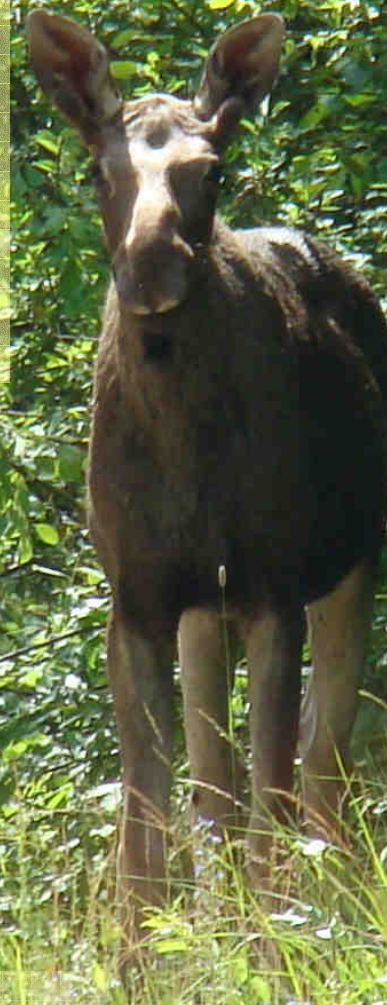


**Wpływ inwestycji transportowych
na populacje zwierząt
oraz metody ograniczania
negatywnego oddziaływania dróg
na przyrodę**

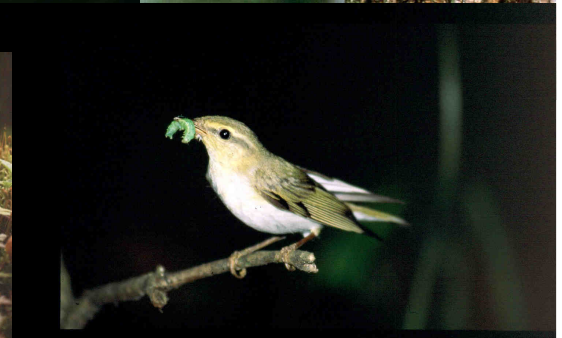
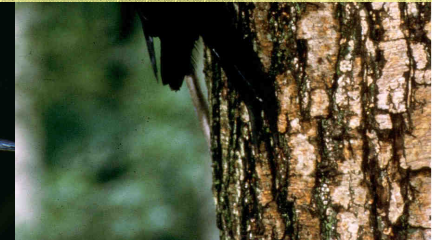
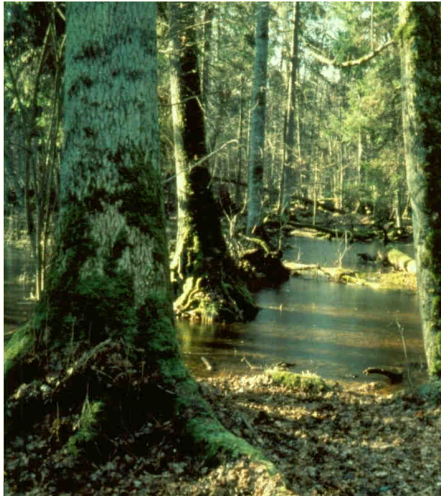


**Włodzimierz Jędrzejewski,
Zakład Badania Ssaków PAN, Białowieża**

**Polska jest krajem o wyjątkowo wysokiej w skali Europy
bioróżnorodności.**

Jest ona wynikiem:

- (1) obecności wielu dobrze zachowanych środowisk
(np. Puszcza Białowieska);**
- (2) aktywnych działań na rzecz ochrony przyrody;**
- (3) słabo dotychczas rozwiniętej infrastruktury;**
- (4) położenia biogeograficznego Polski.**





Wpływ rozbudowy sieci transportowej na populacje zwierząt

- 1. Niszczenie środowisk przyrodniczych;**
- 2. Powodowanie zwiększonej śmiertelności zwierząt
(wypadki na drogach);**
- 3. Fragmentacja środowisk;**
- 4. Utrudnianie migracji oraz izolacja populacji zwierząt.**

Budowa dróg wiąże się z utratą pewnej części środowisk przyrodniczych

Niekiedy na zniszczenie narażone są bardzo cenne, unikatowe siedliska i obszary przyrodnicze



Dolina Rospudy



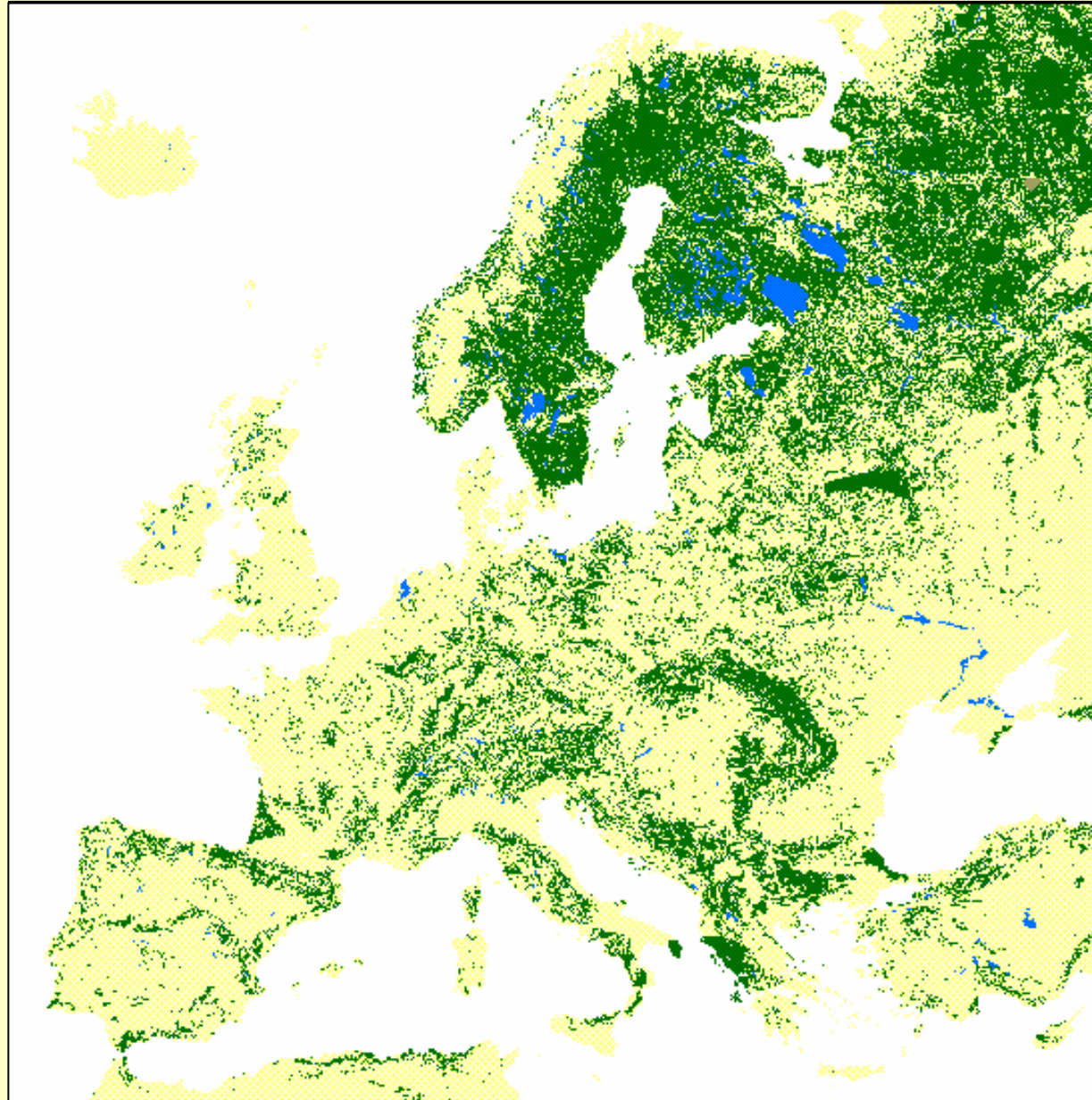
Wpływ dróg na zwierzęta: śmiertelność na drogach



**Liczba zwierząt kilku pospolitych gatunków ssaków
ginących rocznie w wypadkach na drogach w wybranych krajach Europy**

Gatunek	Kraj i rok		
	Austria 1997/98	Szwajcaria 1998	Niemcy Badenia-Wirtembergia 2000/01
Sarna	34 706	8 776	14 906
Jeleń	428	430	15
Daniel	–	–	26
Dzik	112	–	1 282
Borsuk	741	–	1 615
Kuny leśna i domowa	842	–	488
Łasica	303	–	53
Lis	1 552	–	3 901
Zając	36 243	–	2 333

Fragmentacja siedlisk



Rozbudowa sieci transportowej może znacznie przyczynić się do pogłębienia fragmentacji i izolacji siedlisk i populacji zwierząt



Fragmentacja i izolacja siedlisk

– główne zagrożenie dla trwałości populacji zwierząt w Polsce i na świecie.

**Izolowane populacje zwierząt liczące
poniżej 500 osobników
mają znikome szanse przetrwania**

W małych izolowanych populacjach:

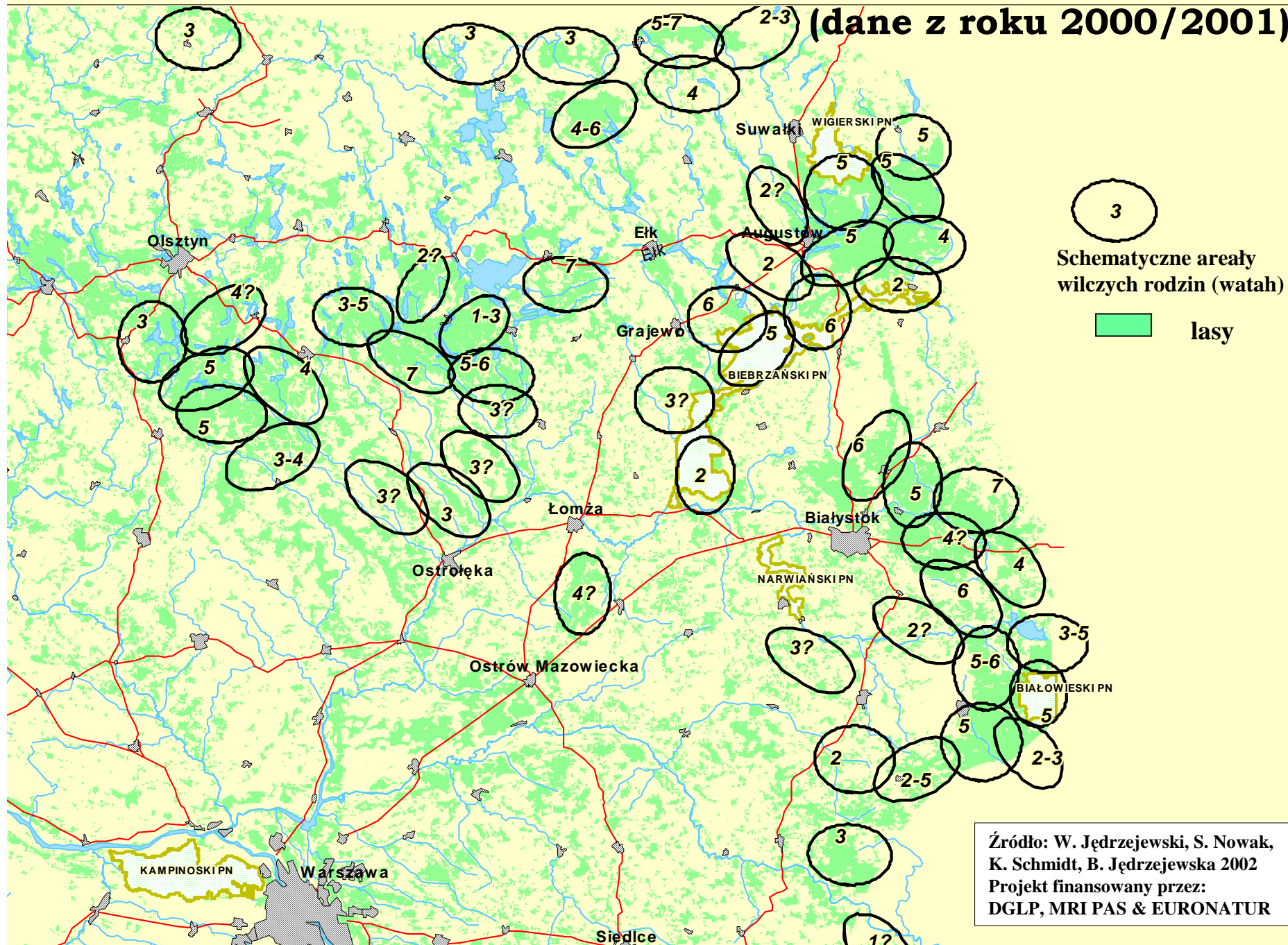
- Większe oddziaływanie czynników losowych (nawet krótkotrwały wzrost śmiertelności może prowadzić do wyginięcia populacji);**
- Dryft genetyczny prowadzi do spadku zmienności genetycznej i obniżenia odporności i żywotności osobników i populacji.**

Fragmentacja siedlisk jest szczególnie groźna dla populacji dużych zwierząt

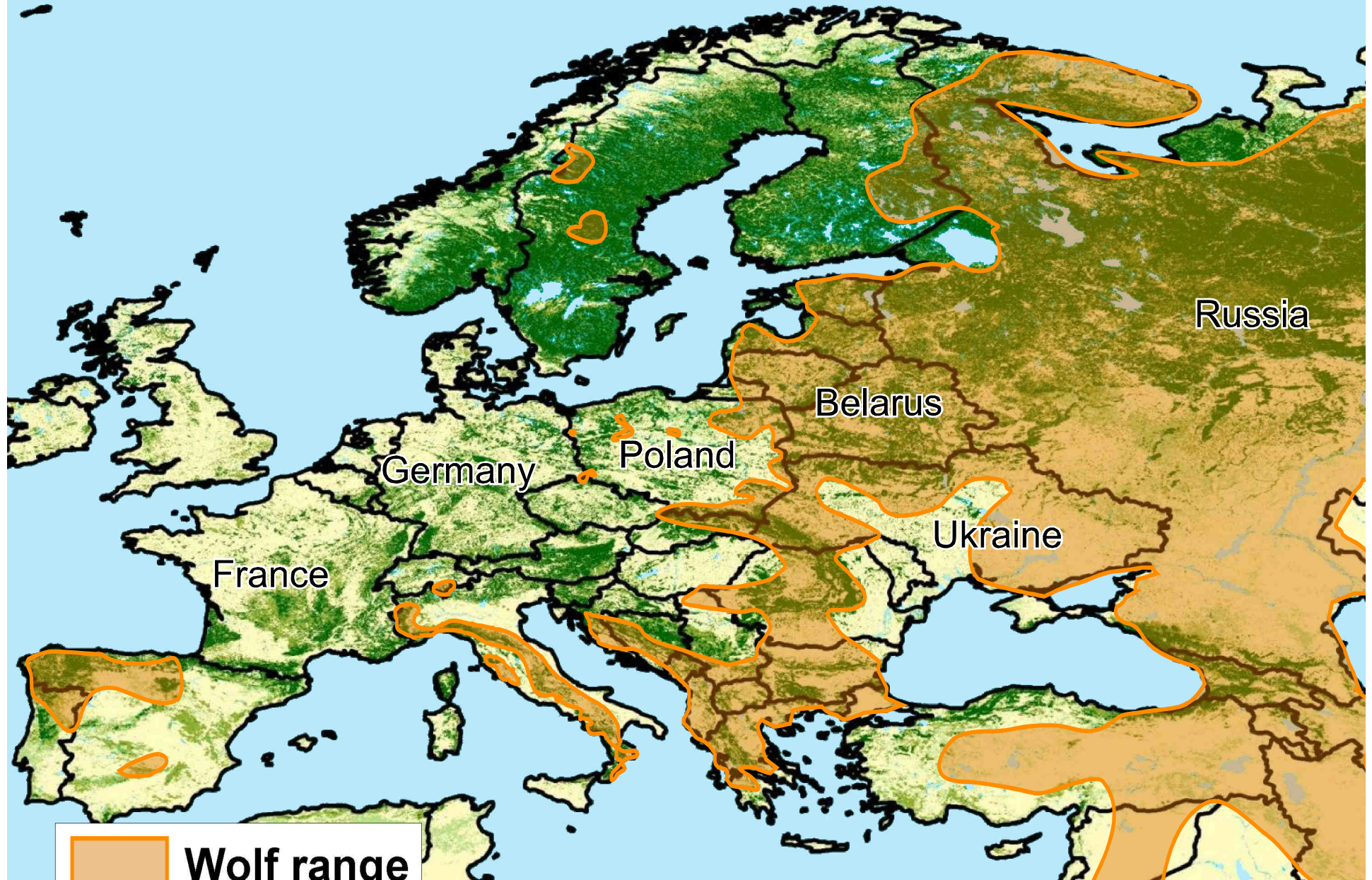


Fragmentacja populacji wilka w Polsce Północno-Wschodniej

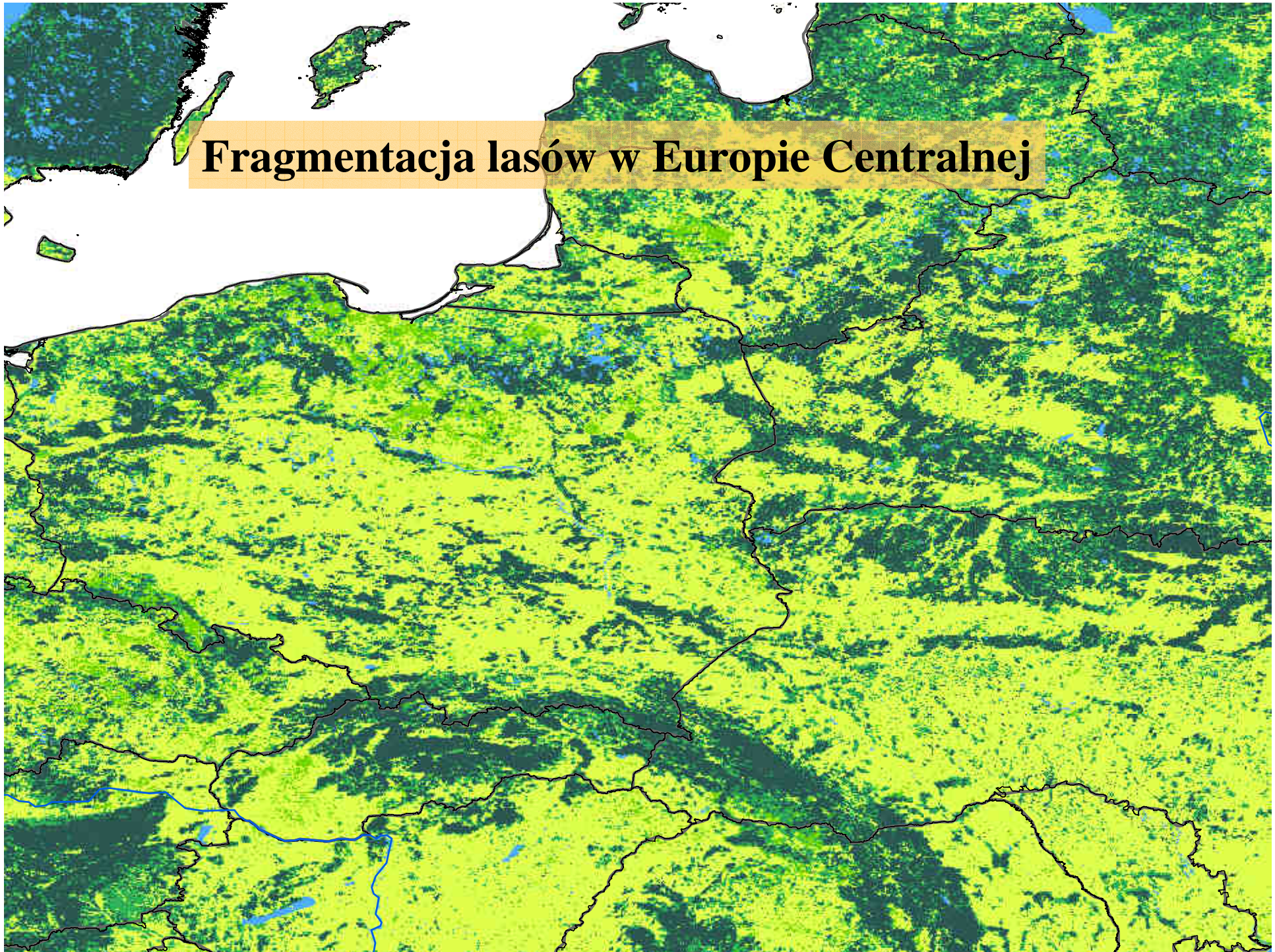
(dane z roku 2000/2001)



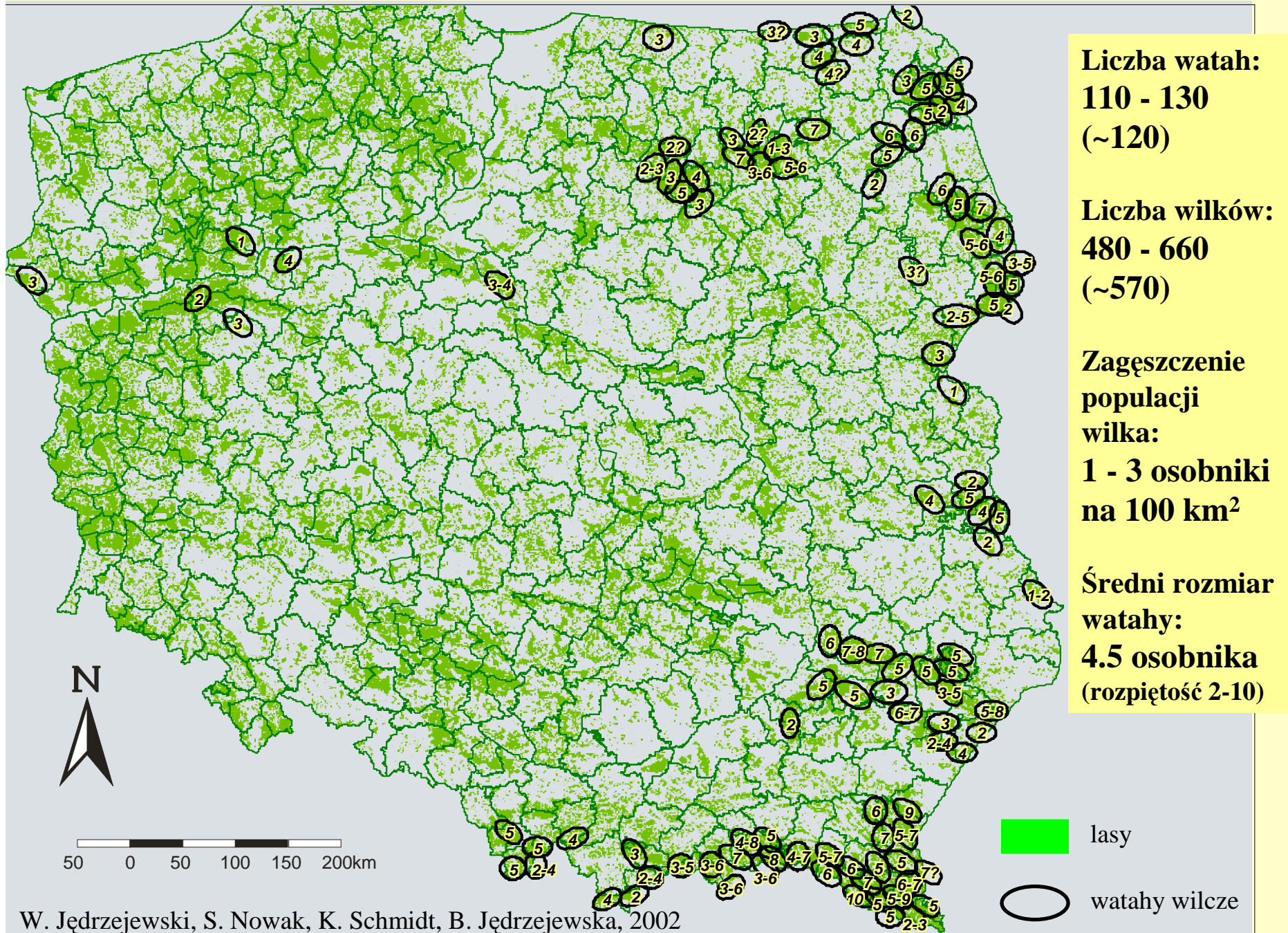
Geograficzny zasięg populacji wilka w Europie



Fragmentacja lasów w Europie Centralnej



Rozmieszczenie populacji wilków w Polsce w sezonie zimowym 2000/2001



Sposoby minimalizowania konfliktów pomiędzy ochroną przyrody a inwestycjami liniowymi

- **Unikanie konfliktów ze środowiskiem przyrodniczym przy projektowaniu lokalizacji dróg;**
- **Ogrodzenia ochronne – ograniczanie śmiertelności (tylko razem z przejściami dla zwierząt);**
- **Budowa przejść dla zwierząt (właściwa lokalizacja, odpowiednie zagęszczenie, odpowiednie parametry);**
- **Inne (dodatkowe) rozwiązania techniczne (ograniczenia prędkości, aktywne systemy ostrzegawcze, reflektory olśnieniowe;**
- **Zmiany prawne.**

Lokalizacja dróg – planowanie przestrzenne

Stopień konfliktowości odcinków drogi „Via Baltica” z obszarami chronionymi i przyrodniczo cennymi

$\sum (\text{DOCH}_i * \text{ROCH}_i)$, gdzie:

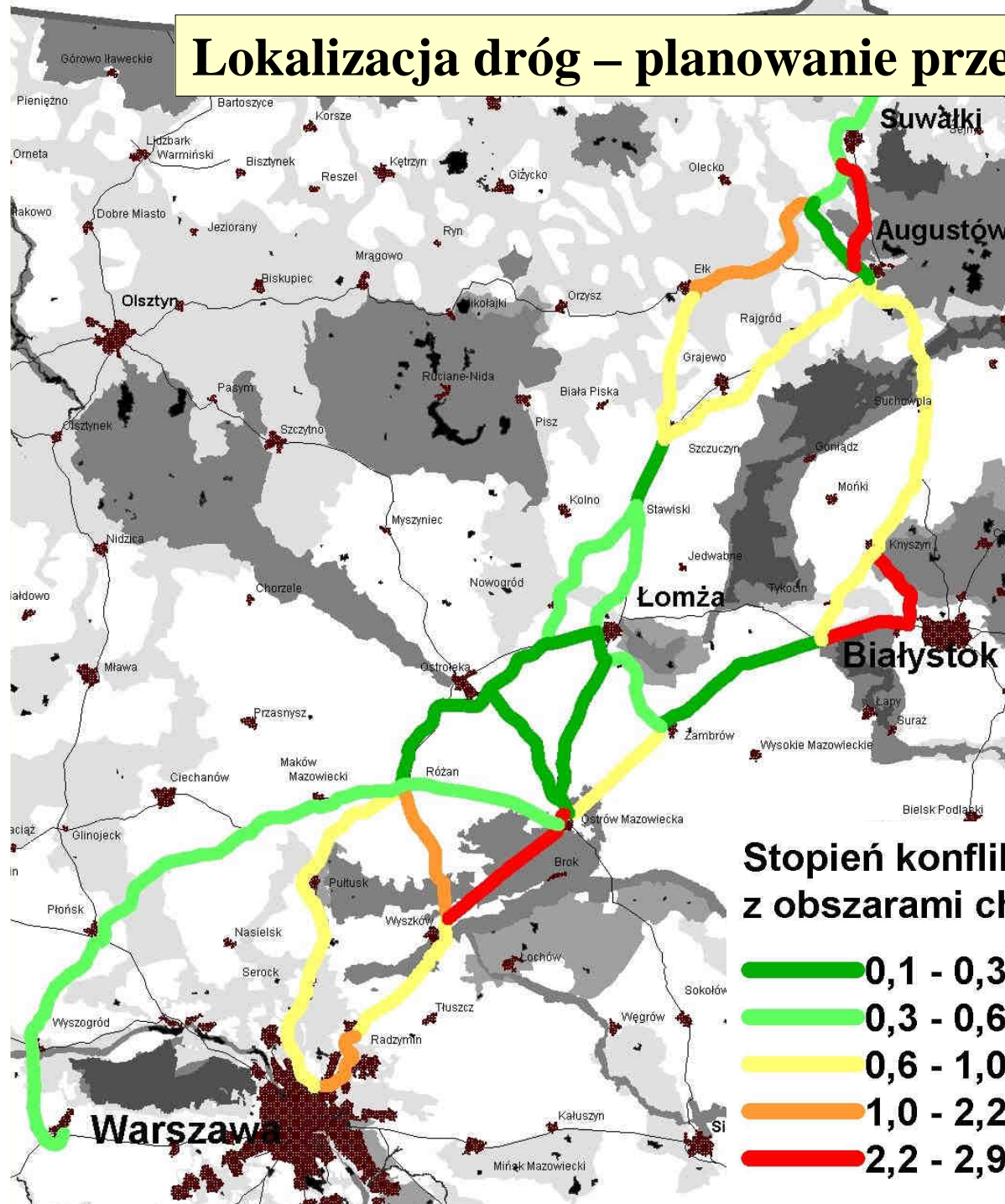
DOCH_i – długość odcinka drogi przecinającego obszar chroniony

ROCH_i - ranga obszaru chronionego.

Rangi obszarów chronionych i przyrodniczo cennych

Lp.	Kategoria obszaru chronionego	Ranga (R_{OCH})
1	Parki narodowe	5
2	Otuliny parków narodowych	2,5
3	Obszary Natura 2000: Dyrektywa Siedliskowa	4
4	Obszary Natura 2000: Dyrektywa Ptasia	4
5	Parki krajobrazowe	3
6	Otuliny parków krajobrazowych	1,5
7	Obszary chronionego krajobrazu	2
8	Obszary leśne	1
9	Doliny rzeczne (bufor 0,5 km od cieku)	1

Lokalizacja dróg – planowanie przestrzenne



Stopień konfliktowości odcinków trasy „Via Baltica” z obszarami chronionymi i przyrodniczo cennymi

Stopień konfliktowości odcinka z obszarami chronionymi na 1 km drogi



Stopień konfliktowości odcinków drogi „Via Baltica” z siedliskami cennych gatunków ssaków i płazów

$$\sum (DG-i * RG-i) \text{ (i = od 1 do 32)}$$

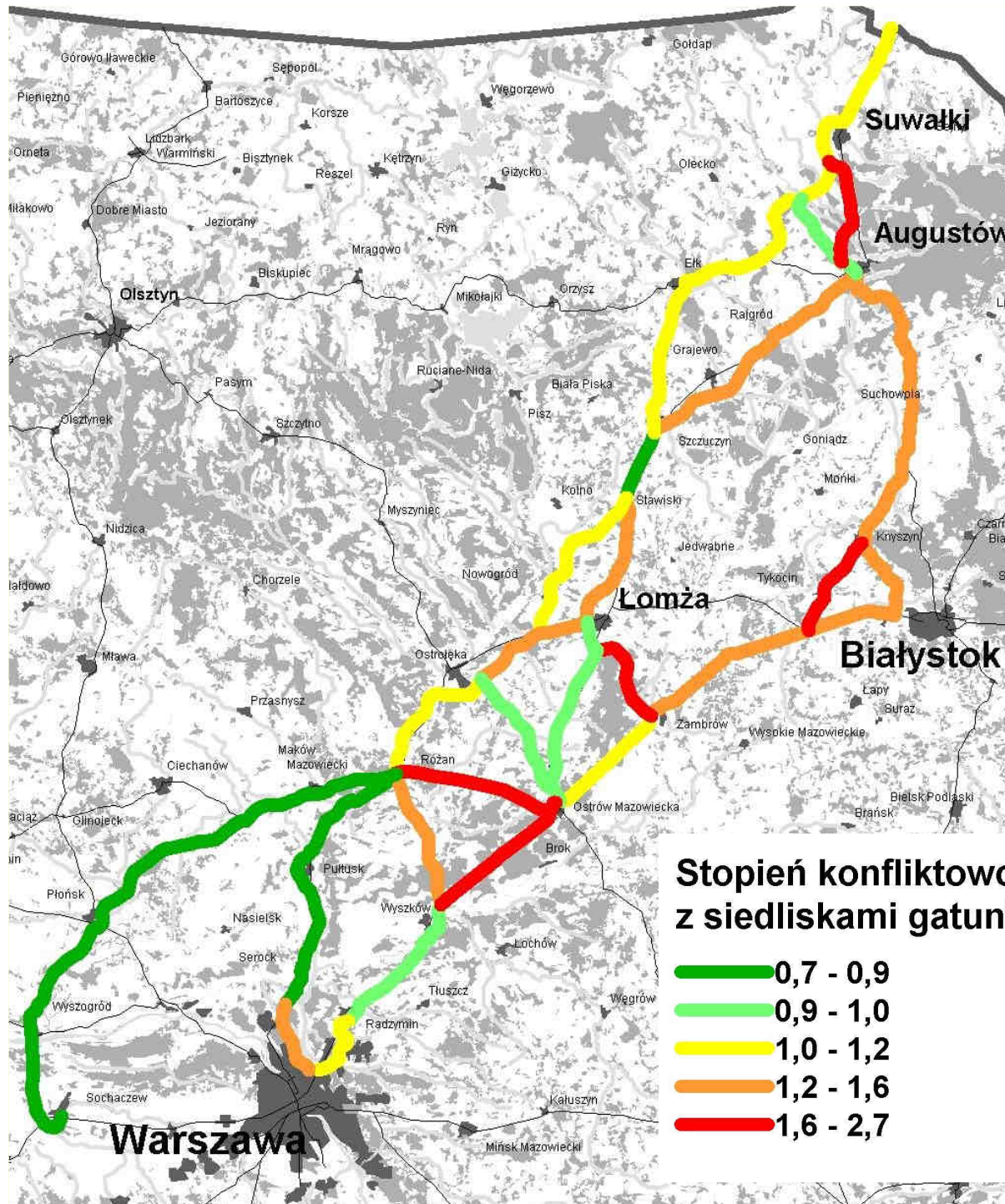
gdzie:

DG – sumaryczna długość przeciętych siedlisk poszczególnych gatunków na danym odcinku

RG – rangi wskaźnikowych gatunków ssaków i płazów

Rangi wybranych wskaźnikowych gatunków ssaków i płazów przyjęte do obliczeń

Lp.	Gatunek	Ranga (R_G)
1	Wilk (<i>Canis lupus</i>)	5
2	Ryś (<i>Lynx lynx</i>)	5
3	Nocek łydkowłosy (<i>Myotis dasycneme</i>)	5
4	Wydra (<i>Lutra lutra</i>)	4
5	Popielica (<i>Glis glis</i>)	4
6	Bóbr (<i>Castor fiber</i>)	4
8	Mopek (<i>Barbastella barbastellus</i>)	4
9	Gronostaj (<i>Mustela erminea</i>)	3



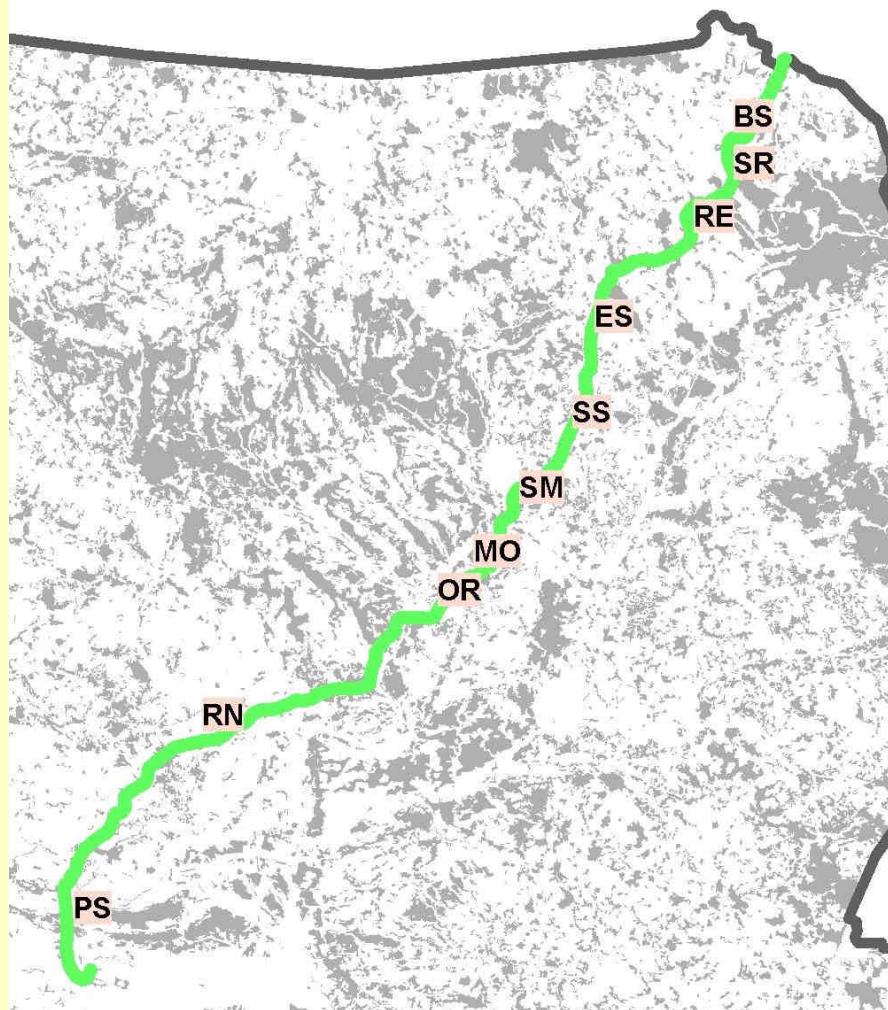
Stopień konfliktowości odcinków trasy „Via Baltica” z siedliskami cennych gatunków ssaków i płazów

Stopień konfliktowości odcinków z siedliskami gatunków na 1 km drogi

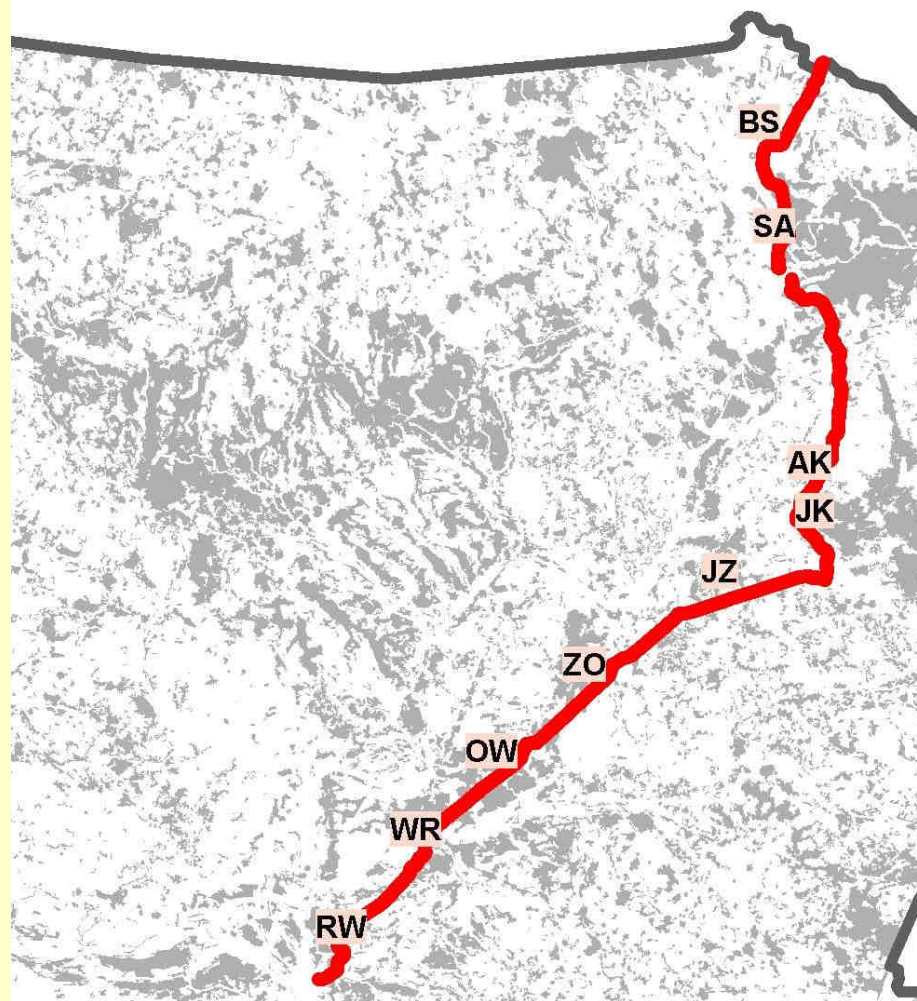
- █ 0,7 - 0,9
- █ 0,9 - 1,0
- █ 1,0 - 1,2
- █ 1,2 - 1,6
- █ 1,6 - 2,7

Warianty drogi „Via Baltica” o najmniejszym i największym stopniu konfliktowości

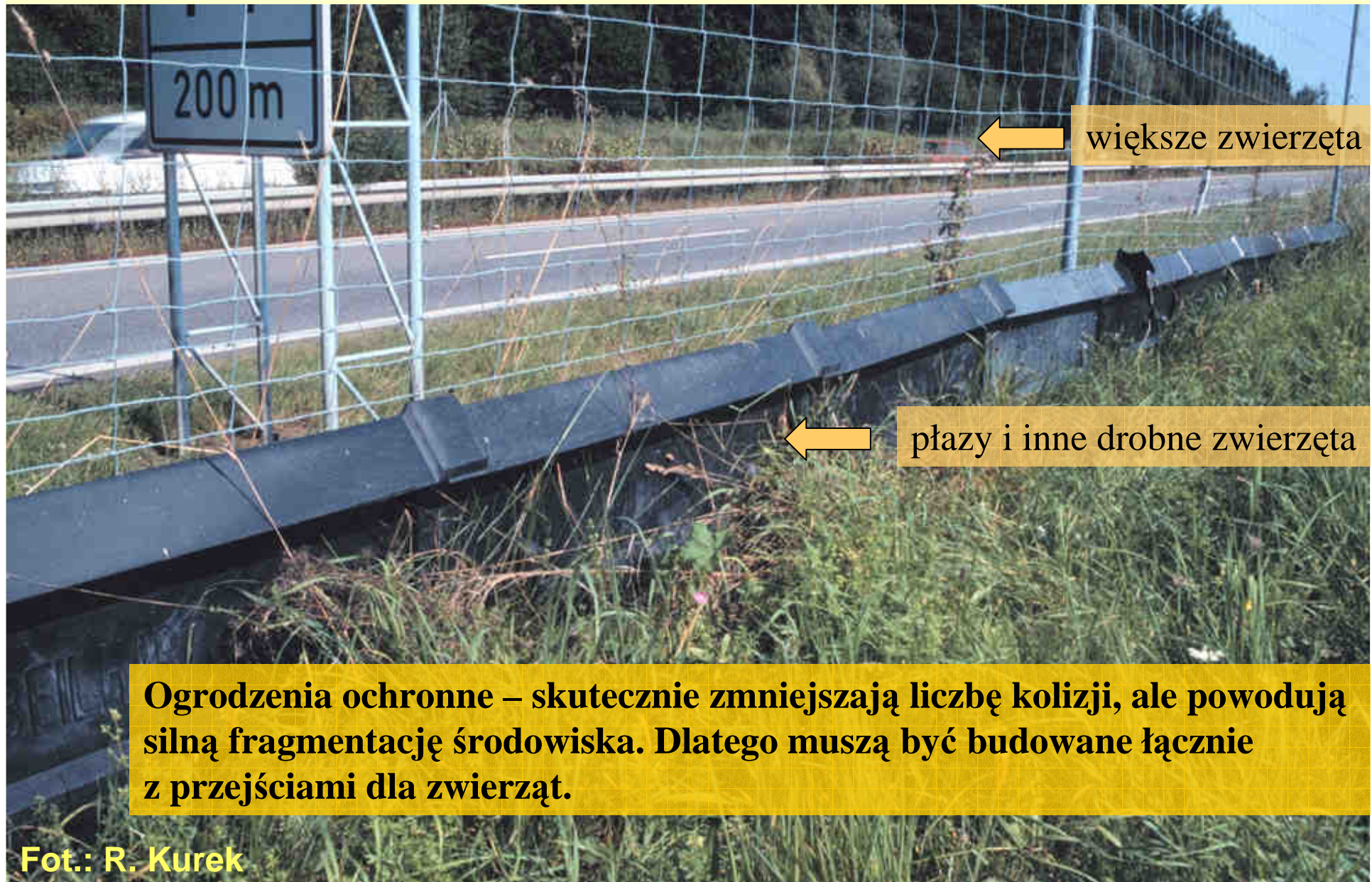
Sumaryczny stopień konfliktowości: 270



Sumaryczny stopień konfliktowości: 411

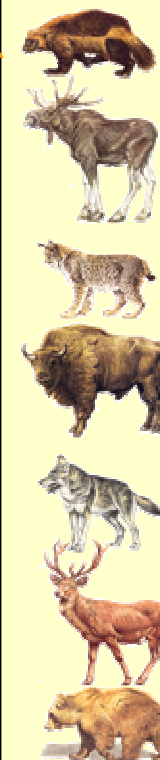
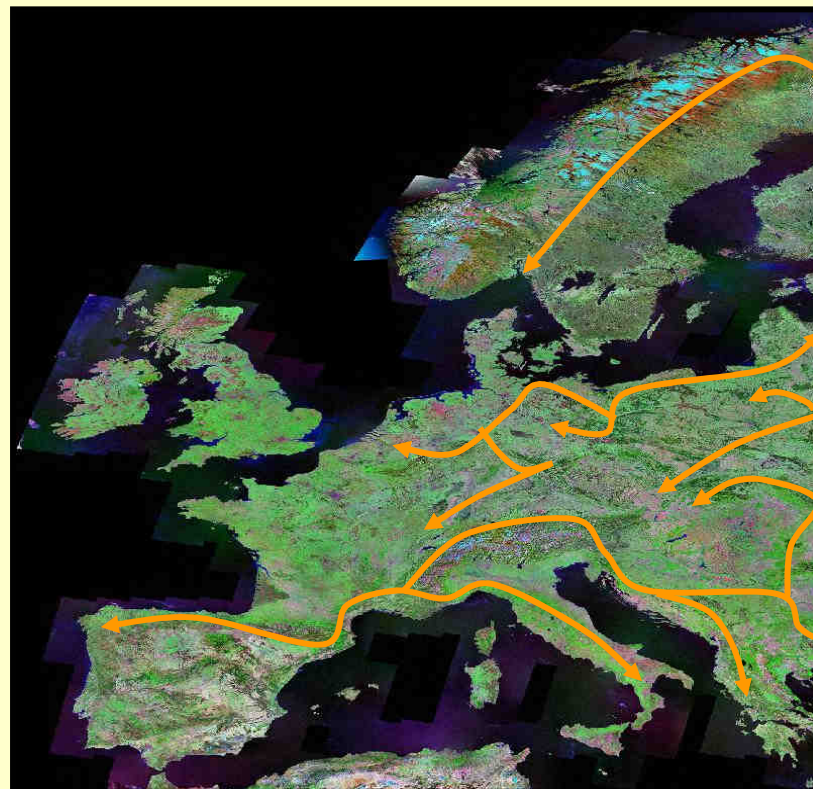
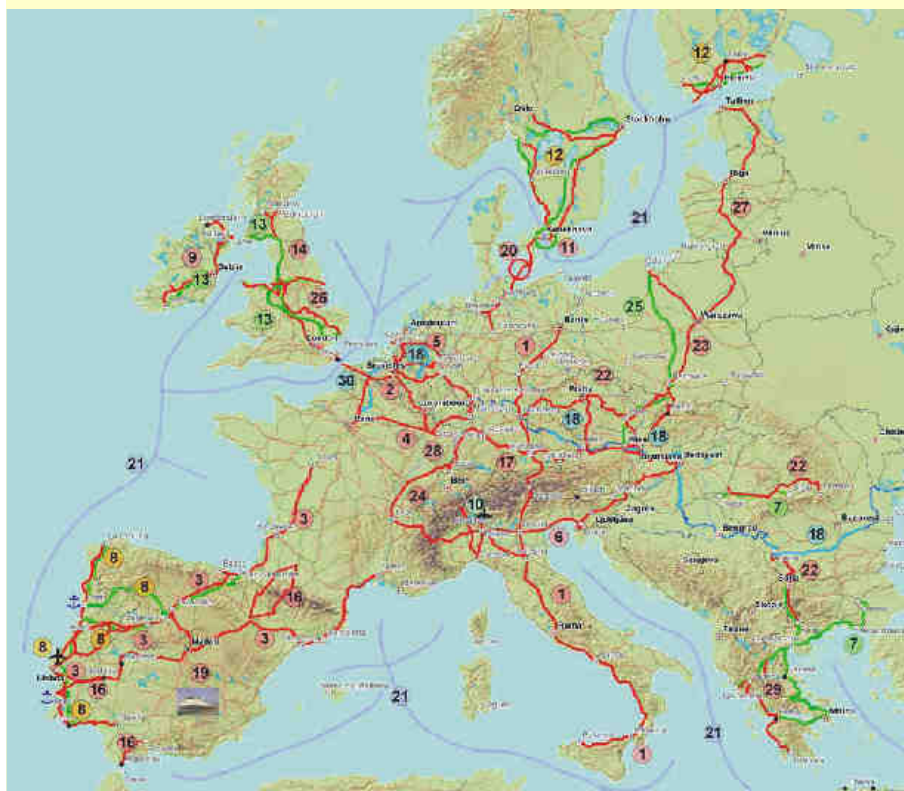


Zapobieganie śmiertelności zwierząt na drogach (i kolizjom z udziałem zwierząt) - poprzez budowę ogrodzeń ochronnych

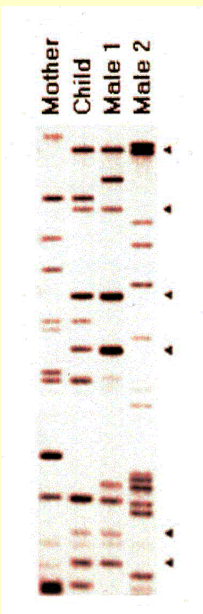
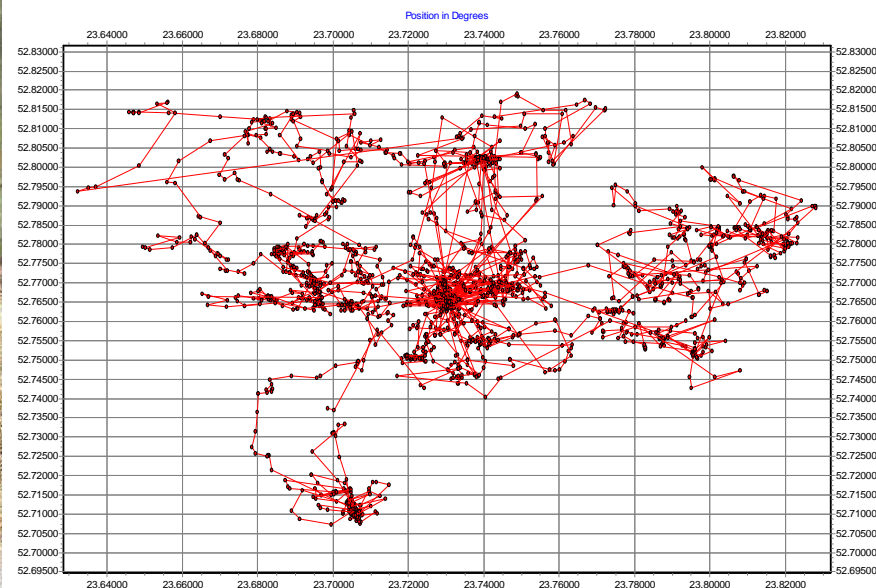


Ogrodzenia ochronne – skutecznie zmniejszają liczbę kolizji, ale powodują silną fragmentację środowiska. Dlatego muszą być budowane łącznie z przejściami dla zwierząt.

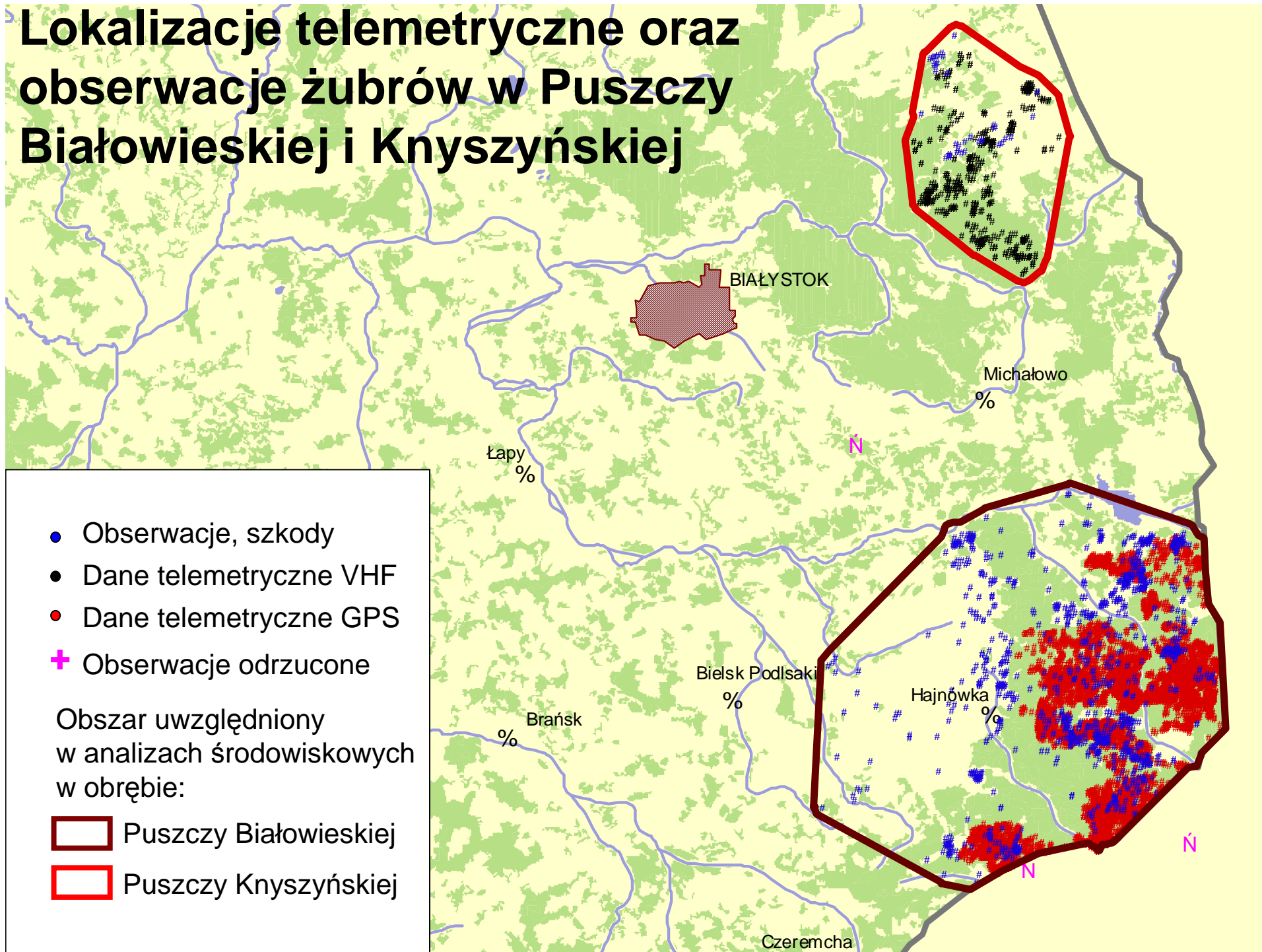
Aby przeciwdziałać fragmentacji i izolacji środowisk wprowadza się programy ochrony korytarzy ekologicznych jako element planowania przestrzennego



Metody wyznaczania korytarzy ekologicznych – badania radiotelemetryczne



Lokalizacje telemetryczne oraz obserwacje żubrów w Puszczy Białowieskiej i Knyszyńskiej



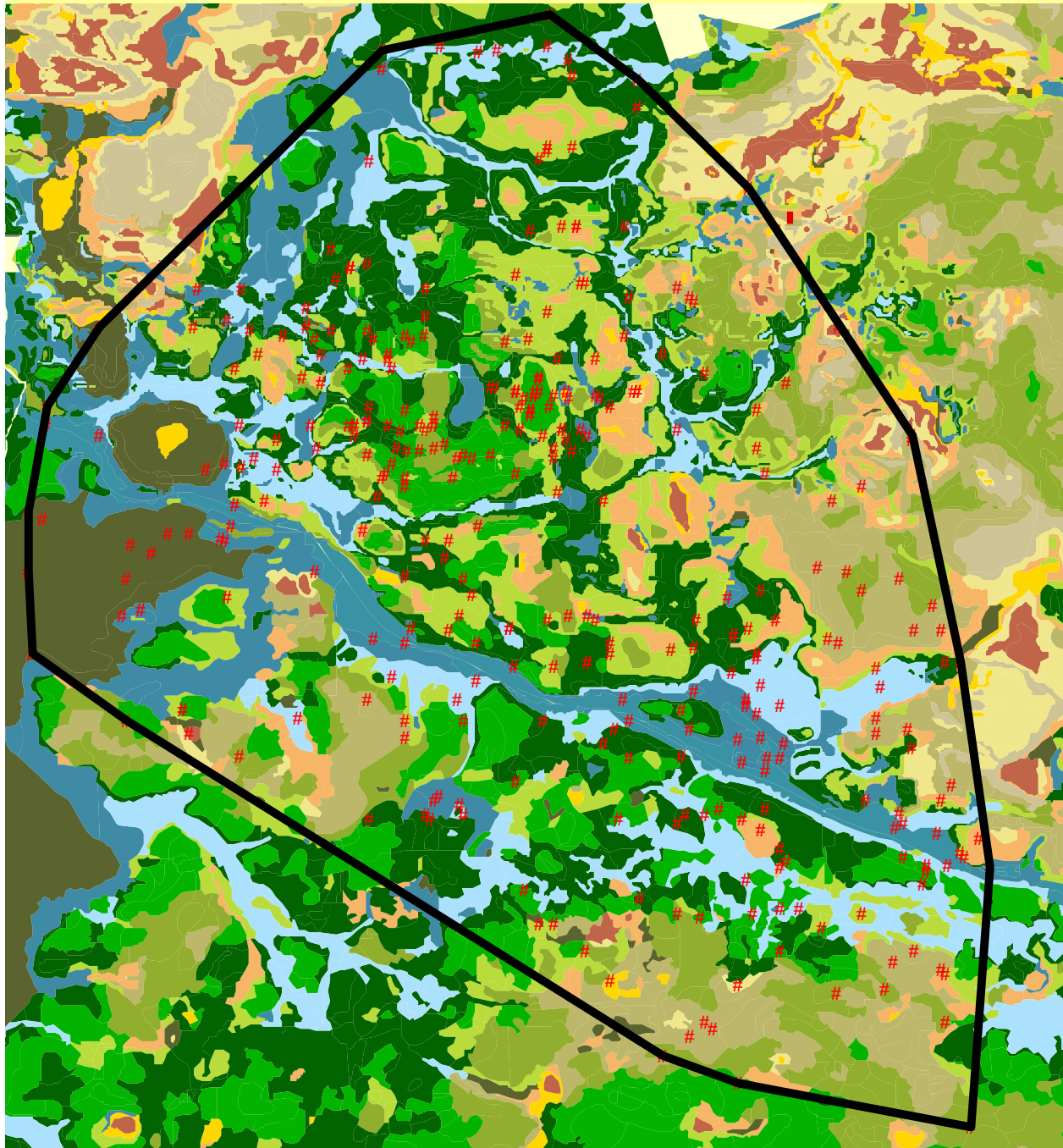
Analiza wybiórczości środowiskowej żubra

Współczynnik wybiórczości środowiskowej

$$D = (r-p)/(r+p-2rp)$$

r – procent stwierdzeń żubra w obrębie danego siedliska

p – procent powierzchni danego siedliska w stosunku do całej analizowanej powierzchni



Analiza Least Cost Path

$\Sigma (L_i * W_i)$, (i = 1- 7); L_i – Długość przeciętych siedlisk;
 W_i – Miara oporu środowiska

Typ użytkowania terenu	Współczynnik wybiórczości środowiskowej (D)	Miara oporu środowiska (W)
-	1,00	0
Las liściasty i mieszany	0,77	12
Łąki i roślinność naturalna	0,27	37
Grunty orne	-0,06	53
Las iglasty	-0,33	67
Tereny związane z wodą	-0,58	79
Zabudowa luźna, zwarta i uprawy trwałe	-0,95	98
Wody	-1,00	100









Ray N. 2005. PATHMATRIX: a GIS tool to compute effective distances among samples,
Molecular Ecology Notes, 5: 177-180

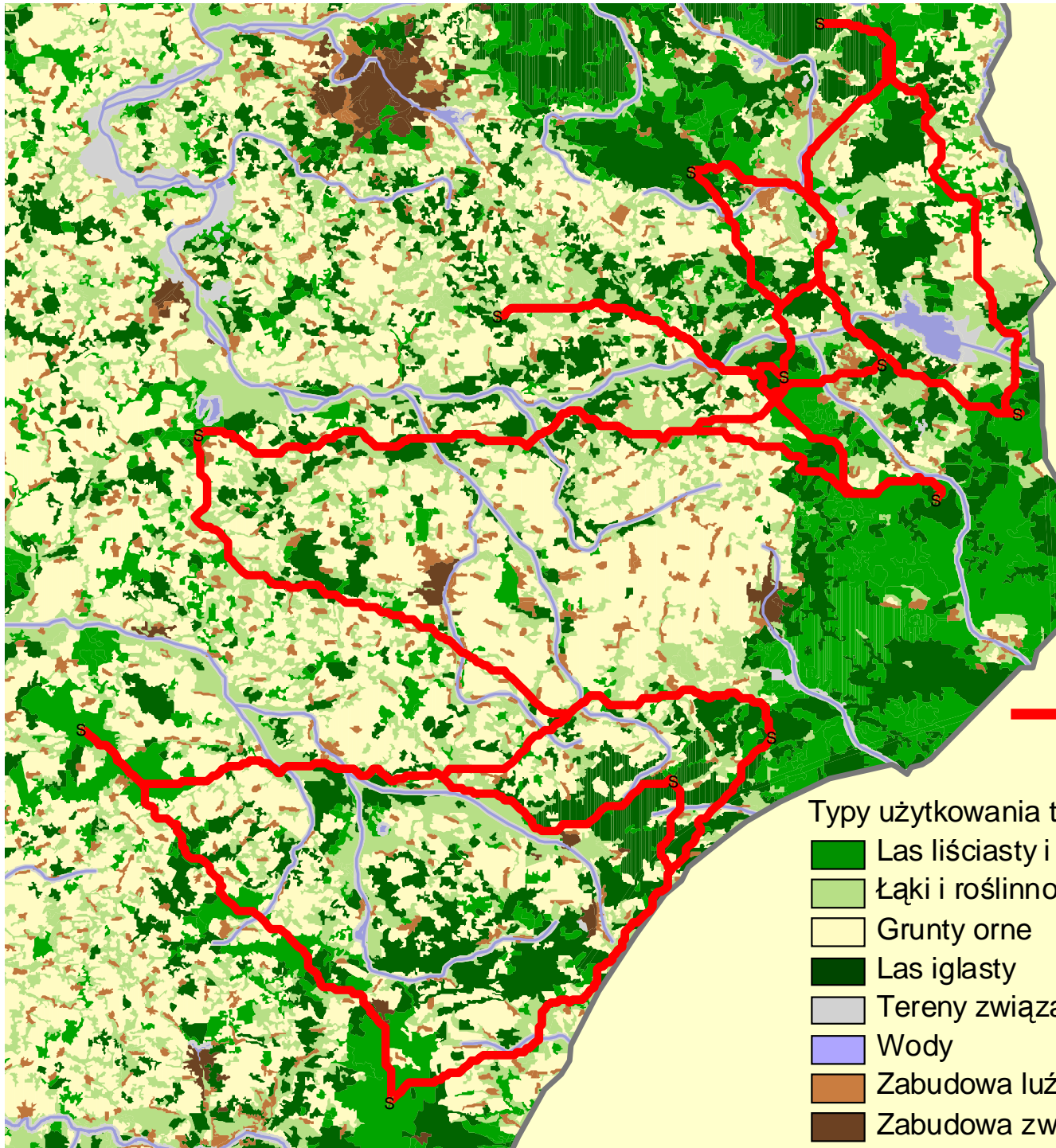
Korytarze migracyjne żubra wyznaczone na podstawie analizy Least Cost Path

$\Sigma (L_i * W_i)$, (i = 1- 7)
L_i – Długość
przeciętych siedlisk
W_i – Miara oporu
środowiska

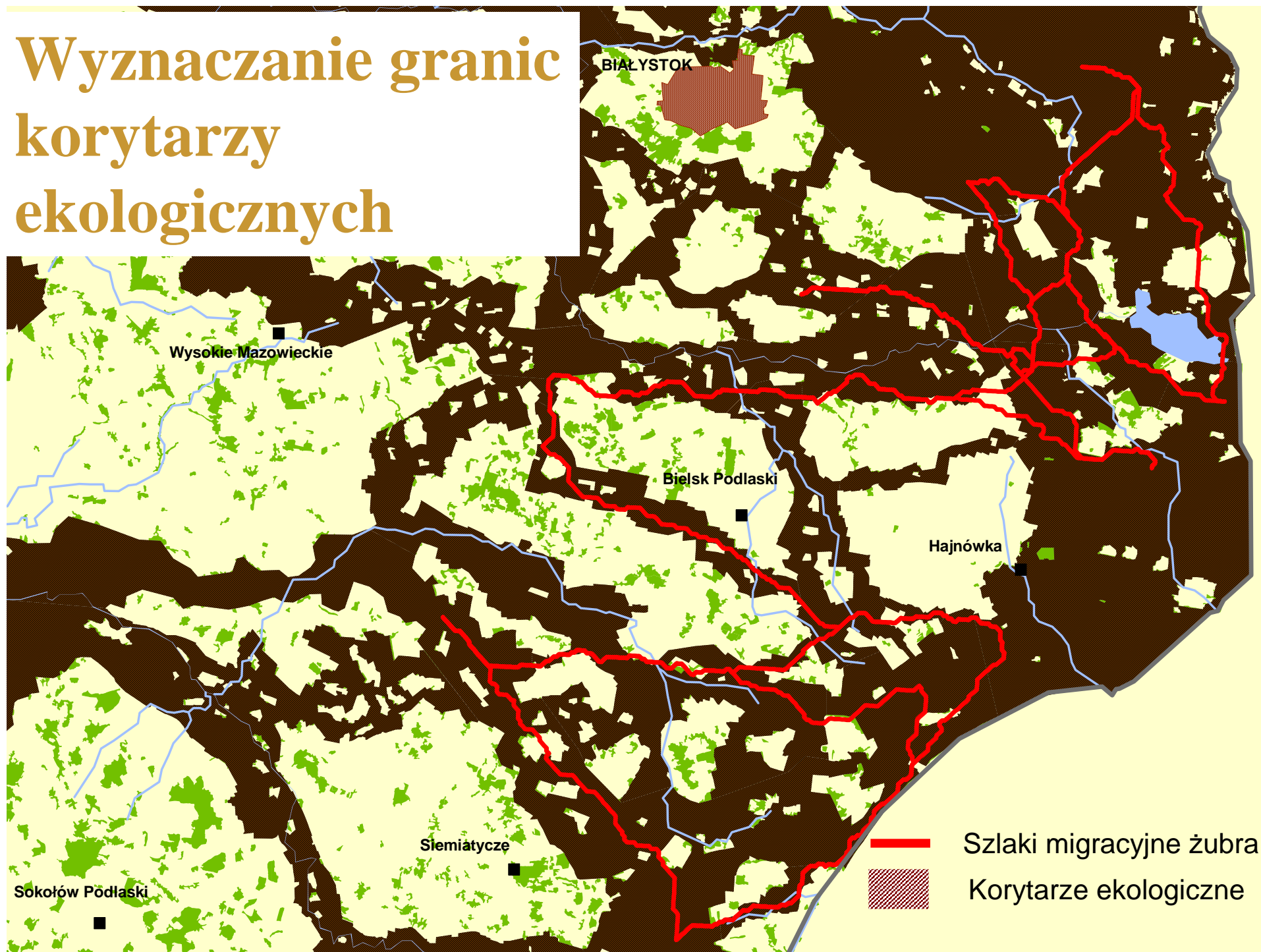
 Szlaki migracyjne żubra

Typy użytkowania terenu

-  Las liściasty i mieszany
-  Łąki i roślinność naturalna
-  Grunty orne
-  Las iglasty
-  Tereny związane z wodą
-  Wody
-  Zabudowa luźna i uprawy trwałe
-  Zabudowa zwarta i tereny przemysłowe





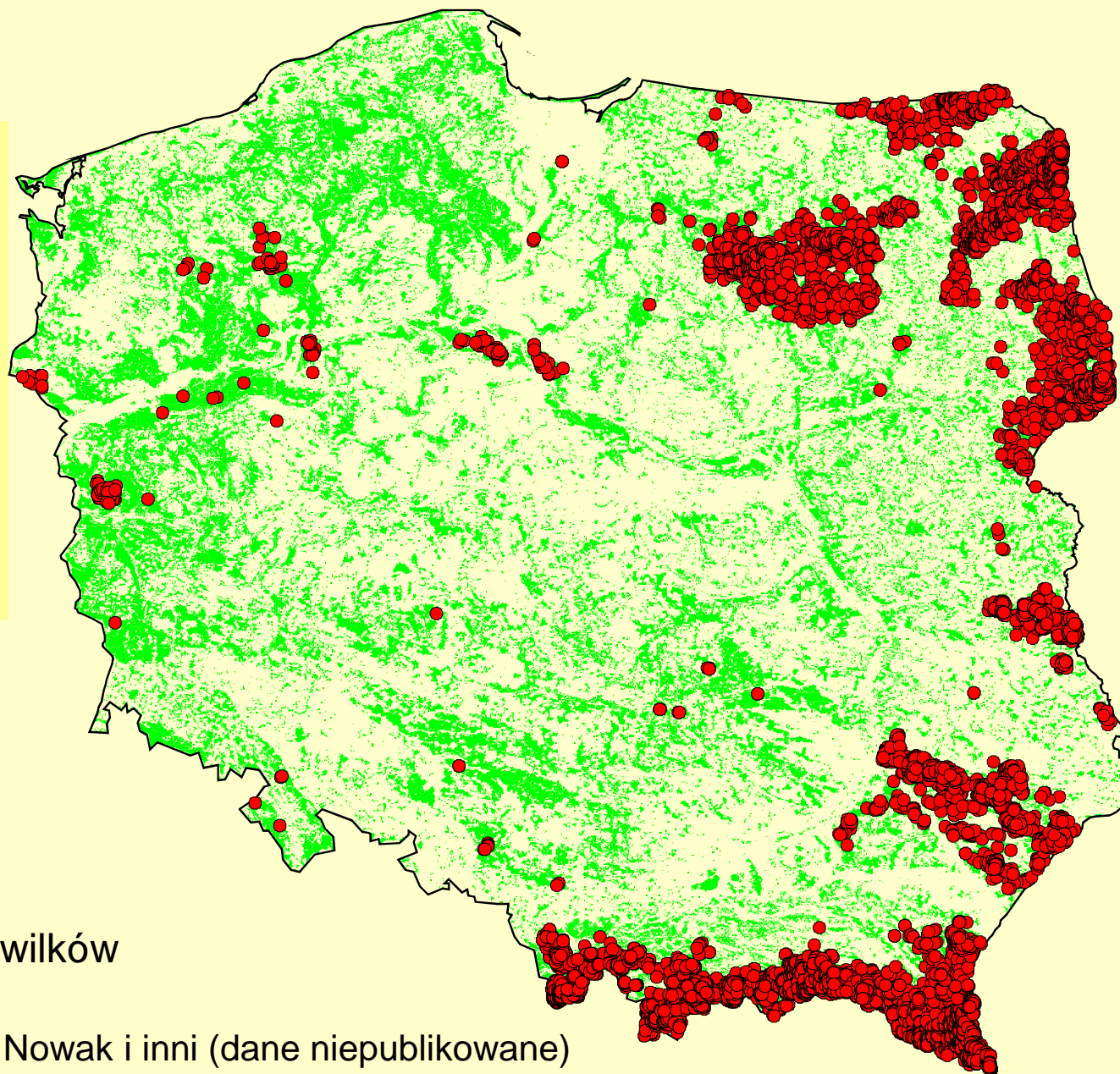
Wyznaczanie granic korytarzy ekologicznych



Analiza wybiórczości środowiskowej wilka przeprowadzona na podstawie danych zebranych w ramach ogólnopolskiej inwentaryzacji dużych drapieżników

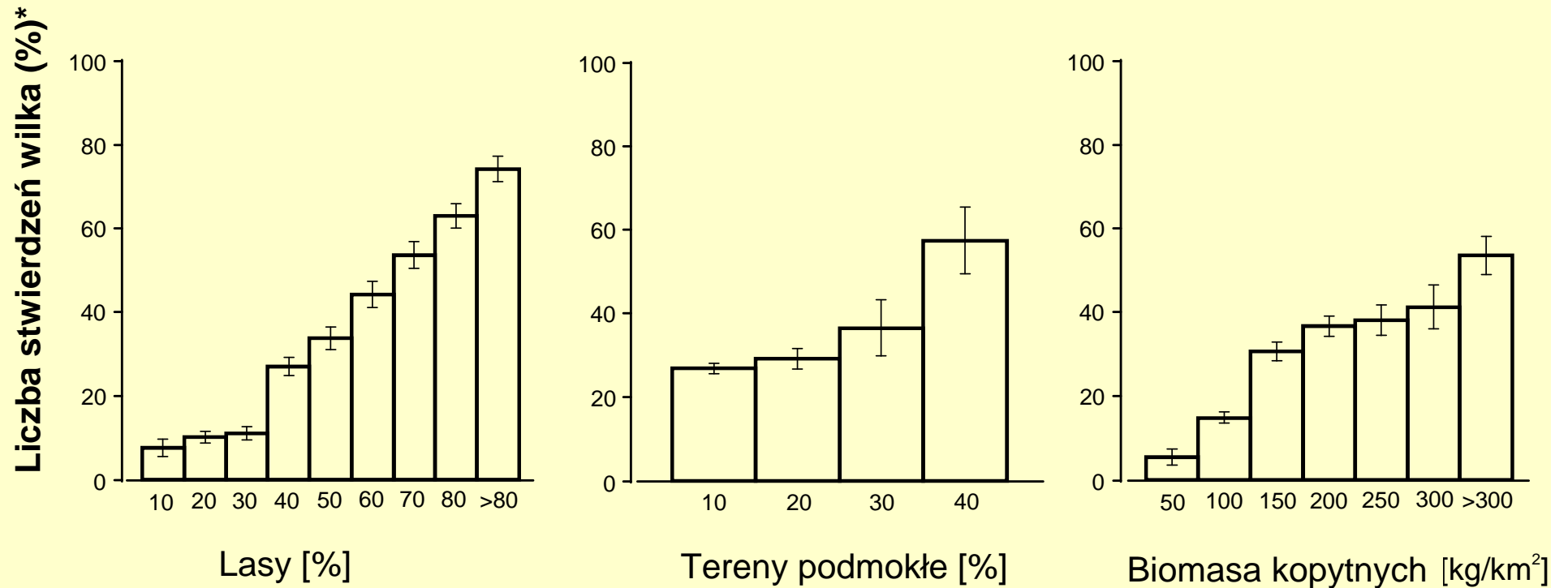
W latach 2000-2006 w całej Polsce odnotowano blisko 16 000 obserwacji/stwierdzeń wilków w różnych środowiskach, co umożliwiło analizę wybiórczości środowiskowej

-  Lasy
-  Stwierdzenia wilków



Źródło W. Jędrzejewski, S. Nowak i inni (dane niepublikowane)

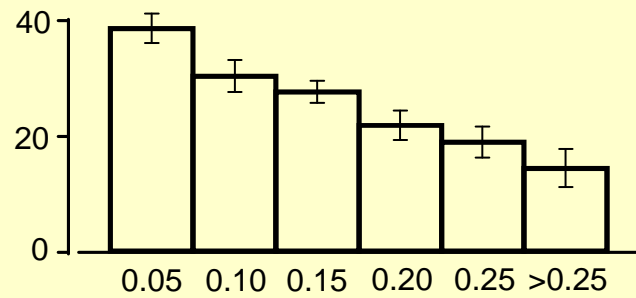
Czynniki sprzyjające osiedlaniu się wilków



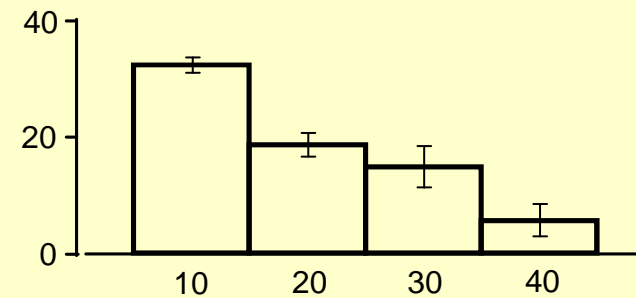
* Logarytm procentu maksymalnej liczby stwierdzeń wilka

Czynniki hamujące osiedlanie się wilków

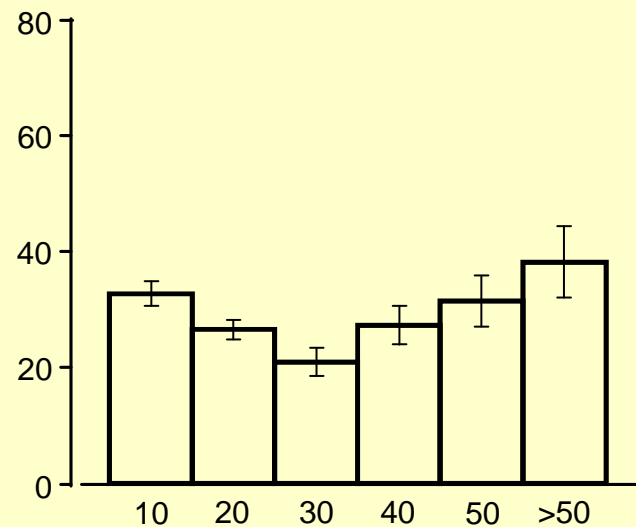
Liczba stwierdzeń wilka (%)*



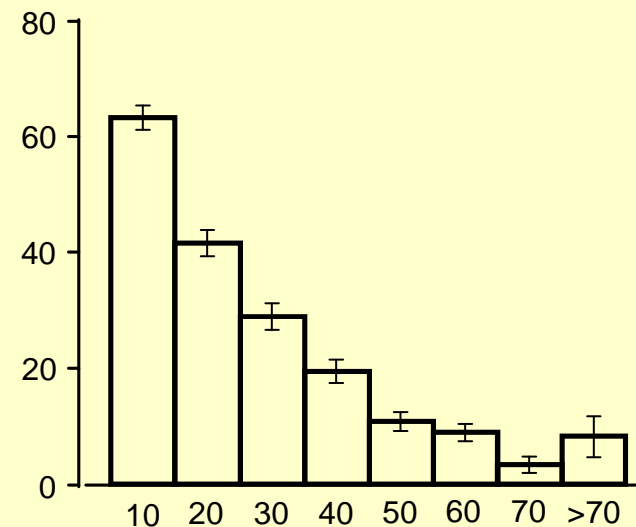
Zagęszczenie dróg [km/km²]



Zabudowa [%]



Łąki i pastwiska [%]



Grunty orne [%]

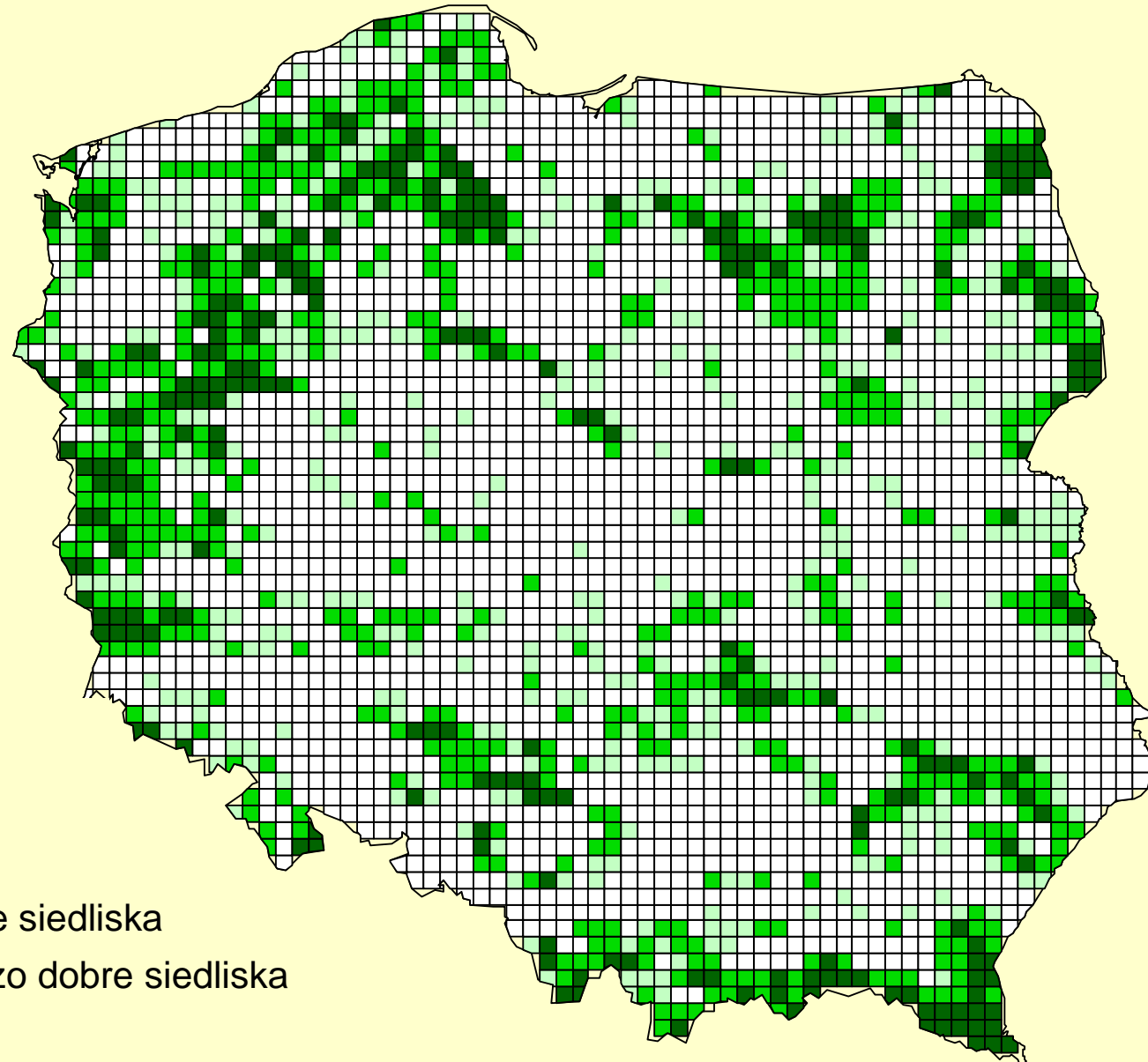
* Logarytm procentu maksymalnej liczby stwierdzeń wilka

Model wybiórczości środowiskowej wilka

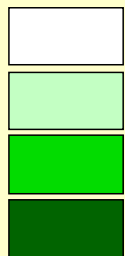
33

$$\% N \text{ wilk} = -16.9479 + 0.9425 * \text{Las} + 0.4744 * \text{Łąka} + 0.6794 * \text{T. Podm.} - 19.5362 * \text{Drogi}$$

$R^2 = 53\%$, $N = 667$



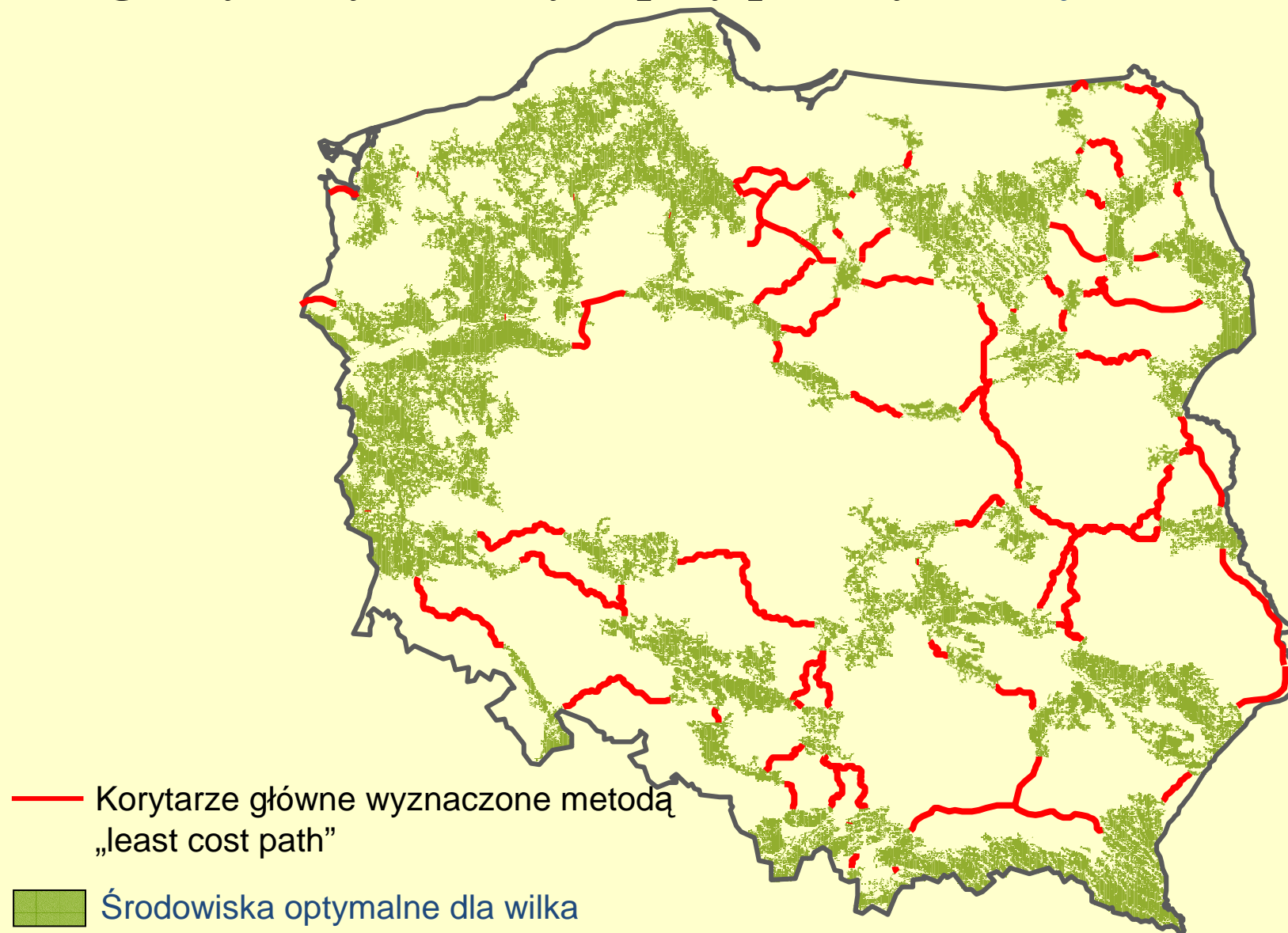
Model wybiórczości
środowiskowej wilka



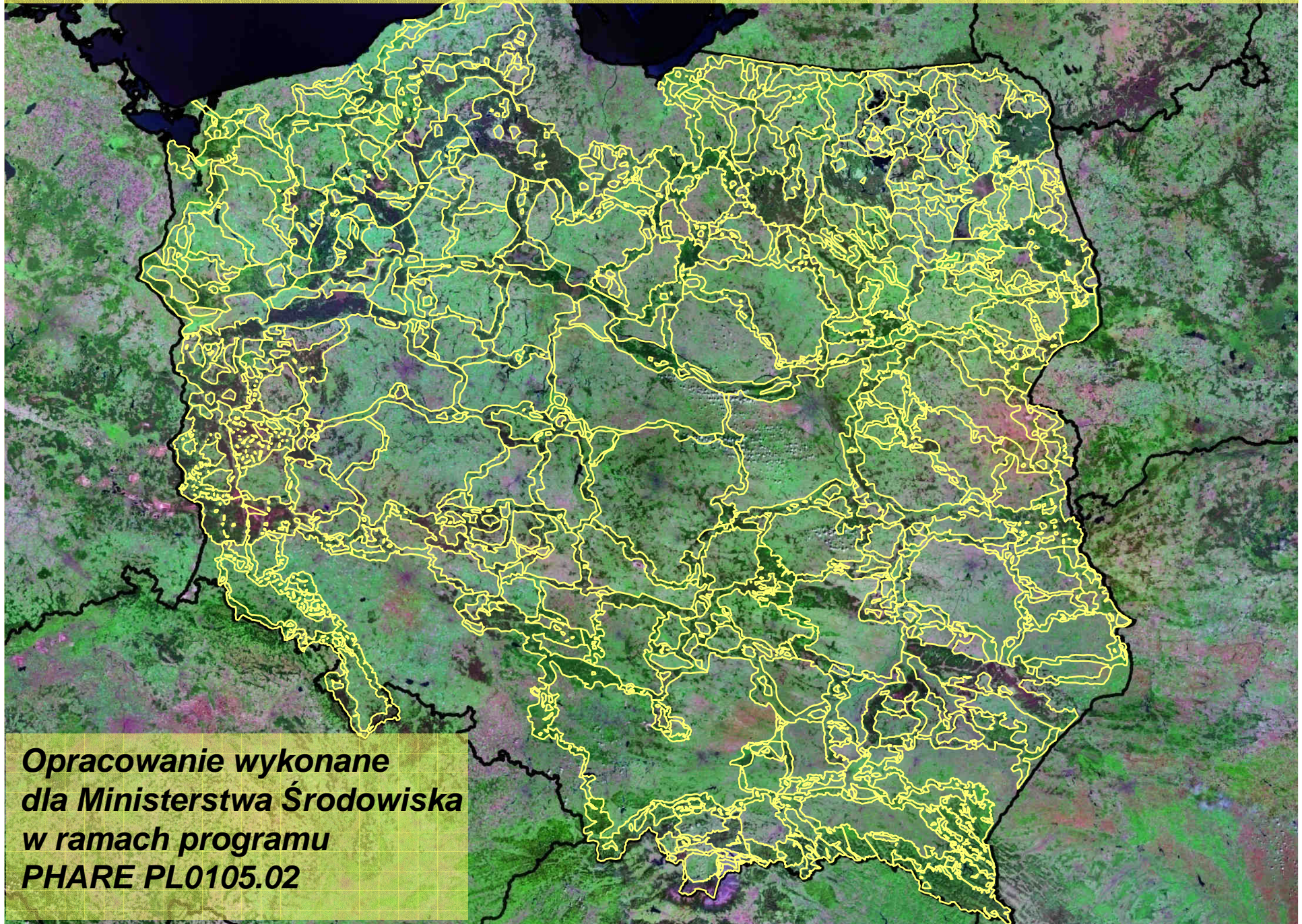
dobre siedliska

bardzo dobre siedliska

Rozmieszczenie środowisk optymalnych dla wilka oraz sieć korytarzy ekologicznych wyznaczonych przy pomocy analizy „least-cost path”

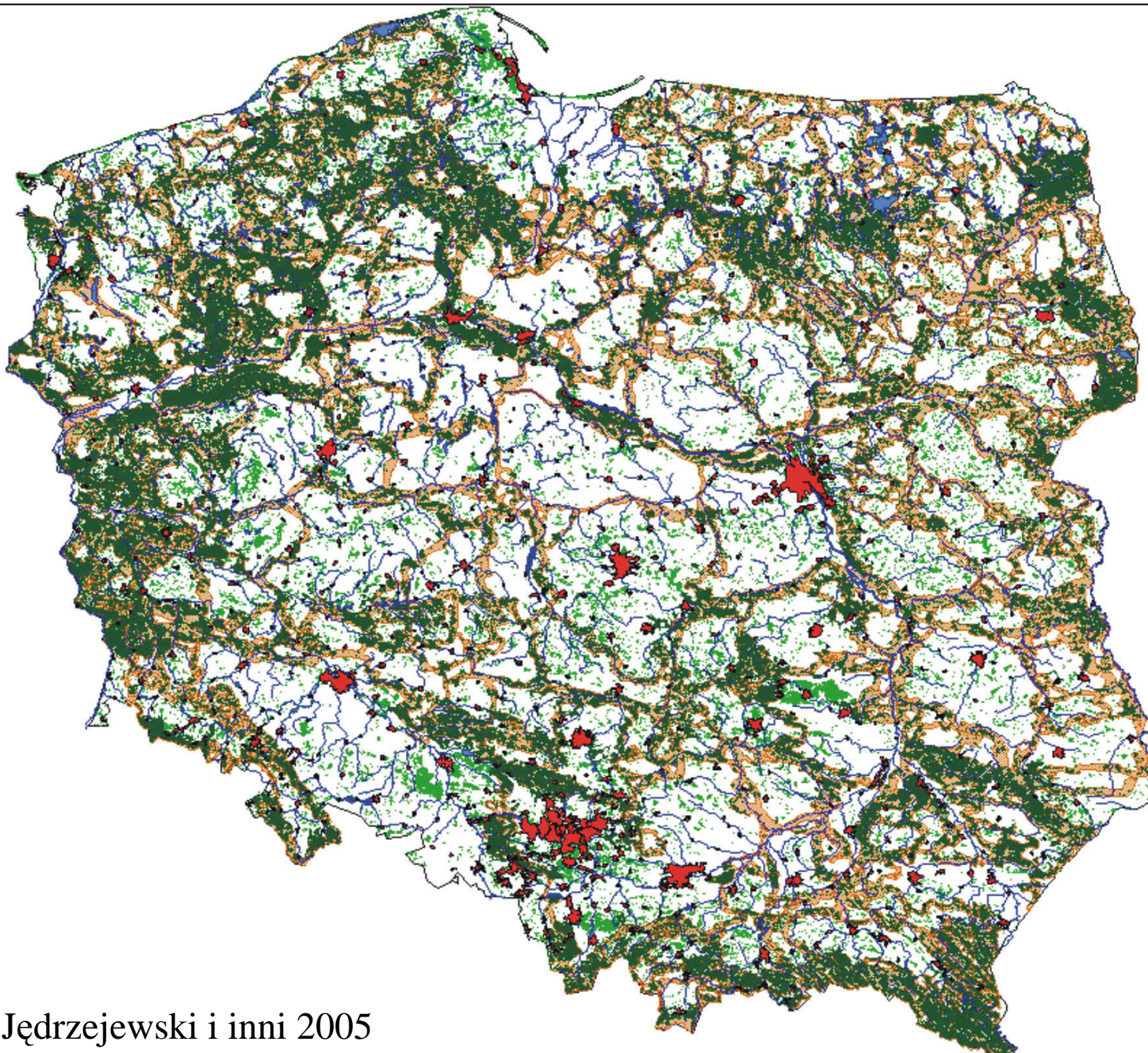


Projekt korytarzy ekologicznych w Polsce



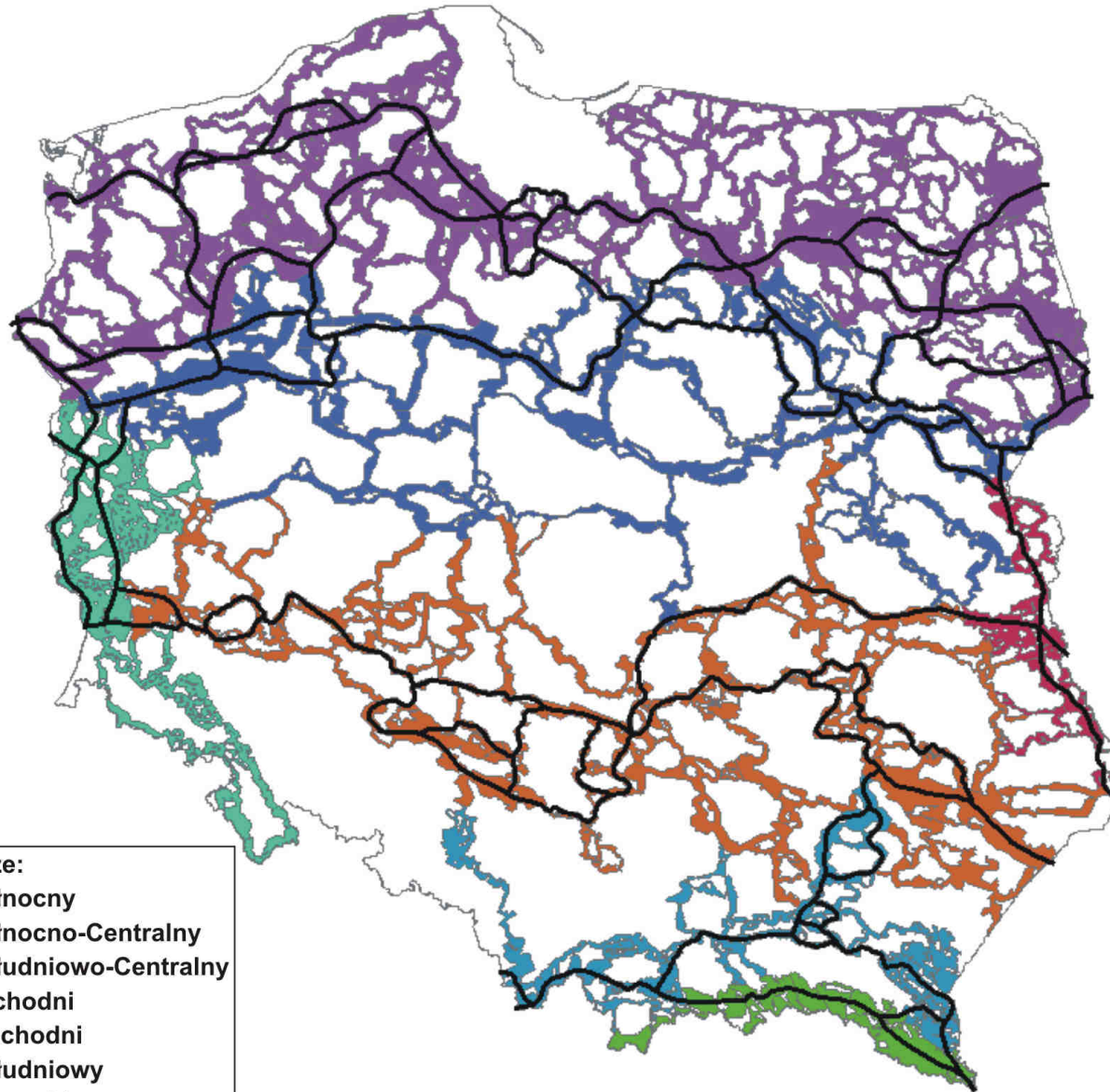
**Opracowanie wykonane
dla Ministerstwa Środowiska
w ramach programu
PHARE PL0105.02**

Sieć korytarzy ekologicznych (międzynarodowych i krajowych) na tle lasów



Jędrzejewski i inni 2005

Podział korytarzy ekologicznych








Korytarze:

- Północny
- Północno-Centralny
- Południowo-Centralny
- Zachodni
- Wschodni
- Południowy
- Karpacki
- korytarze główne

Kolorami wyszczególniono korytarze główne (Północny, Pn-Centralny itd) oraz powiązane z nimi korytarze uzupełniające, stanowiące łączniki między korytarzami głównymi i jednocześnie drogi alternatywne.

Konflikty pomiędzy siecią korytarzy ekologicznych a siecią planowanych autostrad i dróg ekspresowych w Polsce



-  Konflikty dróg z korytarzami głównymi
-  Konflikty dróg z korytarzami uzupełniającymi
-  Korytarze ekologiczne
-  Planowane autostrady
-  Planowane drogi ekspresowe

Przejścia dla zwierząt

Funkcje przejść:

- 1. Przeciwdziałanie skutkom fragmentacji w obrębie jednego płatu środowiska - umożliwienie przemieszczania się zwierząt należących do lokalnej (rozdzielonej drogą) populacji;**
- 2. Umożliwienie przemieszczania się osobników migrujących na dalekie odległości.**

Rodzaje przejść dla zwierząt:

I. Przejścia nad drogą:

- 1. Przejścia górne („Zielone mosty”)**
- 2. Przejścia nad tunelem (w górach)**

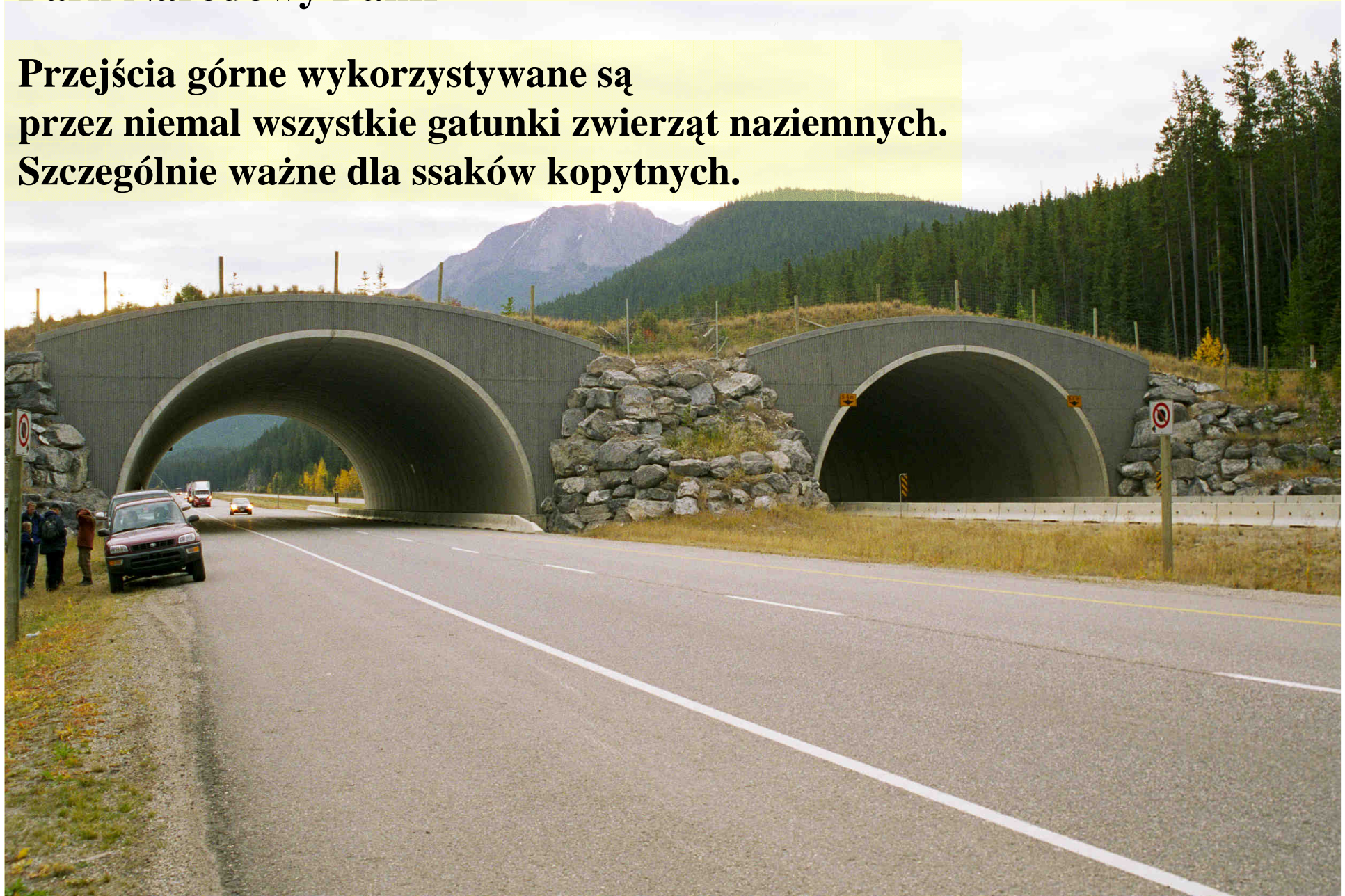
II. Przejścia pod drogą:

- 1. Estakady**
- 2. Mosty poszerzone**
- 3. Przepusty poszerzone**
- 4. Inne przejścia dolne (tunele)**
- 5. Przejścia dla płazów**

III. Przejścia po powierzchni drogi

Duże przejście górne na autostradzie transkanadyjskiej, Park Narodowy Banff

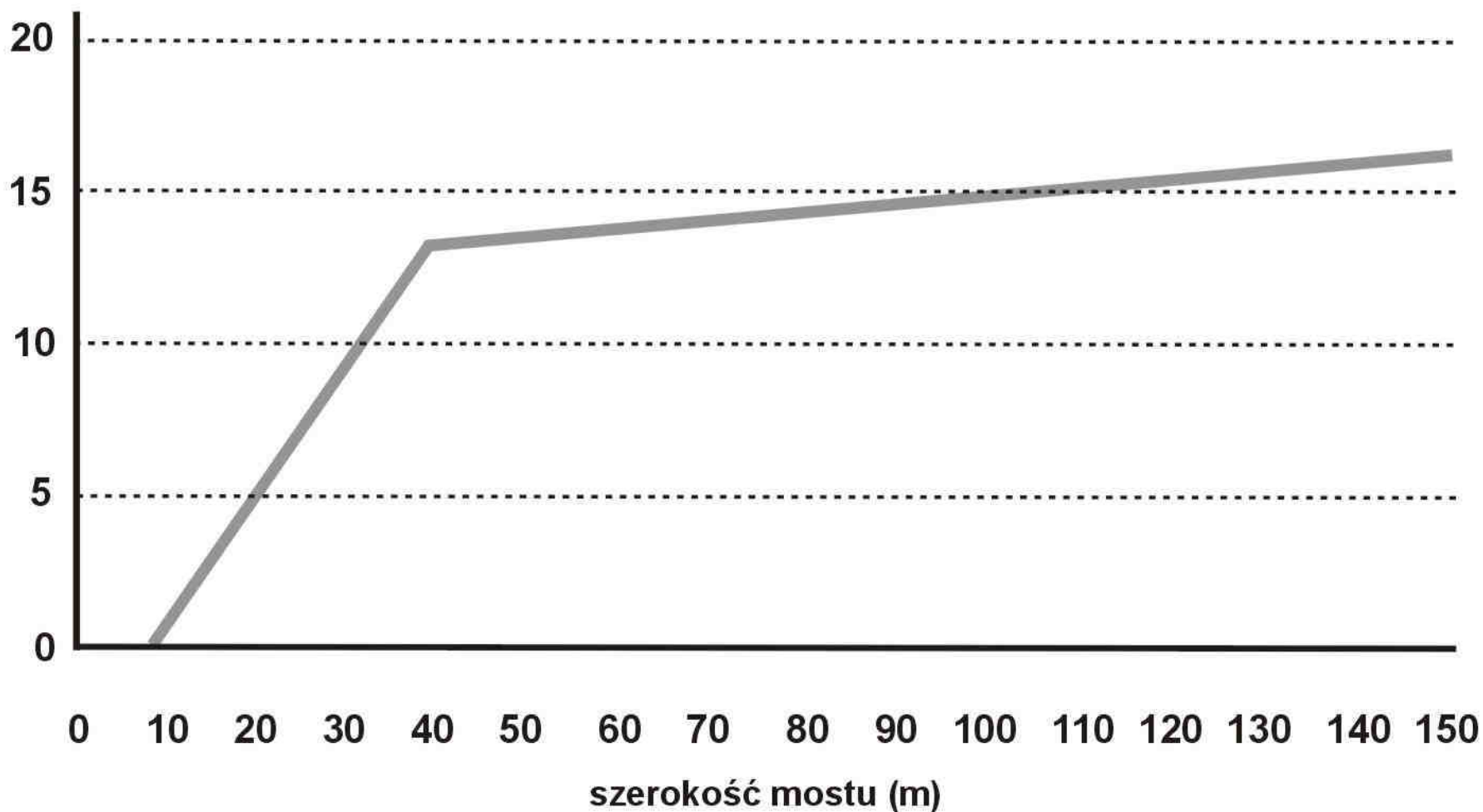
**Przejścia górne wykorzystywane są
przez niemal wszystkie gatunki zwierząt naziemnych.
Szczególnie ważne dla ssaków kopytnych.**



Parametry przejścia - szerokość

Częstotliwość wykorzystywania przejść nadziemnych

Liczba przekraczających
dzikich ssaków na noc



Przejścia pod drogą

**Estakady –
w terenach górskich są często elementem konstrukcyjnym drogi
wymuszonym przez warunki topograficzne**



Przejścia pod drogą

Estakady –

w terenach nizinnych budowane głównie ze względów przyrodniczych np. w dolinach rzek lub na terenach bagiennych

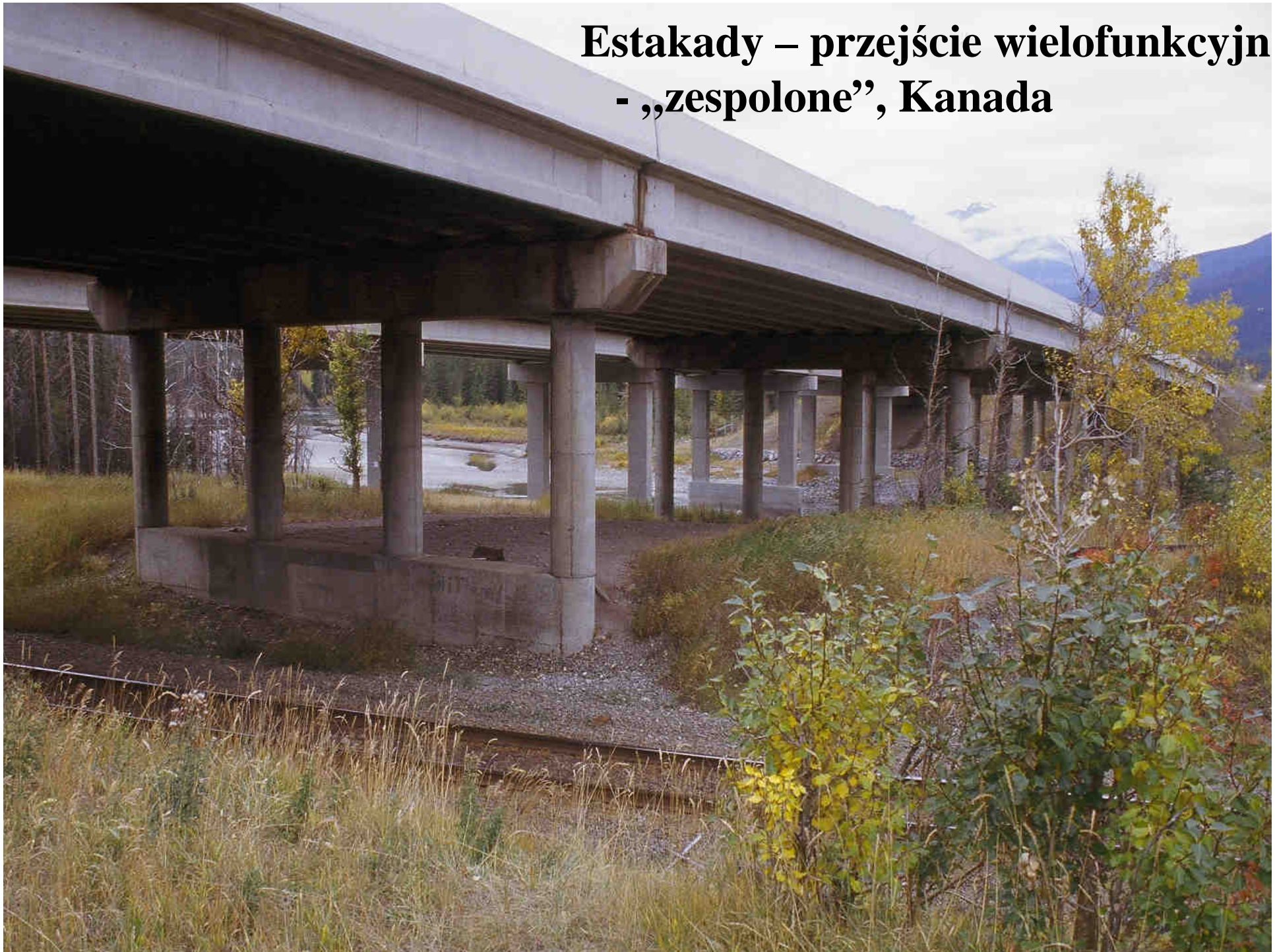


Estakada - Chorwacja

**Estakady im wyższe, tym lepiej spełniają swoją funkcję
(zalecana minimalna wysokość – 6 m)**



**Estakady – przejście wielofunkcyjne
- „zespolone”, Kanada**



Przejścia pod drogą

Przejścia dolne:

- mosty
- tunele
- przepusty (poszerzone)
- przejścia dla płazów

Wskaźnik względnej ciasnoty:

$C = \text{szerokość} \times \text{wysokość/długość}$

Duże i wrażliwe zwierzęta: $C > 1,5$

Średnie zwierzęta: $C > 0,7$

Małe zwierzęta: $C > 0,07$

Most z poszerzonym brzegiem – Park Narodowy Banff, Kanada

Przejścia dolne – wykorzystywane chętnie przez średnie i mniejsze gatunki zwierząt, w tym przez ssaki drapieżne

Ogrodzenie



**Zbyt wąski pas brzegu pod mostem uniemożliwia
przechodzenie większych gatunków zwierząt**



Przejście dolne dla dużych ssaków, Chorwacja

Ogrodzenie



Przejście dolne dla dużych ssaków, Chorwacja



Ogrodzenie

Ekran osłonowy

Przepust poszerzony - przejście dolne dla małych ssaków



Przykład wadliwego wykonania przepustu, jako przejścia dla zwierząt



Przykład wadliwego wykonania przepustu, jako przejścia dla zwierząt

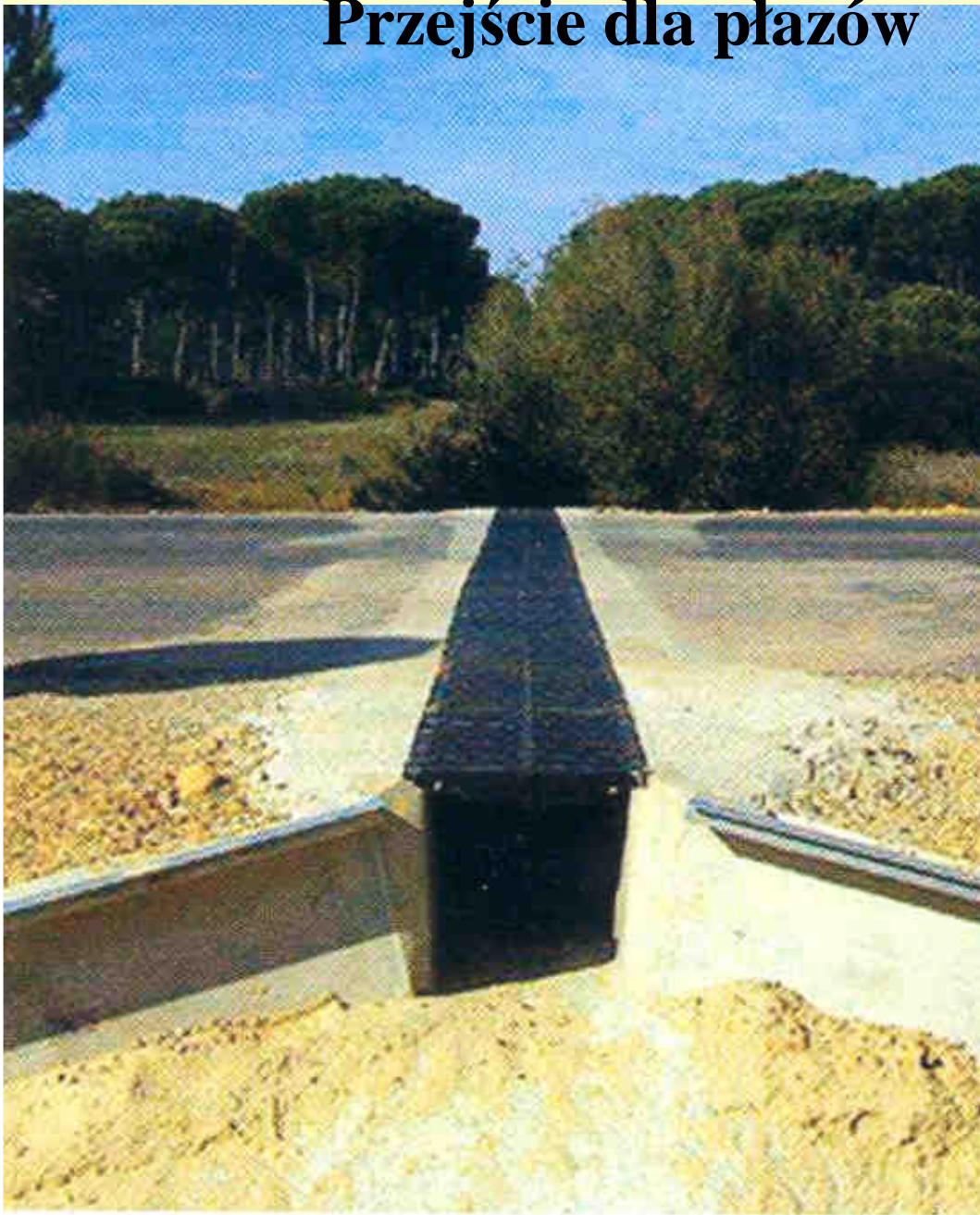




Przejscie dla płazów i płotek naprowadzający



Przejście dla płazów



Przejścia po powierzchni drogi wyposażone w aktywne systemy ostrzegawcze

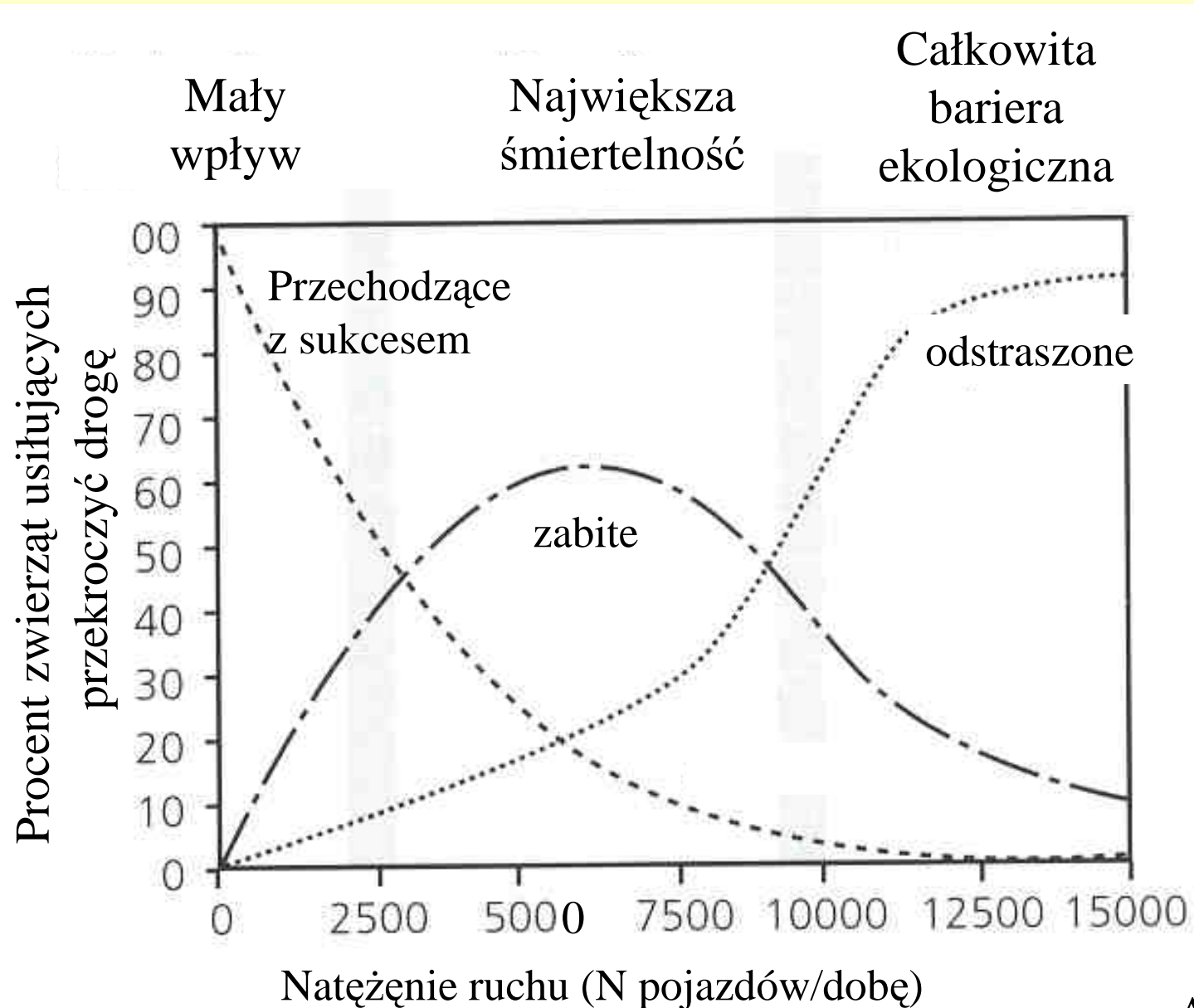


Projektowanie przejść

Kiedy należy budować przejścia dla zwierząt?

- 1. Na drogach o dużym natężeniu ruchu;**
- 2. Na ogrodzonych odcinkach dróg;**
- 3. Gdy z innych powodów konstrukcyjnych droga (linia kolejowa) stanowi barierę dla zwierząt.**

Liczba zwierząt przekraczających drogi i ginących na drogach w zależności od natężenia ruchu drogowego






Projektowanie przejść dla zwierząt - lokalizacja i parametry przejść

Czynniki wpływające na wybór typów, parametrów i zagęszczenia (lokalizacji) przejść dla zwierząt:





- 1. Położenie względem korytarzy migracyjnych, obszarów chronionych i siedlisk ważnych gatunków zwierząt (największe zagęszczenie przejść w obrębie korytarzy ekologicznych);**
- 2. Gatunki zwierząt występujące na danym obszarze i mogące migrować w przyszłości.**
- 3. Topografia terenu i rodzaj środowiska (możliwości techniczne);**

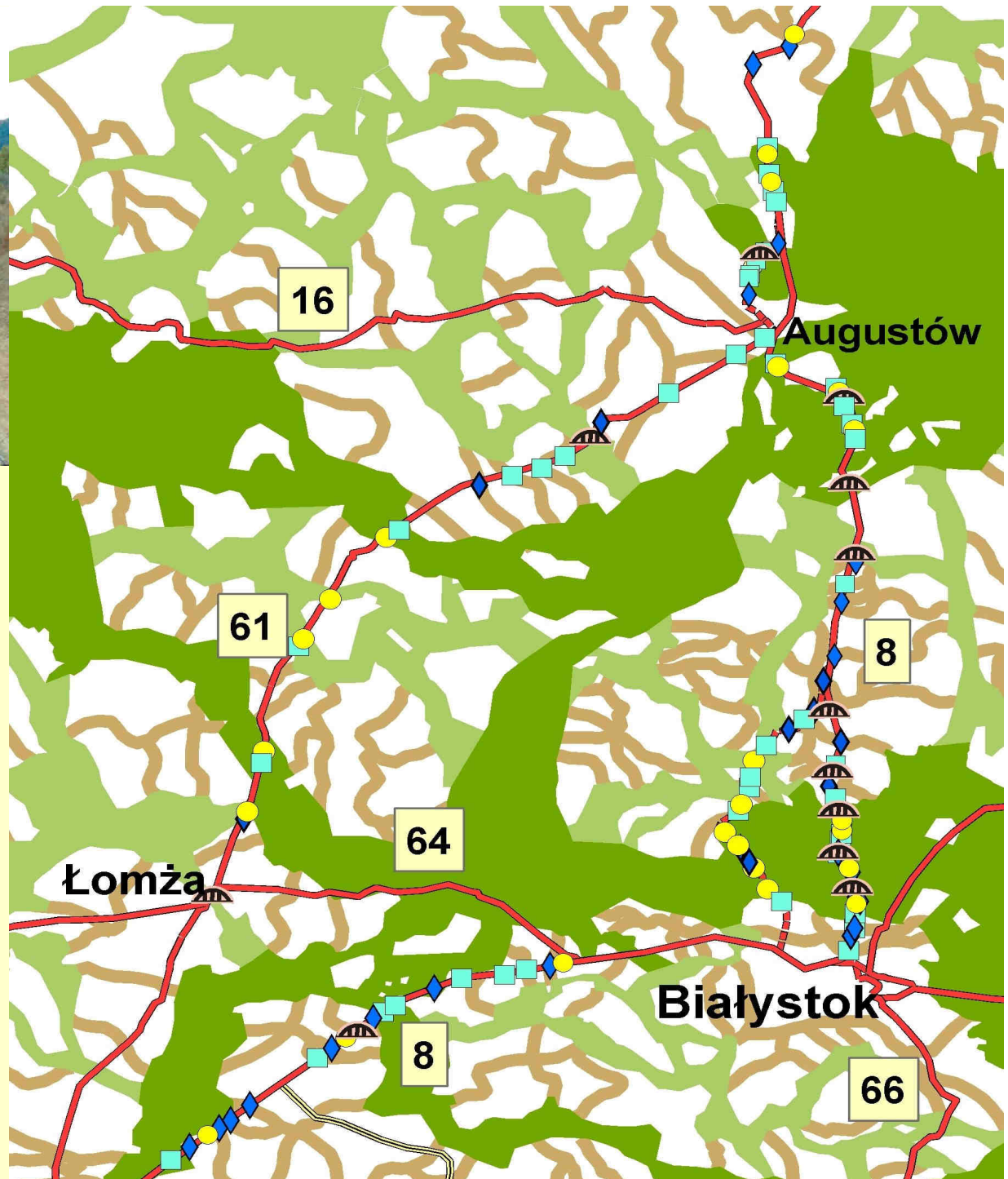


Sieć korytarzy ekologicznych

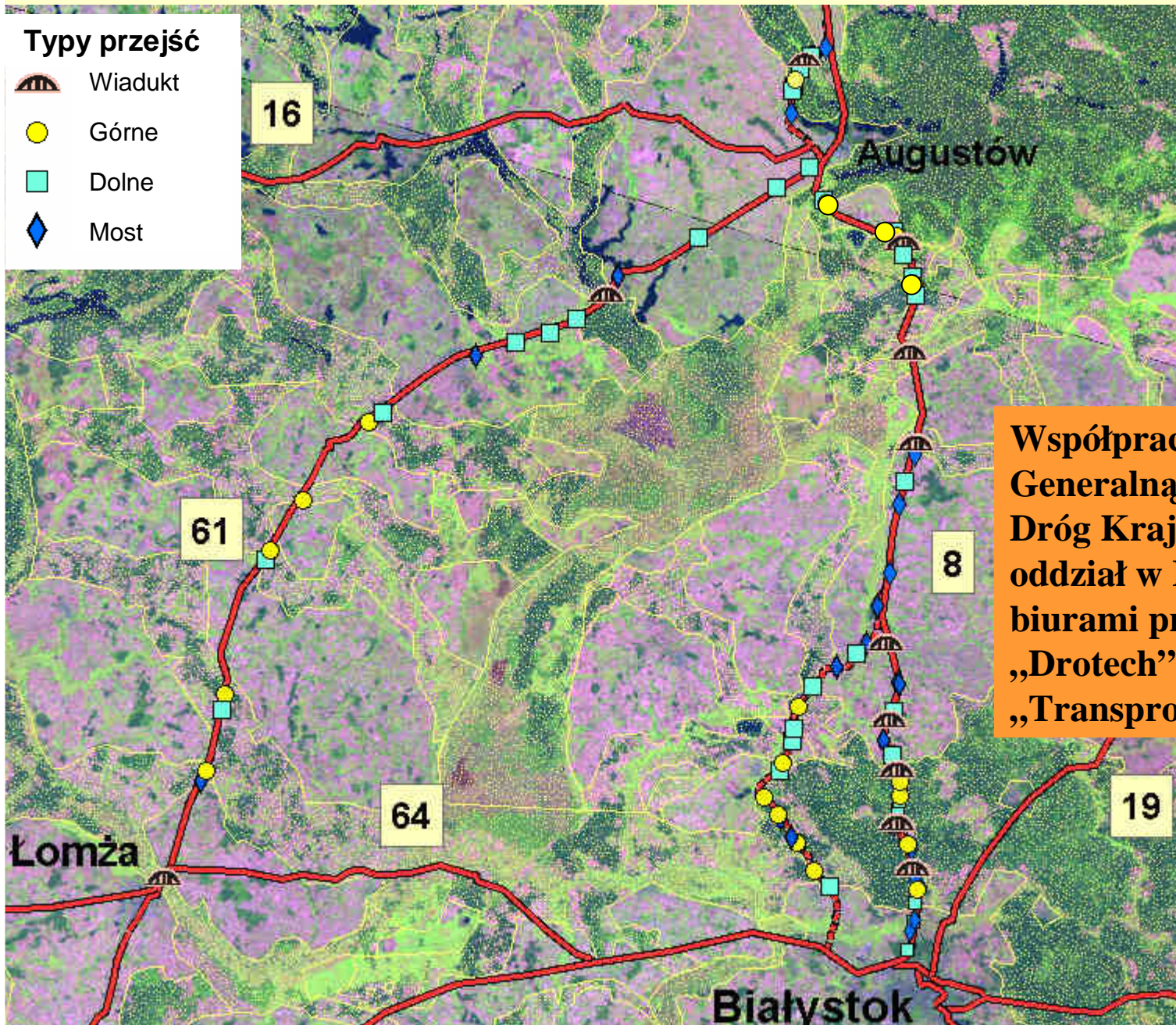
-  Międzynarodowe
-  Krajowe
-  Lokalne

Przejścia dla zwierząt

-  Estakada
-  Górne
-  Dolne
-  Most poszerzony

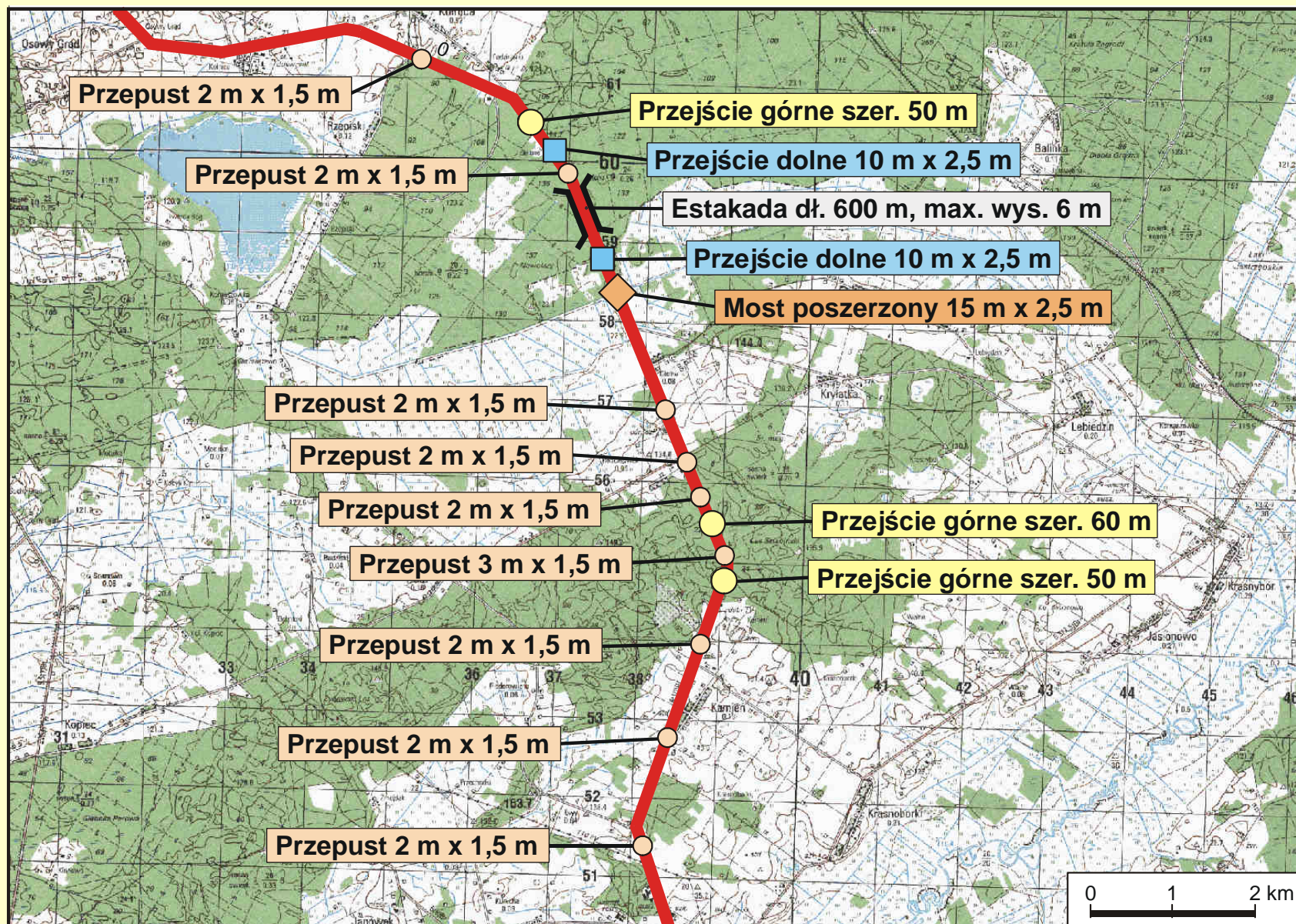


Zaprojektowane przejścia na tle korytarzy krajowych i międzynarodowych - zagęszczenie przejść zależy od charakteru i wartości przyrodniczej terenu



Współpraca z
Generalną Dyрекcją
Dróg Krajowych i Autostrad,
oddział w Białymstoku,
biurami projektowymi:
„Drotech” (Białystok)
„Transprojekt” (Gdańsk)

Projektowana lokalizacja i parametry przejść dla zwierząt na drodze S8 (odcinek Kolnica – Sztabin, P. Augustowska, dłg 15 km) (korytarz ekologiczny o znaczeniu międzynarodowym; obszar Natura 2000)

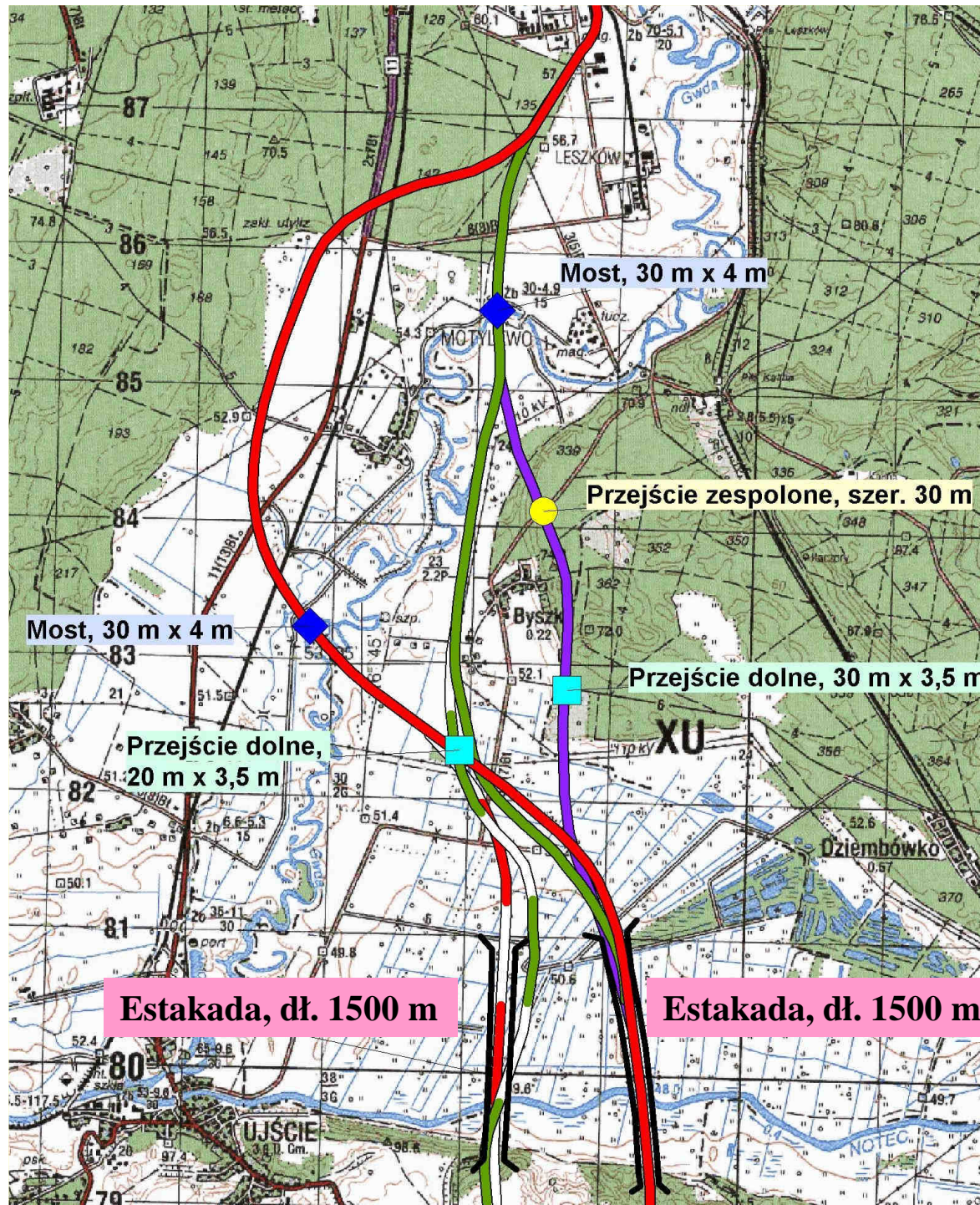


Puszcza Augustowska



Typy i parametry przejść dla zwierząt na drodze ekspresowej S11, odcinek Piła - Ujście

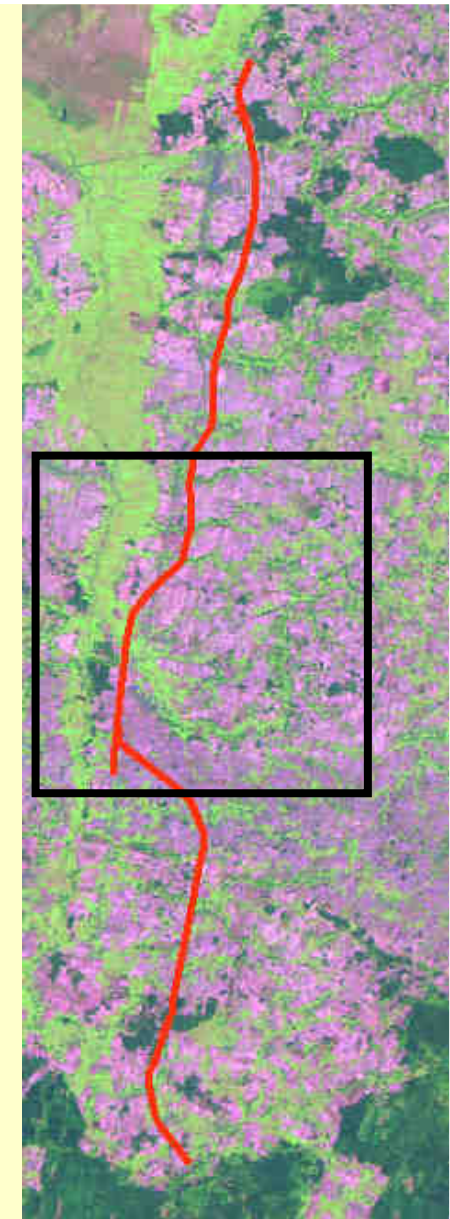
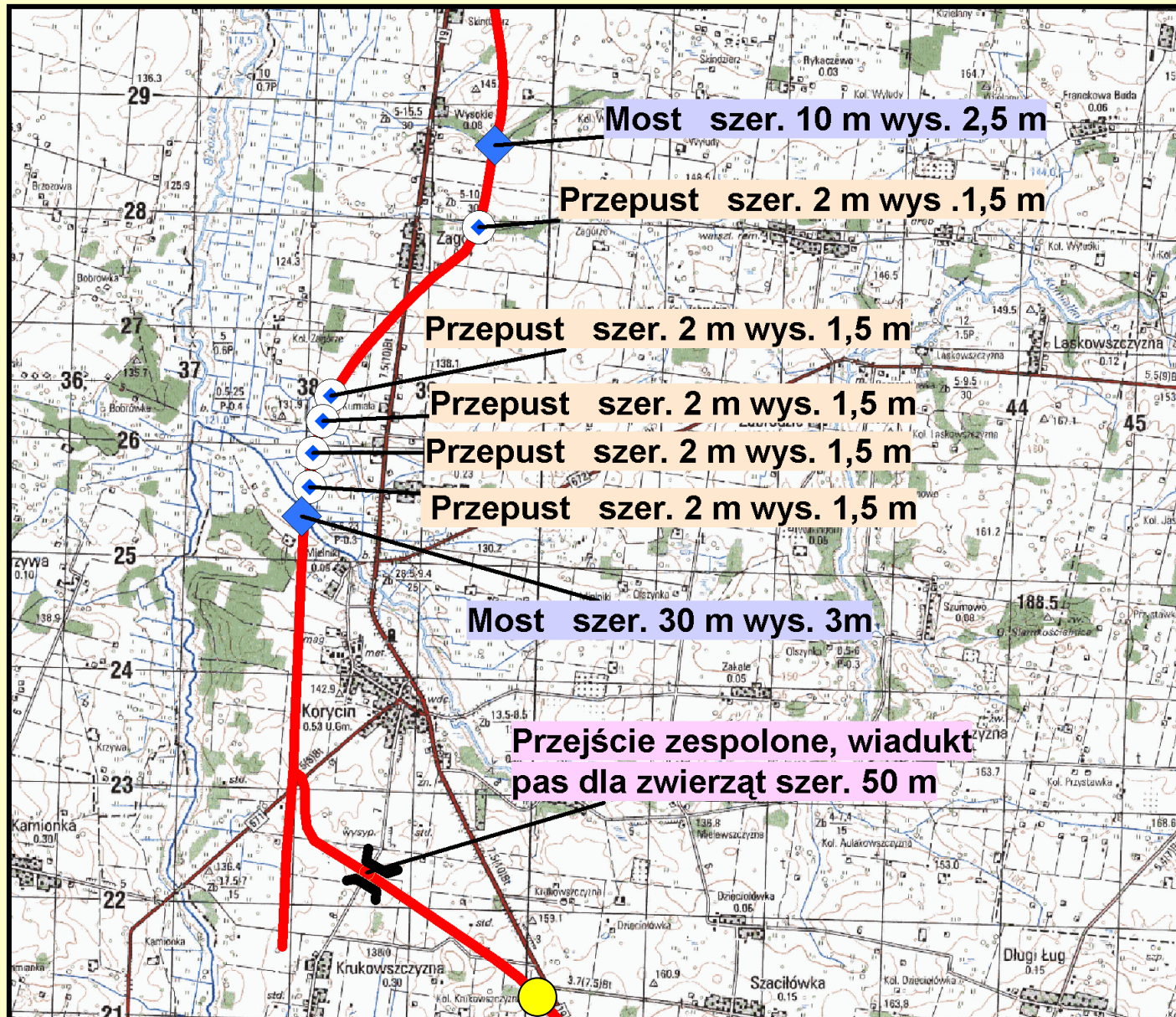
Współpraca z biurem projektowym „Transprojekt” (Gdańsk)



Przebieg drogi ekspresowej S11

- Wariant 1
- - - Wariant 1 rozwiązanie alternatywne
- Wariant 2
- - - Wariant 2 rozwiązanie alternatywne
- Wariant 3

Projektowane przejścia dla zwierząt na drodze S8 (współpraca z biurem „Drotech”)



Niezbędne działania towarzyszące i wspomagające, inne porady praktyczne:

- 1. Wykup gruntów na terenach nieleśnych w pobliżu przejść;**
- 2. Zalesienia, zakrzaczenia naprowadzające;**
- 3. Pasy zalesień/zakrzaczeń wzdłuż ogrodzeń
(aby zminimalizować efekt bariery i wspomóc naprowadzanie zwierząt do przejść);**
- 4. Odsuwanie i obsadzanie drzewami/krzewami dróg lokalnych
(dojazdowych) (jeśli nie buduje się na nich przejść);**
- 5. Unikanie lokalizowania MOP na terenach leśnych, ze względu na korytarze ekologiczne i konieczność budowy przejść dla zwierząt.**

Dziękuję za uwagę.

