

# Na skrzyżowaniu. Zwierzęta, drogi i my

Z pewnym niedowierzaniem przyjmujemy informacje o grupach zapaleńców przenoszących płazy w wiaderkach z jednej strony jezdni na drugą. Ma to zapobiegać ich śmierci pod kołami samochodów w czasie wiosennych i późnoletnich migracji. Co innego, gdy potrącimy sarnę czy jelenia na drodze. Może to skutkować okaleczeniem albo śmiercią zwierzęcia, a także uszkodzeniem samochodu. Sporadycznie zdarzają się potrącenia łosi i żubrów... Drogi zwierząt i samochodów krzyżują się, każdy chce się przemieszczać w swoim kierunku i dotrzeć do celu. Bywa jednak, że ich spotkanie kończy się śmiercią – najczęściej zwierzęcia.

Pogłębiający się problem fragmentacji środowiska spowodowany rozwojem infrastruktury komunikacyjno-transportowej zmusza do zastanowienia się nad jej wpływem na przyrodę. Co robić? Od pewnego czasu znana jest koncepcja tworzenia korytarzy ekologicznych. Migrujące zwierzęta wykorzystują tereny leśne, bagienne i zakrzaczone, unikając rozległych pól uprawnych, terenów zurbanizowanych i obszarów o dużej aktywności ludzi. Poszukują optymalnych dla życia środowisk łączących większe kompleksy leśne, które zwane są korytarzami ekologicznymi (korytarzami migracyjnymi). Korzystając z narzędzi GIS, można odnaleźć takie obszary, a także zlokalizować miejsca kolizji korytarza ekologicznego z drogą czy linią kolejową. W miejscach takich konfliktów wytycza się zielone przejścia dla zwierząt (ang. *green bridge*), które coraz częściej, czasem niezauważone, mijamy na polskich drogach.

## Trup ściele się gęsto

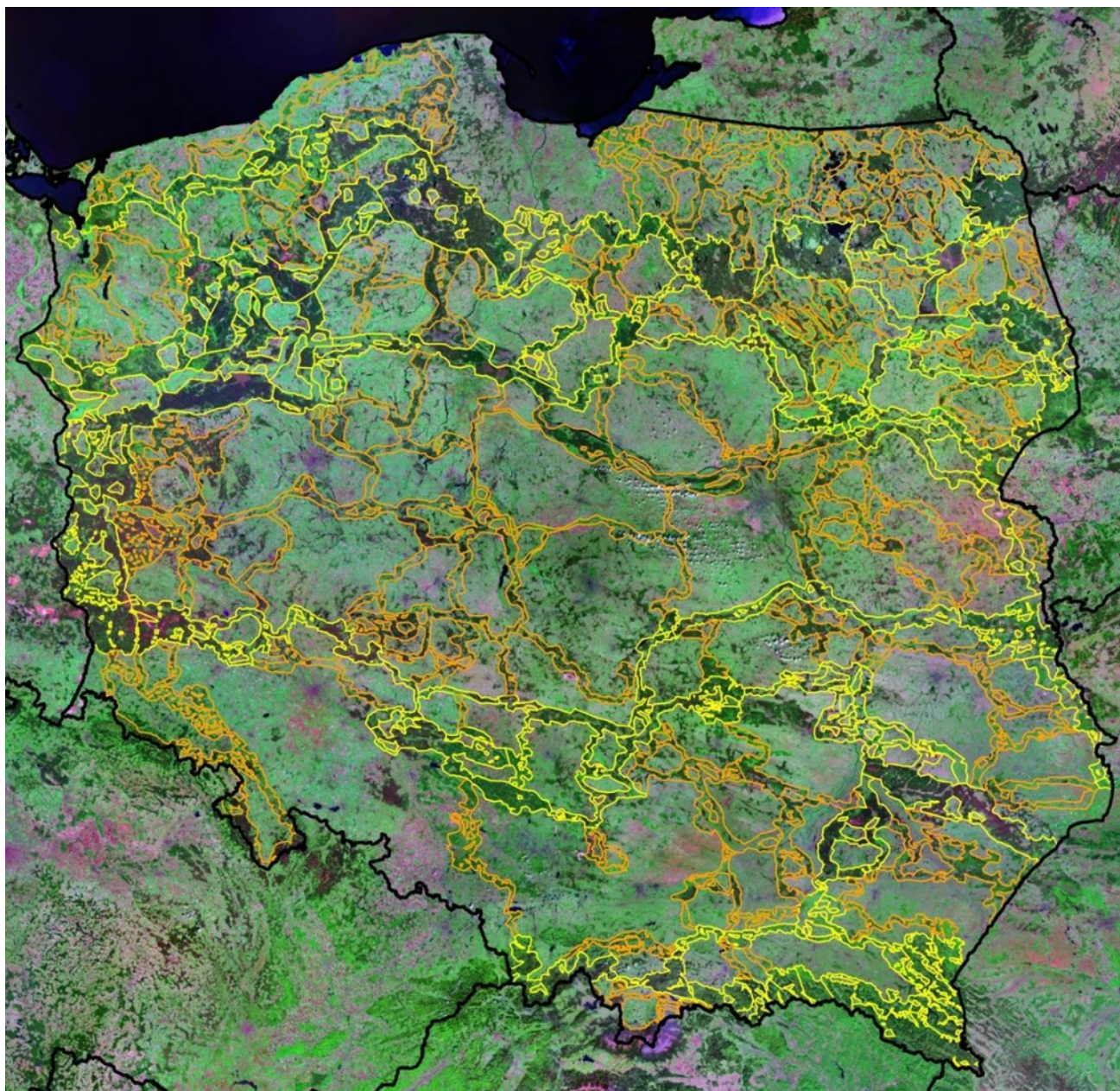
Zarówno płazy (żaby trawne, moczarowe, ropuchy szare), średniej wielkości ssaki leśne i polno-leśne, takie jak: jeże, kuny, borsuki, łasice, zające i lisy, oraz duże ssaki (sarny,

jelenie, dziki, rzadziej łośie, wilki i rysie) giną na drogach każdego roku, co istotnie wpływa na poziom lokalnej bioróżnorodności. Do kolizji dochodzi również z nietoperzami i ptakami. Dane, np. ze Szwajcarii, pokazują, że aż 40 proc. całkowitej śmiertelności dla czterech gatunków ptaków (puszczyk, pustułka, myszołów i płomykówka) jest powodowane przez samochody. Statystyki wskazują, że w Polsce ponad 40 proc. dróg wojewódzkich, 70 proc. dróg krajowych i mniej więcej połowa międzynarodowych stanowi śmiertelną pułapkę dla zwierząt usiłujących przez nie przechodzić.

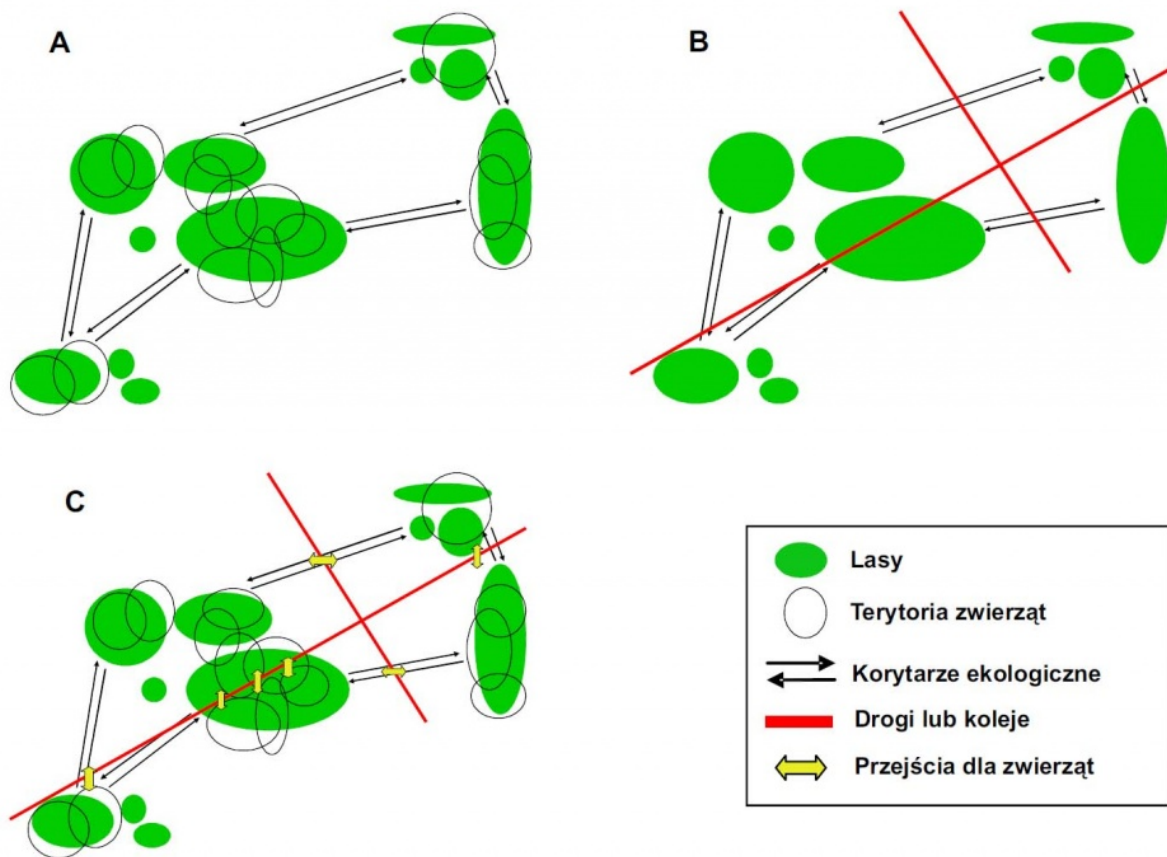
Nie ma możliwości zatrzymania rozbudowy infrastruktury komunikacyjnej w Polsce. Zmiany są potrzebne. Rozbudowa istniejących dróg, projektowanie nowych dróg ekspresowych i autostrad oraz modernizacja kolei mają doprowadzić do sprawnej i efektywnej komunikacji i transportu. Ilość tranzytu, jaki mógłby być realizowany przez koleje, zmniejszając ruch na drogach, stanowi odrębne zagadnienie. Istotne jest także zaprojektowanie przebiegu szlaków komunikacyjnych, aby wywierać możliwie najmniejszy wpływ na środowisko naturalne. Rozbudowa liniowych ciągów komunikacyjnych uniemożliwia lub utrudnia przemieszczanie się wielu gatunkom roślin i zwierząt. To tzw. efekt bariery ekologicznej, który prowadzi do bardzo poważnych konsekwencji: fragmentacji i izolacji zbiorowisk roślinnych oraz populacji zwierząt, ograniczenia możliwości przemieszczania się i żerowania zwierząt w obrębie ich terytoriów, ograniczenia migracji dalekiego zasięgu, ograniczenia przepływu genów i obniżenia zmienności genetycznej w ramach populacji. W efekcie może to prowadzić do wymierania lokalnych populacji i obniżenia bioróżnorodności obszarów przeciętych drogami. Choć to bardzo czarna wizja skutków niekontrolowanej rozbudowy infrastruktury komunikacyjnej, musimy mieć świadomość, że stopniowo i niepostrzeżenie prowadzi ona do nieodwracalnych zmian w środowisku.

## **Korytarze ekologiczne w Polsce**

W 2005 roku grupa prof. Włodzimierza Jędrzejewskiego z Zakładu Badania Ssaków PAN we współpracy ze Stowarzyszeniem dla Natury „Wilk” przygotowała projekt korytarzy ekologicznych łączących obszary europejskiej sieci Natura 2000 w Polsce. Projekt wykonano na zlecenie ministerstwa środowiska w ramach programu Phare PL0105.02 „Wdrażanie Europejskiej Sieci Ekologicznej na terenie Polski”. Jego celem było wytypowanie obszarów zapewniających łączność ekologiczną i równocześnie przeciwdziałających izolacji terenów przyrodniczo cennych w Polsce i w skali międzynarodowej. Głównym zadaniem tak utworzonej sieci miało być umożliwienie przemieszczania się zwierząt, koegzystencji roślin oraz przepływu genów przez terytorium całego kraju i pomiędzy poszczególnymi obszarami (Natura 2000, parki narodowe i krajobrazowe, rezerваты przyrody i duże kompleksy leśne). Wyznaczono ciągłą sieć obejmującą zarówno wszystkie ważne obszary przyrodnicze (obszary węzłowe), jak i pasma łączące te obszary, tworząc całość ekologiczną – sieć korytarzy ekologicznych. Miała ona jednak charakter ogólny, a dalsze jej uszczegóławianie i uzupełnianie przeprowadzono w każdym województwie. Przy ustalaniu przebiegu korytarzy ekologicznych uwzględniono też wcześniejsze projekty (np. ECONET-PL).



Rys. 1. Korytarze ekologiczne w Polsce. W wyznaczonej sieci korytarzy największą powierzchnię stanowią lasy – ok. 55 proc., natomiast łąki, pastwiska i uprawy rolne zajmują ok. 42 proc. Pozostałe 2,5 proc. to wody i mokradła, a 0,5 proc. – tereny zabudowane. Wyróżniono siedem korytarzy głównych, z których każdy łączy tereny położone na przeciwległych granicach kraju. Nazwano je korytarzami międzynarodowymi (kolor żółty). Pozostałe korytarze, łączące obszary położone wewnątrz kraju z korytarzami głównymi oraz zapewniające opcjonalność dróg migracji, nazwano korytarzami krajowym (kolor pomarańczowy). (Źródło: Ochrona łączności ekologicznej w Polsce. Materiały konferencji międzynarodowej. Wdrażanie koncepcji korytarzy ekologicznych w Polsce, 2009).



Jeżeli środowisko naturalne ulega fragmentacji, populacje zwierząt podlegają podziałowi i tworzą się lokalne subpopulacje zamieszkujące dogodne płaty środowiska, oddzielone niekorzystnymi fragmentami. Gdy subpopulacje mogą kontaktować się ze sobą, tworzą metapopulacje. Wiele gatunków istnieje teraz w takiej formie. (A) Schemat funkcjonowania metapopulacji. Zielone pola oznaczają płaty dostępnego środowiska, okręgi i elipsy – terytoria zwierząt, strzałki – połączenia ekologiczne umożliwiające przepływ osobników i genów. (B) Zakłócenie metapopulacji przez nowo powstające szlaki komunikacyjne. Naruszone mogą być niektóre płaty środowiska (przez co stają się nieprzydatne dla zwierząt), a także połączenia między płatami (cała metapopulacja przestaje prawidłowo funkcjonować). (C) Wybudowanie przejść dla zwierząt przywraca w pewnym stopniu łączność wewnątrz płatów środowiska i między nimi. (Źródło: Zwierzęta a drogi. Metody ograniczania negatywnego oddziaływania dróg na populacje

dzikich zwierząt, 2008.)

## **Jak stworzyć korytarze ekologiczne?**

Wyznaczając przebieg korytarzy, zespół prof. Włodzimierza Jędrzejewskiego skorzystał z analiz potencjalnych szlaków migracji gatunków wskaźnikowych (głównie wilka, a częściowo także rysia, łosia i jelenia) oraz z dostępnych wyników badań genetycznych wilka. Uwzględnił również lokalizację szlaków migracji wilka i rysia zrekonstruowanych na podstawie udokumentowanych przebiegów rekolonizacji dzisiejszego obszaru Polski po kilkukrotnym wytępieniu tych gatunków w XIX i XX wieku. Wyznaczając sieć korytarzy, zespół oparł się przede wszystkim na analizach środowiskowych, wykorzystując oprogramowanie GIS, i kierował się ciągłością obszarów o wyższym stopniu naturalności (przede wszystkim lesistości) i mniejszej gęstości zabudowy. W miarę możliwości do sieci korytarzy włączono doliny rzeczne, o ile nie była w nich zlokalizowana zwarta zabudowa miejska.

Od 2005 roku, w którym w ramach programu Phare opracowano korytarze ekologiczne dla Polski, minęło już trochę czasu, co pozwoliło na dopracowanie metodyki ich tworzenia. Stworzono również odrębne rozszerzenia i nakładki w oprogramowaniu GIS, przeznaczone specjalnie do projektowania korytarzy ekologicznych.

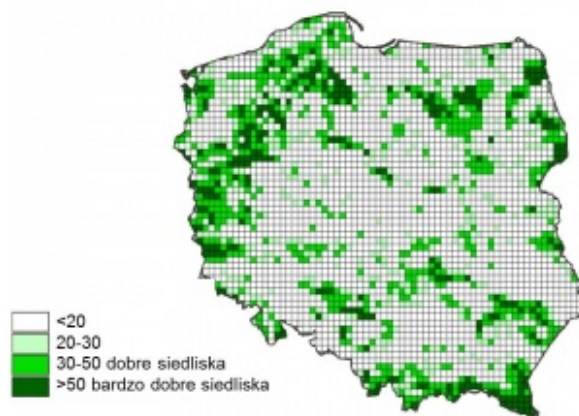
Pierwszym etapem prac związanych z tworzeniem korytarzy ekologicznych jest wytypowanie gatunku wskaźnikowego, który charakteryzuje się wąskim zakresem tolerancji ekologicznej i tym samym ma najwyższe wymagania środowiskowe. Oznacza to również, że na obszarze występowania tego gatunku obecne będą inne zwierzęta o szerszym zakresie tolerancji ekologicznej. Dobre gatunki wskaźnikowe to również takie, które przemieszczają się na duże odległości i których obecność można łatwo stwierdzić. Należą do nich np.: wilk, ryś, łos, jelen, wydra i bóbr. Wyznaczone dla nich korytarze mogą zapewnić sprzyjające warunki środowiskowe dla większości gatunków

lądowych i wodno-lądowych.

Następnie należy zebrać jak najwięcej informacji dotyczących występowania danego gatunku i jego ekologii. Inwentaryzacja gatunku opiera się na poszukiwaniu i archiwizowaniu informacji w kategoriach: obserwacje, liczba młodych, występowanie nor, legowisk, tropy na śniegu i błocie itd. Informacje te przechowuje się jako dane punktowe. Kolejnym bardzo ważnym krokiem w opracowywaniu korytarzy ekologicznych jest wybór typów informacji o środowisku do określenia wybiórczości środowiskowej. Na podstawie danych o występowaniu gatunku wyznaczane są najbardziej preferowane przez przedstawicieli tego gatunku:

- typy środowisk z użyciem danych o pokryciu terenu (np. Corine Land Cover),
- zagęszczenie dróg,
- stopień zabudowy,
- zagęszczenie populacji ludzkiej,
- wysokość nad poziomem morza,
- nachylenie stoku.

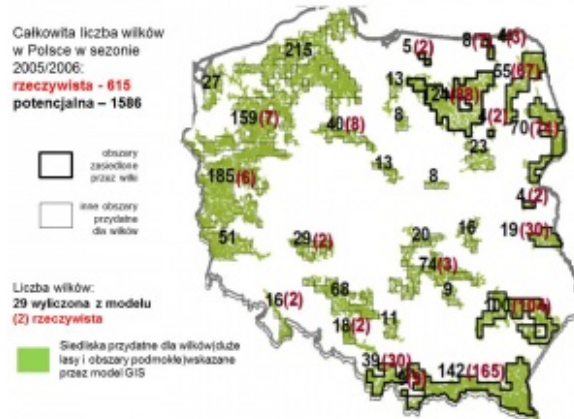
Liczba czynników branych pod uwagę różni się w zależności od gatunku i rodzaju środowiska, w jakim on występuje.



Rys. 2. Model wybiórczości środowiskowej wilka w Polsce (W. Jędrzejewski, B. Zawadzka, T. Borowik i in.,

2009).

Następnie na podstawie modelu wybiórczości środowiskowej wskazuje się obszary potencjalnego występowania gatunku wskaźnikowego, gdzie z jakiegoś powodu nie jest on obecny.



Rys. 3. Obszary rzeczywistego i potencjalnego występowania wilków w Polsce (wskazane przez model GIS) oraz rzeczywiste i potencjalne liczebności wilka w poszczególnych obszarach (W. Jędrzejewski, B. Zawadzka, T. Borowik i in., 2009).

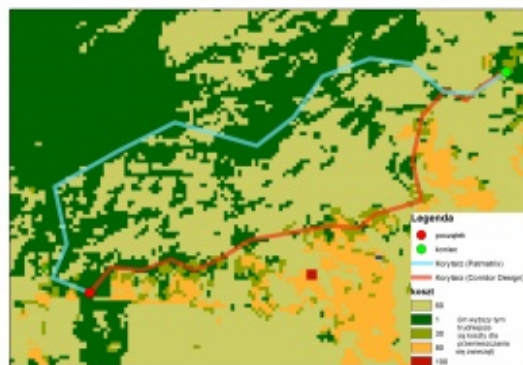
Przechodzimy do finalnego momentu wyznaczenia korytarzy ekologicznych pomiędzy istniejącymi a potencjalnymi obszarami występowania gatunku wskaźnikowego. Do utworzenia korytarza można posłużyć się narzędziami takimi jak:

- Corridor Function – Spatial Analyst dla ArcGIS 9.x Esri,
- Corridor Design Toolbox dla ArcGIS 9.x, 10.x – narzędzie stworzone przez Northern Arizona University, School of Forestry Majka, D., Jenness J., and Beier. P. (2007),
- Pathmatrix LCP dla ArcView 3.x Ray N. (2005),



- Genetic Landscapes GIS Toolbox: Tools to create genetic divergence and diversity landscapes in ArcGIS.

Do określenia wybiórczości środowiskowej każdemu z wcześniej wybranych czynników środowiskowych nadaje się rangę w zależności od jego ważności. Ranga wyliczana jest z modeli statystycznych. Każde z narzędzi do tworzenia korytarzy ekologicznych w pewnym momencie wykorzystuje algorytm Dijkstry, który służy do znajdowania najkrótszej ścieżki z pojedynczego źródła w grafie. Korytarze utworzone z użyciem różnych narzędzi mogą się od siebie różnić. Ostatnim etapem jest podział wyznaczonej sieci ekologicznej na obszary węzłowe, korytarze główne i uzupełniające.



Rys. 4. Porównanie wyników użycia dwóch różnych narzędzi GIS do utworzenia korytarzy ekologicznych Pathmatrix i Corridor design.

## Spotkanie na przejściu

Grodzenie dróg jest najbardziej skutecznym sposobem zmniejszania liczby kolizji ze zwierzętami, jednak drastycznie ogranicza ich przemieszczanie się. Do sprawdzonych sposobów przywracania łączności pomiędzy płacami środowiska rozdzielonymi drogą (która jest ogrodzona) należy budowa odpowiednich przejść dla zwierząt. Uwzględnienie przejścia na

etapie projektowania jest znacznie tańsze dla inwestora niż dobudowywanie go później. Nie sztuka wybudować betonowy most w przypadkowym miejscu, z którego najczęściej będą korzystać np. grzybiarze. Trzeba stworzyć taką konstrukcję, która będzie służyć zwierzętom. Niezwykle ważna jest odpowiednia lokalizacja przejścia (największe ich zagęszczenie powinno występować w obrębie korytarzy ekologicznych). Wyboru lokalizacji dokonuje się wstępnie w oprogramowaniu GIS, wskazując miejsce przecięcia drogi/torów z wyznaczonym korytarzem ekologicznym. Następnym krokiem jest wizja lokalna i dopasowanie rodzaju przejścia do sytuacji krajobrazowej i ekologicznej oraz gatunków zwierząt, jakim przejście ma służyć. Zagospodarować trzeba nie tylko samo przejście (odpowiedni skład gatunkowy roślin, właściwe zagęszczenie itd..). Należy też zapewnić dojścia do przejścia. Przejścia nie wystarczy tylko zbudować, trzeba je stale monitorować i chronić. Budowanie przejść dla zwierząt jest utrudnione przez dość skomplikowane i raczkujące w tej dziedzinie prawo. Szczęście w nieszczęściu, zidentyfikowanie sieci korytarzy ekologicznych zbiegło się w czasie z projektowaniem większości odcinków dróg szybkiego ruchu, dlatego naukowcy mogli zidentyfikować newralgiczne miejsca, w których powinny powstać przejścia dla zwierząt.



Istnieje wiele rodzajów przejść dla zwierząt. Ich odpowiedni dobór stanowi o sukcesie lub porażce przyjętego rozwiązania.

- Przejścia nad drogą: przejścia górne („zielone mosty”) – fot.1., przejścia nad tunelami (w górach).
- Przejścia pod drogą: pod estakadą, mostem poszerzonym – fot.3., przepusty poszerzone, inne przejścia dolne (tunele) – fot.2., przejścia dla płazów – fot.4.
- Przejścia po powierzchni drogi specjalnie oznakowane i oświetlone przez słupki z odblaskiem. Źródło: Jędrzejewski W., Nowak S., Kurek R., Myszałajek R.W., Stachura K., Zawadzka B. Zwierzęta a drogi. Metody ograniczania negatywnego

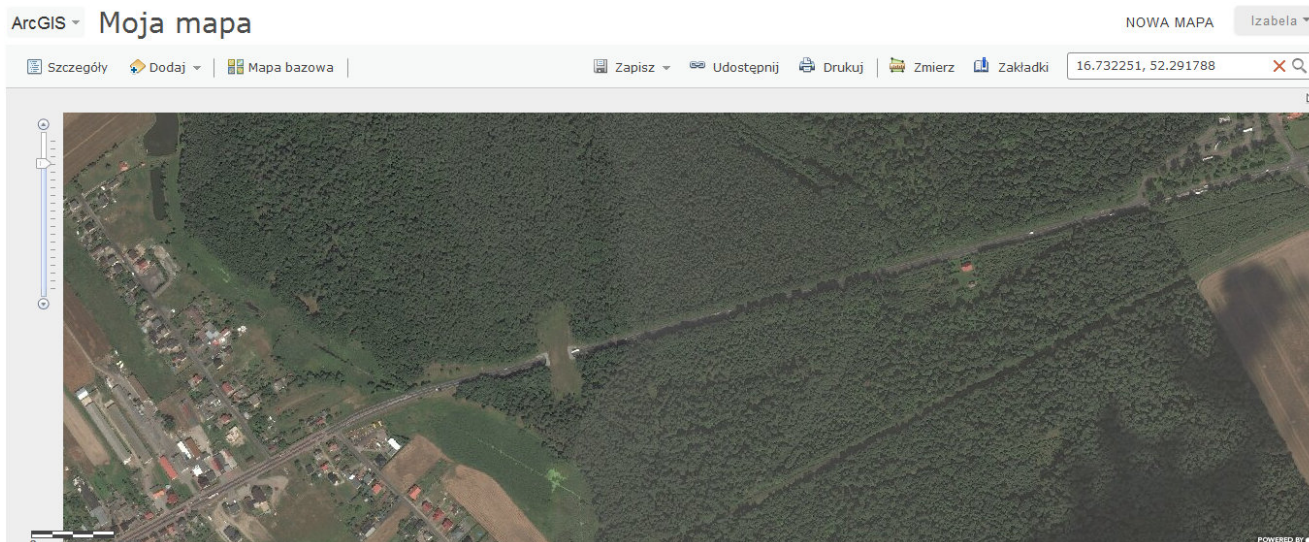
oddziaływania dróg na populacje dzikich zwierząt, wyd. II, Zakład Badania Ssaków Polskiej Akademii Nauk, Białowieża 2006.

### **Czy to działa?**

Gdy już wykona się całą pracę związaną z opracowaniem korytarzy ekologicznych i doprowadzi do powstania przejść dla zwierząt, po często burzliwych negocjacjach z inwestorami, rodzi się pytanie: czy to działa? Czy cała idea korytarzy ekologicznych, od samego zarania, przez jej przelanie na papier, wzory, modele sprawdzi się w rzeczywistości i będą korzystać z niej zwierzęta? Na to pytanie nie można odpowiedzieć od razu. Zwierzętom trzeba dać możliwość przyzwyczajenia się do nowych warunków i konstrukcji, których wcześniej nie było. Monitoruje się niektóre przejścia dla zwierząt, obserwuje się tropy lub zakłada automatyczne kamery, tzw. fotopułapki, które rejestrują przemieszczające się zwierzęta. Dobry przykład stanowi poprawnie skonstruowane przejście dla zwierząt typu most krajobrazowy w Wielkopolskim Parku Narodowym na drodze E261 koło Dębienka. Można na nim zaobserwować wilki, jelenie, sarny, dziki, borsuki czy jenoty przekraczające przejście ( ).

Innych dowodów na funkcjonowanie korytarzy ekologicznych i przejść dla zwierząt dostarczają badania nad populacją wilka w Polsce prowadzone przez Stowarzyszenie dla Natury „Wilk”. Okazuje się, że najbardziej przydają się dwa korytarze północny i centralno-północny, które łączą największe puszcze północno-wschodniej Polski z Borami Tucholskimi, Puszcą Bydgoską, Lasami Wałeckimi i Puszcą Notecką.

Widać więc, że sieć korytarzy ekologicznych działa i można pogodzić potrzeby zwierząt z rozwojem infrastruktury drogowej. Kluczem jest zidentyfikowanie problemu na czas.



Rys. 5. Zdjęcie satelitarne przejścia dla zwierząt.

---

## Literatura

– Jędrzejewski W., Nowak S., Kurek R., Mysłajek R.W., Stachura K., Zawadzka B., *Zwierzęta a drogi. Metody ograniczania negatywnego oddziaływania dróg na populacje dzikich zwierząt*, wyd. II, Zakład Badania Ssaków Polskiej Akademii Nauk, Białowieża 2006.

– Jędrzejewski W., Ławeszczuk D., *Ochrona łączności ekologicznej w Polsce*

*Materiały konferencji międzynarodowej. Wdrażanie koncepcji korytarzy ekologicznych w Polsce,*

Zakład Badania Ssaków Polskiej Akademii Nauk, Białowieża 2009.

– Jędrzejewski W., Jędrzejewska B., Zawadzka B., Borowik T., Nowak S., Mysłajek R.W., *Habitat suitability model for Polish wolves based on long-term national census. Animal Conservation* 11: 377-390, 2008.