy również zauważyć, iż w pozycji zalecanej przez GDDKiA nie ma żadnych wytycznych dotyczących zagęszczenia przejść dla zwierząt. Autorzy nie zamieścili również żadnych wskazówek, w jaki sposób dostosować budowane mosty czy estakady dla potrzeb przejść dla zwierząt. Wiele obiektów nie budowanych z myślą o zwierzętach mogłoby im dobrze służyć. Konieczne jest tylko właściwe zagospodarowanie terenu pod spodem i wokół, co nie wiąże się z dużymi wydatkami, ale wymaga odpowiedniej wiedzy.

Od połowy XX wieku coraz bardziej popularnym materiałem do budowy przejść dla zwierząt są tzw. konstrukcje podatne z blachy falistej. Mogą być one wykorzystywane z powodzeniem zarówno do budowy przejść górnych (fot. 3 i 4) jak i dolnych. Jest to technologia godna polecenia ze względu na szybkość montażu, trwałość oraz możliwość budowy bez konieczności wyłączania ruchu pojazdów (lub kolei), a także stosunkowo mniejsze koszty niż budowie tradycyjne.



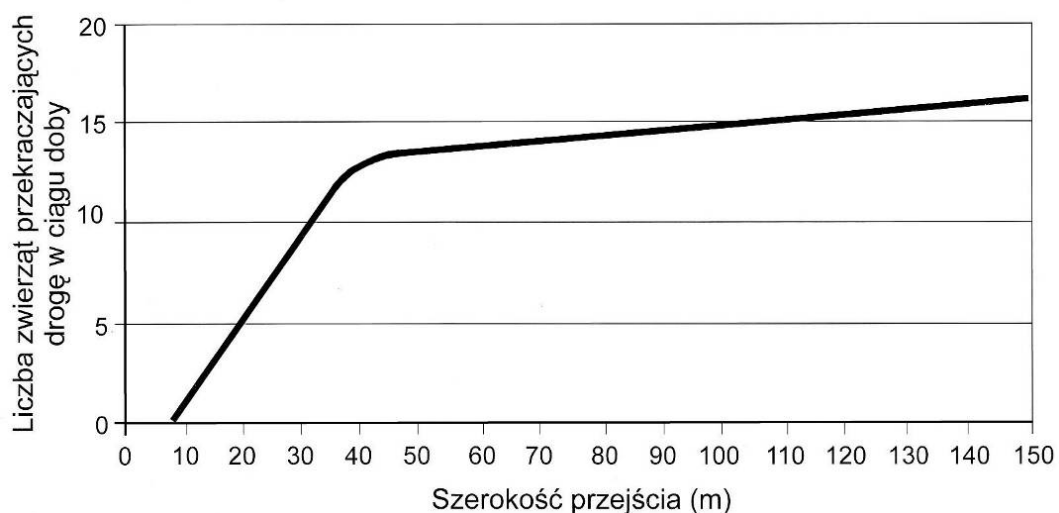
Fot. 4 i 5 Przejście górne nad linią kolejową E20 (odcinek Rzepin – Kunowice) w trakcie budowy. Konstrukcja z blachy falistej, coraz częściej wykorzystywana przy budowie przejść (również w drogownictwie). Na drugim zdjęciu widoczne elementy konstrukcyjne skręcane przy pomocy śrub (źródło: fotografie autora).

Tab.2 Wymiary przejść dla poszczególnych grup zwierząt zalecane przez naukowców oraz w opracowaniu GDDKiA (opracowanie własne na podstawie Jędrzejewski i in. 2006 oraz Katalog... 2002)

Lp.	Rodzaj przejścia	Najważniejsze zwierzęta, dla których jest przeznaczane przejście	Zalecane parametry przejść. Czcionką pogrubioną wg. Jędrzejewski i in. (2006), <i>Kursywą</i> – wg. GDDKiA (Katalog... 2002)				Minimalne wymagania dla największych zwierząt korzystających z danego typu przejścia
			szerokość	wysokość	współczynnik ciasnoty	inne	
1	Przejścia górne nad drogą	Moście krajobrazowe	łoś, żubr, jeleń, dzik, wilk, ryś, niedźwiedź	>80 m („mosty biologiczne >50m, „mosty ekologiczne” >kilkaśet metrów)	-	nachylenie < 15°	łoś, żubr – 50m , jeleń, wilk, ryś, niedźwiedź – 40m , sarna, dzik, borsuk, lis - 25m
2	Zielone mosty	łoś, jeleń, dzik, sarna, wilk, niedźwiedź	>35 m (dziki >7m, sarny >10m, jelenie >12m, „przejście regionalne” >25m)	-	-	nachylenie < 15° dług/szer > 0.8	żubr, łoś – 20m × 6m , jeleń, wilk, ryś, niedźwiedź – 15m × 5m
3	Przejścia pod wiaduktami (estakadami)	łoś, żubr, jeleń, dzik, wilk, ryś, niedźwiedź	>20m	>5m	-	-	łoś, żubr – 20m × 5m , jeleń, wilk, ryś, niedźwiedź – 10m × 4m , sarna, dzik, borsuk, lis – 6m × 3.5m . łasica, gronostaj, tchórz, kuny, gryzoni, owadożerne, wydra, bóbr – 4m × 1.5m . Szerokość liczona poza lustrem wody łącznie po obu stronach cieku!
4	Przejścia dolne pod mostami i ciekami do 3m szerokości	jeleń, sarna, dzik, wilk, ryś, niedźwiedź	>5m	>3.5m	-	-	łoś, żubr – 18m × 4m , jeleń, wilk, ryś, niedźwiedź – 15m × 3.5m , sarna, dzik, borsuk, lis – 6m × 2.5m , łasica, gronostaj, tchórz, kuny, gryzoni, owadożerne – 2m × 1m , wydra, bóbr – 2m × 1.5m , płazy – 1.5m × 1m . Ostateczne wymiary należy obliczyć uwzględniając współczynnik ciasnoty!
5	Przejścia pod mostami nad większymi rzekami	łoś, żubr, jeleń, wilk, ryś, niedźwiedź, sarna, dzik	>10m	>5m	-	-	łoś, żubr – 18m × 4m , jeleń, wilk, ryś, niedźwiedź – 15m × 3.5m , sarna, dzik, borsuk, lis – 6m × 2.5m , łasica, gronostaj, tchórz, kuny, gryzoni, owadożerne – 2m × 1m , wydra, bóbr – 2m × 1.5m , płazy – 1.5m × 1m . Ostateczne wymiary należy obliczyć uwzględniając współczynnik ciasnoty!
6	Przejścia dolne (tunele) duże	jeleń, sarna, dzik, wilk, ryś, niedźwiedź, zając, łoś	>15m (4m)	>3.5m (sarna – 3.5m, jeleń – 4m)	>1.5 (>1.5)	-	łoś, żubr – 18m × 4m , jeleń, wilk, ryś, niedźwiedź – 15m × 3.5m , sarna, dzik, borsuk, lis – 6m × 2.5m , łasica, gronostaj, tchórz, kuny, gryzoni, owadożerne – 2m × 1m , wydra, bóbr – 2m × 1.5m , płazy – 1.5m × 1m . Ostateczne wymiary należy obliczyć uwzględniając współczynnik ciasnoty!
7	Przejścia dolne (tunele) średnie	sarna, dzik, ryś, wilk, jeleń	>6m (4m)	2.5-3.5m (2.5m)	>0.7 (>1.5)	-	łoś, żubr – 18m × 4m , jeleń, wilk, ryś, niedźwiedź – 15m × 3.5m , sarna, dzik, borsuk, lis – 6m × 2.5m , łasica, gronostaj, tchórz, kuny, gryzoni, owadożerne – 2m × 1m , wydra, bóbr – 2m × 1.5m , płazy – 1.5m × 1m . Ostateczne wymiary należy obliczyć uwzględniając współczynnik ciasnoty!
8	Przejścia dolne (tunele) małe	borsuk, lis, kuna, łasica, wydra, gronostaj, tchórz, gryzoni, ssaki owadożerne, płazy	>2m (1m)	>1m (1m)	>0.07 (brak)	-	łoś, żubr – 18m × 4m , jeleń, wilk, ryś, niedźwiedź – 15m × 3.5m , sarna, dzik, borsuk, lis – 6m × 2.5m , łasica, gronostaj, tchórz, kuny, gryzoni, owadożerne – 2m × 1m , wydra, bóbr – 2m × 1.5m , płazy – 1.5m × 1m . Ostateczne wymiary należy obliczyć uwzględniając współczynnik ciasnoty!
9	Przejścia dolne - przepusty	wydra, tchórz, łasica, gronostaj, gryzoni, płazy	>2m	>1.5m	-	-	łoś, żubr – 18m × 4m , jeleń, wilk, ryś, niedźwiedź – 15m × 3.5m , sarna, dzik, borsuk, lis – 6m × 2.5m , łasica, gronostaj, tchórz, kuny, gryzoni, owadożerne – 2m × 1m , wydra, bóbr – 2m × 1.5m , płazy – 1.5m × 1m . Ostateczne wymiary należy obliczyć uwzględniając współczynnik ciasnoty!
10	Przejścia dla płazów	płazy, gryzoni, łasica, gronostaj	1.5m (0.4m)	1m (0.3-0.4m)	-	(lub średnica 0.4m)	łoś, żubr – 18m × 4m , jeleń, wilk, ryś, niedźwiedź – 15m × 3.5m , sarna, dzik, borsuk, lis – 6m × 2.5m , łasica, gronostaj, tchórz, kuny, gryzoni, owadożerne – 2m × 1m , wydra, bóbr – 2m × 1.5m , płazy – 1.5m × 1m . Ostateczne wymiary należy obliczyć uwzględniając współczynnik ciasnoty!

Przejścia górne, ze względu na znaczne koszty, budowane są z myślą o dużych zwierzętach, które mniej chętnie korzystają z przejść dolnych, lub też, gdy takiemu rozwiązaniu sprzyja ukształtowanie terenu. Wyróżnić można dwa typy takich przejść – tzw. zielone mosty (ekodukty, mosty biologiczne) oraz mosty krajobrazowe (mosty ekologiczne). W Katalogu... (2002) wyróżnia się też „przejścia górne dla zwierząt średnich i dużych” przeznaczone dla konkretnego gatunku. Podane tam szerokości przejść (dla dzików – 7m, dla saren – 10m, dla jeleni – 12m) wydają się jednak niewłaściwe, jeśli chodzi o efektywność funkcjonowania...

Zasadniczą różnicą między dwoma wymienionymi wyżej typami przejść górnych jest ich szerokość w najwęższym miejscu. Zaleca się, aby w przypadku zielonych mostów nie była ona mniejsza niż 35m, gdyż w przeciwnym wypadku są one słabo wykorzystywane (ryc. 7). Optymalna szerokość to 50-80m, przy założeniu, iż stosunek szerokości do długości jest większy od 0,8. Mosty krajobrazowe są to przejścia o szerokości w najwęższym miejscu co najmniej 80m. Na niektórych obiektach wymiar ten sięga czasem nawet kilkuset metrów. Nachylenie powierzchni przejścia nie powinno przekraczać 15%, aby zwierzęta widziały przynajmniej czubki drzew znajdujących się po drugiej stronie obiektu. Kształt najścia na przejście powinien być lejkowaty (w rzucie pionowym) i możliwie jak najmniej stromy. Wymaga to stworzenia dużego nasypu o łagodnych zboczach, naprowadzającego zwierzęta na przejście (Jędrzejewski i in. 2006, Kurek 2007).



Ryc.7 Zależność między szerokością przejść górnych a częstością ich wykorzystywania przez ssaki (źródło: Georgii i in. 1998 za Jędrzejewski i in. 2006, zmienione).

Duże przejścia górne służą właściwie wszystkim grupom zwierząt. Budowa takich obiektów zalecana jest na obszarach szczególnie cennych. Dla ich prawidłowego

funkcjonowania niezwykle istotne jest, poza odpowiednią konstrukcją i parametrami, prawidłowe zagospodarowanie powierzchni przejścia oraz terenów otaczających. Projektując zagospodarowanie terenu należy pamiętać, iż jego celem jest możliwie najlepsze wkomponowanie obiektu w otaczający krajobraz, prawidłowe naprowadzenie zwierząt na przejście oraz zachęcenie ich do przemieszczenia się na drugą stronę. Konieczne jest zatem maksymalne ukrycie „elementów obcych”, których obecność odstrasza zwierzęta. Należy w tym celu zadbać o odpowiednie nasadzenia roślinności, zwłaszcza naprowadzającej zwierzęta na przejście oraz osłaniającej elementy antropogeniczne. Powierzchnia przejść powinna zapewniać dogodne miejsca dla ukrycia się dla małych ssaków a także utrudniać penetrację ludziom. W tym celu stosuje się najczęściej karpy i pnie drzew wyciętych pod inwestycje lub głązy. Konieczna jest też izolacja przechodzących zwierząt od światła i hałasu pojazdów na drodze. Najczęściej instaluje się w tym celu ekrany odbijające lub pochłaniające hałas.

Polskie doświadczenia z budową przejść górnych nie są najlepsze. Pierwsze takie obiekty zbudowane na opolskim odcinku autostrady A4 niejednokrotnie lokalizowano w sposób nieprzemyślany (np. na obszarze rolniczym), a oszczędność spowodowała, iż są zbyt wąskie. Również ich zagospodarowanie pozostawia wiele do życzenia. Betonowe gazony, w których w zamyśle miała być nasadzona roślinność nie spełniają swojej funkcji. Nasadzona roślinność się w nich nie utrzymuje, a dodatkowo same gazony poprzez swoją mało naturalną formę nie zachęcają zwierząt do korzystania z przejścia. Być może te złe doświadczenia były jednak potrzebne, aby kolejne konstrukcje były coraz lepsze i lepiej zlokalizowane.

Przejścia dolne można podzielić najbardziej ogólnie na te budowane specjalnie z myślą o zwierzętach oraz na obiekty, które pełnią również inną funkcję (estakady, mosty nad rzekami lub dolinami, przejazdy kolejowe lub drogowe, przepusty itd). Konstrukcje przejść dla zwierząt dużych i średnich są podobne, różnią się natomiast wymiarami. Do budowy małych przejść wykorzystywane są najczęściej odpowiednio przystosowane przepusty wodne. Wymiary przejść dolnych podane są w tabeli 2. Podobnie jak w przypadku przejść górnych, bardzo ważne jest właściwe zagospodarowanie otoczenia wokół i w obrębie przejścia (w tym konstrukcje naprowadzające). Zasady są tu podobne do opisanych powyżej (dla przejść górnych). W miarę możliwości zaleca się również doświetlanie przejść w środkowej części (szczeliny między pasami ruchu).

Drugą grupę przejść dolnych stanowią te, które poza funkcją przejścia dla zwierząt pełnią także inne funkcje. Dużym niedopatrzeniem wydaje się być brak wytycznych

dotyczących tego typu obiektów w Katalogu drogowych urządzeń ochrony środowiska (2002), zalecanym przez GDDKiA. Skutkiem tego jest powstawanie obiektów, które mogłyby pełnić funkcje przejść dla zwierząt, ale ze względu na błędy konstrukcyjne lub sposób zagospodarowania otoczenia nie nadają się dla zwierząt.

Estakady są obiektami, które zazwyczaj pełnią funkcję przejścia, o ile znajdują się tam szlaki migracji zwierzyny. Dla obiektów tych zalecana szerokość pod estakadą to nie mniej niż 100m, a wysokość w najwyższym punkcie nie powinna być mniejsza niż 5 m (tab. 2). Krótsze estakady są oczywiście budowane w przypadku gwałtownych obniżień terenu, na przykład w terenach górskich. Przesła takich obiektów nie powinny być rozstawione gęściej, niż co 15-20 m. Przejścia pod estakadami są wykorzystywane przez wszystkie grupy zwierząt ze względu na brak efektu „ciemnego tunelu”, który działa na wiele większych ssaków odstraszająco (fot. 6, 7, 8 i 9).



Fot. 6, 7, 8 i 9 Estakady w rejonie Bielska Białej (okolice Beskidu Śląskiego) Widoczne jest duże prześwietlenie obszaru pod estakadą, co sprawia, iż zwierzęta chętnie korzystają z takich przejść (źródło: fotografie autora).

Mosty budowane nad ciekim wodnym również mogą stanowić doskonałe przejście dla zwierząt o ile zostanie spełnione kilka warunków. Konieczne jest poszerzenie mostu o tyle, aby z jednej lub z obu stron ciekłu pozostał szeroki pas brzegu powyżej poziomu

zalewania, najlepiej wraz z roślinnością. Istotne jest także zachowanie naturalnego koryta. Jeśli konieczne jest jego umacnianie powinny być to metody możliwie jak najmniej ingerujące w środowisko. Istnieje wiele sposobów umożliwiających umocnienie brzegów bez konieczności ich betonowania. Można wykorzystać do tego celu faszynę, narzut kamienny przysypany ziemią z sadzonkami wierzby lub brzegosłon wierzbowy. Planowaniu tego typu zabezpieczeń poświęcona została pozycja Begemanna i Schiechtla (1999) pt. „Inżynieria ekologiczna w budownictwie wodnym i ziemnym”. Szczegółowo opisanych zostało wiele ciekawych rozwiązań, bardziej przyjaznych środowisku (i zwierzętom) od obecnie stosowanych. Przykład mało przyjaznego zwierzętom umocnienia brzegu pod mostem pokazano na fot. 10 i 11. Zastosowany tam rumosz (żwir) umocniony siatką drucianą może być odstraszący, zwłaszcza dla kopytnych. Dodatkowo, dojście do przejścia pod mostem jest utrudnione ze względu na dość stromą skarpe sięgającą do samego koryta rzeki. Oczywiście przedstawiony obiekt nie był budowany jako przejście dla zwierząt, jednak wystarczyłoby kilka drobnych zabiegów, aby dobrze mógł pełnić tę funkcję. Wykonanie dogodnego dojścia oraz zasypanie umocnionego brzegu ziemią lub piaskiem znacznie zwiększyłoby możliwość funkcjonowania tego obiektu jako przejścia dla zwierząt.



Fot. 10 i 11 Po lewej stronie umocnienie brzegu niezbyt przyjazne zwierzętom – żwir umocniony siatką. Na prawym zdjęciu - widok na umocniony brzeg pod mostem. W głębi, z prawej strony widoczna skarpa, która utrudnia zwierzętom korzystanie z przejścia pod mostem (źródło: fotografie autora).

Zalecane wymiary mostów mających służyć jako przejście dla zwierząt są zależne od wielkości obiektu i szerokości cieku. Szczegółowe zalecane wymiary umieszczono w tabeli 2. Ważnym parametrem przy przejściach dolnych jest tzw. współczynnik ciasnoty, który oblicza się dzieląc iloczyn szerokości i wysokości przez długość przejścia. Im wyższa jest wartość tego współczynnika, tym lepiej, gdyż mniejszy jest „efekt tunelowy”. Zaleca się także, aby w miarę możliwości konstrukcyjnych, wykonać doświetlenie przejścia poprzez

szczeliny (otwory doświetlające) w pasie rozdziału (między pasami ruchu). Istotnym błędem jest tworzenie mostów zbyt niskich dla średnich zwierząt (fot. 12).



Fot. 12 Most o wysokości niewystarczającej dla pełnienia funkcji przejścia dla średnich zwierząt (źródło: fotografia autora).

Jako przejścia dolne doskonale mogą również funkcjonować rzadko używane wiadukty dla dróg lokalnych czy kolei (fot. 13 i 14), pod warunkiem właściwego zagospodarowania ich otoczenia. W miarę możliwości należy pozostawić pod wiaduktem naturalną nawierzchnię, lub też, jeśli jest to niemożliwe - wygospodarować pas naturalnego podłoża z nasadzeniami. Większość wiaduktów nie jest budowana z myślą o zwierzętach, chociaż dostosowanie ich do takiej funkcji nie wymaga zazwyczaj istotnych zmian w projekcie.



Fot.13 i 14 Wiadukty – kolejowy oraz lokalnej drogi, stanowiące dobre przejścia dla zwierząt (źródło: fotografia autora).

Bardzo ważnym elementem przy przejściach dla zwierząt są ogrodzenia naprowadzające. Istotne jest, aby były one zamontowane prawidłowo oraz starannie. Często nawet dobrze zaprojektowane ogrodzenie będzie źle spełniać swoją rolę z powodu nieprawidłowego montażu. Istotnym błędem jest prowadzenie ogrodzenia do górnej krawędzi mostu a nie do samego przejścia (fot. 15). Skutkować to może wkraczaniem zwierzyny na drogę, mimo stromego nasypu. Utrudnia także zwierzętom idącym wzdłuż ogrodzenia odnalezienie przejścia.



Fot. 15 Źle poprowadzone ogrodzenie – zamiast kończyć się na skraju przejścia (pod mostem), biegnie w górę nasypu, kończąc się tuż przy jezdni (źródło: fotografia autora).

Konsekwencją takiego ustawienia siatki jest też często poprowadzenie jej w poprzek rowu odwadniającego. Na skutek tego powstaje pod siatką duże przejście. Jeśli nie zostaną wykonane dodatkowe zabezpieczenia na tym fragmencie to efektem takiego błędu będzie swobodna możliwość przemieszczania się zwierząt na drugą stronę siatki poprzez rów. Zdarza się również, że w przypadku nierówności terenu lub nieprawidłowego naciągnięcia siatki prowadzonej w górę nasypu, powstaje spora szczelina, przez którą mniejsze zwierzęta, takie jak lis czy zając spokojnie przechodzą na drugą stronę (fot. 16).

Poważnym błędem są bezzasadne przerwy w ogrodzeniu takie jak na fot. 17. Wyraźnie widać, iż siatka grodząca nie dochodzi do ekranu dźwiękochłonnego przy drodze, lecz biegnie wzdłuż rowu odwadniającego i w pewnym momencie kończy się bez wyraźnego powodu. Takie rozwiązanie jest niedopuszczalne, gdyż zwierzęta idące wzdłuż rowu nakierowywane są wprost na ulicę.



Fot. 16 Szczelina pod siatką wynikająca z nieprawidłowego jej zamontowania. Liczne tropy po drugiej stronie świadczą o tym, iż zwierzęta często korzystają z możliwości przejścia (źródło: fotografia autora).

Fot. 17 Brak połączenia między siatką a ekranami dźwiękochłonnymi (z lewej strony) oraz przerwa w ciągu ekranów (z prawej strony) powodujące, iż zwierzęta idące wzdłuż ciągu ekranów wychodzą wprost na jezdnię. Widoczne na fotografii ogrodzenie miało w założeniu naprowadzać na duże, górne przejście dla zwierząt, jednak ze względu na brak ciągłości nie może dobrze pełnić swojej funkcji (źródło: fotografia autora).



Małe ssaki, aby przedostać się na drugą stronę drogi, poza przejściami dla większych zwierząt, korzystają z przepustów (fot. 18). Często są to obiekty budowane w związku z regulacją przepływu wód, ale w przypadku ich braku należy w projekcie drogi uwzględnić zbudowanie takich obiektów dla potrzeb małych zwierząt. W celu jak najlepszego dostosowania przepustów do roli przejść, należy ich dno wysypać materiałem naturalnego

pochodzenia (piasek, drobny żwir). Jeśli nie jest to możliwe, ze względu na przepływ wody w przepuście, należy stworzyć tzw. suche półki. Ważne jest także, aby nie traktować tego typu przepustów jako przejść dla płazów. Mają one inne wymagania niż małe ssaki i wymagają innych przejść (patrz rozdział 3.3).



Fot. 18 Przepust pod drogą. Na śniegu widoczne tropy małego ssaka (prawdopodobnie z rodziny łasicowatych), który skorzystał z takiego przejścia (źródło: fotografia autora).

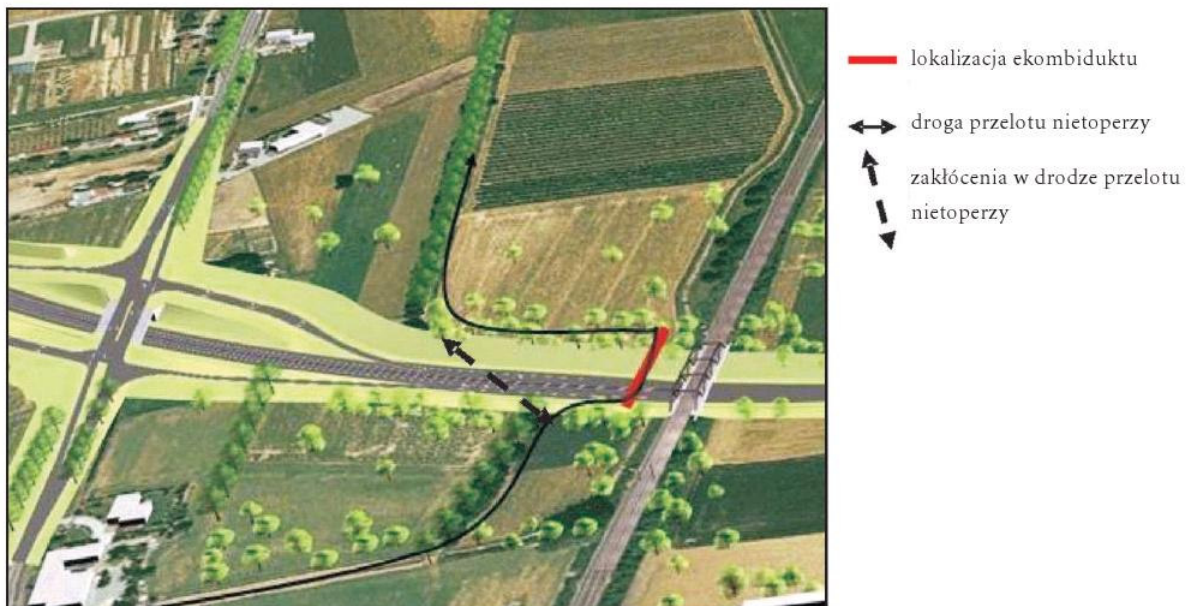
Elementami, jakie powinny być zastosowane w powiązaniu z ogrodzeniami są skocznie i bramy dla kopytnych umożliwiające wyjście od strony pasa drogowego na zewnątrz. Jest to konieczne, gdyż umożliwia wydostanie się na wolność zwierzętom, które przypadkiem przedostały się za ogrodzenie.

Dodatkową barierą (oprócz ogrodzenia) mogą być rowy z wodą, po obu stronach drogi. Brzegi od strony drogi muszą być strome, dodatkowo mogą być ogrodzone ekranem z desek. Przeciwny brzeg powinien natomiast być łagodny, umożliwiając wydostanie się małym zwierzętom na brzeg. Nasadzenie roślinności wzdłuż takich rowów prowokuje zwierzęta do poruszania się wzdłuż nich i stanowi dobry element naprowadzający je do przejść (Jakubiec-Benroth 2000).

Dane z nadleśnictwa Koło (Konopka i Szyller 2007) w pobliżu odcinka autostrady A2 świadczą, iż po wykonaniu grodzienia oraz odpowiednich przejść dla małych i dużych zwierząt uzyskano wzrost liczebności zwierzyny w porównaniu z okresem poprzedzającym.

Może być to dowodem, iż właściwie zaprojektowane przejścia w znacznym stopniu zminimalizują efekt bariery. Mimo, iż wzrost ten mógł wynikać również z nałożenia się innych czynników takich (np. łagodna zima, zwiększona baza pokarmowa), można mieć nadzieję, iż ekosystem po obu stronach autostrady funkcjonuje prawidłowo jako jedna całość.

Obecność dróg, szczególnie tych o dużym natężeniu ruchu, wpływa także w specyficzny sposób na nietoperze. Ssaki te kierują się często na żerowiska wzdłuż istniejących pasm zadrzewień. Jeśli budowana droga przecina takie pasmo drzew, nietoperze często przestają latać po stałej trasie rezygnując z przelotu na drugą stronę ruchliwej drogi. Konsekwencją jest utrata dostępu do znajdujących się tam żerowisk. Badania holenderskie (Tilmans 2007) wykazały, iż górne przejścia dla zwierząt, jeśli są odpowiednio zagospodarowane zielenią, mogą służyć przywróceniu tras migracji nietoperzy (ryc. 8). Powstanie górnego przejścia dla zwierząt sprawia, iż mogą one, korzystając z jego osłony, swobodnie przelecieć na drugą stronę drogi. Ochrona nietoperzy przy inwestycjach drogowych jest szczególnie mocno rozwinięta w Wielkiej Brytanii. Szczegółowe informacje i wskazania można znaleźć w opracowaniu wydanym przez Highway Agency (2001a).

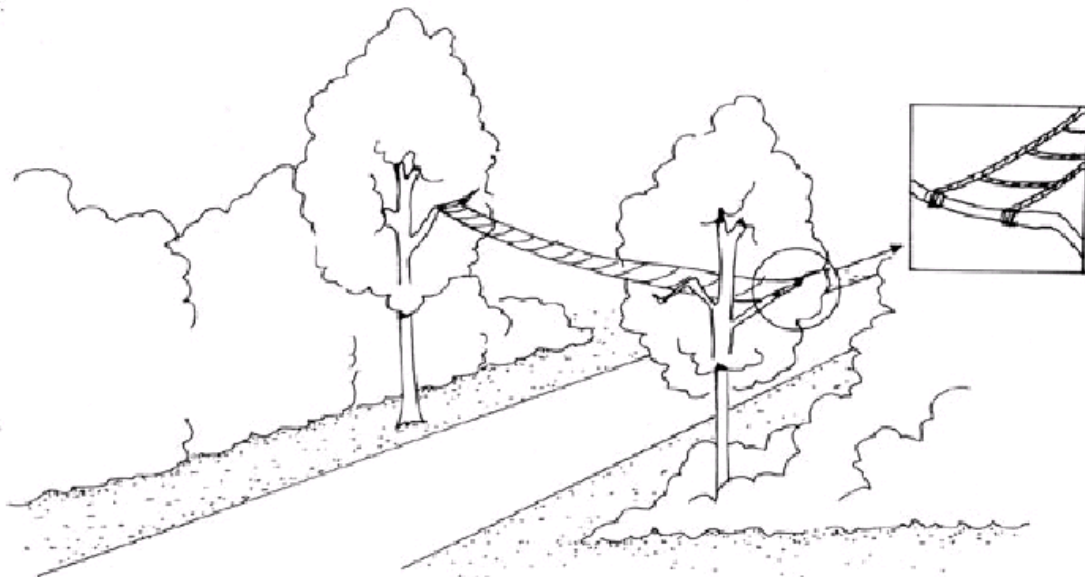


Ryc. 8 Nowa trasa przelotów nietoperzy do żerowisk. Stary szlak przelotu został przecięty przez budowaną drogę. Po zbudowania w pobliżu górnego przejścia dla zwierząt („ekombiduktu”), nietoperze zaczęły przelatywać nad nim na drugą stronę, korzystając z osłony przed światłami i hałasem (Źródło: Tilmans 2007).

Podobną funkcję do opisanej powyżej mogą pełnić rozbudowane nieco „mosty” dla niewielkich nadrzewnych ssaków (ryc. 9). Rozwiązanie to jest dość nowym pomysłem i posiada różne ograniczenia, ale wydaje się iż może być skuteczne szczególnie w przypadku wiewiórek oraz pilchowatych bardzo niechętnie schodzących na ziemię. Pomost taki mógłby

być jednak stosowany tylko w przypadku dróg dwupasmowych, gdzie odległość między drzewami po obu stronach nie jest zbyt duża. Być może należy rozważyć zastosowanie tego typu rozwiązań w miastach, nad ulicami przylegającymi bezpośrednio do parków. Dużą zaletą takich „mostów” są niewielkie koszty, niestety nie znaleziono badań nad skutecznością tego typu rozwiązań.

35.



Ryc. 9 Projekt przejścia nad drogą dla ssaków nadrzewnych (źródło: Bekker i Luell 2003).

3.2 Ptaki

Ptaki są zwierzętami o wyjątkowo dużej mobilności. Z tego faktu wynika błędna opinia, że drogi nie mają istotnego wpływu na populacje ptaków. Drogi nie są dla ptaków barierą w sensie fizycznym, a kolizje, w których biorą udział ptaki wydają się być rzadsze niż w przypadku innych kręgowców. Z pewnością też są rzadziej zauważane i mniej się o nich mówi niż w przypadku większych zwierząt, takich jak sarny, zające, lisy czy dziki. Jednak wpływ dróg na populacje ptaków jest dość znaczny i z pewnością nie należy go bagatelizować.

Negatywny wpływ dróg na awifaunę jest dość dobrze zbadany i obejmuje szereg sprzężonych ze sobą czynników. Najbardziej oczywisty to kolizje ptaków z pojazdami, skutkujące zwiększeniem wskaźnika śmiertelności w skali całej lokalnej populacji. Fragmentacja środowiska powoduje z kolei izolację poszczególnych subpopulacji (w różnym stopniu, zależnym od gatunku). Hałas i ruch pojazdów powoduje obniżenie liczebności ptaków (nawet o 70%) w pasie wzdłuż drogi. Szerokość tej strefy wzrasta wraz ze wzrostem

natężenia ruchu pojazdów oraz jest różna dla różnych gatunków. W wyniku wymienionych wyżej czynników obserwuje się, wpływające na populacje ptaków, zmiany w składzie zgrupowań kręgowców, takie jak (Chylarecki 2006):

- spadek liczebności dużych gatunków (zwłaszcza drapieżników) bardziej wrażliwych na fragmentacje,
- spadek liczebności drobnych kręgowców (płazów i małych ssaków) najczęściej będących ofiarami kolizji (będącymi jednocześnie pokarmem wielu innych gatunków),
- zwiększenie presji drapieżniczej na terenach przylegających do drogi na skutek wzrostu liczebności padlinożerców penetrujących pobocza dróg w poszukiwaniu ofiar kolizji.

Główną przyczyną obecności ptaków w pobliżu i w obrębie pasa drogowego, jest poszukiwanie pokarmu. Na powierzchni dróg gromadzą się często owady (zwłaszcza w słoneczne dni), które zwabiają żywiące się nimi ptaki. Podobnie dzieje się w okresach deszczu, gdy na powierzchnie wychodzą dżdżownice i inne bezkręgowce. Kolejnym źródłem pożywienia są sadzone na poboczu, lub między pasami drogowymi, drzewa i krzewy owocowe. Żerujące ptaki często przelatują nisko nad jezdnią, po której poruszają się pojazdy. Prędkość jadącego samochodu jest zbyt duża, aby ptak zdążył go zauważyć i mógł uniknąć zderzenia. Zdarza się również, że mokry asfalt, od którego odbija się światło słoneczne jest postrzegany przez ptaki jako tafla wody. Próby lądowania na takim „jeziorze” kończą się tragicznie, gdyż ptaki giną bądź w wyniku uderzenia o twardą powierzchnię, bądź oszołomione – pod kołami samochodów (Walasz i in. 2009).

Prostą metodą zapobiegania przynajmniej części wypadków jest sadzenie gatunków roślin, które nie wydają owoców zjadanych przez ptaki. Są to drzewa i krzewy iglaste oraz na przykład jaśmin. Unikać natomiast należy w szczególności nasadzeń następujących gatunków: berberys, dereń świdwa, dzika czereśnia, dzika róża, dziki bez czarny, dziki bez koralowy, głóg (gatunki krajowe), grusza pospolita, jałowiec pospolity, jarzab pospolity (jarzębina), jesion, kruszyna, tarnina, trzmielina, szakłak. Owoce tych gatunków są szczególnie lubiane przez ptaki.

Śmiertelność małych kręgowców na drogach wpływa na podwyższenie liczebności padlinożerców i drapieżników (np. lis, kruk, sroka, ptaki drapieżne) w ich pobliżu. Korzystają one z pożywienia, jakim są martwe zwierzęca na poboczach drogi, jednocześnie same narażając się na kolizje z pojazdami.

Specyficznym zagrożeniem, niezwiązanym bezpośrednio z samą drogą, są stawiane wzdłuż niej ekrany akustyczne. Często, głównie ze względów krajobrazowych, ustawiane są ciągi ekranów przezroczystych, całkowicie niewidocznych dla ptaków. Powoduje to, iż częstym zjawiskiem staje się rozbijanie się ptaków o te powierzchnie. Badania dotyczące rozbijania się ptaków o szyby prowadzone były głównie w Stanach Zjednoczonych. Pierwsze doniesienie o takim wypadku pochodzi już z 1832 roku. Informacje o ptakach rozbijających się o duże, szklane powierzchnie zaczęły się w większej ilości pojawiać w latach 40-tych w Stanach Zjednoczonych, co wiązało się z nowym trendem architektonicznym. Projektowane i budowane w tym czasie domy charakteryzowały się dużymi przeszkłonymi ścianami – oknami (ang. *picture window*), znajdującymi się najczęściej od strony ogrodu lub lasu. Już wtedy zauważono, iż przezroczyste powierzchnie nie są traktowane przez ptaki jako przeszkoda (Dunbar 1949). Skutkowało to licznymi kolizjami, często kończącymi się dla ptaków poważnymi obrażeniami lub śmiercią. Jednak w pracach naukowych, które ukazywały się w tym czasie (Ross 1946, Snyder 1946) nie szukano rozwiązania tego problemu, a jedynie go sygnalizowano. Prowadzono statystyki dotyczące gatunków rozbijających się o szyby, wieku i płci osobników a także opisywano skutki kolizji.

Badania wykazały, iż głównymi przyczynami śmierci ptaków w wyniku uderzenia o przezroczystą powierzchnię są urazy czaszki, krwiaki w obrębie mózgu oraz złamania kręgosłupa szyjnego (Klem 1990). Wyniki badań w Stanach Zjednoczonych (Klem 1989) pokazują, iż na kolizje narażone są w takim samym stopniu ptaki młode jak i dorosłe. Można zatem wywnioskować z tego, iż kolizje takie nie są wynikiem niedoświadczenia młodych ptaków. Nie wykazano również istotnych różnic między płciami, porami roku, porami dnia, pogodą (nasłonecznieniem i obecnością wiatru) rodzajem okna (przezroczyste bądź lustrzane) lub jego lokalizacją (badano szyby w obrębie budowli oraz umieszczone eksperymentalnie w środowisku naturalnym). Nie stwierdzono też, aby ptaki “uczyły się” obecności szyby – w ciągu roku obserwacji nie zanotowano spadku ilości rozbijających się o jej powierzchnię ptaków. Zanotowano natomiast zależność między wielkością szyby a częstością kolizji – przy powierzchni ponad 2 m² oraz wysokości ponad 3 m ptaki są częściej narażone na zderzenie.

Mimo, iż problem po II Wojnie Światowej stał się dość powszechny, badania i publikacje na ten temat nie są zbyt liczne. Klem (1989) pisze, iż odnalazł 88 publikacji opisujących przypadki rozbijania się ptaków o powierzchnie szklane. Pochodziły one zarówno z Ameryki Północnej i Południowej, jak i Indii Zachodnich, Europy oraz Afryki.

W procesie oceny oddziaływania na środowisko inwestycji drogowej nie należy zapominać o tym zagadnieniu. Długie ciągi przezroczystych ekranów, choć często pomijane,

stanowią dość poważne zagrożenie dla wszystkich gatunków ptaków. Jest to o tyle istotne, że niewielkim kosztem można temu zagrożeniu zapobiegać. Istnieją badania (Klem 2006), które pozwoliły określić, jakie wzory (szczególnie istotne jest ich zagęszczenie) sprawiają, iż szklane powierzchnie stają się bezpieczne dla ptaków. Wykazały one, iż wszelkiego typu naklejane wzory pokrywające jednolicie przezroczyste powierzchnie praktycznie eliminują wypadki ptaków. Warunkiem jest naklejenie ich od zewnętrznej strony powierzchni oraz odległości między elementami ok. 5-10 cm. Wyniki badań wskazują, iż w przypadku wzorów pionowych odległość między nimi może mieć szerokość 10 cm a w przypadku poziomych – 5 cm. Różnica ta może wynikać z faktu, że ptaki zachowują większe odległości lecąc między pionowymi drzewami niż między poziomymi gałęziami.

Nie ma badań wskazujących, iż sylwetki ptaków drapieżnych są bardziej skuteczne od innych kształtów. Wydaje się, iż są one najlepszym rozwiązaniem dla istniejących już, przezroczystych ekranów, dla których naklejanie pasków byłoby kłopotliwe. Poza ochroną ptaków spełniają ponadto funkcje dydaktyczną. Jednak w nowo ustawianych ciągach ekranów należy stosować inne rozwiązania, gdyż ich skuteczność jest większa. Najprostszym, stosowanym także w Polsce rozwiązaniem są ekrany akustyczne z prążkowaniem poziomym (fot. 19) lub pionowym. Powinny być one stosowane wszędzie tam, gdzie ze względów krajobrazowych, bezpieczeństwa lub innych, należy zachować ich przejrzystość.



Fot. 19 Prążkowane ekrany akustyczne, przyjazne dla ptaków - kładka dla pieszych nad drogą wojewódzką nr 69 w Zwardoni (źródło: fotografia autora).

Elementem związanym z drogami, który również powoduje bezpośrednie zagrożenie dla ptaków są mosty nad dolinami rzeczными. Duże doliny rzeczne są dla wielu gatunków drogami sezonowych migracji. Przeszkody w postaci mostów (szczególnie wysokich,

o konstrukcji wiszącej lub podwieszanej jak na fot. 20) są często niewidoczne w nocy lub we mgle. Powoduje to przypadki rozbijania się ptaków o elementy konstrukcyjne mostów, które kończą się zazwyczaj śmiercią. Podobne kolizje obserwuje się również w przypadku wysokich linii energetycznych przechodzących przez doliny rzeczne (Walasz 2006). Sposobem zapobiegania tego typu wypadkom jest oświetlenie obiektu, a w szczególności pylonów i cięgien.



Fot. 20 Most podwieszony w poprzek doliny Wisły (Most Solidarności w Płocku). Widoczne wysokie pylony oraz cięgna stanowiące przeszkodę dla ptaków migrujących (szczególnie w nocy) (źródło: Wikipedia).

Ważnym czynnikiem wpływającym na populacje ptaków jest ruch samochodów i emitowany przez nie hałas i wibracje. Należy zauważyć, iż istnieją dość duże różnice wrażliwości różnych gatunków na płoszenie. Zazwyczaj najbardziej wrażliwe są najrzadsze gatunki ptaków, trzymające się z dala od ludzi. Szczególnie istotne jest oddziaływanie na populacje lęgowe. Obniżenie jakości siedlisk w strefie oddziaływania drogi wpływa na ilość dostępnych miejsc lęgowych dla danego gatunku. W przypadku ptaków śpiewających hałas może powodować zaburzenia w organizacji przestrzennej. Zagłuszanie śpiewu może spowodować zmiany terytoriów oraz utrudnić relacje między osobnikami. Przy dość gęstej sieci dróg, każdy nowy odcinek może w istotny sposób wpływać na stan lokalnej populacji. Schematyczny, prawdopodobny układ zależności między oddziaływaniem dróg a zagęszczeniem populacji ptaków w ich pobliżu przedstawia rycina 10.



Ryc. 10 Prawdopodobny schemat zależności między ruchem pojazdów na drogach a zagęszczeniem ptaków w strefie jej oddziaływania (źródło: Reijnen i in. 1997, zmienione).

Dla zachowania właściwego stanu rzadkiej awifauny należy chronić przestrzeń życiową ptaków, biorąc pod uwagę zróżnicowane wymagania określonych gatunków. Ważne jest tu zarówno zachowanie określonych typów krajobrazu jak i jego niektórych elementów, których istnienie stanowi warunek konieczny dla występowania określonych gatunków ptaków. Przykładem może być dzierzba gąsiorek *Lanius collurio*, niewielki ptak wędrowny z rodziny dzierzbowatych, który w krajobrazie rolniczym wymaga obecności zakrzaczenia łąk. Oceniając zatem wpływ inwestycji na poszczególne gatunki awifauny należy wziąć pod uwagę zmiany (lub zakłócenia) w poszczególnych elementach krajobrazu, które związanych z zaspokojeniem potrzeb gniazdowych, pokarmowych (żerowiska) oraz odpoczynkowych (noclegowiska). Wymogi gniazdowe oraz pokarmowe są szczególnie istotne dla gatunków lęgowych, natomiast baza pokarmowa i noclegowiska mają szczególne znaczenie dla ptaków niełgowych (migrujących) (Gromadzki i in. 2003).

Badania prowadzone na obszarze Holandii (Reijnen i in. 1997) wskazują, iż ruchliwe drogi wpływają w istotny sposób zarówno na populacje ptaków leśnych jak i tych związanych z terenami otwartymi. Wykazano zmniejszenie liczebności populacji wzdłuż dróg u 33 z 45 badanych gatunków ptaków leśnych oraz 7 z 12 gatunków ptaków terenów otwartych. Z kolei badania hiszpańskie (Bautista i in. 2004) pokazały, iż występują istotne różnice w wyborze obszarów łowieckich przez niektóre ptaki drapieżne w zależności od natężenia ruchu pojazdów na drodze przebiegającej w obrębie ich terytoriów. Autorzy badań obserwowali pojawianie się drapieżników w pobliżu drogi w ciągu tygodnia (gdy ruch był mniejszy) oraz w weekendy (gdy ruch był niemal dwa razy większy). Zaobserwowano, iż niektóre gatunki (orzeł iberyjski *Aquila adalberti*, sęp kasztanowaty *Aegypius monachus*, sęp płowy *Gyps fulvus*) wyraźnie rzadziej pojawiały się w pobliżu drogi, gdy natężenie ruchu było duże.

Badania z Danii (Reijnen i in. 1996) dotyczące gatunków żyjących w terenach otwartych również dostarczają dowodów istotnego wpływu dróg na zagęszczenie populacji rozrodzanej ptaków. Siedem z dwunastu badanych gatunków wykazywało zmniejszone zagęszczenie w strefie oddziaływania drogi. Zakłócający wpływ drogi wahał się, w zależności od gatunku, od 20 m do 1700 m przy natężeniu ruchu wynoszącym 5 000 pojazdów/dobę oraz od 65 m do nawet 3530 m przy natężeniu ruchu 50 000 pojazdów/dobę (prędkość jazdy – 120 km/h). Przy 5 000 pojazdów na dobę liczebność większości gatunków spadała od 12% do 56% w pasie do 100m od drogi. W odległości ponad 100 m obniżoną liczebności odnotowano dla rycyka *Limosa limosa* (o 22% dla strefy 0-500 m) oraz ostrygojada *Haematopus ostralegus* (o 44% dla strefy do 500m oraz o 36% dla strefy do 1500 m). W przypadku drogi o natężeniu ruchu 50 000 pojazdów/dobę u wszystkich gatunków odnotowano spadek liczebności w strefie do 500m (od 12 do 52%). W strefie do 1500m obniżoną liczebność (o 14 do 44%) obserwowano u czajki *Vanellus vanellus*, płaskonosy *Anas clypeatus*, skowronka *Alauda arvensis*, rycyka i ostrygojada. Wpływ dróg na spadek liczebności ptaków w ich bezpośrednim sąsiedztwie potwierdziły także inne badania (zobacz: Kuitunen i in.1998, Ortega & Capen 1999, Forman i in. 2002, Reijnen & Foppen 1994a, Reijnen & Foppen 1994b, Reijnen & Foppen 1995, Reijnen i in. 1995). Należy zaznaczyć, iż wykazano w nich istotną różnicę w oddziaływaniu dróg o małym i dużym natężeniu ruchu. Im jest on większy, tym silniej wpływa na okoliczne populacje ptaków. W świetle tych badań, istoty wpływ na populacje ptaków może mieć więc nie tylko budowa nowej drogi, ale także modernizacja i zwiększenie przepustowości drogi już istniejącej.

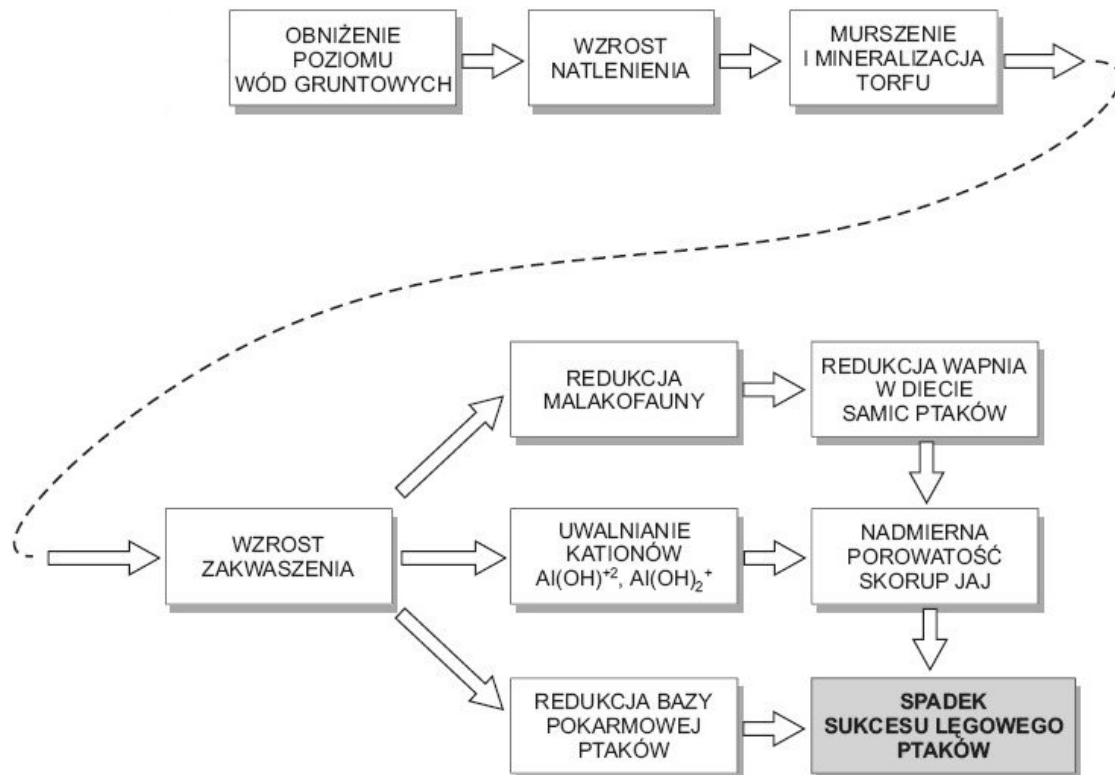
Dla właściwej oceny wpływu dróg na populacje lęgowe ptaków niezwykle ważna jest świadomość konsekwencji obniżenia jakości użytkowanych przez nie siedlisk. Dla wielkości i trwałości populacji lęgowych ptaków najważniejsze są tereny o wysokiej jakości. Dlatego też, biorąc pod uwagę całość populacji, najistotniejszy wpływ będą miały zaburzenia właśnie w takich siedliskach. Zniszczenie mniejszego obszaru o wysokiej jakości może mieć większy wpływ na populacje niż zniszczenie większego obszaru o średniej lub słabej jakości dla danego gatunku. Badania wskazują także, iż w przypadku wysokiej liczebności populacji w danym roku, nie musi następować spadek liczebności osobników w bezpośrednim sąsiedztwie dróg. Wynika to z zajmowania środowisk suboptymalnych przez osobniki słabsze. Nie znaczy to jednak, iż również w latach, gdy liczebność populacji będzie niższa, efekt oddziaływania drogi nie będzie widoczny (Reijnen & Foppen 1995). Jest to o tyle istotne, że inwentaryzacje i badania terenowe związane z procedurą oceny oddziaływania na środowisko trwają zazwyczaj tylko jeden sezon. Istnieje zatem spore

prawdopodobieństwo, że w danym roku można nie zaobserwować wpływu istniejącej drogi na zagęszczenie populacji niektórych gatunków w jej bezpośrednim sąsiedztwie. Nie powinno to jednak skutkować zapisem w raporcie, iż istniejąca droga nie ma wpływu na okoliczną awifaunę. W przypadku, gdy na danym obszarze występują gatunki cenne i rzadkie, można rozważyć zalecenie monitoringu stanu populacji zarówno na etapie budowy jak i eksploatacji.

Analizując wpływ dróg na populacje ptaków nie możemy zapominać o kumulacji różnych negatywnych czynników na danym obszarze. Wzrost fragmentacji, eutrofizacja wód, spadek poziomu wód gruntowych, czy koncentracja związków pochodzących z rolnictwa w istotny sposób może pogorszyć jakość siedlisk dla ptaków (Reijnen i in. 1997). W analizie wpływu drogi na awifaunę należy, zatem wziąć pod uwagę wszystkie te elementy i porównać jakość środowiska, które ulegnie zniszczeniu z jakością terenów sąsiadujących. Przy niewielkim dostępie do siedlisk wysokiej jakości, prawdopodobne jest, iż zniszczenie nawet siedliska średniej jakości może bardzo negatywnie wpłynąć na populacje bytujących tam ptaków.

Istotnym pośrednim oddziaływaniem na populacje ptaków jest, związany z pracami ziemnymi i odwodnieniowymi, spadek poziomu wód gruntowych. Prawdopodobną konsekwencją przesuszenia terenów dotychczas podmokłych jest zakwaszenie gleb. Wpływa ono z kolei na zmiany w strukturze zgrupowań bezkręgowców powodując zmniejszenie bazy pokarmowej, zwłaszcza dla nietlonych młodych z grupy siewkowców, które nie mogą przemieścić się na większe odległości w poszukiwaniu pokarmu. Dodatkowo, ograniczenie występowania ślimaków przy jednoczesnym negatywnym oddziaływaniu uwolnionych kationów glinowych skutkuje nadmierną porowatością skorupki jaj (glin wypiera wapń). Konsekwencją tych czynników jest spadek sukcesu lęgowego ptaków. Wspomniane powyżej zależności przedstawiono na rycinie 11.

Jak już wspomniano, nadmierne zakwaszenie gleb powoduje uwalnianie jonów glinu (zwłaszcza najbardziej toksycznych $\text{Al}(\text{OH})^{+2}$ i $\text{Al}(\text{OH})^{+}$). Powoduje ono również podwyższoną zawartość kadmu w organizmach żywych, odkładającego się szczególnie w wątrobach ptaków i ssaków (Dombrowski i in. 2002).



Ryc. 11 Prawdopodobne oddziaływanie na awifaunę spadku poziomu wód gruntowych na terenach podmokłych (źródło: Dombrowski i in. 2002, zmienione).

Z nowymi drogami oraz towarzyszącą im infrastrukturą (parkingi przydrożne, punkty gastronomiczne, stacje benzynowe i inne) związane jest niebezpieczeństwo wprowadzania na otaczające tereny gatunków roślin i zwierząt niewystępujących tam wcześniej (obcych geograficznie). Pierwszą grupą są wół zdiczące zwierzęta domowe (koty i psy) związane czasem ze stałymi lub okresowymi punktami gastronomicznymi. Szczególnie koty stanowią duże zagrożenie dla ptaków, zwłaszcza gatunków gniazdujących na ziemi. Drugą grupę stanowią dzikie zwierzęta, korzystające z odpadków spożywczych. Można do nich zaliczyć między innymi lisa, jenota oraz niektóre gryzonie. Niekorzystne zmiany w składzie gatunkowym, zwłaszcza lokalne zwiększenie zagęszczenia drapieżników oraz padlinożerców może wpływać niekorzystnie, zwłaszcza na populacje ptaków lęgowych. W okolicach miejsc parkingowych należy spodziewać się także wzmożonej penetracji ludzi. Może odbić się to negatywnie na jakości środowiska dla niektórych gatunków awifauny.

Ze względu na specyfikę oddziaływań dróg na awifaunę w większości przypadków paleta środków łagodzących jest znacznie ograniczona. Budowa ekranów akustycznych czy wałów ziemnych chroniących ptaki przed hałasem jest nie tylko mało realna, ale także może być niewskazana ze względu na zwiększenie izolacji innych gatunków kręgowców. W przypadku ważnych ostoi ptaków jedynym sposobem ich ochrony jest powstrzymanie się od

budowy lub rozbudowy dróg w ich sąsiedztwie. Zalecenie to ma swoje odbicie w prawie Unii Europejskiej, która ostoje ptasie - IBA (Important Bird Areas) chroni w szczególny sposób.

Obszary IBA wyznaczone są na podstawie kryteriów wypracowanych przez organizację BirdLife International. Obszar uznawany jest za ostoję ptaków o europejskim znaczeniu (IBA), jeśli spełnia przynajmniej jeden z poniższych warunków (Kryteria... 2008):

- w znaczącej liczebności i regularnie występują gatunki ptaków zagrożone globalnie (zdefiniowane w oparciu o odrębne kryteria),
- gatunki zagrożone w rozumieniu Art. 4(1) Dyrektywy Ptasiej (wymienione w Załączniku I Dyrektywy) występują w liczebności przekraczającej 1% populacji UE lub odpowiedniej populacji wędrówkowej (biogeograficznej) gatunku,
- cenne gatunki ptaków wędrownych w rozumieniu Art. 4(2) Dyrektywy Ptasiej występują w liczebności przekraczającej 1% populacji UE lub odpowiedniej populacji wędrówkowej (biogeograficznej) gatunku,
- obszar stanowi miejsce regularnych koncentracji przynajmniej 20,000 przelotnych ptaków wodnych (jednego lub kilku gatunków) lub 10,000 par wędrownych jednego lub kilku gatunków morskich,
- obszar stanowi tzw. "wąskie gardło wędrówkowe" skupiające w trakcie wiosennego lub jesiennego przelotu przynajmniej 5000 bocianów, lub 3000 żurawi lub ptaków drapieżnych,
- obszar stanowi jedno z 10 miejsc najliczniejszego w danym kraju występowania gatunku zagrożonego w rozumieniu Art. 4(1) Dyrektywy (wymienionego w Załączniku I).

Wykazanie wszystkich obszarów spełniających te kryteria jest obowiązkiem państw członkowskich. Tereny te są następnie automatycznie włączane do sieci Natura 2000 jako OSO – obszary specjalnej ochrony ptaków. Merytorycznym wsparciem dla Komisji Europejskiej jest Komitet ds. ptaków – Ornis, mający w swoim składzie przedstawicieli wszystkich krajów członkowskich. Wobec państw, które zgłaszają mniejszą liczbę ptasich ostoi niż to wynika z europejskich baz danych, wszczynane jest postępowanie sądowe. Dotychczasowe orzeczenia Trybunału Sprawiedliwości wykluczają możliwość kierowania się względami ekonomicznymi podczas wyznaczania obszarów ochrony dzikich ptaków (Liro i in. 2002).

3.3 Płazy i gady

Płazy

Płazy charakteryzują się znacznie wolniejszym poruszaniem się, a także większą wrażliwością na zmiany chemiczne otoczenia (ze względu na cienką i łatwo przepuszczalną skórę) od pozostałych grup kręgowców. Mała ruchliwość a jednocześnie masowość wędrówek sprawia, że są one grupą zwierząt, która najliczniej ginie na drogach.

Badania śmiertelności płazów w okolicach zielonej Góry (Najbar i in 2006) wykazały, iż największa śmiertelność płazów występuje w okresie końca zimy i wczesnej wiosny (marzec-kwiecień) oraz letnio-jesiennym (wrzesień-październik). Pierwszy z tych okresów obejmuje migracje dorosłych osobników do zbiorników wodnych w celu odbycia godów. Drugi natomiast dotyczy osobników w różnym wieku i wynika z intensywnego żerowania oraz wyszukiwania miejsc dogodnych do hibernacji. Na pięciu odcinkach o łącznej długości 500 m stwierdzono w ciągu dwóch sezonów badań przejechanie 2 685 płazów, co daje pewne wyobrażenie o skali tego zjawiska. Stwierdzono również, iż szczątki zabitych płazów w bardzo krótkim czasie znikają z powierzchni jezdni. W wyniku ciągłej obserwacji ustalono, że na padłych zwierzętach żerowały głównie lisy, jeże oraz sroki. Wiele z padłych płazów zostało rozjeżdżonych przez samochody. Autorzy badań wskazują, iż śmiertelność płazów, na wybranych do badań odcinkach, jest znacznie wyższa od stwierdzonych strat (mimo prowadzenia kilku kontroli dziennie). Gatunkiem najczęściej uśmiercanym na drogach była ropucha szara, najrzadziej zaś traszki (górska i grzebieniasta) oraz żaba moczarowa. W sumie stwierdzono migrację 9 gatunków płazów przez monitorowane odcinki dróg. Fakt, iż najbardziej zagrożonym gatunkiem wśród płazów jest ropucha szara potwierdzony został także w analizach na drogach w obrębie Parku Narodowego Gór Stołowych (Baldy 2002) oraz Pienińskiego Parku Narodowego (Rybacki 2002a). Gatunek ten stanowił odpowiednio – 60% oraz 70% martwych płazów. Również badania na szosie graniczącej z rezerwatem „Słońsk” (Bartoszewicz 1997) wykazały, iż płazy stanowią najliczniejszą grupę zabitych przez pojazdy zwierząt (aż 70,4% z 1367 stwierdzonych osobników różnych grup. Największa ilość martwych płazów (głównie żab i ropuch) znaleziona została na odcinku drogi sąsiadującym z jeziorcami powstałymi w wyniku eksploatacji torfu, płytkim rowem melioracyjnym oraz podmokłymi łąkami.

Przytoczone wyżej wyniki badań wskazują na dużą intensywność przemieszczania się płazów w określonych rejonach. Wydaje się, iż określenie tras ich migracji nie jest zadaniem zbyt trudnym, o ile obserwacje prowadzi się we właściwym okresie. Migracje

płazów charakteryzują się dużą intensywnością oraz stosunkowo niewielkim zasięgiem. Gatunkiem, który najwcześniej zaczyna migracje jest żaba trawna – zaobserwowano (Baldy 2002), iż migrują one już przy temperaturze 2°C (temp. mierzona o 6.00 rano), a okresowe przymrozki nie zwalniają znacząco tempa ich wędrówki. Najpóźniej spotyka się migracje traszek.

Zabezpieczenie dróg związane z przemieszczaniem się płazów są istotne nie tylko z punktu widzenia zwierząt, ale także kierowców. W czasie opadów, gdy powierzchnia drogi jest mokra, martwe płazy w istotny sposób przyczyniają się do wzrostu ryzyka poślizgu pojazdu. Za miarę śmiertelności płazów może być przyjęty tzw. współczynnik śmiertelności, zaproponowany przez Rybackiego (1995). Określa on liczbę zabitych płazów na 100 m drogi. Skalę zjawiska i jego natężenie obrazują dobrze dane z Nadwarciańskiego Parku Krajobrazowego. Na dwóch odcinkach dróg o długości 30 i 50 m średnie wartości wspomnianego współczynnika wyniosły odpowiednio 137 i 80 (Rybacki i Krupa 2002).

Istnieje wiele metod ochrony szlaków migracji płazów, różniących się złożonością, kosztami i zaangażowaniem ludzi. Najprostszym i najmniej kosztownym, ale jednocześnie stosunkowo mało skutecznym sposobem są znaki drogowe (fot. 21) w połączeniu z okresowym ograniczeniem prędkości do 30 km/h. Zaletą tej metody jest jej funkcja dydaktyczna, jednak uważa się, iż ma ona niewielkie znaczenie dla ochrony płazów. Może ona stanowić uzupełnienie innych metod, jako ważny element edukacji ekologicznej społeczeństwa.



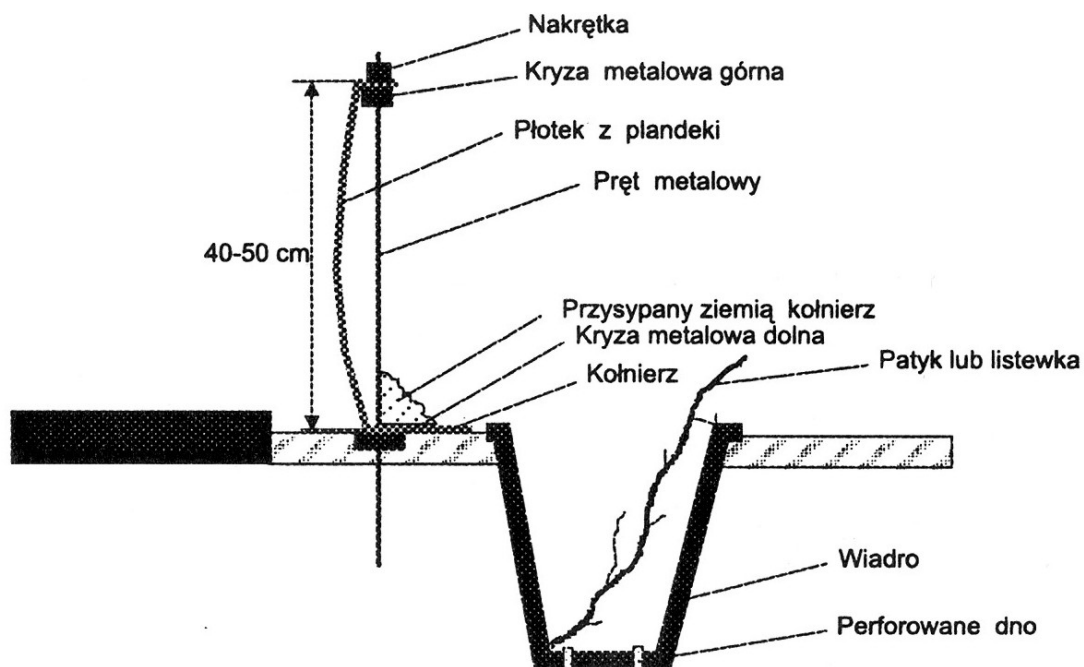
Fot. 21 Znak drogowy informujący o pojawianiu się płazów na drodze, zlokalizowany między miejscowością Paczków a przejściem granicznym o tej samej nazwie (źródło: fotografia Konrad Redel, wykorzystano za zgodą autora).

Rozwiązaniem skuteczniejszym, choć droższym jest stałe gradzenie szosy bez odławiania płazów i przenoszenia ich na drugą stronę drogi. Zapobiega to ich ginięciu, ale jednocześnie zdecydowanie utrudnia lub uniemożliwia rozród. Metoda ta ma zatem sens tylko, gdy płazy mają dogodny dostęp do alternatywnego zbiornika wodnego, lub też w połączeniu z kolejną metodą, jaką jest budową zastępczego miejsca rozrodczego. Rozwiązanie takie zalecane jest również przez brytyjską Highway Agency (2001b).

Tworzenie sztucznych zbiorników wodnych dla płazów jest przedsięwzięciem, którego koszty zależą od kilku czynników. Są to przede wszystkim - wielkość zbiorników, ich ilość oraz rodzaj terenu, na którym mają powstać. Skuteczność tej metody zależna jest głównie od gatunków żyjących w danym miejscu. W przypadku płazów mogących zmieniać miejsce rozrodu (np. żaby trawne *Rana temporaria* i żaby moczarowe *Rana arvalis*) budowa sztucznych zbiorników będzie dawała znacznie lepsze rezultaty niż w przypadku gatunków przywiązanych do miejsca rozrodu (np. ropucha szara *Bufo bufo*). W tym drugim przypadku sama budowa zbiorników nie da oczekiwanych rezultatów – konieczne jest zainstalowanie ogrodzenia uniemożliwiającego przechodzenie płazom przez szosę do dawnego miejsca rozrodu (Rybacki 2002b). Wyznaczając lokalizację należy zwrócić uwagę, czy w miejscu, które zostało wybrane znajduje się stałe źródło wody, które będzie go zasilalo (takim źródłem mogą być np. podsiąkające wody podskórne). O obecności wysokiego zwierciadła wód podziemnych może świadczyć występowanie wilgociolubnych gatunków roślin, takich jak sit siny *Juncus inflexus*, mięta nadwodna *Mentha aquatica* czy wełnianki *Eriophorum sp.* Ważne jest również sprawdzenie jakości wody. W tym celu najlepiej wykopać niewielki dołek i zbadać właściwości zbierającej się w nim wody. Zbyt duże zakwaszenie powoduje, iż taki zbiornik nie nadaje się dla płazów. Żaby giną już przy pH niższym od 4,5, ropuchy – poniżej pH = 4, a najmniej wrażliwe płazy ogoniaste – przy pH niższym od 3. Należy więc założyć, że jeśli pH w zbiorniku będzie około 5 lub niżej, to nie będzie on pełnił funkcji miejsca rozrodu ani bytowania płazów. Istotnym parametrem, który należy sprawdzić jest zasolenie wody. Jeśli suma rozpuszczonych składników przekracza 800 – 1000 mg/litr, to w takim zbiorniku płazy nie będą się rozmnażać (Rafiński & Tabasz 2001).

Okresowe ogradzanie drogi, odławianie i przenoszenie płazów na drugą stronę jest metodą często stosowana w Europie Zachodniej ze względu na stosunkowo niskie koszty i krótki okres zaangażowania ludzi. Jest skuteczna ze względu na krótki czas trwania wędrówek płazów oraz masowość tych migracji. Pozytywne efekty uzyskuje się mimo dość krótkiego, w sali roku, czasu działań oraz stosunkowo niewielkich kosztów. Dla prawidłowego funkcjonowania tej metody konieczny jest zakup plastikowych wiader

oraz plastikowej siatki ogrodniczej o wysokości 40-50cm. Optymalna wielkość oczek to 1,5 x 1,5 cm dla osobników dorosłych i 0,5 x 0,5 cm w przypadku osobników młodocianych. Siatka ustawiona wzdłuż jezdni musi być wkopana na głębokość 5-10 cm lub też przysypana ziemią na podobną wysokość oraz nachylona pod kątem 10-15° aby uniemożliwić płazom podkopywanie się lub wspinanie się na nią. Wiadra spełniają funkcje pułapki oraz służą do przenoszenia płazów przez drogę. Aby pułapka funkcjonowała prawidłowo, wiadro musi być wkopane w ziemię tuż przy ustawionym ogrodzeniu. Ważne jest, aby jego brzegi nie wystawały ponad poziom terenu. Do środka należy włożyć gruby kij lub deskę, która umożliwi wydostanie się z pułapki owadom oraz małym ssakom. W wiadrze powinno znaleźć się trochę liści lub ściółki, aby uwięzione tam płazy mogły się schować i nie wysychały. W dnie wiadra należy wywiercić niewielkie otwory w celu umożliwienia odpływu wody deszczowej (ryc. 12). Pułapki takie powinny być sprawdzane co najmniej raz dziennie (w godzinach rannych), a w okresie intensywnej migracji nawet 3 razy dziennie. W okresie, gdy pułapki nie są sprawdzane, lub następuje przerwa w kontrolach należy je przykryć, aby zwierzęta nie wpadały do środka. Stosowanie tego typu pułapek wymaga regularnych kontroli, dlatego też często rezygnuje się z nich na rzecz ręcznego odławiania płazów rozproszonych wzdłuż ogrodzenia – jest to bezpieczniejsza forma dla płazów, choć bardziej uciążliwa dla zbierających (Rybacki 2002b).



Ryc.12 Schemat budowy płótki i pułapki zabezpieczających przed wejściem płazów na drogę (źródło: Baldy 2002).

Skuteczną metodą, choć możliwą do stosowania w bardzo ograniczonym zakresie, jest zamykanie nocą określonych odcinków dróg, gdy wędrówki płazów są najbardziej intensywne. Mogłoby ograniczyć to ich śmiertelność co najmniej o 70%, jednak wydaje się iż protest użytkowników dróg byłby bardzo stanowczy. Mogłoby mieć to również negatywny wpływ na społeczne postrzeganie wszelkich działań na rzecz ochrony płazów i przyrody (Rybacki 2002b). Obecnie jedynym w Polsce odcinkiem drogi zamykanym w godzinach nocnych ze względu na migracje płazów to dojazd do Planetarium Śląskiego mieszczącego się w obrębie Wojewódzkiego Parku Kultury i Wypoczynku w Chorzowie.

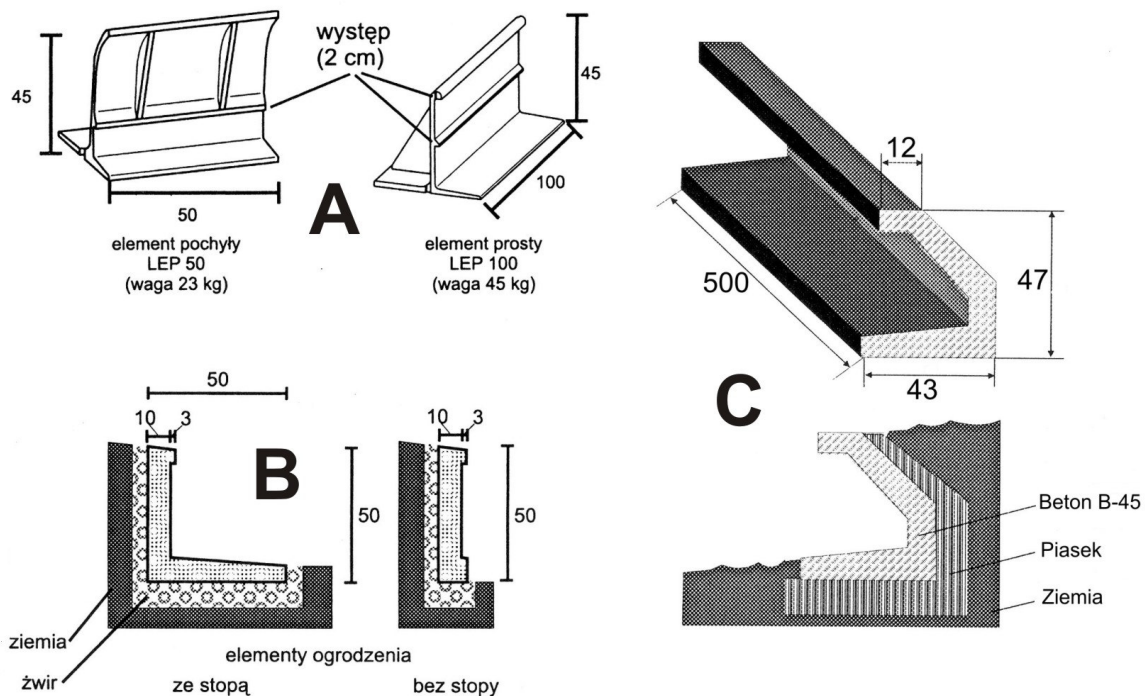
Najskuteczniejszym i najbardziej polecanym sposobem jest system stałego ogrodzenia w połączeniu z tunelami (przejściami) dla płazów. Zaletą tego rozwiązania jest całkowite i trwałe rozwiązanie problemu migracji płazów w poprzek drogi bez okresowego angażowania ludzi. Dodatkowo przejścia dla płazów służą również innym gatunkom małych zwierząt przez cały rok. Dużą wadą tej metody jest niestety koszt budowy (nawet kilka tysięcy złotych na ochronę odcinka drogi o długości 200-300 m), zaletą natomiast - niski koszt utrzymania (Rybacki 2002b). Przy projektowaniu systemu barierek oraz przepustów dla płazów szczególnie ważne jest prawidłowe określenie ich długości i lokalizacji. Powinno być to wynikiem obserwacji terenowych, a nie tylko analizy map.

Niezwykle istotne jest też podłoże, po jakim poruszają się płazy w tunelu – powinno być ono możliwie naturalne (gleba, ściółka), co zapewni odpowiednią wilgotność. Powinno być również widać światło po drugiej stronie, aby płazy wiedziały, w którym kierunku mają się kierować. Tak jak w przypadku innych zwierząt - im przejście ma większą średnicę i jest krótsze, tym płazy chętniej będą z niego korzystać. Ważny jest także przekrój tuneli – najbardziej korzystne dla płazów są takie z płaskim i szerokim dnem. Zastosowanie przekroju okrągłego powoduje, iż płazy próbują się wspinać po pochyłych ściankach, co znacznie spowalnia wędrówkę oraz powoduje, że niepotrzebnie zużywają energię. Niestety drenaży wykorzystywane do budowy przepustów inżynierskich pod drogami mają właśnie przekrój okrągły. Ze względu na swoją dostępność, łatwość montażu i stosunkowo niskie koszty, są często stosowane również w budowie tuneli dla zwierząt (Rybacki 2002b). Poza momentami przepływu wody związanym z opadami lub występowaniem okresowych cieków, dno drenażu jest suche. Jest to czynnik, który skutecznie zniechęca wilgociolubne płazy do korzystania z takiego przejścia. W okresach suchych może być on zatem wykorzystywany głównie przez małe ssaki, którym takie warunki nie przeszkadzają.

Niektóre z tuneli posiadają w stropie otwory wentylacyjne (samochody przejeżdżają po kratce). Rozwiązanie to wydaje się dyskusyjne ze względu na środki stosowane przy

odśnieżaniu dróg. Wczesną wiosną, gdy rozpoczynają się wędrówki płazów, trwają zwykle również roztopy i błoto pośniegowe o wysokiej zawartości soli przedostaje się przez otwory wentylacyjne do tuneli. Wpływa to w istotny sposób na warunki w nich panujące i powoduje, iż płazy mogą mniej chętnie z nich korzystać. Wydaje się, iż na drogach o dużym natężeniu ruchu, które są stale odśnieżane, należałoby zrezygnować z wentylacji lub też ograniczyć stosowanie soli na określonym odcinku. Ze względu jednak na możliwe trudności z egzekwowaniem powyższego zalecenia, obecność otworów wentylacyjnych nie wydaje się najlepszym pomysłem. Na drogach dwupasmowych można rozważyć zamontowanie tego typu urządzeń między pasami drogowymi, pod warunkiem odpowiedniego zabezpieczenia przed przedostawaniem się tam błota pośniegowego.

Istnieje kilka typów ogrodzeń i tuneli wykorzystywanych dla ochrony płazów. Barierki w zależności od modelu oraz producenta wyglądają różnie (ryc. 13), ale pełnią tą samą funkcję – uniemożliwiają płazom przedostanie się na drugą stronę. Konstrukcja elementów ogrodzenia uniemożliwia płazom wspinanie się po nich – są one nachylone (jak w przypadku modeli LEP 50 i płotków typu „C”) lub też posiadają specjalne występy, będące barierą uniemożliwiającą płazom przejście na drugą stronę (jak w przypadku modeli LEP 100 oraz ZIEGER).



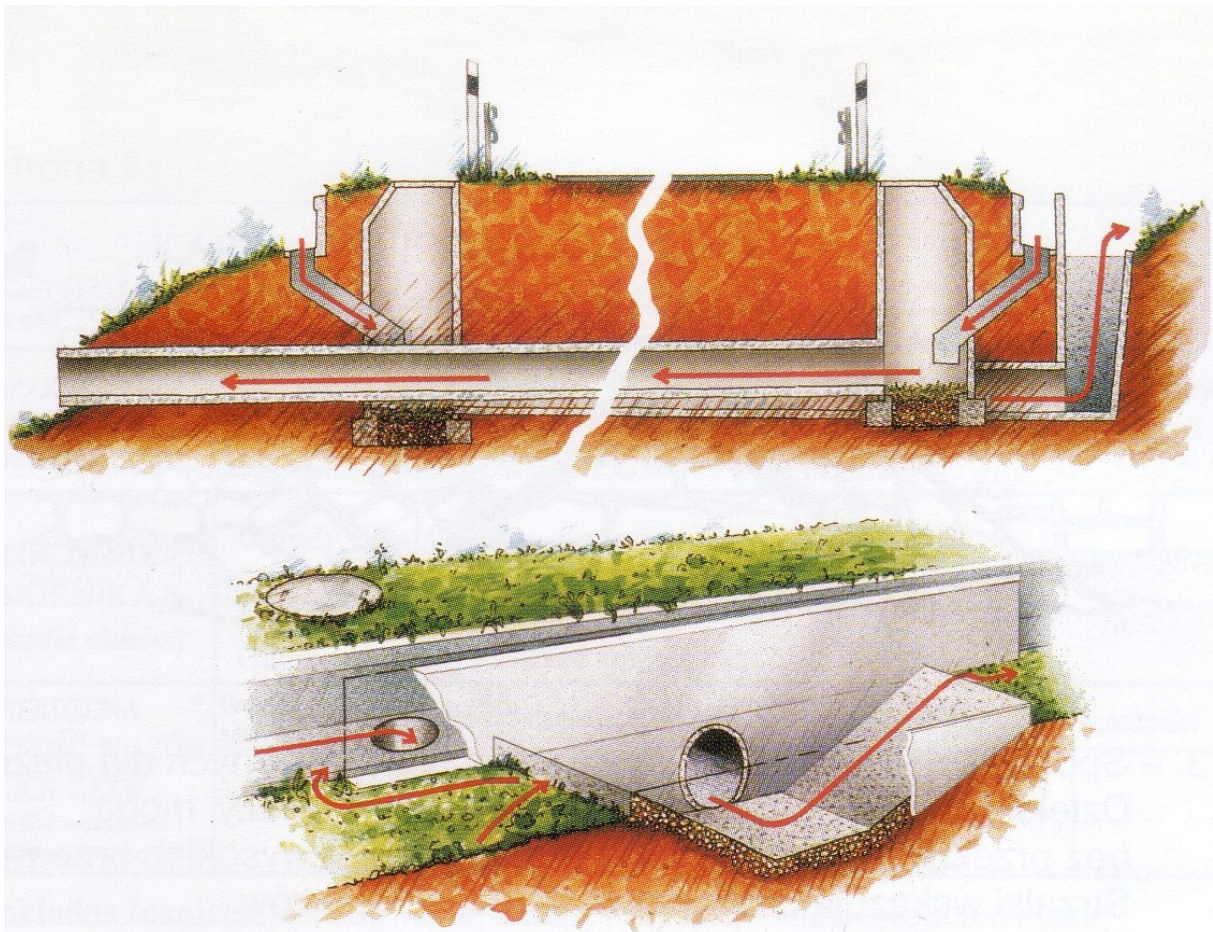
Ryc. 13 Elementy ogrodzenia uniemożliwiającego wejście płazów na jezdnię. A - elementy systemu ACO PRO (producent: ACO Severin Ahlmann), B - elementy systemu ZIEGER (producent: EGON ZIEGER, Fauna Passage Polska) C – płotek typu „C” (A i B - źródło: Rybacki 2002, zmienione, C – źródło: Baldy 2002, zmienione).

Ważnym elementem ogrodzenia jest także tzw. „stopa”, czyli szeroka podstawa ogrodzenia. Wpływa ona w znacznym stopniu na efektywność zabezpieczeń, uniemożliwiając zarastanie roślinnością najbliższego otoczenia płotka i stanowi wygodną „autostradę” dla poruszających się wzdłuż ogrodzenia płazów (fot. 22). Istotne jest, aby ogrodzenia zamontowane były w sposób, który umożliwił zejście małym zwierzętom z drogi, czyli górna krawędź płotka powinna znajdować się na poziomie jezdni, tak, aby nie tworzyć wysokiego krawężnika (widoczne jest to również na fot. 21) (Rybacki 2002b).



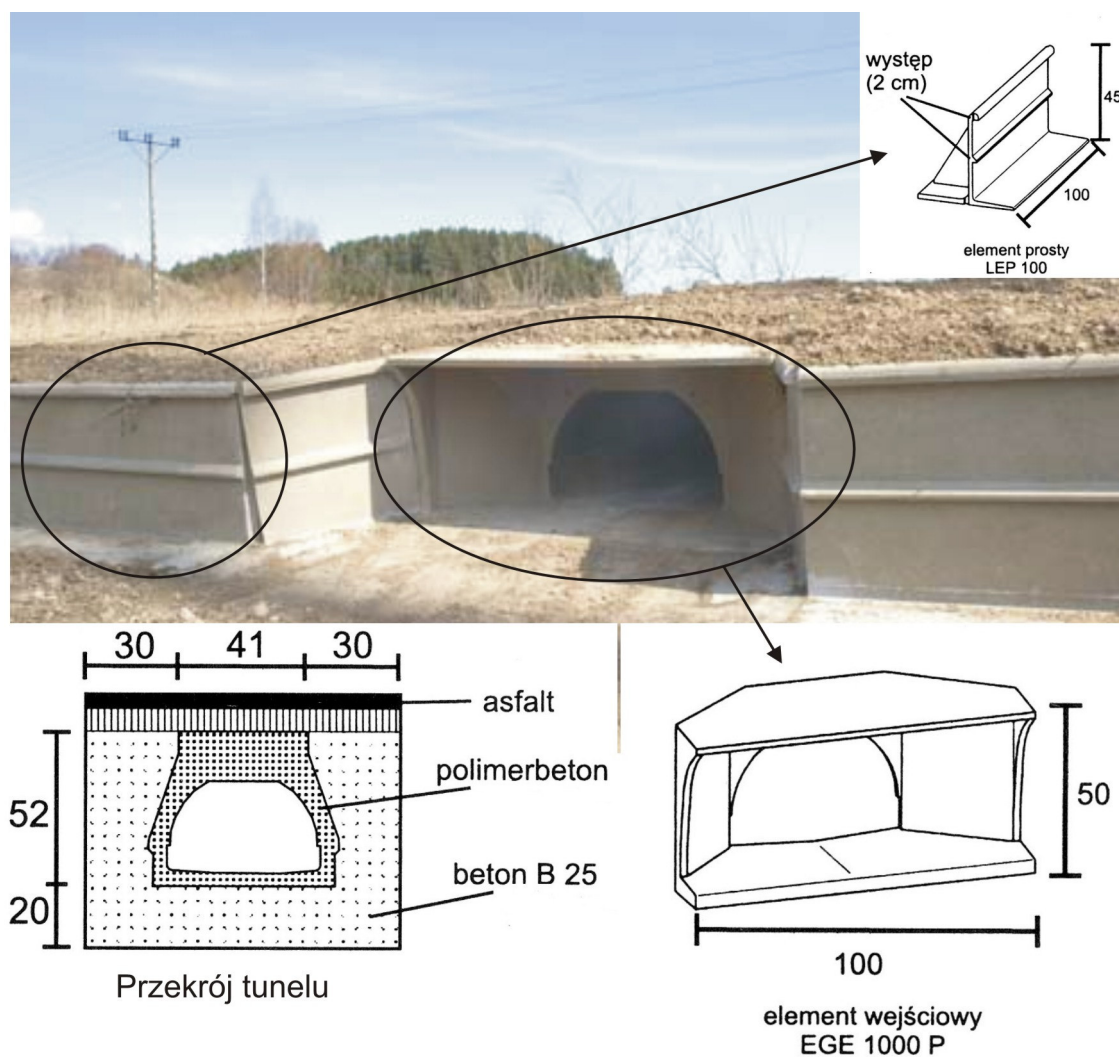
Fot. 22 Ogrodzenie typu „C” w miejscowości Jeziorki, na drodze krajowej nr 8. Dobrze widoczna tzw. „stopa” – podstawa płotka, po której porusza się płaz (źródło: GDDKiA, portal internetowy).

Dwie główne grupy przejść to przejścia jednokierunkowe oraz dwukierunkowe. Pierwsze z nich są stosowane coraz rzadziej, gdyż doświadczenia z Europy Zachodniej wskazują na ich ograniczoną skuteczność. „Wejściem” to tego typu przejścia jest studzienka o głębokości około 50 cm, do której płazy wpadają idąc wzdłuż ogrodzenia. Następnie płazy mają możliwość przejścia tylko w jednym kierunku – tunelem na drugą stronę drogi. Kończy się on płaskim wyjściem, w pewnym oddaleniu od ogrodzenia. W drodze powrotnej płazy przemieszczają się drugim, niezależnym tunelem funkcjonującym na tej samej zasadzie (ryc. 14). Uważa się, iż tego typu konstrukcje nie sprawdziły się, gdyż płazy często wspinały się po ścianach studzienek, próbując wyjść do góry i ginęły nie odnajdując właściwej drogi na zewnątrz (Rybacki 2002b). Obecnie (wbrew dotychczasowym polskim standardom) zalecane są przejścia o przekroju prostokątnym. Dotychczas często stosowane przepusty rurowe są możliwe do zaakceptowania, o ile stworzy się w nich płazom dogodne warunki, wylewając dno takiego przepustu betonem do 1/3 wysokości. Powstaje w ten sposób płaska warstwa umożliwiająca swobodne przemieszczanie się płazów (Jędrzejewski i in. 2006).

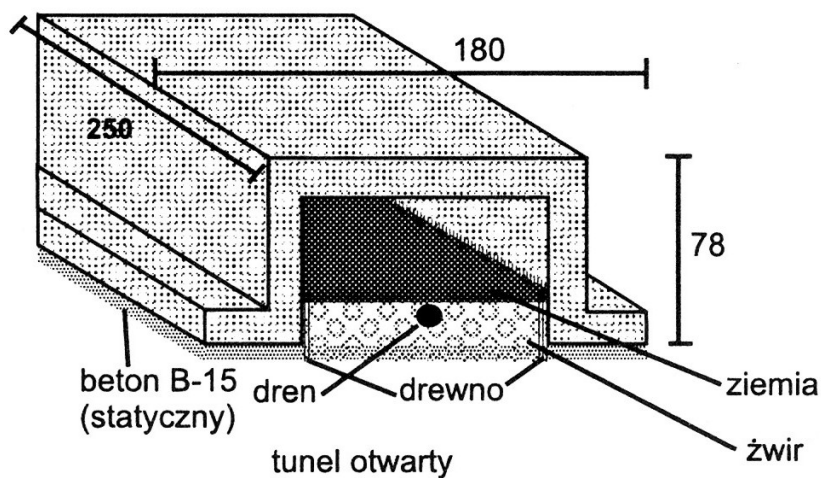


Ryc. 14 Jednokierunkowe przejście dla płazów – zasada funkcjonowania (źródło: Rafiński & Tabasz, 2001, zmienione).

Drugim typem przejść są przejścia dwukierunkowe. Są one znacznie bardziej efektywne od przejść jednokierunkowych. Poza płazami korzystają z nich chętnie również inne gatunki kręgowców (głównie małe a nawet średnie ssaki). Dwa rodzaje najczęściej stosowane to tunel ACO PRO, nazwa handlowa: Amphibientunnel AT 500 oraz ZIEGER. Systemy te różnią się kilkoma elementami – wielkością, kształtem a także rozwiązaniem konstrukcyjnym w dolnej części. Pierwszy z nich ma mniejsze wymiary, zaokrąglony kształt oraz jest elementem całkowicie wylanym z betonu (ryc. 15), drugi zaś jest większy i ma kształt podkowy, z tym, że ściany i strop zachowują kąty proste. Istotne jest, iż podłoże pozostaje naturalne a nie betonowe, co sprzyja wyższej wilgotności i warunkom odpowiednim dla płazów (ryc. 16).



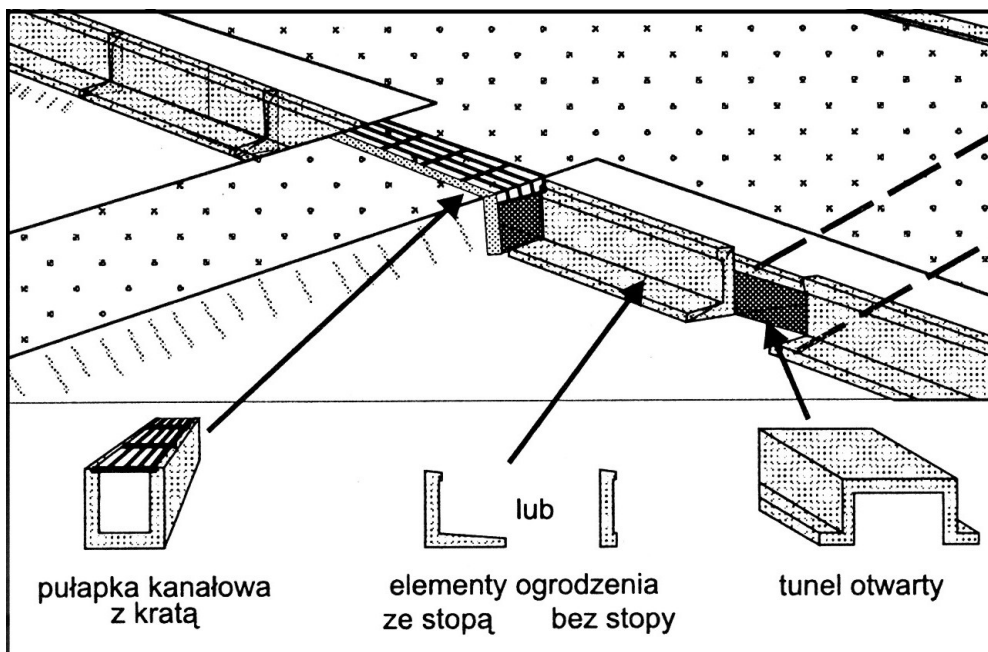
Ryc. 15 Dwukierunkowe przejście dla płazów typu ACO PRO na drodze Sidory - Smolniki w Suwalskim Parku Krajobrazowym, w pobliżu miejscowości Kleszczówek. Widoczny jest element wejściowy typu EGE 1000 P oraz ogrodzenie typu LEP 100 (źródło: Ochrona płazów... 2005, Rybacki 2002b, zmienione).



Ryc. 16 Jednokierunkowe przejście dla płazów – element tunelu typu ZIEGER (źródło: Rybacki 2002b, zmienione).

W praktyce stosuje się oba typy tuneli – pierwszy z nich jest łatwiejszy w instalacji (wystarczy wyłączenie jednego pasa ruchu) i mniejszy, co sprawia, że można go zamontować nawet przy niezbyt sprzyjającym ukształtowaniu terenu oraz typie podłoża (np. skała), które uniemożliwiają budowę większych przejść. Z kolei przejście typu ZIEGER jest większe i co za tym idzie – cięższe i trudniejsze w montażu. Tunel taki nie może być zainstalowany m.in. na terenach podmokłych, stromych czy skalistych. Jego dużą zaletą jest jednak to, iż, ze względu na rozmiary, mogą korzystać z niego także średnie ssaki, takie jak lisy, borsuki, zające czy kuny (Rybacki 2002b).

Elementem uzupełniającym dla systemu ogrodzeń i płotków są pułapki kanałowe z kratą (ryc. 17) Są one stosowane na drogach dojazdowych (osiedlowych, gospodarczych, polnych), uniemożliwiając płazom (oraz innym mniejszym zwierzętom) wejście na główną drogę. Wędrujące tymi drogami płazy wpadają przez kratownicę do kanału a następnie poruszają się dalej wzdłuż płotków do tunelu. Dla bezpieczeństwa dużych zwierząt gospodarskich (konie, krowy) korzystających z takich dróg, oczka kratownicy mogą mieć maksymalny rozmiar 7 x 33 cm. Niestety w przypadku mniejszych zwierząt gospodarskich (owce, kozy) tego typu kratownice mogą być niebezpieczne. Przed ich instalacją należy zatem przeprowadzić rozpoznanie, jakie zwierzęta hodowane są w okolicy. W przypadku, gdy zamontowanie pułapek kanałowych może być dla nich niebezpieczne, należy rozważyć zrezygnowanie z tego elementu.



Ryc. 17 System ZIEGER. Widoczna pułapka kanałowa na przyłączeniu bocznej drogi (źródło: Rybacki 2002b, zmienione).

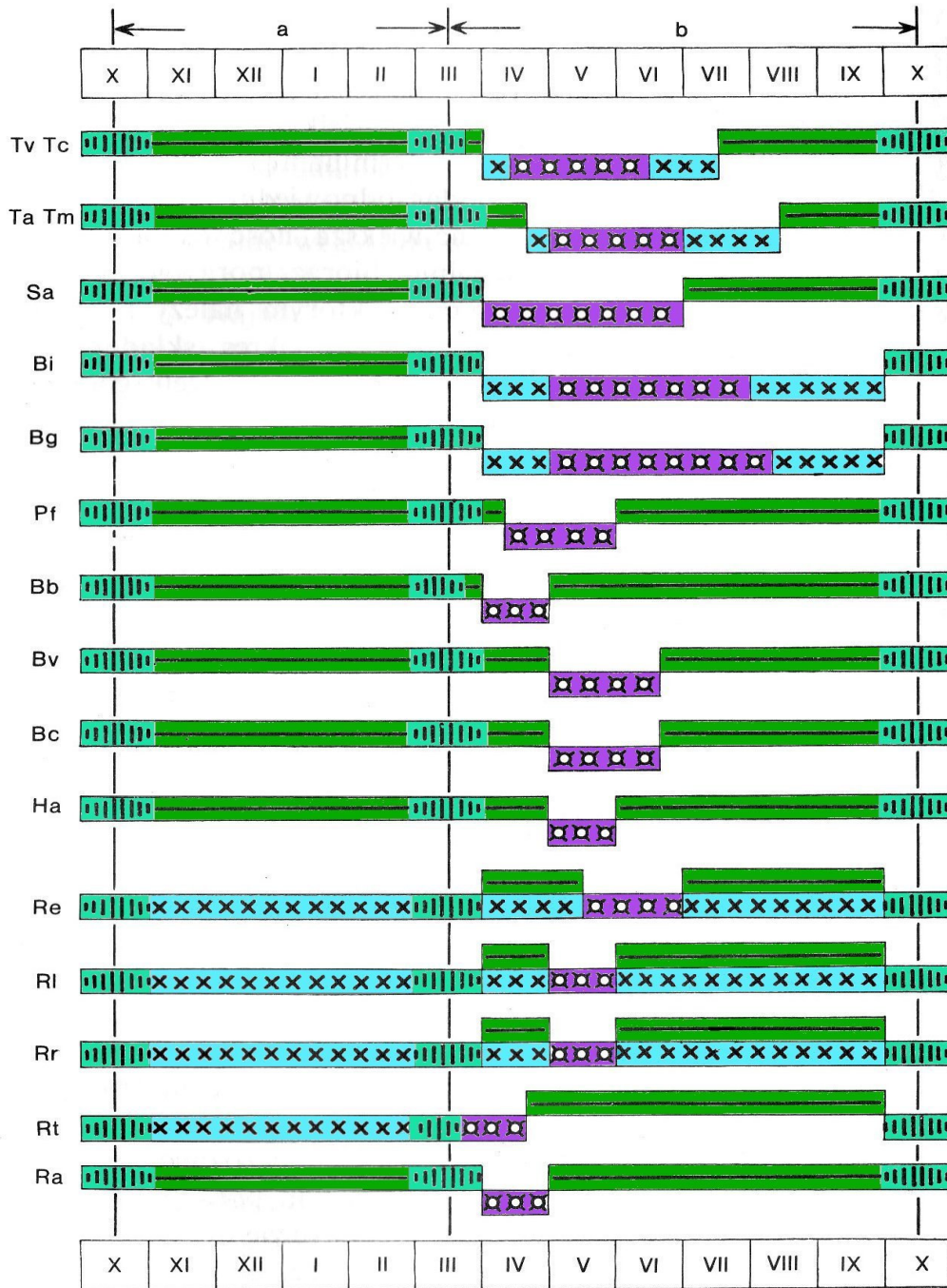
Zaleca się umieszczanie przejść w miejscach masowej migracji płazów co 50 m (Jędrzejewski i in. 2006). Przy projektowaniu przejść należy zdecydowanie odróżnić przejścia dla małych ssaków od przejść dla płazów. Druga z tych grup ma większe wymagania, jeśli chodzi o parametry oraz warunki panujące w przejściach. O ile małe ssaki korzystają z przejść dla płazów, o tyle w drugą stronę jest to często niemożliwe. Zalecane przez GDDKiA (Katalog... 2002), jako alternatywa dla przejść o przekroju prostokątnym, przejścia dla płazów o przekroju kołowym, jak już wspomniano, nie spełniają dobrze swojej roli. Zupełnie nieefektywne są również projektowane dla ssaków tzw. suche półki w przepustach zalanych wodą.

Poza zagrożeniami związanymi z ruchem pojazdów na drodze, należy wspomnieć jeszcze o innych zagrożeniach dla płazów związanych z budową i użytkowaniem dróg. Pierwszym z nich jest system studzienek i kanałów odwadniających. Stanowią one śmiertelne pułapki dla płazów (a także innych zwierząt). Kraty znajdujące się u ich wlotu zatrzymują gałęzie i większe przedmioty, ale nie są wystarczająco gęste, aby uchronić płazy przed wpadnięciem do studzienki (fot. 23). Dodatkowo system odwadniający (wybetonowane rowy) wzdłuż dróg nakierowuje płazy do studzienki. Dotyczy to oczywiście dróg o wyższych parametrach, w których takie rozwiązania są stosowane. Przykładowo w Pienińskim Parku Narodowym, w jednej niezabezpieczonej studzience, znaleziono 150 traszek kilku gatunków oraz 100 żab trawnych, w większości samic przed złożeniem jaj (Rybacki & Maciantowicz 2006). Konieczne wydaje się zatem wypracowanie odpowiednich norm i zaleceń dotyczących zabezpieczeń, które chroniłyby płazy a jednocześnie umożliwiały zachowanie wymaganych parametrów przepływu wody. Podczas analizy literatury nie znaleziono niestety informacji na temat takich rozwiązań, bezpiecznych dla płazów. W wytycznych Highway Agency (2001b) stwierdzono tylko, iż na obszarach występowania płazów należy unikać stosowania instalacji mogących stanowić dla nich pułapkę. Wskazane są zatem badania nad optymalnym sposobem zabezpieczania studzienek.

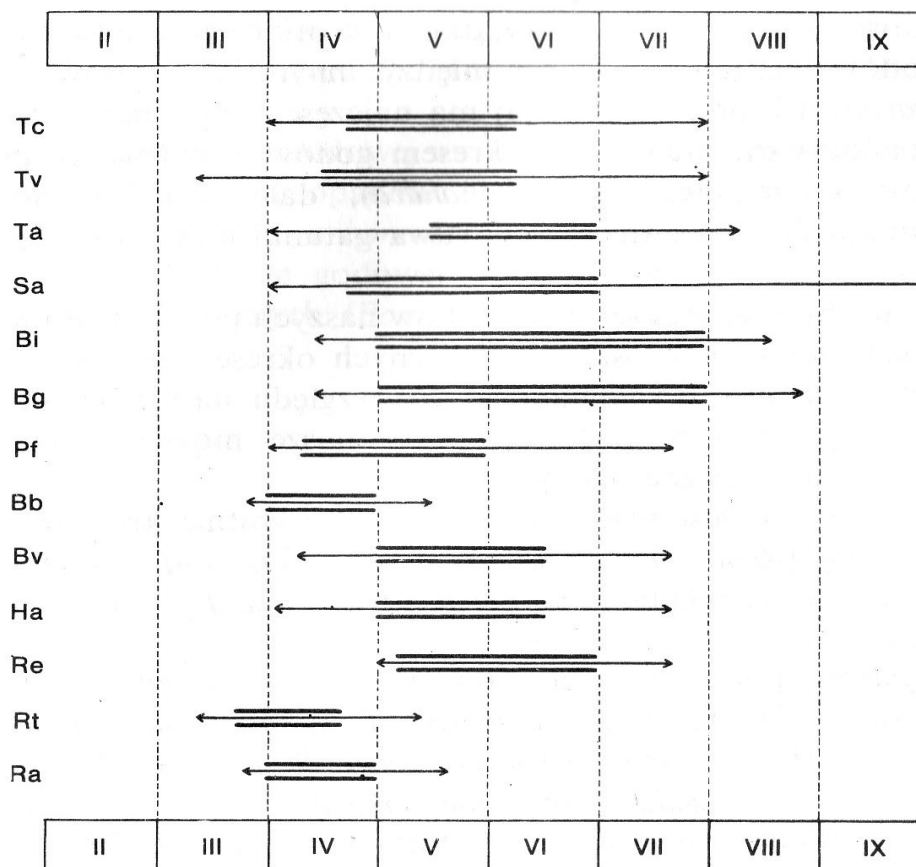


Fot. 23 Wlot do studzienki odwadniającej w pobliżu górnego przejścia dla zwierząt koło miejscowości Węgierska Górka (droga krajowa nr 69). Widoczny jest szeroki rozstaw prętów w kracie zabezpieczającej studzienkę (źródło: fotografia autora).

Kolejnym problemem jest niszczenie siedlisk i zabijanie płazów związane z pracami budowlanymi. Podczas budowy dróg zdarzają się sytuacje, gdy konieczne jest zasypianie stawu lub niewielkiego zbiornika wodnego wykorzystywanego przez płazy jako miejsce rozrodu. Ze względu na zachowanie odpowiednich parametrów drogi często niemożliwe jest ominięcie takiego obiektu. Istotne jest, aby wykonawca ograniczył do minimum straty w populacji występujących tam płazów. Poza działaniami kompensacyjnymi (np. budowie zastępczego zbiornika wodnego) konieczne jest prowadzenie robót we właściwym terminie, gdy płazów w zbiorniku jest najmniej. Rycina 18 przedstawia cykle życiowe krajowych płazów i okresy, gdy przebywają w środowisku wodnym. Jak widać zarówno latem jak zimą w zbiornikach wodnych znajdują się płazy. Jeśli spojrzymy na okresy godowe płazów obserwowane w ciągu 25-letnich badań w okolicy Krakowa, przedstawione na rycinie 19, okaże się, że w sumie trwają one od wczesnej wiosny do jesieni.



Ryc. 18 Ekofenogramy krajowych płazów na tle rocznego cyklu ich życia z uwzględnieniem zasadniczych zjawisk fenologicznych; a – okres snu zimowego, b – okres życia aktywnego. Pole z linią ciągłą (zielone) – pobyt na lądzie, pole ze znakami x (niebieskie) – pobyt w wodzie, pole z kółkami (fioletowe) – przeciętny okres składania jaj (u salamandry okres rodzenia larw), pole z liniami pionowymi (seledynowe) – wędrówki i okres przejściowy między życiem aktywnym a snem zimowym i na odwrót. Tv – *Triturus vulgaris* (traszka zwyczajna), Tc – *T. cristatus* (traszka grzebieniasta), Ta – *T. alpestris* (traszka górską), Tm – *T. montandoni* (traszka karpacka), Sa – *Salamandra salamandra* (salamandra plamista), Bi – *Bombina bombina* (kumak nizinny), Bg – *B. variegata* (kumak górski), Pf – *Peleobates fuscus* (grzebiuszka ziemna), Bb – *Bufo bufo* (ropucha szara), Bv – *B. viridis* (ropucha zielona), Bc – *B. calamita* (ropucha paskówka), Ha – *Hyla arborea* (rzekotka drzewna), Re – *Rana esculenta* (żaba wodna), Rl – *R. lessonae* (żaba jeziorkowa), Rr – *R. ridibunda* (żaba śmieszka), Rt – *R. temporaria* (żaba trawna), Ra – *R. arvalis* (żaba moczarowa) (źródło: Juszczyk 1987, zmienione).



Ryc. 19 Terminy masowego składania jaj (linie grube) oraz maksymalne zakresy (linie cienkie) pory godowej płazów występujących w pobliżu Krakowa w okresie 25 lat badań. Skrótów nazw gatunków jak na ryc. 18 (źródło: Juszczak 1987).

Najlepszym okresem dla zasypywania zbiorników wodnych jest zatem dość krótki okres jesienią, po wyjściu młodych z wody a przed przybyciem płazów zimujących w zbiornikach. Czas ten w dużej mierze zależy od warunków pogodowych w danym roku i w związku z tym nie jest możliwe precyzyjnie podanie terminu, w którym roboty powinny być wykonane. Należy ustalić go na podstawie obserwacji w terenie w okresie jesiennym, dlatego też wskazana byłaby w tym okresie współpraca wykonawcy z herpetologiem. Zasypanie zbiornika powinno być poprzedzone przeniesieniem bytujących w nim płazów w inne miejsce oraz trwać możliwie krótko, aby nie dopuścić do ponownego zasiedlenia zbiornika.

Podczas prac budowlanych często powstają tymczasowe, głębokie wykopy, w których stoi woda. Ponieważ tworzą one dobre warunki rozrodu dla płazów, są zazwyczaj szybko zasiedlane. Niestety wykopy takie są często zasypywane na skutek czego giną wszystkie znajdujące się tam dorosłe płazy i kijanki. Pamiętajmy, iż wszystkie gatunki płazów w Polsce są prawnie chronione i ich zabijanie jest naruszeniem prawa. Aby uniknąć

tego typu sytuacji należałoby odpowiednio zabezpieczyć teren budowy lub też nie dopuszczać do gromadzenia się wody w wykopach. Drugi z tych sposobów może być jednak w niektórych przypadkach (np. wysoki poziom wód gruntowych) dość uciążliwy. Innym rozwiązaniem jest przenoszenie płazów znajdujących się w zbiornikach przeznaczonych do zasypania w inne, odpowiednie dla nich miejsce. Należy jednak pamiętać, iż na tego typu działania związane z czynną ochroną należy mieć (zgodnie z prawem) pozwolenie od wojewódzkiego konserwatora przyrody. Zbiornik wodny, do którego przenosimy płazy lub skrzek nie może być zasiedlony przez ryby, gdyż jest to równoznaczne ze skazaniem całego młodego pokolenia na zagładę. Larwami płazów żywią się nie tylko gatunki drapieżne, ale również uważane za roślinożerne karasie czy płocie. Istotnym zagrożeniem dla kijanek są także ptaki wodne dzikie i hodowlane, głównie kaczki i gęsi (Rafiński i Tabasz 2001). Planując prace związane z wykopami należy maksymalnie ograniczyć czas ich trwania. Konieczna jest również kontrola wykopu przed decyzją o jego zasypaniu. W przypadku stwierdzenia obecności płazów, konieczne jest podjęcie decyzji o ich przeniesieniu lub też wstrzymać się z zasypaniem do okresu jesienno, gdy płazów w zbiornikach wodnych jest najmniej. Przenoszenie płazów powinno odbywać się pod nadzorem przyrodnika i za wiedzą wojewódzkiego konserwatora przyrody.

Gady

W Polsce występuje 9 rodzimych gatunków gadów, należących do dwóch rzędów – żółwi oraz łuskonośnych (obejmujących jaszczurki i węże). Wszystkie są pod ochroną, a jeden - jaszczurka zielona *Lacerta viridis*, prawdopodobnie już wyginęła - w „Polskiej czerwonej księdze zwierząt” (201) ma oficjalny status gatunku wymarłego w Polsce - EXP (Extinct in Poland). Ponadto w „Czerwonej księdze” umieszczono węża Eskulapa - *Zamenis longissimus* jako CR (Critically Endangered – krytycznie zagrożony), żółwia błotnego - *Emys orbicularis* – EN (Endangered – zagrożony) oraz gniewosza plamistego *Coronella austriaca* jako VU (Vulnerable – podatny na zagrożenie).

U gadów, ze względu na fizjologię i budowę, tryb życia oraz wymagania środowiskowe, zakres i siła oddziaływań jest nieco inna niż w przypadku płazów. Są one bardziej ruchliwe i na ogół (z nielicznymi wyjątkami) nie wędrują masowo do miejsc odbywania godów. Z większą łatwością również pokonują różnego typu przeszkody. Głównym zagrożeniem związanym z budową i istnieniem dróg nie jest zatem masowe rozjeżdżanie tych zwierząt przez pojazdy, ale raczej niszczenie siedlisk i zwiększenie izolacji poszczególnych populacji. W krajach wysoko rozwiniętych od jakiegoś czasu buduje się

bariery uniemożliwiające wtargnięcie węży na drogę, w Polsce nie stosuje się jednak jeszcze takich rozwiązań (Najbar 2002). Gady nie odbywają masowych wędrówek i zwykle trudno jest zlokalizować ich szlaki migracji. Należy zatem zadbać przede wszystkim o połączenia między siedliskami w których występują. Nie muszą być to specjalne „przejścia dla gadów”. Korzystają one chętnie z istniejących przepustów czy przejść przeznaczonych dla innych zwierząt.

Badania z okolic Zielonej Góry wykazały, iż najczęściej wśród gadów, w wyniku kolizji z pojazdami, giną padalce zwyczajne (*Anguis fragilis*), będące dość powolne w porównaniu do pozostałych jaszczurek oraz węży. Ciekawe jest, iż badacze stwierdzili stosunkowo dużą śmiertelność gadów (zaskrońca zwyczajnego i jaszczurki zwinki) na drogach o małym natężeniu ruchu. Tłumaczone jest to faktem, iż węże i jaszczurki często za miejsca wygrzewania obierają mało ruchliwe drogi i ich pobocza. Największa śmiertelność gadów na drogach odnotowana była w okresie od kwietnia do czerwca oraz od września do października. Wiązać to należy z ich aktywnością w trakcie opuszczania zimowisk, okresu godowego oraz powrotu do miejsc hibernacji (Najbar i in. 2006).

Badania na szosie graniczącej z rezerwatem „Słońsk” (Bartoszewicz 1997) wykazały, iż gady stanowiły „zaledwie” 6,3% wszystkich (1367 stwierdzonych osobników) martwych kręgowców. Największa ilość martwych gadów - głównie zaskrońców znaleziona została na odcinku drogi sąsiadującym z jeziorkami powstałymi w wyniku eksploatacji torfu, płytkim rowem melioracyjnym oraz podmokłymi łąkami. Wynikało to z preferencji siedliskowych zaskrońca, który w odróżnieniu od większości pozostałych gadów występuje często w środowiskach wilgotnych i поблизу zbiorników wodnych a jego pożywieniem są głównie płazy, najczęściej różne gatunki żab oraz rzadziej – ropuchy. Spotykany jest on również na łąkach oraz skrajach lasów liściastych. Wiosną natomiast masowo pojawia się na suchych zboczach jarów oraz porośniętych gęstymi zaroślami nasłonecznionych skałach. (Młynarski 1966). Z tego też względu budując płotki oraz przejścia dla płazów jednocześnie chronimy tego na najczęściej spotykanego w kraju węża. Jeśli chodzi o pozostałe gatunki gadów to na razie mało realne wydaje się tworzenie przejść specjalnie dla któregoś z nich, chociaż pojawiają się takie postulaty. Najbar (2002) sugeruje, iż powinny być one wykonane dla węży Eskulapa na niektórych drogach w Bieszczadach. Gatunek ten jest na skraju wyginięcia a stosunkowo często (jak na swoją niewielką liczebność) ginie na drogach w Bieszczadach i Dolinie Sanu.

Wydaje się, iż w przypadku gadów szczególny nacisk powinien być położony na ochronę siedlisk. Dlatego też w procedurze oceny oddziaływania dróg na środowisko

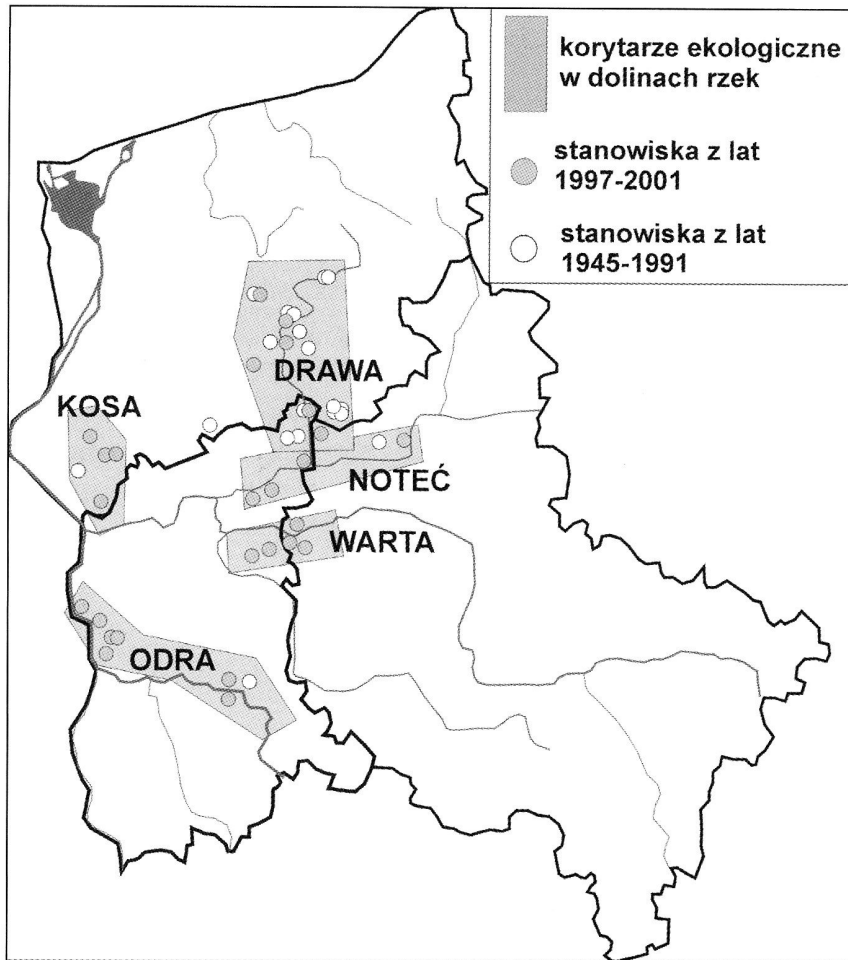
należy zwrócić szczególną uwagę na niszczenie miejsc występowania poszczególnych gatunków lub lokalizacje drogi w ich pobliżu. Informacje na temat takich miejsc można uzyskać zwykle w nadleśnictwach oraz w ośrodkach zajmujących się ochroną gadów.

Gatunkiem, który można uznać za parasolowy (zwany też osłonowym lub tarczowym, ang. *umbrella species*) jest żółw błotny. Jest to gatunek o dużych wymaganiach siedliskowych, który współwystępuje z dużą ilością innych, rzadkich gatunków. Populacje żółwia błotnego zajmują stosunkowo duże arealy oraz zróżnicowane siedliska. Większość życia spędzają w obrębie płytkich zbiorników wodnych porośniętych roślinnością, natomiast jaja składają na obszarach suchych, często porośniętych roślinnością kserotermiczną, ale także na drogach i leżących odłogiem polach uprawnych. W tym celu samice mogą wędrować nawet na odległość 2 km. Istnieją doniesienia o odcinkach dróg, na których występują kolizje żółwi z pojazdami. Może być to związane z przebiegiem trasy wędrówki do miejsc składania jaj lub też być związane z migracją osobników między populacjami. W niektórych przypadkach wystarczyłoby udroźnienie istniejących przepustów pod drogami. Żółwie zimują zazwyczaj na dnie zbiorników, zagrzebane w mule i szczątkach organicznych. Ich ochrona, zatem, wiąże się z równoczesną ochroną wielu rzadkich i ginących gatunków roślin i zwierząt oraz zbiorowisk roślinnych.

W Polsce Zachodniej (w porównaniu do pozostałych miejsc występowania) istnieje szczególnie wyraźna izolacja stanowisk żółwia błotnego. Stwierdzono tam kilka małych, odizolowanych populacji, głównie wzdłuż rzek: Ilanki, Pliszki, Drawy, Myśli oraz Kosy. W ramach strategii ochrony żółwia błotnego w Polsce zachodniej wyznaczono korytarze ekologiczne łączące obecnie istniejące oraz historyczne stanowiska żółwia. Biegną one wzdłuż kilku większych rzek (ryc. 20) i mają umożliwić wymianę genetyczną między populacjami oraz migracje do nowych lub kiedyś zasiedlanych obszarów (Rybacki i Maciantowicz 2006). Przeprowadzając ocenę oddziaływania drogi na faunę należy wziąć pod uwagę również możliwości przemieszczania się tego gatunku. Dane o jego występowaniu są dość szczegółowe i ogólnodostępne.

Wydaje się, iż zapewnienie ciągłości korytarzy ekologicznych innych gatunków w szczególności małych i średnich ssaków oraz płazów będzie służyło również gadom. Jak wspomniano, szczególnie ważna wydaje się ochrona stanowisk poszczególnych gatunków oraz siedlisk w których przebywają (w rzeczywistości lub potencjalnie). W przypadku konieczności podjęcia działań kompensacyjnych wyjątkowo ważne jest, aby tworzone (lub odtwarzane) siedliska lub stanowiska rozrodcze były w miejscach trudno dostępnych dla

człowieka ze względu na częste przypadki ich niszczenia. Czasem lepszym rozwiązaniem jest zatem niepodejmowanie tego typu działań, niż wykonywanie ich w sposób nieprzemysłany.



Ryc. 20 Korytarze ekologiczne w dolinach rzek wyznaczone dla żółwi błotnych w Polsce Zachodniej (źródło: Rybacki & Maciantowicz 2006, ryc. M. Rybacki).

3.4 Ryby

W naturalnych, nieprzekształconych ludzką działalnością nizinnych rzekach, spotyka się ryby z czterech grup ekologicznych. Są to:

- **ryby reofilne** – typowo rzeczne, związane ze środowiskiem wody płynącej, które mogą żyć także w wodach stojących, ale osiągające w rzekach większe zagęszczenia;
- **ryby wszędobylskie** – ubikwistyczne;
- **ryby stagnofilne** – preferujące wody stojące i występujące w rzekach w niewielkich ilościach;

- **ryby wędrowne**, które wykorzystują rzeki jako miejsce rozrodu (gatunki anadromiczne – np. jesiotr zachodni *Acipenser sturio*, jesiotr ostronosy *A. oxyrinchus*, łosoś — *Salmo salar*, troć wędrowna *S. trutta trutta*, certa *Vimba vimba*, gatunki katadromiczne - np. węgorz *Anguilla anguilla*).

Można wyróżnić dwie skale zmian ichtiofauny dużych rzek, spowodowanych działalnością człowieka – skalę makro i lokalną (Backiel 1993). Zmiany ichtiofauny w skali makro są powodowane przekształceniami w morfologii rzek, zabudową hydrotechniczną i zanieczyszczeniami wód. Zmiany lokalne natomiast są powodowane głównie regulacją koryt rzecznych. Do utrzymania bogactwa gatunkowego ichtiofauny niezbędne jest, aby w rzekach zachowane zostały warunki dogodne do życia ryb reofilnych oraz wędrownych. Większość zmian w reżimie hydrologicznym, a także większość przekształceń struktury koryta rzeki, na ogół nie zagraża gatunkom ryb z grupy ubikwistycznej i stagnofilnej (Korytarz.... 2002).

Środowisko rzeczne jest bardzo wrażliwe na przekształcenia. Dwa główne zagrożenia to zmiany w obrębie koryta rzeczno oraz dostawa zanieczyszczeń. Bardzo istotnym zagrożeniem dla drożności rzek i jakości siedlisk są budowle hydrotechniczne. Zazwyczaj negatywne skutki budowy zapór są znacznie istotniejsze dla ryb, niż zmiany wywołane budową infrastruktury drogowej, jednak w niniejszej pracy te pierwsze nie będą omawiane. Głównymi zagrożeniami związanymi z budową i eksploatacją dróg oraz mostów są prace związane z umocnieniem, regulacją i zmianą przebiegu koryta, a także sama eksploatacja obiektów. Najważniejszymi skutkami są: zniszczenie lub/i przekształcenie siedlisk (głównie chodzi o miejsca tarła, żerowania oraz schronienie) oraz spadek jakości wody (ze względu na zanieczyszczenia oraz zmętnienie w okresie robót).

Skutkiem regulacji i prostowania koryta rzeki jest spadek różnorodności gatunkowej oraz liczebności ryb. Regulacja rzeki prowadzi do zniszczenia naturalnej struktury dna rzeki. Hydraulika przepływu zmienia się radykalnie, a przepływ staje się bardziej jednorodny. Powoduje to zubożenie lokalnego zespołu fauny i flory. Likwidacja przybrzeżnych obszarów bagiennych i zalewowych, związana z regulacją, powoduje wzrost intensywności przyboru wody w okresach zwiększonych opadów lub roztopów. To z kolei przyczynia się do niszczenia struktury dna do tego stopnia, iż zasiedlający go wcześniej zespół gatunków bentosowych nie jest w stanie z powrotem go zasiedlić (Wiśniewolski i in 2004).

Zawiesina podrywana z dna podczas prac w korycie rzeki, szczególnie negatywnie oddziałuje na ichtiofaunę w okresie tarła i wkrótce po nim. Osiadając na złożonej ikrze utrudnia wymianę gazową, powodując obumieranie znacznej jej części. Utrzymująca się przez dłuższy czas wysoka koncentracja zawiesiny może mieć negatywny wpływ

na zdrowotność ryb i powoduje wzrost śmiertelności (zwłaszcza narybku). Drobne cząstki mineralne zawieszane w wodzie osiadając na skrzelach prowadzą do ich uszkodzeń. Dłuższe okresy zmętnienia wody powodują także ograniczenie fotosyntezy i pogorszenie warunków środowiska oraz utrudniają widzenie (Kukała 2007).

Mniej groźne jest krótkotrwałe zwiększenie koncentracji zawiesiny. Przejściowo występujące wysokie stężenia (nawet w ilościach powyżej kilku tysięcy mg/l), nie stanowią dużego zagrożenia, ograniczając jedynie czasowo żerowanie ryb (Wiśniewolski i in 2004). Normy dotyczące parametrów wód odpowiednich dla ryb zostały zamieszczone w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 4 października 2002 roku w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych. Średnioroczna zawartość zawiesin w wodach według norm zawartych we wspomnianym rozporządzeniu nie powinna być większa niż 25 mg/l.

W celu złagodzenia opisanego oddziaływania konieczne jest maksymalne ograniczenie czasu prac w obrębie koryta rzek, mogących powodować zmętnienie wody a także wykonywanie ich poza okresem wiosennym. Jest to okres tarła wielu cennych gatunków. Dla większości gatunków mniej szkodliwe będą prace prowadzone już po pełnym rozwoju narybku, czyli jesienią i zimą.

Zagrożeniem dla ryb w ciekach o niewielkim przepływie, tworzących rozlewiska, jest prowadzenie prac w miejscach występowania grubej warstwy organicznych osadów dennych. W przypadku wystąpienia specyficznych warunków - wysokiej temperatury wody i niskiej zawartości rozpuszczonego tlenu możliwe jest gwałtownego obniżenie zawartości tlenu w wodzie i powstanie przyduszy. Warunki takie mogą zaistnieć w okresie letnim, dlatego też należy unikać prac w takim środowisku podczas w gorących dni.

Roboty w strefie brzegowej rzeki oraz składowanie tam różnego typu surowców do budowy drogi, może powodować zasypanie połączeń z bocznymi odnogami i starorzeczami, które stanowią ważne siedliska dla wielu gatunków ryb (Wiśniewolski i in. 2004). Należy zwrócić szczególną uwagę na wybór lokalizacji miejsc składowania materiałów. Nie powinny być one lokalizowane w pobliżu obniżeń i starorzeczy, które w okresie wyższego stanu wód mogą być połączone z głównym korytem rzeki.

Usunięcie drzew rosnących wzdłuż koryta powoduje zwykle przyśpieszenie rozwoju glonów, szczególnie przy dużej zawartości biogenów. Dodatkowo, wzrasta temperatura wody, co w płytkich ciekach pogarsza warunki dla ryb (zmniejsza się ilość rozpuszczonego tlenu). Zanurzone korzenie nadbrzeżnych drzew są też miejscem schronienia dla ryb i innych

organizmów. Na skutek ich usunięcia maleje liczba miejsc, gdzie ryby mogą chronić się przed drapieżnikami.

W celu ograniczenia negatywnego oddziaływania prac w obrębie doliny rzecznej należy maksymalnie ograniczyć wycinkę drzew i krzewów. Jeśli nie jest to niezbędne ze względów konstrukcyjnych, należy także ograniczyć usuwanie karp wyciętych drzew na brzegach cieków. Po wykonaniu prac budowlanych należy zadbać o wykonanie odpowiednich nasadzeń w miejscach uszkodzeń roślinności.

Kolejnym zagrożeniem, jakie może zaistnieć na etapie budowy jest skażenie substancjami ropopochodnymi pochodzącymi z maszyn budowlanych. W celu ograniczenia możliwości wystąpienia takiego zjawiska należy kontrolować stan pojazdów pracujących w korycie rzeki, oraz maksymalnie ograniczyć czas ich przebywania w obrębie i w pobliżu cieków. Należy przygotować bezpieczne miejsce, w którym maszyny będą stały w czasie, gdy nie pracują. Powinno być ono izolowane i skutecznie zapobiegać ewentualnemu przedostaniu się substancji ropopochodnych do cieków. Niedopuszczalne jest pozostawianie maszyn na noc, czy na okres dni wolnych od pracy na brzegu rzeki, gdyż w razie wycieku skażony może zostać znaczny jego odcinek.

Jako wartość graniczną zawartości ropopochodnych dla IV klasy czystości wód przyjmuje się 1 $\mu\text{g/l}$. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska, w wodach będących środowiskiem życia ryb karpowatych oraz łososiowatych węglowodory ropopochodne nie mogą występować w ilościach zmieniających smak ryb i nie powinny być obecne w ilości powodującej powstanie widocznej błony na powierzchni wody. Przyjęto też, że wielkość graniczna dla tego typu środowiska wynosi 3 mg/l .

Znaczące negatywne skutki dla rzeki i żyjących w niej organizmów, może mieć eksploatacja mostów i związane z tym przedostawanie się wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) do gleby i wód powierzchniowych. Zmywane są one z powierzchni dróg w czasie opadów deszczu oraz podczas roztopów. Związki te, znajdujące się na drogach, pochodzą ze spalin samochodowych, ze ścierania opon gumowych przy hamowaniu i z samego asfaltu bogatego w różne węglowodory. Są one słabo rozpuszczalne w wodzie, jednak wysokie zanieczyszczenie wód detergentami powoduje znaczne zwiększenie rozpuszczalności WWA. Związki te mogą także występować w postaci zaadsorbowanej na drobnych cząstkach i materii organicznej.

Glony, rośliny wodne i organizmy bezkręgowce (małże, skorupiaki, skąposzczety, mięczaki, chruściki, równonogi), stanowiące w ekosystemach wodnych grupę konsumentów I rzędu akumulują WWA. Wynika to z braku enzymów rozkładających te związki.

Akumulacja WWA w glonach i niższych zwierzętach ma wpływ na wyższe poziomy troficzne, u których następuje kumulowanie tych związków. Są to substancje silnie toksyczne, o działaniu kancerogennym, co powoduje osłabienie kondycji organizmów. Dodatkowo w przypadku wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych występuje zjawisko synergizmu – związki te w mieszaninach są znacznie bardziej aktywne niż pojedynczo (Bilek 2004).

Zagrożeniem dla ichtiofauny i innych organizmów wodnych są także spływające z drogi związki chemiczne, służące do zimowego utrzymania dróg. Spośród soli różnych metali najmniej szkodliwym dla ryb jest, stosowany powszechnie do zimowego utrzymania dróg, chlorek sodu. Jednak także wzrost stężenia tej soli w wodzie, może powodować u ryb szereg zaburzeń. Gatunkami mało odpornymi na wzrost zasolenia są m.in. brzana, jelec i leszcz. Szczególnie wrażliwe na zasolenie są najmłodsze stadia rozwojowe. Przedostanie się do rzeki zanieczyszczeń wraz z topniejącym śniegiem powodować może wymieranie bezkręgowców wodnych będących pokarmem ryb a także pośrednio i bezpośrednio wpływać na wzrost śmiertelność ryb, przede wszystkim najmłodszych roczników. W przypadku przekroczenia krytycznych dla danego gatunku stężeń substancji ropopochodnych lub związków chemicznych transportowanych drogami może nastąpić wymarcie całej populacji, co wpływa znacząco na funkcjonowanie całych biocenoz (Kukła 2007).

Metodą pozwalającą zapobiec w znacznym stopniu opisanym zagrożeniom są zabezpieczenia uniemożliwiające spływanie z drogi (mostu) wszelkiego rodzaju zanieczyszczeń.. Należy stosować w tym celu szczelną kanalizację odprowadzającą wodę z roztopów i opadów (wraz z zanieczyszczeniami) poza teren zagrożony. Powinna być ona kierowana do separatorów substancji ropopochodnych i osadników lub innych urządzeń oczyszczania ścieków opadowych. Nieuporządkowanie problemu spływów z powierzchni drogi może spowodować degradację o charakterze katastrofy ekologicznej.

3.5 Bezkręgowce

Opisanie wpływu dróg na tak różnorodną grupę zwierząt, jaką są bezkręgowce jest zadaniem trudnym. W praktyce, dla potrzeb raportu OOŚ zwykle nie wykonuje się szczegółowej inwentaryzacji entomologicznej. Niestety brak jest również danych dotyczących występowania poszczególnych gatunków na terenie kraju. Najlicniejszą grupą bezkręgowców są owady, które stanowią w Polsce 83,5% gatunków bezkręgowców i 82,1% wszystkich zarejestrowanych gatunków zwierząt (Jażdżewski 1999 za Czachorowski i in.

2000). Ich liczbę w kraju szacuje się na niemal 26 000 gatunków (Różnorodność... 2003). Najlepiej poznaną grupą pod względem biologii oraz rozmieszczenia są motyle dzienne. Stan poznania pozostałych grup bezkręgowców jest niedostateczny dla potrzeb ich ochrony. Dodatkowo, przepisy dotyczące ochrony gatunkowej i ochrony przyrody są oparte na zasadach wypracowanych dla kręgowców i roślin naczyniowych. W przypadku organizmów tak małych jak bezkręgowce, istniejące regulacje prawne nie przystają do rzeczywistości, są nagminnie łamane i ignorowane (Czachorowski i in. 2000).

W Polskiej Czerwonej Księdze Bezkręgowców (2004) opisano 236 gatunków bezkręgowców, w tym: 1 gatunek pijawki, 2 gatunki skorupiaków, 5 gatunków pajęczaków, 198 gatunków owadów i 30 gatunków mięczaków. Jest to jednak zaledwie 0,8% wszystkich gatunków zwierząt bezkręgowych notowanych w Polsce! W świetle tych liczb, 41 gatunków bezkręgowców opisane w tomie 6 „Poradnika ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000” stanowi niewielki ułamek, który nie może być podstawą do rzeczywistej ochrony bezkręgowców. Ponadto niemożliwe jest określenie wpływu danej inwestycji na poszczególne gatunki, gdyż ich liczebność jest ogromna, a ekologia poszczególnych gatunków słabo poznana. Aby chronić bezkręgowce musimy zatem stosować inne metody niż w przypadku zwierząt kręgowych.

Badania terenowe mające na celu zbadanie występowania lub liczebności poszczególnych gatunków dla potrzeb OOS nie mają sensu ani z punktu widzenia praktycznego ani merytorycznego. Bezkręgowce są trudne do odnalezienia i oznaczania. Dodatkowo, dla prawidłowego oznaczenia niektórych gatunków często konieczne jest ich uśmiercenie co, w świetle ustawy o ochronie przyrody, wymaga specjalnego pozwolenia. Jednorazowe, czy też nawet wielokrotne badania w jednym sezonie mające na celu określenie występowania lub liczebności gatunków nie są miarodajne ze względu na bardzo dużą zmienność liczebności gatunków w kolejnych latach. Bezkręgowce (zwłaszcza owady) cechują się także bardzo dużymi różnicami liczebności poszczególnych stadiów rozwojowych, co może spowodować odmienne wyniki przy próbach oceny liczebności gatunków na podstawie różnych stadiów rozwoju.

Najbardziej zagrożoną grupą są gatunki stenotopowe, czyli te o ściśle określonych wymaganiach środowiskowych, wysoko wyspecjalizowane i niepotrafiące przystosować się do życia w przekształconych przez człowieka siedliskach. Związane są one przede wszystkim z występującymi wyspowo, reliktowymi ekosystemami. Jako przykłady takich środowisk można podać lasy o cechach pierwotnych, torfowiska i zbiorowiska kserotermiczne a także unikatowe mikrośrodowiska takie jak stare drzewa (będące miejscem życia gatunków

saproksylobiontycznych). Siedliska te (a co za tym idzie – gatunki je zamieszkujące) są szczególnie narażone na zniszczenie w wyniku antropopresji. (Polska... 2004)

Badania motyli (Munguira & Thomas 1992) wykazały, iż bezpośredni wpływ samej drogi na śmiertelność w okolicznych populacjach jest znikomy w porównaniu do czynników naturalnych (np. drapieżników). Pewne ograniczenie ofiar wśród owadów żyjących na kwiatach lub odżywiających się na nich, można osiągnąć przez np. wykaszanie kwitnącej roślinności zielnej w pobliżu dróg oraz budowę gęstych i wysokich żywopłotów, co zmuszałoby je do przelatywania powyżej drogi. Należy jednak pamiętać, iż żywopłoty w bezpośrednim sąsiedztwie drogi są zagrożeniem dla ptaków (Malec 2005). Wydaje się, iż wykaszanie fragmentów kwitnących łąk mogłoby mieć również wpływ na ograniczenie obecności owadożernych ptaków, w bezpośrednim sąsiedztwie dróg.

Nie wykazano jednoznacznie efektu barierowego dróg dla bezkręgowców - skuteczność przemieszczania się w poprzek drogi była uzależniona od badanego gatunku. Istnieją natomiast dane świadczące o zmianach w zachowaniu bezkręgowców w bezpośrednim sąsiedztwie drogi na skutek wibracji podłoża. Obserwowano (Tabor 1974 za Forman i Aleksander 1998) wzmożone wychodzenie na powierzchnie gatunków żyjących w glebie, co skutkowało zwiększeniem ilości żywiących się nimi ptaków (głównie krukowatych). Warto również wspomnieć o wabiącym wpływie światła na owady nocne, co również powoduje zmiany w ich zachowaniu i może przyczyniać się do wzrostu śmiertelności.

Jednak, głównym zagrożeniem, jakie należy uwzględnić w ocenie oddziaływania na środowisko inwestycji drogowej jest niszczenie siedlisk zamieszkiwanych przez rzadkie i zagrożone gatunki bezkręgowców lub też mogących potencjalnie stanowić ich miejsce bytowania. Konsekwencje zniszczenia takich miejsc na etapie budowy nowej drogi są znacznie poważniejsze niż oddziaływanie istniejącej już drogi bezpośrednio na osobniki. Poniżej omówiono krótko najważniejsze z siedlisk istotnych z punktu widzenia bezkręgowców (Polska... 2004).

Zmurszałe, dziuplaste drzewa wypełnione próchnem.

Stanowią one mikrosiedlisko wielu bezkręgowców żywiących się martwym drewnem. Do saproksylobiontów należą głównie owady (w Polsce występuje tylko spośród chrząszczy ponad 1000 gatunków). Organizmy z tej grupy ekologicznej są typowymi elementami fauny starych lasów naturalnych i pierwotnych. Obecnie związane są zarówno z siedliskami naturalnymi jak i antropogenicznymi. Do tych pierwszych należą przede wszystkim naturalne lasy o starym drzewostanie, w których nie usuwa się martwego drewna,

natomiast do drugich – stare parki czy aleje. Środowisko życia tych zwierząt jest jednym z najbardziej zagrożonych, a jednocześnie jego regeneracja jest procesem bardzo długotrwałym. Wiele gatunków z tej grupy może rozwijać się w drzewach dopiero, gdy osiągną one wiek ponad 200 lat. Należy do nich między innymi pachnica dębowa (*Osmoderma eremita*) (ryc. 21) - uznana decyzją Unii Europejskiej za gatunek priorytetowy, o szczególnym znaczeniu dla Wspólnoty. Innymi przykładami mogą być (przedstawione również na rycinie 21), umieszczone w Czerwonej Księdze: ponurek Schneidera (*Boros schneideri*), tęgosz rdzawy (*Elater ferrugineus*), kowalina łuskoskrzydła (*Lacon lepidopterus*) czy kwietnica Fiebera (*Protaetia fieberi*).



Ryc.21 Wybrane przykłady zagrożonych gatunków owadów żyjących w martwym drewnie. 1. Pachnica dębowa *Osmoderma eremita*, 2. Ponurek Schneidera *Boros schneideri*, 3. Tęgosz rdzawy *Elater ferrugineus*, 4. Kowalina łuskoskrzydła *Lacon lepidopterus*, 5. Kwietnica Fiebera *Protaetia fieberi*. Rycina bez zachowania skali (źródło: Polska... 2004).

Środowiska torfowe i bagienne

Są one szczególnie wrażliwe na zmiany wywołane zaburzeniem stosunków hydrologicznych. Jest to miejsce życia wielu wyspecjalizowanych gatunków fauny bezkręgowców, które ze względu na specyficzne wymagania (wody o niskim pH i bogate w związki humusowe) nie mają szans na migrację do innego typu biotopów wodnych. Na skutek niewłaściwej gospodarki melioracyjnej prowadzącej do osuszenia torfowisk, bagien, podmokłych łąk czy olsów, w wielu regionach Polski doszło do zniszczenia stanowisk reliktovej fauny torfowiskowej. Zasięg wielu gatunków ograniczony został na skutek tych działań do niewielkich, często izolowanych, obszarów nizinnych. Największą ilość stanowisk spotkać możemy w północno-wschodniej Polsce, gdzie obszarów torfowiskowych i bagiennych zachowało się najwięcej. Do takich zagrożonych gatunków, związanych z torfowiskami, należą między innymi przedstawiciele motyli (ryc. 22) - szlaczkoń torfowiec (*Colias palaeno*), dostojka eunomia (*Boloria eunomia*), strzępotek edypus (*Coenonympha oedippus*), czerwonończyk fioletek (*Lycaena helle*), modraszek alkon (*Maculinea alkon*), mszarnik jutta (*Oeneis jutta*) i błyszczka mikrogamma (*Syngrapha microgamma*). Zagrożona jest również znaczna część chrząszczy z rodziny biegaczowatych, między innymi ginący w Europie *Carabus clatratus* (ryc.22). Gatunek ten występował kiedyś na licznych

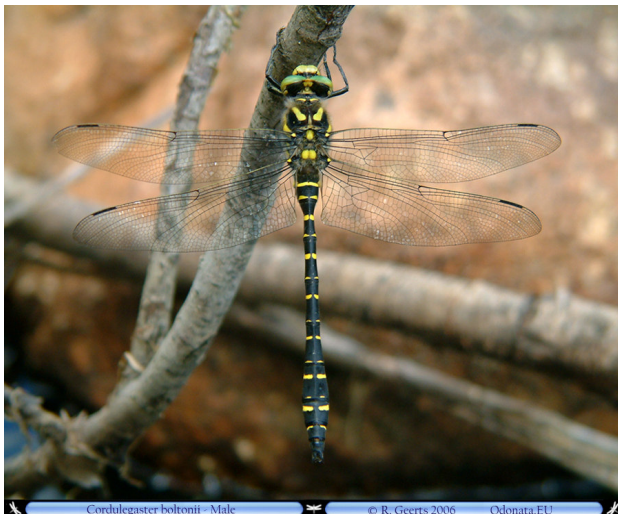
stanowiskach w całym kraju, jednak obecnie wykryto zaledwie kilkanaście miejsc jego bytowania.



Ryc.22 Wybrane gatunki owadów związanych z torfowiskami. 1. Szlaczkoń torfowiec (*Colias palaeno*), 2. Dostojka eunomia (*Boloria eunomia*), 3. Strzępotek edypus (*Coenonympha oedippus*), 4. Czerwończyk fioletek (*Lycaena helle*), 5. Modraszek alkon (*Maculinea alkon*), 6. Mszarnik jutta (*Oeneis jutta*), 7. Błyszczka mikrogamma (*Syngrapha microgamma*), 8. chrząszcz z rodziny biegaczowatych - *Carabus clatratus*. Rycina bez zachowania skali (źródło: Polska... 2004).

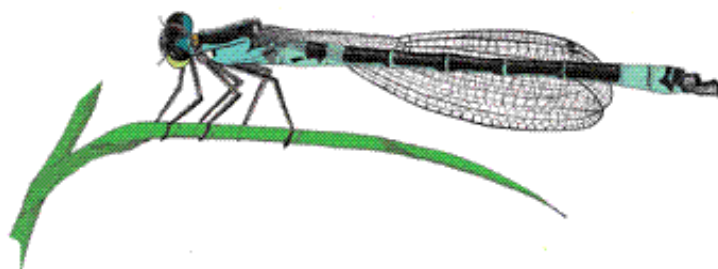
Środowiska wodne o wysokiej jakości.

W związku z silnym zanieczyszczeniem i skażeniem wód w kraju na skutek rozwoju rolnictwa i przemysłu, drastycznie zmniejszyła się populacja bardziej wrażliwych gatunków oraz biocenoz. Silna eutrofizacja oraz zakwaszenie wód spowodowało, iż wyginęło (lub znalazło się na skraju wyginięcia) wiele stenotopowych gatunków związanych z czystymi, dobrze natlenionymi wodami. Obecnie zagrożonych jest wiele gatunków bezkręgowców, między innymi jętki (np. *Palingenia longicauda*, *Ametropus fragilis*), ważki (np. szklarnik leśny *Cordulegaster boltonii*, fot. 24) czy też chruściki (np. bagiennik nieparek *Limnephilus dispar*).



Fot. 24 Jeden z zagrożonych gatunków owadów związanych z czystymi i dobrze natlenionymi wodami - szklarnik leśny *Cordulegaster boltonii* (źródło fotografii: <http://odonata.eu/best-pictures-page.htm>).

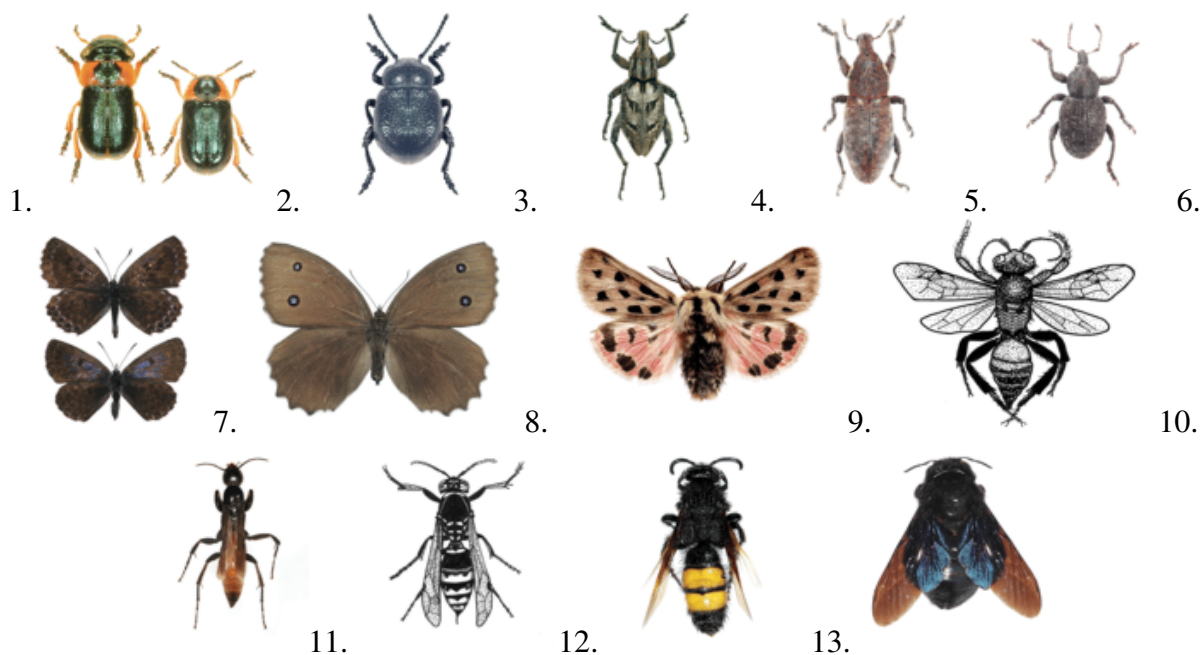
Drugim (poza zanieczyszczeniem wód) zagrożeniem dla fauny wodnych bezkręgowców jest zanikanie niewielkich zbiorników wodnych (małych jezior, stawów, starorzeczy, okresowych rozlewisk) na skutek bezpośredniej lub pośredniej działalności człowieka. Najczęściej wynika to z obniżenia się poziomu wód gruntowych na skutek działań człowieka lub też bezpośredniego niszczenia – regulacji rzek i mniejszych cieków czy też po prostu zasypywania zbiorników w celu uzyskania dodatkowych terenów nadających się do użytkowania. Przykładem gatunku zagrożonego taką działalnością jest ważka - łątka zielona *Coenagrion armatum* (ryc. 23).



Ryc. 23 łątka zielona *Coenagrion armatum* (źródło: Polska... 2004).

Środowiska kserotermiczne

Suche i nasłonecznione tereny otwarte są w naszej strefie klimatycznej zbiorowiskami nietrwałymi i obserwuje się ich spontaniczne zarastanie. Występują w różnych rejonach Polski, są rozproszone i dość zróżnicowane fitosocjologicznie. Związana z nimi fauna bezkręgowców ma charakter wybitnie stenotopowy i reprezentuje często element pontyjski lub śródziemnomorski. Podobnie jak innych przypadkach, ochrona poszczególnych gatunków możliwa jest zatem wyłącznie poprzez zachowanie ich optymalnych środowisk życia. Zbiorowiska te są zagrożone szczególnie ze względu na swoją niepozorność – często traktowane są po prostu jako nieużytki przeznaczone do zalesienia. Zanikanie tych siedlisk powoduje, iż zagrożonych jest wiele gatunków terenów otwartych i półotwartych (ryc. 24), między innymi chrząszcze – zaciętka *Cheilotoma musciformis*, godnica pontyjska *Timarcha rugulosa*, opiołek znamienity *Coniocleonus cicatricosus*, cudzich brunatny *Pseudocleonus grammicus*, ziołomirek stepowy *Donus nidensis*, motyle – modraszek orion *Scolitantides orion*, skalnik driada *Minois dryas*, niedźwiedziówka plamica *Chelis maculosa*; prostoskrzydłe – nadobnik włoski *Calliptamus italicus*, pstrokaczek ukraiński *Poecilimon ukrainicus* czy też błonkówki – wytrzeszczka *Astata rufipes*, żwin polluks *Aporus pollux*, klecanka rdzaworożna *Polistes gallicus*, smukwa kosmata *Scolia hirta*, zadrzechnia fioletowa *Xylocopa violacea*.



Ryc. 24 Wybrane zagrożone gatunki bezkręgowców związane z siedliskami kserotermicznymi. 1.. Zaciętka *Cheilotoma musciformis*; 2. Godnica pontyjska *Timarcha rugulosa*; 3. Opiólek znamienity *Coniocleonus cicatricosus*; 4. Cudzich brunatny *Pseudocleonus grammicus*; 5. Ziółomirek stepowy *Donus nidensis*; 6. Modraszek orion *Scolitantides orion*; 7. Skalnik driada *Minois dryas*; 8. Niedźwiedziówka plamica *Chelis maculosa*; 9. Wytrzeszczka *Astata rufipes*; 10. Żwin polluks *Aporus pollux*; 11. Klecanka rdzaworożna *Polistes gallicus*; 12. Smukwa kosmata *Scolia hirta*; 13. Zadrzechnia fioletowa *Xylocopa violacea*. Rycina bez zachowania skali (źródło: Polska... 2004).

Uzupełnieniem ochrony siedlisk powinna być zaproponowana przez Czachorowskiego i in. (2000) ochrona gatunków parasolowych (osłonowych, sztandarowych). Są to gatunki dość dobrze poznane, duże, łatwe do oznaczenia oraz charakterystyczne dla danego siedliska. Dzięki ochronie ich stanowisk, chronionych jest także wiele innych, mniej spektakularnych i mało znanych gatunków. Autorzy wskazują na przydatność „owadzi” gatunków osłonowych, zwłaszcza w lokalnej skali ochrony przyrody, jako narzędzie do typowania lokalizacji użytków ekologicznych i innych niewielkich form ochrony przyrody. Wydaje się, iż taki sposób typowania obszarów cennych dla owadów, mógłby być wykorzystany również w przypadku ocen oddziaływania na środowisko inwestycji drogowych. Gatunki zaproponowane przez autorów we wstępnej propozycji (tab. 3) są łatwe do rozpoznania nawet przez niespecjalistów. Mogą być one oznaczane przyżyciowo, w terenie i często nawet bez odławiania. Wydaje się, iż rozwinięcie badań w kierunku stworzenia ostatecznej listy gatunków parasolowych dla bezkręgowców byłoby bardzo istotne nie tylko z punktu widzenia lokalnej ochrony przyrody, ale również dla potrzeb procedury OOS. Co istotne, umożliwiłoby to ochronę wielu rzadkich gatunków nie objętych do tej pory ochroną gatunkową.

Tab. 3 Gatunki zaproponowane jako gatunki parasolowe (osłonowe) dla bezkręgowców w różnych rodzajach siedlisk (źródło: Czachorowski i in. 2000).

Typowe siedlisko	Gatunki
środowiska wodne	
Źródła	<i>Trichoptera: Crunoecia irrorata</i> Curt., <i>Apatania muliebris</i> McL., <i>Ernodes articularis</i> (Pict.)
Wody płynące	<i>Odonata: Calopteryx virgo</i> (L.), <i>Gomphus flavipes</i> (Charp.)*, <i>Onychogomphus forcipatus</i> (L.), <i>Ophiogomphus cecilia</i> (Fourcr.)*, <i>Cordulegaster boltonii</i> (Donov.), <i>C. bidentatus</i> Sél., <i>Orthetrum brunneum</i> (Fonsc.), <i>O. coerulescens</i> (Fabr.), <i>Sympetrum pedemontanum</i> (All.) <i>Heteroptera: Aphelocheirus aestivalis</i> (Fabr.) <i>Trichoptera: Allogamus starmachi</i> (Szczęsny), <i>Ithytrichia lammellaris</i> (Eat.), <i>Oligoplectrum maculatum</i> (Fourcr.), <i>Hydropsyche ornatula</i> McL., <i>H. saxonica</i> McL. <i>Coleoptera: Platambus maculatus</i> (L.)
Jeźiora	<i>Odonata: Cercion lindeni</i> (Sél.) <i>Trichoptera: Erotesis baltica</i> McL., <i>Coleoptera: Dytiscus latissimus</i> L., <i>Ilybius fenestratus</i> (Fab.)
Drobne zbiorniki	<i>Odonata: Coenagrion armatum</i> (Charp.) <i>Trichoptera: Holocentropus stagnalis</i> Alb., <i>Grammotaulius nitidus</i> (Müll.) <i>Coleoptera: Ilybius fuliginosus</i> (Fab.)
Zbiorniki antropogeniczne (żwirownie, glinianki, piaskownie)	<i>Coleoptera: Scarodytes halensis</i> (Fabr.), <i>Potamonectes canaliculatus</i> (Lac.)
Wody torfowiskowe, mokradła	<i>Odonata: Nehalennia speciosa</i> (Charp.), <i>Aeshna coerulea</i> (Ström), <i>A. juncea</i> (L.), <i>A. subarctica</i> Walk., <i>Somatochlora arctica</i> (Zett.), <i>S. apestris</i> (Sél.), <i>Libellula fulva</i> (Müll.), <i>Leucorrhinia albifrons</i> (Burm.)*, <i>L. caudalis</i> (Charp.)*, <i>L. dubia</i> (Vand.Lind.), <i>L. pectoralis</i> (Charp.) <i>Heteroptera: Notonecta lutea</i> Müll. <i>Coleoptera: Graphoderus bilineatus</i> (Deg.), <i>Dytiscus lapponicus</i> Gyll. <i>Trichoptera: Hagenella clathratha</i> (Kol.),
środowiska lądowe	
Torfowiska wysokie, bory bagienne	<i>Lepidoptera (Rhopalocera): Vacciniina optilete</i> (Knoch), <i>Boloria aquinaria</i> Stich.
Łąki	<i>Lepidoptera (Rhopalocera): Lycaena dispar</i> (Haw.), <i>Maculinea alcon</i> (Den. & Schiff.), <i>M. teleius</i> (Bgstr.)*, <i>M. nausithous</i> (Bgstr.)*, <i>Melitaea diamina</i> (Lang), <i>Euphydryas aurinia</i> (Rott.), <i>Heteropterus morpheus</i> (Pall.)
Suche murawy	<i>Lepidoptera (Rhopalocera): Polyommatus coridon</i> (Poda), <i>Scolitanides orion</i> (Pall.), <i>Polyommatus bellargus</i> (Rott.), <i>P. dorylas</i> (Den. & Schiff.), <i>P. ripartii</i> (Frr.), <i>P. daphnis</i> (Den. & Schiff.), <i>Melitaea didyma</i> (Esp.)
Wydmy, wrzosowiska, suche bory sosnowe (miejsca piaszczyste)	<i>Lepidoptera (Rhopalocera): Hipparchia semele</i> (L.), <i>H. statilinus</i> (Hufn.), <i>H. hermione</i> (L.)
Lasy	<i>Lepidoptera (Rhopalocera): Apatura iris</i> (L.)*, <i>A. ilia</i> (Den. & Schiff.)*, <i>Limenitis populi</i> (L.), <i>L. camilla</i> (L.)

4. Ocena wpływu inwestycji na faunę oraz opracowanie i przedstawienie danych

Ocena wpływu inwestycji na faunę

Analizując wpływ inwestycji na faunę należy uwzględnić różne typy oddziaływań: bezpośrednie, pośrednie, wtórne, skumulowane, krótko-, średnio- i długoterminowe, stałe i chwilowe, wynikające z istnienia przedsięwzięcia, wykorzystywania zasobów środowiska oraz z emisji. Zakres ten uregulowany jest w ustawie Prawo ochrony środowiska (art. 52). Aby określić w jaki sposób dana inwestycja oddziałuje na populacje zwierząt, należy przeanalizować kilka zagadnień. Najważniejszymi z nich jest określenie charakteru i siły oddziaływań a także gatunków, które znajdują się lub mogą się znajdować pod ich wpływem. Należy także określić istotność różnego typu oddziaływań. Przykłady wskaźników istotności przedstawiono w tabeli 4. Bardzo ważną rzeczą jest ocena, w jakim stopniu realizacja inwestycji zagraża określonemu gatunkowi w skali kraju lub regionu. Aby było to możliwe, trzeba oszacować, jaki procent populacji narażony jest na niekorzystne oddziaływanie na skutek budowy drogi w określonym miejscu, i jak wpłynie to na stabilność całej populacji. Przy analizach należy brać pod uwagę przede wszystkim gatunki rzadkie oraz chronione (prawem krajowym oraz dyrektywami unijnymi).

Tab. 4 Przykłady wskaźników istotności oddziaływania (źródło: Ocena... 2001).

Typ wpływu	Wskaźnik istotności
Zmniejszenie powierzchni siedliska	Procentowy ubytek
Fragmentacja	Czas trwania lub trwałość, stopień w stosunku do pierwotnych rozmiarów
Zakłócenia	Czas trwania lub trwałość, odległość od obszaru
Zagęszczenie populacji	Czas potrzebny do odbudowy
Zasoby wodne	Zmiana względna
Jakość wody	Zmiana względna dotycząca kluczowych, wskaźnikowych związków chemicznych

Ważnym zagadnieniem jest określenie prawdopodobnego zasięgu oddziaływań. W przypadku oddziaływań bezpośrednich jest to zazwyczaj pas rozciągający się po obu stronach drogi. Nie wszystkie oddziaływania mają jednak charakter pasowy. Jest to zależne od wielu czynników wpływających na sposób rozprzestrzeniania się oddziaływań. Przy ocenie należy uwzględnić m.in. ukształtowanie i pokrycie terenu, kierunki wiatrów

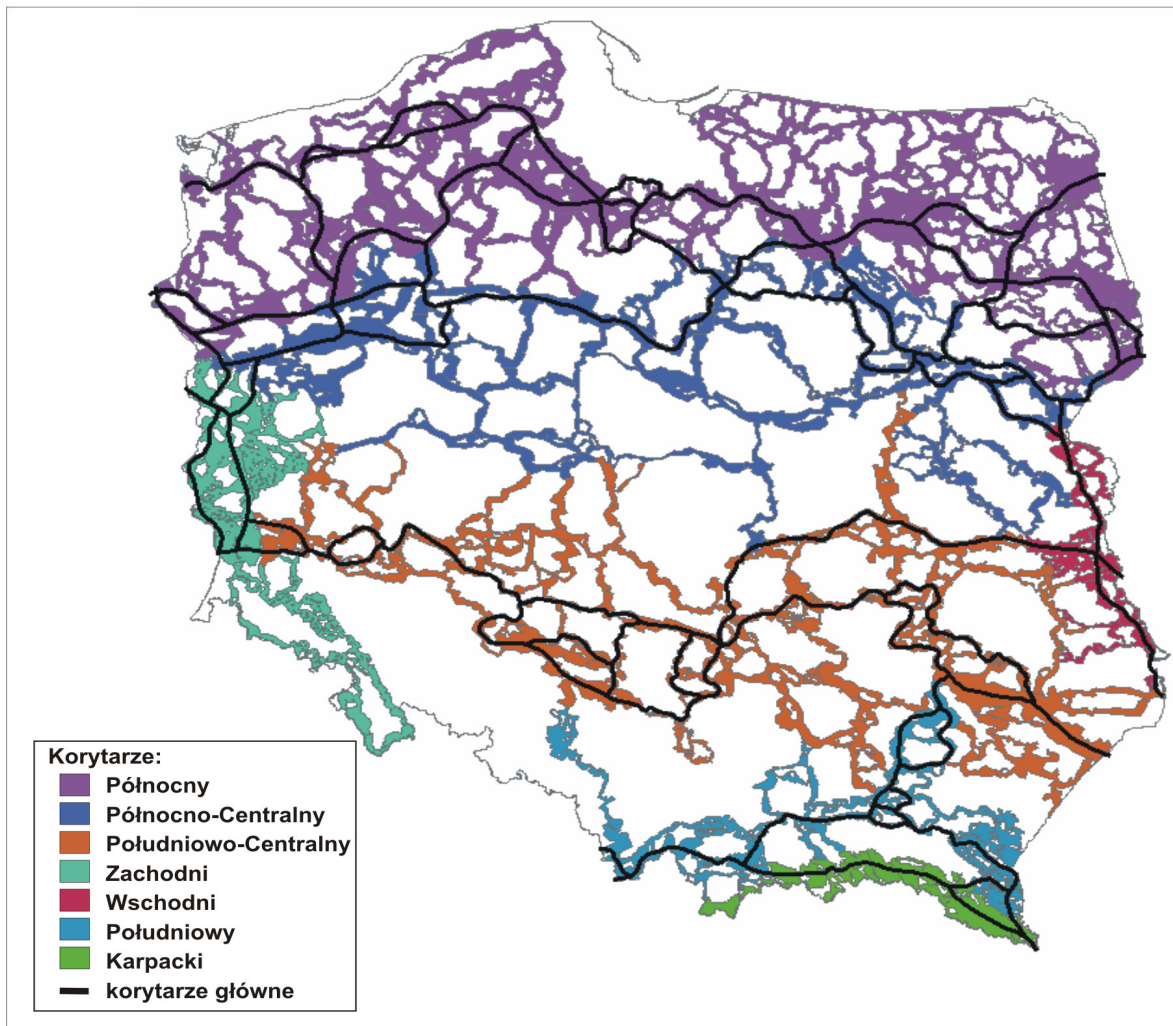
oraz kierunki spływu wód. Maksymalne zasięgi oddziaływania bezpośrednich dotyczą zagrożeń aerosanitarnych, hydrogeohemicznych oraz akustycznych (Bar i in. 2006). Ważne jest także przewidzenie poważnych awarii, jakie mogą mieć miejsce w czasie realizacji i eksploatacji drogi oraz maksymalne zabezpieczenie środowiska przyrodniczego przed ich skutkami.

Trudniejsze do przewidzenia, a zarazem stanowiące większe zagrożenie dla całych populacji (zwłaszcza ssaków) są skutki efektu bariery. Jest on szczególnie odczuwany przez gatunki o dużych wymaganiach przestrzennych, u których liczebność populacji jest niewielka ze względu na brak odpowiednio rozległych terenów. Do takich gatunków należą duże drapieżniki (wilk, ryś, niedźwiedź) oraz duże zwierzęta kopytne (łoś, żubr i jeleń). Gatunki te można uznać za gatunki parasolowe. Oznacza to, iż dbając o nie, chronimy także inne gatunki o mniejszych wymaganiach siedliskowych i przestrzennych

Dla ochrony dużych ssaków wyznaczony został system korytarzy ekologicznych, łączących ze sobą tereny chronione, w tym obszary Natura 2000 (ryc. 25). W założeniu, zachowanie ciągłości tych szlaków ma umożliwić zachowanie możliwości migracji i wymiany genetycznej pomiędzy populacjami w odległych krańcach kraju. Sieć korytarzy powinna również umożliwić ponowne zasiedlenie terenów, na których populacje określonych gatunków zanikły.

Konieczność zachowania łączności między populacjami jest szczególnie istotna w przypadku gatunków o niskiej liczebności, jakimi są wspomniane wyżej ssaki drapieżne oraz duże kopytne. Wiąże się to z koncepcją minimalnej wielkości trwałej populacji (ang. *minimum viable population size* – MVP) – jest to liczebność, która zapewnia pewien bezpieczny poziom prawdopodobieństwa przetrwania populacji w określonym czasie (Gilpin i Soulé 1986 za Krebs 2001). Ogólną zasadą jest, że im mniejsza populacja danego gatunku, tym większe ryzyko zaistnienia czynników, które mogą spowodować jej zanik. Minimalną liczebność można obliczać na dwa sposoby – na podstawie modelu demograficznego oraz modelu genetycznego. W pierwszym przypadku brane pod uwagę są dwa parametry – tempo wzrostu populacji i jego wariancja. W drugim natomiast liczona jest tzw. efektywna wielkość populacji, która zależy od liczby samców/samic biorących udział w rozrodzie, średniej liczby potomstwa produkowanego przez jednego samca/samicę w czasie trwania życia oraz wariancja tej wielkości. Szczegółowe omówienie sposobu obliczania wspomnianych wielkości można znaleźć u Krebsa (2001). Na podstawie uzyskanych wyników przyjmuje się, iż liczebność populacji nie może być mniejsza od wielkości efektywnej, wynoszącej średnio ok. 500 osobników. Wartość ta różni się u poszczególnych gatunków, ale ze względu na brak

niektórych danych nie zawsze daje się dokładnie obliczyć. W przypadku braku szczegółowych danych przyjmuje się zatem wartość średnią.



Ryc. 25 Przebieg proponowanych korytarzy ekologicznych w Polsce. Czarną linią oznaczono korytarze główne (źródło: Jędrzejewski i in. 2005).

Jeśli porównamy minimalną wielkość efektywną z szacowaną liczebnością wilka i rysia w Polsce (tab. 5), widzimy, iż aby przetrwać, cała populacja wilka żyjąca w Polsce powinna funkcjonować jako całość, liczebność rysia natomiast jest zbyt niska aby mogły one przetrwać w dłuższej perspektywie w izolacji. Oczywiście populacja polska nie jest izolowana, i funkcjonuje jako całość z populacjami z krajów z za południowej i wschodniej granicy. Powyższe liczby obrazują jednak dobrze konieczność utrzymania korytarzy ekologicznych między subpopulacjami w obrębie kraju, gdyż izolacja na dłuższą metę doprowadzi do ich zaniku.

Analizując wpływ danej inwestycji drogowej na faunę należy zatem zwrócić szczególną uwagę na przecięcie korytarzy ekologicznych i zastosować rozwiązania, które umożliwią ich funkcjonowanie. Przedstawiony wyżej projekt korytarzy nie posiada

odpowiedniej ochrony prawnej, chociaż ochrona spójności sieci obszarów Natura 2000 zapisana jest w Dyrektywie Siedliskowej. Przy realizacji inwestycji liniowych nie wolno zatem bagatelizować tego oddziaływania. Jego długofalowe skutki mogą być znacznie poważniejsze niż śmiertelność na drogach lub lokalne obniżenie jakości czy nawet zniszczenie siedliska.

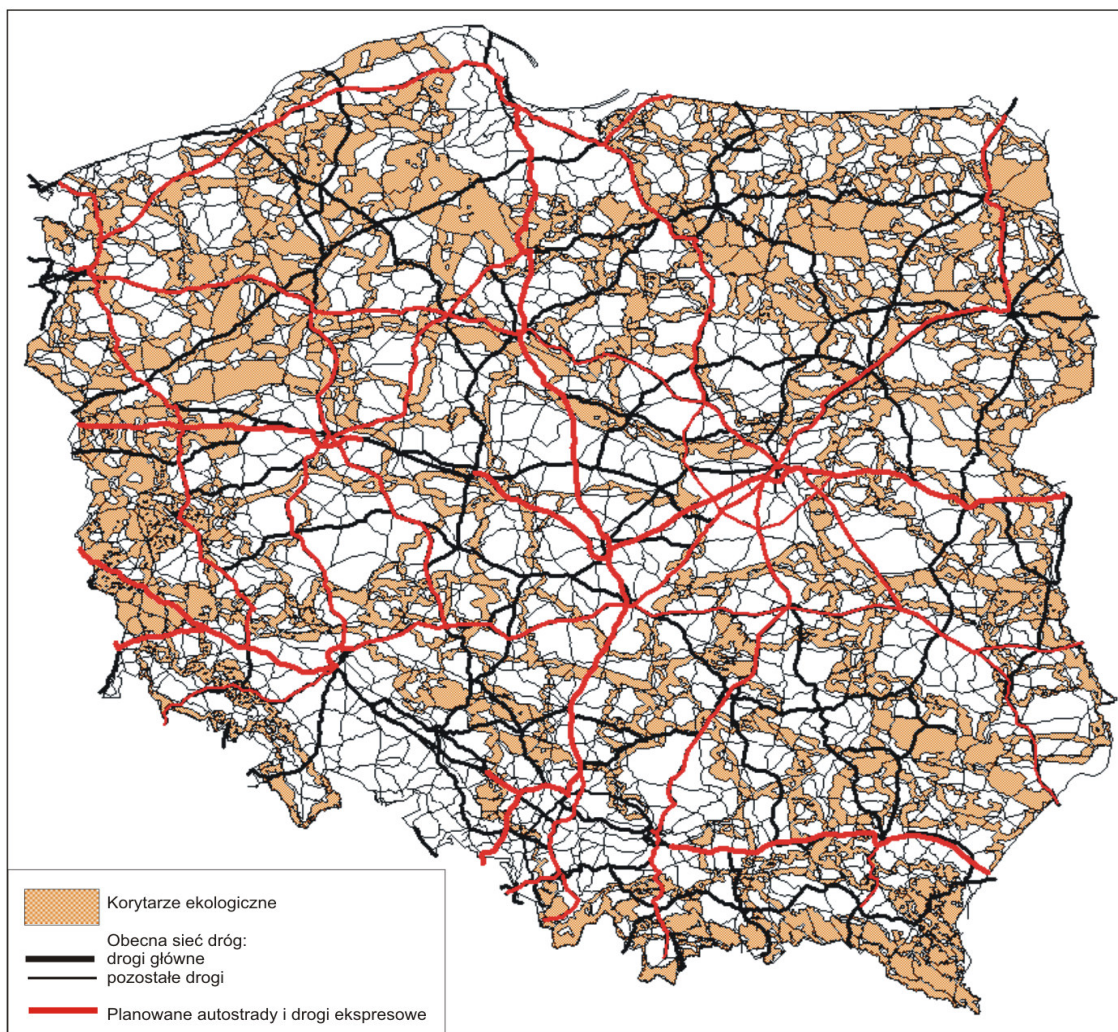
Tab. 5 Wielkości populacji wilka i rysia w Polsce, w latach 2000 - 2006 (źródło: Inwentaryzacja... 2006).

Sezon	Wielkość populacji wilka		Wielkość populacji rysia	
	Najbardziej prawdopodobna	Minimalna-maksymalna	Najbardziej prawdopodobna	Minimalna-maksymalna
2000/2001	610	565-653	200	196-207
2001/2002	550	492-602	145	136-157
2002/2003	510	400-615	175	140-209
2003/2004	640	552-724	200	178-217
2004/2005	540	451-627	?	120-164
2005/2006	>500	426-571	?	min 128

Konflikty przebiegu dróg i korytarzy dotyczą zarówno obecnie istniejącej sieci drogowej jak i dopiero planowanych autostrad i dróg ekspresowych (ryc. 26). Ogółem, w zasięgu planowanych dróg szybkiego ruchu znajduje się ok. 120 odcinków, w przypadku których występują konflikty z przebiegiem najważniejszych korytarzy migracyjnych. Nie wliczono tu oczywiście przecięcia dróg z lokalnymi korytarzami ekologicznymi. Najważniejsze konflikty występują w północnej części kraju oraz w Karpatach i związane są z następującymi drogami (Monitoring... 2007):

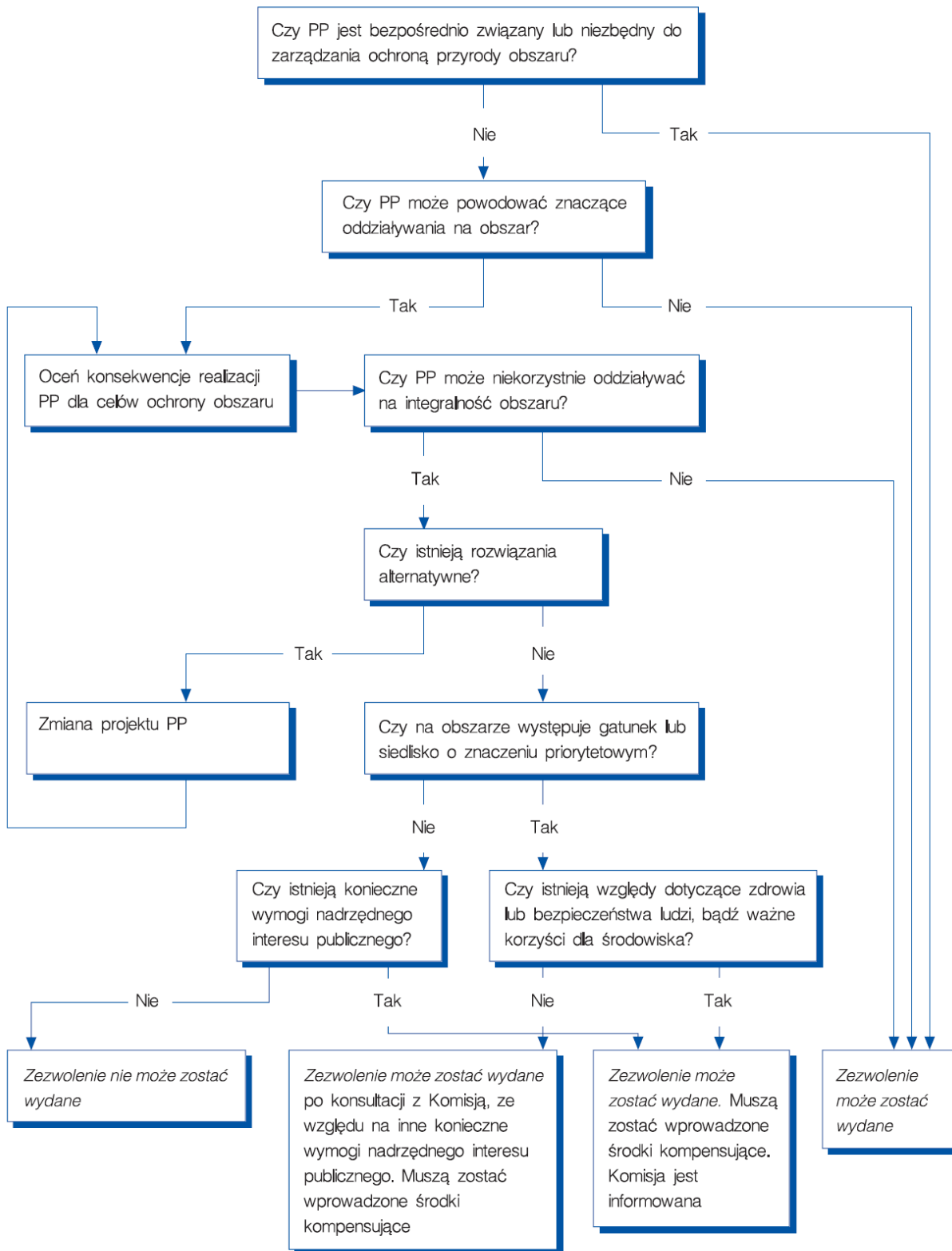
- autostrady: A1, A2, A4, A18;
- drogi ekspresowe: S-3, S-7, S-8, S-10, S-19, S-69.

Oceniając wpływ efektu barierowego dróg na faunę nie można zapomnieć o lokalnych korytarzach migracyjnych, które z oczywistych względów nie zostały wyznaczone i opisane w opracowaniu Jędrzejewskiego i in. (2005). Muszą one zostać zidentyfikowane podczas prac nad raportem, na podstawie dostępnych informacji i wizji terenowych.



Ryc. 26 Istniejąca i planowana sieć dróg na tle korytarzy ekologicznych (źródło: Jędrzejewski i in. 2005).

W przypadku obszarów Natura 2000 ocena oddziaływania inwestycji powinna być przeprowadzona dla wszystkich gatunków, dla ochrony których dany obszar został powołany (wymienionych w Standardowym Formularzu Danych obszaru - SDF). W przypadku obszarów Natura 2000 procedura oceny oddziaływania inwestycji jest dość szczegółowo określona – jest to tzw. ocena habitatowa. Metodyka oceny habitatowej jest opisana w wytycznych Komisji Europejskiej, przetłumaczona na język polski i wydana pt. „Ocena planów i przedsięwzięć znacząco oddziałujących na obszary Natura 2000” (2001). Na rycinie 27 przedstawiono uproszczony schemat procedury.



Ryc. 27 Diagram procedury oceny przedsięwzięcia lub planu oddziałującego na obszar Natura 2000 z Artykułu 6(3) i (4) Dyrektywy Habitatowej (źródło: Ocena... 2001).

Oceniając wpływ inwestycji na środowisko ważne jest też rozpoznanie istniejącej i spodziewanej presji antropogenicznej. Należy wziąć pod uwagę istniejącą infrastrukturę, kierunki rozwoju zabudowy i inne plany inwestycyjne. Może zdarzyć się tak, iż miejsce, które chcemy chronić przy budowie drogi i tak zostanie zniszczone na skutek rozwoju miasta lub wsi. Analiza taka może wykazać także kumulowanie się negatywnych oddziaływań. Jest to zatem bardzo istotny, wymagany przepisami, element oceny oddziaływania na środowisko inwestycji drogowej.

Określenie środowiskowych konsekwencji inwestycji wymaga scharakteryzowania związków przyczynowo-skutkowych, których konsekwencją jest wystąpienie skumulowanych oddziaływań. Konieczne jest także opisanie całościowego efektu dla każdego z proponowanych rozwiązań. W przypadku oddziaływania inwestycji drogowych na faunę, skumulowany negatywny efekt może wystąpić na przykład, gdy autostrada budowana jest wzdłuż drogi krajowej lub wojewódzkiej. Niewystarczająca jest w takim wypadku budowa przejścia dla zwierząt wyłącznie na autostradzie, gdyż będą one wychodzić prosto pod koła samochodów na równoległej, niezabezpieczonej drodze. W przypadku zanieczyszczenia wód należy wziąć także pod uwagę dopływ zanieczyszczeń z innych źródeł (aktualny oraz przewidywany) i oceniać sumaryczną zawartość zanieczyszczeń. Należy też wziąć pod uwagę na przykład oddziaływania związane z rozwojem regionu na skutek realizacji inwestycji. Według wytycznych amerykańskiej Rady ds. Jakości Środowiska *Council on Environmental Quality – CEQ* (Considering... 1997) dla oceny skumulowanego oddziaływania należy kolejno:

- wybrać gatunki, siedliska i ekosystemy, które mogą być objęte oddziaływaniem,
- zidentyfikować najważniejsze zależności przyczynowo-skutkowe między działalnością człowieka a wybranymi elementami stosując sieci i diagramy systemowe (metody opisane poniżej), pokazujące najważniejsze skumulowane oddziaływania,
- dostosować (określić) przestrzenny i czasowy zakres analiz do zidentyfikowanych oddziaływań,
- włączyć do analiz przeszłe, aktualne oraz przyszłe działania, które zostały dodatkowo zidentyfikowane jako możliwe oddziaływania kumulujące się,
- określić wielkość i znaczenie (wagę) skumulowanego efektu, opierając się na związkach i intensywności oddziaływań oraz tabelach zestawiających proponowane działania oraz rozwiązania alternatywne,
- zmodyfikować istniejące propozycje lub zaproponować inne działania w celu uniknięcia, zminimalizowania lub złagodzenia oddziaływań, które w największym stopniu

- przyczyniają się do powstania skumulowanego, negatywnego efektu,
- określić skumulowany efekt wybranego rozwiązania uwzględniając środki łagodzącymi i inne środki naprawcze,
 - wyraźnie przedstawić wątpliwości, dotyczące przewidywań osobom podejmującym decyzje i opinii publicznej oraz zredukować stopień niepewności na tyle na ile jest to możliwe (np. przez monitoring i inne działania).

W wytycznych Komisji Europejskiej (Ocena... 2001) zaproponowano kilka metod prognozowania oddziaływań. Umożliwiają one także analizę oddziaływań skumulowanych. Mimo, iż dotyczą one oceny habitatowej, większość z nich może być z powodzeniem stosowane poza obszarami Natura 2000. Szczegółowe omówienie niektórych z poniższych metod, wraz z przykładami, można znaleźć w poradniku *CEQ* (Considering... 1997), z którego korzystała również Komisja Europejska przy tworzeniu wytycznych dotyczących OOS dla obszarów Natura 2000.

Pierwszą metodą są bezpośrednie pomiary np. pomiary powierzchni siedliska utraconego lub objętego strefą oddziaływania. Pomiary te mogą być wykorzystane do oszacowania relatywnych rozmiarów strat w populacjach gatunku, siedliskach czy zbiorowiskach. Można je oszacować porównując obszar siedliska zniszczonego do całej powierzchni w obrębie regionu czy kraju. Analogiczna procedura w przypadku fauny polegałaby na sprawdzeniu, jaki procent populacji (w regionie, w kraju czy na świecie) narażony jest na negatywne oddziaływanie w związku z realizacją danej inwestycji. Kolejnym sposobem jest tworzenie schematów, sieci zależności oraz diagramów systemowych. Pomagają one ustalić łańcuchy oddziaływań, wynikających z wpływów bezpośrednich. Te pośrednie (wtórne) wpływy są określane jako wpływy drugiego, trzeciego stopnia itd. zgodnie ze sposobem, w jaki są powodowane. Schematy, sieci i diagramy są również dobrym sposobem na graficzne przedstawienie współzależności i szlaków oddziaływań. Są one czytelne i łatwiejsze w odbiorze od tekstu.

Ilościowe modele predykcyjne dostarczają prognoz, które uzyskuje się metodami algebraicznymi. Obliczenia opierają się o istniejące dane oraz założenia o sile i kierunku oddziaływań. Modele te stosuje się m.in. do przewidywania rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w powietrzu, erozji gleby, sedymentacji w ciekach wodnych czy ubytku tlenu w zanieczyszczonych rzekach. W przypadku fauny mogą być one przydatne dla określenia potencjalnej degradacji środowiska wodnego. Jest to ważne dla określenia możliwego wpływu inwestycji na ryby i płazy oraz inne organizmy związane ze środowiskiem wodnym.

Ze względu na stopień skomplikowania, wydają się, iż ich stosowanie należy ograniczyć do wyjątkowych przypadków.

Systemy informacji geograficznej (GIS) mogą być stosowane do tworzenia modeli powiązań przestrzennych. Wprowadzanie danych jest dość pracochłonne, ale później możliwe jest przeprowadzenie szeregu analiz i obliczeń oraz m.in. nakładanie warstw z warunkami brzegowymi, identyfikacja terenów wrażliwych oraz precyzyjna lokalizacja traconych siedlisk. GIS umożliwia szybkie wyświetlanie, łączenie i analizę przechowywanych zmiennych. Jako kolejna metoda prognozowania oddziaływań wymieniona jest analiza informacji uzyskanych w trakcie realizacji poprzednich podobnych projektów i wnioskowanie na zasadzie analogii. Dane takie mogą być szczególnie przydatne, jeśli najpierw ustalono wstępnie prognozy ilościowe, a następnie zweryfikowano je podczas realizacji przedsięwzięcia i po jego zakończeniu. Prostą metodą jest skorzystanie z opinii i stanowisk ekspertów. Są one często wykorzystywane i cenione, gdyż mogą być formułowane na podstawie poprzednich doświadczeń i specjalistycznej wiedzy.

Zastosować można również metodę charakterystyki zjawisk i korelacji. Czynniki fizyczne (np. reżim wodny, hałas czy stężenia określonych substancji) mogą mieć bezpośredni związek z rozmieszczeniem i liczebnością gatunków. Dotyczy to zarówno roślin jak i zwierząt. Jeżeli możliwe jest przewidzenie warunków fizycznych panujących w przyszłości, to możliwe jest również na tej podstawie oszacowanie przyszłej liczebności niektórych gatunków.

Analiza pojemności siedliskowej polega na identyfikacji potencjalnych czynników ograniczających oraz sformułowaniu równań matematycznych, charakteryzujących możliwości zasobów i systemu w odniesieniu do progów, wyznaczonych przez każdy czynnik ograniczający. Bardziej skomplikowana jest metoda analizy ekosystemowej, opierająca się na bardziej holistycznym (regionalnym) podejściu do problemu. Podstawowymi założeniami jest spojrzenie na ekosystemy z poziomu krajobrazu, stosowanie wskaźników odnoszących się do poziomu zbiorowiska i ekosystemu oraz uwzględnienie złożonych powiązań w obrębie ekosystemu, ważnych dla zachowania jego funkcji.

Większość wymienionych metod może być stosowana przy ocenie wpływu inwestycji drogowych na faunę również w sytuacji, gdy oddziaływania nie dotyczą obszarów Natura 2000. Jako uzupełnienie innych metod (lub ewentualnie jako samodzielna metoda) bardzo przydatne mogą być też tzw. listy pomocnicze. Można je znaleźć między innymi w poradniku Wiszniewskiej i in. (2002). Jest to zbiór pytań sprawdzających, czy rozważone zostały wszystkie istotne zagadnienia.

Ocena istotności oddziaływania bazuje na kilku czynnikach (Ocena...2001). Po pierwsze jest to charakter i postrzegana wartość środowiska (gatunków) objętego oddziaływaniem. Wiąże się to z stopniem publicznego zainteresowania i troski o dane zasoby środowiska (gatunki) oraz ze stosunkiem społeczności do realizowanego przedsięwzięcia. Wydaje się, iż przy ocenie wartości jakiegoś zasobu trudno pozbyć się subiektywizmu oraz antropocentrycznego punktu widzenia. Wskazana wydaje się jednak próba znalezienia obiektywnych kryteriów oceny, które wskażą wartość danego elementu dla środowiska. Kolejnym czynnikiem jest wielkość, zakres przestrzenny i czas trwania przewidywanych zmian oraz elastyczność środowiska w przystosowywaniu się do nich. Zastosowanie powtarzalnych kryteriów i standardów środowiskowych umożliwiających ocenę, znacząco wpływa na stopień wiarygodności prognoz. Czynnikiem, który również bierze się pod uwagę przy ocenie istotności oddziaływań, jest możliwość ich łagodzenia oraz trwałość i odwracalność zmian w środowisku.

Opracowanie i przedstawienie danych

Bardzo ważnym, choć często niedocenianym w raportach elementem jest ich strona wizualna i edytorska. Pisząc, a następnie składając raport należy pamiętać o czytelnikach. W interesie inwestora i osób wykonujących raport jest jego przejrzystość i obecność elementów ułatwiających odbiór i zrozumienie treści. Oczywiście raport musi zawierać wszystkie elementy wymagane prawem (wyszczególnione w ustawie Prawo ochrony środowiska), ale układ spisu treści nie musi dokładnie odzwierciedlać kolejności punktów we wspomnianym artykule. Dobrym pomysłem jest zrobienie osobnego spisu (tabeli), w którym znajdują się odniesienia do rozdziałów (stron), gdzie znajduje się określony element raportu wymagany przepisami. Rozwiązanie to w istotny sposób ułatwi urzędnikowi sprawdzenie czy raport spełnia wymogi formalne dotyczące treści.

Ważna decyzja, którą muszą podjąć osoby składające całość raportu jest wielkość odstępów między wersami. Standardowy odstęp to 1,5, jednak w przypadku, gdy raport jest bardzo obszerny, można rozważyć zastosowanie odstępów pojedynczego, licząc się jednak z konsekwencjami. Zaletą tego rozwiązania oszczędność miejsca, dzięki czemu możemy umieścić w tekście większą ilość fotografii czy wykresów bez obawy, że wydrukowany raport będzie zbyt obszerny. Rozwiązanie to ma jednak również wadę – tekst pisany z pojedynczym odstępem jest trudniejszy do czytania. Jeśli zdecydujemy się na takie rozwiązanie należy szczególnie zadbać o dużą przejrzystość – warto stosować wypunktowania i tabele, umieszczać w tekście wykresy, rysunki i fotografie. Należy unikać zbyt rozbudowanych

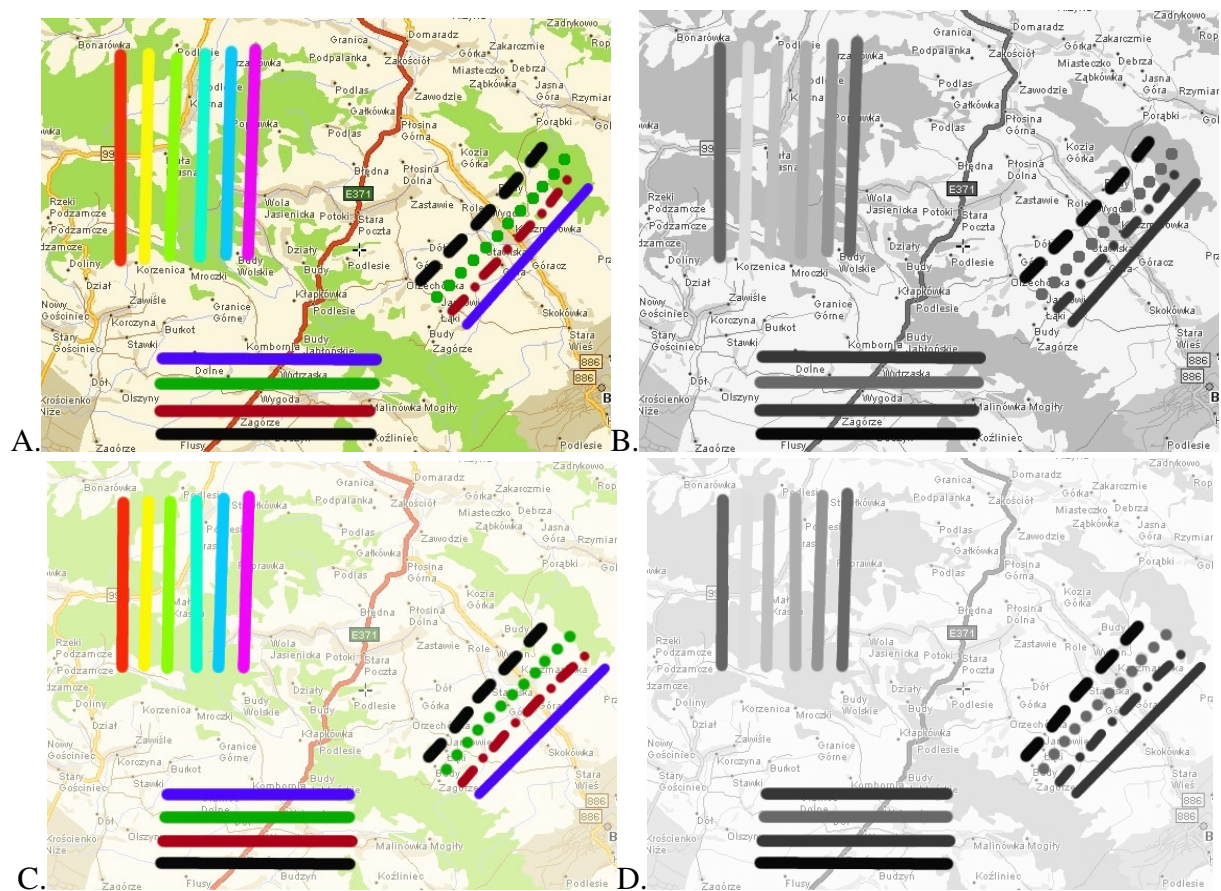
akapitów i jednolitego tekstu. W przypadku szczególnie dużych raportów można podzielić tekst na dwa tomy.

Raport oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko powinien prezentować stan faktyczny oraz kłaść nacisk na najważniejsze kwestie. Jest to opracowanie eksperckie opierające się na wynikach badań naukowych, jednak sam raport nie może przypominać pracy naukowej ani układem ani treścią. Należy zatem unikać nadmiaru dyskusji metodologicznej – wystarczy odesłanie do określonych źródeł, gdzie opisana jest stosowana metoda. Ważne jest, aby przytoczone zostały wszystkie możliwe źródła informacji, ale jednocześnie, z szacunku dla czytelnika, nie należy rozbudowywać treści o fakty zbędne lub mało istotne. Konieczne jest uwypuklenie najważniejszych negatywnych oddziaływań danej inwestycji, które nie powinny „zaginać” w nadmiarze tekstu. Zagadnienia mniej istotne powinny być zasygnalizowane z odniesieniem do literatury. Raport powinien być dokumentem obiektywnym, jednak nie wyklucza to przytaczania różnych punktów widzenia (np. inwestora i organizacji ekologicznych) i ich oceny. Środki łagodzące zaproponowane w raporcie powinny być uzgodnione z inwestorem. W przypadku braku zgody między wykonawcami raportu a wnioskodawcą na określone rozwiązania, rozbieżności te powinny być opisane (Bar i in. 2006).

Warto zauważyć, iż w przypadku inwestycji finansowanych z funduszy unijnych (np. Funduszu Spójności) beneficjenci są zobowiązani do przekazania do Instytucji Zarządzającej Funduszem dokumentacji z postępowania w sprawie OoŚ. Dokumenty te powinny być przekazane w postaci kserokopii potwierdzonych za zgodność z oryginałem (Wytyczne... 2005). Często również, w zwykłym obiegu dokumentów wykonuje się odbitki ksero. Wiedząc to, osoby odpowiedzialne za stronę graficzną raportu powinny zwrócić uwagę na czytelność map, wykresów czy zdjęć również w wersji czarno-białej. Jest to szczególnie istotne w przypadku map i schematów niosących ważne informacje. Ich czytelność wpływa na ocenę raportu a także znacznie ułatwia pracę urzędnikom. Nie wolno zatem stosować na mapach oznaczeń w kolorach, które nie będą widoczne lub rozróżnialne w wersji czarno-białej (w szczególności żółtego, zielonego i innych jasnych kolorów) a także oznaczać różnych zjawisk podobnymi rodzajami linii czy znaków. Warto również zadbać, aby mapa podkładowa, na której przedstawiane są różne zjawiska (np. ostoje zwierzyny czy przebieg korytarzy ekologicznych) była nieco rozjaśniona – na tyle, aby była jeszcze czytelna, ale jednocześnie nie przytłaczała przedstawianych zjawisk (ryc. 28). Ważne jest czytelne i konsekwentne stosowanie znaków umownych. Nie należy na przykład oznaczać innymi

znakami korytarzy ekologicznych leśnych i dolinnych, gdyż trudno będzie w takim wypadku odbiorcy analizować ich ciągłość.

Konieczne jest przedstawienie oddziaływań na mapie zarówno w skali małej jak i dużej. Umożliwi to pokazanie zasięgu różnego typu negatywnego wpływu na faunę – zarówno bezpośredniego - lokalnego jak i pośredniego – o większym zasięgu. Ważne jest przedstawienie lokalizacji przedsięwzięcia na tle sieci krajowych i regionalnych korytarzy ekologicznych na przykład na mapie w skali 1: 200 000.



Ryc. 28 Różnice w czytelności kolorów na mapach w wersji kolorowej i czarno-białej. Jasne linie na rycinach po lewej stronie (A i C) po przekształceniu kolorów do skali szarości (B i D) stają się słabo widoczne i zlewają się z tłem, natomiast ciemne kolory stają się praktycznie nierozróżnialne między sobą. Na dolnych rycinach (C i D) rozjaśniona została mapa podkładowa. Dzięki temu zabiegowi zyskano na czytelności obrazu. Linie skośne pokazują optymalne rozwiązanie dla oznaczeń liniowych – różnią się one zarówno kolorem jak i stylem. Dzięki temu możliwa jest ich bezbłędna identyfikacja zarówno w wersji kolorowej jak i w skali szarości (źródło: opracowanie własne).

5. Kompensacja przyrodnicza i monitoring

Ustawa Prawo ochrony środowiska (2001) w artykule art. 3 pkt 8, definiuje kompensację przyrodniczą jako: „zespół działań, obejmujących w szczególności roboty budowlane i ziemne, rekultywację gleby, zalesianie, zadrzewianie lub tworzenie skupień roślinności, prowadzących do przywrócenia równowagi przyrodniczej na danym terenie, wyrównania szkód dokonanych w środowisku przez realizację przedsięwzięcia i zachowanie walorów krajobrazowych.” Kompensacja przyrodnicza jest rozwiązaniem, które powinno być traktowane jako ostateczność i nie należy traktować jej jako jedno z wielu możliwych rozwiązań problemu. Należy za wszelką cenę dążyć do zachowania środowiska w nienaruszonym stanie oraz zastosowanie odpowiednich środków łagodzących, tak aby kompensacja nie była potrzebna. Trzeba pamiętać, iż nigdy nie zastąpi ona w pełni środowiska, które zostało zniszczone.

Cowell (2000) i Ehrenfeld (2000) zwracają uwagę, iż koncepcja środków kompensujących niesie ze sobą niebezpieczeństwo przekonania, że utratę siedlisk można zaakceptować. W świadomości ludzi pojawia się błędne przekonanie, iż istnieje możliwość ich odtworzenia bez żadnych strat dla środowiska, podczas gdy w rzeczywistości działania kompensujące rzadko skutkują identycznym odtworzeniem siedliska.

Działania kompensujące powinny być podjęte, gdy nie ma już możliwości łagodzenia (niwelowania) negatywnych oddziaływań. Oznacza to przede wszystkim wnikliwą analizę wariantów i rozwiązań alternatywnych na każdym z etapów planowania inwestycji drogowej. Konieczne wydaje się przełamanie pewnych konwencji w myśleniu i szukanie również rozwiązań na szczeblu wyższym niż planowanie danej inwestycji. W przypadku infrastruktury drogowej oznacza to przede wszystkim planowanie przebiegu ruchu tranzytowego na szczeblu krajowym lub wyższym, a nie wojewódzkim, a także rozważenie możliwości rozwoju i wykorzystania do celów tranzytowych kolei czy dróg wodnych. Niestety decyzje takie są związane z przepływem ogromnych pieniędzy do określonych grup inwestorów oraz sektorów gospodarki. Są to zatem nie tyle decyzje merytoryczne, co polityczne i wiążą się ze wsparciem (lub brakiem wsparcia) określonego lobby. Patrząc zatem realistycznie, wydaje się, iż jakaś nagła zmiana nie jest realna. Należy mieć jednak nadzieję, iż będzie widoczny, choć niewielki postęp w sposobie myślenia o przyszłości transportu w Polsce.

Jeżeli stwierdzone zostanie, iż ochrona elementów przyrodniczych w danym miejscu nie jest możliwa, należy podjąć działania w celu naprawienia lub rekompensaty za wyrządzone (lub przewidywane) szkody. Możemy rozróżnić zatem działania kompensacyjne planowane przed lub po zaistnieniu szkody. Prewencyjna kompensacja przyrodnicza jest wymagana w związku z przewidywanym zakresem negatywnych zmian w środowisku przyrodniczym. Jej zakres ustala się przed zaistnieniem jakichkolwiek niekorzystnych zmian w środowisku. Drugi rodzaj kompensacji to działania naprawcze w związku z zaistnieniem (nieprzewidywanych) szkód w środowisku. Związane są z zapisami Dyrektywy 2004/35/WE, wprowadzonej do polskiego prawa ustawą o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie (2007). W obu tych aktach nie jest wprost stosowany termin „kompensacja przyrodnicza”, ale można spodziewać się, że w tym rozumieniu pojawi się on w rozporządzeniu, określającym zakres działań naprawczych (Jerzmański 2007).

W przypadku tworzenia raportu OOS inwestycji drogowych istotna jest głównie kompensacja prewencyjna. Nie można jednak wykluczyć, iż w trakcie realizacji inwestycji pojawią się szkody w środowisku, których nie przewidziano podczas tworzenia raportu. Mogą się one ujawnić dopiero podczas oceny porealizacyjnej. W takiej sytuacji zastosować można przepisy ustawy o zapobieganiu szkodom i ich naprawie, czyli kompensację przyrodniczą po zaistnieniu szkody w środowisku.

Środki kompensujące mogą obejmować m.in. następujące działania (Ocena... 2001):

- **odbudowę**, czyli przywrócenie poprzedniego stanu siedliska w celu zapewnienia zachowanie jego wartości przyrodniczych,
- **tworzenie**, czyli utworzenie nowego siedliska na nowym obszarze lub powiększenie istniejącego,
- **wzmocnienie**, czyli poprawa stanu pozostałego siedliska proporcjonalnie do strat powstałych wskutek realizacji przedsięwzięcia,
- **zachowanie puli siedlisk**, czyli działania zapobiegające dalszemu pogarszaniu się spójności sieci Natura 2000.

Istotne jest, aby proponowane środki kompensujące spełniły kilka warunków. Przede wszystkim powinny być adekwatne względem danego obszaru oraz szkody spowodowanej przez przedsięwzięcie. W przypadku obszarów Natura 2000 powinny spowodować zachowanie lub wzmocnić ogólnej spójności sieci. Powinny zostać wdrożone do czasu wystąpienia szkody na obszarze (chyba, że można dowieść, iż nie jest to konieczne w danych okolicznościach), oraz co chyba najważniejsze - muszą być wykonalne (Ocena... 2001). Oznacza to, iż wszelkie zalecenia dotyczące kompensacji, zawarte w raporcie, muszą

uwzględniać możliwość wykonania tych działań na wskazanym terenie. Konieczne jest zatem na przykład określenie własności gruntów i ewentualne uzyskanie zgody właścicieli na proponowane działania lub zgody na wykup. Należy określić także, kto i kiedy ma się zająć wykonaniem kompensacji. Problem długoterminowej własności terenów jest wskazywana jako krytyczny czynnik w przypadku odtwarzanych siedlisk.

Jako kwestie kluczowe dla powodzenia działań kompensacyjnych oraz jednocześnie sprawiające najwięcej problemów uznano kilka spraw (Studium... 2005). Po pierwsze są to trudności z utworzeniem (w miejscu realizacji kompensacji) warunków, które replikują strukturę i funkcję utraconego siedliska w skali i czasie. W założeniu powinny one umożliwić powstanie funkcjonującego siedliska przed uszkodzeniem obiektu pierwotnego. Takie rozwiązanie ma na celu zagwarantowanie, iż tworzone siedlisko będzie w stanie płynnie przejąć funkcje obszaru przeznaczanego do zniszczenia. Jest to jednak mało realna założenie zarówno w kontekście przebiegu procedury uzyskiwania pozwolenia na budowę jak i czasu koniecznego do pełnego wykształcenia się siedliska tworzonego w ramach kompensacji.

Nie zawsze możliwe jest również pełne zrozumienie sposobu funkcjonowania danego obiektu (ekosystemu) oraz związków pomiędzy poszczególnymi funkcjami siedlisk, konieczne dla opracowania dla niego działań kompensujących. Co więcej, w momencie planowania nie ma możliwości udowodnienia, iż określone podejście do kompensacji będzie zwięźzione długoterminowym powodzeniem. Sukces zależy bowiem od długoterminowych zobowiązań finansowych w monitorowaniu i utrzymaniu określonego siedliska, czego nie można łatwo ustanowić na tym etapie procedury. Dodatkowo istnieje dużo innych uwarunkowań, niezależnych od danej inwestycji, które są na tyle nieprzewidywalne, iż mogą uniemożliwić przewidzenie długoterminowego powodzenia kompensacji. Do takich czynników należy na przykład przyszłe wykorzystanie i zagospodarowanie gruntów sąsiadujących z terenami, na których podejmuje się działania kompensujące. Problemem jest także brak regulacji prawnych dotyczących kompensacji przyrodniczej. Być może należałoby się wzorować na systemie niemieckim, w którym zasada kompensacji jest stosowana od 1876 roku (czyli zanim jeszcze została wprowadzona procedura OOS). Obecnie, w porównaniu do innych państw, w systemie niemieckim instrument kompensacji przyrodniczej ma silne oparcie w zapisach prawnych i jest wyrazem zasady „zanieczyszczający płaci” (Runderantz i Skärbäck 2003).

Większość wytycznych i opracowań europejskich dotyczących kompensacji przyrodniczej odnosi się do sieci obszarów Natura 2000. Nie należy zapominać, iż również w stosunku do innych obszarów oraz gatunków środek ten, może, i powinien być stosowany.

Przy wyborze środków kompensujących należy pamiętać, aby odnosiły się one, we właściwych proporcjach, do zniszczonych i narażonych siedlisk lub/i gatunków oraz lokalizowane były możliwie najbliżej miejsca podlegającego oddziaływaniom (lub niszczonego), ale poza strefą oddziaływań. Działania te powinny mieć one jasno zdefiniowane cele i zasady wdrażania oraz zarządzania. W przypadku, gdy mamy do dyspozycji szeroki zakres środków kompensujących, należy dokonać ich oceny i wybrać środki, które są najwłaściwsze dla danego obszaru i strat spowodowanych przez realizowany projekt oraz są dostępne i mogą być zastosowane efektywnie w określonym terenie (Behnke i in. 2004).

Obowiązek kompensacji przyrodniczej może być też narzędziem wpływającym w pewnym stopniu na decyzje inwestora, co do wyboru wariantu. Wysokie koszty, jakie musi ponieść w związku z wykonaniem kompensacji mogą zachęcić go do wyboru bardziej ekologicznego wariantu inwestycji (Kuiper 1997).

Bardzo ważnym elementem przy planowaniu i realizacji kompensacji przyrodniczej jest monitoring. Pozwala on weryfikować na bieżąco założenia i w miarę potrzeb modyfikować działania w celu osiągnięcia zamierzonego efektu. Monitoring jest też niezwykle ważny dla planowania przyszłych działań kompensacyjnych. Ocena skutków realizacji planowanych działań pozwala w przyszłości uniknąć wielu błędów i daje cenne wskazówki dla planowania kompensacji przyrodniczej przy kolejnych przedsięwzięciach. Wydaje się, iż długotrwały monitoring powinien być nieodłączną częścią kompensacji przyrodniczej, szczególnie, jeśli działania związane są kształtowaniem lub przekształcaniem ekosystemów.

Przy monitoringu kompensacji przyrodniczej polegającej na odtwarzaniu (czy przekształcaniu) siedlisk, niezwykle ważny jest wybór gatunku (gatunków), których obecność będzie uznana za świadcząca o prawidłowym kierunku rozwoju tworzonego siedliska. Podejmując takie decyzje często bierze się pod uwagę gatunki chronione lub flagowe, ale taki wybór nie zawsze jest właściwy – często nie wynika z decyzji merytorycznej, a z „politycznej”, zgodnej z oczekiwaniami społeczeństwa. Konieczne wydają się w takiej sytuacji badania nad gatunkami parasolowymi dla poszczególnych typów ekosystemów oraz grup zwierząt. Ich monitoring pozwoliłby na określenie skuteczności działań kompensacyjnych polegających na odtwarzaniu siedlisk (Block i in. 2001).

Kompensacja jest jednak tylko jednym z elementów, które powinny zostać objęte monitoringiem przyrodniczym. Istnieją również dwa inne, główne zagadnienia, które należy rozważyć planując monitoring związany z fauną.

Po pierwsze monitoring może służyć sprawdzeniu, czy na obszarach, dla których nie istnieje wystarczająca dokumentacja przyrodnicza istnieją konflikty przyrodnicze, które nie zostały przewidziane w raporcie ze względu na brak danych. Dotyczy to w szczególności przecięcia szlaków migracji i związanej z tym zwiększonej ilości kolizji zwierząt z pojazdami na pewnych odcinkach. Monitoring śmiertelności zwierząt na drodze nie jest zazwyczaj związany z dużymi nakładami, gdyż ewidencja wypadków, w których brały udział większe zwierzęta jest prowadzona przez komendę policji. Zdarzenia takie są zazwyczaj zgłaszane przez kierowców w związku z koniecznością spisania protokołu dla potrzeb ubezpieczyciela (jeśli nastąpiły jakieś uszkodzenia pojazdu). Nawet, jeśli w ten sposób nie otrzymamy informacji o wszystkich kolizjach z udziałem zwierząt, to, jeśli na jakimś odcinku występuje zauważalnie więcej takich zdarzeń to należy przypuszczać, iż przebiega tamtędy szlak migracji. W takim wypadku należy w dalszym postępowaniu rozważyć działania mające na celu ograniczenie w takim miejscu negatywnego oddziaływania drogi na faunę.

Drugim zagadnieniem jest monitoring funkcjonowania przejść dla zwierząt, który nie był dotychczas prowadzony w Polsce na dużą skalę. Zrealizowane zostały pojedyncze projekty, których wyniki najczęściej nie ujrzały światła dziennego. Co więcej – badania te w większości nie wynikały z decyzji administracyjnych a w niektórych przypadkach nawet nie były prowadzone na zlecenie inwestora. Rozwiązania dotyczące monitoringu przejść dla zwierząt w krajach Unii Europejskiej oraz wybranych krajach z poza Unii zostały zebrane i opisane zostały w opracowaniu pt. „Analiza możliwości wdrożenia systemu monitoringu przejść dla zwierząt w Polsce” (Pierużek-Nowak i in. 2007). Mimo, iż monitoring przejść jest powszechnie uznany za główne narzędzie oceny ich skuteczności, to stosunkowo niewiele z analizowanych państw wdrożyło go na większą skalę (tab. 6).

W części państw, podobnie jak w Polsce, nie istnieje w ogóle krajowy (koordynowany przez Ministerstwo lub inną jednostkę centralną) system monitoringu przejść. W naszym kraju, konieczność wdrożenia takiego monitoringu wydaje się jednak szczególnie ważna ze względu na planowane przyspieszenie tempa rozwoju infrastruktury drogowej (szczególnie autostrad i dróg ekspresowych, stanowiących najsilniejsze bariery dla zwierząt). Wraz z budową nowych dróg konieczna będzie także budowa licznych przejść a analiza dotychczasowych doświadczeń może w istotnym stopniu wpłynąć na ich prawidłowe parametry, lokalizacje i zagospodarowanie.

Tab. 6 Porównanie organizacji monitoringu przejść dla zwierząt w wybranych państwach (źródło: opracowanie własne, na podstawie Pierużek-Nowak i in. 2007).

Kraj	Jednostka odpowiedzialna za prowadzenie badań	Regulacje prawne i inne wytyczne	Obiekty objęte monitoringiem
Austria	nadzór - Federalne Ministerstwo Transportu, Innowacji i Technologii, wykonanie - spółka akcyjna.	ustawa, instrukcje ministerstwa,	wszystkie nowobudowane obiekty na głównych drogach
Czechy	Agencja Ochrony Przyrody i Krajobrazu Republiki Czeskiej lub firma prywatna wybrana w drodze konkursu	podręczniki metodyczne opracowane przez Agencję Ochrony Przyrody i Krajobrazu	arbitralny wybór Agencji Ochrony Przyrody i Krajobrazu
Francja	nadzór - Departament w Ministerstwie Ekologii, Zrównoważonego Rozwoju i Planowania Przestrzennego, wykonanie – różne jednostki (na zlecenie zarządcy dróg)	poradniki techniczny wydane przez ministerstwo. Obecnie trwają prace nad utworzeniem krajowej metodyki	obiekty mające zalecenia monitoringu w ramach OOŚ oraz inne, wyznaczone przez zarządcy dróg.
Holandia	inicjatywa - Instytut Inżynierii Dróg i Obiektów Hydrotechnicznych należący do Ministerstwo Transportu, wykonanie – różne zespoły badawcze	nie istnieje krajowy system monitoringu efektywności przejść	obiekty dobierane przez zespoły wykonujące badania w sposób umożliwiający porównanie różnych typów przejść
Niemcy	brak ogólnokrajowej koordynacji. monitoring w ramach projektów badawczych jednostek naukowych i organizacji	wytyczne Federalnego Ministerstwa Transportu	obiekty dobierane przez zespoły wykonujące badania w sposób umożliwiający porównanie różnych typów przejść
Wielka Brytania	Agencja ds. Autostrad – dla autostrad i dróg głównych, lokalne zarządy – dla pozostałych dróg	Ustawa w sprawie Autostrad, podręcznik Agencji ds. Autostrad	Zalecany monitoring wszystkich obiektów, decyzja w procesie OOŚ
Hiszpania	brak ogólnokrajowej koordynacji. monitoring w ramach projektów badawczych jednostek naukowych i uniwersytetów	nie istnieje krajowy system monitoringu efektywności przejść	obiekty dobierane przez zespoły wykonujące badania w sposób umożliwiający porównanie różnych typów przejść
Szwajcaria	nadzór - Federalny Urząd ds. Środowiska, Lasów i Krajobrazu, wykonanie – zespoły specjalistów	wykonywany w oparciu o Ustawę o wykorzystaniu funduszy z poboru akcyzy, wytyczne Ministerstwa Środowiska, Transportu, Energii i Komunikacji, poradnik metodyczny	wszystkie przejścia
Chorwacja	brak ogólnokrajowej koordynacji. monitoring w ramach projektów badawczych jednostek naukowych i uniwersytetów, współpraca z Zarządem Autostrad	nie istnieje krajowy system monitoringu efektywności przejść	obiekty dobierane przez zespoły wykonujące badania według różnych kryteriów
Kanada	pracownicy naukowcy parku narodowego	nie istnieje krajowy system monitoringu efektywności przejść	wszystkie przejścia na odcinku autostrady transkanadyjskiej biegnącym przez park narodowy

Pierużek-Nowak i in. (2007) określili trzy główne cele monitoringu przejść na poziomie krajowym. Za pierwszy uznali kontrolę właściwego rozmieszczenia oraz doboru

typów i parametrów przejść w odniesieniu do przebiegu dróg oraz przebiegu korytarzy ekologicznych i rozmieszczenia obszarów chronionych (w tym obszarów NATURA 2000). Drugim jest kontrola poprawności (równomierności) rozmieszczenia przejść na całej długości najważniejszych korytarzy ekologicznych a trzecim - kontrola poprawności rozmieszczenia oraz doboru typów i parametrów przejść, pod kątem przeciwdziałania fragmentacji populacji i zasięgów występowania gatunków o szczególnym znaczeniu (np. wilk, ryś, niedźwiedź, żubr). We wspomnianym opracowaniu znalazły się także cele odnoszące się do monitoringu na poziomie lokalnym. Jest to kontrola skuteczności i efektywności wybudowanych przejść w przeciwdziałaniu fragmentacji i izolacji przecinanych przez drogę lokalnych populacji zwierząt, przede wszystkim gatunków chronionych i gatunków z Załącznika II Dyrektywy Siedliskowej. Powinno być to wykonane poprzez stwierdzenie poziomu wykorzystywania przez nie przejść. Kontrola powinna obejmować również analizę skuteczności łączenia populacji w obrębie przeciętych przez drogę obszarów chronionych oraz populacji zasiedlających obszary chronione położone w większej odległości od drogi (pod kątem celów ochrony przecinanych lub zakłócanych obszarów chronionych, w tym obszarów sieci NATURA 2000).

Monitoring przejść może pełnić dwie funkcje – po pierwsze ściśle utylitarną (dostarczenie informacji o optymalnych parametrach, lokalizacji i zagospodarowaniu dla funkcjonowania), po drugie zaś naukową (określenie rzeczywistego wpływu inwestycji drogowej na populacje zwierząt oraz skuteczności przejść jako środka łagodzącego efekt barierowy). Dla każdej z tych dwóch funkcji konieczne jest wykonanie nieco innych badań, a dokładniej – funkcja naukowa wymaga zastosowania bardziej zaawansowanych technik badawczych i nie może ograniczać się do obszaru samego przejścia. W procedurze OOS zakres badań powinien odpowiadać utylitarniej funkcji monitoringu. Dla potrzeb inwestora powinien dać one odpowiedź na pytanie o skuteczność stosowanych rozwiązań. Aby uzyskać taką informację należy przede wszystkim sprawdzić czy i w jakim stopniu dane przejście jest użytkowane przez zwierzęta, dla których zostało zbudowane oraz porównać intensywność wykorzystywania różnych przejść przez określone gatunki zwierząt. Pozwoli to w przyszłości na wybór najbardziej ekonomicznych wariantów, tzn. wymagających najmniejszych nakładów finansowych przy zachowaniu maksymalnej skuteczności ekologicznej. Uzyskane z monitoringu dane pozwolą także określić zakres możliwych do wprowadzenia poprawek konstrukcji dla już istniejących obiektów, które spowodują intensywniejsze wykorzystywanie przejść przez zwierzęta. Takimi, możliwymi do wprowadzenia modyfikacjami mogą być

na przykład: stabilizacja suchych póltek, lepsze ich połączenie z gruntem, dobudowania murków naprowadzających lub odwodnienie przepustów (Pierużek-Nowak i in. 2007).

Wymienione wyżej informacje, z punktu widzenia wiedzy na temat wpływu inwestycji liniowej na populacje zwierząt, nie są wystarczające. Aby uzyskać pełny obraz należy zbadać czy wszystkie występujące w okolicy gatunki wykorzystują przejście a także, jaki procent populacji z niego korzysta. Zagadnienie to jednak nie jest objęte zakresem monitoringu inwestycji, może być natomiast przedmiotem badań naukowych. Ważna jest ocena skuteczności przejścia w odniesieniu do wymagań biologicznych gatunku, procesów dyspersji i migracji a także zachowania procesów metapopulacyjnych. Dla uzyskania tych danych konieczne jest zastosowanie bardziej skomplikowanych metod badawczych, takich jak telemetria, znakowanie zwierząt czy badania genetyczne. Oczywiście wydaje się zatem, iż opisane wyżej, bardziej szczegółowe badania przeprowadzić można tylko w wybranych lokalizacjach. Wspomniani wcześniej autorzy proponują, aby były one prowadzone w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska, przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (GIOŚ), i dotyczyły w szczególności obszarów chronionych (w tym obszarów Natura 2000) oraz siedlisk i korytarzy migracyjnych gatunków chronionych.

Wszystkie zalecenia dotyczące monitoringu związanego z określoną inwestycją powinny znaleźć się w raporcie OOS. Oczywiście nie każda inwestycja wymaga monitoringu w obrębie tych wszystkich zagadnień. W każdym przypadku należy indywidualnie rozważyć konieczny zakres monitoringu. Należy również pamiętać, iż finansowanie monitoringu należy w większości przypadków do inwestora i koszty te należy oszacować i uwzględnić w zestawieniu finansowym projektu.

6. Podsumowanie i wnioski

Fauna stanowi jeden z najbardziej dynamicznych elementów środowiska, co sprawia, iż ocena wpływu inwestycji na populacje zwierząt jest jednym z trudniejszych elementów oceny oddziaływania na środowisko. Związane jest to z trudnościami w badaniu efektów oddziaływań, wynikającymi między innymi z dużej mobilności zwierząt.

Wśród barier antropogenicznych różnego typu, sieć drogowa stanowi dla zwierząt największe zagrożenie. Drogi oddziałują zarówno w sposób bezpośredni (kolizje z pojazdami, płoszenie) jak i pośredni (utrata siedlisk, pogorszenie ich jakości, fragmentacja i izolacja siedlisk oraz populacji, zmiany arealów). Specyfiką oddziaływań przedsięwzięć liniowych (takich jak drogi) jest to, iż mimo stosunkowo niewielkiej powierzchni jaką zajmują, obszar w obrębie którego odczuwalne są negatywne efekty może być ogromny. Za najważniejsze z oddziaływań można uznać fragmentacje środowiska ze wszystkimi tego dalszymi konsekwencjami.

Dla ssaków, w skali całych populacji najgroźniejszy jest efekt barierowy, który najsilniejszy jest na drogach o dużym ruchu oraz autostradach, które są grodzone, aby uniemożliwić wtargnięcie zwierzyny na drogę. Efektem izolacji jest osłabienie kondycji poszczególnych subpopulacji, co może prowadzić do wzrostu śmiertelności i w konsekwencji spowodować całkowity ich zanik. Siła efektu barierowego zależy przede wszystkim od natężenia ruchu pojazdów. Gdy jest on niewielki (do ok. 1 tys. pojazdów na dobę) drogi nie odstraszą zwierząt zbyt silnie. Dość często podejmują one próby przejścia na drugą stronę jezdni, często zakończone sukcesem. Gdy natężenie ruchu utrzymuje się między 2,5 a 10 tys. pojazdów na dobę, obserwujemy natomiast najwyższą śmiertelność. Jest to spowodowane faktem, iż część zwierząt nadal próbuje przekraczać drogę, mimo że ruch jest dość duży. Śmiertelność, która początkowo rośnie, zaczyna maleć, gdy liczba pojazdów na dobę przekracza 6 tys. Natężenie powyżej 10 tys. pojazdów na dobę wywołuje u zwierząt na tyle silny strach, że niezmiernie rzadko podejmują one próby przejścia na drugą stronę jezdni, a droga staje się szczelną barierą (ryc. 1, str. 20).

W przypadku ptaków podstawowym efektem istnienia dróg jest obniżenie jakości siedlisk w pasie po obu stronach jezdni. Może to skutkować między innymi spadkiem ilości dogodnych miejsc gniazdowych oraz naruszać dotychczasową przestrzenną

strukturę socjalną gatunków. Szerokość tego pasa jest różna dla poszczególnych gatunków i także zależy od natężenia ruchu pojazdów. Jak pokazują badania efekt ten nie dotyczy wszystkich gatunków ptaków. Negatywne oddziaływanie dróg obserwowane jest głównie u tych gatunków, które nie ulegają synurbizacji czy synantropizacji, preferując tereny z dala od człowieka. Są to w znacznej części gatunki rzadkie i chronione.

W przypadku niektórych grup fauny istotniejsze może okazać się oddziaływanie bezpośrednie, jakim jest śmiertelność na drodze. Grupą, która jest szczególnie narażona na śmierć pod kołami są płazy, ze względu na masowość ich migracji oraz dość powolne przemieszczanie się. Oddziaływanie bezpośrednie jest też istotne w przypadku bezkręgowców. Grupa ta jest dość specyficzna, gdyż jedynym realnym sposobem jej ochrony jest ochrona siedlisk. Dlatego też szczególnie ważne są wszelkie przekształcenia oraz niszczenie naturalnych ekosystemów, będących w wielu przypadkach ostojami rzadkich i chronionych gatunków bezkręgowców. Dla wielu zwierząt zagrożeniem mogą być roboty w fazie budowy drogi. Jest to szczególnie prawdopodobne w przypadku, gdy prace związane są z głębokimi wykopami. Stanowią one często śmiertelną pułapkę dla małych zwierząt, które nie będą potrafiły wydostać się o własnych siłach (np. gryzoni, gadów, owadów). Jeśli wykopy takie wypełnią się wodą zaczynają być zasiedlane przez płazy, które następnie giną masowo w momencie ich zasypywania.

Aby właściwie ocenić oddziaływanie inwestycji drogowej na zwierzęta podczas pracy nad raportem należy przede wszystkim prawidłowo zaplanować i zorganizować poszczególne etapy pracy. Pierwszym i najważniejszym z nich jest zebranie wszystkich dostępnych danych, materiałów i map dotyczących danego obszaru i zamieszkującej go fauny a także znaczenia tego obszaru w skali Polski, dla poszczególnych gatunków chronionych. Na tej podstawie (oraz wstępnej wizji terenowej) należy zaplanować dalsze prace terenowe. Po zebraniu niezbędnych danych w terenie należy przeprowadzić ich analizę i na podstawie wszystkich posiadanych materiałów przeprowadzić analizę oddziaływania danej inwestycji na faunę. Niezwykle ważna jest współpraca i wymiana informacji w obrębie zespołu, między osobami zajmującymi się różnymi zagadnieniami na potrzeby stworzenia raportu OOS. Dla specjalisty zajmującego się fauną szczególnie cenne, a wręcz niezbędne wydają się informacje, które może uzyskać od hydrologa (na temat zmian poziomu wód gruntowych czy też zanieczyszczeń wód powierzchniowych lub podziemnych), osoby zajmującej się akustyką i prognozowanym natężeniem ruchu (prognozy natężenia hałasu na poszczególnych odcinkach drogi) czy od botanika, który dokładnie określi występujące w pobliżu inwestycji zbiorowiska

roślinne. Aby prawidłowo ocenić wpływ danej inwestycji na faunę (m.in. pośredni, bezpośredni i skumulowany), niezbędne jest posiadanie możliwie dużo informacji o przewidywanych zmianach w środowisku, które wystąpią na skutek realizacji inwestycji, a także informacji o istniejącej i projektowanej infrastrukturze nie związanej bezpośrednio z daną inwestycją.

Warto zwrócić również uwagę na pewną, dość istotną kwestię. Wymogi korzystania z funduszy unijnych spowodowały silny nacisk na ochronę obszarów sieci Natura 2000 i szczegółowe opracowanie raportów OOS w tym zakresie. Istnieje pewne niebezpieczeństwo, iż może wpływać to na niski poziom analiz oddziaływań na obszarach nieobjętych ochroną. Fakt, iż dana inwestycja nie wpływa negatywnie na obszary chronione, czy siedliska (bądź gatunki) objęte ochroną na mocy dyrektyw unijnych nie świadczy o braku wpływu na faunę. Zwierzęta są z natury mobilne, a szlaki ich migracji często przebiegają przez tereny, które mogą na pierwszy rzut oka mogą wydawać się niezbyt cenne przyrodniczo. Dlatego też tak ważna jest identyfikacja i ochrona korytarzy ekologicznych zarówno o znaczeniu europejskim, krajowym jak i lokalnym.

Specjalista ds. fauny rozważając możliwości łagodzenia negatywnych oddziaływań powinien pamiętać, iż w pierwszej kolejności należy rozważyć możliwości zapobiegania powstawaniu oddziaływań. Oznacza to, iż najważniejsze jest rozpatrzenie różnych wariantów inwestycji i stwierdzenie, który z nich w najmniejszym stopniu oddziałuje na faunę. Dopiero następnym krokiem jest planowanie środków, które pozwolą możliwie najlepiej ograniczyć oddziaływania, którym nie udało się zapobiec. Szukając rozwiązań należy dać pierwszeństwo tym, które redukują oddziaływania u ich źródła, a dopiero potem rozważać te, które ograniczają jego efekty. Kompensacja przyrodnicza powinna być natomiast traktowana jako rozwiązanie ostateczne. Niebezpieczeństwem jej nadużywania jest pojawienie się powszechnej opinii, że zniszczenie cennego siedliska jest dopuszczalne, gdyż można je w pełni zrekomensować. Twierdzenie to jest oczywiście nieprawdziwe, gdyż działania kompensacyjne nigdy nie zastąpią w pełni tego co zostało zniszczone. Zarówno funkcjonowanie zaprojektowanych środków łagodzących (w szczególności przejść dla zwierząt) jak i realizacja kompensacji przyrodniczych wymaga monitoringu. Jest on niezbędny dla planowania przyszłych działań, gdyż tylko w ten sposób możemy uzyskać informacje dotyczące skuteczności określonych rozwiązań.

Pracując nad ostatecznym kształtem raportu należy zadbać o jego graficzną i edytorską stronę, gdyż element ten również ma wpływ na jego czytelność i łatwość odbioru. Raport OOS dla inwestycji drogowych jest z natury rzeczy opracowaniem obszernym, dlatego też nie należy niepotrzebnie zwiększać jeszcze jego objętości. Opracowujący część faunistyczną powinien przede wszystkim skupić się na najistotniejszych zagrożeniach oraz możliwościach ich ograniczenia. Oddziaływania mniej ważne powinny być oczywiście również opisane (wraz z odniesieniami do literatury), ale wielkość opisu powinna być adekwatna do znaczenia dla fauny określonych negatywnych oddziaływań. Uzupełnieniem tekstu powinny być dane przedstawione w formie tabel, wykresów czy schematów. Jest to bardzo ważne, gdyż jednolity tekst jest znacznie trudniejszy w odbiorze. Konieczne jest także przedstawienie zagadnień na mapie.

Obecnie w Polsce, w porównaniu do reszty Europy, sieć dróg o wyższych parametrach (ekspresowych i autostrad) jest dość słabo rozwinięta, jednak plany jej rozwoju są bardzo ambitne. Są one największym zagrożeniem dla fauny, gdyż stanowią szczelną barierę, której pokonanie jest praktycznie niemożliwe. Drogi lokalne, o małym natężeniu ruchu, wpływają na populacje zwierząt w mniejszym stopniu, mimo iż ich sieć w Polsce jest dość gęsta. Drogi są elementem, który wywołuje w środowisku wyjątkowo silnie negatywne efekty różnego typu. Wymagają one zatem przeprowadzenia rzetelnej procedury oceny oddziaływania na środowisko, której bardzo ważnym elementem jest wykonanie raportu. Należy mieć nadzieję, iż dotychczasowe doświadczenia w tym zakresie pozytywnie wpłyną na jakość kolejnych ocen, których należy spodziewać się coraz więcej. Wykonujący je specjaliści oraz inwestorzy powinni pamiętać także o korzyściach, jakie mogą uzyskać z nawiązania współpracy z organizacjami pozarządowymi już na etapie projektowania inwestycji i analizy wariantów. Współpraca taka może w znacznym stopniu ograniczyć późniejsze konflikty, oraz umożliwić zmiany w projekcie zanim jeszcze zostanie ustalony jego całkowity kosztorys. Należy mieć nadzieję, że w przyszłości model taki będzie coraz częściej stosowany i uda się tym samym uniknąć takich problemów jak pojawiły się w przypadku Doliny Rospudy.

Spis literatury i aktów prawnych

Literatura

1. Backiel T. (1993) Ichtyofauna dużych rzek – trendy i możliwości ochrony. [w:] Tomiałojć L. (red.): Ochrona przyrody i środowiska w dolinach nizinnych rzek Polski. Wydawnictwa Instytutu Ochrony Przyrody PAN, Kraków: 39–48.
2. Baldy K. (2002) Płazy Gór Stołowych i ich ochrona w latach 1998 – 2001. *Przegląd Przyrodniczy* XIII (3): 63-76
3. Bar M., J. Jendrośka, W. Lenart (2006) Ocena oddziaływania na środowisko w inwestycji budowlanej. Procedura prawna i sporządzanie raportów w procesie inwestycyjnym. Wydawnictwo Verlag Dashofer, Warszawa. ISBN 83-88285-58-0
4. Bartoszewicz M. (1997) Śmiertelność kręgowców na szosie graniczącej z rezerwatem przyrody Słońsk. *Parki Nar. Rez. Przyr., Białowieża*, 16 (4): 59-69
5. Bautista, L.M., J.T. García, R.G. Calmaestra, C. Palacín, C.A. Martín, M.B. Morales, R. Bonal, J. Viñuela (2004) Effect of weekend road traffic on the use of space by raptors. *Conservation Biology* 18 (3): 726-732
6. Bażyński J., M. Graniczny (1998) Możliwości wykorzystania metod teledetekcyjnych w ocenach oddziaływania na środowisko. [w:] *Poradnik przeprowadzania ocen oddziaływania na środowisko (1998)* red. W. Lenart, A. Tyszecki. Eko-konsult, Gdańsk.
7. Begemann W., H. M. Schiechl (1999) Inżynieria ekologiczna w budownictwie wodnym i ziemnym. Wydawnictwo Arkady, Warszawa.
8. Behnke M., M. Kistowski, A. Tyszecki (2004) System ocen oddziaływania na środowisko w granicach obszarów europejskiej sieci ekologicznej Natura 2000 w wybranych krajach Unii Europejskiej oraz w Polsce. Eko-konsult, Gdańsk. Dostęp online:
http://www.mos.gov.pl/2materialy_informacyjne/raporty_opracowania/soos_natura2000/natura_tekst.pdf (pobrano 18.07.2007)
9. Bekker H., B. Iuell (2003) Habitat fragmentation due to infrastructure. [w:] *Proceedings of the 2003 International Conference on Ecology and Transportation*, Eds. Irwin CL, Garrett P, McDermott KP. Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, Raleigh, NC: pp. 1-14. Dostęp online:
<http://repositories.cdlib.org/jmie/roadeco/Bekker2003a/> (pobrano: 20.01.2008)
10. Bilek M. (2004) WWA - Wielopierścieniowe Węglowodory Aromatyczne. Wojewódzka Stacja Sanitarno - Epidemiologiczna w Krakowie. Dostęp online:
http://www.wsse.krakow.pl/Files/Attachments/phpObN8Xl_WWA.doc (pobrano: 16.01.2008)
11. Block W. M., A.B. Franklin, J. P. Ward, Jr., J.L. Ganey, G.C. White (2001) Design and implementation of monitoring studies to evaluate the success of ecological restoration on wildlife. *Restoration Ecology* 9 (3): 293–303
12. Chylarecki, P. (2006) Oddziaływanie dróg i ruchu drogowego na populacje ptaków – konsekwencje dla ocen oddziaływania na środowisko [w:] *Procedura ocen oddziaływania na środowisko – dobre praktyki. Wymogi prawne a obszary Natura*

2000. Materiały konferencyjne. Abstrakty wystąpień (2006) WWF. Dostęp online: http://wwf.pl/informacje/publikacje/inne/abstrakty_21_marca_2006.pdf (pobrano: 3.11.2006)
13. Considering Cumulative Effects. Under the National Environmental Policy Act (1997) Council on Environmental Quality (CEQ). Executive Office of the President, Washington. Dostęp online: <http://ceq.eh.doe.gov/nepa/ccenepa/ccenepa.htm> (pobrano: 15.01.2008)
 14. Cowell, R. (2000) Environmental Compensation and the Mediation of Environmental Change: Making Capital on Our Cardiff Bay. *Journal of Environmental Planning and Management* 43(5): 689-710.
 15. Curzydło J. (1999) Problem ekologicznych mostów i przepustów dla zwierząt wolno żyjących w Polsce. [w:] *Ekologiczne przejścia dla zwierząt wolno żyjących i przydrożne pasowe zadrzewienia – niezbędnymi składnikami nowoczesnych inwestycji transportowych (autostrady i linie kolejowe)*. Międzynarodowe seminarium. Kraków 7-10 IX 1999.
 16. Cyzman W. (1998) Waloryzacja środowiska przyrodniczego na trasie inwestycji liniowych. [w:] *Poradnik przeprowadzania ocen oddziaływania na środowisko (1998)* red. W. Lenart, A. Tyszecki. Eko-konsult, Gdańsk.
 17. Czachorowski, P. Buczyński, U. Walczak, J. Pakulnicka (2000) Gatunki osłonowe (parasolowe) w ochronie owadów. *Przegląd Przyrodniczy* XI, 2-3: 139-148
 18. Dombrowski A., A. Goławski, P. Chylarecki, R. Kuczborski, C. Mitrus, T. Smoleński, J. Zawadzki (2002) Awifauna doliny dolnego Bugu – stan, zagrożenia i koncepcja ochrony [w:] *Korytarz ekologiczny doliny Bugu. Stan – Zagrożenia – Ochrona*. (2002) Fundacja IUCN Poland, Warszawa. Dostęp online: www.iucn-ce.org/publications/KORYTARZ%20EKOLOGICZNY%20DOLINY%20BUGU%20-%20LIGHT.pdf (pobrano 4.06.2007)
 19. Dunbar, R.J. (1949) Birds colliding with windows. *Migrant* 20:12-15.
 20. Ehrenfeld J.G. (2000) Defining the limits of restoration: the need for realistic goals. *Restoration Ecology* 8(1): 2-9
 21. Forman R.T.T., L.E. Alexander (1998) Roads and their major ecological effects. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 29: 207 - 231
 22. Forman, R.T.T., B. Reineking, A.M. Hersperger (2002) Road traffic and nearby grassland bird patterns in suburbanizing landscape. *Environmental Management* 29(6): 782-800
 23. GDDKiA - Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad. Portal internetowy. [dostęp online 27.11.2007] <http://www.gddkia.gov.pl/>
 24. Gromadzki M., J. Gromadzka, A. Sikora, M. Wieloch (2003) Zakres ochrony ptaków i zasady gospodarowania na obszarach proponowanych do objęcia ochroną jako obszary specjalnej ochrony, powoływane w ramach systemu NATURA 2000 w Polsce. Ministerstwo Środowiska. Dostęp online: <http://natura2000.mos.gov.pl/natura2000/pl/dokumenty/zakres.pdf> (pobrano 8.01.2006)
 25. Highway Agency (2001a) Design manual for roads and bridges. Vol. 10: Environmental design and management. Section 4: Nature conservation. Part 3: Nature conservation management advices in relation to bats. The Stationery Office, London. Dostęp online: <http://www.standardsforhighways.co.uk/dmrb/index.htm> (Pobrano 31.01.2008)

26. Highway Agency (2001b) Design manual for roads and bridges. Vol. 10: Environmental design and management. Section 4: Nature conservation. Part 6: Nature conservation management advices in relation to amphibians. The Stationery Office, London. Dostęp online: <http://www.standardsforhighways.co.uk/dmrb/index.htm> (Pobrano 31.01.2008)
27. Inwentaryzacja wilków i rysi w nadleśnictwach i parkach narodowych Polski. (2006) Projekt badawczy koordynowany przez ZBS PAN. Strona internetowa projektu: www.zbs.bialowieza.pl/wilkrys/news.shtml (pobrano: 30.01.2008)
28. Jakubiec-Benroth D. (2000) Wpływ motoryzacji i rozbudowy sieci dróg na populacje ssaków. *Przegląd Przyrodniczy* XI (2-3): 179-194
29. Jerzmański J. (2007) Kompensacja przyrodnicza. *Przegląd Komunalny* 194: 40
30. Jędrzejewski W., S. Nowak, K. Stachura, M. Skierczyński, R.W. Mysłajek, K. Niedziałkowski, B. Jędrzejewska, J.M. Wójcik, H. Zalewska, M. Pilot (2005) Projekt korytarzy ekologicznych łączących Europejską sieć Natura 2000 w Polsce. Opracowanie wykonane dla Ministerstwa Środowiska w ramach realizacji programu Phare PL0105.02. Zakład Badania Ssaków PAN, Białowieża.
31. Jędrzejewski W, Nowak S, Kurek R, Mysłajek RW, Stachura K, Zawadzka B. (2006) Zwierzęta a drogi. Metody ograniczania negatywnego wpływu dróg na populacje dzikich zwierząt. Wydanie II. Zakład Badania Ssaków Polskiej Akademii Nauk, Białowieża.
32. Juszczak W. (1987) Płazy i gady krajowe. Część 1 - Wiadomości ogólne. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa.
33. Katalog drogowych urzędów ochrony środowiska (2002) Załącznik do Zarządzenia Nr 58 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 19 kwietnia 2002 roku. GDDKiA, Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa.
34. Kiczyńska A., A. Weigle (2003) Jak zapewnić spójność sieci Natura 2000, czyli o korytarzach ekologicznych. [w:] Makomaska-Juchiewicz M. S. Tworek (2003) Ekologiczna sieć Natura 2000. Problem czy szansa. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
35. Klem, D., Jr. (1989) Bird-window collisions. *Wilson Bull.* 101(4): 606-620
36. Klem, D., Jr. (1990) Bird injuries, cause of death and recuperation from collisions with windows. *J. Field Ornithol.*, 61(1):115-119
37. Klem, D., Jr. (2006) Glass: A deadly conservation issue for birds. *Bird Observer* 34 (2): 73-81
38. Konopka J., A. Szyller (2007) Zwierzęta na drogach. *Problemy Ocen Środowiskowych* 4: 71-74
39. Korytarz ekologiczny doliny Bugu. Stan – Zagrożenia – Ochrona. (2002) Fundacja IUCN Poland, Warszawa. Dostęp online: www.iucn-ce.org/publications/KORYTARZ%20EKOLOGICZNY%20DOLINY%20BUGU%20-%20LIGHT.pdf (pobrano 12.05.2007)
40. Krebs C. J. (2001) Ekologia. Eksperymentalna analiza rozmieszczenia i liczebności. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
41. Kryteria i wyznaczanie IBA (2008) Strona internetowa Ogólnopolskiego Towarzystwa Ochrony Ptaków (OTOP). Dostęp online:

http://www.otop.org.pl/kat_41_45_190_192/Kryteria_i_wyznaczanie_IBA.html
(pobrano 1.02.2008)

42. Kuiper, G. (1997) Compensation of Environmental Degradation by highways: A Dutch Case Study. *European Environment* 7: 118-125.
43. Kuitunen, M., E. Rossi, A. Stenroos (1998) Do highways influence density of land birds? *Environmental Management* 22 (2): 297-302
44. Kukała (2007) Oddziaływanie inwestycji na potencjalny obszar Natura 2000 - Dolny San i Wisłok [w:] Materiały do decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia "Budowa drogi ekspresowej S-19 na odcinku od początku projektowanej obwodnicy Sokołowa Młp. km 448+086,12 (ist. DK-19) do Węzła Rzeszów Wschodni A-4/S-19 (wspólny przebieg) od Węzła Rzeszów Wschodni do Węzła Rzeszów Zachodni S-19, od Węzła Rzeszów Zachodni do Węzła Świlcza km 4+947,99 - długości ok. 35,5 km, wraz z budową drogi krajowej Nr 19 na odcinku od węzła Rzeszów Wschodni do istniejącego ronda w m. Załęże - długości 4,8 km" tom II. (red.) Janusz Bohatkiewicz, Biuro Ekspertyz i Projektów Budownictwa Komunikacyjnego EKKOM Sp. z o. o., Kraków.
45. Kurek, R. (2007) Optymalny model postępowania przy ustalaniu lokalizacji przejść dla zwierząt. [w:] *Ochrona dziko żyjących zwierząt przy inwestycjach drogowych w Polsce* (2007) red. R. Kurek, Stowarzyszenie Pracownia na rzecz Wszystkich Istot, Bystra. ISBN 83-919879-7-3 Dostęp online: <http://www.pracownia.org.pl/data/ochronadzikozyjacychcalosc.pdf>
46. Lenart W. (1998) Podstawowe zasady dokumentacji fizjograficznej dla potrzeb ocen oddziaływania na środowisko. [w:] *Poradnik przeprowadzania ocen oddziaływania na środowisko* (1998) red. W. Lenart, A. Tyszecki. Eko-Konsult, Gdańsk.
47. Liro A., I. Głowacka, W. Jakubowski, J. Kaftan, A. Matuszkiewicz, J. Szacki (1995) *Koncepcja krajowej sieci ekologicznej Econet-Polska*. Fundacja IUCN Polska, Warszawa.
48. Liro, A.; A. Dyduch-Falniowska; M. Makomaska-Juchiewicz (2002) *Natura 2000, europejska sieć ekologiczna*. Ministerstwo Środowiska, Warszawa
49. Malec K. (2005) Drogi jako bariery ekologiczne. *Dziki Życie* 5. Dostęp online: <http://www.pracownia.org.pl/dz/index.php?d=archiwalne&e=artykuly&rok=2005&nr=127&id=744> (pobrano: 17.01.2008)
50. *Metody szczegółowych badań geografii fizycznej* (1993) A. Richling (red.), Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa.
51. Młynarski, M. (1966) *Płazy i gady Polski*. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
52. *Monitoring przyrodniczy realizacji inwestycji drogowych jako kluczowego zagrożenia dla ochrony różnorodności biologicznej w Polsce* (2007) Projekt realizowany przez stowarzyszenie Pracownia na rzecz Wszystkich Istot. Strona internetowa projektu: <http://www.pracownia.org.pl/kor/index.php?idm=263&id=279> (pobrano: 15.01.2008)
53. Munguira, M.L., J.A. Thomas (1992) Use of road verges by butterfly and burnet populations, and the effect of roads on adult dispersal and mortality. *Journal of Applied Ecology* 29: 316-329
54. Najbar. B. (2002) *Ochrona węży i ich siedlisk*. Wydawnictwo Lubuskiego Klubu Przyrodników, Świebodzin.

55. Najbar B., A.Najbar, E Szuszkiewicz (2006) Śmiertelność wybranych grup kręgowców na drogach w rejonie Zielonej Góry. *Chrońmy Przyrodę Ojczyzną* 62 (6): 56-66
56. Najbar B., A.Najbar, M. Maruchniak-Pasiuk, E Szuszkiewicz (2006) Śmiertelność płazów na odcinku drogi w rejonie Zielonej Góry w latach 2003-2004. *Chrońmy Przyrodę Ojczyzną* 62 (2): 64-71
57. Ocena planów i przedsięwzięć znacząco oddziałujących na obszary Natura 2000. Wytyczne metodyczne dotyczące przepisów Artykułu 6(3) i (4) Dyrektywy Siedliskowej 92/43/EWG. (2001) Komisja Europejska, DG Środowisko. Tłumaczenie: WWF Polska, Dostęp online: http://wwf.pl/informacje/publikacje/inne/procedura_artykułu.pdf (pobrano 3.11.2006)
58. Ochrona płazów w okresie ich migracji - budowa przepustów na drodze Sidory - Smolniki w Suwalskim Parku Krajobrazowym (2005) Stowarzyszenie Człowiek i Przyroda. Strona internetowa projektu: <http://www.stowcip.webd.pl/plazy.htm> (pobrano 26.11.2007)
59. Ochrona zwierzyny leśnej (propozycja) (2003) Materiały informacyjne firmy AMP Dostęp online: <http://www.apm.pl/pdf/zwierzeta-ochrona.pdf> (pobrano 20.01.2008)
60. Ortega Y.K., D.E.Capen (1999) Effects of forest roads on habitat quality for ovenbirds in a forested landscape. *The Auk* 116 (4): 937-946
61. Pierużek-Nowak S., R.W. Mysłajek, W. Jędrzejewski, R. Kurek, L.Briggs (2007) Analiza możliwości wdrożenia systemu monitoringu przejść dla zwierząt w Polsce. Ekspertyza wykonana na zlecenie Ministrem Transportu. Stowarzyszenie dla Natury „Wilk”, Twardorzeczka.
62. Polska Czerwona Księga Bezkręgowców (2004) red. Z. Głowaciński, J. Nowacki. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków. Publikacja internetowa: <http://www.iop.krakow.pl/pckz/> (pobrano 15.12.2007)
63. Polska Czerwona Księga Zwierząt (2001) red. Z. Głowaciński. Instytut Ochrony Przyrody PAN, PWRiL, Warszawa.
64. Rafiński J., G. Tabasz (2001) Ochrona płazów – poradnik wraz z kluczem do oznaczania płazów. Stowarzyszenie „Greenworks”, ISBN 83-906139-9-9
65. Reijnen, R., R. Foppen (1994a) The effect of car traffic on breeding bird populations in woodland: I. Evidence of reduced habitat quality for willow warblers (*Phylloscopus trochilus*) breeding close to a highway. *Journal of Applied Ecology* 31: 85-94
66. Reijnen, R., R. Foppen (1994b) The effect of car traffic on breeding bird populations in woodland: II. Breeding dispersal of male willow warblers (*Phylloscopus trochilus*) in relation to the proximity of a highway. *Journal of Applied Ecology* 31: 95-101
67. Reijnen, R., R. Foppen, (1995) The effect of car traffic on breeding bird populations in woodland: IV. Influence of population size on the reduction of density close to a highway. *Journal of Applied Ecology* 32: 481-491
68. Reijnen, R., R. Foppen, C.T. Braak, J. Thissen (1995) The effect of car traffic on breeding bird populations in woodland: III. Reduction of density in relation to the proximity of main roads. *Journal of Applied Ecology* 32: 87-202
69. Reijnen, R., R. Foppen, H. Meeuwsen (1996) The effects of traffic on the density of breeding birds in Dutch agricultural grassland. *Biological Conservation* 75: 225-260

70. Reijnen, R., R. Foppen, G.Veenbaas (1997) Disturbance by traffic of breeding birds: evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors. *Biodiversity and Conservation* 6: 567-581
71. Ross, R. C. 1946. People in glass houses should draw their shades. *Condor* 48: 142.
72. Różnorodność biologiczna Polski, Drugi polski raport - 10 lat po Rio (2003) red. R. Andrzejewski, A. Weigle, Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa
73. Rundcrantz K., E. Skärbäck (2003) Environmental compensation in planning: a review of five different countries with major emphasis on the German system. *European Environment* 13: 204-226
74. Rybacki M. (1995) Zagrożenia płazów na drogach Pienińskiego Parku Narodowego. *Pieniny – Przynr. Czł.* 4:85-97
75. Rybacki M. (2002a) Czynna ochrona płazów w Pienińskim Parku Narodowym. *Przegląd Przyrodniczy* XIII (3): 77-86
76. Rybacki M. (2002b) Metody ochrony szlaków migracji płazów. *Przegląd Przyrodniczy* XIII (3): 77-86
77. Rybacki M., A. Krupa (2002) Wstępny raport na temat śmiertelności płazów na drogach Parków Krajobrazowych Województwa Wielkopolskiego. *Przegląd Przyrodniczy* XIII (3): 87-94
78. Rybacki M., M. Maciantowicz (2006) Ochrona żółwia błotnego, traszki grzebieniastej kumaka nizinnego. Wydawnictwo Klubu Przyrodników, Świebodzin. ISBN: 83-87846-90-2
79. Selva, N. (2006) Oddziaływanie dróg i ruchu drogowego na populacje ssaków - konsekwencje dla ocen oddziaływania na środowisko [w:] Procedura ocen oddziaływania na środowisko – dobre praktyki. Wymogi prawne a obszary Natura 2000. Materiały konferencyjne, abstrakty wystąpień. WWF. Dostęp online: http://wwf.pl/informacje/publikacje/inne/abstrakty_21_marca_2006.pdf (pobrano 3.11.2006)
80. Snyder, L. L. (1946) “Tunnel fliers” and window fatalities. *Condor* 48:278.
81. Studium na rzecz wytycznych dotyczących zastosowania działań kompensujących, o których mowa w Artykule 6(4) Dyrektywy Siedliskowej 92/43/EWG. Raport końcowy (2005) red. D. Hedo. ATECMA przy współpracy Impacts Assessment Unit, Oxford Brookes University, Office de Génie écologique, Comunità Ambiente. Opracowanie udostępnione przez Ministerstwo Środowiska
82. Tilmans R. (2007) Postępowanie z nietoperzami: monitoring procesu łagodzenia i jego efektywność. [W:] B. Jackowiak (red.). Oddziaływanie infrastruktury transportowej na przestrzeń przyrodniczą. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, s. 139-143. Warszawa-Poznań-Lublin. Dostęp online: http://ztr.amu.edu.pl/IOtIoN/iotion_1_abstract_13.html (pobrano: 15.01.2008)
83. Walasz, K. S.Tworek, D. Wiehle (2006) Ochrona ptaków i ich siedlisk w Polsce. Małopolskie Towarzystwo Ornitologiczne, Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków. ISBN: 978-83-918373-2-0
84. Wikipedia. Wolna Encyklopedia Internetowa <http://www.wikipedia.org>
85. Wiśniewolski W., L.Augustyn, R.Bartel, R. Depowski, P. Dębowski, M. Klich, R. Kolman, A. Witkowski (2004) Restytucja ryb wędrownych a drożność polskich rzek.

- WWF Polska, Warszawa. Dostęp online: http://wwf.pl/informacje/publikacje/wisla/restytucja_ryb_wedrownych.pdf (pobrano: 11.09.2007)
86. Wiszniewska, B., J.A. Farr, J. Jendrońska (2002) Postępowanie w sprawie oceny oddziaływania na środowisk o planowanych przedsięwzięć, Ministerstwo Środowiska, Warszawa. Dostęp online: <http://www.mos.gov.pl/aarhus/dokumenty/oceny.pdf> (Pobrano 15.12.2006)
87. Wytyczne odnośnie postępowania w zakresie oceny oddziaływania na środowisko dla przedsięwzięć współfinansowanych z Funduszu Spójności (2005) Ministerstwo Gospodarki i Pracy. Instytucja Zarządzająca Funduszem Spójności. Dostęp online: http://www.zporr.gov.pl/NR/rdonlyres/8754485F-DDB0-4494-B6BE-D99951A3B383/14100/ZPORR_wytyczne_OOS_16092005.pdf (pobrano 3.11.2006)
88. Zarządzanie obszarami NATURA 2000. Postanowienia artykułu 6 dyrektywy „siedliskowej” 92/43/EWG (2007) WWF Polska. Dostęp online: http://wwf.pl/informacje/publikacje/natura/zarzadzanie_natura_2000.pdf (pobrano 15.12.2008)

Akty prawne

1. Dyrektywa 2004/35/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 kwietnia 2004 r. w sprawie odpowiedzialności za środowisko w odniesieniu do zapobiegania i zaradzania szkodom wyrządzonym środowisku naturalnemu
2. Dyrektywa 85/337/EWG Rady z dnia 27 czerwca 1985 roku w sprawie oceny skutków niektórych publicznych i prywatnych przedsięwzięć dla środowiska
3. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz.U. 2004 nr 257 poz. 2573 ze zm.)
4. Ustawa o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2004 r. (Dz.U. 2004 nr 92 poz. 880, ze zm.)
5. Ustawa o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie z 13 kwietnia 2007 r. (Dz.U. 2007 nr 75, poz. 493, ze zm.)
6. Ustawa Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Dz.U. 2001 nr 62 poz. 627, ze zm.)

Spisy tabel, rycin i fotografii

Spis tabel

Tab. 1 Zalecane maksymalne odległości pomiędzy przejściami dla różnych grup zwierząt w zależności od obszaru który przecina droga. Przejścia dla większych gatunków mogą służyć również mniejszym	27
Tab. 2 Wymiary przejść dla poszczególnych grup zwierząt zalecane przez naukowców oraz w opracowaniu GDDKiA	29
Tab. 3 Gatunki zaproponowane jako gatunki parasolowe (osłonowe) dla bezkręgowców w różnych rodzajach siedlisk	77
Tab. 4 Przykłady wskaźników istotności oddziaływania	78
Tab. 5 Wielkości populacji wilka i rysia w Polsce, w latach 2000 – 2006	81
Tab. 6 Porównanie organizacji monitoringu przejść dla zwierząt w wybranych państwach	95

Spis rycin

Ryc. 1 Wpływ natężenia ruchu drogowego na skuteczność prób przekraczania dróg przez zwierzęta oraz na śmiertelność zwierząt na drogach	16
Ryc. 2 Zasada działania „wilczych oczu” - systemu odbłasków odbijają światło reflektorów w kierunku przyległych do drogi terenów, odstraszając w ten sposób zbliżające się zwierzęta	18
Ryc. 3 Działanie systemu odbłasków odstraszających zwierzyńę (tzw. „wilcze oczy”) w różnych sytuacjach terenowych (na zakrętach, dla zbocza wznoszącego się, dla zbocza opadającego oraz dla terenu położonego powyżej drogi)	19
Ryc. 4 Wielkość arealów osobniczych wybranych gatunków ssaków	22
Ryc. 5 Fragmentacja siedliska na coraz mniejsze powierzchnie powoduje stopniowe zmniejszanie się liczby zwierząt aż do całkowitego ich wyeliminowania	23
Ryc. 6 Preferencje w stosunku do podejmowanych środków łagodzących	24
Ryc. 7 Zależność między szerokością przejść górnych a częstością ich wykorzystywania przez ssaki	30
Ryc. 8 Nowa trasa przelotów nietoperzy do żerowisk. Stary szlak przelotu został przecięty przez budowaną drogę. Po zbudowania w pobliżu górnego przejścia dla zwierząt („ekombiduktu”), nietoperze zaczęły przelatywać nad nim na drugą stronę, korzystając z osłony przed światłami i hałasem	38
Ryc. 9 Projekt przejścia nad drogą dla ssaków nadrzewnych	39

Ryc. 10 Prawdopodobny schemat zależności między ruchem pojazdów na drogach a zagęszczeniem ptaków w strefie jej oddziaływania	44
Ryc. 11 Prawdopodobne oddziaływanie na awifaunę spadku poziomu wód gruntowych na terenach podmokłych	47
Ryc. 12 Schemat budowy płotka i pułapki zabezpieczających przed wejściem płazów na drogę.....	52
Ryc. 13 Elementy ogrodzenia uniemożliwiającego wejście płazów na jezdnię. A - elementy systemu ACO PRO (producent: ACO Severin Ahlmann), B - elementy systemu ZIEGER (producent: EGON ZIEGER, Fauna Passage Polska) C – płotek typu „C”	54
Ryc. 14 Jednokierunkowe przejście dla płazów – zasada funkcjonowania	56
Ryc. 15 Dwukierunkowe przejście dla płazów typu ACO PRO na drodze Sidory - Smolniki w Suwalskim Parku Krajobrazowym, w pobliżu miejscowości Kleszczówek. Widoczny jest element wejściowy typu EGE 1000 P oraz ogrodzenie typu LEP 100	57
Ryc. 16 Jednokierunkowe przejście dla płazów – element tunelu typu ZIEGER	57
Ryc. 17 System ZIEGER. Widoczna pułapka kanałowa na przyłączeniu bocznej drogi	58
Ryc. 18 Ekofenogramy krajowych płazów na tle rocznego cyklu ich życia z uwzględnieniem zasadniczych zjawisk fenologicznych	61
Ryc. 19 Terminy masowego składania jaj (linie grube) oraz maksymalne zakresy (linie cienkie) pory godowej płazów występujących w pobliżu Krakowa w okresie 25 lat badań	62
Ryc. 20 Korytarze ekologiczne w dolinach rzek wyznaczone dla żółwi błotnych w Polsce Zachodniej	66
Ryc. 21 Wybrane przykłady zagrożonych gatunków owadów żyjących w martwym drewnie	73
Ryc. 22 Wybrane gatunki owadów związanych z torfowiskami	74
Ryc. 23 Łątka zielona <i>Coenagrion armatum</i>	75
Ryc. 24 Wybrane zagrożone gatunki bezkręgowców związane z siedliskami kserotermicznymi	76
Ryc. 25 Przebieg proponowanych korytarzy ekologicznych w Polsce. Czarną linią oznaczono korytarze główne	80
Ryc. 26 Istniejąca i planowana sieć dróg na tle korytarzy ekologicznych	82
Ryc. 27 Diagram procedury oceny przedsięwzięcia lub planu oddziałującego na obszar Natura 2000 z Artykułu 6(3) i (4) Dyrektywy Habitatowej	83

Spis fotografii

- Fot. 1 Przerwa w ciągu ekranów akustycznych tuż przy przejściu dla zwierząt. Rozwiązanie takie skutkuje płoszeniem zwierzyny na fragmencie najścia na przejście. Na fotografii tej widoczny jest także inny błąd w projekcji. Ekranu ciągnące się wzdłuż przejścia nie łączą się z ekranami wzdłuż drogi. Kończą się one zaraz za kadrem z lewej strony i nie mają żadnej kontynuacji 21
- Fot. 2 i 3 Przejście dla dużych zwierząt nad drogą S-69 w km 26+650. Przejście o bardzo dobrych parametrach technicznych i odpowiednim zagospodarowaniu powierzchni (głazy, nasadzenia), jednak lokalizacja na przeciwko zabudowań (tatrak) pozostawia wiele do życzenia. Obiekt z pewnością nie będzie wykorzystywany przez większe gatunki dla których został stworzony 25
- Fot. 4 i 5 Przejście górne nad linią kolejową E20 (odcinek Rzepin – Kunowice) w trakcie budowy. Konstrukcja z blachy falistej, coraz częściej wykorzystywana przy budowie przejść (również w drogownictwie). Na drugim zdjęciu widoczne elementy konstrukcyjne skręcane przy pomocy śrub 28
- Fot. 6, 7, 8 i 9 Estakady w rejonie Bielska Białej (okolice Beskidu Śląskiego) Widoczne jest duże prześwietlenie obszaru pod estakadą, co sprawia, iż zwierzęta chętnie korzystają z takich przejścia 32
- Fot. 10 i 11 Po lewej stronie umocnienie brzegu niezbyt przyjazne zwierzętom – żwir umocniony siatką. Na prawym zdjęciu - widok na umocniony brzeg pod mostem. W głębi, z prawej strony widoczna skarpa, która utrudnia zwierzętom korzystanie z przejścia pod mostem 33
- Fot. 12 Most o wysokości niewystarczającej dla pełnienia funkcji przejścia dla średnich zwierząt 34
- Fot. 13 i 14 Wiadukty – kolejowy oraz lokalnej drogi, stanowiące dobre przejścia dla zwierząt 34
- Fot. 15 Źle poprowadzone ogrodzenie – zamiast kończyć się na skraju przejścia (pod mostem), biegnie w górę nasypu, kończąc się tuż przy jezdni 35
- Fot. 16 Szczelina pod siatką wynikająca z nieprawidłowego jej zamontowania. Liczne tropy po drugiej stronie świadczą o tym, iż zwierzęta często korzystają z możliwości przejścia 36
- Fot. 17 Brak połączenia między siatką a ekranami dźwiękochłonnymi (z lewej strony) oraz przerwa w ciągu ekranów (z prawej strony) powodujące, iż zwierzęta idące wzdłuż ciągu ekranów wychodzą wprost na jezdnię. Widoczne na fotografii ogrodzenie miało w założeniu naprowadzać na duże, górne przejście dla zwierząt, jednak ze względu na brak ciągłości nie może dobrze pełnić swojej funkcji 36

Fot. 18 Przepust pod drogą. Na śniegu widoczne tropy małego ssaka (prawdopodobnie z rodziny łasicowatych), który skorzystał z takiego przejścia	37
Fot. 19 Prążkowane ekrany akustyczne, przyjazne dla ptaków - kładka dla pieszych nad drogą wojewódzką nr 69 w Zwardoniu	42
Fot. 20 Most podwieszony w poprzek doliny Wisły (Most Solidarności w Płocku). Widoczne wysokie pylony oraz ciągnąca stanowiąca przeszkodę dla ptaków migrujących (szczególnie w nocy)	43
Fot. 21 Znak drogowy informujący o pojawianiu się płazów na drodze, zlokalizowany między miejscowością Paczków a przejściem granicznym o tej samej nazwie	50
Fot. 22 Ogrodzenie typu „C” w miejscowości Jeziorki, na drodze krajowej nr 8. Dobrze widoczna tzw. „stopa” – podstawa płotka, po której porusza się płaz	55
Fot. 23 Wlot do studzienki odwadniającej w pobliżu górnego przejścia dla zwierząt koło miejscowości Węgierska Górka (droga krajowa nr 69). Widoczny jest szeroki rozstaw prętów w kracie zabezpieczającej studzienkę	60
Fot. 24 Jeden z zagrożonych gatunków owadów związanych z czystymi i dobrze natlenionymi wodami - szklarnik leśny <i>Cordulegaster boltonii</i>	74