

Kajetan Perzanowski
Stacja Badawcza Fauny Karpat MiZ PAN
38–700 Ustrzyki Dolne, ul. Ogrodowa 10
StacjaKarpacka@miiz.waw.pl

Received: 5.01.2012
Reviewed: 14.04.2012

KORYTARZE EKOLOGICZNE DLA DUŻYCH SSAKÓW W EKOREGIONIE KARPACKIM

Ecological corridors for large mammals in the Carpathian ecoregion

Abstract: The Carpathians are the largest European mountain chain stretching over the territory of seven countries. They are the mainstay for the highest numbers of large mammals within the continent and provide a potential linkage for wildlife between South-Eastern and Central Europe. Developing network of communication routes as well as settlements and infrastructure encroaching into mountain valleys, threat the continuity of migration routes of large mammals along the Carpathians. The paper discusses problems connected with formal establishment of ecological corridors in the region, and describes procedures necessary for designing and planning of corridors at various geographical scales.

Key words: ecological corridors, large mammals, Carpathians, habitat suitability, connectivity.

Wstęp

Konieczność ustanawiania i utrzymywania korytarzy ekologicznych wynika z faktu, iż zachowane do chwili obecnej fragmenty naturalnych siedlisk stają się coraz skuteczniej izolowane, co stawia pod znakiem zapytania skuteczność dalszej ochrony najcenniejszych zasobów przyrodniczych. Obszary kluczowe dla przetrwania i funkcjonowania tych najbardziej wartościowych zasobów powinny więc zostać zintegrowane w spójny system, posiadający strukturę sieci, w obrębie którego, te najważniejsze (węzłowe) obszary będą powiązane ze sobą zarówno przestrzennie jak i funkcjonalnie. Tworzenie korytarzy jest więc formą przeciwdziałania postępującej fragmentacji środowiska naturalnego (Liro, Szacki 1993; Kiczyńska, Weigle 2003; Wojciechowski 2004; Perzanowska i in. 2005).

Karpaty, które na obszarze siedmiu krajów europejskich, od Rumunii, na pld.-wschodzie, biegną przez ok. 1500 km poprzez Ukrainę, Słowację, Polskę, Węgry, Czechy aż po Austrię na pln. zachodzie i rozciągają się na powierzchni niemal 210 tys. km², tworzą w Europie największy obszar o charakterze górskim. Obejmuje on największe pozostałe na kontynencie fragmenty naturalnych lasów górskich, siedliska ponad jednej trzeciej gatunków roślin naczyniowych Europy jak też jest jedynym regionem gdzie współwystępują niemal wszystkie gatunki dużych ssaków europejskich (Webster i in. 2001; Deodatus i in. 2010).

Duże ssaki, które ze względu na swe rozmiary ciała, zapotrzebowanie pokarmowe, często duże terytoria lub arealy osobnicze posiadają szczególnie wysokie wymagania odnośnie jakości środowiska, są też wśród innych gatunków grupą wyjątkowo wrażliwą na izolację. Z uwagi na zachowany na terenie Karpat, wyjątkowy w skali europejskiej zespół dużych ssaków oraz znaczenie tego łańcucha górskiego, mogącego potencjalnie zapewnić łączność pomiędzy populacjami zwierząt z południowego wschodu i centrum kontynentu, istnienie tutaj drożnych korytarzy ekologicznych posiada szczególną wagę (Perzanowski 2001).

Skala geograficzna a planowanie korytarzy ekologicznych

Stosunkowo najłatwiej, można zaplanować przebieg korytarzy ekologicznych dla dużych ssaków w makroskali, na poziomie np. kontynentu lub całego kraju. Absolutna większość europejskich gatunków należących do tej grupy jest związana ze środowiskiem leśnym, a najwyższą wartość osłonową, tak istotną dla migrujących zwierząt posiada roślinność wysoka. Dlatego też, mapa siedliskowa lub też zdjęcie satelitarne o nawet niezbyt wysokiej rozdzielczości, umożliwiają wyznaczenie kierunku przebiegu potencjalnych tras migracyjnych wzdłuż najsilniej zalesionych obszarów. Kryterium takim kierowali się m.in. autorzy opracowania przeznaczonego dla Ministerstwa Środowiska (Jędrzejewski i in. 2005). Oczywiście, w takiej skali możliwe jest uwzględnienie jedynie najbardziej istotnych barier migracyjnych jak duże rzeki, główne trasy komunikacyjne lub rejony uprzemysłowione albo zurbanizowane. Opracowania takie mają więc znaczenie przede wszystkim dla ukazania potencjalnych możliwości długodystansowej migracji wybranych gatunków. W takim aspekcie, Karpaty można w całości traktować, jako korytarz migracyjny o znaczeniu europejskim.

Przebieg korytarzy ekologicznych w mezoskali, a więc na poziomie regionalnym wymaga już znacznego uszczegółowienia. Ustalenie zarówno ich kierunku jak i szerokości związane jest m.in. z dokonaniem charakterystyki użytkowania gruntów, określeniem kategorii szlaków komunikacyjnych, analizą struktury krajobrazu itp. Oprócz danych możliwych do uzyskania na podstawie map tematycznych, niezbędna jest tu również np. wiedza z zakresu zasad zagospodarowania przestrzennego, parametrów transportu publicznego czy też charakterystyki elementów krajobrazu. W obrębie ekoregionu karpackiego, byłoby więc konieczne odrębne projektowanie kolejnych odcinków korytarzy ekologicznych z uwzględnieniem specyfiki poszczególnych pasm górskich wchodzących w skład Karpat (np. Beskidu Niskiego i Tatr).

Planowanie obszaru lokalnego korytarza ekologicznego (mikroskala), wymaga już bardzo znacznej precyzji, gdyż uzależnione jest ono od własności i przeznaczenia gruntów. Aby zaplanowany korytarz mógł być w przyszłości

formalnie uznany, a jego funkcjonalność (drożność) zachowana, jego przebieg musi być wyznaczony z taką samą dokładnością, jaka obowiązuje w przypadku działek geodezyjnych, a więc podziału katastralnego gruntów, a w przypadku terenów w administracji Lasów Państwowych – z dokładnością wymaganą dla granic wydziełów. Oprócz planów zagospodarowania przestrzennego (a więc sposobu użytkowania i przeznaczenia poszczególnych działek – np. zabudowa, użytkowanie rolnicze, infrastruktura drogowa), niezbędne jest też uwzględnienie 10-letnich planów zagospodarowania lasów (przede wszystkim terminu i obszaru planowanych zrębów) oraz planów ochrony (np. parków narodowych, krajobrazowych czy rezerwatów). W tej skali, projektowanie przebiegu korytarza obejmować musi pełną charakterystykę poszczególnych jednostek podziału przestrzennego (działek geodezyjnych, wydziełów leśnych) oraz niezbędne są uzgodnienia, co do ich przeznaczenia, z właścicielami lub administratorami gruntów (Protsenko 2010).

O faktycznym istnieniu korytarza ekologicznego możemy więc mówić dopiero, gdy jest on zaplanowany i uzgodniony właśnie w mikroskali.

Podstawowe kryteria tworzenia korytarza ekologicznego

Zasadniczą kwestią przy przystąpieniu do planowania przebiegu korytarza, jest istnienie ciągłej struktury krajobrazowej obejmującej siedliska umożliwiające przynajmniej czasową obecność i przemieszczanie się zwierząt albo też istnienie płatów siedlisk, posiadających analogiczną charakterystykę, a oddalonych od siebie na odległość nieprzekraczającą dystansu dobowego przemieszczenia charakterystycznego dla danego gatunku zwierzęcia i nieoddzielonych od siebie nieprzekraczalnymi barierami (Kruhlov i in. 2010). W praktyce więc, planujemy przebieg korytarza w oparciu o ogólne, już istniejące, korzystne uwarunkowania siedliskowe, które ewentualnie można ulepszyć w skali lokalnej. Teoretycznie oczywiście można sobie wyobrazić utworzenie korytarza od podstaw, np. poprzez zalesienie pasa o długości kilkunastu lub kilkudziesięciu kilometrów, ale rozwiązanie takie byłoby niesłychanie kosztowne a najczęściej nierealne z uwagi na niezbędną w tym wypadku zgodę właścicieli wszystkich gruntów w obrębie planowanego korytarza.

Drugim krokiem w procesie planowania korytarza ekologicznego, zwłaszcza w mikro a nawet w mezoskali, jest ustalenie listy gatunków, dla których w danym regionie istnienie takiego korytarza będzie najistotniejsze. Co prawda, korytarze ekologiczne powinny w założeniu być strukturami funkcjonalnymi dla możliwie najszerszego spektrum gatunków, niemniej potrzeby niektórych gatunków, z uwagi np. na ich niską liczebność czy zagrożenie wyginięciem mogą lokalnie stanowić priorytet. Niewątpliwie, najbardziej racjonalnym rozwiązaniem, jest zaplanowanie korytarzy tak, aby odpowiadały wymaganiom grupy gatunków

osłonowych (umbrella species). Mamy wówczas pewność, że będą one również odpowiednie dla bardzo wielu innych gatunków tolerujących nieco niższe parametry jakości środowiska (Branton, Richardson 2011). Niemniej, biologia poszczególnych gatunków występujących w danym rejonie (np. terytorializm lub jego brak, tendencje do migracji sezonowych, sposób żerowania, tolerancja na czynniki antropogeniczne itp.), będzie decydującym aspektem w procesie planowania przebiegu korytarza ekologicznego.

Wyjściowe założenia dla planowania korytarza ekologicznego

Korytarz ekologiczny tworzony pod kątem zachowania ciągłości populacji dużych ssaków, powinien przede wszystkim umożliwić swobodne ich przemieszczanie pomiędzy kolejnymi płatami siedlisk, optymalnymi dla tych gatunków. Duże ssaki, jako organizmy o znacznych tak rozmiarach ciała jak i wymaganiach odnośnie wielkości areалу, są szczególnie wrażliwe na fragmentację siedlisk i stąd też wynika potrzeba zachowania łączności pomiędzy odpowiednimi dla nich siedliskami (zidentyfikowanymi np. przy pomocy wskaźnika przydatności siedlisk „HSP”), pozostałymi jeszcze w obrębie przekształconego środowiska i krajobrazu. Z oczywistych względów, trasa łącząca płaty optymalnych siedlisk powinna być jak najkrótsza, zgodnie z koncepcją „stepping stones” (Tischendorf i Fahrig 2000; Kindlmann i Burel 2008).

Najbardziej korzystną sytuacją jest, gdy możliwe jest zachowanie ciągłości siedlisk zapewniających pokrycie osłonowe i podstawowe warunki dla żerowania. Istotnym aspektem jest też utrzymanie szerokości korytarza gwarantującej zwierzętom minimum komfortu bytowego (np. z uwagi na tolerancję na czynniki antropogenne) charakterystyczne dla danego gatunku (Wojciechowski 2004). Wówczas, przemieszczanie się zwierząt może przebiegać zgodnie z ich naturalnym rytmem biologicznym. W środowiskach silnie przekształconych i o wysokim stopniu fragmentacji, nieodzowne jest czasem włączenie w przebieg korytarza odcinków o charakterze tzw. stopni przystankowych zwanych też wyspami środowiskowymi (stepping stones), a więc płatów siedlisk suboptymalnych dających czasową osłonę i umożliwiającą wypoczynek migrującym osobnikom (Cieszewska 2004). W takim wypadku, koniecznym jest zachowanie pomiędzy kolejnymi punktami „przystankowymi” odległości mniejszej niż maksymalny dystans dobowych przemieszczeń charakterystycznych dla zwierząt, dla których przeznaczony jest dany korytarz. Oczywiście, takie punkty nie mogą być też oddzielone od siebie nieprzekraczalnymi barierami jak np. droga szybkiego ruchu czy duża rzeka. W Karpatach, gdzie cieki wodne zwykle dopiero rozpoczynają swój bieg, nie stanowią one zwykle znaczącej przeszkody dla migrujących dużych ssaków. Istotnymi przeszkodami dla migracji są tu raczej główne szlaki komunikacyjne przecinające główną grań tego łańcucha górskiego oraz zagęszczająca się zabudowa dolin (Jędrzejewski i in. 2009; Kusak i in. 2009).

Kolejne fazy ustanowienia korytarza ekologicznego

W początkowych etapach projektowania korytarza ekologicznego, nie mamy zwykle wiedzy pozwalającej na stwierdzenie, czy ustalony przez nas w oparciu o kryteria przyrodnicze, optymalny jego przebieg – będzie możliwy do zrealizowania np. ze względów formalnych (zgodność z lokalnym planem zagospodarowania, uzyskanie aprobaty właścicieli gruntu itp.). Dlatego też, dla każdego z odcinków korytarza, poza wariantem optymalnym powinien również zostać zaplanowany jeden lub więcej wariantów zastępczych. Warianty te mogą być mniej dogodne np. z uwagi na ich większą długość, mniejszą szerokość, lub przebieg przez mniej korzystne siedliska. Może się jednak okazać, że w praktyce będą jedynym możliwym rozwiązaniem pozwalającym na formalne uznanie i utrzymanie ciągłości korytarza.

Kolejnym etapem w planowaniu przebiegu korytarza ekologicznego jest zidentyfikowanie wszystkich potencjalnie zainteresowanych instytucji, organizacji i prywatnych właścicieli gruntów oraz dokonanie uzgodnień, włącznie z istniejącymi planami zagospodarowania przestrzennego. W tym momencie dokonywana jest też eliminacja wariantów przebiegu korytarza, nierealnych z przyczyn prawnych czy finansowych. Pozwala to na wyłonienie optymalnej opcji przebiegu korytarza, która jest zazwyczaj kompromisem pomiędzy kryterium jakości środowiska, a faktycznymi możliwościami zapewnienia formalnego ustanowienia korytarza i jego funkcjonalności.

Znając już dokładnie granice obszaru, wzdłuż którego przebiegać będzie planowany korytarz, przystąpić można do opracowania planu jego ochrony i zarządzania. Niezbędnymi elementami tego planu są: cele ochrony oraz metody służące zachowaniu lub polepszeniu jakości siedlisk w obrębie korytarza wraz z przypisaniem ich do poszczególnych jednostek podziału przestrzennego gruntów, opis zagrożeń istniejących i potencjalnych, metodyka i czasookresy weryfikacji funkcjonalności (jakości) ustanowionego korytarza oraz wskazanie podmiotów odpowiedzialnych za wdrożenie i wykonywanie poszczególnych czynności przewidzianych planem, wraz ze źródłami ich finansowania (Wojciechowski 2004; Deodatus 2010).

Ostatnim etapem jest wystąpienie do właściwych dla danego regionu władz z wnioskiem o formalne ustanowienie korytarza na drodze aktu prawnego odpowiedniej rangi. W zależności od skali planowanego korytarza, koniecznym może być tu wspólna decyzja na poziomie np. sąsiadujących województw lub nawet graniczących ze sobą państw.

Elementy niezbędne do określenia przebiegu i charakteru korytarza ekologicznego (wg Bashta i in. 2010, Protsenko i in. 2010 mod.)

- Ranga korytarza (narodowy, regionalny, lokalny)
- Koordynaty geograficzne
- Powierzchnia (wg. jednostek podziału przestrzennego)
- Warunki geograficzne (rzeźba terenu, klimat)
- Opis flory z uwzględnieniem cennych gatunków i siedlisk (mapa)
- Opis fauny z uwzględnieniem potencjalnych gatunków osłonowych „umbrella species”
- Określenie wymagań siedliskowych dla wybranych (priorytetowych) gatunków zwierząt
- Kategorie użytkowania gruntów, aktualny sposób użytkowania i plany zagospodarowania
- Czynniki o negatywnym wpływie, na jakość siedlisk w obrębie korytarza (np. bariery, istniejąca i planowana infrastruktura)
- Obecny stan ochrony i użytkowania zasobów naturalnych w obrębie korytarza
- Możliwości włączenia korytarza w istniejący system obszarów chronionych
- Opis obszaru korytarza pod kątem wartości ochrony przyrody, naukowym, ekonomicznym, socjalnym i historyczno-kulturalnym
- Lista właścicieli i użytkowników gruntów w obrębie korytarza
- Ocena ew. konieczności wykupu gruntów

Materiały kartograficzne pomocne w planowaniu przebiegu korytarza ekologicznego (wg Protsenko i in. 2010 mod.)

- Mapa topograficzna
- Mapa kategorii użytkowania gruntów
- Regionalna mapa obszarów chronionych
- Plany zagospodarowania przestrzennego
- Mapa przebiegu i kategorii szlaków komunikacyjnych (przejścia dla zwierząt istniejące i planowane)
- Mapy siedlisk przyrodniczych
- Mapy drzewostanowe
- Aktualne zdjęcia satelitarne lub lotnicze

Określanie przebiegu korytarzy ekologicznych

Korytarze ekologiczne, powinny w założeniu przebiegać poprzez płaty siedliskowe umożliwiające zwierzętom, co najmniej czasowe przebywanie w ich obrębie oraz łączyć obszary siedlisk spełniające wszystkie wymogi życiowe danego gatunku. Dlatego też, dla zidentyfikowania płatów siedliskowych odpowiadające tym kryteriom, potrzebny jest system waloryzacji (rankingu) siedlisk.

Wyznaczenie przebiegu najlepszych połączeń pomiędzy płatami siedlisk odpowiednich dla danego gatunku zwierząt wymaga przede wszystkim znajomości ich preferencji siedliskowych oraz umiejętności oceny struktury środowiska i innych czynników wpływających, na jego jakość np. infrastruktury (Kruhlov i in. 2010).

Wskaźnik przydatności siedliska HSI (Habitat Suitability Index) określa w skali od 0 – 1 wartość (pojemność) ocenianych siedlisk dla gatunku, dla którego tworzony jest korytarz. Brana jest tu pod uwagę m.in.: zasobność i atrakcyjność bazy pokarmowej, pokrycie osłonowe, dostęp do wody, stopień antropopresji itp. Znajomość preferencji siedliskowych danego gatunku, pozwala na określenie wartości oporu środowiska w skali od 0 do 100, gdzie najwyższa wartość przyjmowana jest dla środowisk nieużytkowanych przez zwierzęta i praktycznie dla nich nieprzekraczalnych, natomiast wartość zero odpowiada siedliskom optymalnym dla danego gatunku (Kruhlov i in. 2010; Kummerle i in. 2010, 2011).

Po dokonaniu takiej kategoryzacji siedlisk, możliwe jest przekształcenie mapy pokrycia terenu (siedliskowej) na mapę oporu siedlisk (odzwierciedlającej strukturę środowiska) i wyznaczenie najbardziej prawdopodobnych tras przemieszczania się zwierząt, metodą ścieżki najmniejszych kosztów (LCP – least cost path). Metoda ta polega na wyznaczaniu najkrótszych odcinków łączących płaty siedliskowe o możliwie najwyższej jakości, a przebiegających przez siedliska, których sumaryczna miara oporu środowiska jest najniższa. W tym celu używany jest algorytm analizujący wszystkie potencjalne połączenia między dwoma punktami i wskazujący kierunek, wzdłuż którego suma oporu środowiska jest najniższa (Adriansen i in. 2003).

Linia, wykreślona między płatami siedliskowymi, wzdłuż połączeń o najniższych wartościach oporu środowiska, wskazuje obszar gdzie ciągłość ekologiczna jest najlepiej zachowana, a przemieszczanie się zwierząt będzie najbardziej prawdopodobne, czyli przebieg optymalnego korytarza ekologicznego (Vogt i in. 2009).

Zagrożenia dla ciągłości korytarzy migracyjnych dużych ssaków w Karpatach

Wyznaczanie wszelkich przestrzennych struktur związanych z ochroną przyrody, niezbędnych na terenie spójnym ekologicznie (ekoregion) jest szczególnie trudne, gdy obszar taki jest podzielony administracyjnie (granice państwowe). Jak wspomniano na wstępie, Karpaty przebiegają przez obszar siedmiu państw, o różnych systemach politycznych i gospodarczych i różnych zaszłościach historycznych. Jak dotąd współpraca w tym zakresie została nawiązana jedynie przez graniczące ze sobą parki narodowe, oraz u zbiegu granic Polski, Słowacji i Ukrainy, w formie pierwszego na świecie trójnarodowego rezerwatu biosfery (Winnicki, Zemanek 2009).

Pewne nadzieje na możliwości rozszerzenia kooperacji na tym polu rysują się pomiędzy karpaccimi państwami należącymi do Unii Europejskiej, gdzie wdrożona jest sieć Natura 2000, a szereg jej obszarów graniczy ze sobą w sąsiadujących krajach.

Z kolei Ukraina, jako jedyne dotąd państwo karpaccie, wyznaczyła i formalnie zaaprobowała korytarz ekologiczny biegnący wzdłuż całej części Karpat ukraińskich, od granicy z Rumunią na południu – do granicy z Polską na południowym zachodzie kraju (Bashta i in. 2010). Niezwykle korzystnym dla przyrody regionu, byłoby utworzenie kompatybilnych struktur przynajmniej po stronie polskiej i rumuńskiej. Początkiem takiej inicjatywy, mógłby być rozpoczęty w roku 2011, projekt Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Krośnie, dotyczący oceny możliwości rozszerzenia zasięgu populacji żubrów bieszczadzkich w kierunku zachodnim, aż do granic Magurskiego Parku Narodowego.

Działania w tym kierunku, powinny jednak zostać skoordynowane z planami rozwoju dróg szybkiego ruchu, przecinającymi główną grań Karpat. W Polsce niewątpliwie wskazać można jako newralgiczne: fragment drogi krajowej nr. 9, prowadzącej do przejścia drogowego ze Słowacją (Barwinek – Vyšný Komarník), fragment drogi krajowej nr. 87 od Piwnicznej do miejscowości Mnišek nad Popradom, droga nr 960 Łysa Polana – Javorina, oraz trasa E-77 na odcinku Chyžné – Trstena. Niestety, w niedalekiej przyszłości, wskutek nieodpowiedzialnych inicjatyw postulujących utworzenie tu przejścia drogowego na Zakarpacie, w tej sytuacji znaleźć się może także odcinek drogi 897 biegnącej przez centrum Bieszczadzkiego Parku Narodowego od Ustrzyk Górnych do miejscowości Lubnja na Ukrainie.

Drugim poważnym i powszechnie widocznym problemem, jest zabudowa rekreacyjna postępująca od dna dolin w kierunku coraz wyższych partii gór, co wraz z rozwojem sieci dróg dojazdowych, linii energetycznych, oświetlenia i towarzyszącej infrastruktury prowadzi do tworzenia liniowych

antropogenicznych struktur w krajobrazie, usytuowanych w poprzek szlaków migracyjnych zwierząt, biegnących zazwyczaj wzdłuż grzbietów górskich. Odnosnie tej kwestii, niezwykle istotnym jest odpowiednie kształtowanie planów zagospodarowania przestrzennego oraz na etapie wydawania zezwoleń inwestycyjnych – formułowanie rzetelnych ocen oddziaływania na środowisko.

Literatura

- Adriaensen F., Chardon J.P., De Blust G., Swinnen E., Villalba S., Gulinck H., Matthysen E. 2003. The application of 'least-cost' modelling as a functional landscape model. *Landscape and Urban Planning* 64: 233–247.
- Bashta A., Kruhlov I., Korzhyk V., Tatum S., Bilokon M., Shkitak M., Movchan I., Catanoiu S., Perzanowski K., Davids L., Bakker P. 2010. Creation of ecological corridors in Ukraine (red. F. Deodatus, L. Protsenko). State Agency for Protected Areas of the Ministry of Environmental Protection of Ukraine, Altenburg & Wymenga Ecological Consultants, Interecencentre Kyiv, 144 ss.
- Branton M., Richardson J.S. 2011. Assessing the value of the umbrella-species concept for conservation planning with meta-analysis. *Conservation Biology* 25: 9–20.
- Cieszewska A. (red.) 2004. Płaty i korytarze jako elementy struktury krajobrazu – możliwości i ograniczenia koncepcji. *Problemy Ekologii Krajobrazu T XIV*. SGGW, Warszawa, 231 ss.
- Deodatus F., Bashta A.T., Protsenko L., Movchan I., Perzanowski K., Catanoiu S., Deju R., Kruhlov I. 2010. Connectivity and the Ukrainian Carpathians. W: Creation of ecological corridors in Ukraine (red. F. Deodatus, L. Protsenko). State Agency for Protected Areas of the Ministry of Environmental Protection of Ukraine, Altenburg & Wymenga Ecological Consultants, Interecencentre Kyiv: 19–38.
- Jędrzejewski W., Nowak S., Kurek R., Mysłajek R., Stachura K., Zawadzka B., Pchałek M. 2009. Animals and roads – methods of mitigating the negative impact of roads on wildlife. Mammal Research Institute, Polish Academy of Sciences, Białowieża.
- Jędrzejewski W., Nowak S., Stachura K., Skierczyński M., Mysłajek R., Niedziałkowski K., Jędrzejewska B., Wójcik J., Zaleska H., Pilot M. 2005. Projekt korytarzy ekologicznych łączących europejską sieć Natura 2000 w Polsce. Zakład Badania ssaków PAN, Białowieża.
- Kiczyńska A., Weigle A. 2003. Jak zapewnić spójność sieci Natura 2000, czyli o korytarzach ekologicznych. W: *Ekologiczna sieć Natura 2000, problem czy szansa* (red. M. Makomaska-Juchiewicz, S. Tworek), IOP PAN, Kraków, ss. 169–182.
- Kindlmann P., Burel F. 2008. Connectivity measures: a review. *Landscape Ecology* 23: 879–890.
- Kruhlov I., Bashta A.T., Korzhyk V., Shkitak M., Davids L., Perzanowski K., Deodatus F. 2010. Identification of ecological corridor areas. W: Creation of ecological corridors in Ukraine (red. F. Deodatus, L. Protsenko). State Agency for Protected Areas of the Ministry of Environmental Protection of Ukraine, Altenburg & Wymenga Ecological Consultants, Interecencentre Kyiv: 51–65.

- Kuemmerle T., Perzanowski K., Akçakaya, H.R., Beaudry F., Van Deelen T., Parnikoza I., Khoyetsky, P., Waller D., Radeloff V. 2011. Cost-effectiveness of different conservation strategies to establish a European bison metapopulation in the Carpathians. *Journal of Applied Ecology* 48: 317–329.
- Kuemmerle T., Perzanowski K., Chaskovskyy O., Ostapowicz K., Halada L., Bashta A.T., Kruhlov I., Hostert P., Waller D.M., Radeloff V.C. 2010. European bison habitat in the Carpathian Mountains. *Biological Conservation* 143: 908–916.
- Kusak J., Huber D., Gomercic T., Schwaderer G., Guzvica G., 2009. The permeability of highway in Gorski kotar (Croatia) for large mammals. *European Journal of Wildlife Research* 55: 7–21.
- Liro A., Szacki 1993. Korytarz ekologiczny: przegląd problematyki. *Człowiek i środowisko* 17(4): 299–312.
- Perzanowska J., Makomaska-Juchiewicz M., Cierlik G., Król W., Tworek S., Kotońska B., Okarma H. 2005. Korytarze ekologiczne w Małopolsce. Wyd. Instytut Nauk o Środowisku i Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
- Perzanowski K. 2001. Report on mammals. W: The status of the Carpathians (red. R. Webster, S. Holt, C. Avis), WWF-The Carpathian Ecoregion Initiative Report, Vienna, 67ss.
- Protsenko L., Tatus S., Bilokon M., Deodatus F. 2010. Framework for ecological corridor establishment. W: Creation of ecological corridors in Ukraine (red. F. Deodatus, L. Protsenko). State Agency for Protected Areas of the Ministry of Environmental Protection of Ukraine, Altenburg & Wymenga Ecological Consultants, Interecocentre Kyiv: 39–50.
- Tischendorf L., Fahrig L. 2000. On the usage and measurement of landscape connectivity. *Oikos* 90: 7–19.
- Vogt P., Ferrari J.R., Lookingbill T.R., Gardner R.H., Ritters K.H., Ostapowicz K. 2009. Mapping Functional Connectivity. *Ecological Indicators* 9: 64–71.
- Webster R., Holt S., Avis C. 2001. The status of the Carpathians. WWF-The Carpathian Ecoregion Initiative Report, Vienna, 67 ss.
- Winnicki T., Zemanek B. 2009. Przyroda Bieszczadzkiego Parku Narodowego. Wyd. BdPN, Ustrzyki Dolne, 176 ss.
- Wojciechowski K. 2004. Wdrażanie idei korytarzy ekologicznych. W: Płaty i korytarze jako elementy struktury krajobrazu – możliwości i ograniczenia koncepcji (red. A. Cieszewska). *Problemy Ekologii Krajobrazu T XIV*. SGGW, Warszawa: 221–228.

Summary

The Carpathians stretch over the territory of seven countries and provide habitats for significant on European scale numbers of large mammals. Because they are mostly covered with the forests, they provide the most important linkage for wildlife between South-Eastern and Central Europe. However, the continuity of migration routes of large mammals along this mountain chain is threatened by the development of road network, new settlements and infrastructure, encroaching into mountain valleys. Unfortunately, so far there

is a lack of ecological corridors being formally approved and cooperatively maintained by all Carpathian countries.

The establishment of a corridor can be done at macroscale (whole mountain chain), mezoscale (regional) and microscale (local). Planning of a corridor in the microscale requires the most detailed analyses of habitat quality, barriers for animals' movements, and local management plans. It involves also a communication with all concerned stakeholders and obtaining their approval. Final analyses and planning should be performed at the level of administrative spatial units (e.g. cadastral plots and forest compartments). A corridor should be planned to meet habitat requirements of species that are the priority in a given area, preferably of "umbrella" type, to make the corridor possibly the most universal. In planning process, accordingly to habitat preferences of animal species, there is necessary to calculate habitat suitability index and the course of the corridor should be delineated according to the least cost path rule.

Main obstacles for establishing international ecological corridors in the Carpathians are political, economical and historic differences among countries of the region. Among countries that are EU members, perhaps the implementation of Natura 2000 network can be helpful. However, at the same time, in progress is the development of major communication routes, crossing the main ridge of the Carpathians, which if not properly designed, will become impassable barriers for wildlife in the future. Another serious problem is a growing trend for placing new infrastructure and housing in upper parts of mountain valleys, which also creates barriers for migration routes of large mammals, usually parallel to mountain ridges. This issue could be mitigated by an adequate evaluation of environmental impact obligatory for all planned investments.