

Bartosz Pirga, Przemysław Wasiak

Bieszczadzki Park Narodowy

Ośrodek Informacji i Edukacji Turystycznej

38–713 Lutowiska

wrzosowe.wzgorze@gmail.com; ph.wasiak@wp.pl

Stanisław Kucharzyk

Bieszczadzki Park Narodowy

Ośrodek Naukowo-Dydaktyczny

ul. Belska 7, 38–700 Ustrzyki Dolne

skucharzyk@bdpn.pl

Received: 23.03.2016

Reviewed: 21.06.2016

IDENTYFIKACJA I OCHRONA KORYTARZY MIGRACYJNYCH DUŻYCH SSAKÓW – WYNIKI PROJEKTU REALIZOWANEGO NA TERENIE BIESZCZADZKIEGO PARKU NARODOWEGO W LATACH 2012–2015

Identification and protection of migration corridors
for large mammals – the results of the project conducted
in the Bieszczady National Park in 2012–2015

Abstract: The movement of animals within occupied habitats and long-distance migration are an extremely important ecological phenomena conditioning the stable functioning of the population. In the local scale migrations are responsible for effective use of individual territories and are the factor influencing spatial structure of the population. In the broader aspect of function of migration corridors it is a condition of genetic exchange and dispersion of individuals, preventing among others, too high density within population. Protection of migration routes and connectivity between habitat patches recently becomes very difficult. Development of road infrastructure is particularly disturbing to the fauna of the natural forest, which requires relatively large areas and dense forest complexes. Increasing impact of existing and creation of new anthropogenic barriers is one of the main causes of the decreasing biodiversity through habitat fragmentation, and thus the elimination of genetic exchange among individuals within the population. Project results clearly demonstrated the ability to accurately determine the places where animals were able to cross anthropogenic barriers over a large area. Applied at the same time simple, efficient and cheap methods of monitoring demonstrated to be a good tool, suitable for the implementation in other valuable natural areas. With the knowledge of how large mammals are using the space it is possible to identify even small local corridors such as narrow passages commonly used by large predators. Many of these paths, currently used within animal territories, in the near future may no longer exist.

Key words: Bieszczady National Park, migration and ecological corridors, habitat fragmentation, predator protection, roads, trail cameras.

Wstęp

Obszary chronione są podstawowym narzędziem zachowania bioróżnorodności na świecie i stanowią rezerwuary, gdzie wiele rzadkich oraz zagrożonych gatunków zwierząt znajduje warunki konieczne do bytowania i rozrodu. Jednocześnie tereny, gdzie przyroda nie jest chroniona, stanowią bazę do zapewnienia człowiekowi podstawowych potrzeb cywilizacyjnych, takich jak pożywienie, miejsce do życia czy możliwość komunikacji. Obszary o najwyższej formie ochrony przyrody, takie jak parki narodowe, stanowią w geoprzestrzeni wyspy otoczone gruntami użytkowanymi przez człowieka, ciągami komunikacyjnymi wraz z położonymi wzdłuż nich miejscowościami czy też miastami. Oznacza to swoistą izolację ośrodków zapewniających bogactwo przyrodnicze, co jest przyczyną konsekwencji o charakterze ekologicznym, takich jak fragmentacja powierzchni bytowania gatunków, ograniczenie miejsc sprzyjających reprodukcji, brak możliwości dyspersji młodych osobników oraz obniżenie poziomu bioróżnorodności (Forman i in. 2002; Kuemmerle i in. 2011). Szczególne znaczenie ma ograniczenie przestrzenne dla populacji ssaków wymagających dużych powierzchni do zapewnienia bazy żerowej oraz konieczności dyspersji młodych osobników stanowiących o przetrwaniu gatunku (Theuerkauf i in. 2007). Bieszczadzki Park Narodowy, wraz z pełnym spektrum gatunków dużych drapieżników i zwierząt kopytnych bytujących na jego terenie, stanowi właśnie taki obszar chroniony, którego bezpieczne dla zwierząt połączenie z obszarami sąsiadującymi stanowi o sukcesie idei utrzymania wysokiej różnorodności gatunkowej, zarówno w skali lokalnej jak i znacznie szerszej skali kraju czy wręcz Europy centralnej. Znaczenie korytarzy umożliwiających przemieszczanie się zwierząt podnosi także odchodzenie od tradycyjnych, obszarowych form ochrony przyrody, na rzecz zrównoważonego rozwoju i użytkowania zgodnego z zasadami zachowania bioróżnorodności. Takie podejście wymaga nowych metod zarządzania populacjami poszczególnych gatunków jak i obszarami, na których bytują (Phillips 2002).

Pierwsze współczesne teorie, dotyczące konieczności połączenia istniejących, pofragmentowanych płatów siedlisk za pomocą korytarzy umożliwiających dyspersję czy też dalekie migracje zwierząt, pojawiły się około 40 lat temu (Diamond 1975; Wilson i Willis 1975). Należy jednak pamiętać, że w Białowieży już w 1559 roku istniał system ochronny podyktowany względami łowieckimi, w skład którego wchodziły tzw. „ostępy zwierzynne”. Co ciekawe ostępy połączone były ze sobą „przechodami zwierzynnymi”, pełniącymi w rzeczywistości rolę dzisiejszych korytarzy migracyjnych (Samojlik 2005). W Polsce współczesnej, w latach 70. XX w. zaczęto planować wydzielenie obszarów, które miałyby służyć do migracji osobników i przyczyniać się do wzbogacenia puli genowej populacji danego gatunku (Kozłowski 1980). Od tego czasu wzrost urbaniza-

cji terenów zielonych i przyspieszająca modernizacja sieci komunikacyjnej stały się główną przyczyną fragmentacji krajobrazu. W Europie problem ten jest traktowany jako wymagający natychmiastowego działania. Europejska Agencja Środowiska w Konwencji na rzecz zachowania różnorodności biologicznej uznała fragmentację krajobrazu jako jeden z pięciu czynników wpływających negatywnie na zachowanie bioróżnorodności (EEA 2010). Powoduje to konieczność identyfikacji oraz ochrony tak zwanych korytarzy migracyjnych czy też ekologicznych. W Europie zadanie to jest szczególnie trudne, ponieważ ze względu na zaludnienie i gęstą sieć komunikacyjną, często brak jest połączeń spełniających wymogi korytarza migracyjnego. Jednocześnie, nie wszystkie korytarze służą wszystkim zwierzętom, a to czy korytarz spełnia swoją funkcję zależy często od wymagań danego gatunku. Dlatego wyznaczenie przebiegu i rozmiarów korytarza powinno być oparte na uwzględnieniu biologii gatunku o szczególnie dużych wymaganiach siedliskowych – ponieważ będzie to optymalne dla wielu innych gatunków o mniejszych potrzebach (Sawyer i in. 2009; Kusak i in. 2009; Branton i Richardson 2011; Perzanowski 2012). Największe wyzwanie stanowi jednak takie wyznaczenie korytarzy, aby spełniały one wymagania kompromisu pomiędzy potrzebami zwierząt a sposobem przestrzennego rozwoju infrastruktury transportowej oraz terenów zabudowanych.

W zależności od funkcji, struktury, pochodzenia czy jego powiązania z innymi elementami krajobrazu, można wyróżnić różne typy korytarzy migracyjnych (Liro i Szacki 1993). Najczęściej funkcja korytarza definiuje jego strukturę przestrzenną, a najbardziej pożądaną jest forma ciągłego pasa umożliwiającego migrację. Inną formą korytarza migracyjnego to szereg siedlisk pomostowych (tzw. *Stepping stones*), które są odrębnymi obszarami umożliwiającymi przeżycie osobników danego gatunku w trakcie przemieszczania się. Istnieją również teorie dotyczące optymalnej i minimalnej szerokości korytarza migracyjnego (Andrzejewski 1999). W zależności od rangi korytarza migracyjnego i zasięgu jego funkcji można je również podzielić na korytarze o znaczeniu europejskim, międzynarodowym, krajowym czy regionalnym (Gacka-Grześkiewicz i in. 1995; Wojciechowski 2002). W Polsce, określenie „korytarz ekologiczny” zostało przyjęte w nowelizacji ustawy o ochronie przyrody z 2001 roku (Dz. U. z 2001 r. Nr 99, poz. 1079). Korytarz ekologiczny został tam zdefiniowany jako obszar między dwoma lub wieloma obszarami chronionymi, niezabudowany, stanowiący trasy migracji zwierząt i roślin. Województwa, gminy i powiaty są zobowiązane do opracowania planów zagospodarowania przestrzennego, które będą uwzględniały przebieg korytarzy migracyjnych (Dz. U. Nr 80, poz. 717). O ile większość województw wykonała takie plany na poziomie powiatu i gminy, to jednak przebieg korytarzy migracyjnych wymaga identyfikacji i uwzględnienia w planach zagospodarowania przestrzennego.

Bieszczadzki Park Narodowy i jego otulina odgrywają szczególną rolę w zachowaniu ciągłości siedlisk w tej części ekoregionu karpackiego, ze względu na bezpośrednią łączność z korytarzem migracyjnym przebiegającym wzdłuż głównej grani Karpat, od granicy rumuńskiej do granicy z Polską (Bashta i in. 2010). Było to między innymi powodem rozpoczęcia projektu KIK 53 „Ochrona ostoji karpackiej fauny puszczańskiej – korytarze migracyjne”, którego celem była identyfikacja korytarzy migracyjnych w południowej części województwa podkarpackiego, na terenie 13 jednostek administracyjnych obejmujących Bieszczadzki i Magurski Park Narodowy oraz 11 nadleśnictw Lasów Państwowych. Rezultaty tego projektu zawarte są w opracowaniu Instytutu Środowiska Rolniczego i Leśnego Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu (Perzanowski i in. 2015). Do wyznaczania korytarzy migracyjnych wykorzystuje się szereg metod, mających na celu określenie przydatności określonego płata siedliskowego dla bytowania danego gatunku zwierząt. Zadanie takie można wykonać poprzez sprawdzenie w terenie każdego wybranego obszaru, jak i za pomocą wykonania matematycznego modelu ciągłości siedlisk, opartego na rzeczywistych wymaganiach gatunku i istniejących warunkach siedliskowych (Jędrzejewski i in. 2005). Podobnie w opracowaniu, które powstało jako rezultat projektu KIK53, wykorzystany został model oparty na matematycznej mapie oporu siedlisk, pozwalającej na wyznaczenie najbardziej prawdopodobnych tras przemieszczania się zwierząt, metodą ścieżki najmniejszych kosztów (LCP – *least cost path*) (Perzanowski i in. 2015). Są to najkrótsze odcinki łączące płaty siedliskowe o możliwie najwyższej jakości (Adriaensen i in. 2003). Metoda ta jest słuszną dla wyznaczania korytarzy migracyjnych na dużych przestrzeniach, np. na obszarze całego województwa. W celu wyznaczenia korytarzy w mniejszej skali, np. na poziomie powiatu lub gminy, możliwe jest zastosowanie innych metod, pozwalających na identyfikację miejsc wykorzystywanych przez zwierzęta, jako łączniki między płatami siedliskowymi.

Przedmiotem tego artykułu jest ukazanie wyników badań prowadzonych w Bieszczadzkim Parku Narodowym oraz jego otulinie w ramach projektu KIK 53, pozwalających na identyfikację korytarzy migracyjnych o znaczeniu regionalnym, krajowym oraz międzynarodowym, odpowiednich dla takich gatunków jak: niedźwiedź, wilk, ryś oraz dużych zwierząt kopytnych.

Teren badań

Prace terenowe wykonywane były na terenie Bieszczadzkiego Parku Narodowego i jego otuliny, obszaru położonego w Bieszczadach Zachodnich, który według Kondrackiego (1998) zaliczany jest do Beskidów Wschodnich. Jednocześnie obszar ten zalicza się do najdalej na zachód wysuniętej części Karpat Wschodnich graniczących od zachodu z Beskidem Niskim, a od północy z Gó-

rami Sanocko-Turczańskimi. Bieszczadzki Park Narodowy (BdPN) reprezentuje jedyny w Polsce obszar Karpat Wschodnich. Jest to teren o dużym znaczeniu dla migracji zwierząt, ponieważ stanowi element w łuku Karpat posiadający połączenia z terenami leśnymi zarówno po stronie słowackiej jak i ukraińskiej. Park zajmuje powierzchnię 29202 ha, z czego około 70% objęte jest ochroną ścisłą. Głównym przedmiotem monitoringu były odcinki dróg głównych: droga wojewódzka nr 893: Lesko – Hoczew – Baligród – Cisna, droga nr 897 Cisna – Wetlina – Ustrzyki Górne (z odcinkiem do Wołosatego) i droga wojewódzka nr 896 Ustrzyki Górne – Lutowiska – Czarna – Ustrzyki Dolne (z uwzględnieniem odcinka od Smolnika do miejscowości Zatwarnica, Nasiczne i Brzegi Górne). Długość monitorowanych odcinków w Parku i otulinie wynosi przeszło 200 km. Otulinę Bieszczadzkiego Parku Narodowego tworzy Ciśniańsko-Wetliński Park Krajobrazowy (46000 ha) od zachodu oraz Park Krajobrazowy Doliny Sanu (36000 ha) od strony północnej. Po stronie słowackiej BdPN przylega do Parku Narodowego „Połoniny”, a po stronie ukraińskiej do Użańskiego Parku Narodowego i Nadsiańskiego Regionalnego Parku Krajobrazowego. Wymienione obszary chronione stanowią obecnie Międzynarodowy Rezerwat Biosfery „Karpaty Wschodnie”. Oznacza to, że Bieszczadzki Park Narodowy stanowi część jednego z największych w Europie kompleksów, umożliwiających naturalną egzystencję ssakom drapieżnym wymagającym dużych przestrzeni do przetrwania. Dla przykładu jedna z monitorowanych telemetrycznie wilczych grup rodzinnych na terenie BdPN wykorzystuje terytorium o powierzchni 271 km² (Pirga, Wasiak, 2016 – dane niepublikowane). Tylko odpowiednio duży obszar pozwala na przetrwanie gatunków o takich wymaganiach środowiskowych. Zespół dużych ssaków roślinożernych i drapieżnych Bieszczadów należy do najbardziej różnorodnych w Europie. Ssaki kopytne reprezentowane są przez jelenia szlachetnego, sarnę, dziką i żubra. Pojawiają się tu również sporadycznie migrujące osobniki łośa. Grupa dużych ssaków drapieżnych jest reprezentowana przez niedźwiedzia brunatnego, rysia i wilka. Bieszczady są obecnie najważniejszą ostoją niedźwiedzia w Polsce. W Bieszczadzkim Parku Narodowym i otulinie liczba osobników gawrujących jest zmienna. W sezonach zimowych 2012–2014 liczbę niedźwiedzi określono na poziomie 16–20 osobników dla obszaru obecnego monitoringu o wielkości 479 km² (obejmującego obszar BdPN i większą część otuliny). Liczebności te wskazują na zagęszczenia w zakresie 3,34–4,17 osobnika/100 km² (Pirga 2014). Jednocześnie liczba wilków to 21–24 osobników o zagęszczeniu 3,3–3,8 na 100 km², a rysia około 4–5 osobników co daje zagęszczenie 1,9 osobnika na 100 km² (powyższe dane odnoszą się do sezonu 2013/2014 i pochodzą z raportu technicznego BdPN). Mniejsze drapieżniki reprezentowane są przez żbika, lisa oraz łasicowate: borsuka, kunę leśną, kunę domową, gronostaja i łasicę.

Należy pamiętać, że pomimo popełnianych w przeszłości błędów gospodarczych, bieszczadzkie ekosystemy zachowały wybitną wartość ekologiczną i pod

tym względem należą do najcenniejszych w Polsce (Winnicki, Zemanek 2005). Pomimo, że tereny Parku posiadają najniższe wskaźniki gęstości zaludnienia w Polsce, wynoszące wg danych GUS w 2008 roku 5 osób na km² w gminie Lutówka, 6 osób na km² w gminie Cisna i 13 osób na km² w gminie Czarna, to ruch na drogach lokalnych jest duży, szczególnie w okresie sezonu turystycznego. Dane o liczbie turystów odwiedzających Park wskazują na ciągły wzrost w ostatnich latach, poczynając od liczby 181 tysięcy osób w roku 2001 do ponad 350 tysięcy w roku 2015. Oznacza to zwiększoną presję na faunę Parku, a stosunkowo bezpieczne kiedyś drogi mogą stać się barierami dla zwierząt. Duża atrakcyjność przyrodnicza Parku powoduje jednocześnie zwiększoną presję na zabudowę otoczenia i dalszą fragmentację obszaru otuliny. Przykładem mogą być zabudowy terenów w pobliżu granicy Parku w miejscowościach Wetlina i Smerek.

Metody

W celu rozpoznania dystrybucji przestrzennej gatunków oraz wskazania miejsc wykorzystywanych przez zwierzęta do przekraczania istniejących barier antropogenicznych, realizowana przez BdPN metodyka badań objęła wykorzystanie kilku komplementarnych terenowych metod monitoringowych.

W początkowej fazie projektu przeprowadzono szczegółową analizę barier antropogenicznych, polegającą na inwentaryzacji przebiegu wszystkich utwardzanych dróg, przy pomocy odbiornika GPS Garmin 60Csx umieszczonego w samochodzie. Parametry przebiegu dróg były rejestrowane i kategoryzowane przez osobę prowadzącą inwentaryzację wg: a) kategorii, stanu nawierzchni i dostępności miejsc przekraczania dla zwierząt; b) oświetlenia (z/bez oświetlenia ulicznego), c) przebiegu (w lesie, na terenie otwartym); d) rodzaju zabudowy otaczającej ciąg drogowy.

W celu identyfikacji istniejących, naturalnych korytarzy migracyjnych prowadzono działania służące zbadaniu rozmieszczenia przestrzennego populacji oraz wyznaczaniu miejsc przekraczania przez poszczególne gatunki dróg publicznych (istniejących barier) o nawierzchni utwardzonej:

1. Zimowe inwentaryzacje na śniegu miejsc przejść zwierzyny przez główne, utwardzane drogi publiczne. Rejestracja przejść prowadzona była dwukrotnie w ciągu każdej zimy, dobę po opadzie śniegu. W celu sprawnej kontroli na długich odcinkach dróg wykorzystywane były samochody. Inwentaryzowano następujące parametry: współrzędne geograficzne miejsc przechodzenia zwierząt przez drogę z podaniem gatunku, liczby osobników oraz kierunku przemieszczania się oraz wszelkich dodatkowych informacji okazjonalnych (np. bezpośrednich obserwacji zwierząt).
2. Uzupełnienie (opisanych wyżej danych) bieżącymi informacjami o miejscach przekraczania przez zwierzynę dróg publicznych o utwardzonej nawierzchni

- w okresie zimy, zbieranymi podczas wykonywania rutynowych prac terenowych związanych z patrolowaniem obszaru BdPN i otuliny. Informacje te zawierały m.in: współrzędne geograficzne miejsc przechodzenia zwierząt przez drogę, gatunek, liczbę osobników, kierunek przemieszczania się oraz wszelkie dodatkowe informacje okazjonalne.
3. W obrębie pasa drogowego zdigitalizowanych utwardzonych dróg publicznych wyznaczano miejsca, w których prowadzono obserwacje miejsc przekraczania przez zwierzęta przy pomocy 18–20 profesjonalnych urządzeń wykonujących automatycznie zdjęcia zwierząt przekraczających drogi (fotopułapki Reconyx PC900 Hyperfire). Urządzenia montowane były w odległości 15–20 metrów od siebie (z uwagi na ich zasięg i minimalizację możliwości „pominięcia” zwierząt przekraczających taką fotopułapkolinie), tak aby objąć cały wyznaczony odcinek drogi. Urządzenia ustawione były w jednym miejscu przez okres 2 tygodni.
 4. Prowadzenie długodystansowych tropień na śniegu w celu określenia liczby drapieżników, preferencji siedliskowych, przestrzennego rozkładu przebiegów tropień w odniesieniu do zabudowy, barier liniowych oraz stopnia użytkowania utwardzanych dróg w zależności od ich charakteru. Prace przebiegały na zasadzie patrolowania obszarów przy pomocy samochodu bądź pieszo w poszukiwaniu świeżych tropów; po ich odnalezieniu osoba tropiąca podążała tropem z włączonym rejestratorem GPS; oprócz zapisu trasy samego przejścia kodowane były informacje dotyczące liczby zwierząt, spójności grupy, znakowania oraz charakteru habitatu użytkowanego przez zwierzęta. Zbierane były również wszelkie informacje okazjonalne dotyczące miejsc koncentracji, odpoczynku oraz odnalezionych szczątków ofiar drapieżników.
 5. Wykorzystanie wszelkich danych terenowych z realizowanego przez BdPN monitoringu faunistycznego (np. inwentaryzacje liczebności zwierząt kopytnych, telemetria żubrów, wilków, żbików, obserwacje wieloletnie z bazy danych faunistycznych).

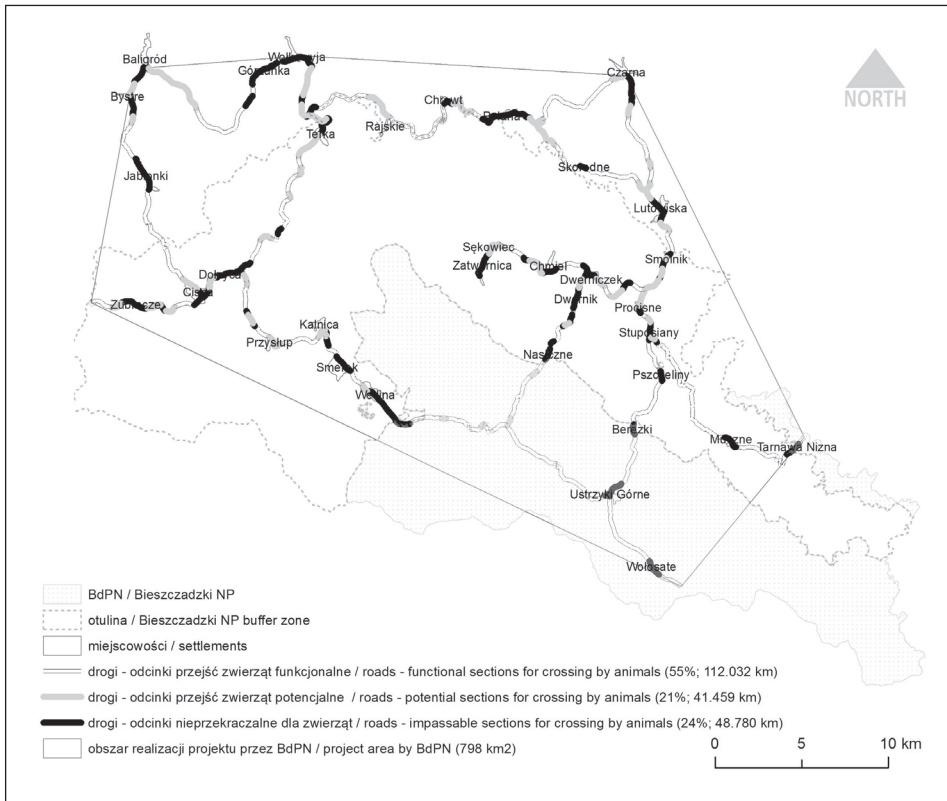
Wyniki

Waloryzacja barier liniowych (dróg) pod względem możliwości ich przekraczania przez zwierzęta na terenie Bieszczadzkiego Parku Narodowego i otuliny

Na obszarze realizacji projektu przez Bieszczadzki Park Narodowy (Ryc. 1); 798 km² – w oparciu o skrajne lokalizacje odcinków drogowych) zinwentaryzowano w terenie 20 odcinków głównych utwardzanych dróg publicznych (202,271 km). Poszczególne drogi skategoryzowano, pod względem habitatu, w bezpośrednim ich sąsiedztwie jak również możliwości przekraczania danego odcin-

ka przez zwierzęta terytorialne o dużych wymaganiach siedliskowych. Obszary otwarte i półotwarte w bezpośrednim otoczeniu drogi stanowiły 59% (119,042 km) zaś leśne 41% (82,229 km) długości zinwentaryzowanych odcinków. Pod względem występowania barier antropogenicznych skategoryzowano następujące odcinki:

- 1) z przylegającą zabudową ciągłą (24%; 47,799 km);
- 2) z zabudową rozproszoną (16%; 31,581 km);
- 3) z oświetleniem ulicznym (16%; 32,554 km);
- 4) z innymi barierami (np. parkingi; 5%; 9,104 km).



Ryc. 1. Obszar realizacji projektu przez BdPN oraz kategoryzacja dróg pod względem możliwości przekroczeń przez zwierzęta.

Fig. 1. The BNP project area and categorization of roads on the basis of animal crossings.

Na podstawie zinwentaryzowanych barier oraz dotychczasowej wiedzy eksperckiej o wykorzystaniu przestrzennym obszaru realizacji projektu przez zwierzęta, wytypowano następujące odcinki dróg (Ryc. 1):

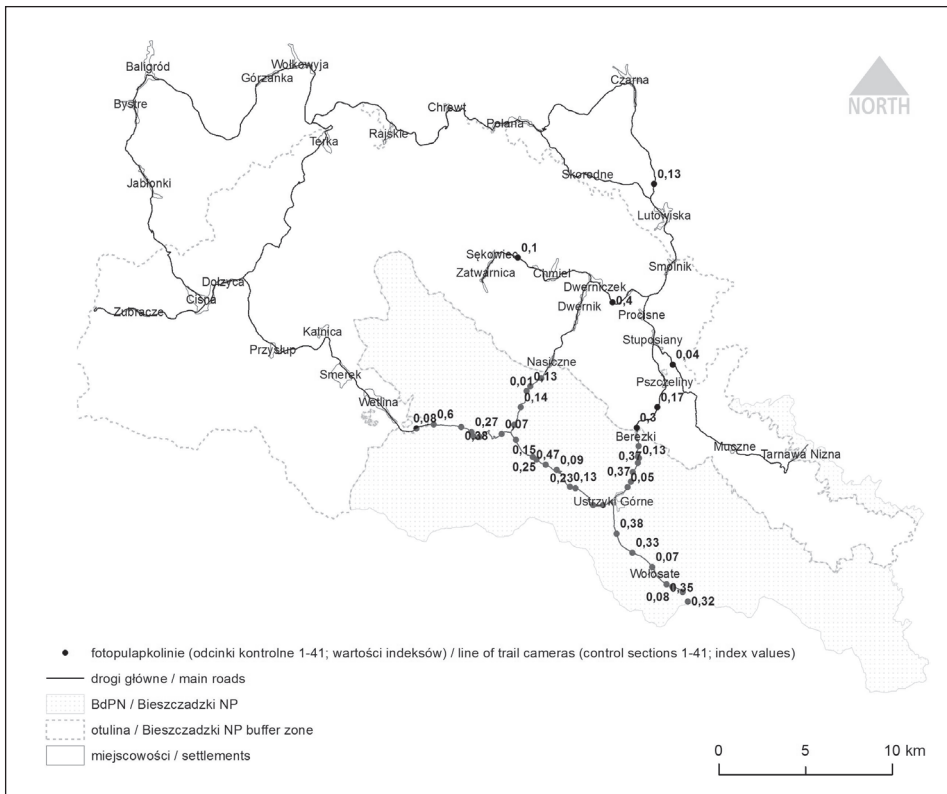
- 1) odcinki umożliwiające swobodne przekraczanie przez duże ssaki, nazywane przejściami funkcjonalnymi (55%; 112,032 km) – odcinki leśne, polno-leśne, otwarte, nie zawierające widocznych barier powodujących brak możliwości ich przekraczania przez zwierzęta; większość z tych odcinków wytypowano na podstawie rozpoznania, zinventaryzowania miejsc wykorzystywanych przez zwierzęta;
- 2) odcinki o ograniczonych możliwościach przekraczania, nazywane przejściami potencjalnymi (21%; 41,459 km) – odcinki leśne, polno-leśne, otwarte z występującą np. zabudową rozproszoną bądź innymi barierami; odcinki te nie stanowią nieprzekraczalnej bariery dla zwierząt i mogą być okresowo wykorzystywane;
- 3) odcinki nieprzekraczalne (24%; 48,780 km) – fragmenty dróg z zabudową typu ulicowego, często oświetlone – nieprzekraczalne dla zwierząt.

Dodatkową kategorią, obejmującą tzw. odcinki zagrożone, były fragmenty przejść funkcjonalnych, potencjalnych oraz odcinków nieprzekraczalnych, zagrożone dalszym rozwojem zabudowy i utratą możliwości przemieszczeń dla zwierząt; kategorię „nieprzekraczalny zagrożony” należy rozumieć jako odcinek nieprzekraczalny o szczególnie szkodliwej dla otoczenia emisji zagrożeń, związanych z np. gwałtownym rozwojem infrastruktury (np. miejscowości Wetlina, Smerek). Odcinki te stanowiły 29% (57,841 km) całości inwentaryzowanych dróg głównych.

Monitoring przejść zwierząt przez drogi na podstawie rejestracji fotopułapkami

W sezonach wegetacyjnych, w cyklach dwutygodniowych, realizowano monitoring przy pomocy fotopułapek na odcinkach kontrolnych (tzw. fotopułapkoliniach) lokalizowanych wzdłuż dróg głównych. Monitorowane odcinki były wybierane w taki sposób, aby zapewnić równomierne rozmieszczenie wzdłuż kontrolowanych dróg publicznych. W latach 2012–2015 zainstalowano 41 fotopułapkolini w pasach drogowych (odcinki kontrolne o długościach w zakresie 103/260 m; $\overline{xx}$ 162 m; Ryc. 2). Całkowita długość skontrolowanych odcinków wyniosła 6628 km. Zarejestrowano 1053 przekroczenia przez 1393 zwierzęta. Analiza rejestracji tych samych osobników na różnych (najczęściej sąsiadujących) fotopułapkach w tym samym czasie pozwoliła na określenie całkowitej liczby zwierząt przekraczających drogę na danym odcinku oraz umożliwiła wyznaczenie tzw. indeksów przekraczania.

Wartości indeksów dla wszystkich odcinków kontrolnych (41) wahały się w zakresie 0.01/0.60; $\overline{xx}$ 0.20. Na obszarze BdPN zainstalowano 35 fotopułapkolini. Park narodowy podzielony jest pięcioma odcinkami drogowymi, dla których



Ryc. 2. Odcinki kontrolne (tzw. fotopułapkolinie) oraz określone wartości indeksów przekraczania.

Fig. 2. Monitored sections of roads (lines of trail cameras) and values of crossing indices.

przeprowadzono waloryzację poszczególnych dróg pod względem użytkowania (przekraczania) przez zwierzęta, polegającą na uśrednieniu wartości indeksów przekroczeń dróg przez zwierzęta (Tab. 1).

Dane dotyczące przekraczania utwardzanych dróg publicznych na obszarze BdPN wskazują, że najczęściej przekraczana była droga Wołosate–Ustrzyki Górne, gdzie uśredniona wartość indeksu wyniosła 0.25. Nieco mniejszy udział przekroczeń dotyczył dróg Berehy–Wetlina (0.24), Ustrzyki Górne–Berehy (0.21) oraz Berezki–Ustrzyki Górne (0.16). Najmniej przekroczeń zarejestrowano na drodze Nasiczne–Berehy, gdzie uśredniona wartość indeksu wyniosła jedynie 0.08.

Zarejestrowano przez fotopułapki 12 gatunków zwierząt (alfabetycznie: borsuk, dzik, jeleń, kuna, lis, niedźwiedź, ryś, sarna, wilk, zając, żbik, żubr). Najczęściej drogi przekraczały zwierzęta kopytne – odpowiednio: sarny, jelenie i dziki, stanowiąc prawie 82% wszystkich stwierdzeń (Tab. 2). Przekroczenia żubrów

Tabela 1. Wartości indeksów przekroczeń dróg przez zwierzęta na odcinkach kontrolnych monitorowanych fotopułapkami na terenie BdPN.**Table 1.** Value of crossing index for roads in the area of BNP.

id	Przebieg drogi <i>Road</i>	Liczba odcinków kontrolnych <i>Number of controlled sections</i>	Wartości min/max indeksów przekraczania <i>Min/max value of index</i>	Średnia wartość wszystkich indeksów przekraczania <i>Mean value of index</i>
1.	Ustrzyki Górne-Wołosate	7	0.07 / 0.38	0.25
2.	Berehy-Wetlina	7	0.05 / 0.38	0.24
3.	Ustrzyki Górne-Berehy	7	0.05 / 0.47	0.21
4.	Bereżki-Ustrzyki Górne	9	0.01 / 0.37	0.16
5.	Nasiczne-Berehy	5	0.01 / 0.14	0.08

Tabela 2. Procentowy udział przejść gatunków zwierząt, przez utwardzone drogi główne, rejestrowany fotopułapkami.**Table 2.** Percentage of species crossing main roads – recorded with trail cameras.

Gatunek <i>Species</i>	Liczba przekroczeń <i>Number of crossings</i>	Liczba zwierząt <i>Number of animals</i>	Procentowy udział liczby przekroczeń <i>Percentage of crossings</i>
Sarna <i>Capreolus capreolus</i>	431	496	40.9
Jeleń <i>Cervus elaphus</i>	378	554	35.9
Lis <i>Vulpes vulpes</i>	114	116	10.8
Dzik <i>Sus scropha</i>	54	144	5.1
Zając <i>Lepus europaeus</i>	29	30	2.8
Wilk <i>Canis lupus</i>	23	29	2.2
Kuna <i>Martes</i> sp.	12	12	1.1
Żbik <i>Felis silvestris</i>	5	5	0.5
Niedźwiedź <i>Ursus arctos</i>	3	3	0.3
Ryś <i>Lynx lynx</i>	2	2	0.2
Borsuk <i>Meles meles</i>	1	1	0.1
Żubr <i>Bison bonasus</i>	1	1	0.1
Suma / Total	1053	1393	100

stanowiły ułamek procenta – stwierdzono tylko jedno przejście żubra przez drogę w obwodzie ochronnym Osada koło Wetliny, na terenie BdPN. Zarejestrowany osobnik posiadał nie działającą obrożę telemetryczną. Historia tego żubra (rejestrowanego m.in. przez fotopułapki w ramach prowadzonego w BdPN monitoringu fauny) wskazuje, że wypuszczony on został w dolinie potoku Hulski po drugiej stronie połoniny Wetlińskiej, na terenie Nadleśnictwa Lutowiska, przez pracowników Stacji Badawczej Fauny Karpat w roku 2012. Obecnie przebywa on na terenie BdPN w obwodach ochronnych Osada i Moczarne (Pirga 2013 oraz dane niepublikowane).

Rzadkie terytorialne zwierzęta drapieżne (wilk, żbik, niedźwiedź, ryś) najliczniej reprezentowane były przez wilki, których stwierdzenia stanowiły nieco ponad 2% wszystkich obserwacji zwierząt. Najczęściej obserwowano pojedyncze osobniki (87%), pozostałe rejestracje dotyczyły max. 3 wilków. Na uwagę zasługuje stosunkowo duży udział żbików (0.5% wszystkich stwierdzeń). Analiza miejsc ich rejestracji wskazuje jednak, że obserwacje mogły dotyczyć maksymalnie 3 osobników. Cztery z pięciu stwierdzeń zlokalizowane były w bezpośrednim sąsiedztwie/rozpoznanym areale monitorowanego telemetrycznie samca żbika, w którego terytorium osobniczym funkcjonuje prawdopodobnie również samica. Jedno stwierdzenie dotyczyło innego zwierzęcia (płć nierozpoznana), którego występowanie związane jest z obwodami ochronnymi Ustrzyki Górne i Wołosate (Pirga 2016 oraz dane niepublikowane).

Uzyskane dane dotyczące pór doby, które zwierzęta wykorzystywały do przemieszczeń w rejonie pasa drogowego miały ścisły związek z aktywnością człowieka i natężeniem ruchu samochodowego. Około 73% przekroczeń dróg miała miejsce w godzinach 20:00 do 7:00, kiedy ruch samochodowy oraz aktywność ludzi są najmniejsze, z czego większość (ponad 57%) dotyczyła godzin po zmroku i wczesnego poranka pomiędzy 23:00 a 5:00).

Monitoring przejść zwierząt przez drogi na podstawie tropień zimowych

Na poszczególnych drogach głównych prowadzone były działania inwentaryzacyjne, polegające na rejestracji przekroczeń dróg przez zwierzęta 24 godziny po ponowie, na podstawie pozostawianych tropów na śniegu. W latach 2012–2015 przeprowadzono 8 akcji inwentaryzacyjnych, obejmujących każdorazowo wszystkie inwentaryzowane drogi (202.271 km). Odnotowano 1060 przekroczeń 2961 zwierząt (Tab. 3).

Zagęszczenie punktów przekraczania dróg przez zwierzęta – określone metodą Kernel – wskazało na obszary preferowane przez zwierzęta do przekroczeń barier liniowych, które stanowią drogi (Ryc. 3). Przyporządkowanie stwierdzeń przejść zwierząt do waloryzowanych we wstępnej fazie projektu odcinków przekroczeń wskazuje na zbieżność uzyskiwanych danych tereno-

Tabela 3. Wykaz gatunków, liczba zarejestrowanych przejść i procentowy udział przekroczeń poszczególnych gatunków.

Table 3. List of species, number of crossings and percentage of crossings by particular species.

Gatunek <i>Species</i>	Liczba przekroczeń <i>Number of crossings</i>	Liczba zwierząt <i>Number of animals</i>	Procentowy udział przekroczeń <i>Percentage of crossings</i>
Jeleń <i>Cervus elaphus</i>	421	1176	39.7
Lis <i>Vulpes vulpes</i>	243	249	22.9
Sarna <i>Capreolus capreolus</i>	237	481	22.4
Wilk <i>Canis lupus</i>	103	336	9.7
Niedźwiedź <i>Ursus arctos</i>	15	20	1.4
Dzik <i>Sus scropha</i>	14	63	1.3
Zając <i>Lepus europaeus</i>	14	14	1.3
Kuna <i>Martes</i> sp.	8	8	0.8
Ryś <i>Lynx lynx</i>	3	3	0.3
Żubr <i>Bison bonasus</i>	2	11	0.2
Suma / Total	1060	2961	100

wych w odniesieniu do zakładanych miejsc przekraczania dróg przez zwierzęta. Na odcinkach dróg funkcjonalnych zinwentaryzowano 848 przekroczeń zwierząt, co stanowi 80% stwierdzeń. Odcinki dróg określone jako potencjalne przekraczane były rzadziej (151 przekroczeń) – stanowiąc 14% stwierdzeń. Fragmenty dróg określone jako nieprzekraczalne wykorzystywane były sporadycznie (6% ogółu stwierdzeń). Na obszarze BdPN zlokalizowano 174 przekroczenia dróg przez zwierzęta (Tab. 4). Waloryzacja dróg pod względem ich liczby potwierdziła istotność odcinków drogowych Ustrzyki Górne–Berehy (41 przekroczeń; 24%) oraz Wołosate–Ustrzyki Górne (38 przekroczeń; 22%) pod względem możliwości oraz wykorzystywania ich przez zwierzęta przemieszczające się w obrębie siedlisk podzielonych drogami.

Podobnie jak w przypadku rejestracji fotopułapkami, najczęściej drogi przekraczały zwierzęta kopytne – odpowiednio: jelenie, sarny i dziki, stanowiąc 63% wszystkich stwierdzeń. Wśród zwierząt drapieżnych zdecydowanie najczęściej drogi przekraczały wilki. Wysoki wskaźnik tych przekroczeń związany jest w dużej mierze z dużą mobilnością wilków w obrębie poszczególnych terytoriów, gdzie te same osobniki mogły być liczone kilkakrotnie w obrębie inwentaryzowanych dróg. Na niektórych obszarach odnotowywa-

Tabela 4. Liczba przekroczeń poszczególnych odcinków dróg głównych przez zwierzęta, określona na podstawie zimowych inwentaryzacji na śniegu.

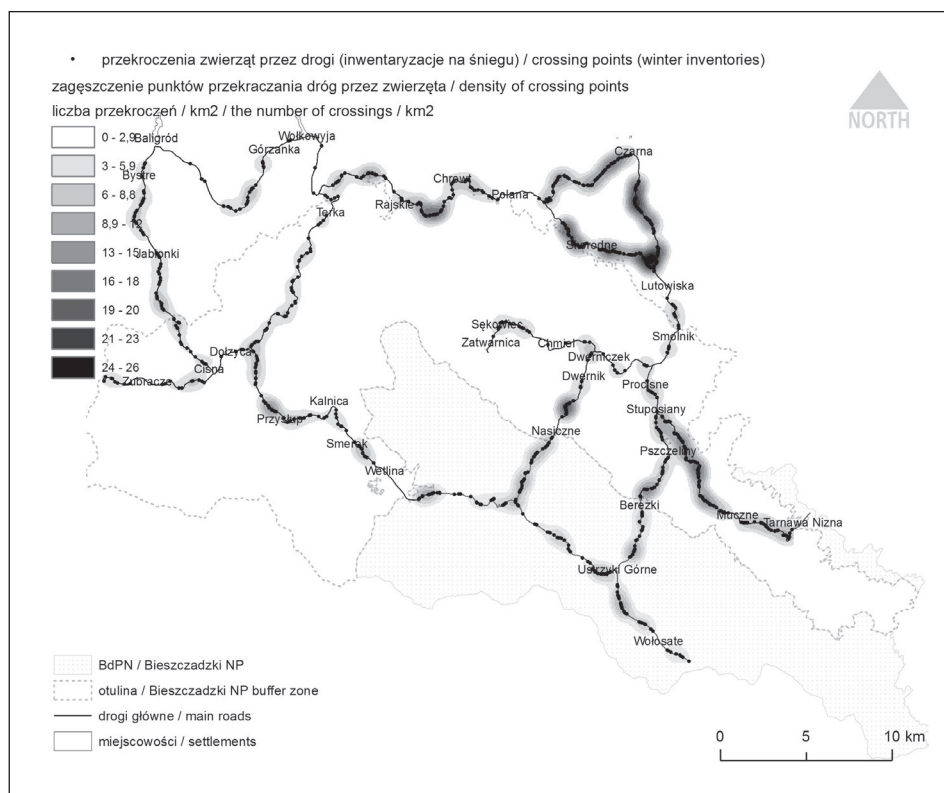
Table 4. Number of crossings for particular road determined on the basis of winter tracking.

id	Przebieg drogi <i>Road</i>	Liczba przekroczeń <i>Number of crossings</i>	Procentowy udział przekroczeń <i>Percentage of crossings</i>
1.	Ustrzyki Górne–Berehy	41	24
2.	Ustrzyki Górne–Wołosate	38	22
3.	Nasiczne–Berehy	37	21
4.	Berehy–Wetlina	32	18
5.	Bereżki–Ustrzyki Górne	26	15
Suma / Total		174	100

no szczególnie dużo stwierdzeń wilków przekraczających drogi. Na terenie BdPN przykładowo były to doliny potoków Wołosatka i Wołosaty, gdzie udział przekroczeń przez wilki odcinków dróg Wołosate–Ustrzyki Górne oraz Ustrzyki Górne–Bereżki wyniósł 39% wszystkich stwierdzeń. Obszar ten zlokalizowany był w obrębie centrum terytorium monitorowanej telemetrycznie wilczycy o wielkości arealu 271 km², należącej do jednej z watah (składającej się z 8 osobników) zachodzącej na obszar Parku (Ryc. 4; Pirga, Wasiak 2016, dane niepublikowane). Jednym z czynników determinujących rozmieszczenie obszarów centralnych watah wilczych na obszarze Parku i otuliny jest dostępność naturalnej bazy pokarmowej. W dolinach Wołosatki i Wołosatego występują wysokie zagęszczenia jeleni, saren i dzików – gromadzących się tam w partiach dolinowych (Pirga 2009, 2011).

Określenie odcinków kluczowych dla zachowania ciągłości habitatu zwierząt terytorialnych, o wysokich wymaganiach siedliskowych w skali lokalnej

Na podstawie uzyskanych danych terenowych, dotyczących potwierdzonych miejsc przekroczeń dróg przez zwierzęta oraz wiedzy eksperckiej o wykorzystaniu obszaru przez poszczególne gatunki wskaźnikowe, tj. jelenie, dziki, żubry, wilki, niedźwiedzie i rysie (w oparciu o wieloletnie dane monitoringowe uzyskiwane w ramach monitoringu fauny BdPN), określono obszary łączące spójne – dogodne płaty siedliskowe dla poszczególnych gatunków (Ryc. 5). Opisy poszczególnych poligonów zawarto w warstwie tabelarycznej wygenerowanych plików GIS. Całość stworzonej bazy danych może stanowić narzędzie dla osób podejmujących decyzje środowiskowe, np. odnośnie lokalizacji inwestycji mo-

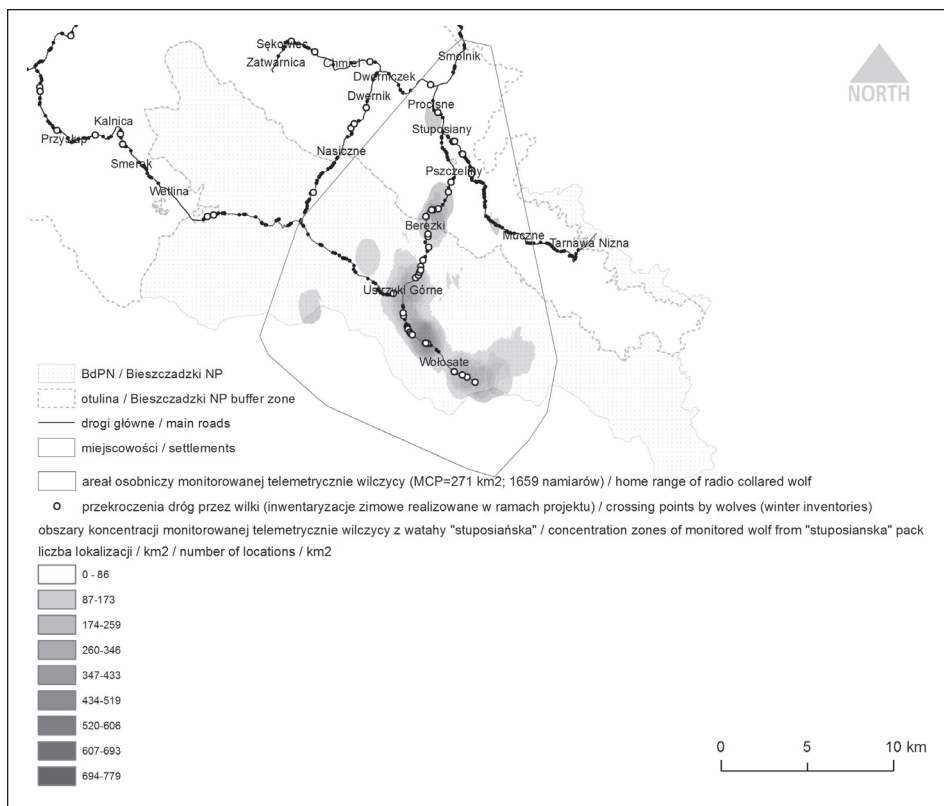


Ryc. 3. Miejsca przekroczeń dróg przez zwierzęta określone na podstawie zimowych inwentaryzacji na śniegu.

Fig. 3. Road crossing points for animals determined on the basis of winter tracking.

gących negatywnie wpływać na walory faunistyczne populacji funkcjonujących na obszarach chronionych i w strefach buforowych.

Naniesiono 107 obszarów stanowiących niecałe 17% powierzchni (134,5 km²) umownego obszaru realizacji przez BdPN działań wyznaczonych na rycinie 1 (798 km²). Przedziały min/max wielkości digitalizowanych obszarów wyniosły 0.1 / 7.94 km² ($\overline{xx}$ 1.26 km²). Wyznaczone poligony to najczęściej miejsca krytyczne dla zachowania ciągłości między poszczególnymi płatami siedlisk oraz istotne z punktu widzenia minimalizowania wpływu antropopresji na funkcjonowanie gatunków pomiędzy obszarem Parku i otuliny. Określenie lokalnych – szczegółowych połączeń – warunkujących utrzymanie łączności pomiędzy poszczególnymi płatami siedlisk i utrzymanie ciągłości, zarówno w obrębie obszarów koncentracji i terytoriów zwierząt jak również pomiędzy nimi, jest działaniem niezbędnym dla efektywnej ochrony zwierząt terytorialnych w dłuższej perspektywie czasowej.

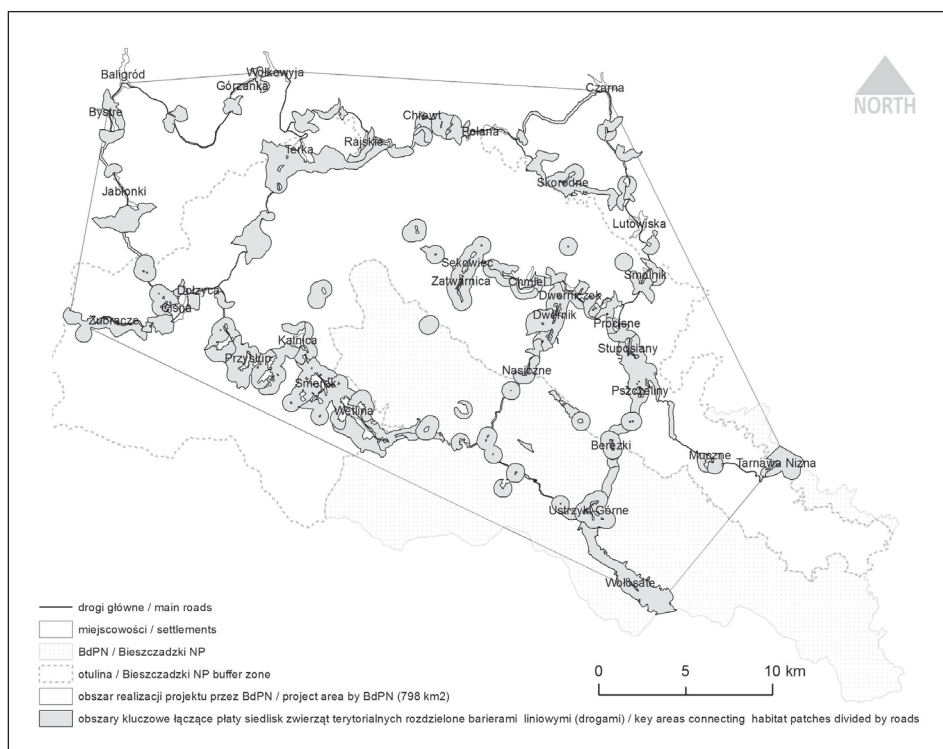


Ryc. 4. Stwierdzenia wilków przekraczających drogi (dane z inwentaryzacji w ramach projektu) w dolinach Wołosatki i Wołosatego (ciąg drogowy Wołosate – Ustrzyki Górne – Bereżki) na obszarze monitorowanej telemetrycznie watahy wilków z określonymi obszarami ich koncentracji.

Fig. 4. Wolves recorded as crossing the road in the valleys of Wołosatka and Wołosaty streams within the home range of GPS monitored wolf-pack.

Konkluzje

Przemieszczanie się zwierząt w obrębie zajmowanych arealów oraz migracje to niezwykle ważne zjawiska ekologiczne, warunkujące stabilne funkcjonowanie populacji. W skali lokalnej warunkują utrzymanie i efektywne wykorzystanie poszczególnych terytoriów osobniczych oraz są czynnikiem odpowiedzialnym za strukturę przestrzenną populacji. W szerszym spektrum funkcjonalna drożność korytarzy migracyjnych jest warunkiem genetycznej wymiany osobników oraz wystąpienia dyspersji zapobiegającej m.in. przegęszczeniu populacji. Ochrona szlaków migracji i obszarów łącznikowych, zapewniających spójność arealów, staje się w obecnych czasach bardzo trudna. Rozwój infrastruktury drogowej jest szczególnie niekorzystny dla fauny puszczańskiej,



Ryc. 5. Obszary kluczowe łączące płaty siedlisk zwierząt terytorialnych o wysokich wymaganiach siedliskowych na terenie BdPN i otuliny.

Fig. 5. Key areas connecting habitat patches suitable for territorial species with high environmental demands.

której siedliskami są duże i stosunkowo zwarte kompleksy leśne. Wzrost wpływu istniejących oraz tworzenie nowych barier antropogenicznych jest jedną z podstawowych przyczyn zmniejszenia bioróżnorodności poprzez fragmentację habitatów, a tym samym zniesienia wymiany genetycznej pomiędzy osobnikami w obrębie danych populacji.

Uzyskane w ramach projektu wyniki wyraźnie wykazały możliwość precyzyjnego wyznaczenia miejsc przekraczania barier antropogenicznych przez zwierzęta na dużym obszarze. Zastosowane jednocześnie proste, efektywne i tanie metody monitoringowe i inwentaryzacyjne wydają się dobrym narzędziem – nadającym się do implementacji dla innych obszarów przyrodniczo cennych. Wraz z wiedzą na temat wykorzystania przestrzeni przez dany gatunek pozwala to na identyfikację nawet niewielkich korytarzy lokalnych, np. wąskich, zwyczajowo wykorzystywanych przesmyków przez gatunki drapieżne. Wiele z takich ścieżek – obecnie wykorzystywanych w obrębie terytoriów osobniczych przez duże drapieżniki – w niedalekiej przyszłości może przestać spełniać swoje funk-

cje. Dzieje się tak przykładowo wzdłuż drogi nr 897 Wetlina–Cisna, która w wielu miejscach, jak wykazały wyniki projektu, była przekraczana przez zwierzęta wskaźnikowe. Jednak w związku z postępującą tam zabudową (mającą często charakter rekreacyjny) na rozległych obszarach miejscowości Wetlina, Smerek, Strzebowiska, Przysłop i Krzywe dochodzi do wyłączania z użytkowania poszczególnych obszarów dla zwierząt terytorialnych, żyjących pomiędzy obszarem Bieszczadzkiego Parku Narodowego a otuliną. Proponowane m.in. dla tego terenu obszary łącznikowe płatów siedlisk poszczególnych gatunków mogą przy ich ochronie (np. przed zabudową) w dłuższej perspektywie czasowej zagwarantować zachowanie łączności w obrębie terytoriów zwierząt, funkcjonujących pomiędzy pasmami granicznym i połonin. Innym przykładem jest odcinek drogi nr 897 pomiędzy Ustrzykami Górnymi–Wołosatem a granicą państwa (przełęcz Beskid). Okazał się on szczególnie istotny, wykazując jeden z najwyższych procentowy udział przekroczeń zwierzyny na terenie BdPN. Jakkolwiek odcinek ten nie jest obecnie bezpośrednio zagrożony zabudową ciągłą – to zwiększenie przepustowości drogi (w związku z np. budową przejścia granicznego Wołosate–Łubnia, którego plany ciągle powracają w różnego rodzaju dyskusjach) spowodowałoby trwałe i nieodwracalne przepełnienie obszaru występowania najcenniejszych walorów faunistycznych BdPN i rozcięcie arealów: watahy wilczej, gawrującego niedźwiedzia, terytorium rysia oraz żbika (Pirga i in. dane monitoringowe z lat 2006–2016; publikowane na stronie www.bdpn.pl w dziale „nauka”; „monitoring fauny”). Ponieważ nie jest możliwe wyznaczenie korytarzy uwzględniających potrzeby wszystkich gatunków, to większość wyznaczanych korytarzy oparta jest na potrzebach wybranych gatunków wskaźnikowych o szczególnie dużych wymaganiach siedliskowych (tzw. umbrella species; key species) – w tym wypadku wilków. Odcinek Ustrzyki Górne–Wołosate szczególnie często przekraczany był przez ten gatunek oraz zwierzęta stanowiące jego bazę pokarmową, głównie jelenie i dziki. Jednocześnie obszar sąsiadujący z tą drogą po stronie ukraińskiej penetrowany był przez wilki z tej samej grupy rodzinnej, co podnosi znaczenie lokalnego korytarza i potwierdza jego wykorzystanie w skali migracji międzynarodowych.

Użycie kamer automatycznie rejestrujących obraz pozwoliło na weryfikację czy typowany odcinek korytarza jest rzeczywiście użytkowany (tzw. korytarz funkcjonalny), czy też potencjalnie może być wykorzystany w przyszłości jako alternatywna droga migracji w razie zablokowania korytarza funkcjonalnego, np. w skutek zagęszczenia zabudowy czy też wzrostu ruchu pojazdów na drodze. W skali lokalnej udało się zidentyfikować szczególnie ważne odcinki dróg, których ochrona przed postępującą zabudową czy też rozbudową sieci komunikacyjnej jest zadaniem priorytetowym. Zebrane dane pozwoliły również określić odcinki dróg sporadycznie przekraczane bądź nieprzekraczalne dla gatunków uwzględnionych w projekcie. Odcinki dróg wyłączone z użytkowania przez

zwierzęta, to np. odcinki ciągłej zabudowy z oświetleniem ulicznym – stanowiące bezwzględna barierę dla zwierząt. Skutki fragmentacji siedlisk dla gatunków można osłabić, zachowując istniejące szlaki migracji lub odtwarzając połączenia między poszczególnymi płacami siedlisk, zasiedlanymi przez te gatunki. W tym wypadku ochrona kompleksów leśnych bądź obszarów otwartych w bezpośrednim sąsiedztwie dróg lub nasadzenia w pobliżu pasa drogowego mogą przyczynić się do włączenia danego obszaru do funkcjonalnego korytarza migracyjnego. Rezultaty projektu wskazują wyraźnie, że zwarte kompleksy Bieszczadzkiego Parku Narodowego, gdzie nie istnieją bariery utrudniające przemieszczanie się zwierząt, są podzielone głównie infrastrukturą drogową w różnym stopniu wpływającą na spójność ekologiczną obszaru. Sytuacja wygląda inaczej w otulinie Parku gdzie zabudowa rozproszona często wchodzi w głąb dolin i rozrasta się wzdłuż dróg. Nowe domy oraz inwestycje komercyjne i związana z nimi emisja zagrożeń powodują zmniejszenie lub zamknięcie drożności korytarza. Działalność człowieka na tych obszarach może powodować:

- a) zaburzenie struktury populacji oraz liczebności terytorialnych zwierząt drapieżnych;
- b) zmiany w rozmieszczeniu przestrzennym arealów / ograniczenie dostępu do ich części;
- c) zaburzenie behawioru związanego z rozrodem;
- d) ograniczenie dostępności naturalnej bazy żerowej;
- e) nasilenie zjawiska synantropizacji – szczególnie w przypadku niedźwiedzi (w tym ryzyka ataków na człowieka przez matki prowadzące młode);
- f) wzrost znaczenia emisji wszelkich innych działań człowieka (penetracja ludzi, śmieci, hałas, rozbudowa infrastruktury, itd.) w bezpośredniej bliskości parku narodowego.

Dzięki zebraniu podstawowych informacji w czasie prac terenowych uzyskano dane odnośnie miejsc szczególnie istotnych dla zachowania łączności siedlisk zwierząt, poprzedzielanych istniejącymi utwardzonymi drogami głównymi o różnym natężeniu ruchu. Jest to podstawa dla planistów – mogących wykorzystać narzędzie dla podejmowania właściwych decyzji o lokalizacji inwestycji przy minimalizacji strat środowiskowych. Uzyskane wyniki dają również możliwość zaangażowania społeczności lokalnych w negocjacje na temat ochrony obszarów kluczowych / korytarzy migracyjnych w obliczu szybkiego wzrostu czynników antropogenicznych destabilizujących funkcjonowanie populacji zwierząt rzadkich w Bieszczadach.

Należy pamiętać, że wyniki prezentowane w niniejszym artykule dotyczą stosunkowo niewielkiego obszaru w odniesieniu do całości projektu. Obszar ten jest jednak bardzo ważnym rezerwuarem zwierząt drapieżnych i kopytnych, które mogą migrować do innych części kraju. Zarówno dane dotyczące Bieszczadzkie-

go Parku Narodowego jak i pozostałych jednostek administracyjnych biorących udział w pracach terenowych są podstawą do stworzenia mapy korytarzy migracyjnych dużych ssaków w południowej części województwa podkarpackiego. Mapa ta, dostępna w formie elektronicznej i papierowej, będzie udostępniona wszystkim jednostkom odpowiedzialnym za planowanie rozwoju przestrzennego regionu. W efekcie, zgodnie z założeniami projektu, planowanie nowych dróg czy też wyznaczanie obszarów pod zabudowę i inwestycje będzie uwzględniało przebiegi korytarzy migracyjnych zwierząt, co pozwoli na ich skuteczną ochronę.

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.
- Andrzejewski R. 1999. Korytarze Przyrody. *Puszcza Kampinoska* nr 2(22).
- Bashta A., Kruhlov I., Korzhyk V., Tatush S., Bilokon M., Shkitak M., Movchan I., Catanoiu S., Perzanowski K., Davids L., Bakker P. 2010. Creation of ecological corridors in Ukraine. F. Deodatus, L. Protsenko (eds). State Agency for Protected Areas of the Ministry of Environmental Protection of Ukraine, Altenburg & Wymenga Ecological Consultants, Interecocoentre Kyiv, 144 pp.
- 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.
- Diamond J.M. 1975. The island dilemma: Lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. *Biological Conservation*. Volume 7, Issue 2: 129–146.
- European Environment Agency. 2010. Assessing biodiversity in Europe – the 2010 report. Copenhagen. EEA.
- Forman R.T.T., Bissonette J., Clevenger A., Cutshall C., Dale V., Fahrig L., Goldman C., Heanue K., Jones J., Sperling D., Swanson F., Turrentine T., Winter T. 2002. Road ecology: Science and solutions. Island Press, Washington, D.C.
- Gacka-Grzeškiewicz E., Chabros J., Zarska B. 1995. Projekt krajowych korytarzy ekologicznych wyznaczonych w oparciu o układ sieci wodnej. Instytut Ochrony Środowiska. Warszawa.
- 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.
- Kondracki J. 1998. Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa, ss. 441.
- Kozłowski S. 1980. Ochrona krajobrazu. LOP. Warszawa.
- Kuemmerle T., Radeloff V. C., Perzanowski K., Kozlo P., Sipko T., Khoyetsky P., Bashta A.-T., Chikurova E., Parnikoza I., Baskin L., Angelstam P., Waller D.M. 2011. Predicting potential European bison habitat across its former range. *Ecological Applications* 21,3: 830–843.
- 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 J. 1993. Korytarz ekologiczny: przegląd problematyki. *Człowiek i środowisko* 17(4): 299–312.
- Perzanowski K. 2012. Korytarze ekologiczne dla dużych ssaków w Karpatach. *Roczniki Bieszczadzkie* 20:123–133.
- Perzanowski K., Pędziwiatr K., Konieczna P., Kędziora A., Śmiełowski J. 2015. „Raport projektu KIK 53 ‘Ochrona ostoi karpackiej fauny puszczańskiej – korytarze migracyjne’”. Instytut Środowiska Rolniczego i Leśnego Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu.
- Phillips A. 2002. Management Guidelines for IUCN Category V Protected Areas Protected Landscapes/Seascapes. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN.
- Pirga B. 2009. Inwentaryzacja zwierząt kopytnych na terenie Bieszczadzkiego Parku Narodowego i otuliny w oparciu o metodę rejestracji skupisk odchodów na transektach w sezonie 2009. Raport techniczny. http://www.bdpn.pl/dokumenty/nauka/2009/inwentaryzacja_kopytne_2009.pdf
- Pirga B. 2011. Inwentaryzacja zwierząt kopytnych na terenie Bieszczadzkiego Parku Narodowego w oparciu o metodę rejestracji skupisk odchodów na transektach w sezonie 2011. Raport techniczny. http://www.bdpn.pl/dokumenty/nauka/2011/inwentaryzacja_kopytne_2011.pdf
- Pirga B. 2013. Raport techniczny dotyczący liczebności i rozmieszczenia żubrów ze stad zachodzących / bytujących na obszarze BdPN w obwodach ochronnych Suche Rzeki i Osada (sezon wegetacyjny 2013). https://www.bdpn.pl/dokumenty/nauka/2013/2013-10-15_raport%20zubry_suche%20rzeki_osada.pdf
- Pirga B. 2014. Monitoring zwierząt drapieżnych zachodzących na obszar Bieszczadzkiego Parku Narodowego w sezonach 2012/2013 oraz 2013/2014. Raport techniczny. https://www.bdpn.pl/dokumenty/nauka/2014/2014_monitoring%20drapie%C5%BCnik%C3%B3w.pdf?v=2
- Pirga B. 2016. „Żbik z ciemnej doliny” Materiał multimedialny. https://www.bdpn.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=1753&Itemid=133
- Sawyer H., Kauffman M.J., Nielson R.M., Horne J.S. 2009. Identifying and prioritizing ungulate migration routes for landscape-level conservation. *Ecological Applications*. Volume 19, Issue 8: 2016–2025.
- Samojlik T. (red.) 2005. Ochrona i łowy. Puszcza Białowieska w czasach królewskich. Zakład Badania Ssaków PAN. Białowieża.
- Theuerkauf J., Gula R., Pirga B., Tsunoda H., Eggermann J., Brzezowska B., Rouys S., Radler S. 2007. Human impact on wolf activity in Bieszczady Mountains, SE Poland. *Ann. Zool. Fennici* 44: 225–231.
- Wilson E.O., Willis E.O. 1975. Applied biogeography. Ecology and evolution of communities. Belknap Press, 522–534.
- Winnicki T., Zemanek B. 2005. Przyroda Bieszczadzkiego Parku Narodowego. Wyd. Bieszczadzkiego Parku Narodowego, Ustrzyki Dolne.
- Wojciechowski K. 2002. Klasyfikacja i znaczenie korytarzy ekologicznych. W: Kozłowski S., Kuśmierczyk J. (red) Bug rzeka, która łączy. Ekologiczny klub UNESCO. Pracownia na rzecz bioróżnorodności; Piaski.

Summary

The purpose of this article is to present the results of research conducted in the Bieszczady National Park and its buffer zone within the KIK53 project entitled "Protection of Carpathian fauna – migration corridors". Project aimed at identifying migration corridors of regional, national and international importance suitable for species such as bear, wolf, lynx and large ungulates. Field work has been performed in the Bieszczady NP, and its buffer zone, on the surface of 798 km². In this area, 20 main, public sections of paved roads were inventoried with overall length of 202.271 km. Particular roads were categorized in terms of habitat along the road as well as the possibility of crossing a section by territorial animals with high habitat requirements. Open and semi-open areas along the road accounted for 59% (119.042 km) and forested areas for 41% (82.229 km). On the basis of the presence of anthropogenic barriers roads were categorized as follows: 1) continuous with the adjacent buildings (24%); 2) scattered buildings (16%); 3) with street lighting (16%); 4) other barriers (5%). In order to identify existing migration corridors the actions were carried out including: 1) winter tracking along main public roads – this activity was carried out twice during every winter day after a snowfall; 2) setting 18 to 20 trail cameras (Reconyx PC900 Hyperfire) along the chosen section of the road for recording of animals crossings; 3) long-distance winter tracking in order to record number of individuals, habitat preferences, spatial distribution of the species, use of public roads. Project results clearly demonstrated the ability to accurately determine the places where animals were able to cross anthropogenic barriers over a large area. Applied at the same time simple, efficient and cheap methods of monitoring demonstrated to be a good tool, suitable for the implementation in other valuable natural areas. Using trail cameras, recording the good image of animal, made it possible to verify whether particular section of corridor is actually used (functional corridor) or potentially can be used in the future as an alternative route of migration in the event of blockage of the functional corridor (eg. as a result of increasing traffic). On a local scale project allowed to identify particularly important road sections, where protection against increasing scattered settlements or expansion of the communications network is a priority. The collected data allowed to identify road sections occasionally crossed or impassable for species included in the project. Sections of roads impassable for the animals include sections of continuous street lighting – an absolute barrier for the animals. Results clearly showed that the dense complexes of the Bieszczady National Park, where there are no barriers for movement of animals are divided mainly by road infrastructure influencing to varying degree the ecological coherence of the area. The situation is different in the buffer zone of the Park where the scattered settlements expands into the valleys and along the roads. New homes and commercial investments create threats to the existing ecological corridors. Data from the Bieszczady National Park and other administrative units involved in the project is the basis for the creation of map of migration corridors for large mammals in the southern part of the Podkarpackie region. This map, will be available in electronic and paper form to all institutions responsible for planning of the spatial development of the region.