



Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí

Doc. RNDr. Petr Anděl, CSc.

Ekotoxikologie terestrického ekosystému



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace tohoto předmětu je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

Posuzování vlivů na životní prostředí



Centrum pro výzkum
toxických látek



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace tohoto předmětu je spolufinancována
Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem
České republiky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace tohoto předmětu je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

Ekotoxikologie terestrického ekosystému



Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí

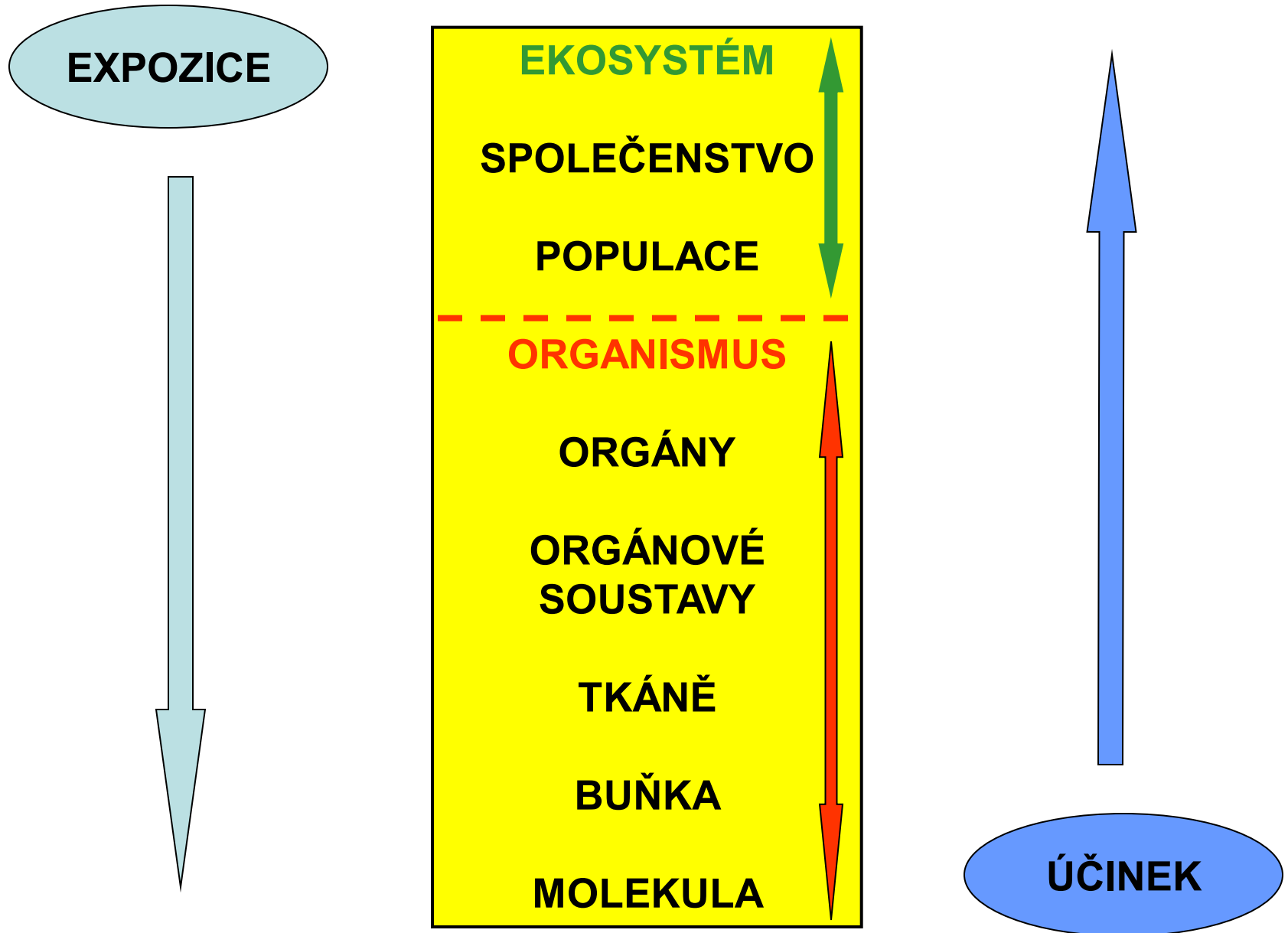
1. Úvod do ekotoxikologie terestrického ekosystému
2. Toxikant v terestrickém ekosystému
3. Biosystém ve vztahu k toxikantu
4. Expozice terestrického ekosystému
5. Osud toxikantů v terestrickém ekosystému
6. Účinky toxikantu na úrovni organismu
7. **Účinky toxikantů na úrovni populace**
8. Účinky toxikantů na úrovni ekosystému – energie, hmota
9. Účinky toxikantů na úrovni ekosystému – řízení, vývoj
10. Metodika ekotoxikologického výzkumu



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ÚČINEK

2 PROTISMĚRNÉ CESTY



7. ÚČINEK NA ÚROVNI POPULACE



POTKAN

Potkan (*Rattus norvegicus*)

V našich zemích:

- původním druhem krysa (*Rattus rattus*)
- potkan se šíří od 18. století z Asie

Potkan (*Rattus norvegicus*)

V našich zemích:

- původním druhem krysa (*Rattus rattus*)
- potkan se šíří od 18. století z Asie

Biologie potkana:

- život v rodinných klanech 60 – 200 jedinců
- přísná společenská hierarchie – dominantní samci
- velký rozmnožovací potenciál
- nízká kojenecká úmrtnost
- všežravci – především ale obilí (denní spotřeba 20 g)

Potkan (*Rattus norvegicus*)

V našich zemích:

- původním druhem krysa (*Rattus rattus*)
- potkan se šíří od 18. století z Asie

Biologie potkana:

- život v rodinných klanech 60 – 200 jedinců
- přísná společenská hierarchie – dominantní samci
- velký rozmnožovací potenciál
- nízká kojenecká úmrtnost
- všežravci – především ale obilí (denní spotřeba 20 g)

Nebezpečný přenašeč chorob:

- salmonelóza, leptospiróza, trichinóza, tularemie atd.
- riziko přenosu přes velkosklady obilí, potravin
- riziku je vystavena celá populace

Potkan (*Rattus norvegicus*)

Rodenticidy	LD 50 (mg/kg ž.v.)
• fosfid zinku	13 – 50
• uhličitan barnatý	750
• strychnin	1 – 30
• fluórooctan sodný	1 – 7
• dikumarol	2
• warfarin	20
• kumachlor	1,2
• scillirosid	0,4 – 0,7
• toxafen	40 – 50
• ANTU (alfa-naftyImočovina)	4 - 5

Potkan (*Rattus norvegicus*)

ekotoxikologické problémy deratizace:

- celkově nízká účinnost na celou populaci
 - vysoký rozmnožovací potenciál + schopnost vyhýbat se návnadám

Potkan (*Rattus norvegicus*)

ekotoxikologické problémy deratizace:

- celkově nízká účinnost na celou populaci
 - vysoký rozmnožovací potenciál + schopnost vyhýbat se návnadám

- nízká selektivita – vysoké riziko pro teplokrevné živočichy

(!! potkan jako laboratorní zvíře pro testy toxicity !!)

Potkan (*Rattus norvegicus*)

ekotoxikologické problémy deratizace:

- celkově nízká účinnost na celou populaci
 - vysoký rozmnožovací potenciál + schopnost vyhýbat se návnadám
- nízká selektivita – vysoké riziko pro teplokrevné živočichy
(!! potkan jako laboratorní zvíře pro testy toxicity !!)
- kontaminace životního prostředí rezidui

7.1.

POPULAČNÍ DYNAMIKA

Populační dynamika

Základní rovnice:

$$\Delta N = B - D + I - E$$

- ΔN** změna počtu jedinců za daný časový úsek
- B** počet narozených jedinců (natalita)
- D** počet zemřelých jedinců (mortalita)
- I** počet přistěhovaných jedinců (imigrace)
- E** počet odstěhovaných jedinců (emigrace)

7.2.

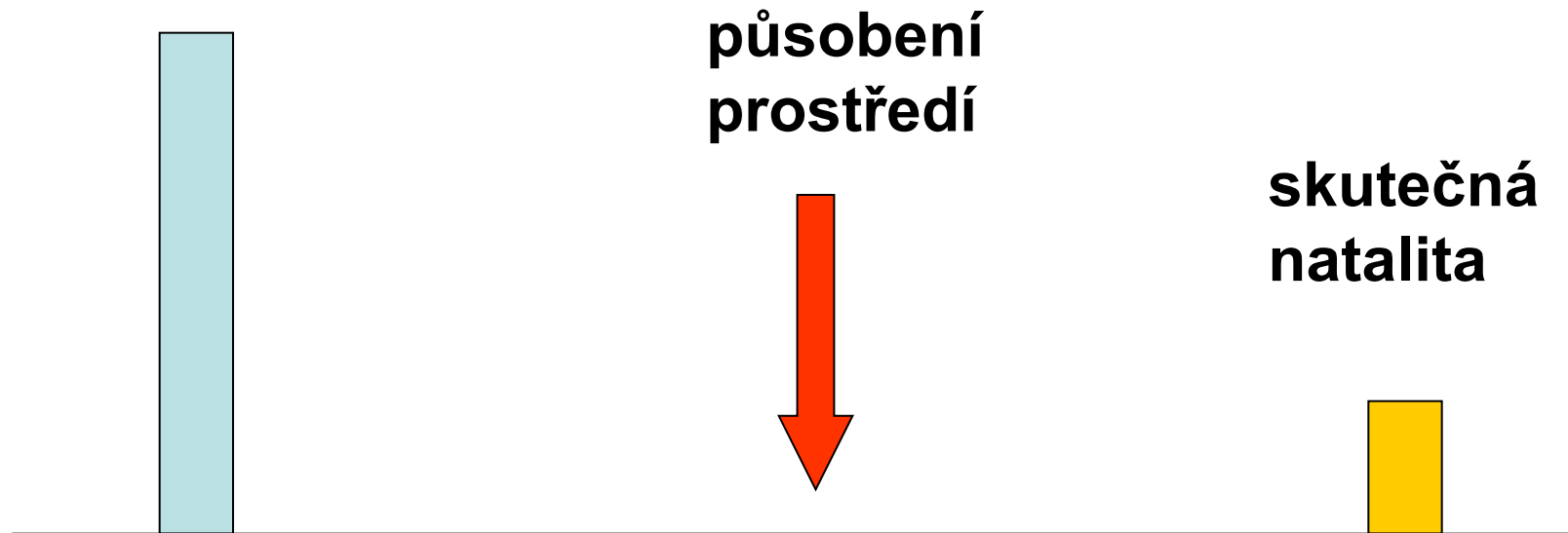
NATALITA

Natalita

Limitována:

- biologickými předpoklady druhu
- vlivy prostředí – včetně toxikantu

**maximální možná
rozmnožovací
schopnost druhu**



Natalita

Vliv toxikantu na natalitu:

1. likvidace budoucích rodičů

Natalita

Vliv toxikantu na natalitu:

- 1. likvidace budoucích rodičů**

- 2. zásah do rozmnožovacích mechanismů**
 - přípravná fáze**
 - oplození**
 - vývoj zárodku**

P – FEROMONY

- feromony – látky vylučované hmyzem, umožňují vyhledávání obou pohlaví
- aplikace pesticidů může tuto komunikaci narušit

Trichogramma brassicae

- hmyz, ř. blanokřídlí, parazitoid
- napadá asi 400 druhů hmyzu

deltamethrin

- pyrethroidní insekticid
- široce využíván v zemědělství

P – FEROMONY

- feromony – látky vylučované hmyzem, umožňují vyhledávání obou pohlaví
- aplikace pesticidů může tuto komunikaci narušit

Trichogramma brassicae

- hmyz, ř. blanokřídlí, parazitoid
- napadá asi 400 druhů hmyzu

deltamethrin

- pyrethroidní insekticid
- široce využíván v zemědělství

VÝSLEDKY VÝZKUMU:

- již velmi nízké dávky na úrovni LD 0,1 (tj. úmrtnost 1 jedince z 1000) narušují feromonovou sexulární komunikaci
- tyto dávky odpovídají zbytkovým koncentracím v životním prostředí
- obdobné výsledky zjištěny i u jiných pesticidů (např. organofosfátů) a různých druhů hmyzu

P – FEROMONY

- feromony – látky vylučované hmyzem, umožňují vyhledávání obou pohlaví
- aplikace pesticidů může tuto komunikaci narušit

Trichogramma brassicae

- hmyz, ř. blanokřídlí, parazitoid
- napadá asi 400 druhů hmyzu

deltamethrin

- pyrethroidní insekticid
- široce využíván v zemědělství

VÝSLEDKY VÝZKUMU:

- již velmi nízké dávky na úrovni LD 0,1 (tj. úmrtnost 1 jedince z 1000) narušují feromonovou sexulární komunikaci
- tyto dávky odpovídají zbytkovým koncentracím v životním prostředí
- obdobné výsledky zjištěny i u jiných pesticidů (např. organofosfátů) a různých druhů hmyzu

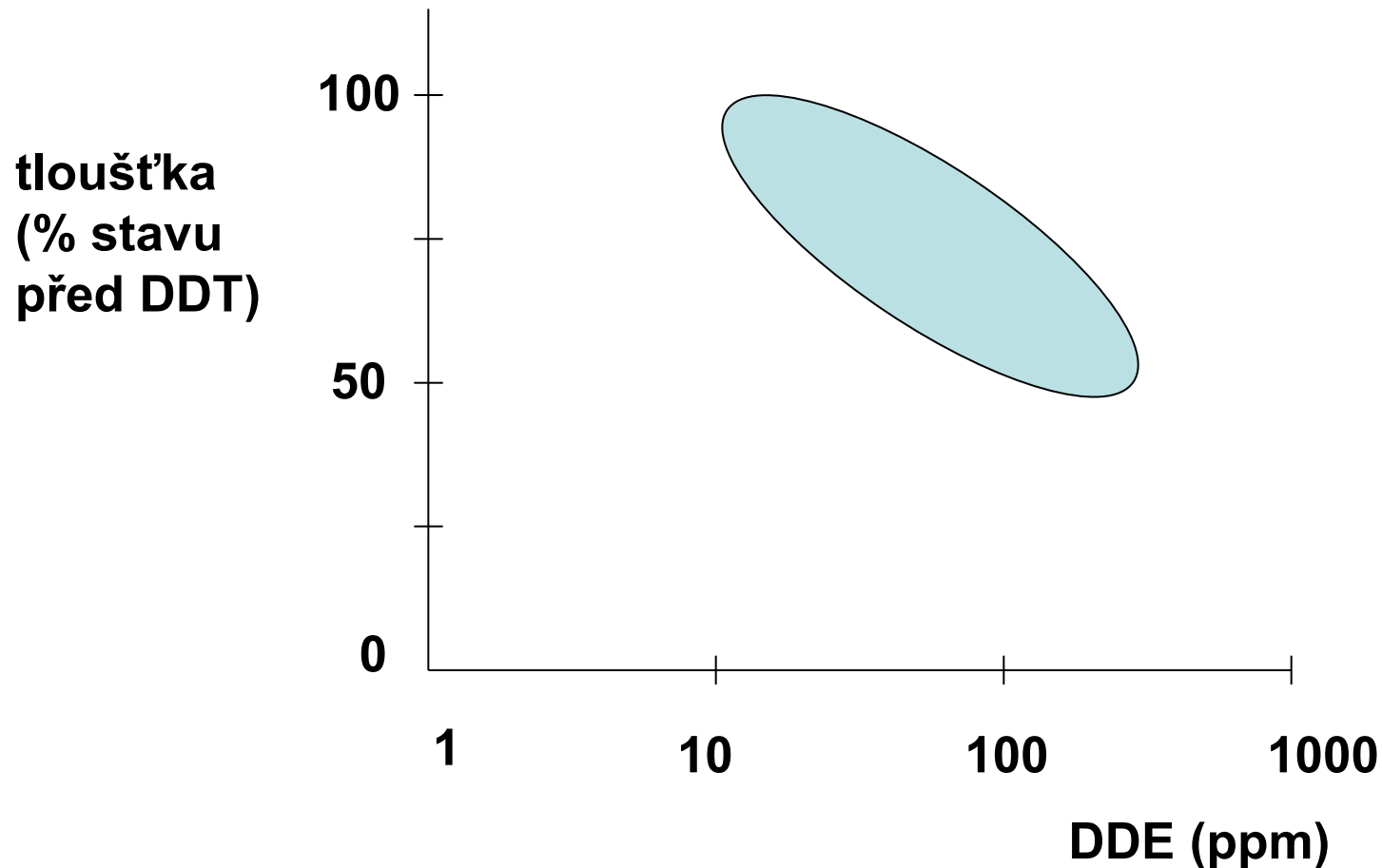
- pesticidy narušují regulační mechanismy nejen přímým hubením parazitoidů, ale i dlouhodobě zásahem do jejich rozmnožovacího cyklu
- jedná se o významný celosvětový ekotoxikologický problém

Skořápky dravců

Závislost tloušťky skořápek sokola stěhovavého na koncentraci DDE ve vejcích

DDE = dichlordiphenyldichlorethylen,

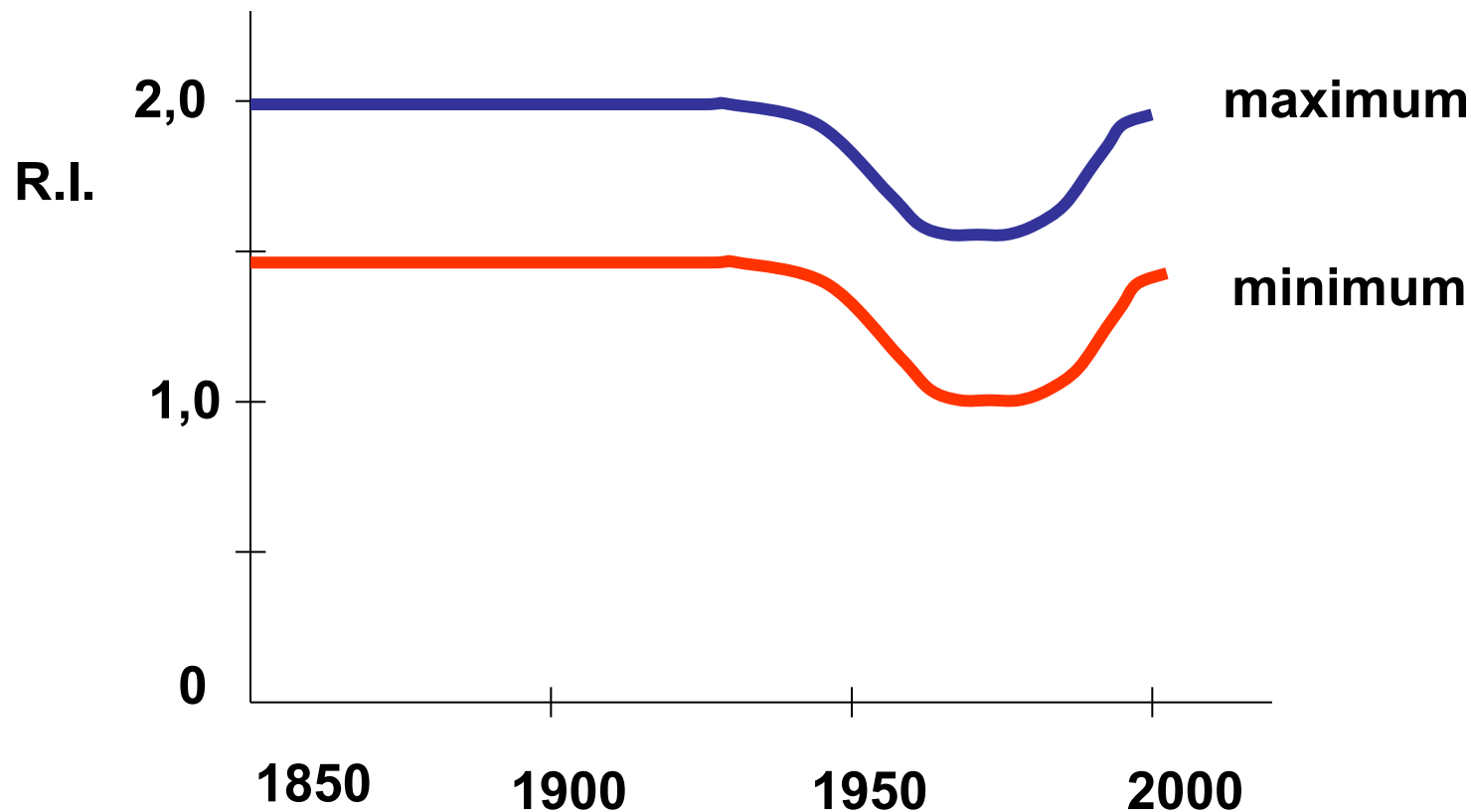
- produkt rozkladu DDT



Skořápky dravců

R.I. = Ratcliffe's index

= váha skořápky (mg) / délka * šířka (mm)



7.3.

MORTALITA

Mortalita

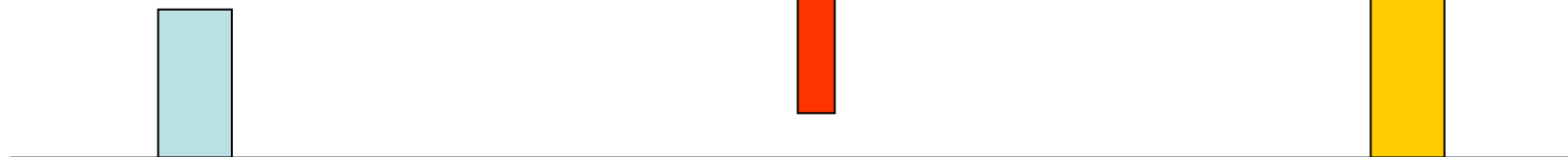
Limitována:

- biologickými předpoklady druhu
- vlivy prostředí – včetně toxikantu

minimální možná
mortalita vyplývající
z délky života druhu

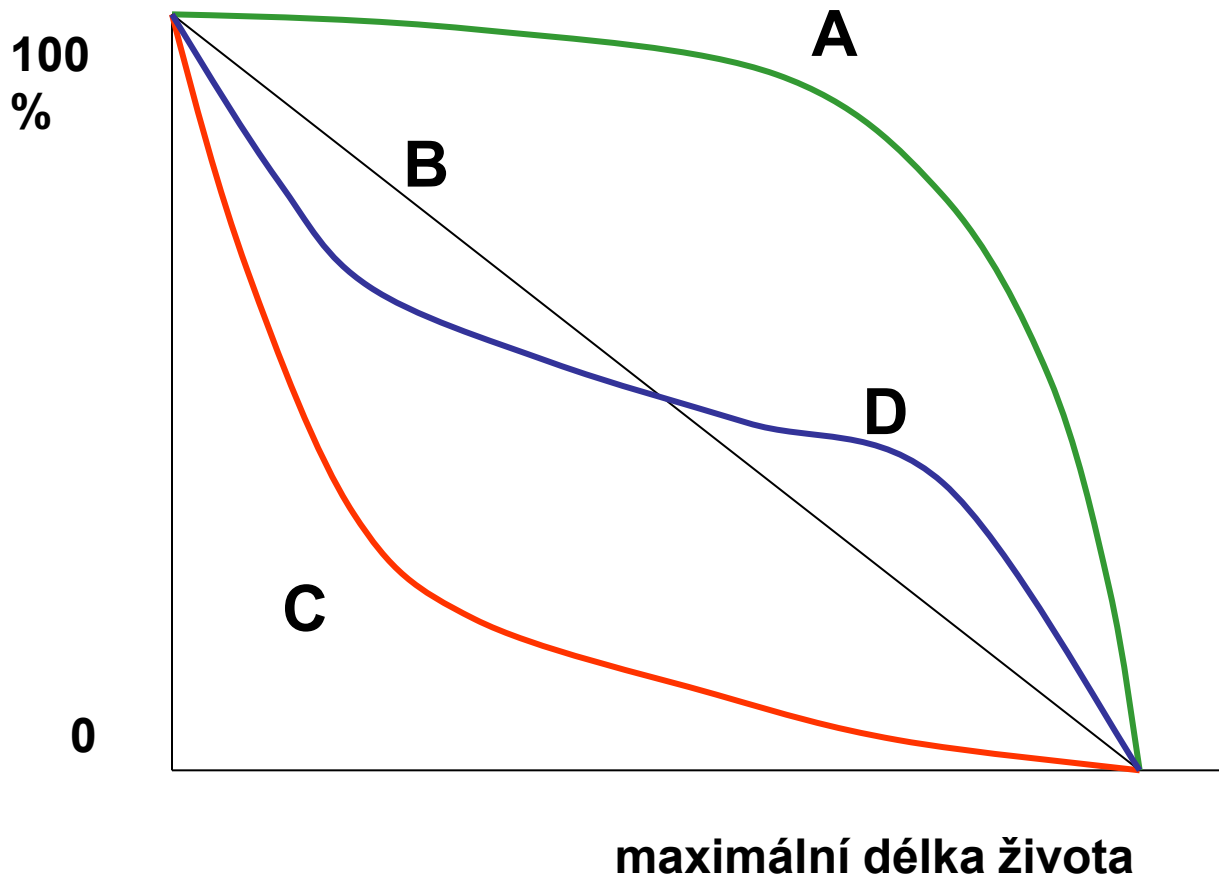
působení
prostředí

skutečná
mortalita



Mortalita

Křivky přežívání = závislost podílu přeživších jedinců na relativní délce života



Mortalita

Faktory ovlivňující natalitu a mortalitu:

1. expozice toxikantu

Mortalita

Faktory ovlivňující natalitu a mortalitu:

- 1. expozice toxikantu**
- 2. životaschpnost populace (vitalita, fitness)**

Mortalita

Faktory ovlivňující natalitu a mortalitu:

- 1. expozice toxikantu**
- 2. životaschopnost populace (vitalita, fitness)**
- 3. vliv dalších faktorů**
 - populace na hranici svého areálu jsou náchylnější**

A wide, flat green field under a blue sky with light clouds. The field is a uniform green color, and the sky is a clear blue with some light, wispy clouds. In the distance, there is a thin line of trees or a horizon line.

Sýček obecný

Mad'arská puszta



Hortobágyi Nemzeti Park



Hortobágyi Nemzeti Park



Hortobágyi Nemzeti Park



Sýček obecný (*Athene noctua*)



Foto V. Hlaváč

Sýček obecný (*Athene noctua*)

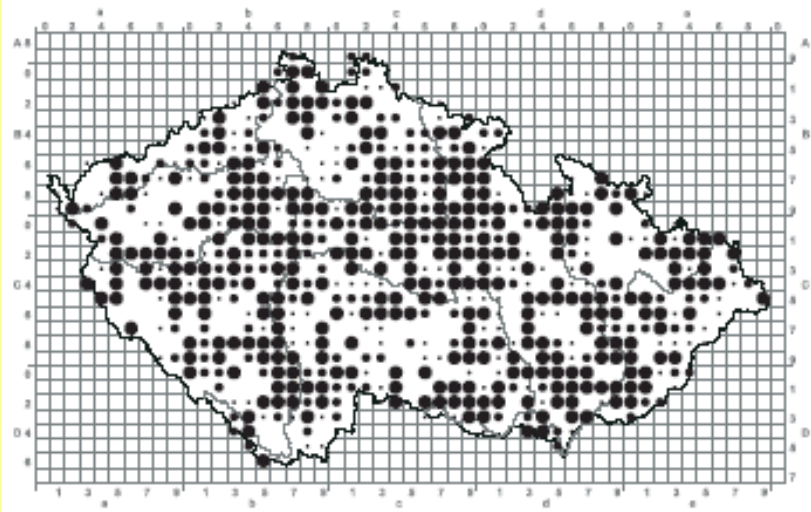


Foto V. Hlaváč

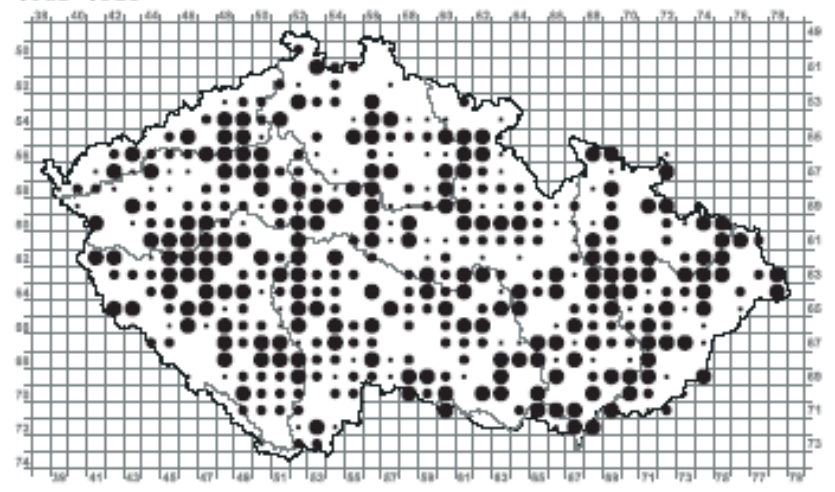
- malá sova, měří asi 22 cm (jako hrdlička)
- loví i ve dne
- obyvatel volné krajiny
- hlavní potravou hraboši

Vývoj rozšíření sýčka obecného v ČR

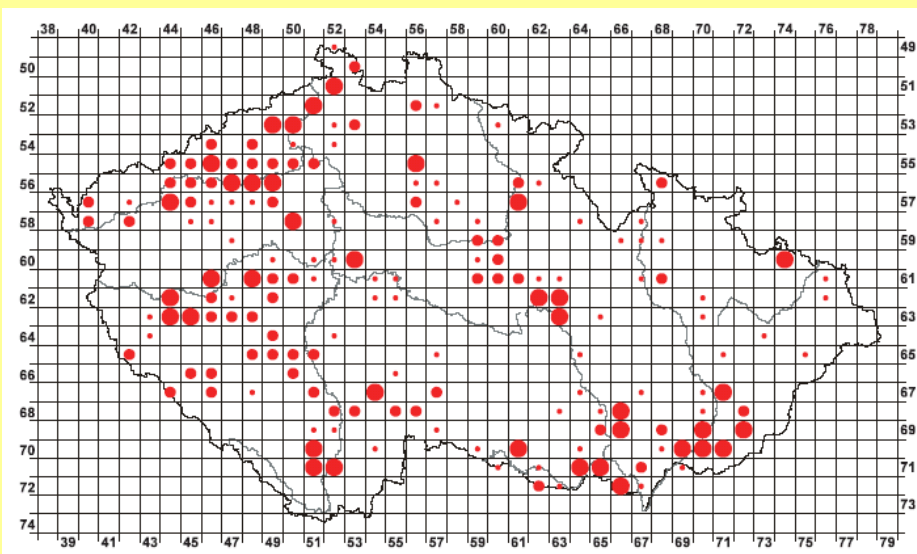
1973–1977



1985–1989



2001 - 2003



Počet osídlených čtverců (%):

1973 – 77 72

1985 – 89 68

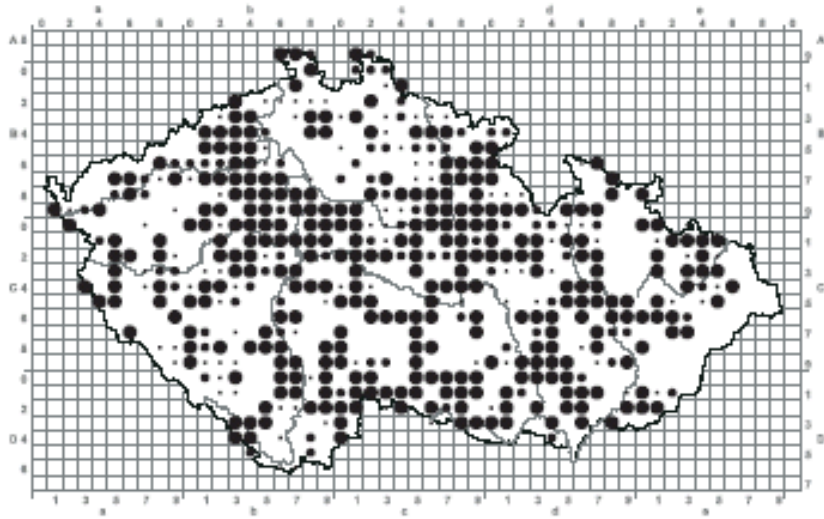
2001 – 03 23

Šťastný, Bejček a kol.: Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001 – 2003.

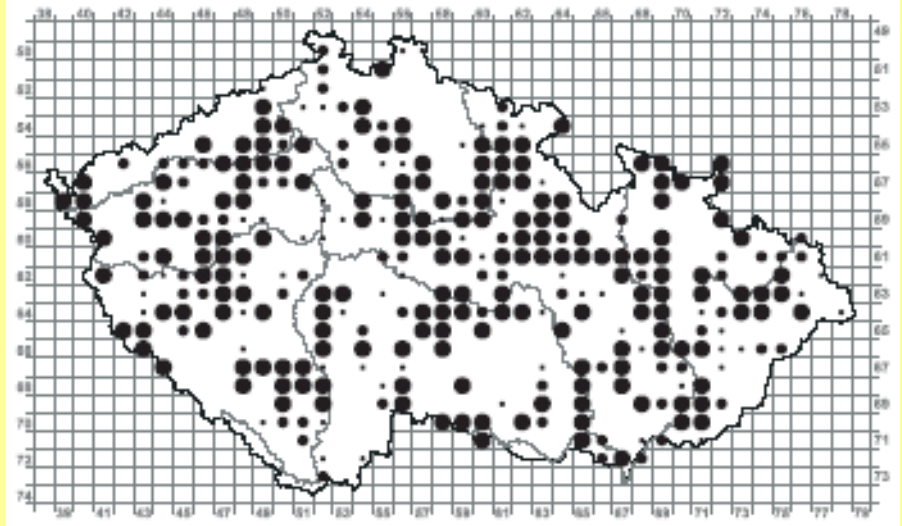
Aventinum 2006

Vývoj rozšíření sovy pálené v ČR

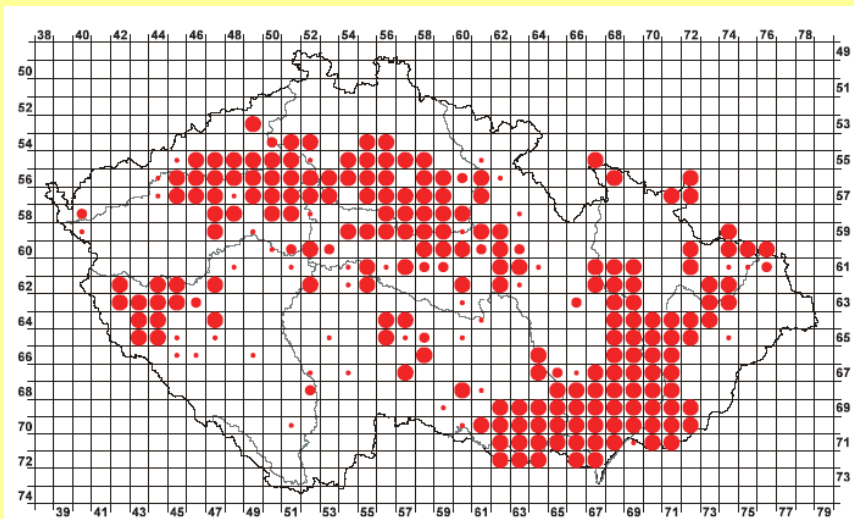
1973–1977



1985–1989



2001 - 2003



Počet osídlených čtverců (%):

1973 – 77 58

1985 – 89 50

2001 – 03 38

Šťastný, Bejček a kol.: Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001 – 2003.

Aventinum 2006

Pravděpodobné příčiny ústupu

- **trávení hlodavců antikoagulačními rodenticidy**
 - **hlodavci přežívají několik dní se sníženou vitalitou**
 - **jsou snadnou kořistí – přenos jedu na predátora**
 - **oslabení nebo hynutí sýčků**

Pravděpodobné příčiny ústupu

- **trávení hlodavců antikoagulačními rodenticidy**
 - **hlodavci přežívají několik dní se sníženou vitalitou**
 - **jsou snadnou kořistí – přenos jedu na predátora**
 - **oslabení nebo hynutí sýčků**
- **nárůst početnosti kuny skalní**

Kuna skalní



Foto V. Hlaváč

Pravděpodobné příčiny ústupu

- **trávení hlodavců antikoagulačními rodenticidy**
 - **hlodavci přežívají několik dní se sníženou vitalitou**
 - **jsou snadnou kořistí – přenos jedu na predátora**
 - **oslabení nebo hynutí sýčků**
- **nárůst početnosti kuny skalní**
- **mizení nízkostébelných trávníků z krajiny**

Mad'arská puszta



Mad'arská puszta



Pravděpodobné příčiny ústupu

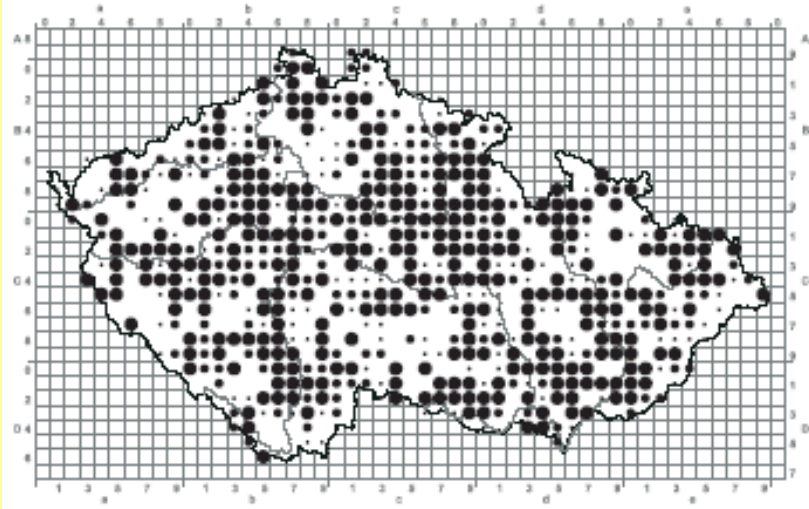
- trávení hlodavců antikoagulačními rodenticidy
 - hlodavci přežívají několik dní se sníženou vitalitou
 - jsou snadnou kořistí – přenos jedu na predátora
 - oslabení nebo hynutí sýčků
- nárůst početnosti kuny skalní
- mizení nízkostébelných trávníků z krajiny

Důsledek:

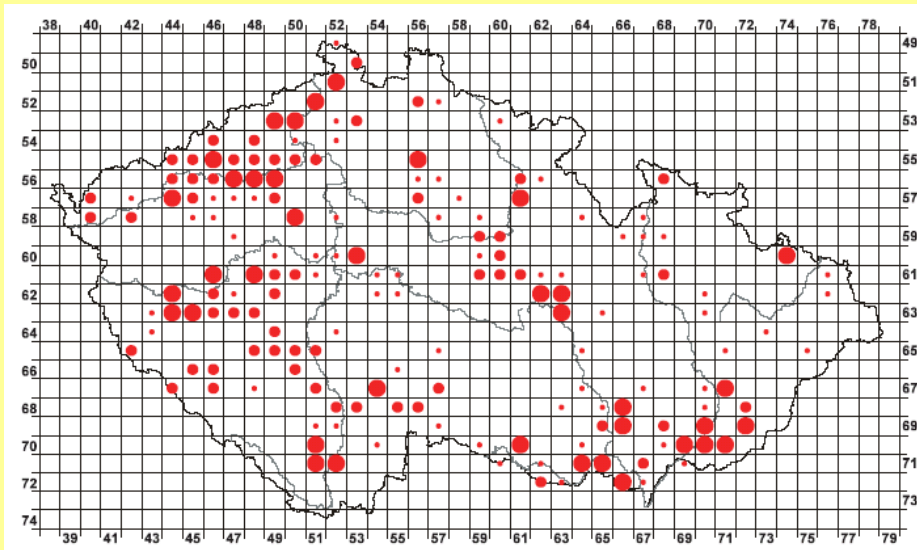
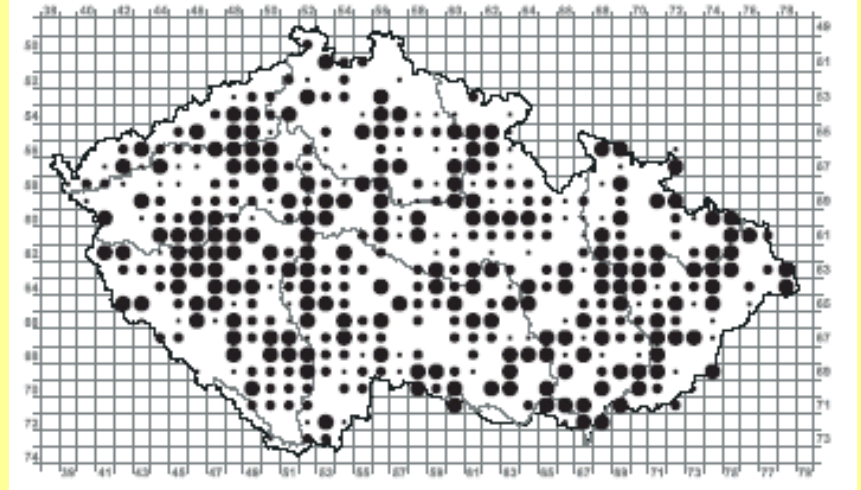
- snížení celkové vitality a početnosti populace
- vymizení z ekologicky méně příznivých oblastí (horské oblasti – sníh – nedostatek potravy)

Stahování do teplých oblastí

1973–1977



1985–1989



Šťastný, Bejček a kol.: Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001 – 2003.
Aventinum 2006

Pravděpodobné příčiny ústupu

- trávení hlodavců antikoagulačními rodenticidy
 - hlodavci přežívají několik dní se sníženou vitalitou
 - jsou snadnou kořistí – přenos jedu na predátora
 - oslabení nebo hynutí sýčků
- nárůst početnosti kuny skalní
- mizení nízkostébelných trávníků z krajiny

Důsledek:

- snížení celkové vitality a početnosti populace
- vymizení z ekologicky méně příznivých oblastí (horské oblasti – sníh – nedostatek potravy)

Příklad současného působení všech ekologických faktorů

Jedle bělokorá (*Abies alba*)

- tradičně považována za strom citlivý k imisím
- původní zastoupení cca 20 %, dnes cca 2 %

Jedle bělokorá (*Abies alba*)

- tradičně považována za strom citlivý k imisím
- původní zastoupení cca 20 %, dnes cca 2 %

významný vliv stanoviště na citlivost:

- ekologické optimum: hlubší, vlhké půdy, dostatečná vlhkost vzduchu, málo větrané polohy
 - zde **malé poškození i v imisních oblastech**
- na suchých lokalitách, v mělké půdě – napadána řadou škůdců (korovnice kavkazská, smolák jedlový, obaleč jedlový) – **vysoká mortalita při působení imisí**

Jedle bělokorá (*Abies alba*)

- tradičně považována za strom citlivý k imisím
- původní zastoupení cca 20 %, dnes cca 2 %

významný vliv stanoviště na citlivost:

- ekologické optimum: hlubší, vlhké půdy, dostatečná vlhkost vzduchu, málo větrané polohy
 - zde **malé poškození i v imisních oblastech**
- na suchých lokalitách, v mělké půdě – napadána řadou škůdců (korovnice kavkazská, smolák jedlový, obaleč jedlový) – **vysoká mortalita při působení imisí**

Renesance jedle – od poloviny 80. let

- nárůst i v pásmu ohrožení A

Evoluční potenciál

- **genotypová variabilita ⇒ evoluční potenciál (!!!)**
každá populace obsahuje genotypově rozrůzněné jedince
⇒ při impaktu různé reakce: - v intenzitě odpovědi
- v časování odpovědi

- **dochází k rozrůznění jedinců ve škále:**
velmi citliví ----- velmi rezistentní

Evoluční potenciál

Vztah mezi genotypovou variabilitou (= evolučním potenciálem) a mírou expozice

		EVOLUČNÍ POTENCIÁL	
		nízký	vysoký
EXPOZICE	vysoká	vymizení druhu	přežije několik nejvíce odolných jedinců – nová genetická struktura populace
	nízká	možnost pomalého chronického efektu, čas na přizpůsobení	minimální vliv na populaci

Evoluční potenciál

Příklad: rostlinné druhy pod vlivem těžkých kovů z hutí

- *Agrostis capillaris* (psineček rozkladitý, č. lipnicovité)
po 5 letech expozice - vytvoření Zn-resistentní populace
rychlá odpověď na environmentální stres
důsledek vysoké genotypové variability

Evoluční potenciál

Příklad: rostlinné druhy pod vlivem těžkých kovů z hutí

- ***Agrostis capillaris* (psineček rozkladitý, č. lipnicovité)**
po 5 letech expozice - vytvoření Zn-resistentní populace
rychlá odpověď na environmentální stres
důsledek vysoké genotypové variability
- ***Senecio vulgaris* (starček obecný, č. hvězdicovité)**
nízký evoluční potenciál ke kovům

ale: vysoký evoluční potenciál k pesticidům

VYHYNUTÍ POTÁPKY OBROVSKÉ (Podylimbus gigas)

př. negativního vlivu přílišné specializace populace

- **řád: potápky, třída: ptáci**
- **nelétavá potápka velikosti cca 50 cm**
- **jediné místo výskytu: Guatemala, vulkanické jezero Atitlan, 130 km², nadmořská výška 1600 m n.m.**
- **silný zobák jako adaptace na lov krabů**

VYHYNUTÍ POTÁPKY OBROVSKÉ (*Podylimbus gigas*)

- nekontrolovaná těžba rákosu, lov, zastavení pobřeží, **eutrofizace**
- umělé vysazení velkých okounů (r. *Micropterus*), dorůstají až 12 kg
 - vyhubení 13 z 19 původních druhů ryb
 - vyhubení většiny krabů
 - okouni lovili i mlád'ata potápek
- prudký pokles stavu:

1929	400 ks
1960	100 ks
1965	80 ks
1986	poslední pozorování
- vysoká citlivost stenoekních druhů ke změně prostředí

7.4.

IMIGRACE A EMIGRACE

Populační dynamika

Základní rovnice:

$$\Delta N = B - D + I - E$$

- ΔN** změna počtu jedinců za daný časový úsek
- B** počet narozených jedinců (natalita)
- D** počet zemřelých jedinců (mortalita)
- I** počet přistěhovaných jedinců (imigrace)
- E** počet odstěhovaných jedinců (emigrace)

Imigrace a emigrace

význam imigrace a emigrace:

- **rozšiřování teritoria druhu**
- **posilování genetické variability
(! fragmentace populací!)**



Mandelinka bramborová

MANDELINKA BRAMBOROVÁ

MANDELINKA BRAMBOROVÁ (*Leptinotarza decemlineata*)

Popis:

- je brouk 7 - 12 mm dlouhý a 5 - 8 mm široký
- nápadné je slámově žluté zbarvení krovek s deseti černými podélnými pruhy
- vajíčko je dlouhé 1,6 mm, široké 0,8 mm, žluté a žlutooranžové
- larva má celkem 4 vývojové stupně, převládá červené až oranžové zbarvení
- kukla je oválná, asi 9 mm dlouhá a 6 mm široká.

MANDELINKA BRAMBOROVÁ

Geografické rozšíření:

- původně americký druh žijící na divoce rostoucích lilkovitých rostlinách (především *Solanum rostratum*)
- přešla v polovině 19. století na kulturní odrůdy brambor

MANDELINKA BRAMBOROVÁ

Geografické rozšíření:

- původně americký druh žijící na divoce rostoucích lilkovitých rostlinách (především *Solanum rostratum*)
- přešla v polovině 19. století na kulturní odrůdy brambor
- za sto let zamořila celé USA, pronikla do Kanady a Střední Ameriky, Evropy a Afriky.

MANDELINKA BRAMBOROVÁ

Geografické rozšíření:

- původně americký druh žijící na divoce rostoucích lilkovitých rostlinách (především *Solanum rostratum*)
- přešla v polovině 19. století na kulturní odrůdy brambor
- za sto let zamořila celé USA, pronikla do Kanady a Střední Ameriky, Evropy a Afriky.
- do Evropy byla zavlečena v 70. letech 19. století (Francie - okolí Bordeaux)
- Šíření na východ nastalo až po první světové válce
- na území ČSR pronikla až v roce 1945 a v roce 1958 dosáhla východní hranice Slovenska.

MANDELINKA BRAMBOROVÁ

Životní cyklus:

- brouci přezimují v půdě
- na jaře kladou samičky vajíčka na spodní stranu listů, ve skupině 20 - 40 vajíček
- průměrná plodnost samic je 500 - 800 vajíček během vegetace

MANDELINKA BRAMBOROVÁ

Životní cyklus:

- brouci přezimují v půdě
- na jaře kladou samičky vajíčka na spodní stranu listů, ve skupině 20 - 40 vajíček
- průměrná plodnost samic je 500 - 800 vajíček během vegetace
- larvy mají 4 vývojová stadia. Největší škody larvy 4. instaru
- dospělé larvy se kuklí v zemi
- počet generací 1 – 3 (podle klimatu)

MANDELINKA BRAMBOROVÁ

Přirození nepřátelé:

- larvy napadá bakterióza (*Bakterium leptino tarze*)
- brouci i larvy jsou napadáni houbou *Beauveria bassiana*
- larvy požírají střevlíci, slunéčka, dravé ploštice (s plošticí *Perrilus bioculatus* se uvažovalo o biologický boj)
- důležitými požírači mandelinky jsou koroptve a bažanti

MANDELINKA BRAMBOROVÁ

Analýza klíčového faktoru

- definice hodnoty k
= podíl původní hustoty populace k hustotě po manifestaci faktoru
- vyjádřeno v logaritmické stupnici:
 $\log k = \log (\text{počáteční hustota}) - \log (\text{konečná hustota})$

MANDELINKA BRAMBOROVÁ

Tab.: typický soubor údajů o přežívání mandelinky bramborové v Merivale, Kanada, 1961 - 62 (Harcourt, 1971)

věkový interval		faktor mortality	hodnota k
vajíčka		nevykladená	0,105
		neploďná	0,021
		déšť	0,021
		kanibalismus	0,064
mladé larvy		predátoři	0,024
starší larvy		déšť	0
kukly		hladovění	0,337
letní dospělci		<i>D. doryphorea</i>	0,002

MANDELINKA BRFAMBOROVÁ

věkový interval		faktor mortality	hodnota k
přezimující dospělci		emigrace	2,312
jarní dospělci		mráz	0,058

klíčový faktor pro velikost populace na daném místě je emigrace letních dospělých brouků

**RIZIKO PROSTOROVÉ
KUMULACE VELKÉ ČÁSTI
POPULACE**

Husa velká (*Anser anser*)



Husa velká

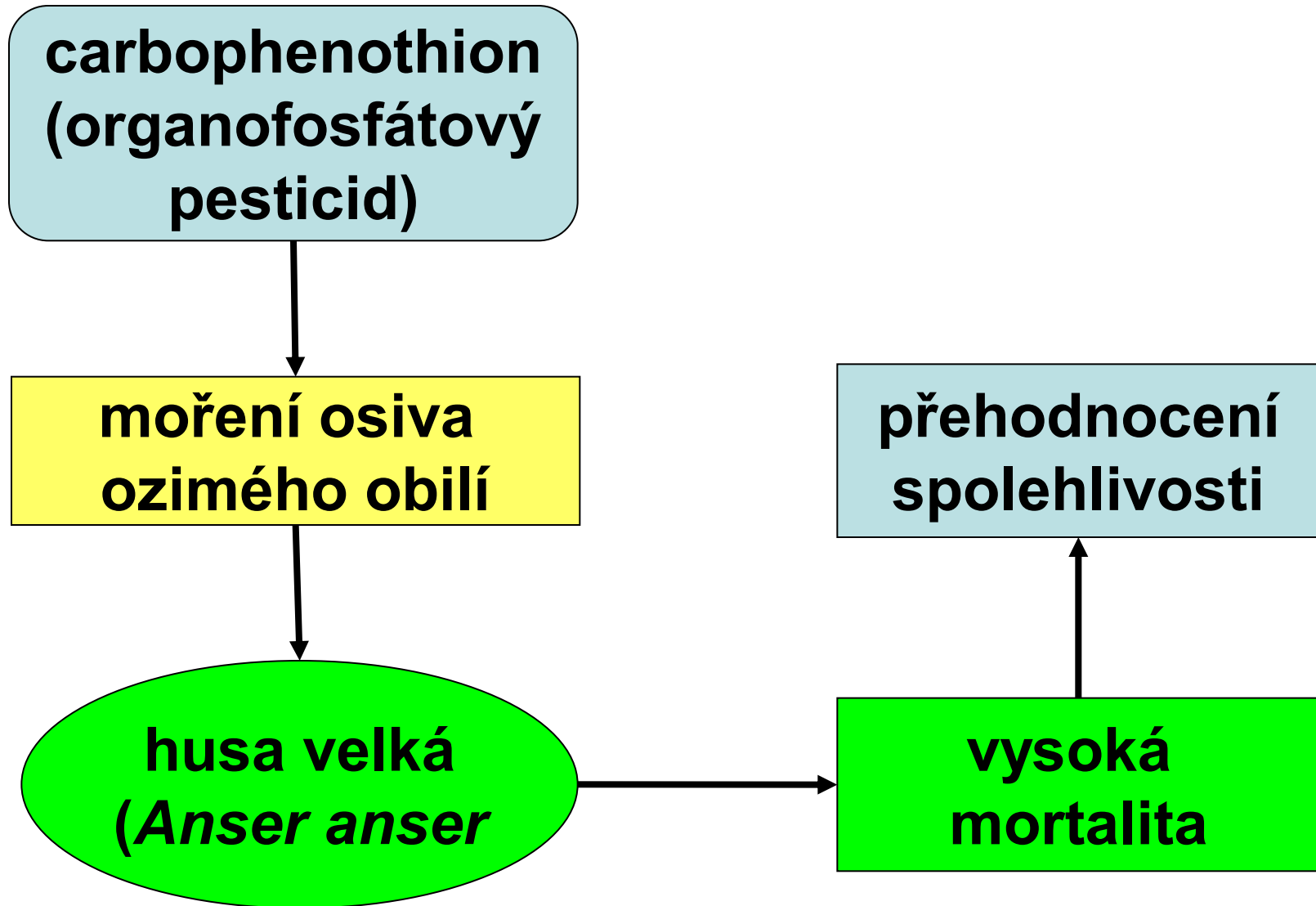
- Skotsko, centrální a východní část
- zima 1971 - 72
- přezimování cca 60 000 jedinců husy divoké
- tj. cca 2/3 britské populace

Husa velká

- Skotsko, centrální a východní část
- zima 1971 - 72
- přezimování cca 60 000 jedinců husy divoké
- tj. cca 2/3 britské populace

- vysoká úmrtnost ve stovkách jedinců
- hledání příčiny

Skotsko 1971-72

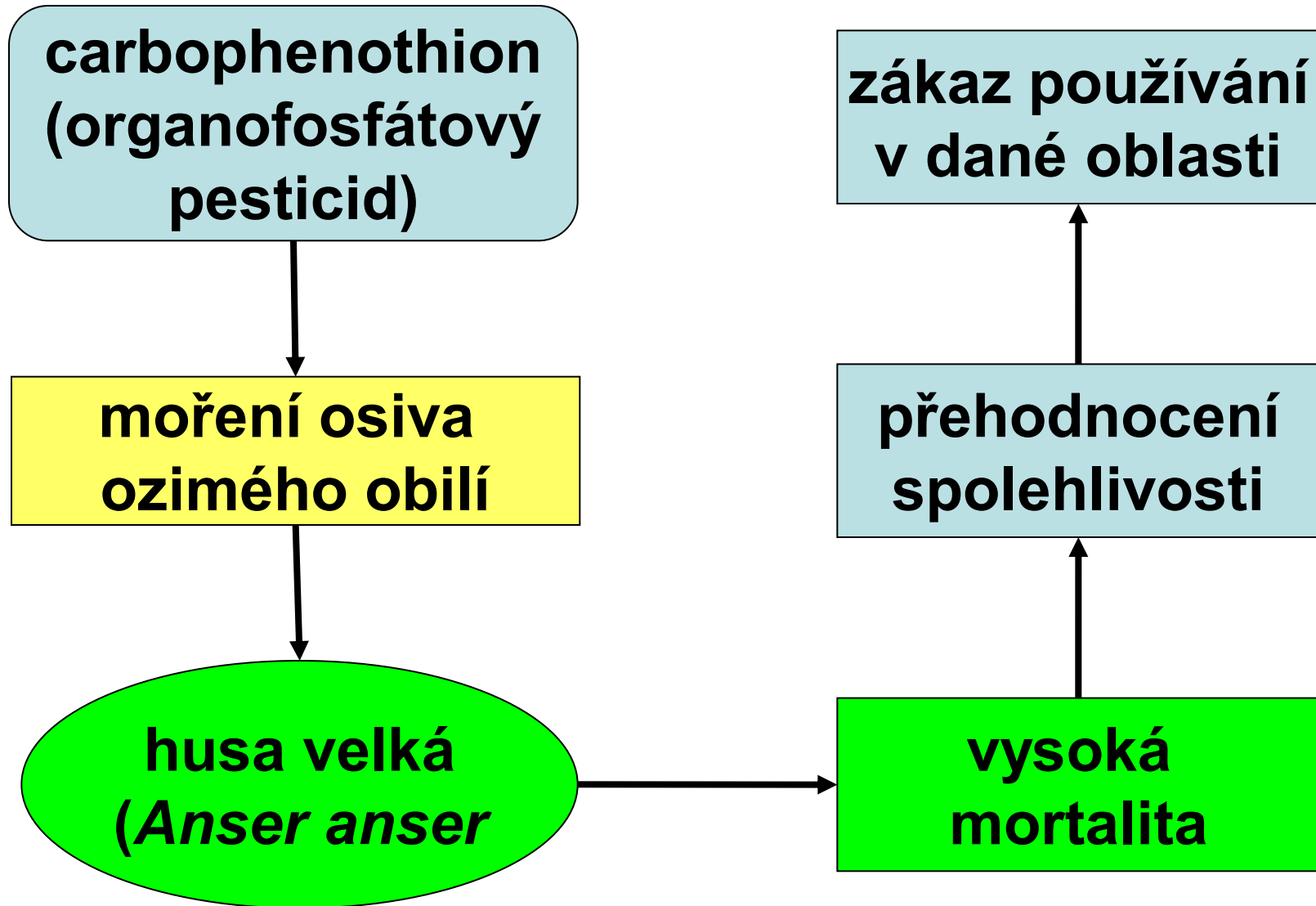


Berneška velká (*Branta canadensis*)



nižší citlivost vůči carbophenothionu než husa velká

Skotsko 1971-72



Husa velká

Závěry

- ❑ mezidruhové rozdíly v citlivosti
berneška velká - *méně citlivá než husa velká*
⇒ **respektovat při testech chemikálií**

- ❑ velká místní koncentrace populace je rizikem
⇒ **prostorová distribuce – faktor při hodnocení**

Příklad: přemnožení medúz



kmen Žahavci

- některé druhy prudce jedovaté
- čtyřhranka smrtelná (*Chironex fleckeri*)

Příklad: přemnožení medúz

medúzy



ryby

konkurence o potravu - plankton

Příklad: přemnožení medúz

medúzy



ryby

konkurence o potravu - plankton

vajíčko

jikry

larva

plůdek

polyp

malé ryby

medúza

dospělci

vzájemná predace

Příklad: přemnožení medúz

medúzy



ryby

konkurence o potravu - plankton

vajíčko

jikry

larva

plůdek

polyp

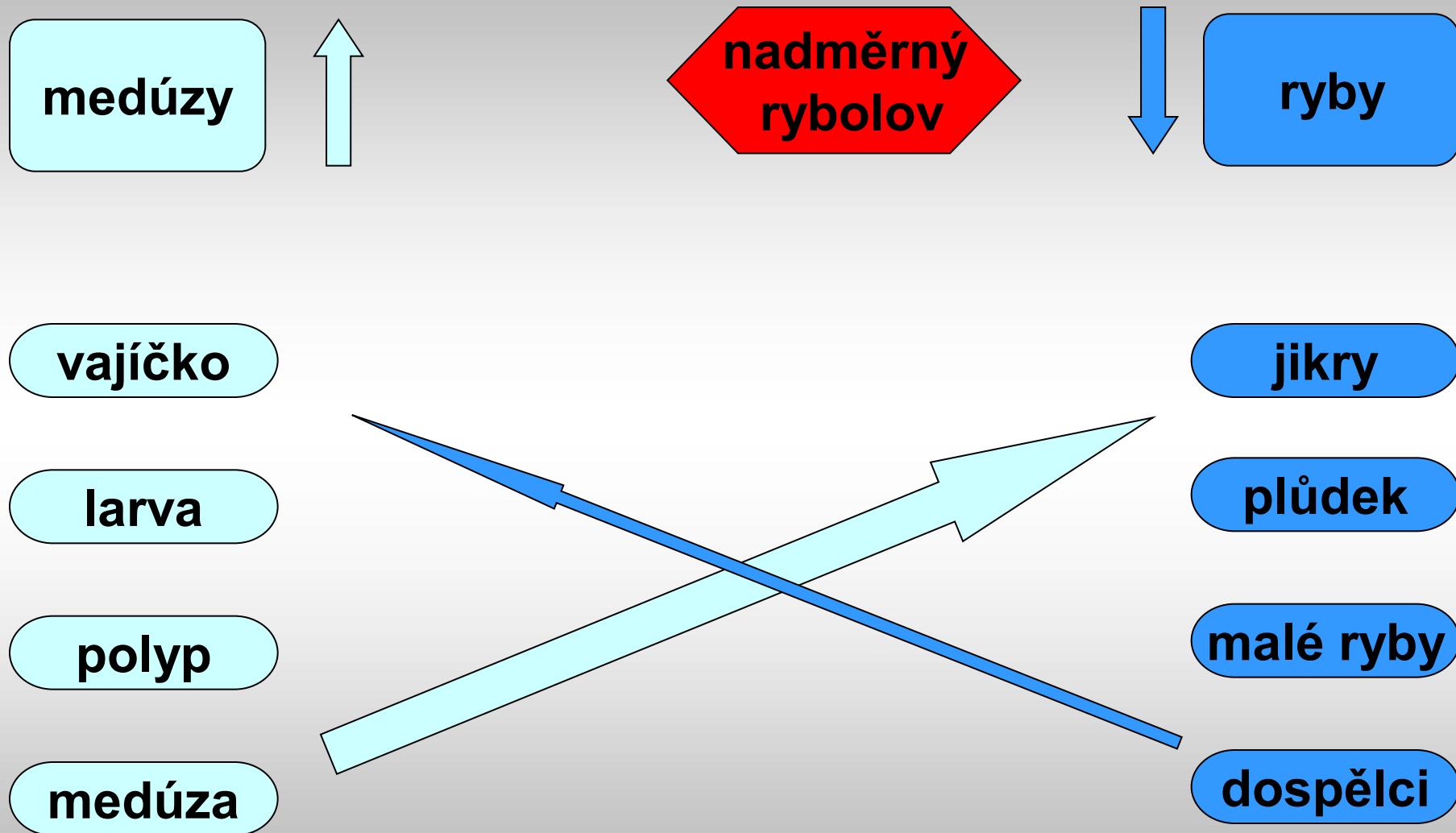
malé ryby

medúza

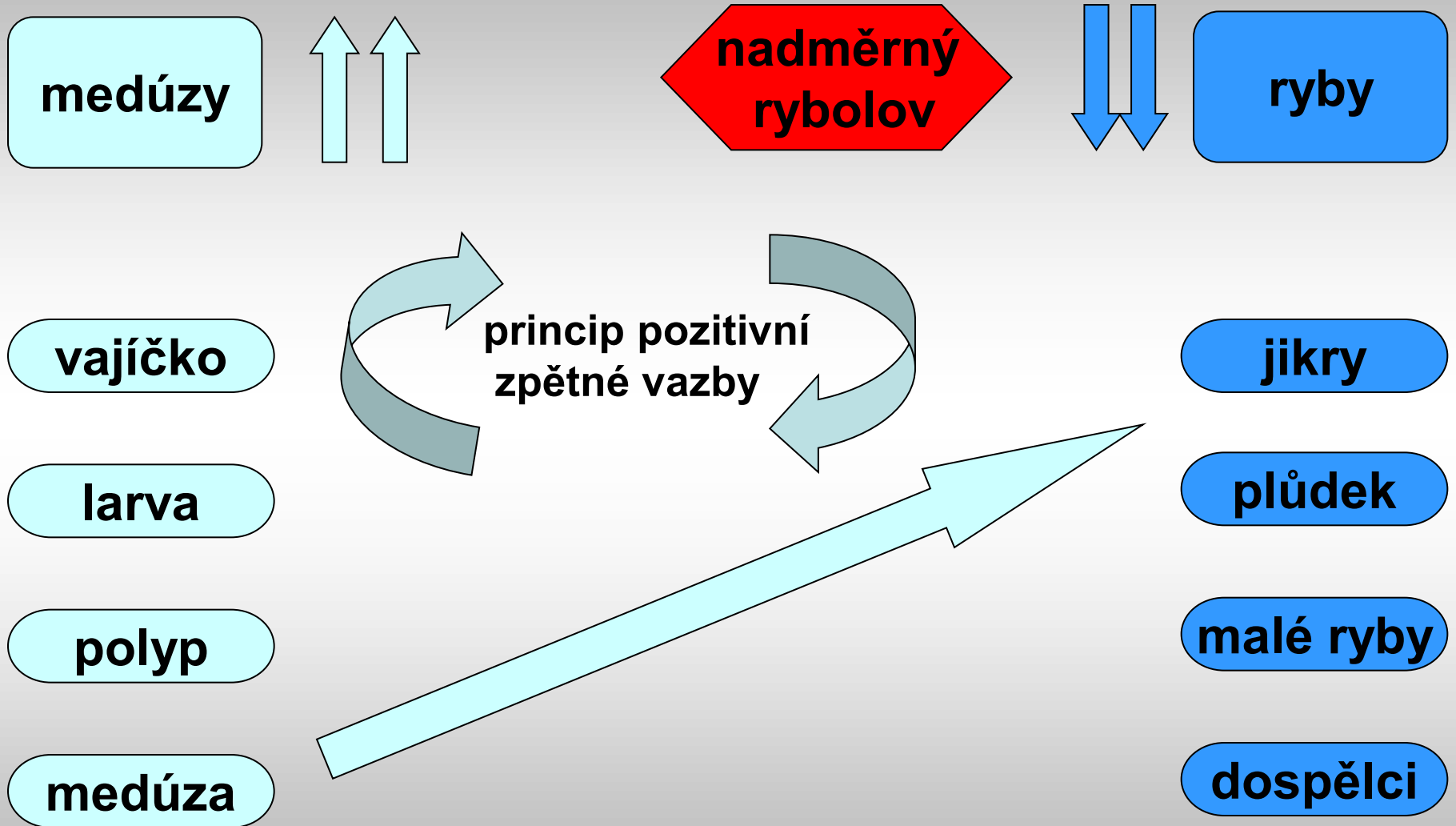
dospělci

vzájemná predace

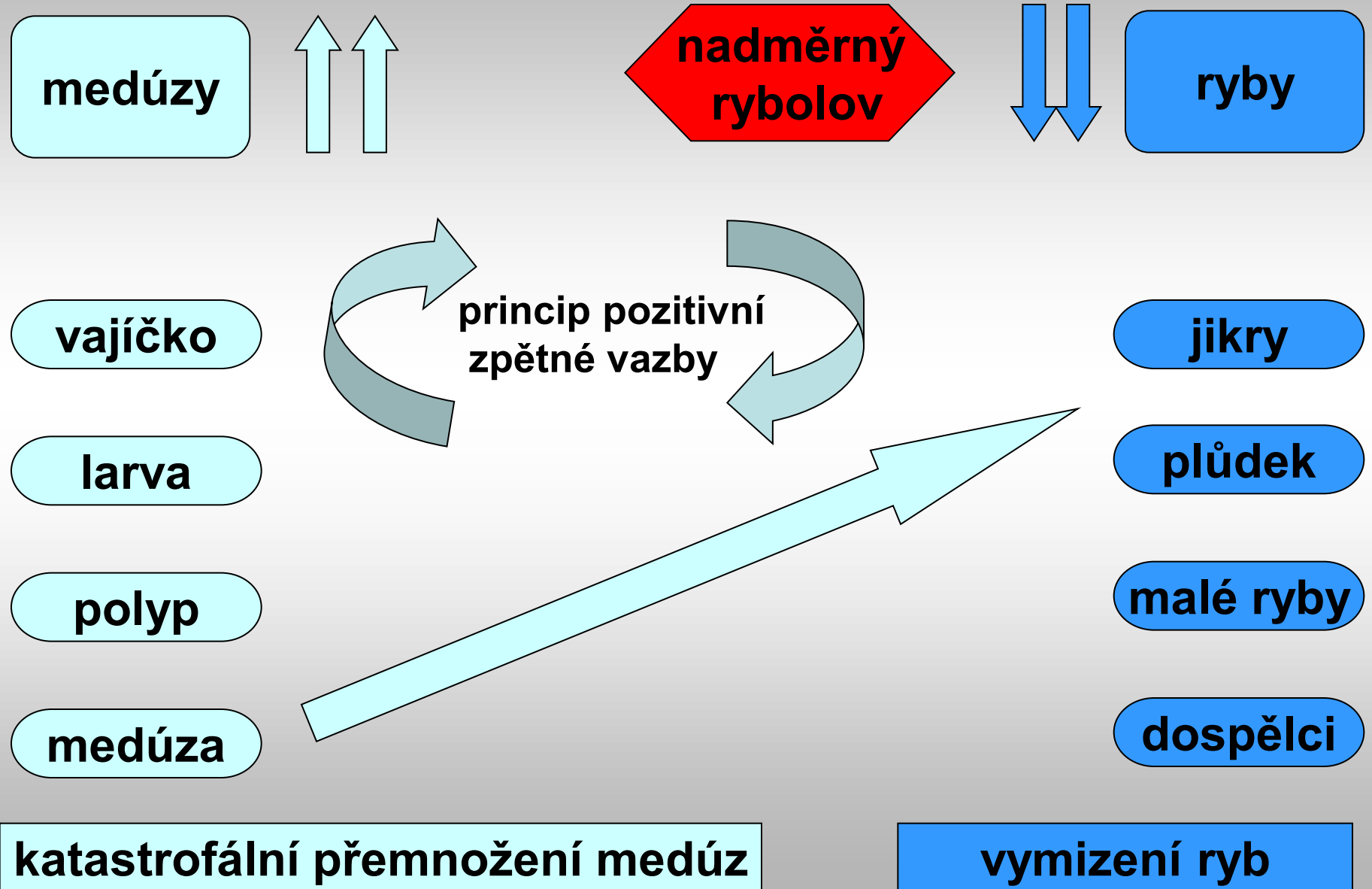
Příklad: přemnožení medúz



Příklad: přemnožení medúz



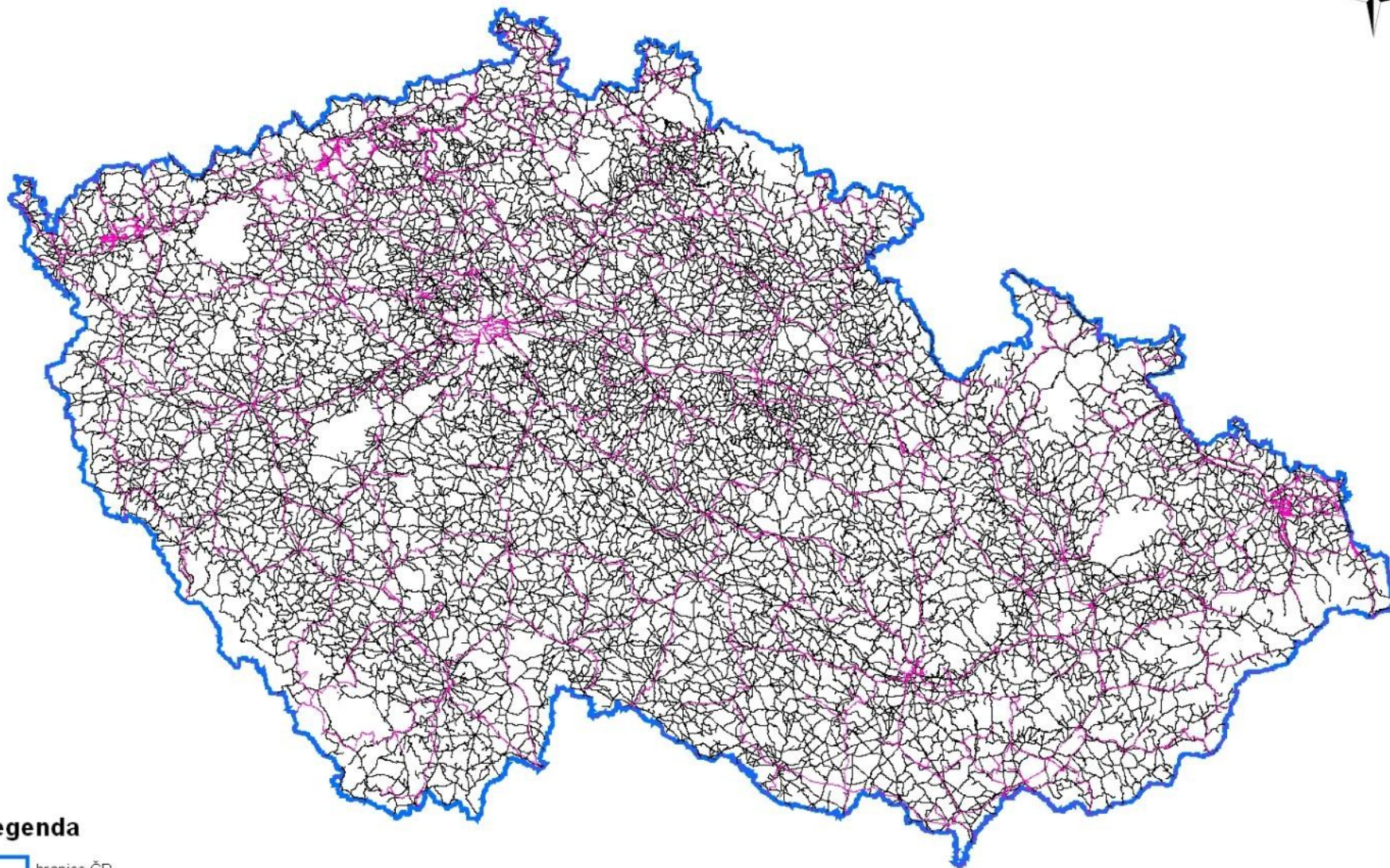
Příklad: přemnožení medúz



FRAGMENTACE KRAJINY



1. Silniční a železniční síť ČR

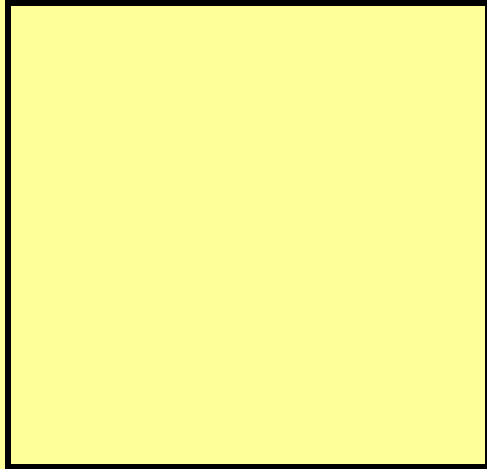


Legenda

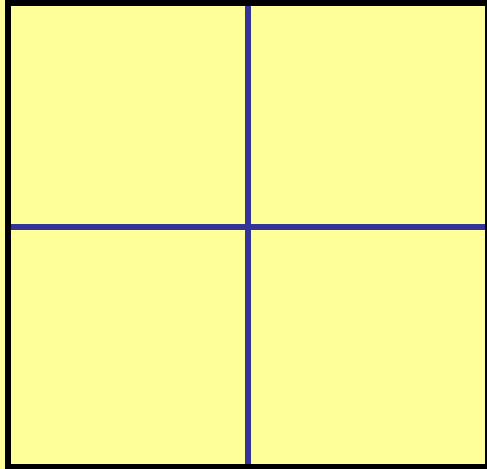
-  hranice ČR
-  síť železnic
-  síť silnic



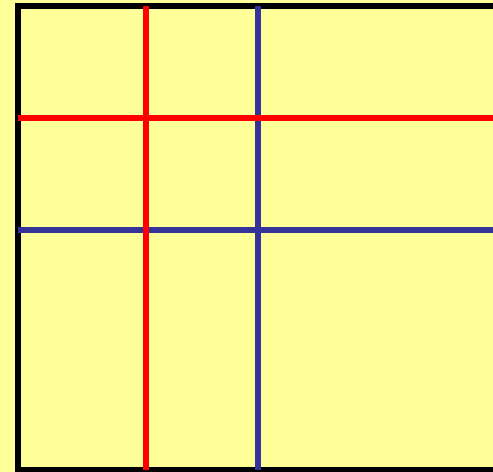
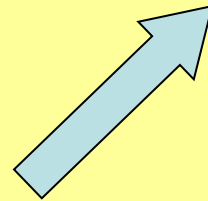
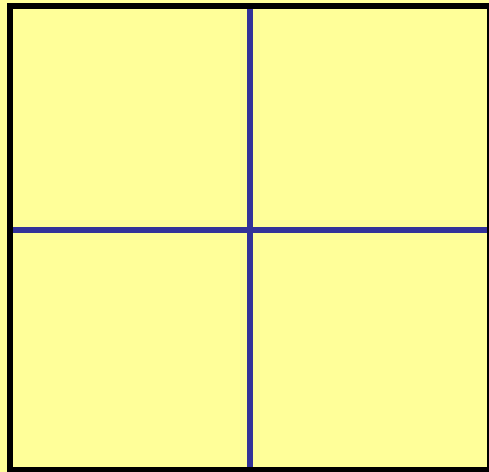
TYPY FRAGMENTACE



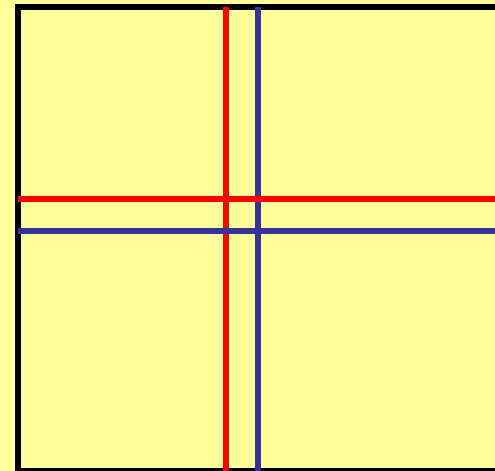
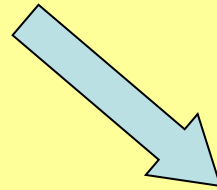
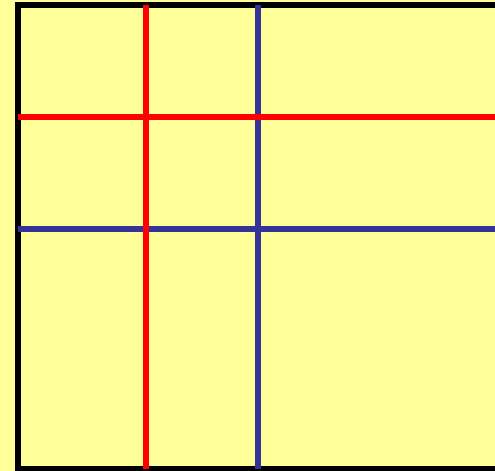
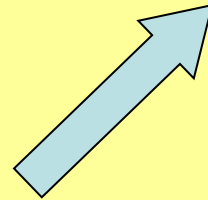
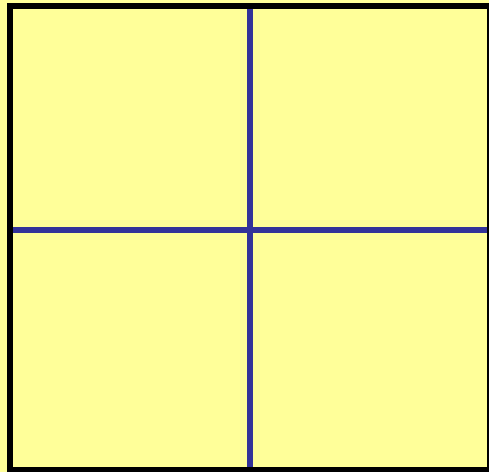
TYPY FRAGMENTACE



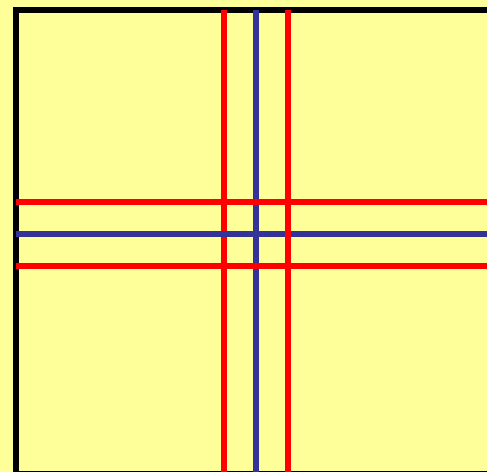
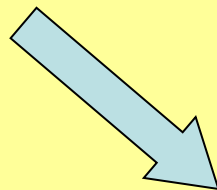
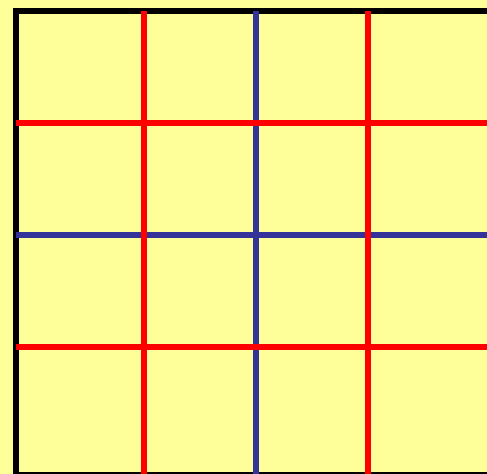
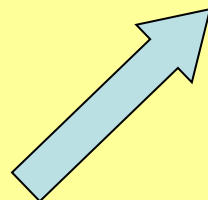
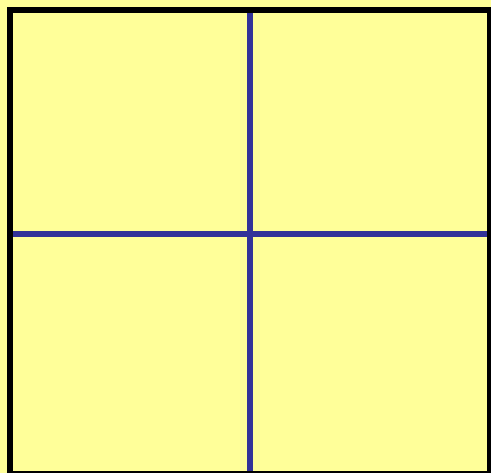
TYPY FRAGMENTACE



TYPY FRAGMENTACE



TYPY FRAGMENTACE



METODIKA

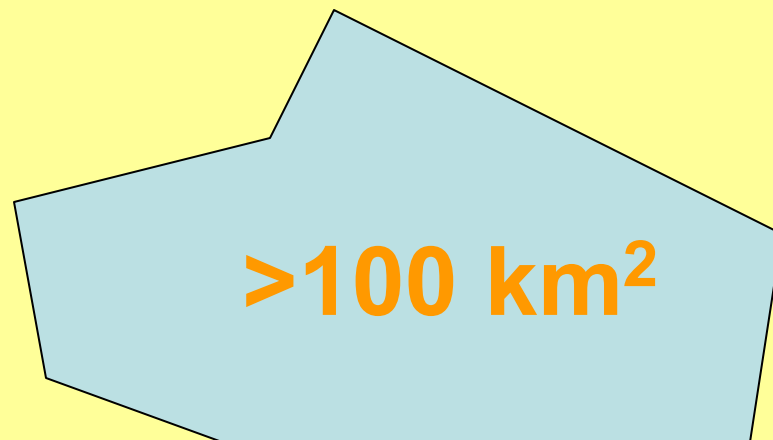
ZÁKLAD METODIKY

- **Převzatý ze SRN
(Bundesamt für Naturschutz)**
- **Definování nefragmentovaných oblastí
(UAT – unfragmented areas with traffic)**

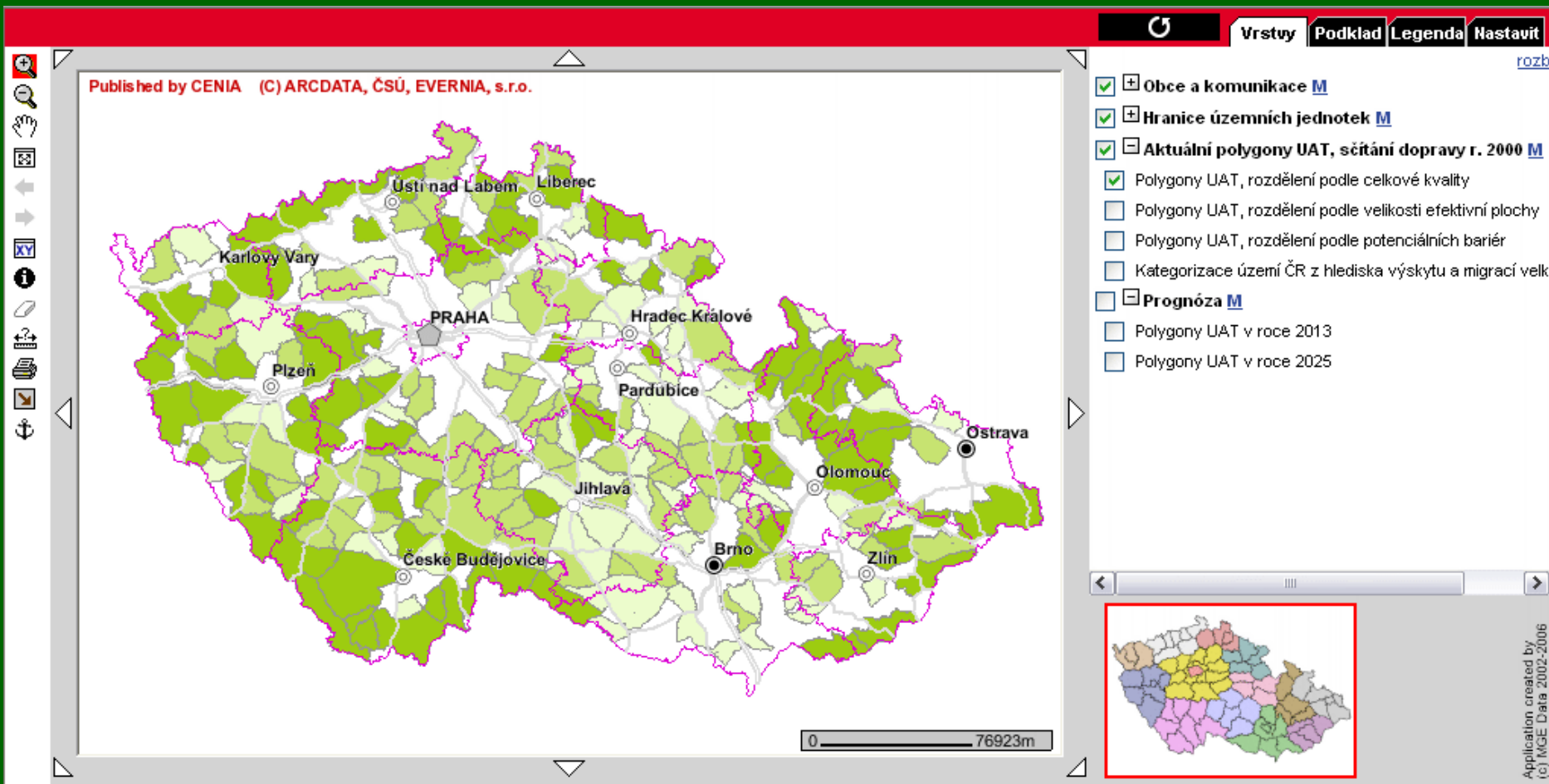
UAT – nefragmentovaná oblast

Polygon:

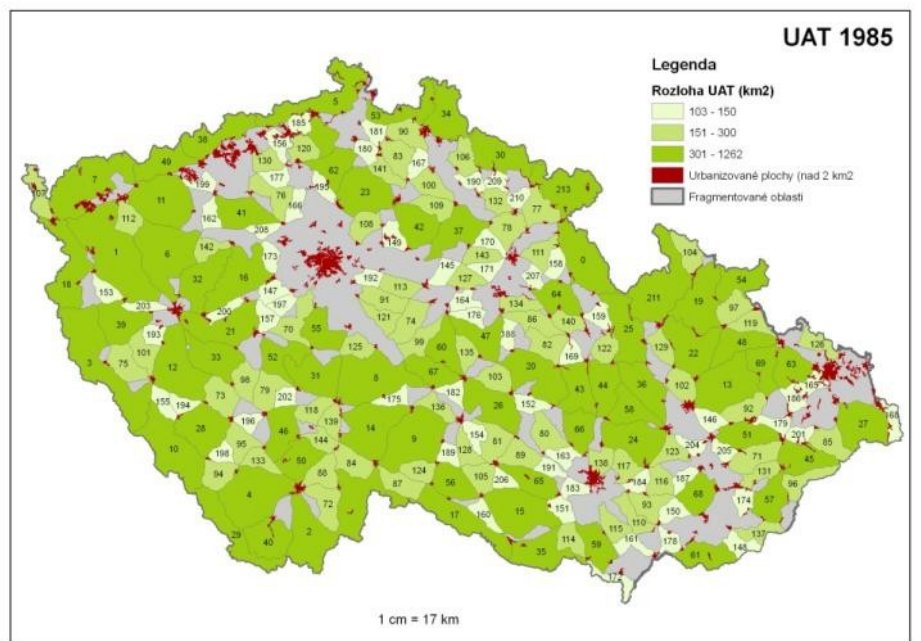
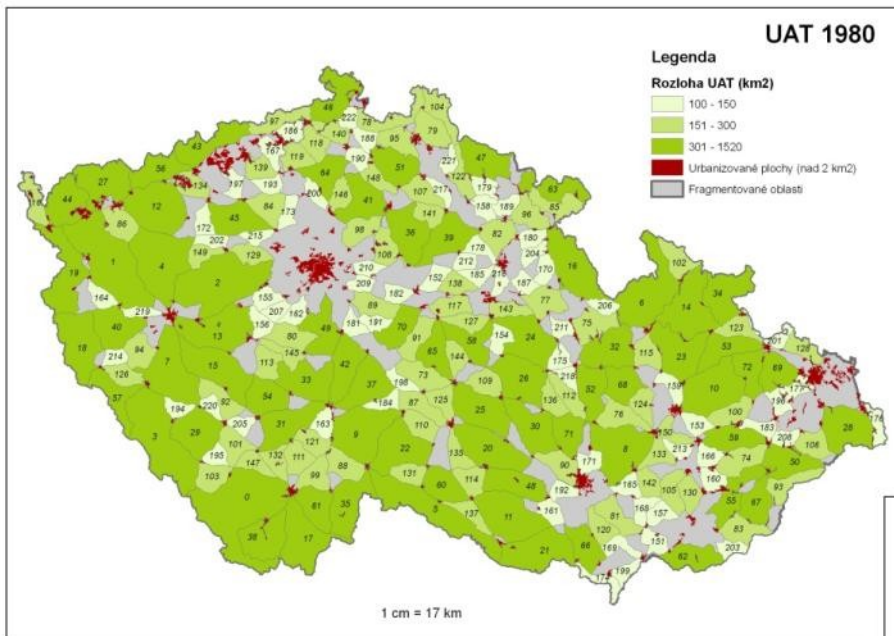
- ohraničený silnicemi s intenzitou dopravy větší než 1000 vozidel/den
- o rozloze větší než 100 km²



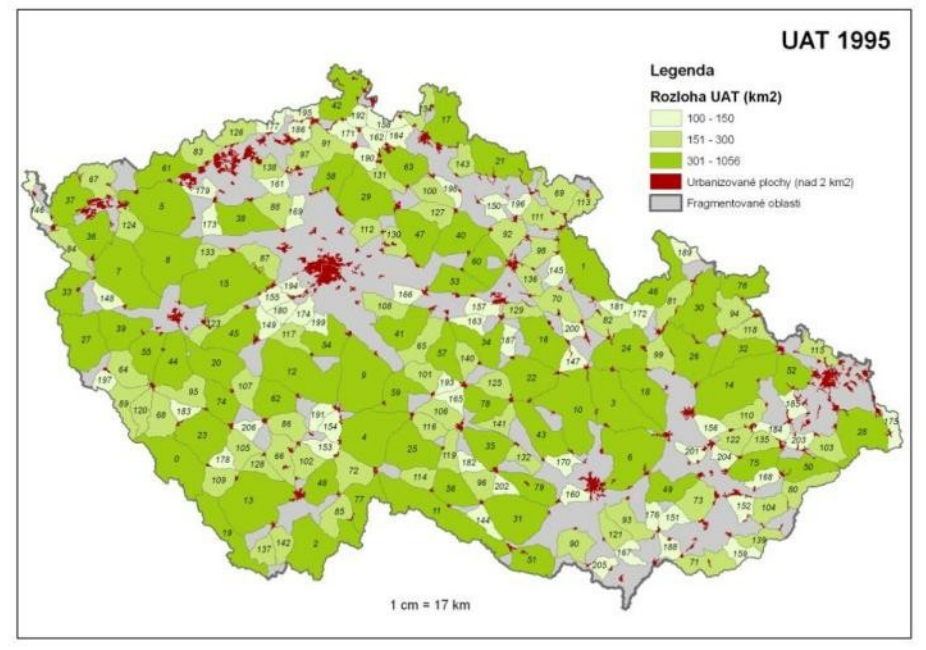
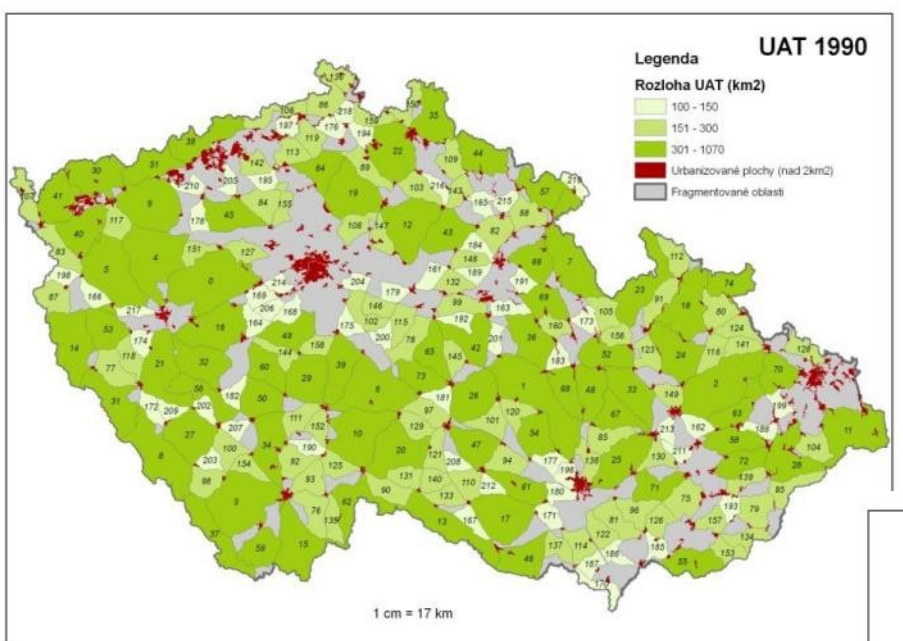
Informace na <http://geoportal.cenia.cz>



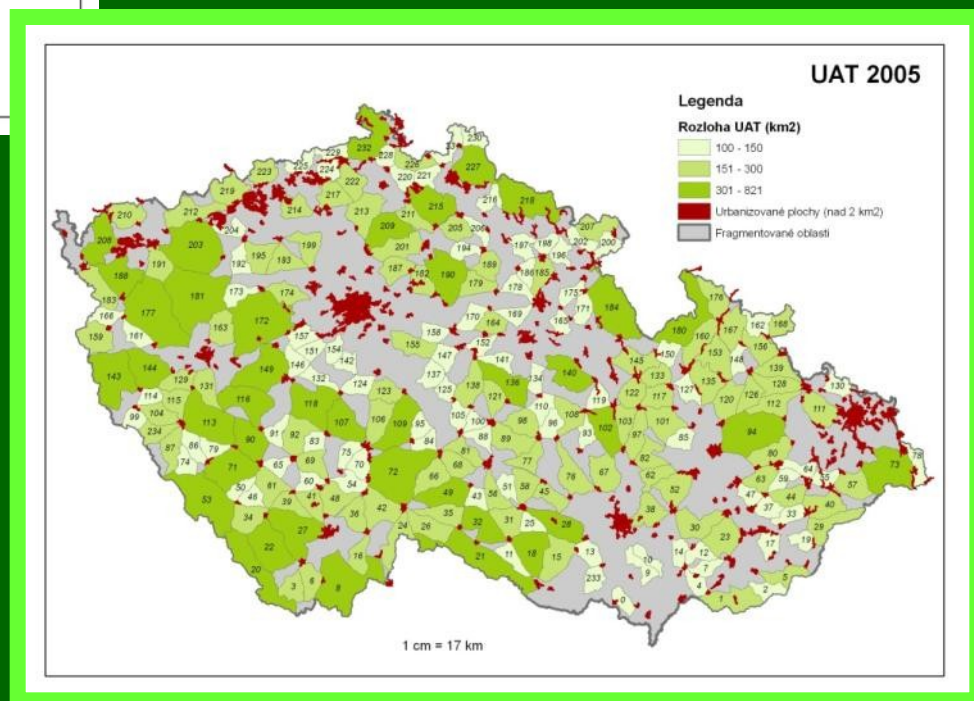
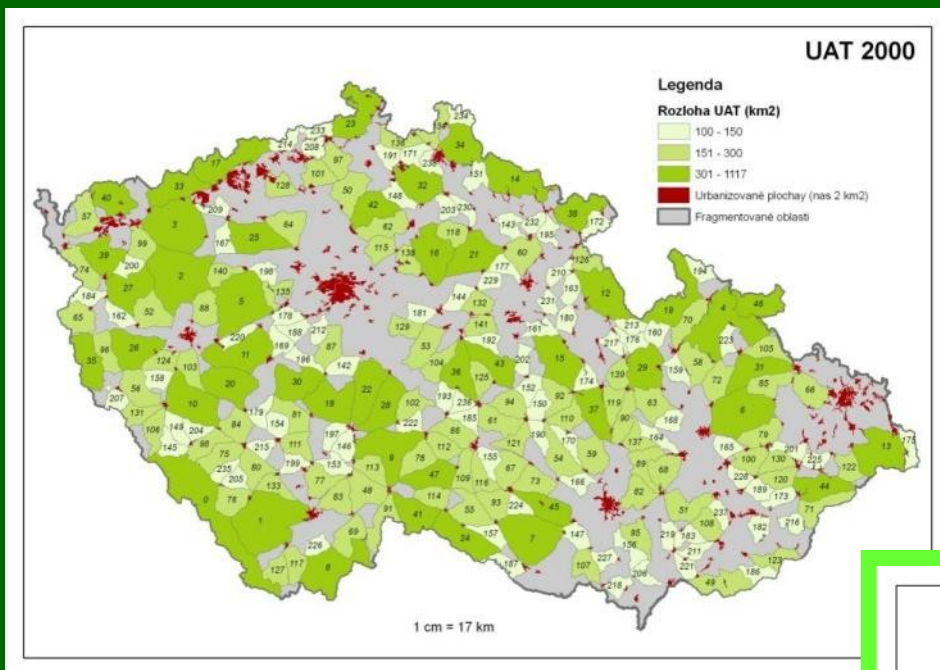
Vývoj fragmentace krajiny: 1980, 1985



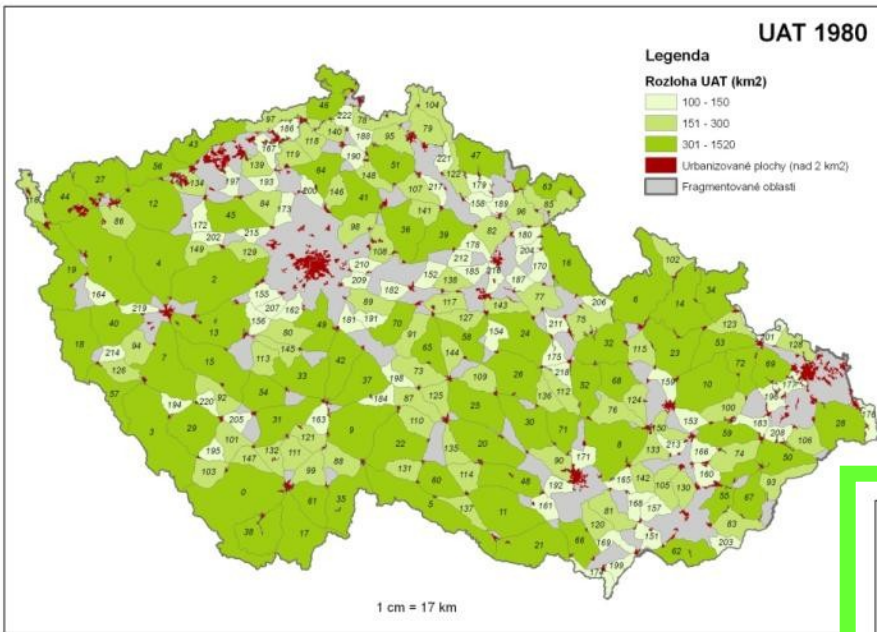
Vývoj fragmentace krajiny: 1990, 1995



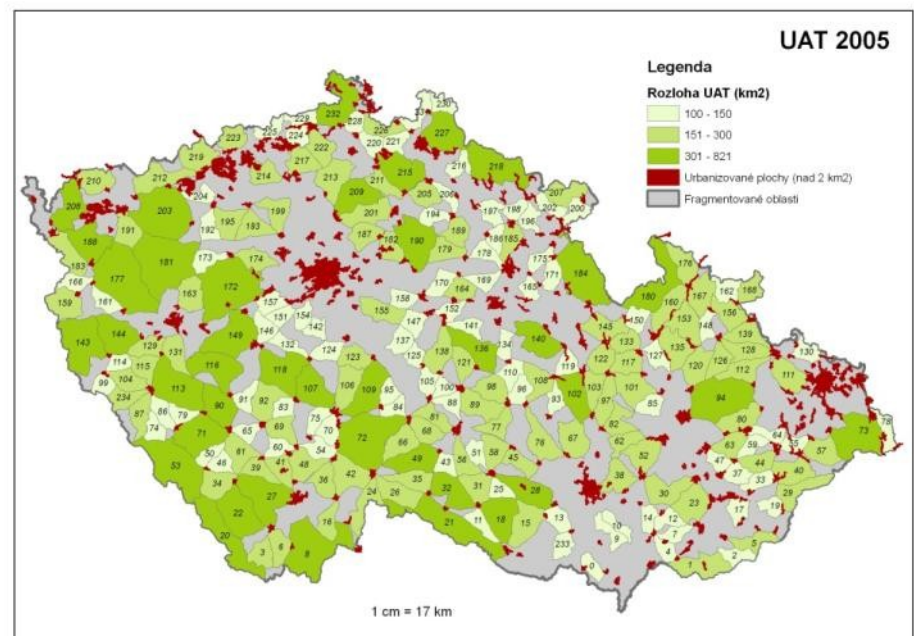
Vývoj fragmentace krajiny: 2000, 2005



Vývoj fragmentace krajiny: 1980 - 2005

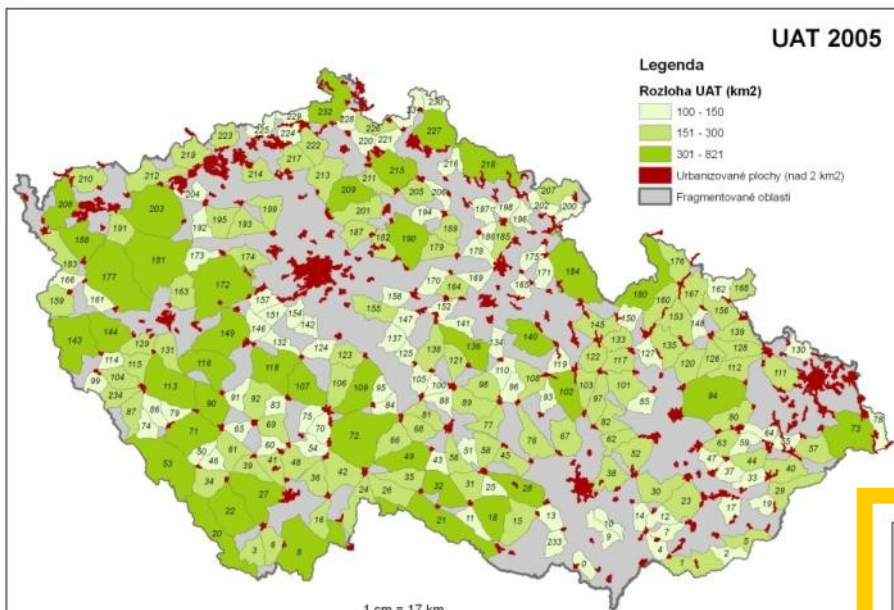


25 let

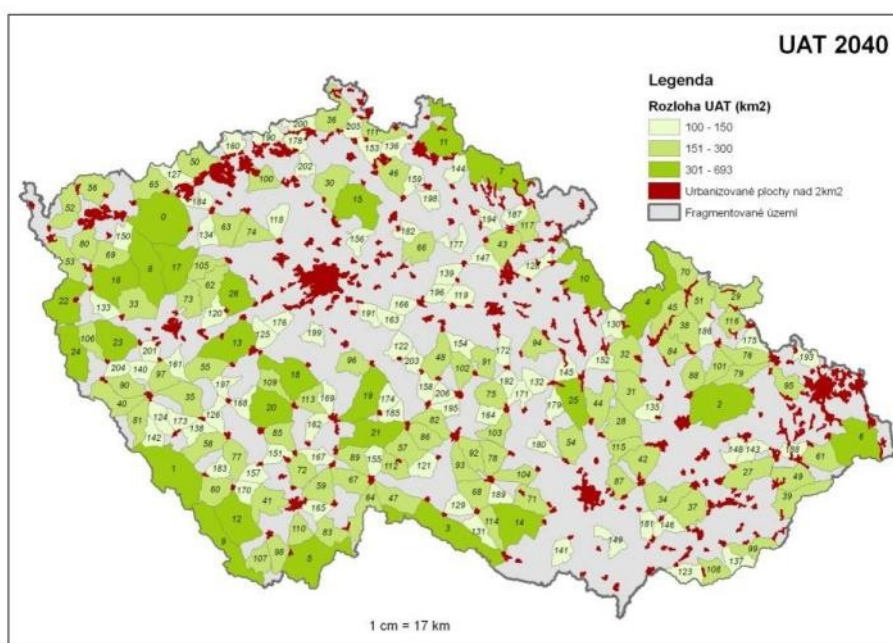


**pokles podílu
nefragmentovaných oblastí:
84 → 63 % rozlohy ČR**

Prognóza vývoje fragmentace do r. 2040

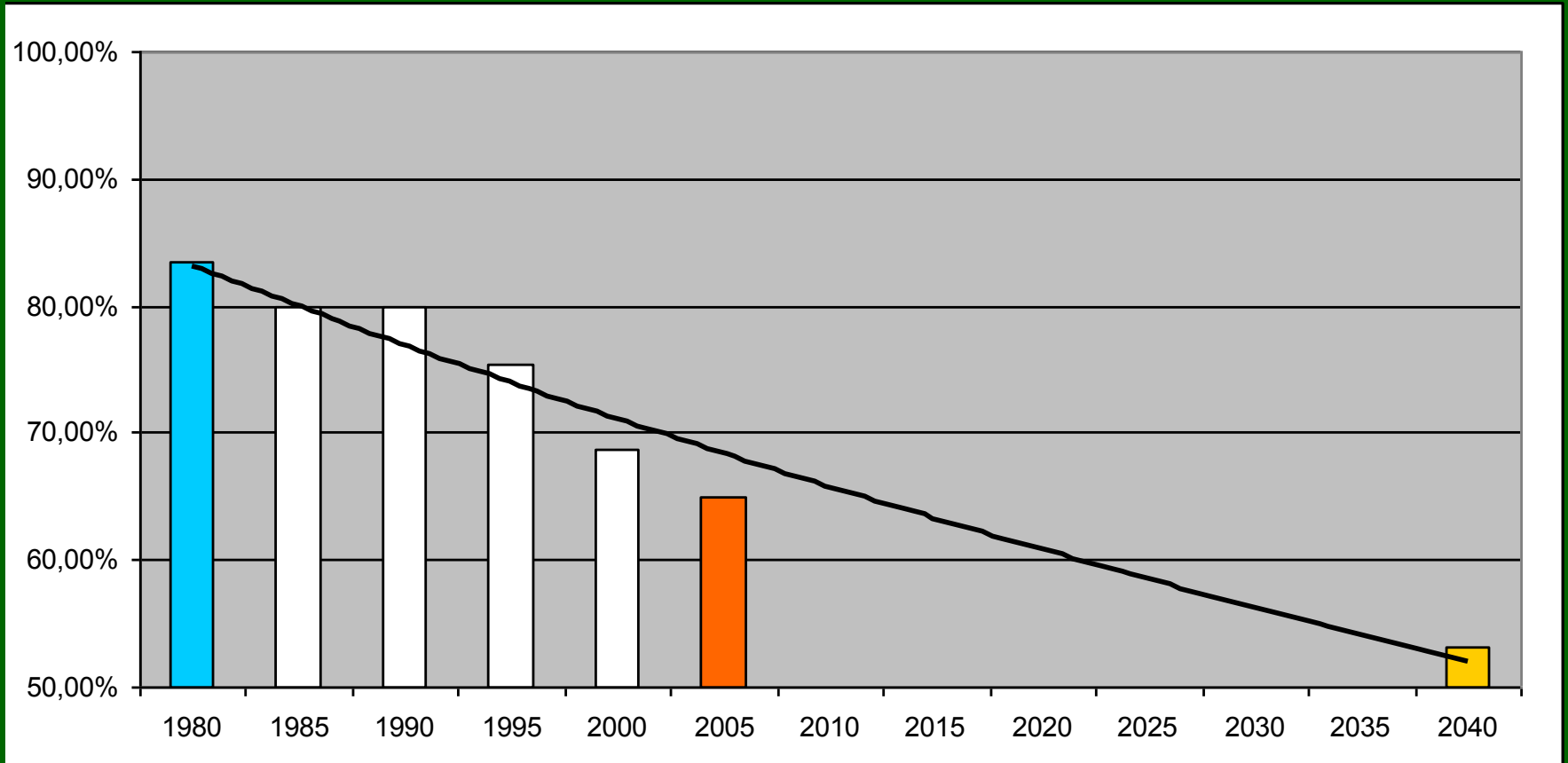


Prognóza je založena na
dopravním modelu
Ředitelství silnic a dálnic



Vývoj fragmentace krajiny

Rozloha nefragmentovaných oblastí (% rozlohy ČR)

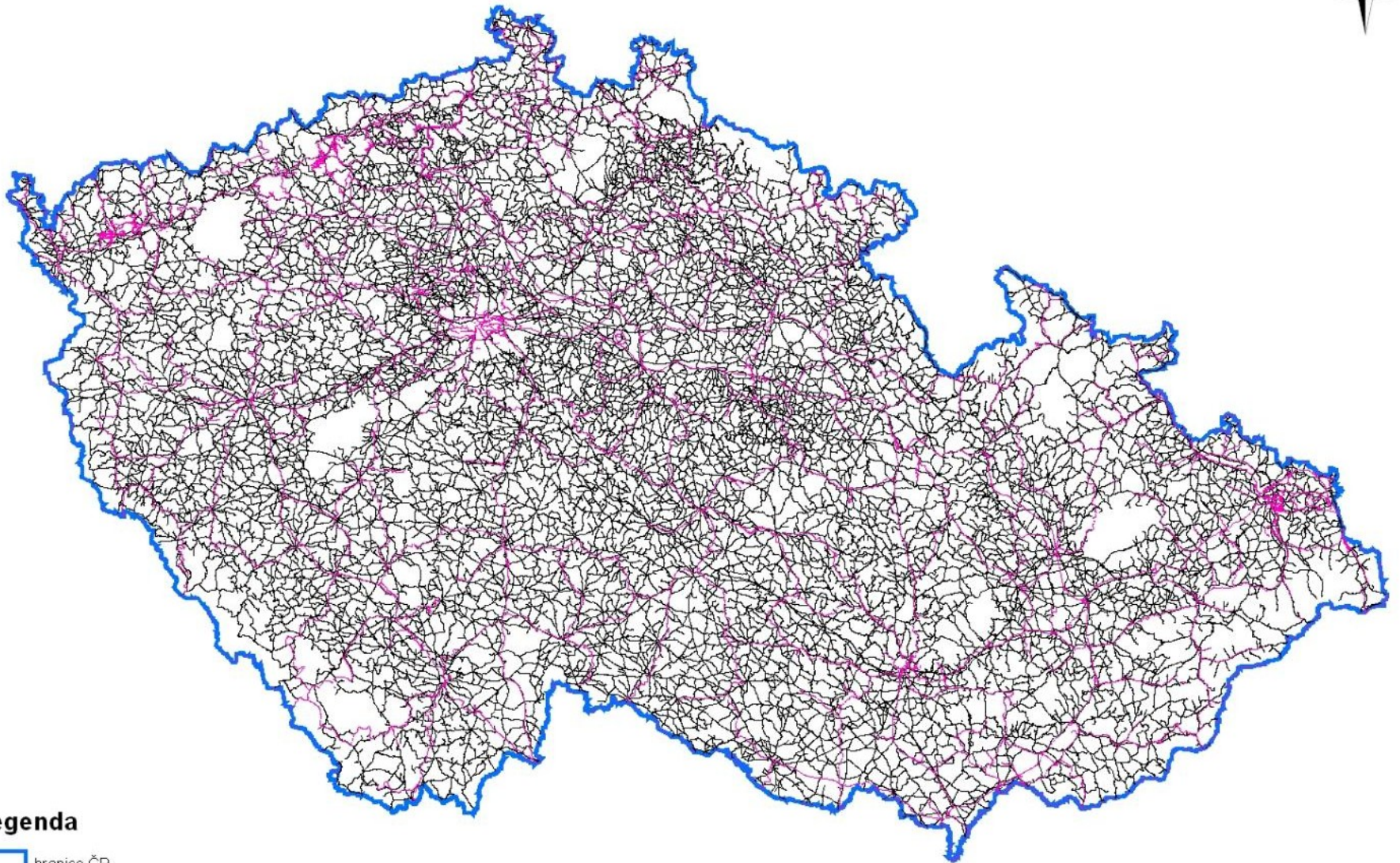


FRAGMENTACE POPULACÍ





Fragmentace krajiny



Legenda

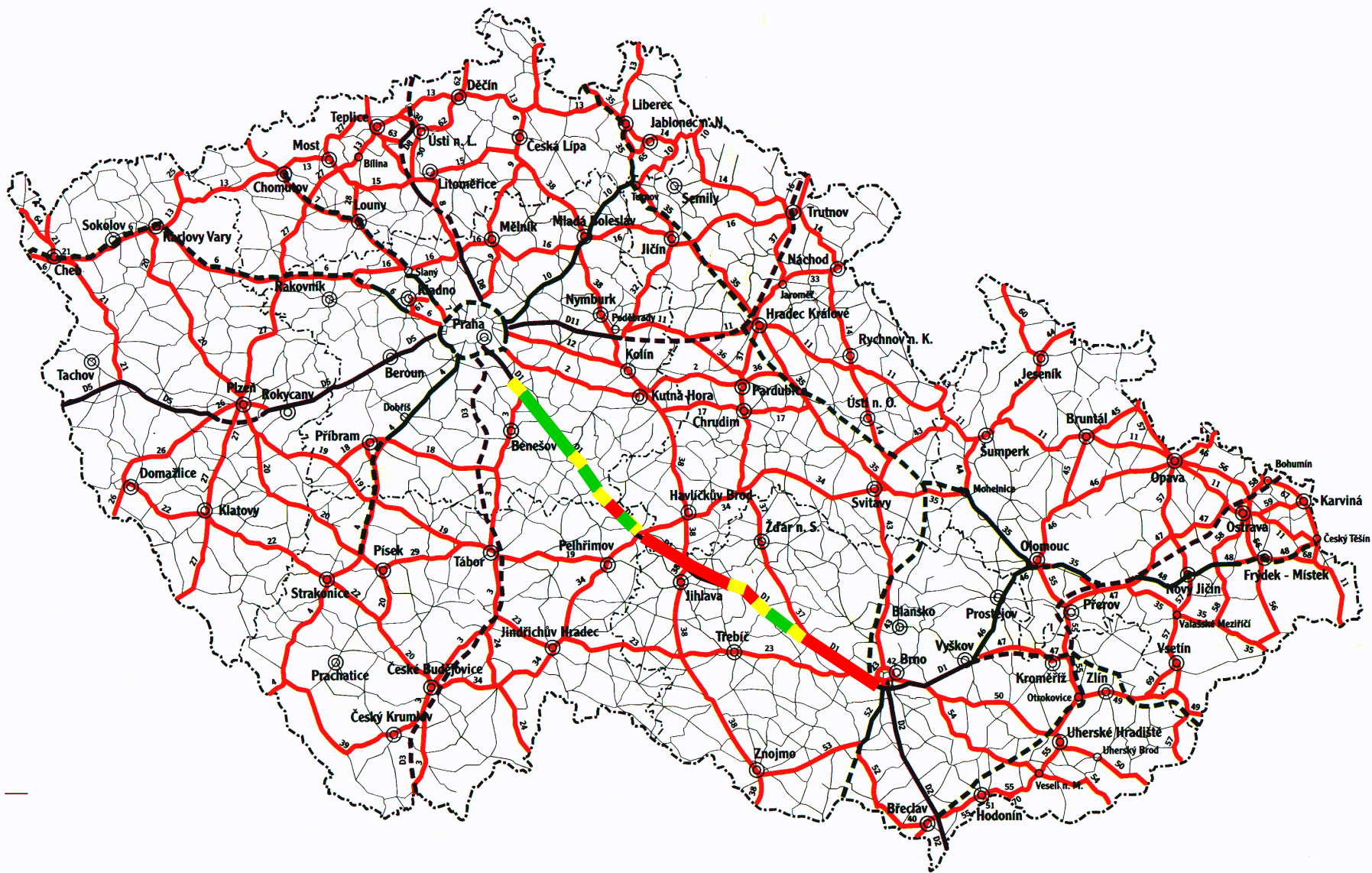
 hranice ČR

LOSÍ BÝK



V červnu 2001 při migraci z Polska zastaven u Humpolce dálnicí D1

PROSTUPNOST DÁLNICE D1



PODCHOD POD D1 U HUMPOLCE



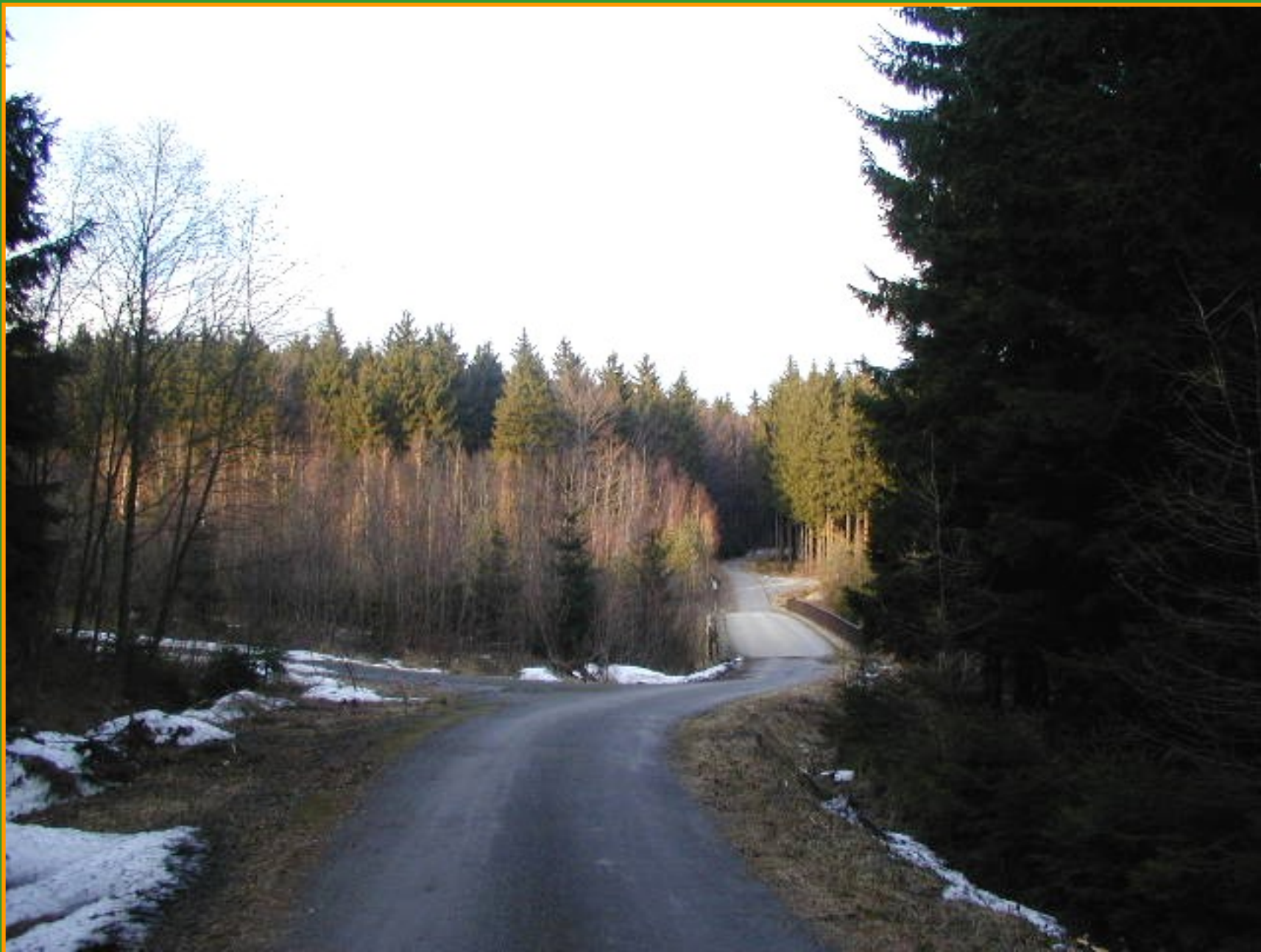
PODCHOD POD D1 U HUMPOLCE



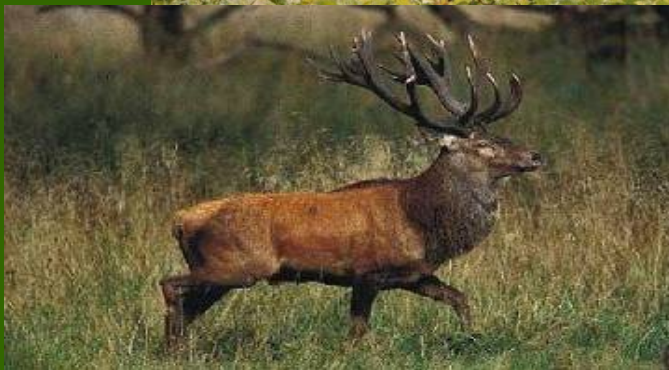
NADCHOD PŘES D1 U HUMPOLCE



NADCHOD PŘES D1 U HUMPOLCE

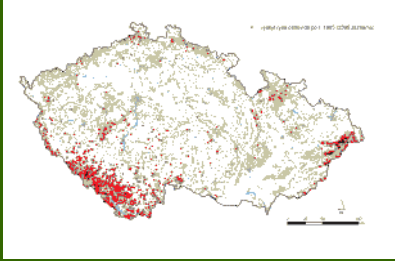


Modelová skupina druhů – velcí savci



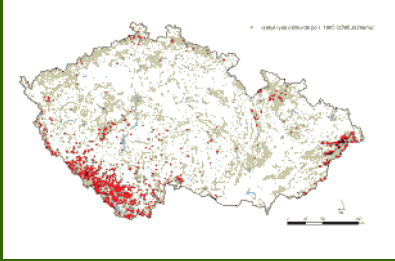
Zdroje a výstupy

Nálezová
data

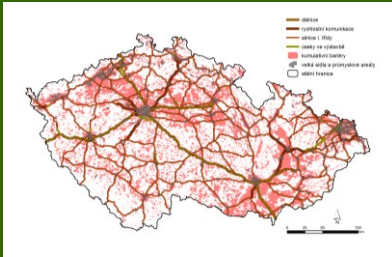


Zdroje a výstupy

Nálezová
data

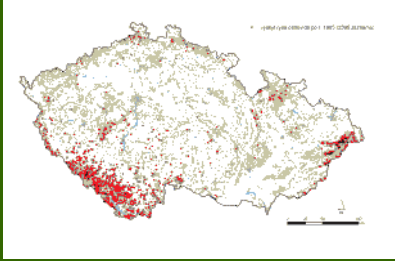


Analýza
bariér

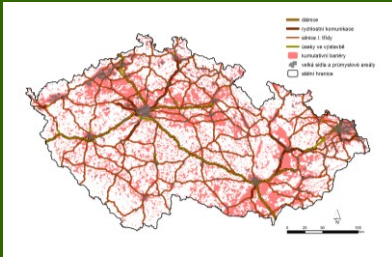


Zdroje a výstupy

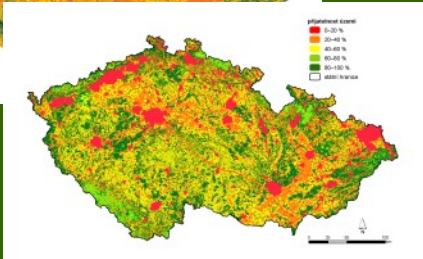
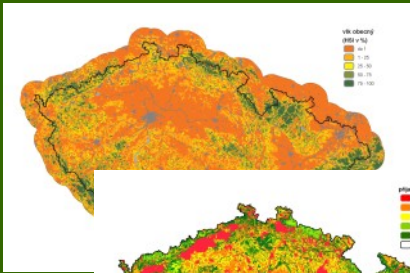
Nálezová data



Analýza bariér

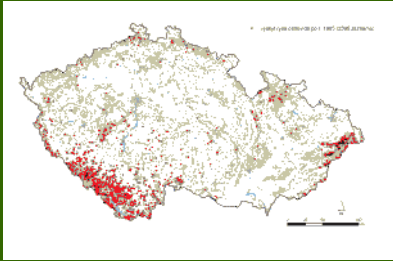


Matematické modely

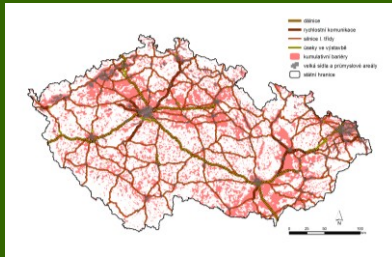


- statistický
- expertní

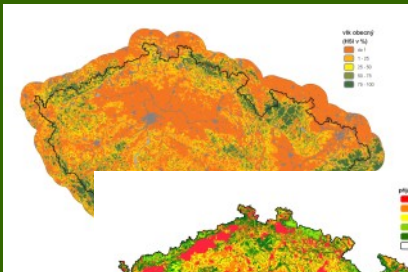
Zdroje a výstupy



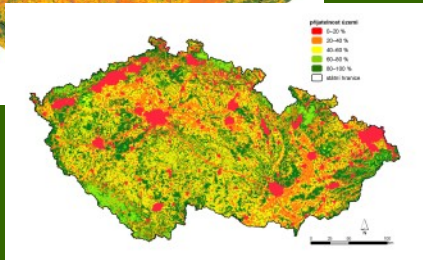
**Nálezová
data**



**Analýza
bariér**



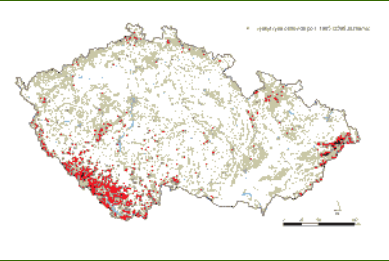
**Matematické
modely**



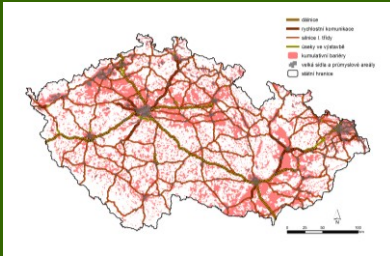
**Terénní
mapování**

Zdroje a výstupy

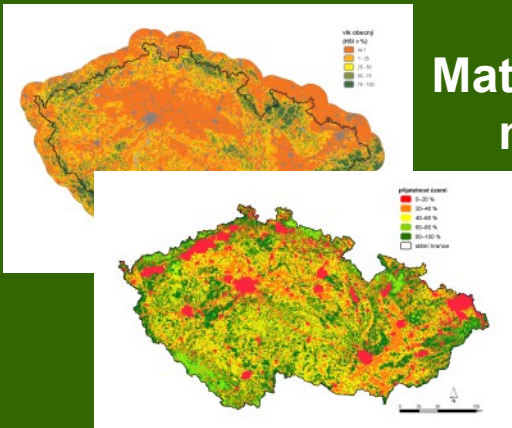
Nálezová
data



Analýza
bariér



Matematické
modely



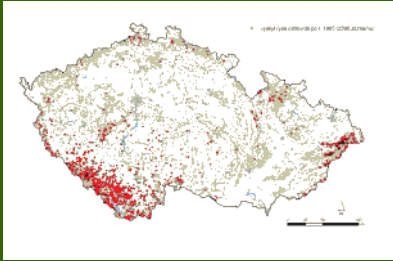
Terénní
mapování



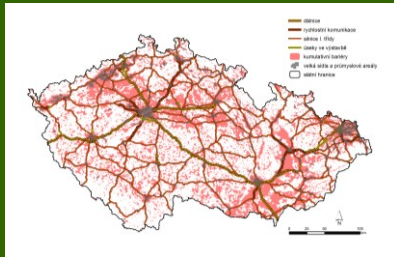
ZDROJE

Zdroje a výstupy

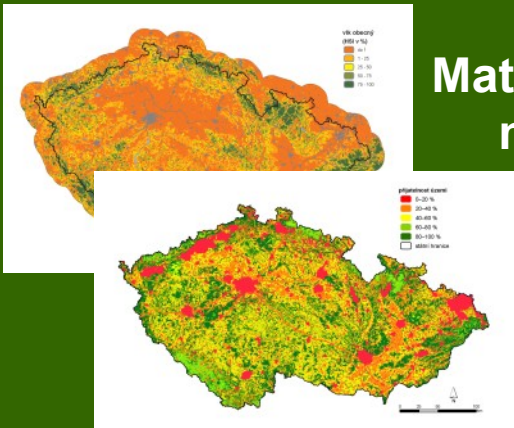
Nálezová data



Analýza bariér



Matematické modely



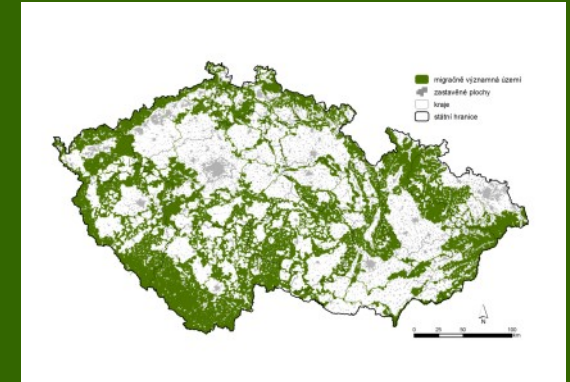
Terénní mapování



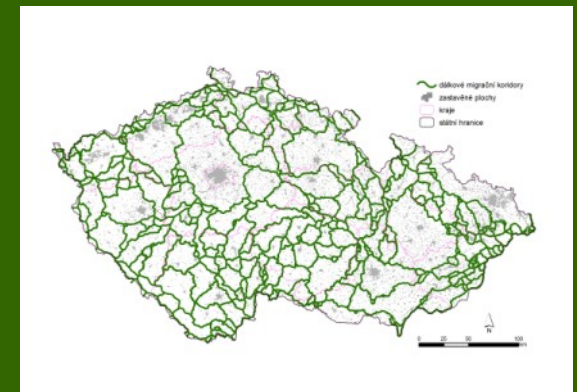
ZDROJE

VÝSTUPY

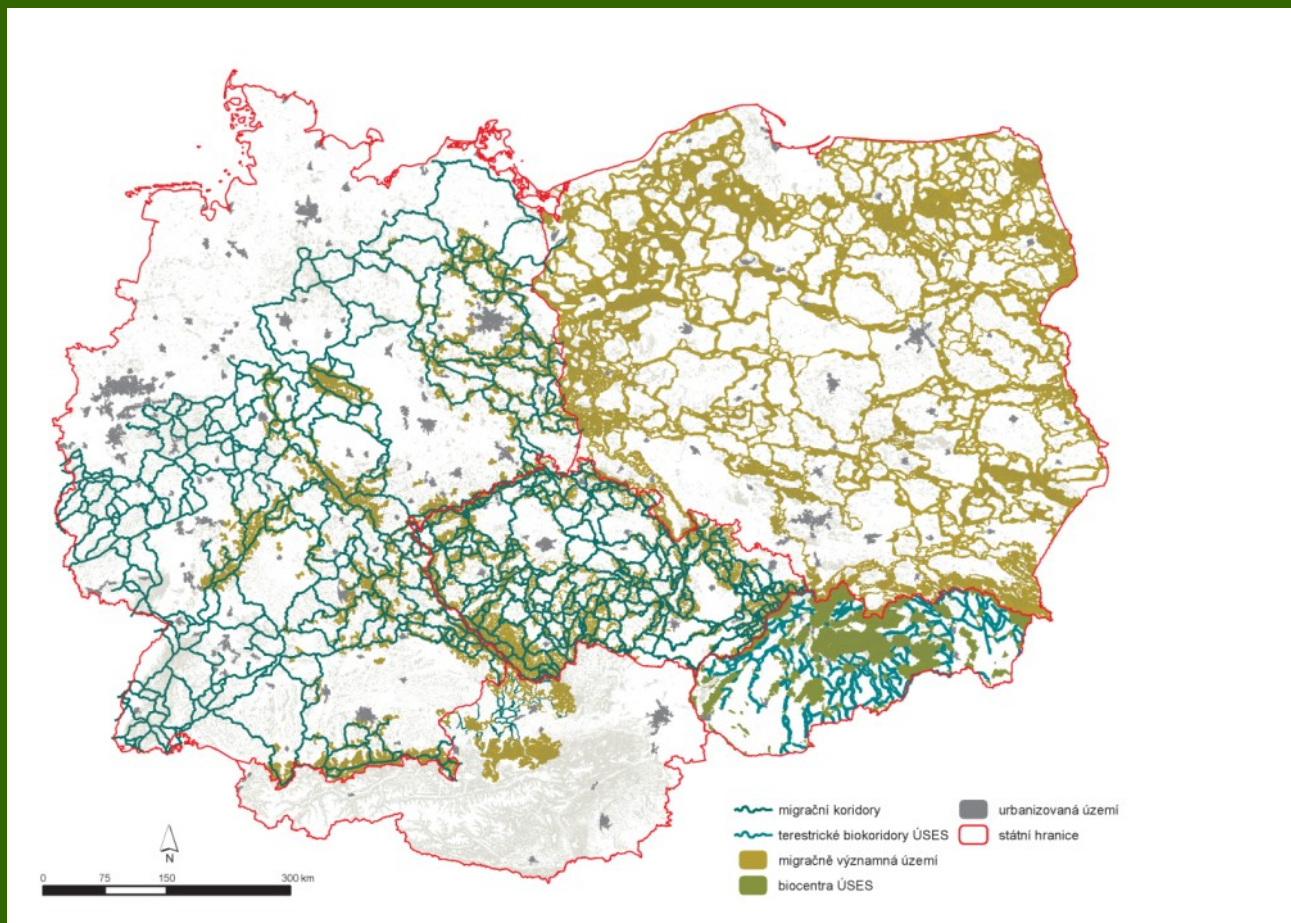
Migračně významná území



Dálkové migrační koridory

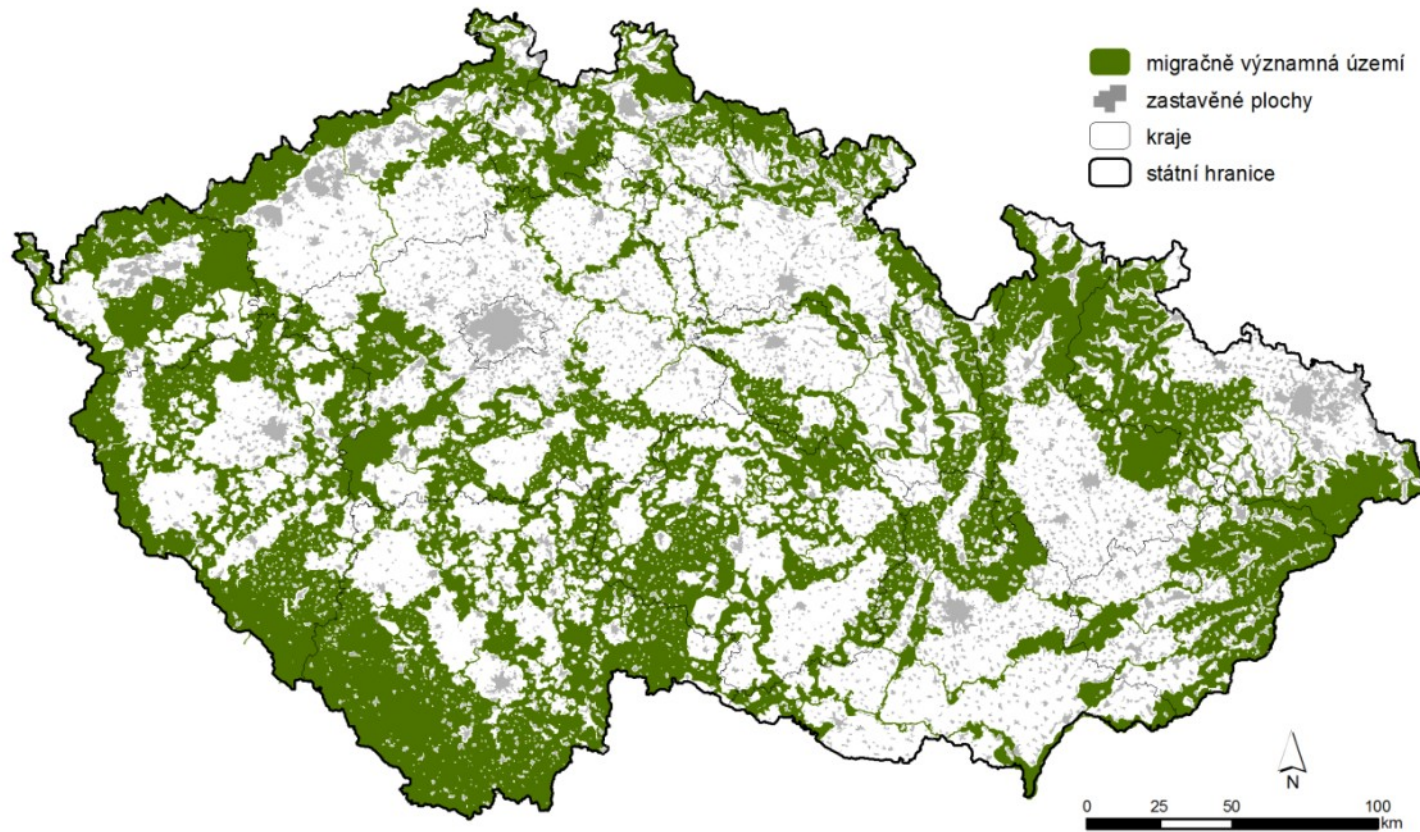


Vazba koridorů na sousední státy

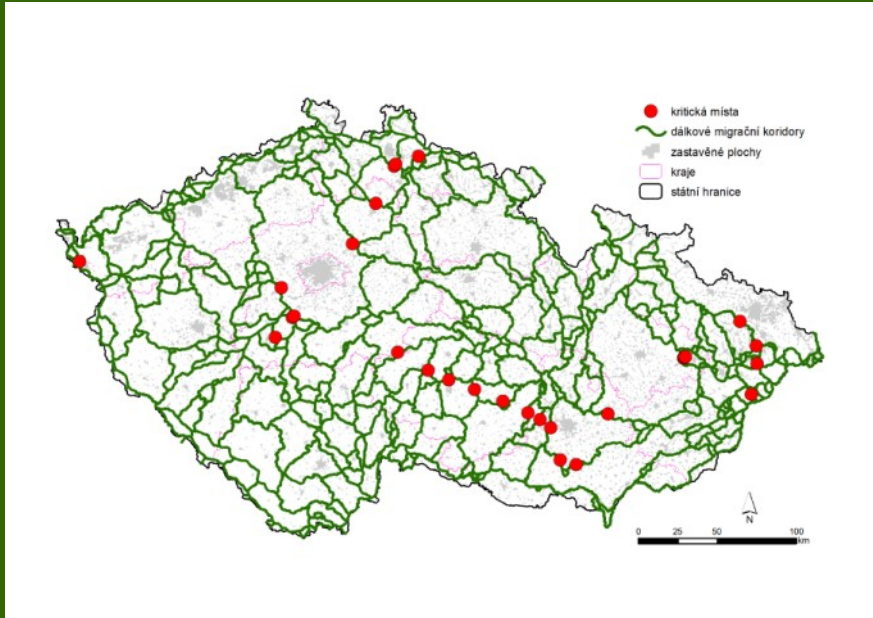


Výstupy projektu

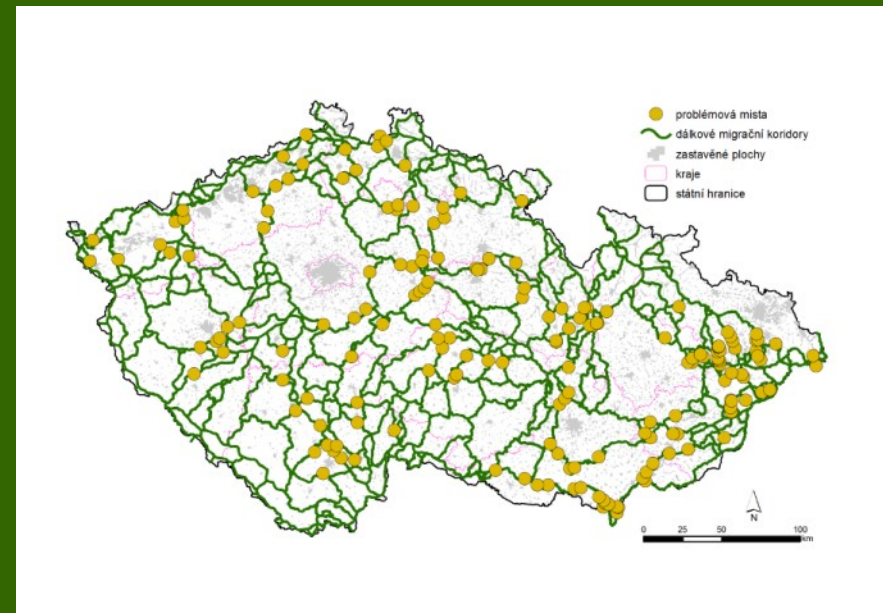
Migračně významná území



Dálkové migrační koridory



DMK s kritickými místy



DMK s problémovými místy

Návrhy opatření



OCHRANA
PRŮCHODNOSTI KRAJINY
PRO VELKÉ SAVCE



**Souhrnná
publikace**



Přehledná mapa



MIGRAČNÍ BARIÉRY

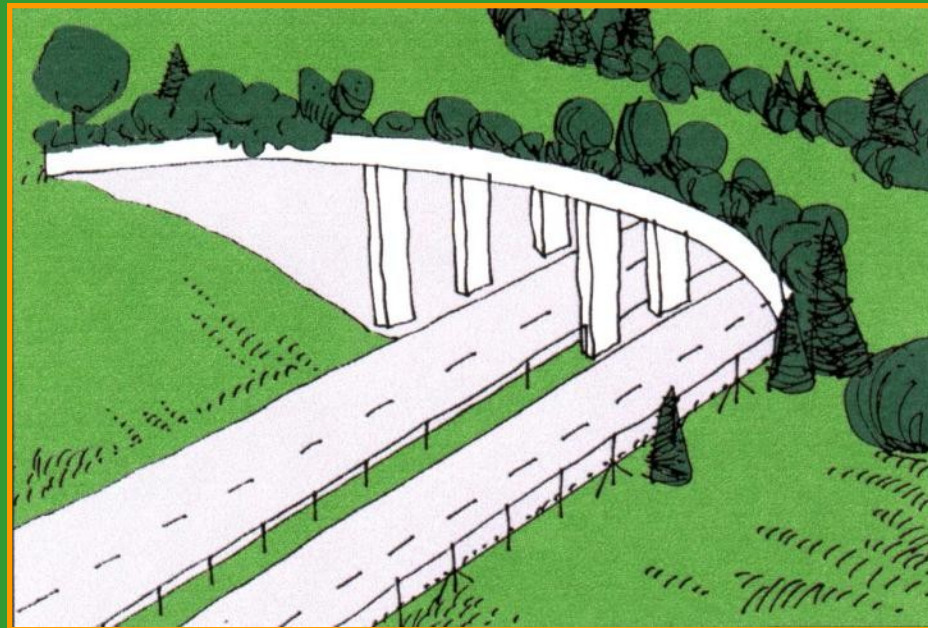
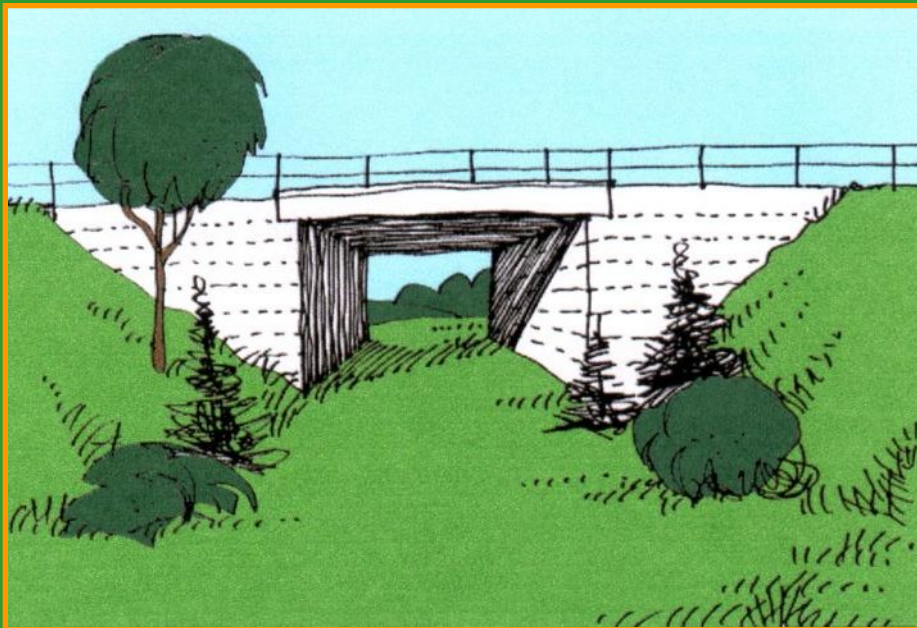
dálnice představují významné bariéry pro pobyt volně žijících živočichů

OPATŘENÍ

REALIZACE MIGRAČNÍCH OBJEKTŮ

PODCHOD

NADCHOD



ROZDĚLENÍ ŽIVOČICHŮ DO KATEGORIÍ

A



jelen

los

rys

vlk

B



srnec

prase divoké

C



liška

jezevec

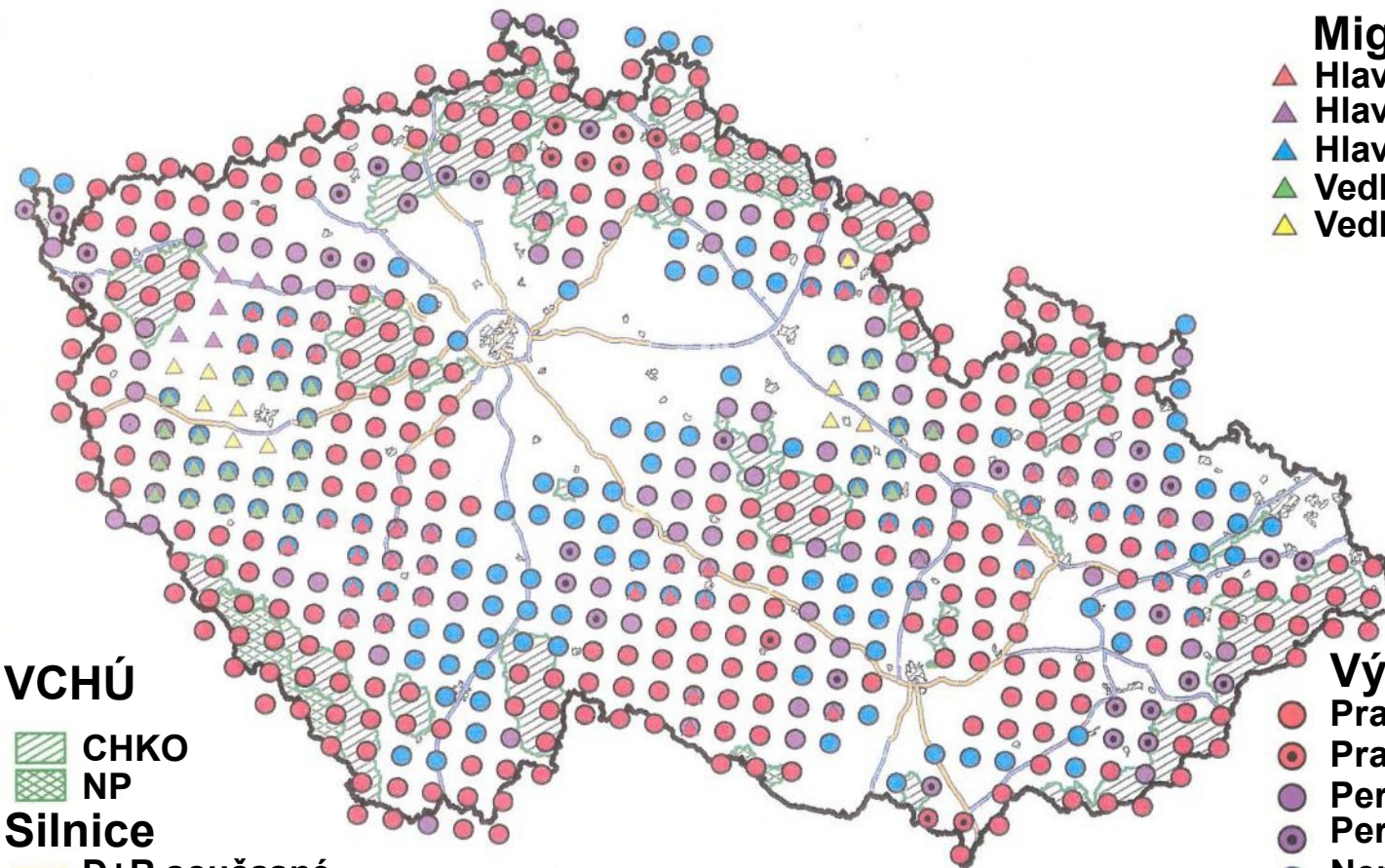
drobné šelmy

D



obojživelníci

MAPA ROZŠÍŘENÍ A MIGRACE JELENA LESNÍHO



VCHÚ

- CHKO
- NP

Silnice

- D+R současně
- D+R plánované

50 0 50 100 Kilometers

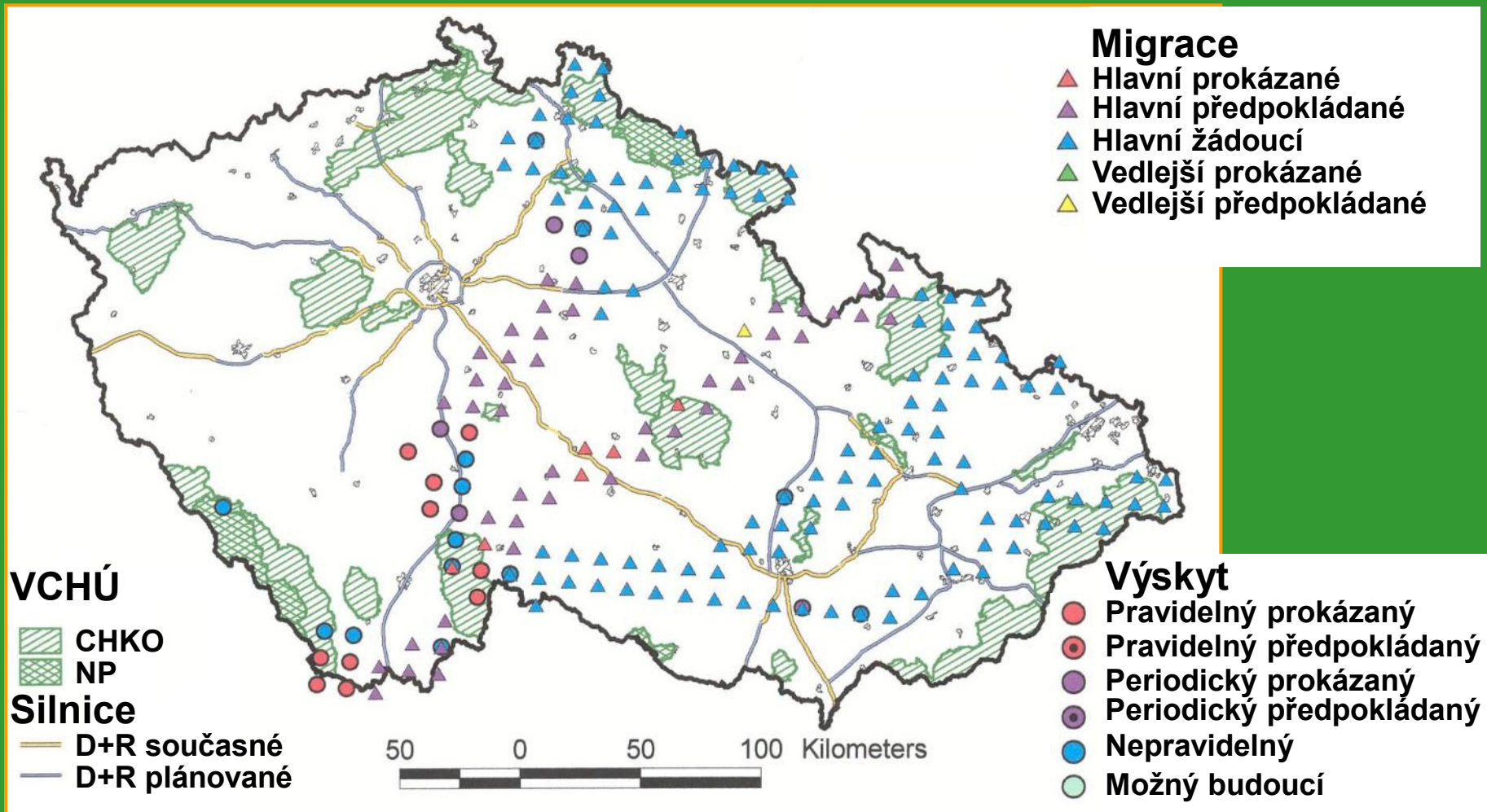
Migrace

- Hlavní prokázané
- Hlavní předpokládané
- Hlavní žádoucí
- Vedlejší prokázané
- Vedlejší předpokládané

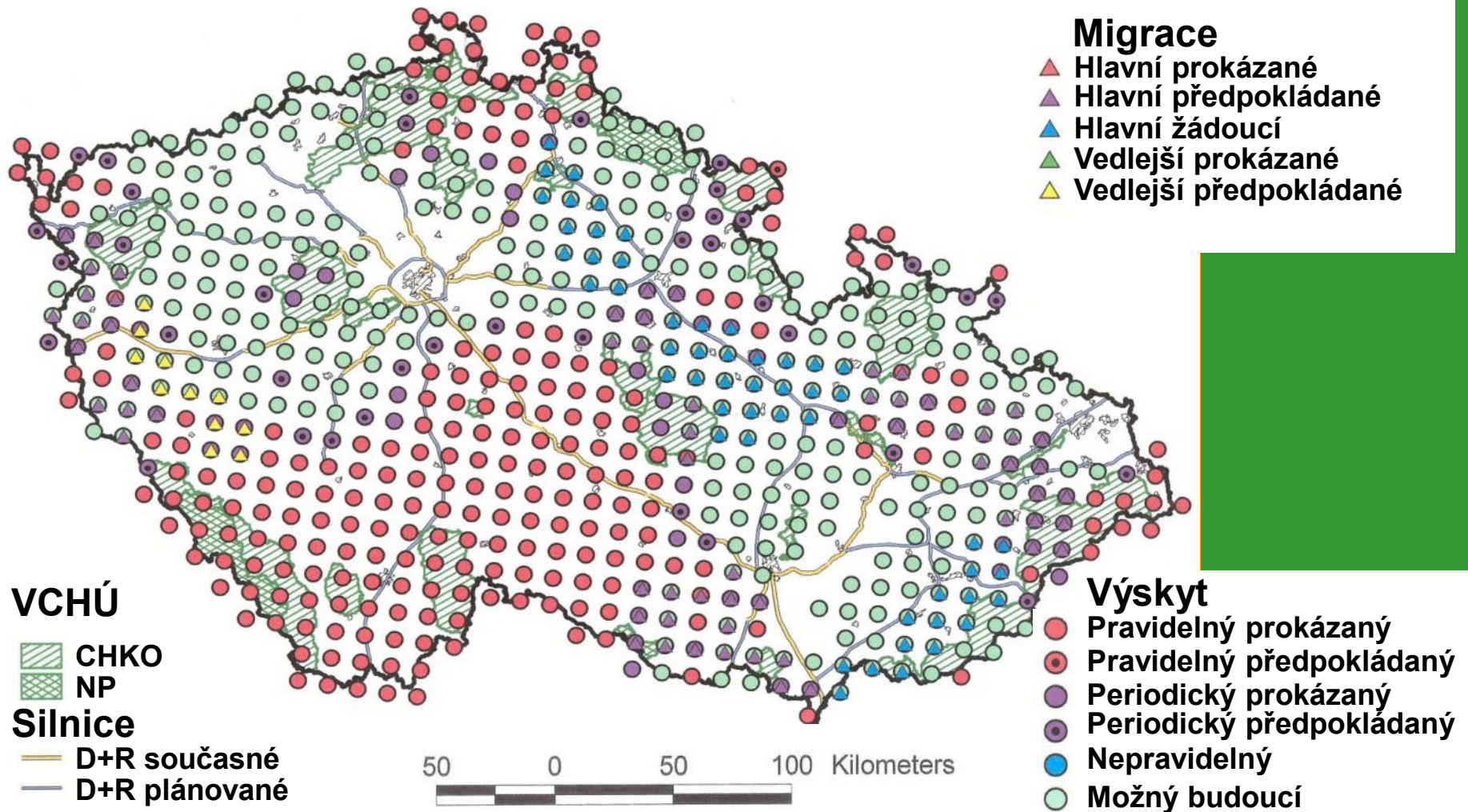
Výskyt

- Pravidelný prokázaný
- Pravidelný předpokládaný
- Periodický prokázaný
- Periodický předpokládaný
- Nepravidelný
- Možný budoucí

MAPA ROZŠÍŘENÍ A MIGRACE LOSA EVROPSKÉHO



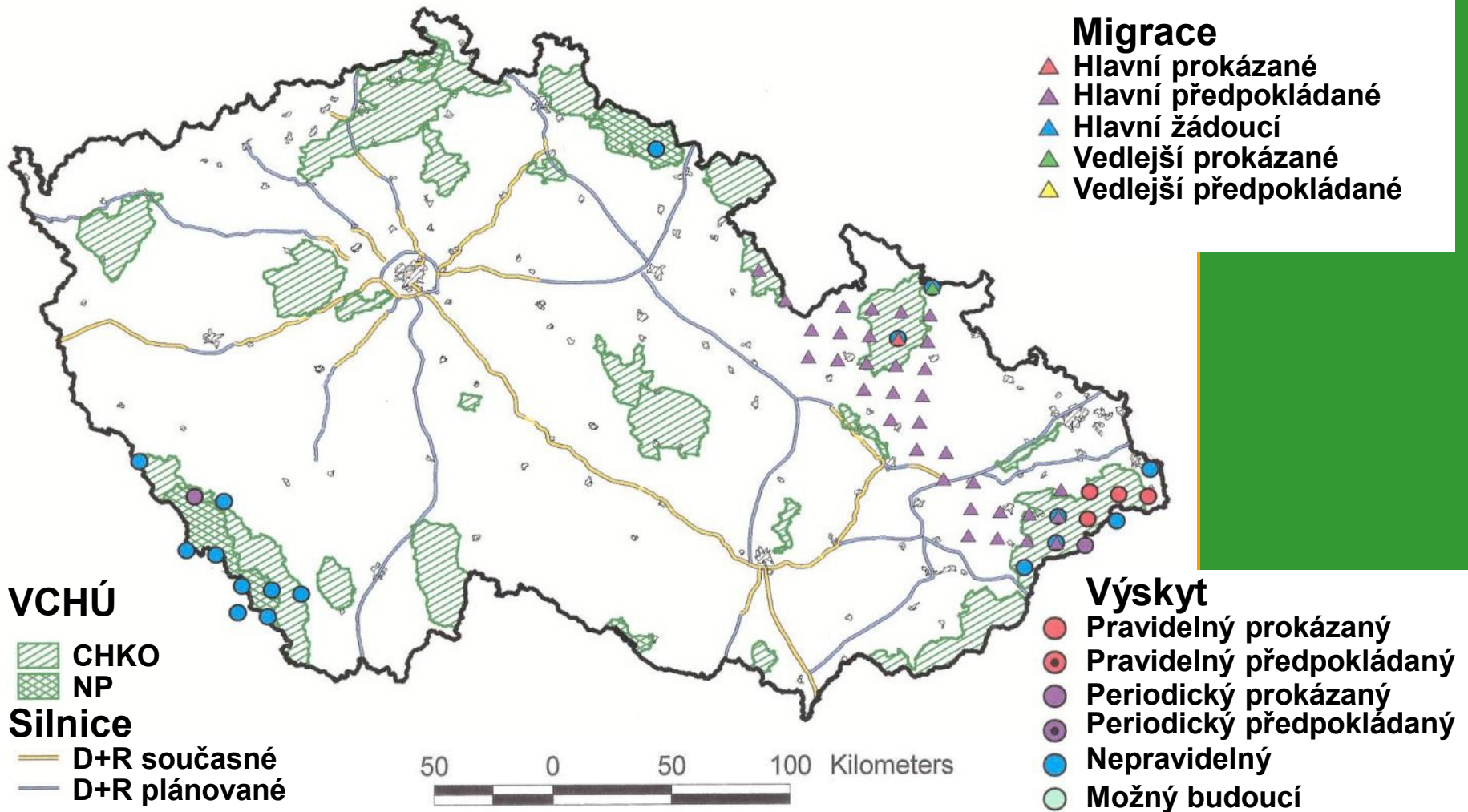
MAPA ROZŠÍŘENÍ A MIGRACE VYDRY ŘÍČNÍ



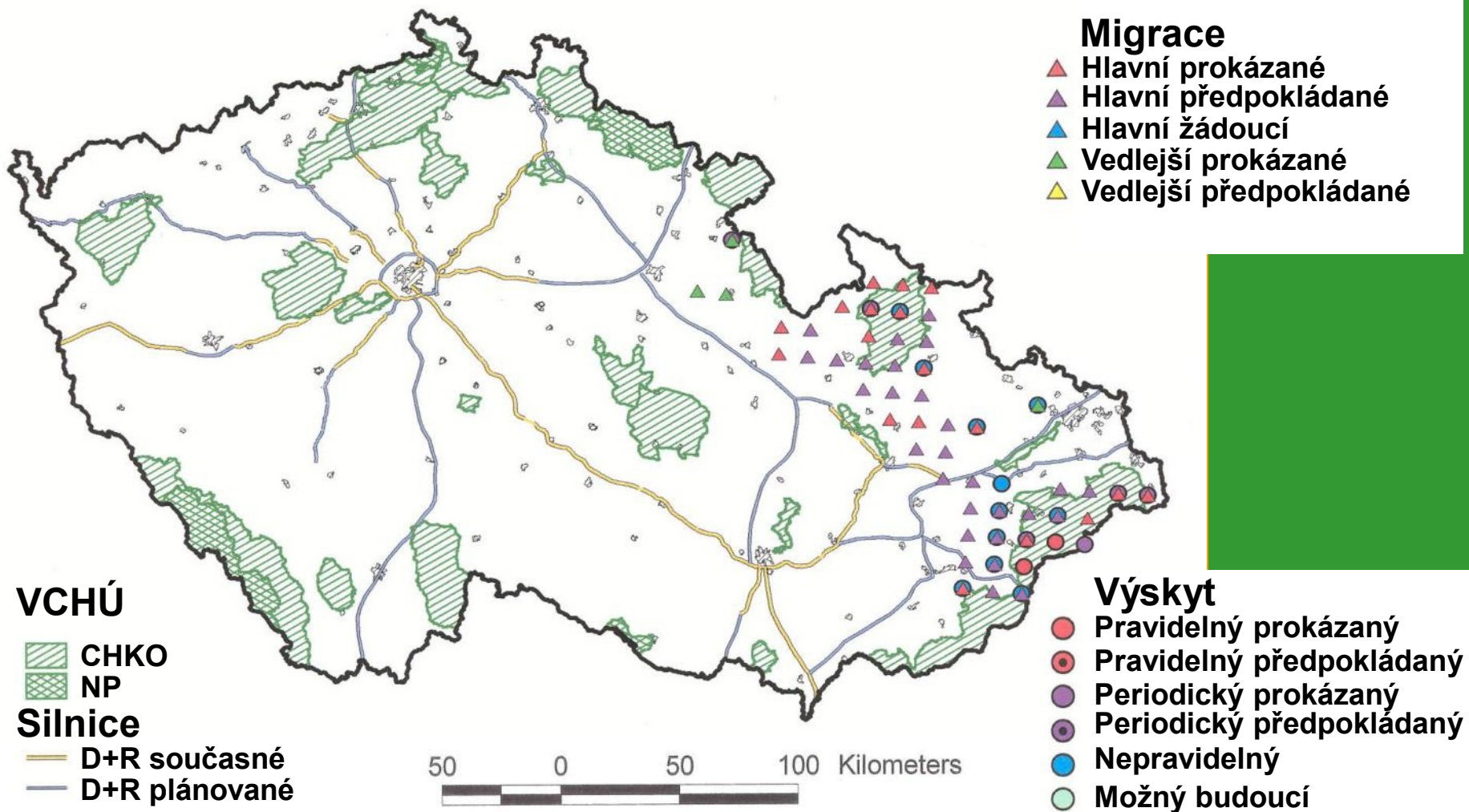
MAPA ROZŠÍŘENÍ A MIGRACE RYSA OSTROVIDA



MAPA ROZŠÍŘENÍ A MIGRACE VLKA



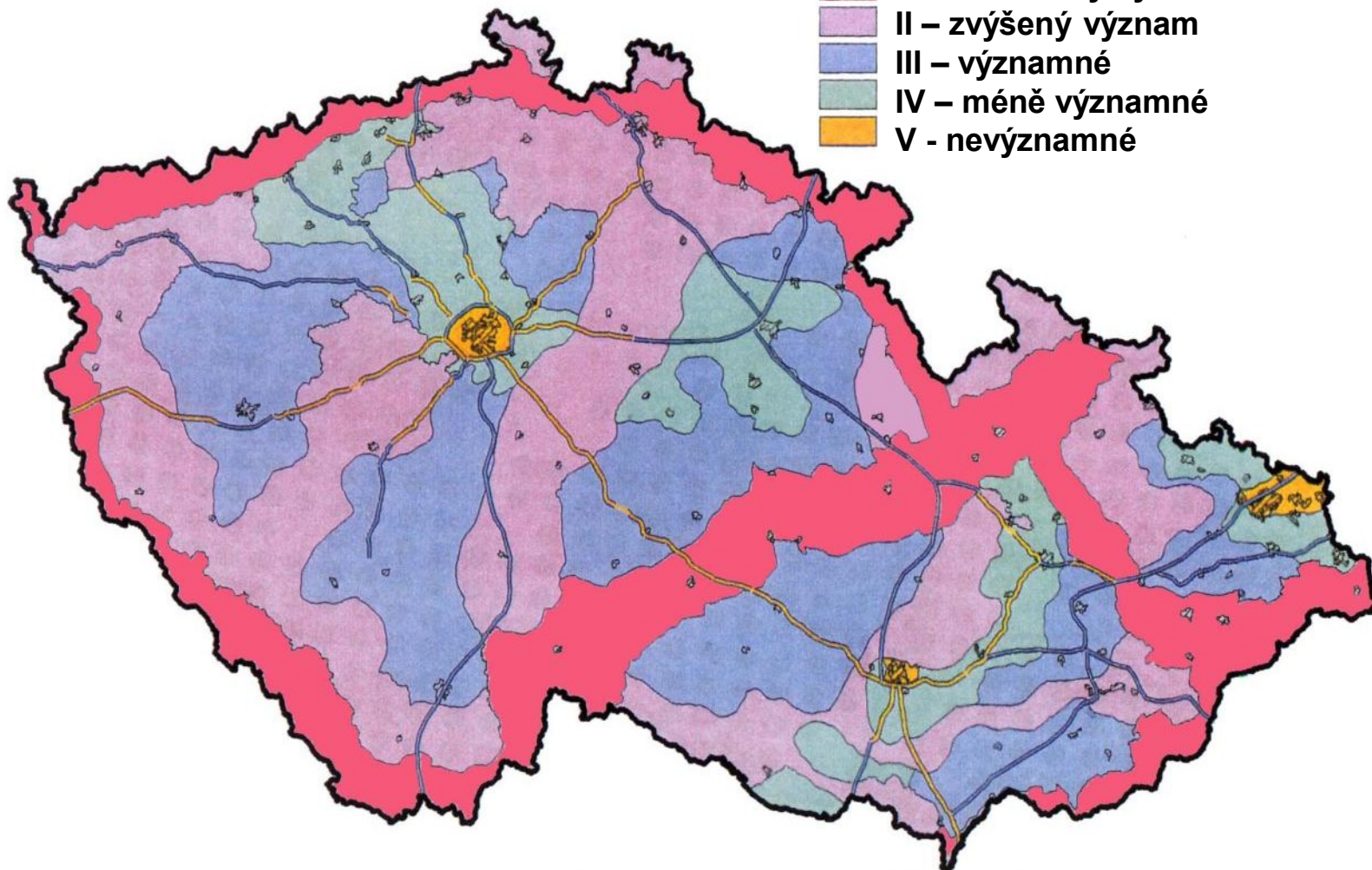
MAPA ROZŠÍŘENÍ A MIGRACE MEDVĚDA HNĚDÉHO



MAPA KATEGORIZACE ÚZEMÍ ČR Z HLEDISKA VÝSKYTU A MIGRACE VELKÝCH SAVCŮ

Kategorie území

- I - mimořádný význam
- II - zvýšený význam
- III - významné
- IV - méně významné
- V - nevýznamné



50 0 50 100 Kilometers



MIGRAČNÍ POTENCIÁL (MP)

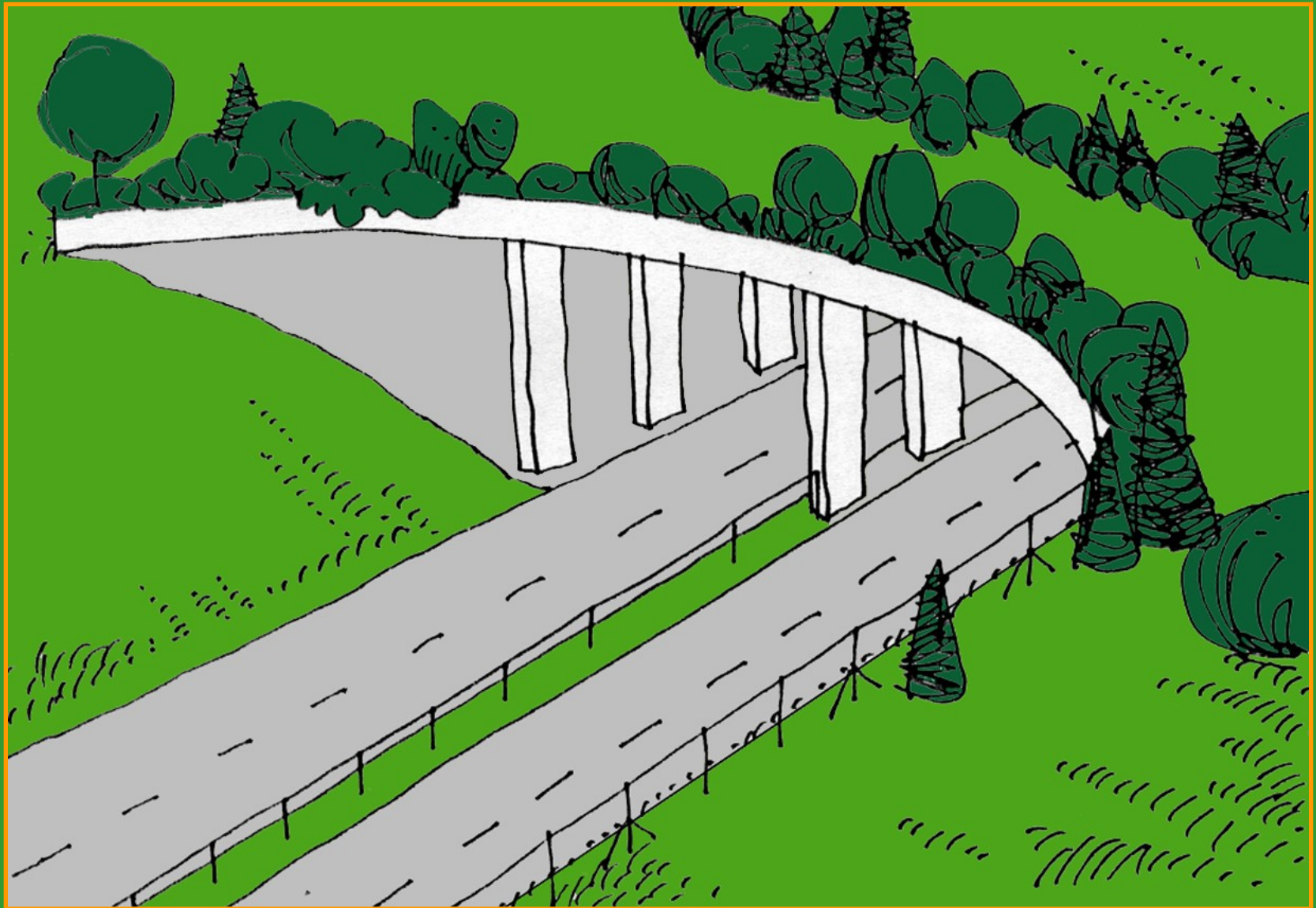
= pravděpodobnost funkčnosti migračního profilu

- Ekologická složka
 - migrační potenciál ekologický (MPE)
- Technická složka
 - migrační potenciál technický (MPT)

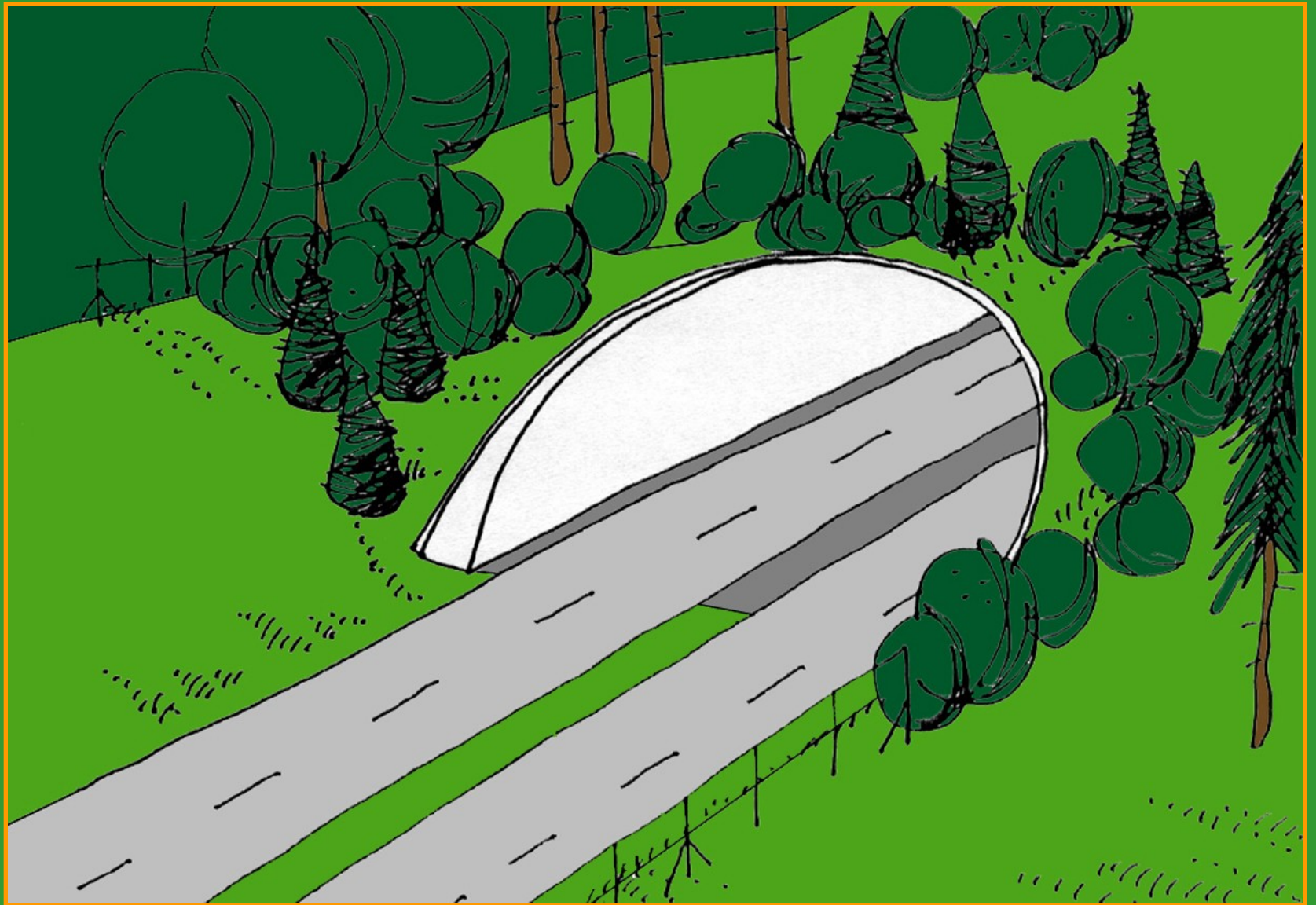
**Celkový migrační potenciál je definován
jako součin dílčích složek**

$$\text{MP} = \text{MPE} \times \text{MPT}$$

NADCHOD PŘES DÁLNICI - MOST



NADCHOD PŘES DÁLNICI - TUNEL



NADCHODY PRO ZVĚŘ

LETECKÝ
SNÍMEK

POHLED NA
HORNÍ ČÁST
NADCHODU



i přes krátkou dobu
trvání je nadchod
zvěře pravidelně
využíván

R/35 Olomouc – Lipník n. Bečvou

ZELENÝ MOST U LUXEMBOURGU CELKOVÝ POHLED



ZELENÝ MOST U LUXEMBOURGU VSTUP NA EKODUKT



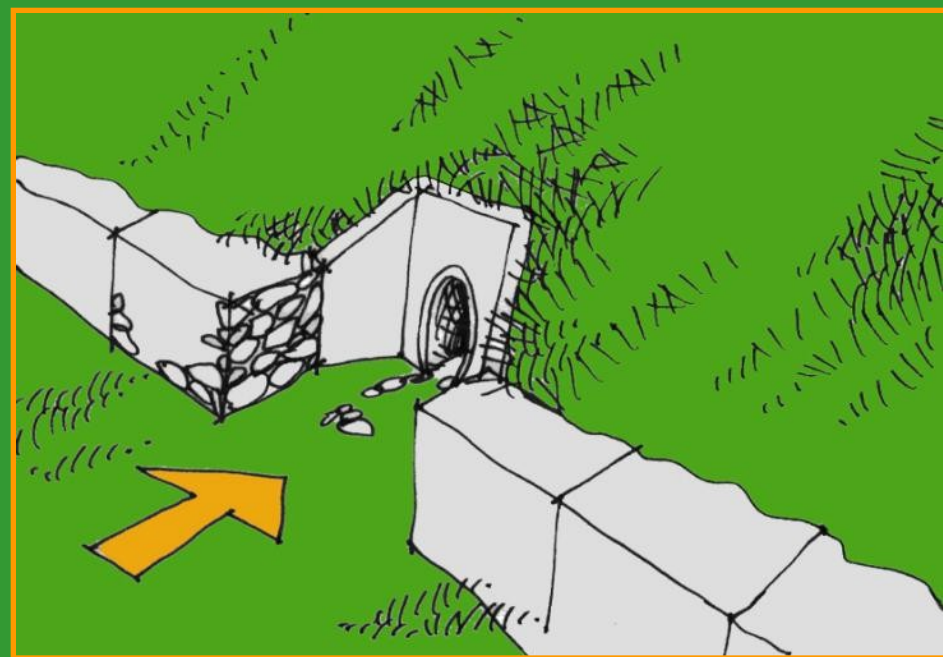
ZELENÝ MOST U LUXEMBOURGU STŘEDNÍ, NEJUŽŠÍ ČÁST



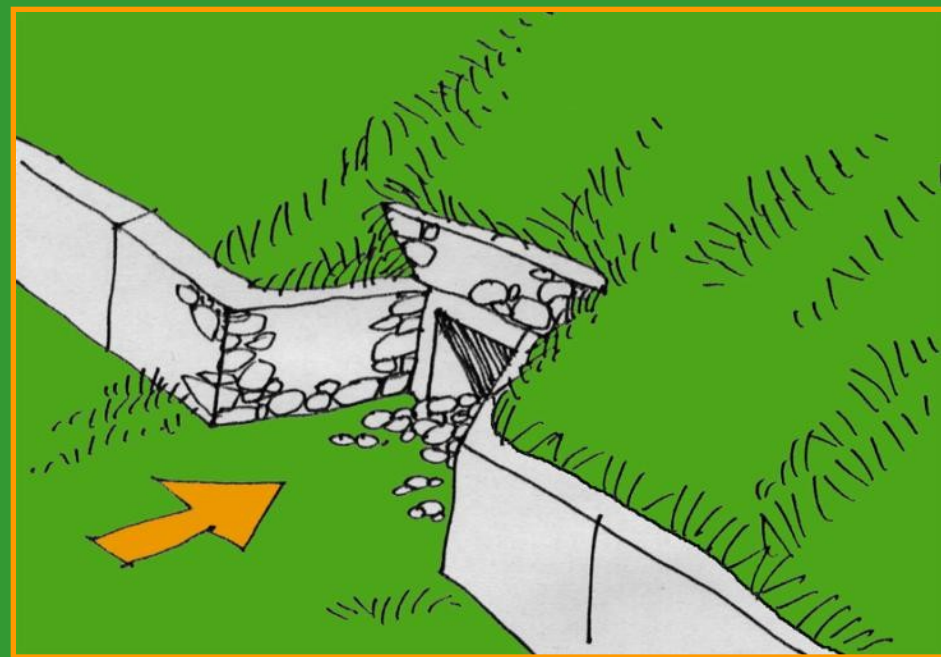
ZELENÝ MOST U LUXEMBOURGU DETAIL POSTRANNÍCH STĚN



PODCHODY POD DÁLNICÍ - PROPUSTY

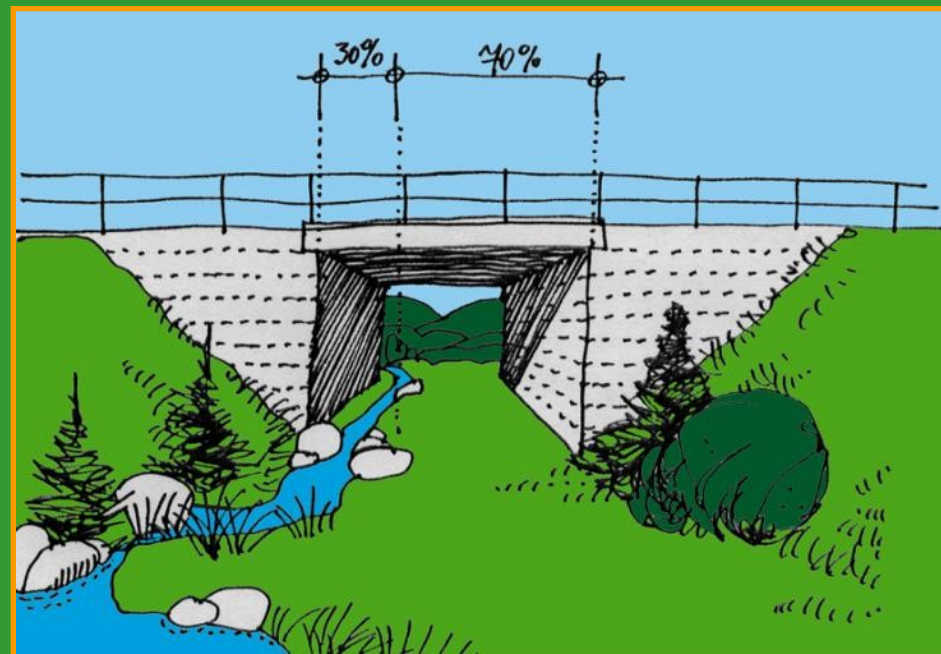


Trubní propust



Rámový propust

PODCHODY POD DÁLNICÍ - MOSTY

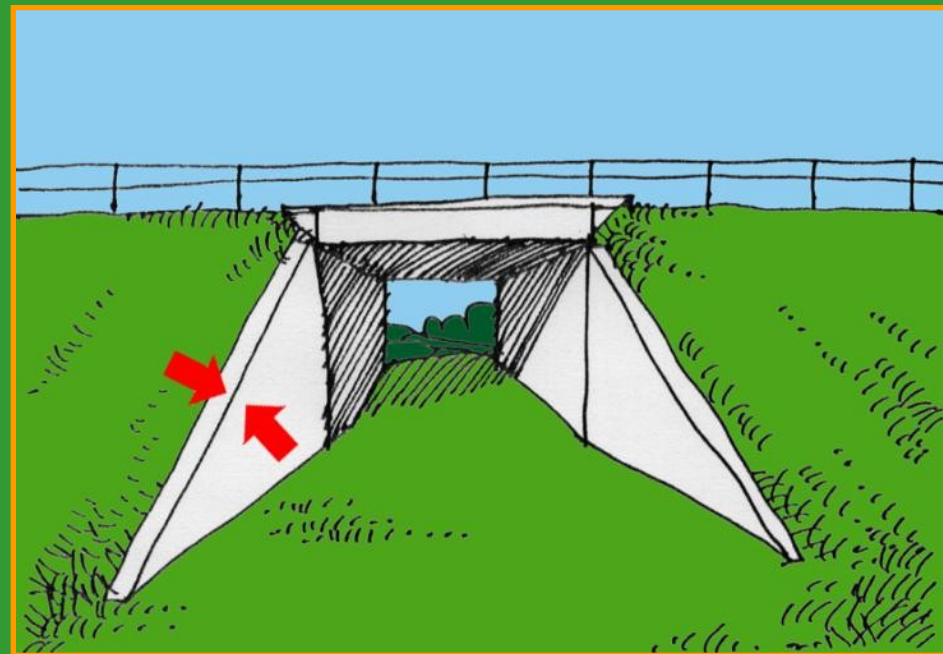


Most víceúčelový,
s přechodem vodoteče



Most velký, přirozený

PODCHODY POD DÁLNICÍ MOSTY SPECIÁLNÍ



Most s bočními křídly



Most s optickou a hlukovou
zábranou

PODCHODY PRO ZVĚŘ

R/35 Olomouc – Lipník n. Bečvou



D 0804 u Lovosic

Posuzování vlivů na životní prostředí



Centrum pro výzkum
toxických látek



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace tohoto předmětu je spolufinancována
Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem
České republiky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace tohoto předmětu je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky