

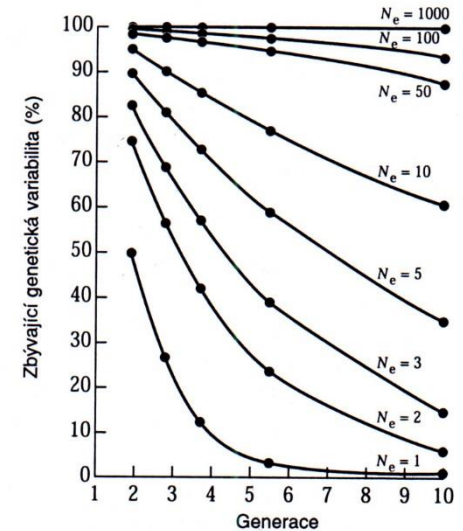


# Ochrana přírody

(semestrální přednáška)

Využití populační biologie v ochraně přírody

doc. Jiří Schläghamerský, Ph.D.  
Ústav botaniky a zoologie P F MU



## **Druhová ochrana:**

### **Jak velká musí být populace, aby přežila?**

Malé populace vymírají snadněji (části) než velké.

Hlavní důvody:

- ztráta genetické variability (a tím schopnosti se přizpůsobit změnám prostředí, odolávat chorobám atd.)  
v důsledku příbuzenského křížení a genetického driftu
- kolísání v početnosti populace způsobené náhodnou variabilitou porodnosti a úmrtnosti
- výkyvy prostředí (stochastické jevy: kolísání míry predace, konkurence, výskytu nemocí, dostupnosti potravy, výskyt přírodních katastrof jako požár, záplav, sucha)

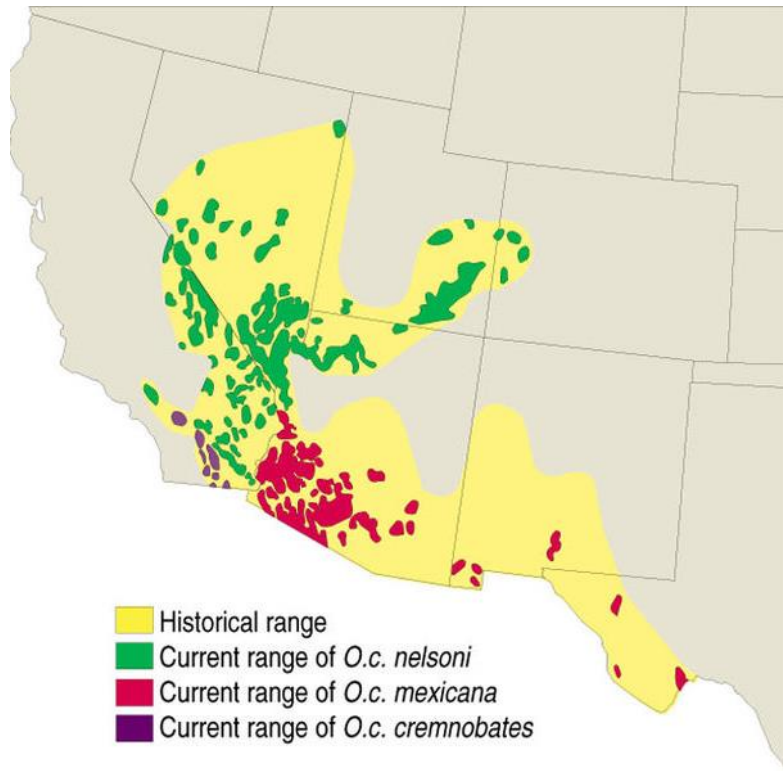
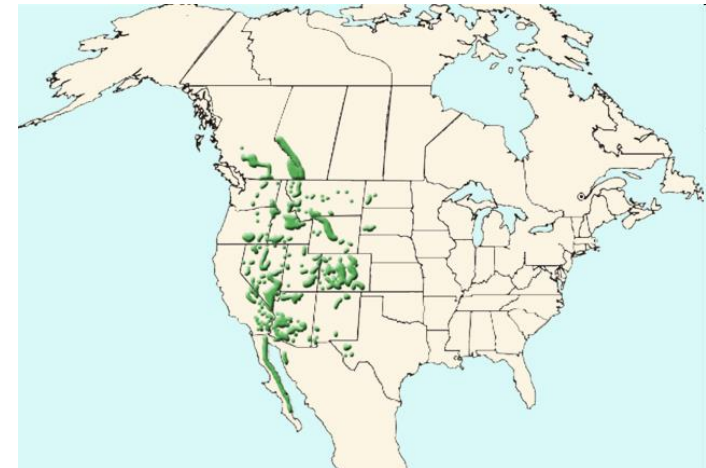
## Případová studie I:

### **Ovce tlustorohá (*Ovis canadensis*)**

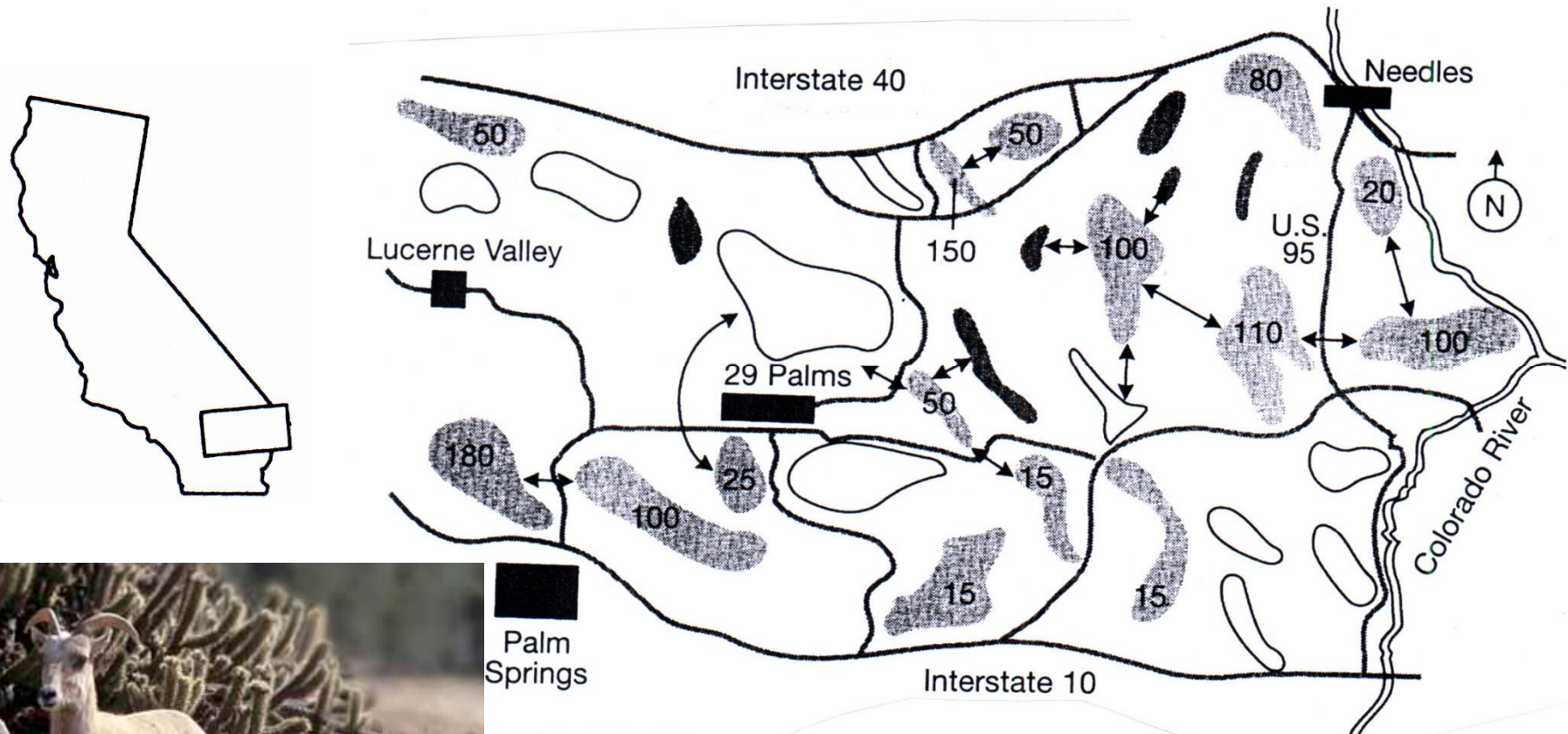
- metapopulace v polopouztních horských habitatech na jihozápadě USA



Rozšíření poddruhů **ovce tlustorohé** v severní Americe a rozšíření jednotlivých poddruhů na jihozápad USA:



# (Meta)populace **ovce tlustorohé** v polopouztních podmínkách pohorí na jihovýchodě Kalifornie (USA)



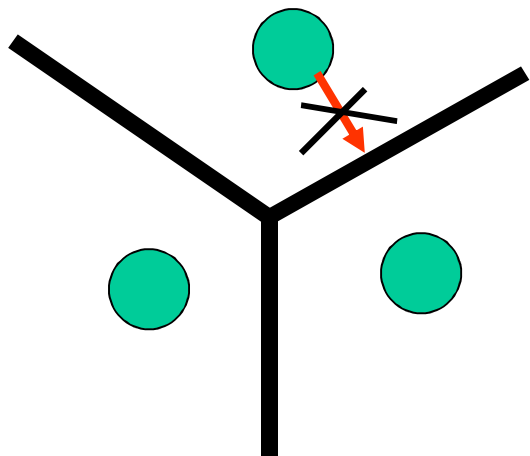
■ Palm Springs

■ V roce 1990 osídleno populací uvedeného počtu jedinců

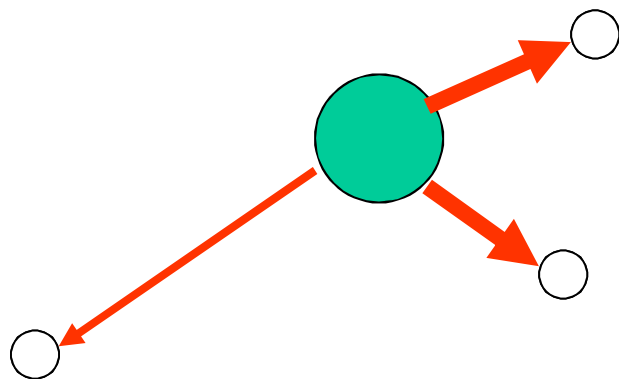
□ Dříve osídlená horská oblast, v r. 1990 bez populace

■ Nikdy (ani v minulosti) neosídlené horské oblasti

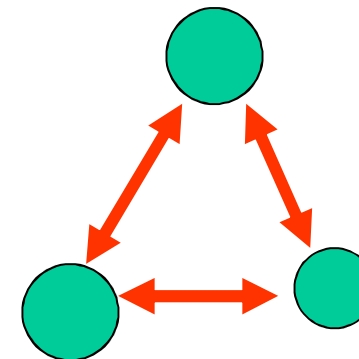
## Co to je metapopulace?



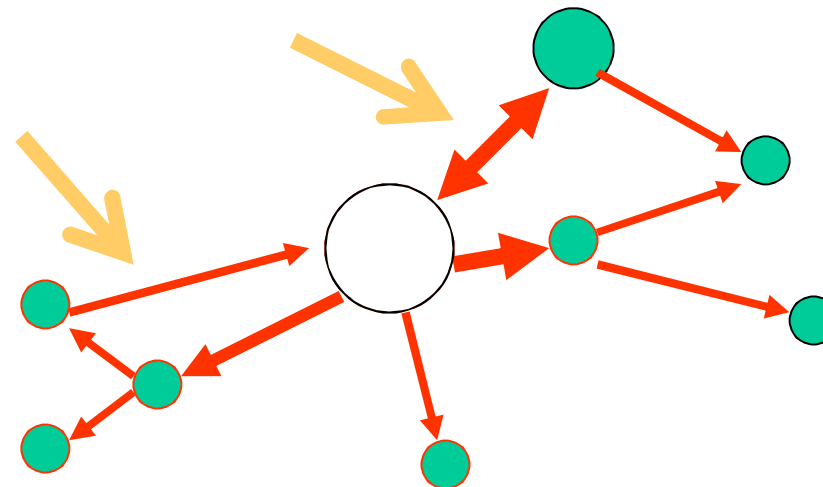
A: Tři nezávislé populace



C: **Metapopulace** složená ze zdrojové populace a tří propadových populací

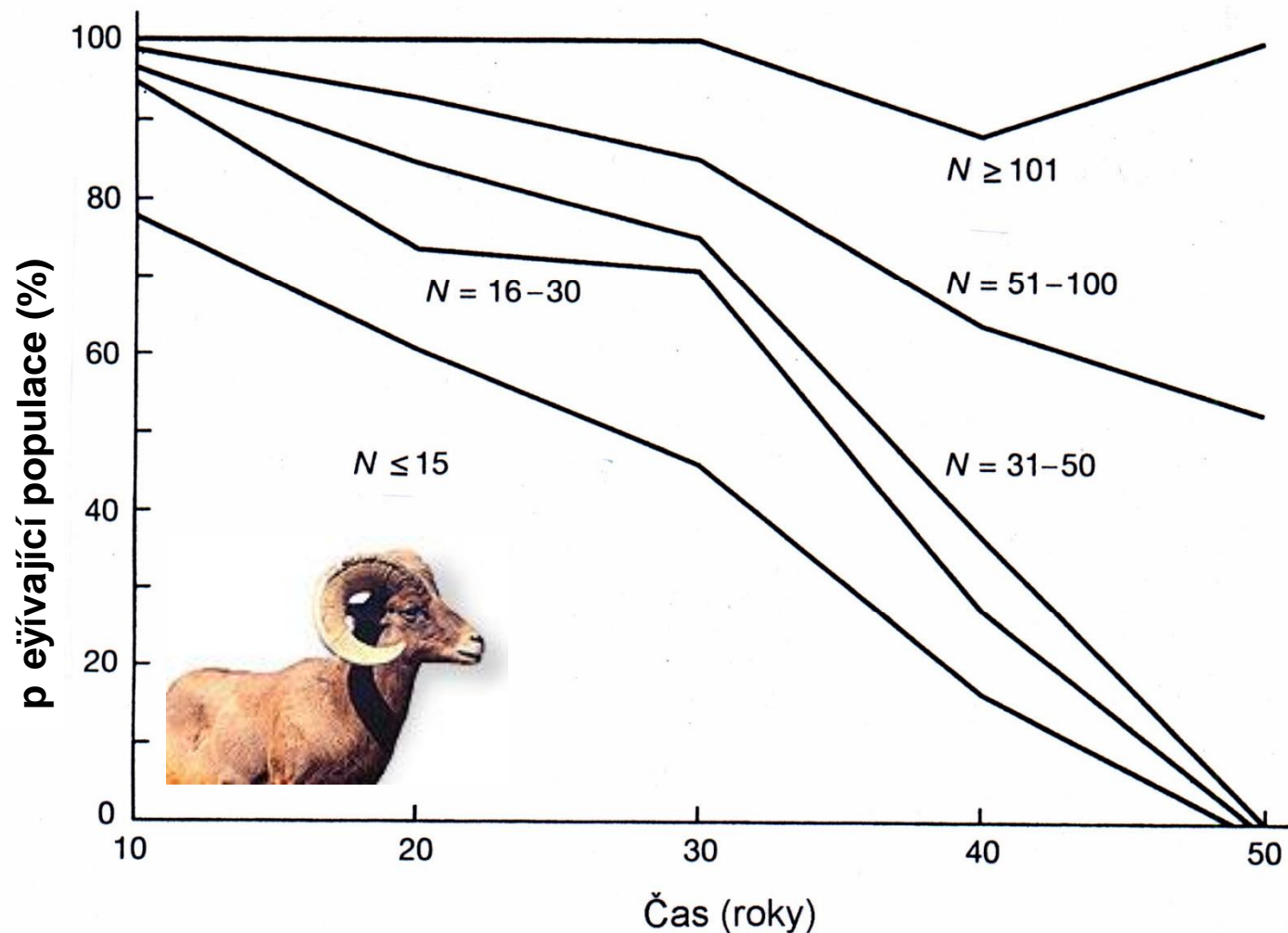


B: Jednoduchá **metapopulace** složená z tří navzájem propojených populací

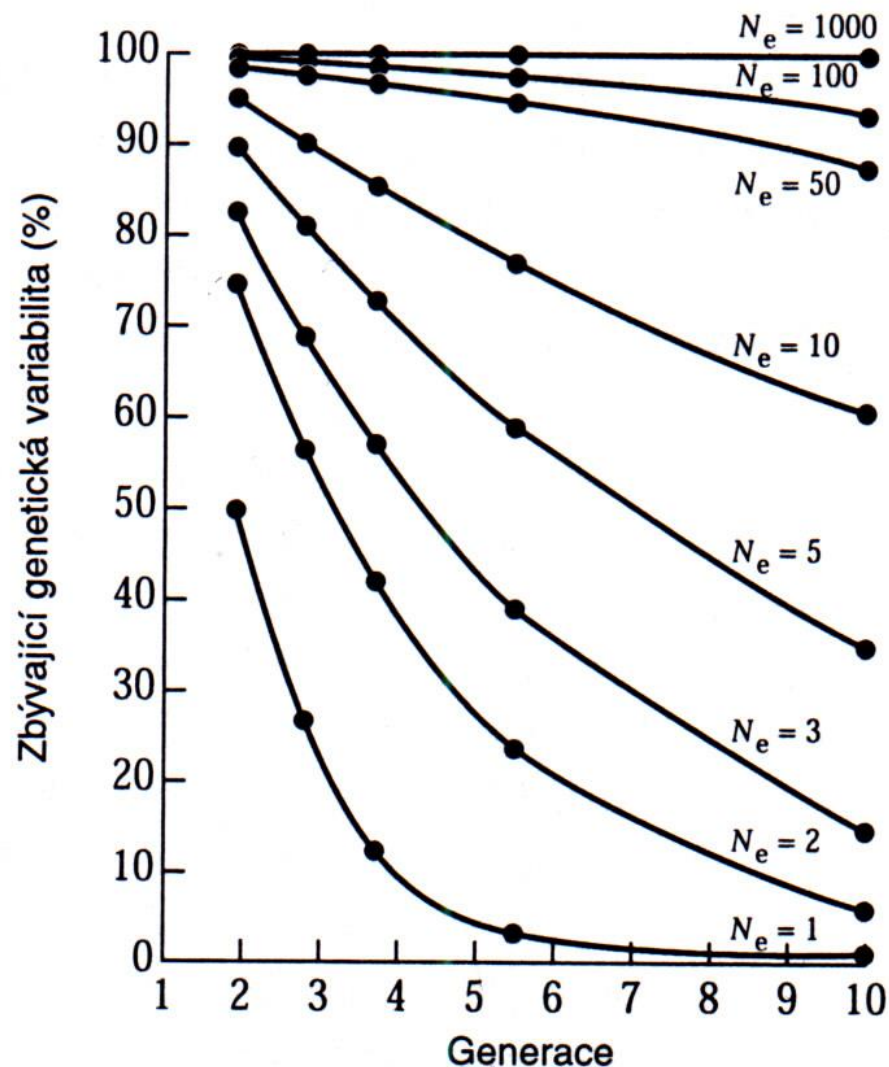


C: **Metapopulace** složená z více zdrojových i propadových populací

Vliv počáteční velikosti populace ( $N$  = počet jedinců) **ovce tlustorohé** na její přežití po dobu 50 let (celkem 120 **izolovaných** populací)



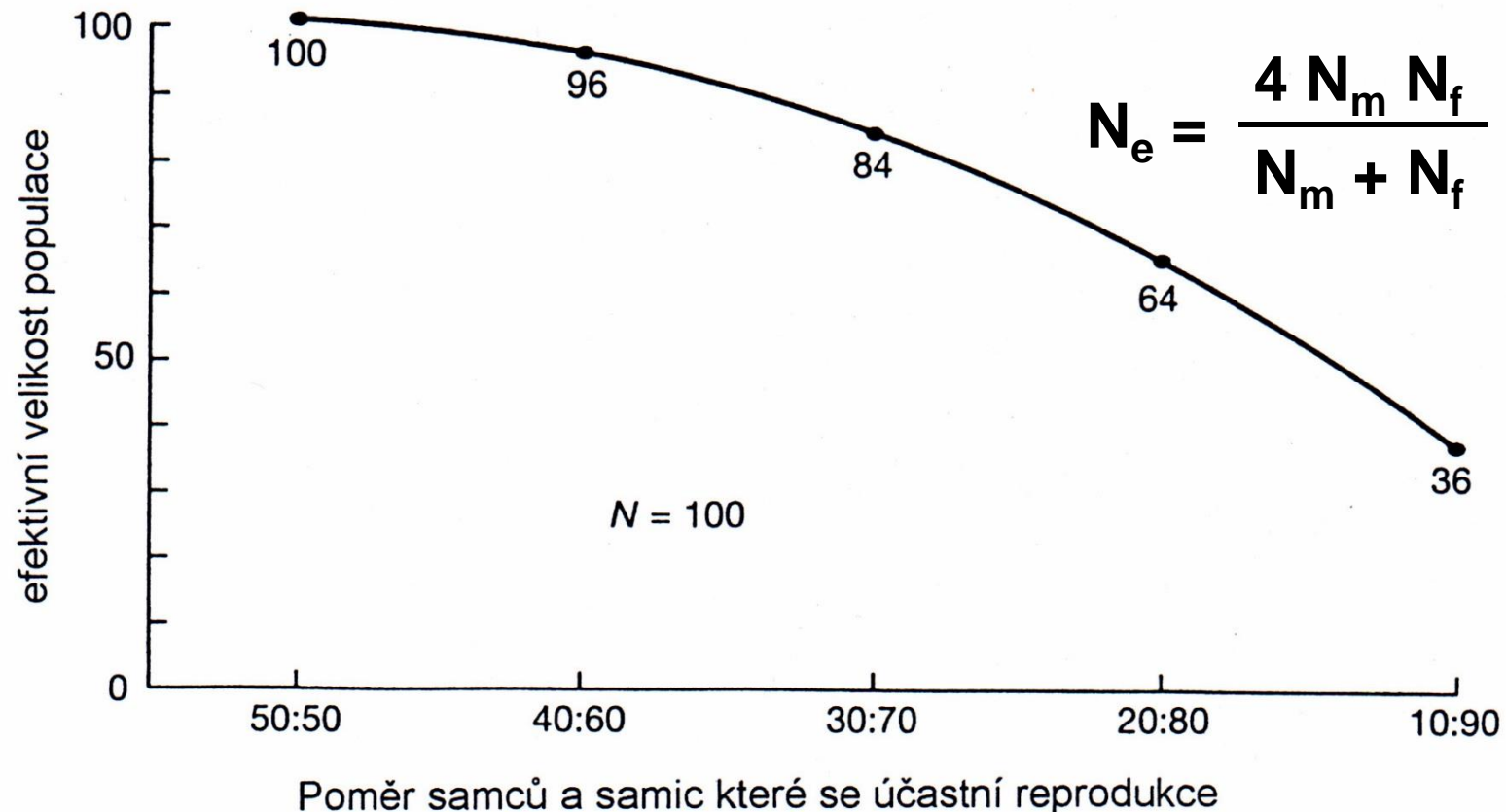
Míra genetické variability v průběhu vývoje teoretické populace (10 generací) v závislosti na výchozí velikosti efektivní populace ( $N_e$ )





## Co to je efektivní velikost populace ( $N_e$ )?

Počet jedinců skutečně se podílejících na reprodukci! Vliv poměru pohlaví (náhoda, sociální struktura), variability v počtu potomků, krátkého generálního cyklu s velkou kolísavostí počtu jedinců z generace na generaci)



## Co to je efektivní velikost populace ( $N_e$ )?

**Výpočet pro druhy s velkým kolísáním velikosti populace mezi jednotlivými generacemi** (např. jednoleté rostliny, obojživelníci, mnohé druhy hmyzu):

$$1 / N_e = 1 / t (1 / N_1 + 1 / N_2 + \dots + 1 / N_t)$$

$t$  = čas (např. počet let) resp. počet generací

$N_1$  = počet reprodukčních aktivních jedinců 1. generace

Příklad:

Populace motýla během 5ti let (1 generace / rok): 10, 20, 100, 20, 10 jedinců

$$1/N_e = 1/5 (1/10 + 1/20 + 1/100 + 1/20 + 1/10) = 31/500$$

$$N_e = 500/31 = 16,1$$

$$(aritm. průměr = 160/5 = 32)$$

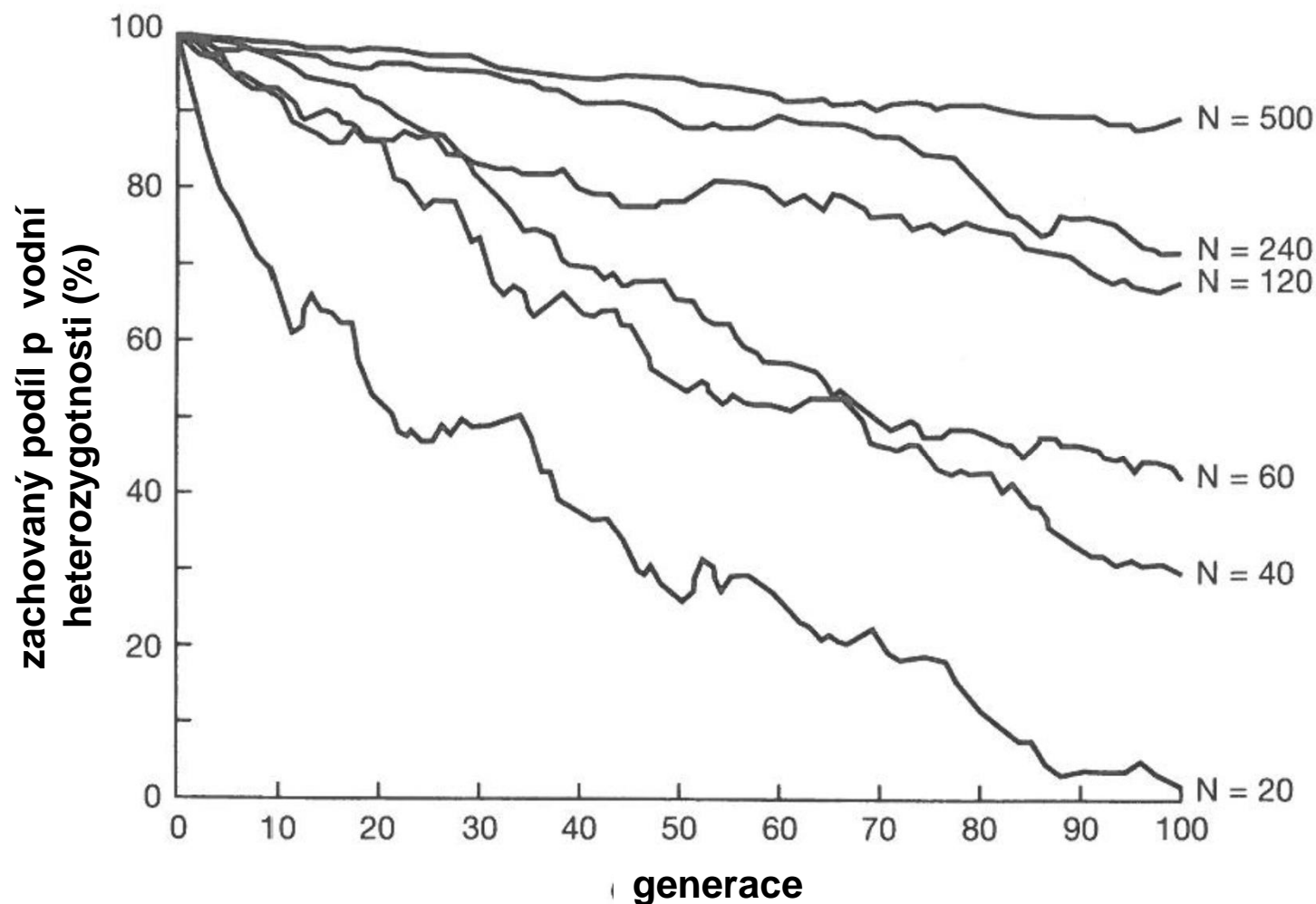
## **Snížená zdatnost vlivem genetických defekt**

“ Snížená zdatnost (fitness) při **inbuzenském křížení (inbreeding depression)** jako důsledek exprese recesivních alel (nevhodné vlastnosti, gen. choroby)

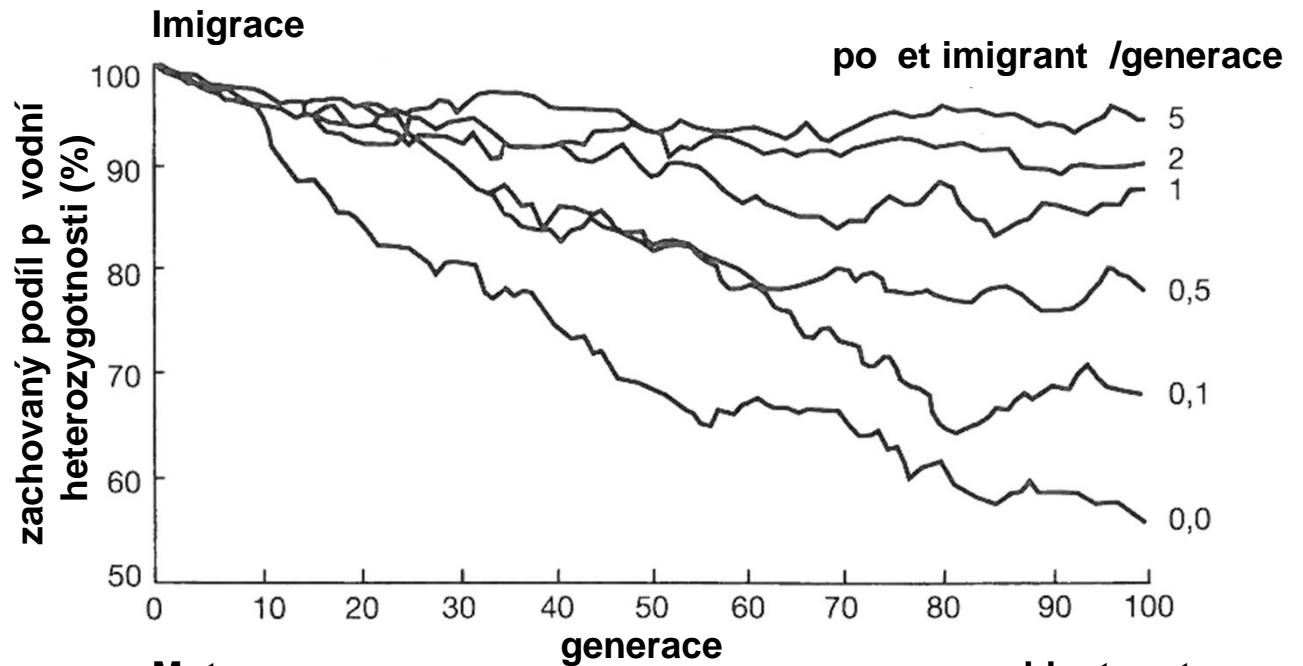
“ Snížená zdatnost vlivem **křížení s geneticky příliš odlišnými jedinci (outbreeding depression** - zpravidla ze vzdálených populací příslušících jiným poddruhům) jako důsledek neslučitelnosti chromosomů a enzymových systémů

- . nízká fertilita / natalita
- . vyšší mortalita
- . nízká odolnost vůči nemocem
- . menší schopnost se přizpůsobit změnám prostředí resp. obstát v daných podmínkách (outbreeding depression!)

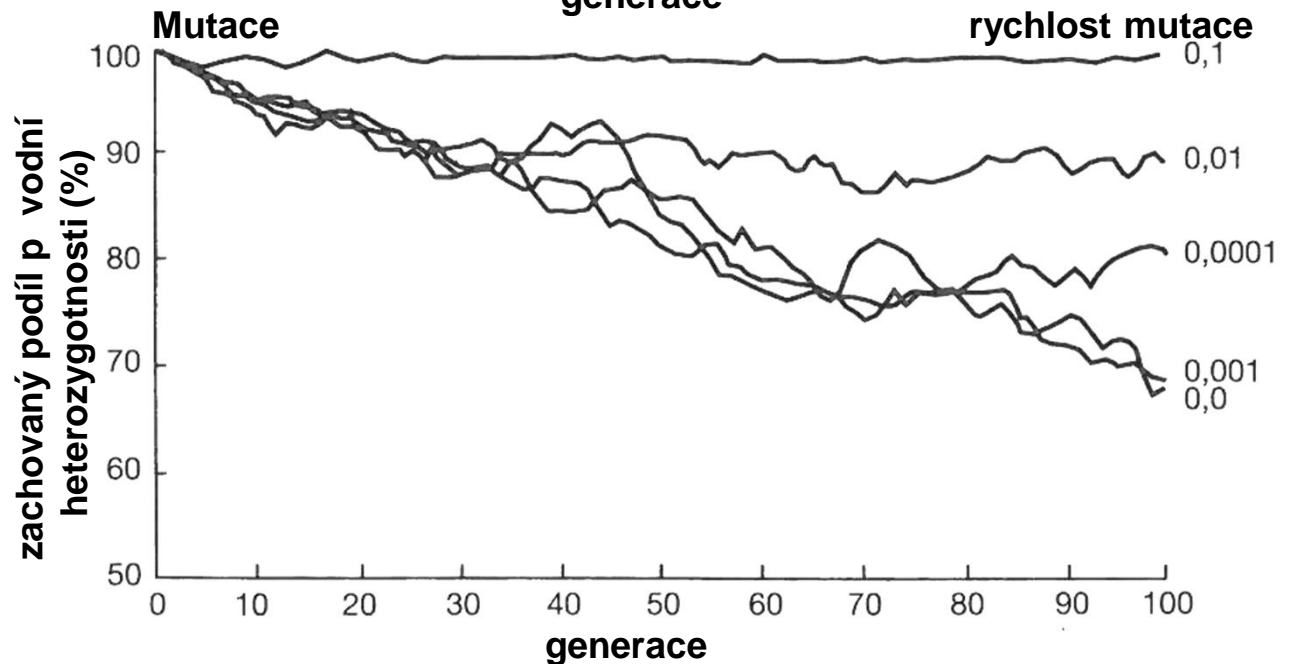
## Vliv genetického driftu na heterozygotnost populace (průměrné hodnoty ze simulace - po 25 populacích stejné velikosti)



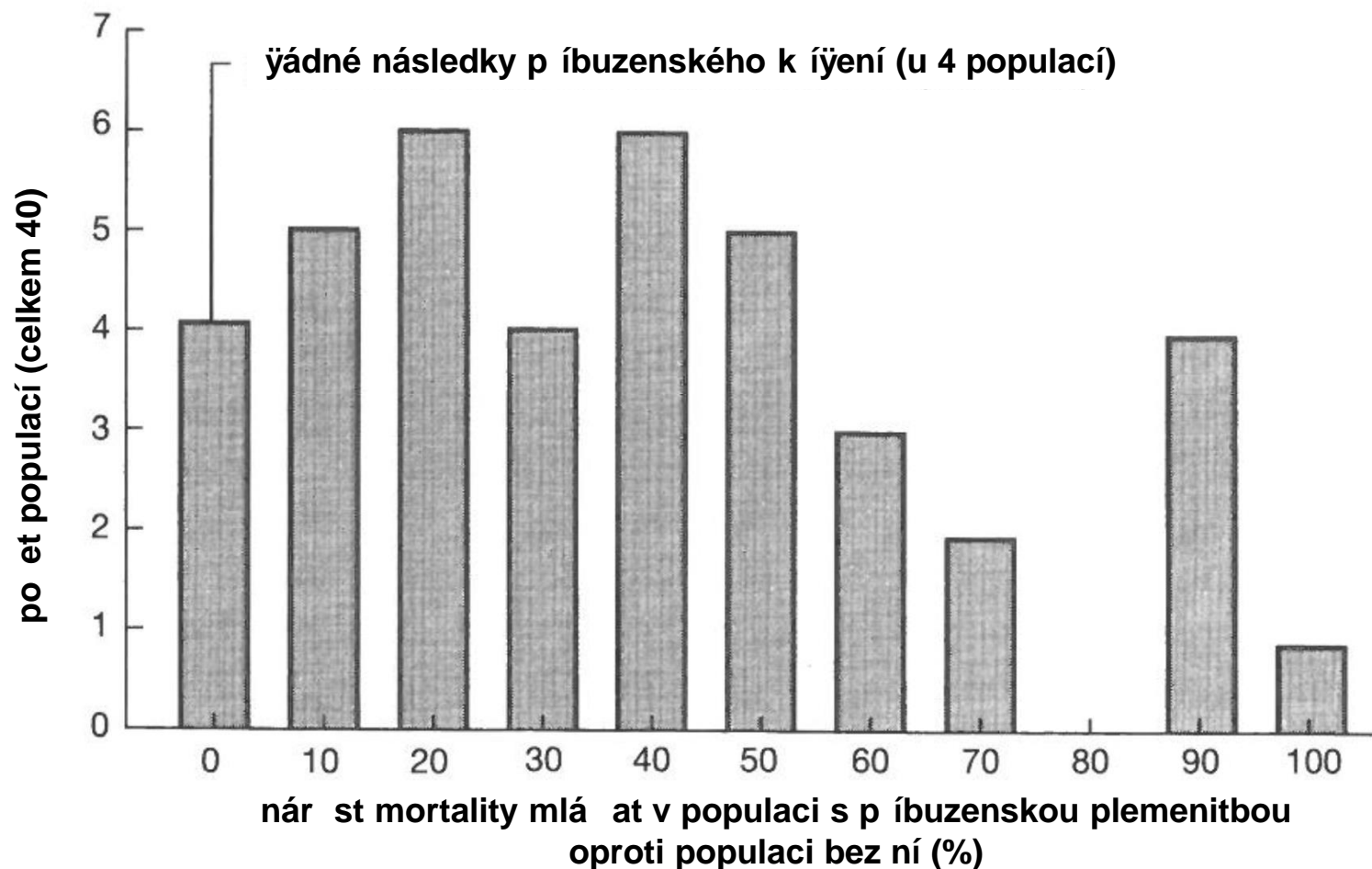
**Vliv imigrace** na genetickou variabilitu populace (simulace při  $N = 120$ , po 25 populacích na každou míru imigrace)



**Vliv mutace** na genetickou variabilitu populace (simulace při  $N = 120$ , po 25 populacích na každou míru mutace)

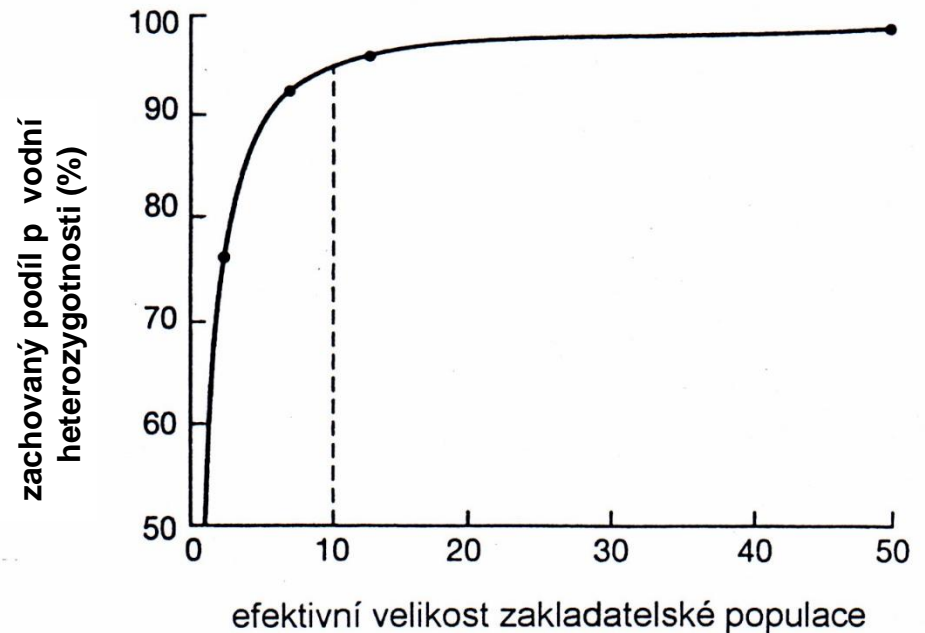
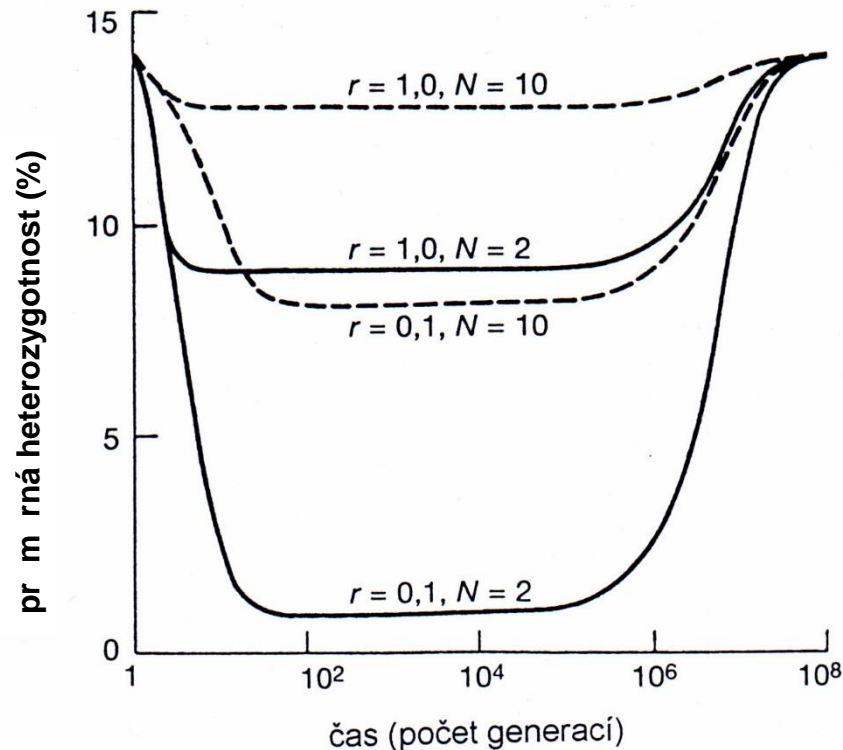


**Vliv píbuzenského křížení (píbuzenské plemenitby) na úmrtnost mláďat jako jednoho z důsledků tzv. inbreeding depression (40 různých savčích populací)**



## Genetické úzké místo (shrnutí lahve%o genetic bottleneck)

### a efekt zakladatele (founder effect)



Vliv míry dočasněho poklesu velikosti (N) a růstu populace (r) na její genetickou variabilitu

Vliv efektivní velikosti zakladatelské populace (nepříbuzných jedinců!) na genetickou variabilitu

## **Minimální životaschopná populace** (Minimum Viable Population - MVP)

Minimální velikost životaschopné populace jakéhokoli druhu na jakémkoli stanovišti je nejmenší možná **izolovaná** populace mající 99% pravděpodobnost existence po dobu 1000 let navzdory předvídatelným vlivům demografické, environmentální a genetické stochasticity i při přírodních katastrofách (Schaffer, 1981).

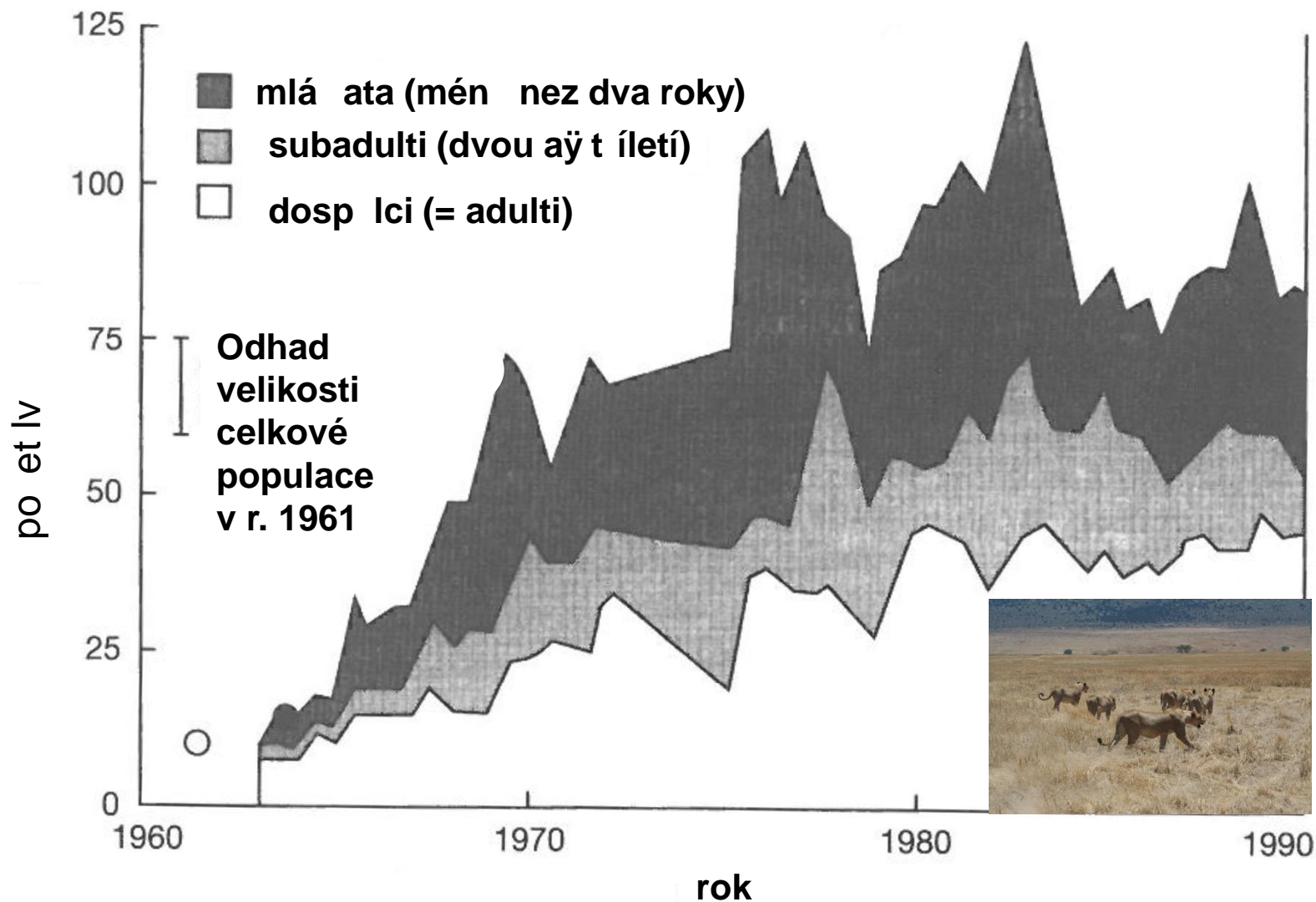
” Smysluplně vyjádřitelná pro **efektivní velikost** populace

” Definice je z hlediska délky období (1000 let) a míry pravděpodobnosti období (99 %) subjektivní ale také **flexibilní**:

lze upravit například na 500 i 100 let, 95% pravděpodobnost.



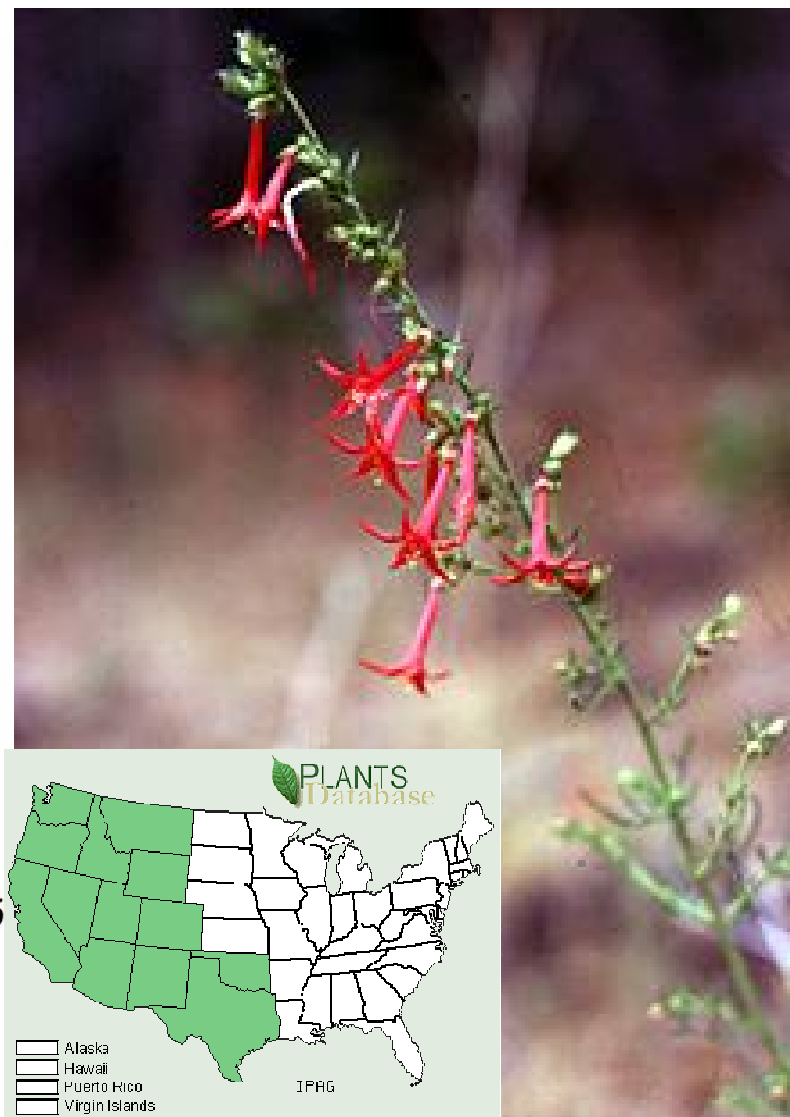
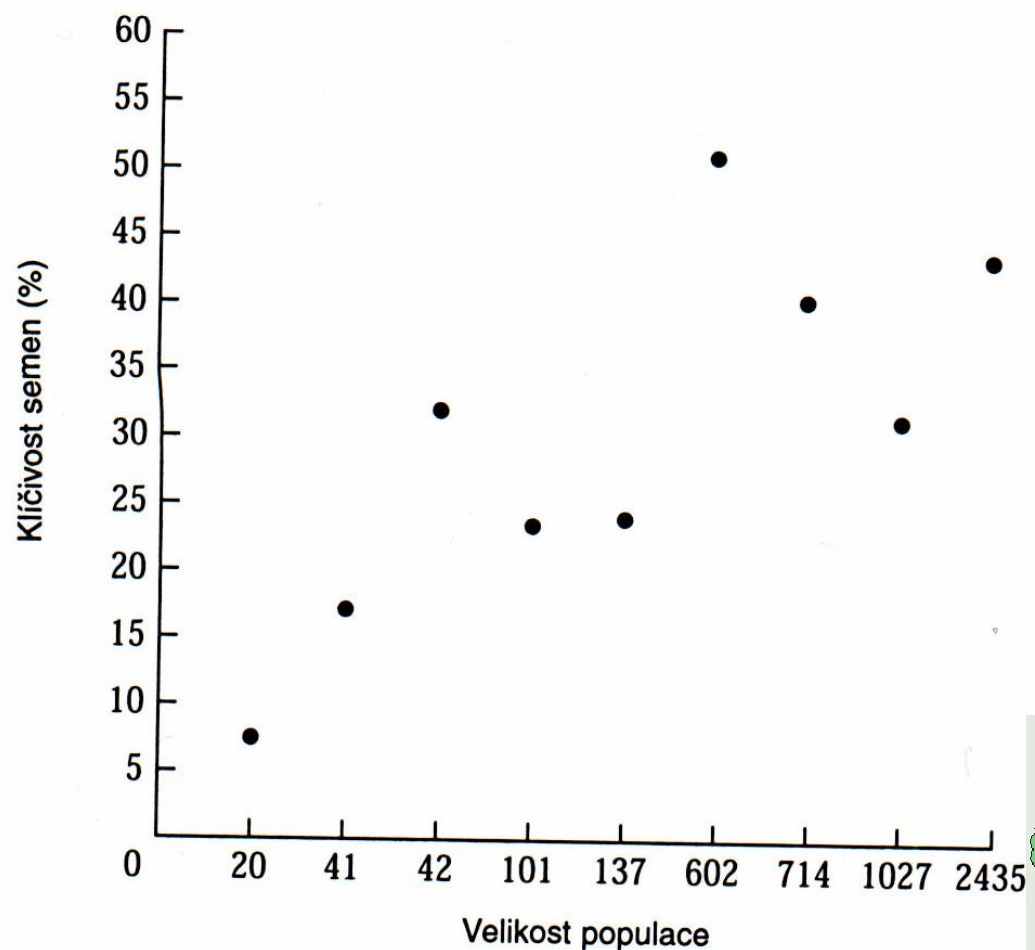
## Vývoj lví populace v kráteru Ngorongoro (Tanzánie) 1962-1990



**1962: Zhrucení populace k poklesu na 10 (9 samic, 1 samec)**

**1964: Imigrace sedmi samic**

## Klíčivost druhu *Ipomopsis aggregata* (*Polemoniaceae* - jirnicovité) v horách Arizony (USA) v závislosti na velikosti populace

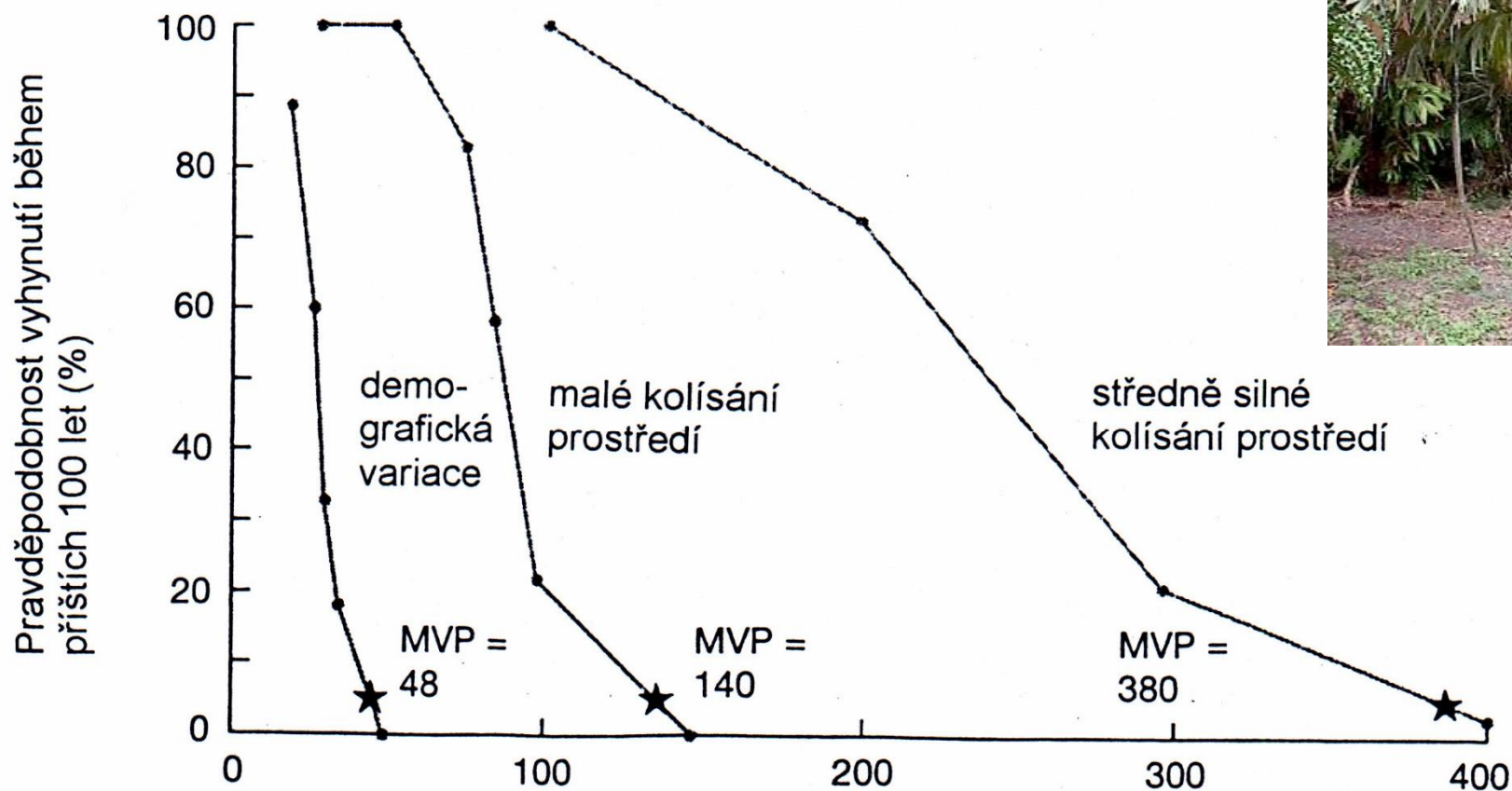


Zdroj: Primack, Kindlmann, Jersáková (2001): Biologie ochrany přírody. Portál, Praha.

## Minimální životaschopná populace

- “ Pravidlo 50 / 500 (pouze k zachování genetické variability)
  - . 50 jedinců : chovy domácích zvířat (chovatelská zkušenost)
  - . 500 jedinců : laboratorní chovy octomilek (*Drosophila melanogaster*)
  
- “ Závislost MVP na
  - . závislosti na konkrétnímu druhu (a výzivu taxonu):
  - . počet potomků, délka generace, délka cyklu atd.
  - . genetická variabilita v rámci dané populace (její historii)
  - . vnějších podmínkách a jejich kolísání: klima, míra predace a výskytu nemocí či parazitů, míra konkurence, ...)
  - . například ovce tlustorohá v jižní Kalifornii: 100 jedinců (prostě edí!)
  
- “ Problém nedostatku demografických studií na různých druzích (často náročné, nákladné, obtížný výběr vhodných studijních objektů)
  
- “ Obecně platí jako orientační číslo pro MVP
  - . Průměrný poměr mezi  $N$  a  $N_e$  je odhadován na 10 : 1
  - . 1000 jedinců u populace obratlovců
  - . 10 000 jedinců u populace bezobratlých

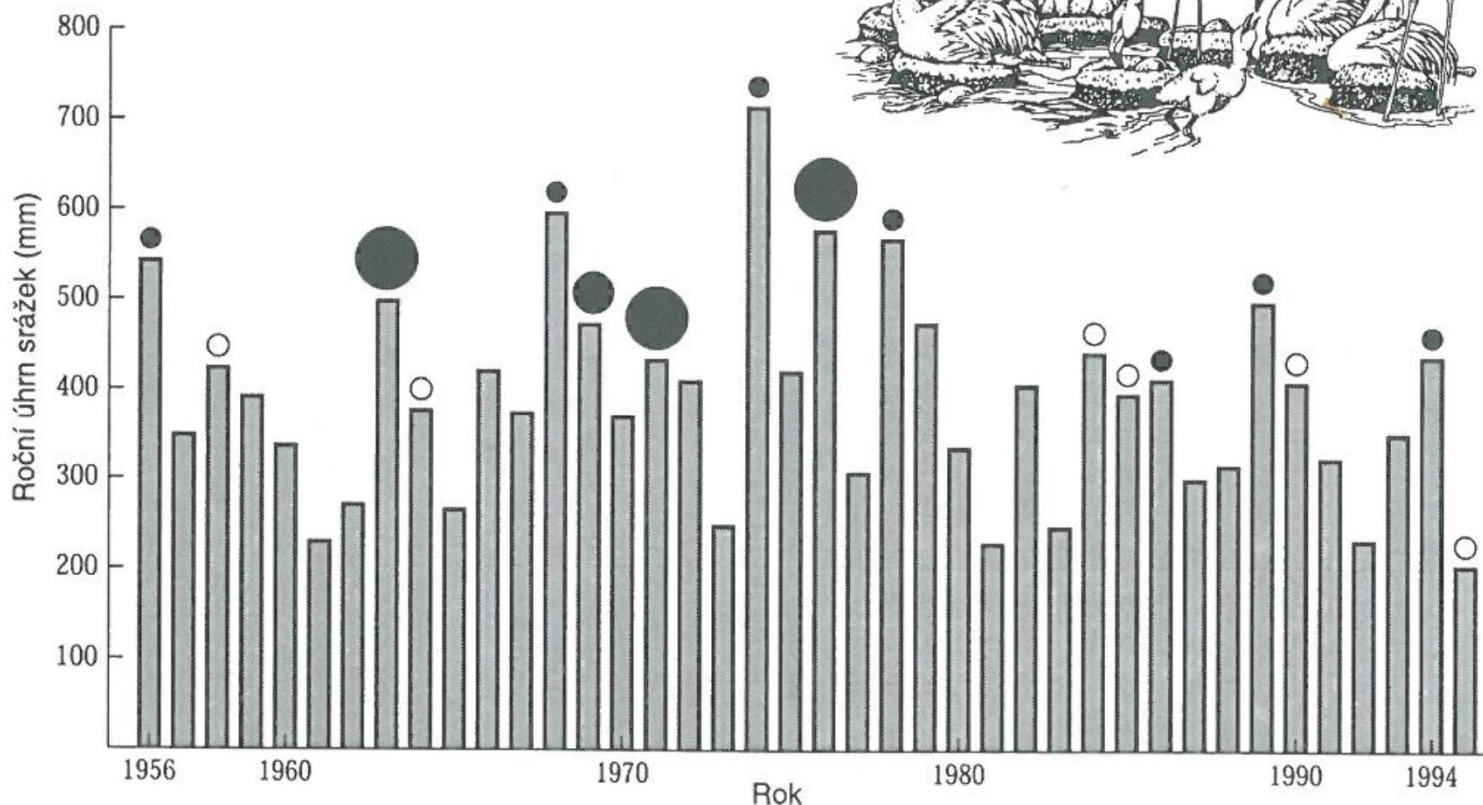
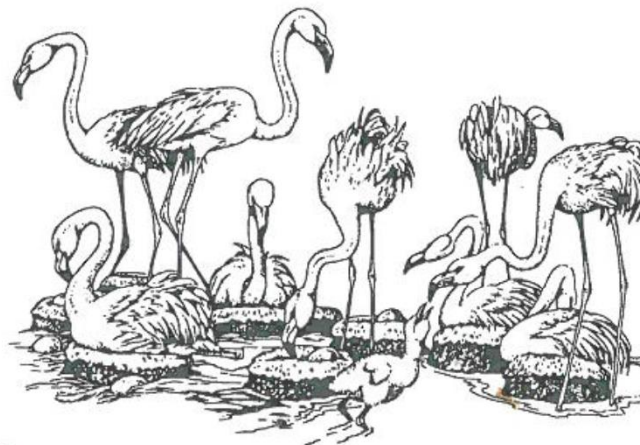
## Vliv demografické variability a míry kolísání životních podmínek (prostředí) na pravděpodobnost vyhynutí populace palmy *Astrocaryum mexicanum* v průběhu 100 let v závislosti na výchozí velikosti populace



★ Pravděpodobnost vyhynutí pod 5% v závislosti na výchozí velikosti populace

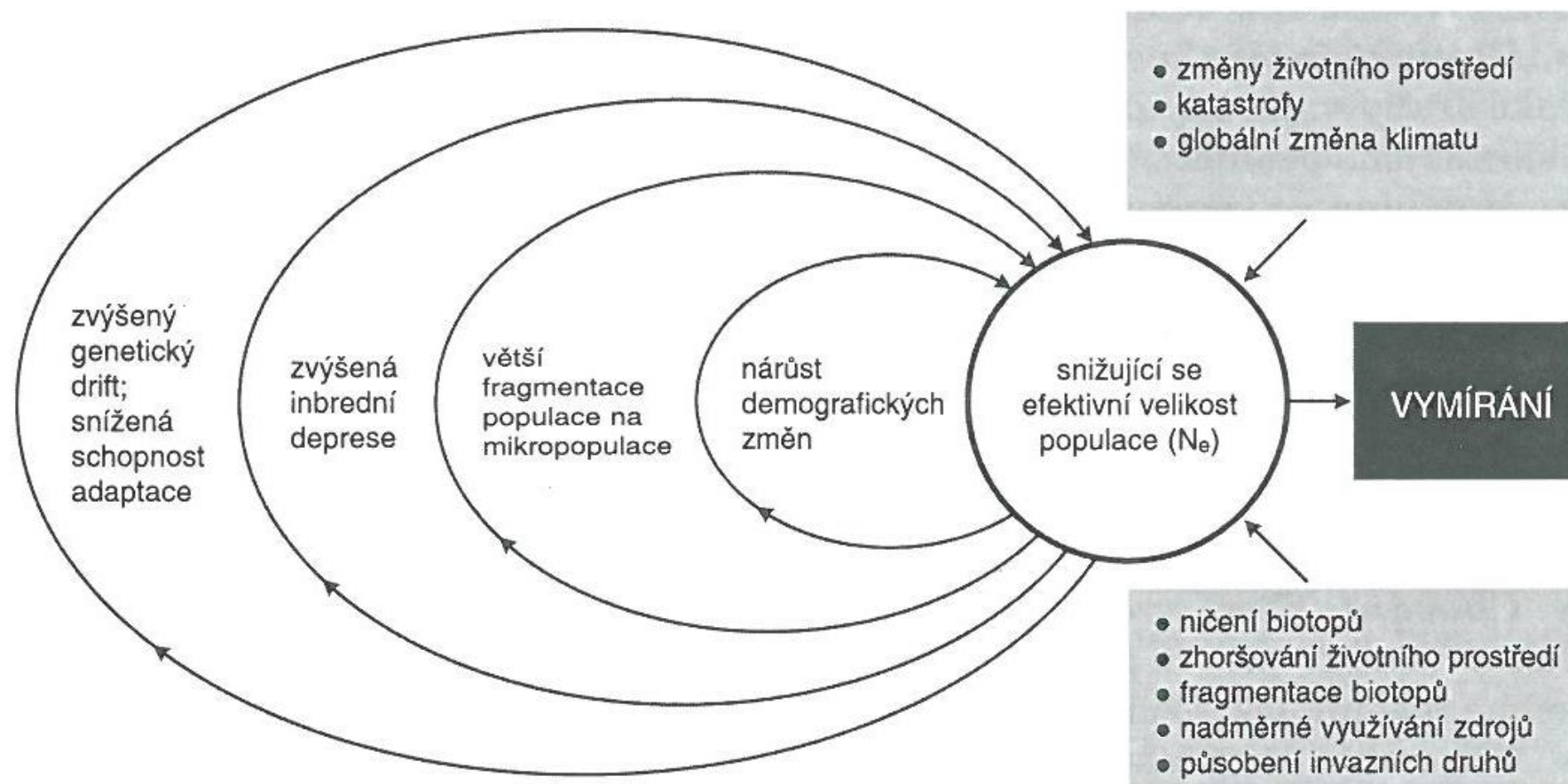
## Kolísání přírodních podmínek ovlivňuje existenci a velikost populace

**Obr. 3.12** Sloupce ukazují srážkové údaje z Národního parku Etosha v letech 1956–1995. Páření plameňáků v daných letech je označeno kroužky. Prázdné kroužky označují neúspěšné množení – vejce byla nakladena, ale mláďata se nevylíhla. Plné kroužky naznačují, že se mláďata vyvíjela: malé kroužky = méně než sto, střední = stovky; velké = tisíce mláďat. Poslední velké líhnutí se vyskytlo v roce 1976. (Simmons 1996)



Zdroj: Primack, Kindlmann, Jersáková (2001): Biologie ochrany přírody. Portál, Praha.

## Vír vymírání (extinkční vír - extinction vortex)



## **Minimální dynamické území**

(minimální velikost území, Minimum Dynamic Area - MDA)

- “ Plocha (vhodného životního prostředí) potřebná k zachování minimální životaschopné populace (převodně : lesního porostu).
  
- “ Odhad na základě znalosti velikosti životního prostoru (domovského okrsku) jedinců a skupin daného druhu.
  - . Populace drobných savců : 10 000 - 100 000 ha
  
  - . Populace velké zvěře (medvěd grizzly):  
50 000 - 2,5 milión km<sup>2</sup>

## Případová studie II: **Medvěd hnědý - grizzly** **(*Ursus arctos horribilis*)** v severní Americe





## Rozdílení medvěda grizzlyho v severní Americe

- Současný areál
- ▨ Historický areál



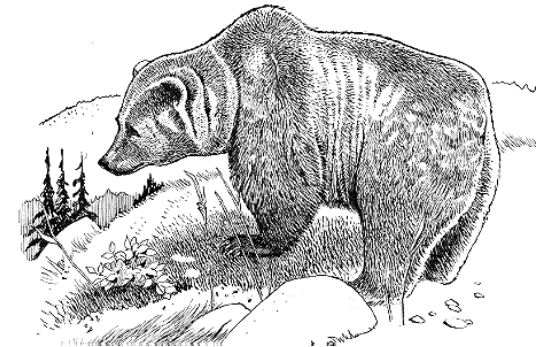
## **Medvěd hnědý - grizzly (*Ursus arctos horribilis*) v severní Americe:**

“ Minimální životaschopná populace: 50-90 jedinc  
(95% pravděpodobnost přežití po dobu 100 let)

“ Minimální dynamické území

. 50 jedinc : 50 000 km<sup>2</sup>

. 1000 jedinc : **2 500 000 km<sup>2</sup>**



“ Národní parky v USA jsou příliš malé na to, aby umožnily existenci MVP (**Yellowstone NP: 9 000 km<sup>2</sup>**), nadto jsou od sebe odděleny často neprokonatelnými vzdálenostmi a překážkami.

**Mnoho stávajících populací patří vyhyne!**

# Medvěd hnědý - grizzly (*Ursus arctos horribilis*) v národním parku Yellowstone (USA) a jeho okolí (Greater Yellowstone Ecosystem):

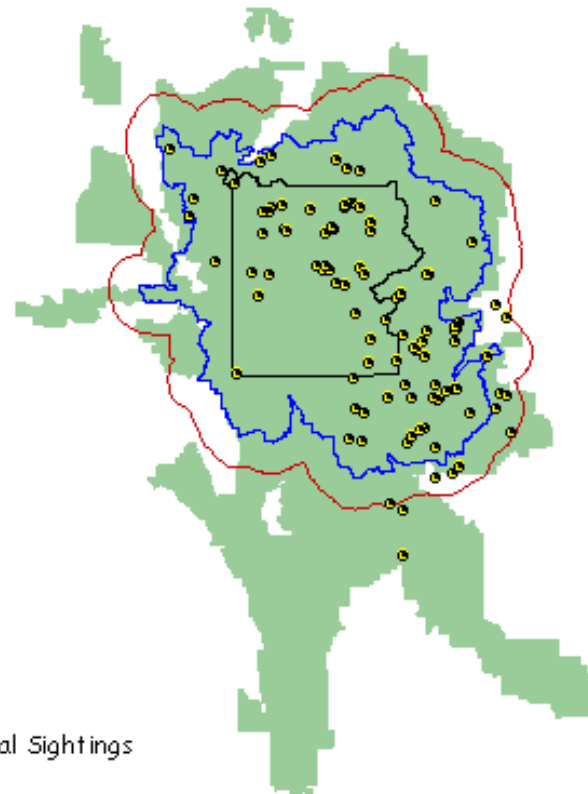
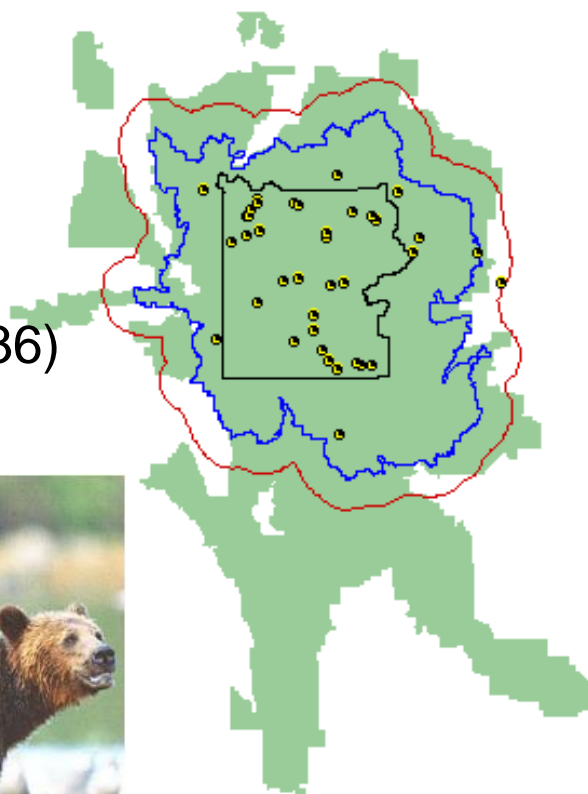
~ 34,5 tis. km<sup>2</sup>

Initial sightings of females with cubs of the year, 1979-1981.

Initial sightings of females with cubs of the year, 1999-2001.

~ cca 170 dospělých jedinců

~ 42 samic (1996-2001 průměr 36)



- Initial Sightings
- ▭ YNP
- ▭ Recovery Zone
- ▭ 10-mile perimeter
- ▭ Federal Lands

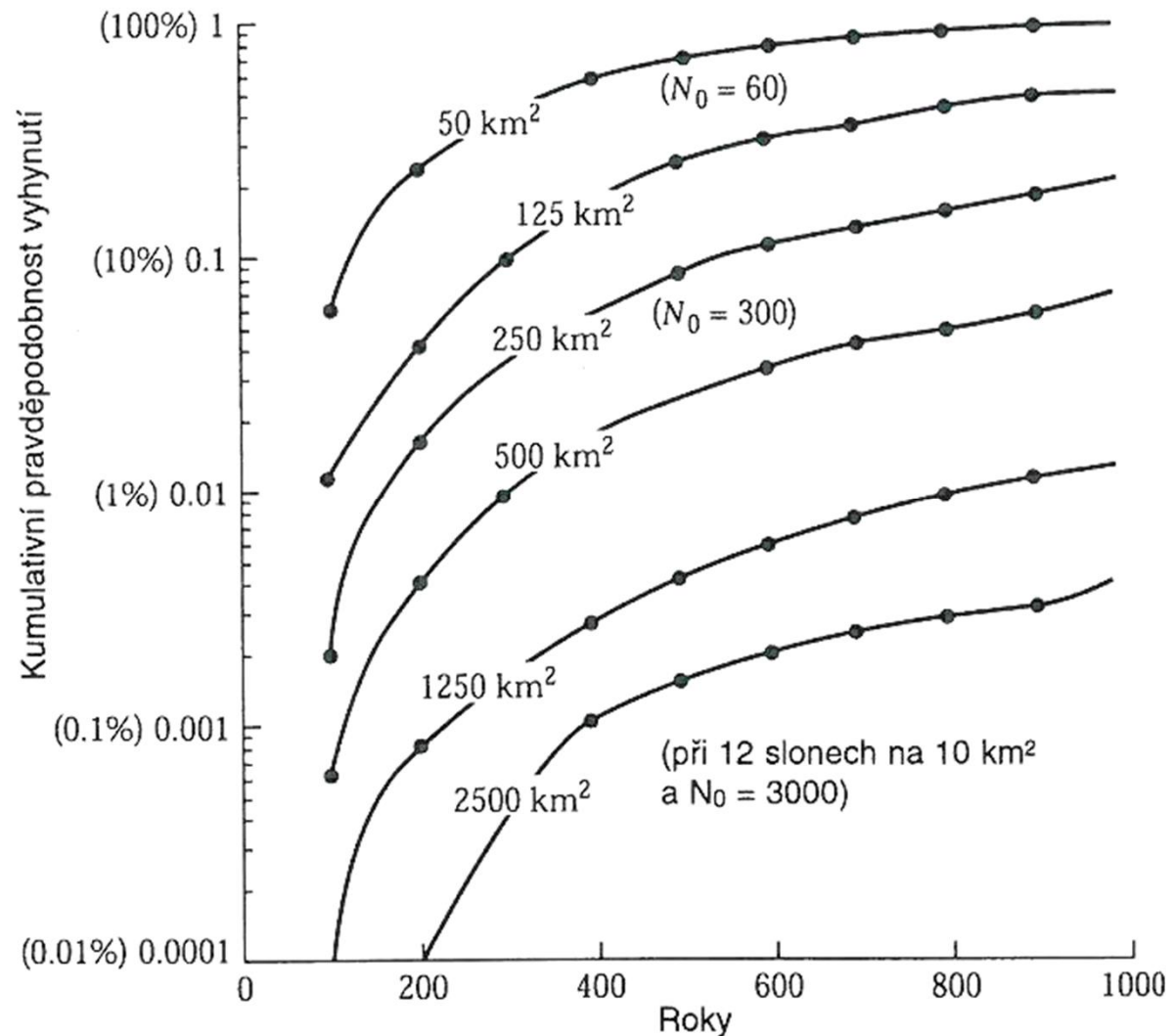
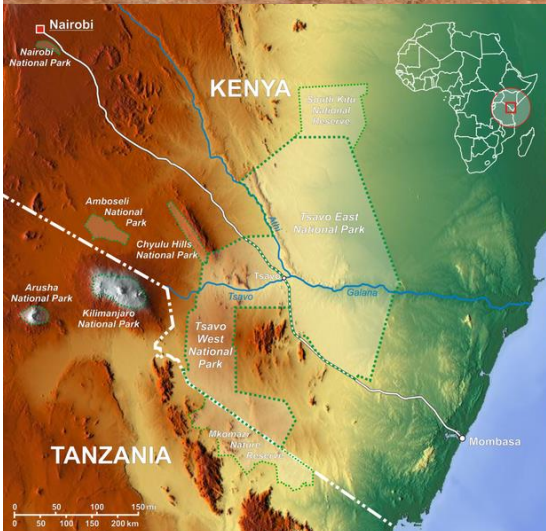


## **Analýza životaschopnosti populace** (Population Viability Analysis - PVA)

- “ Kombinace demografické studie populace (ohroženého druhu) se studiem
  - . nárok druhu na prostředí
  - . dostupnosti pořadovaných zdrojů (potrava, úkryty atd.)
  - . identifikace slabých míst v bionomii druhu (zranitelných stádií v jeho vývojovém cyklu)
  
- “ Předpověď trendu vývoje pomocí statistických metod
  
- “ Metodika je stále ve vývoji, diskutována, neustálá

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody . využití populační biologie v ochraně přírody

PVA pro slona afrického v Národním parku Tsavo (Kenie) ukázala, že pro 99% pravděpodobnost péřítí populace po dobu 1000 let je potřeba území velké minimálně 2500 km<sup>2</sup> tak, aby populace čítala aspoň 3000 jedinců (při hustotě 12 slonů /10 km<sup>2</sup>).

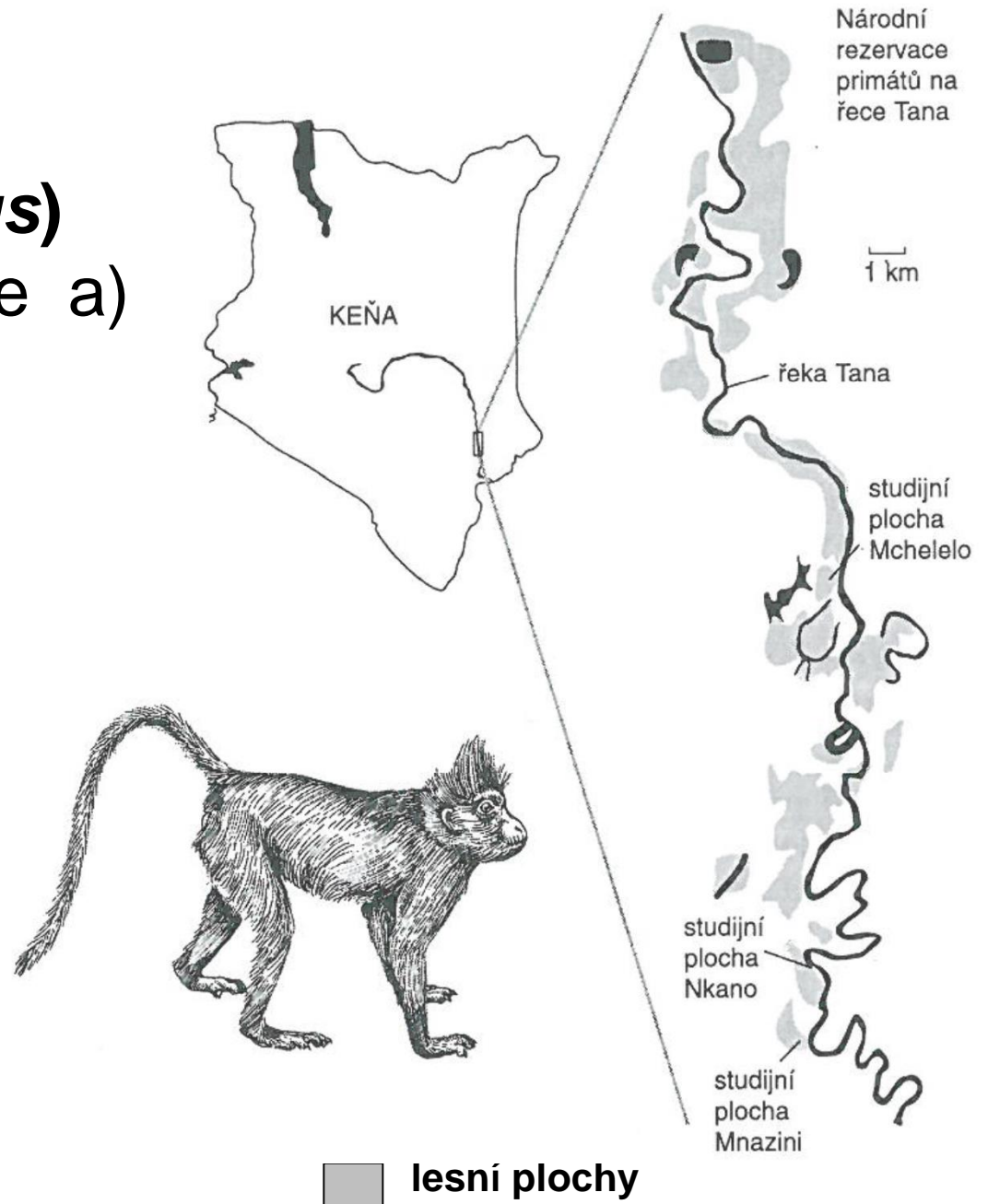


Zdroj: Primack, Kindlmann, Jersáková (2001): Biologie ochrany přírody. Portál, Praha.

# Případová studie III: Mangabej chocholatý (*Cercocebus g. galeritus*) v lesích na řece Tana (Keňa)



Výskyt pouze v zaplavovaných  
lučních lesích na dolním toku řeky.



## Mangabej chocholatý (*Cercocebus g. galeritus*) v lesích na ústředí Tana (Keňa):



- “ Výrazné zmenšení a fragmentace habitatu během 20 let vlivem zemědělské činnosti
- “ Pokles jak celkové populace tak počet skupin o cca 50 %
- “ Stav 1989: 700 jedinců, avšak **efektivní populace** jen cca **100** jedinců : - velký počet nereprodukcujících jedinců  
- velká variabilita v počtu potomků
- “ **Analýza životaschopnosti populace: 40% pravděpodobnost vyhynutí** během příštích 100 let.
- “ **MVP: skoro 8 000 jedinců** (pouze demografické faktory!)

Případová studie IV:

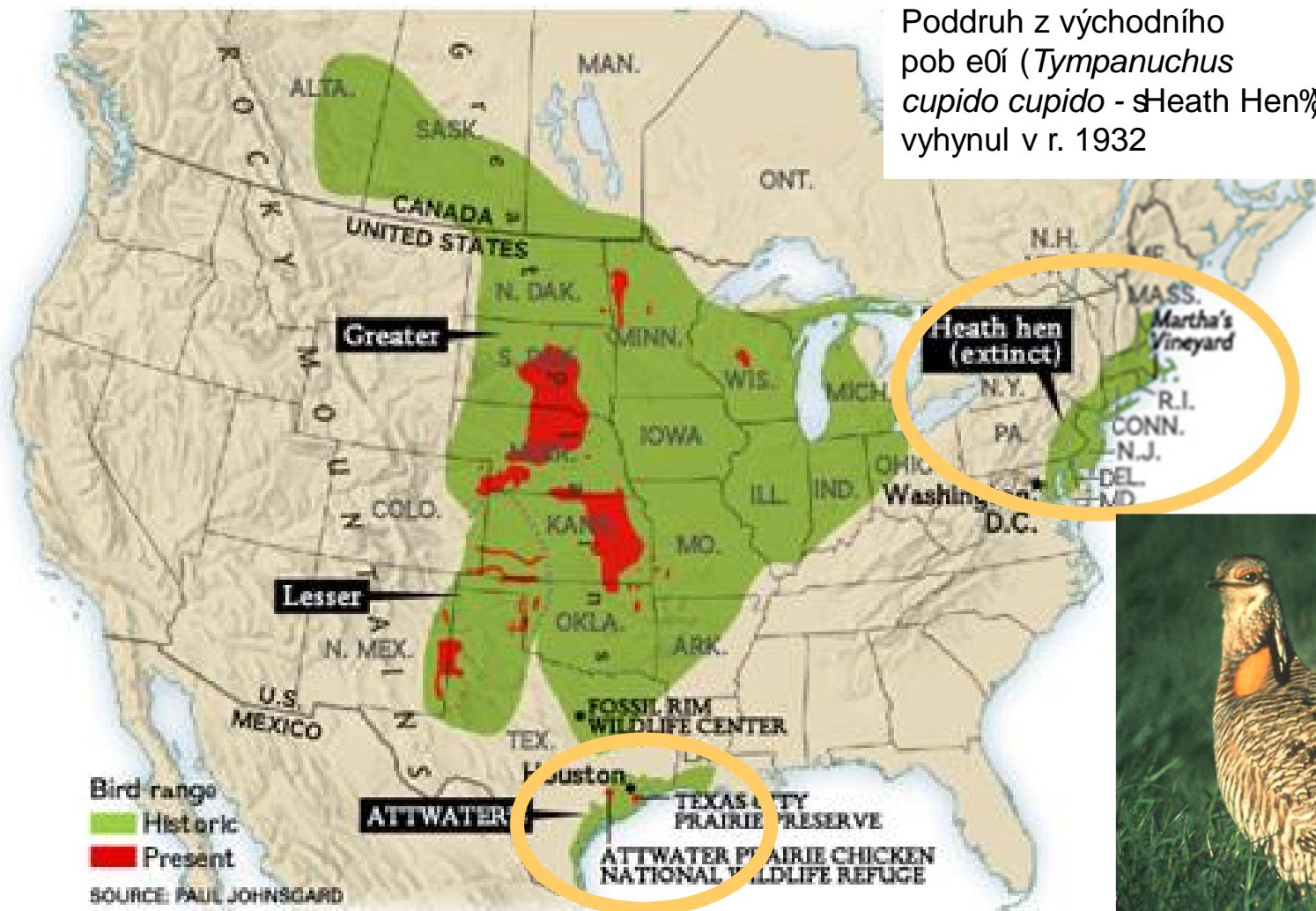
**Tetivák preriový Attwater v (*Tympanuchus cupido attwateri* - Attwaterův Prairie Chicken) v Texasu (USA)**



Foto: Joel Sartore, National Geographic



## Historické a současné rozšíření tetřívka prairieho (*Tympanuchus cupido*) v severní Americe



Poddruh z východního pobřeží (*Tympanuchus cupido cupido* - Heath Hen) vyhynul v r. 1932



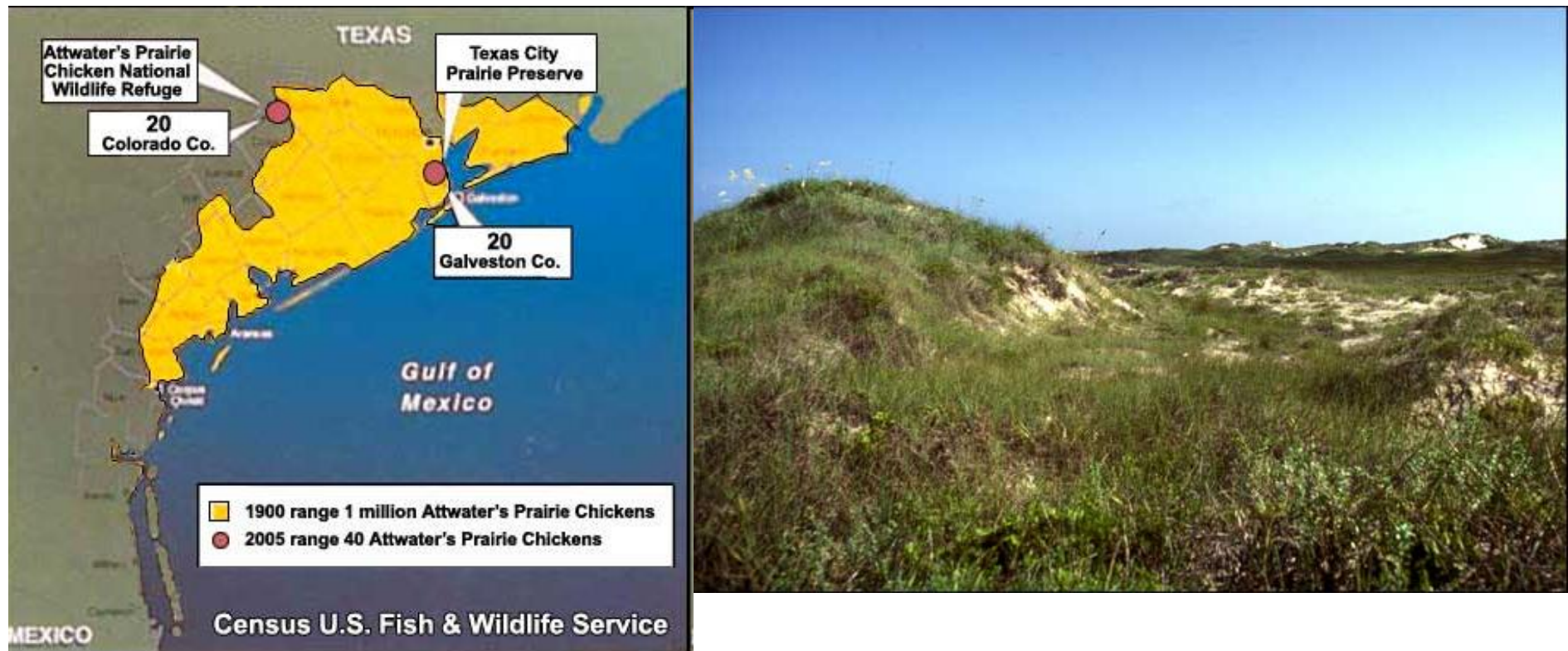
**Tetivka preriiová Attwater** v Ojize na prérii jihovýchodního pobřeží sev. Ameriky (Texas). Vyžaduje kombinaci **porost vysokých a nízkých trav**.

Hrozí mu vyhynutí v důsledku úbytku a fragmentace jeho habitatu. Hlavní příčiny: přeměna prairie na ornou půdu i stavební pozemky (zvláště mst), příliš intenzivní pastva.



Foto: Joel Sartore, National Geographic

Úbytek vhodného habitatu pro **tetřívka prériového Attwaterova** o 97 % z 2,4 milion hektar (1900) na 80 200 ha (1993), z toho o 57 % do r. 1937.



## Tetřev preriový vyžaduje vhodná stanoviště .



Na fotografiích je poddruh  
*Tympanuchus cupido pinnatus*  
(Greater Prairie Chicken) v letu.

Dnes stanoviště často nejsou  
zastoupeny vodními druhy keřů .

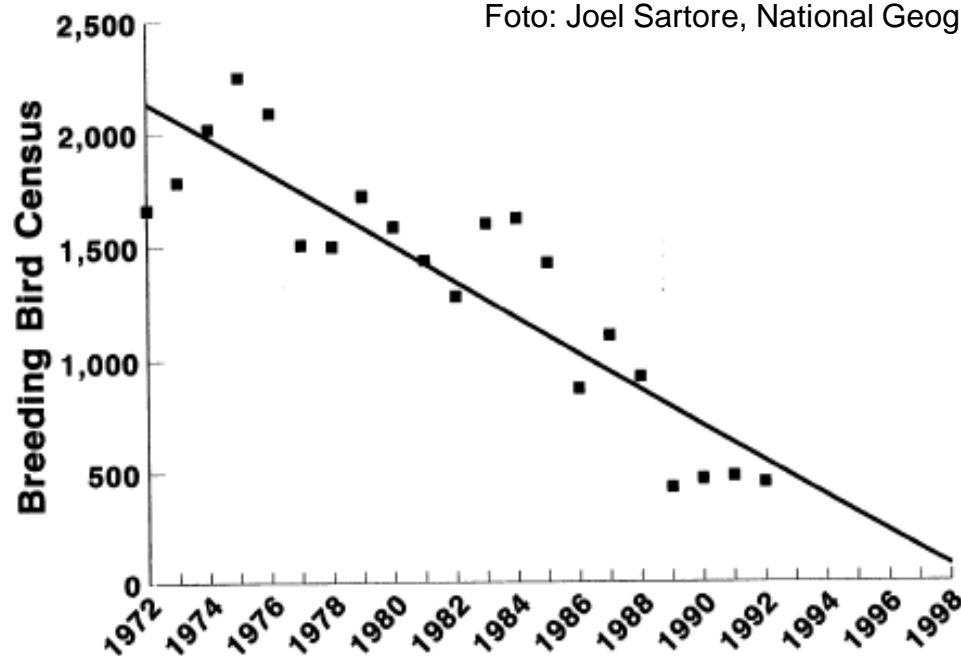


## Odhad velikosti populace:

1900:	cca 1 000 000
1937:	8 700
1967:	1 070
1981:	1 438
1987:	1 108
1989:	432
1993:	456
1994:	158
1995:	68
1996:	42
2001:	42
2005:	40
2009:	90



Foto: Joel Sartore, National Geographic



Početnost hnízdících jedinců v období 1972-1992

Méně dramatický avšak rovněž znepokojivý je pokles populací  
p vodních kurovitých ptáků ve střední Evropě :



Tok tetřívků obecných (*Tetrao tetrix*)



Tetřev hluzec (*T. urogallus*)



Jezevčík lesní (*Bonasa bonasia*)

## **Případová studie V: Teteliv hlouček (*Tetrao urogallus*)**



Taiga - pirozený habitat

## Habitat tetřeva hluýce (*Tetrao urogallus*) ve střední Evropě



Přirozená holina - zvětralá skála (azonální, orobíom)



Rozvolněný porost vlivem intenzivního hospodaření v minulosti



Přirozená holina - vývrát



Antropogenní holina - emisní



## Habitat tetřeva hluýce (*Tetrao urogallus*) ve střední Evropě



Antropogenní holina - paseka



Lesní světlina

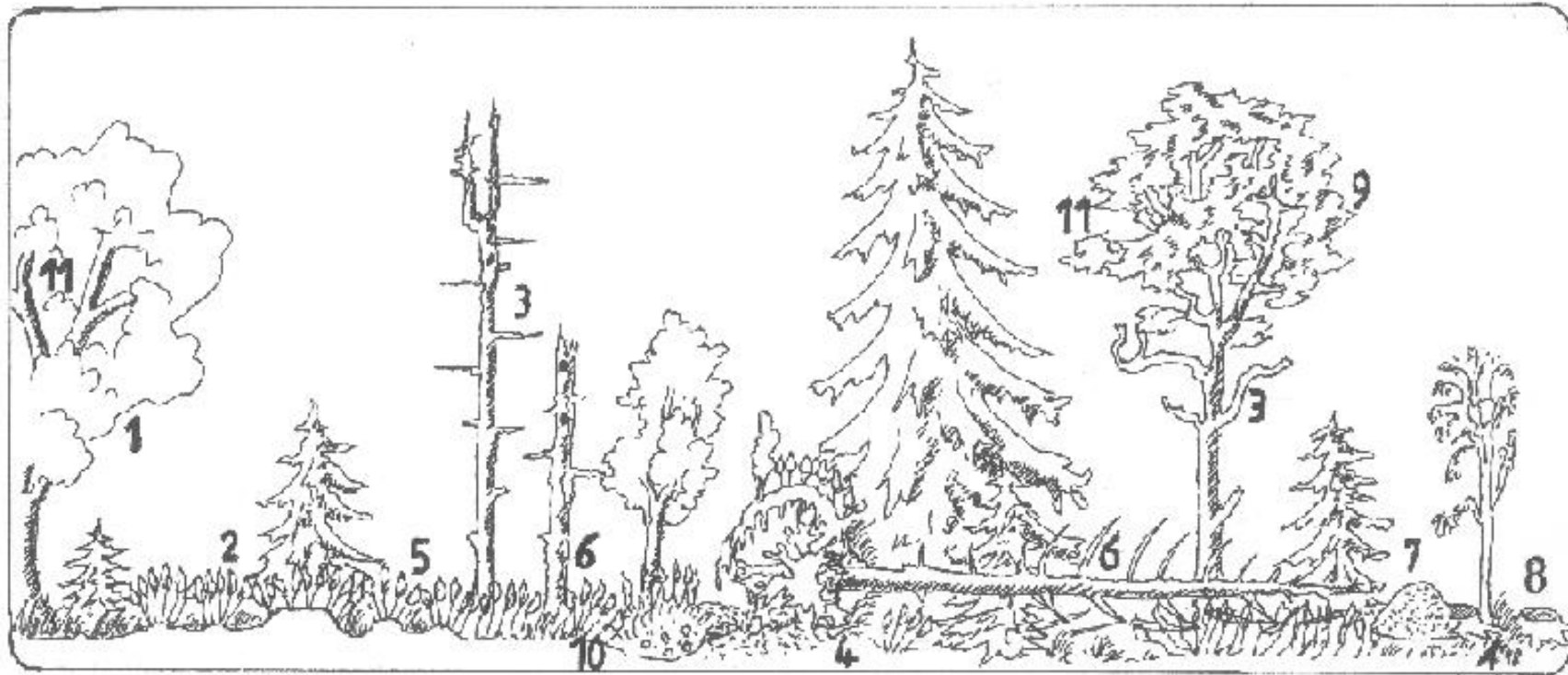


Zarůstající paseka: vyvíjí podrost vytlačuje borvici a brusinky, brání ve výhledu (predátorům!)



Ídký les (možnost pro letu!) s bohatým podrostem

**Nároky tetřeva hluýce (*Tetrao urogallus*) na habitat ve střední Evropě  
- středohoří Fichtelgebirge / Smrčiny (bavorská část)**



- 1) Pupeny buku jako jarní potrava slepice; 2) Bor v í jako zdroj potravy od jara do podzimu; 3) Solitérní odumelé stromy i nízké, neolistné v tve pro tok na strom ;
- 4) Ukrytí pro hnízdo pod nízkými větvemi smrku; 5) Vyvýšené kůly borůvky a brusinky jako kryt před úpatným porostem; 6) Odumelé dřevo jako zdroj hmyzu; 7) Mraveníště jako zdroj potravy (bílkovin!) - hlavně pro kuřata před úpatným porostem; 8) Pařezy a jiná vyvýšená místa pro tok na zemi; 9) Jeřabiny jako potrava na podzim a v zimě ;
- 10) Obnažená půda jako popeliště ; 11) Husté koruny jako noční, resp. zimní úkryt.

**Důležitá prvky prostředí tetřeva hluýce (*Tetrao urogallus*)**



Popelizt



Sv. tlina, odumělé dřevo (hmyz jako potrava!)



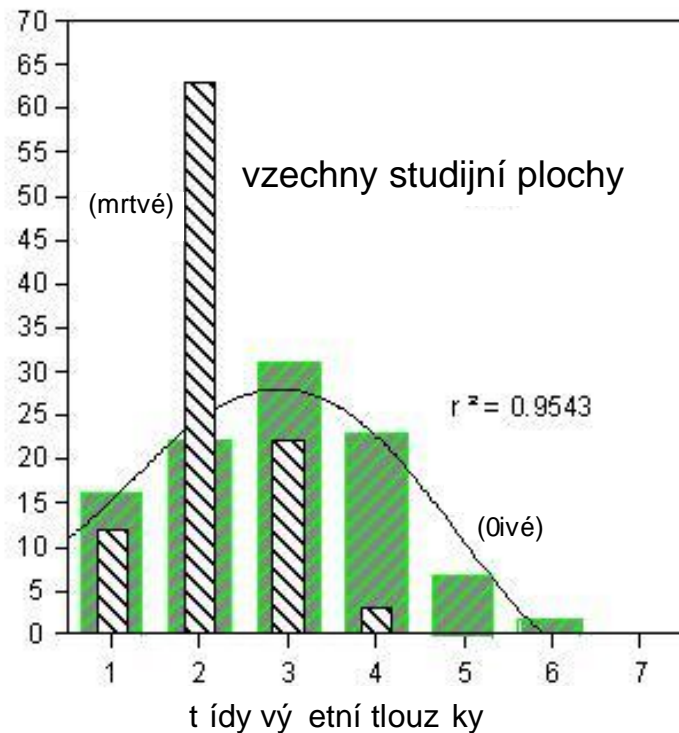
Borůvka (*Vaccinium myrtillus*)



Brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*)

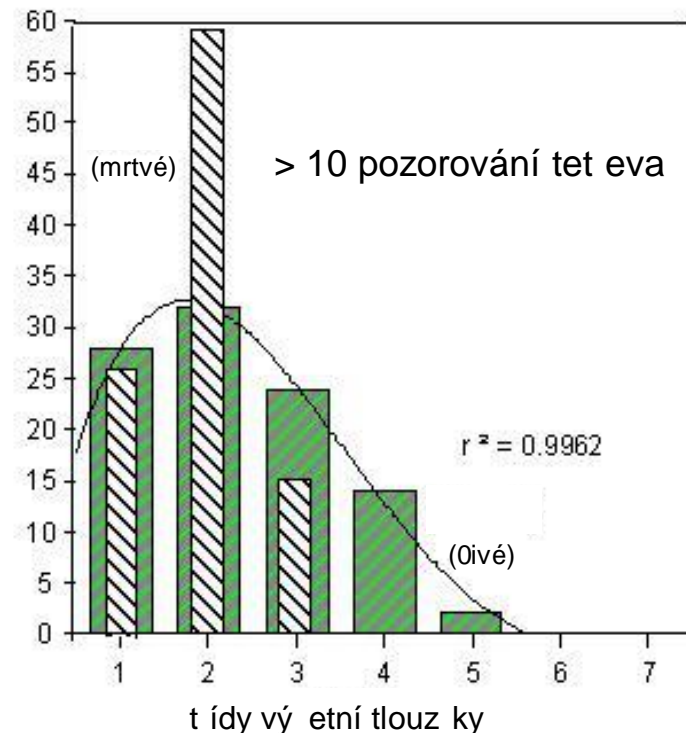
## Dležitě prvky prostředí tetřeva hluýce (*Tetrao urogallus*)

etnost (%)



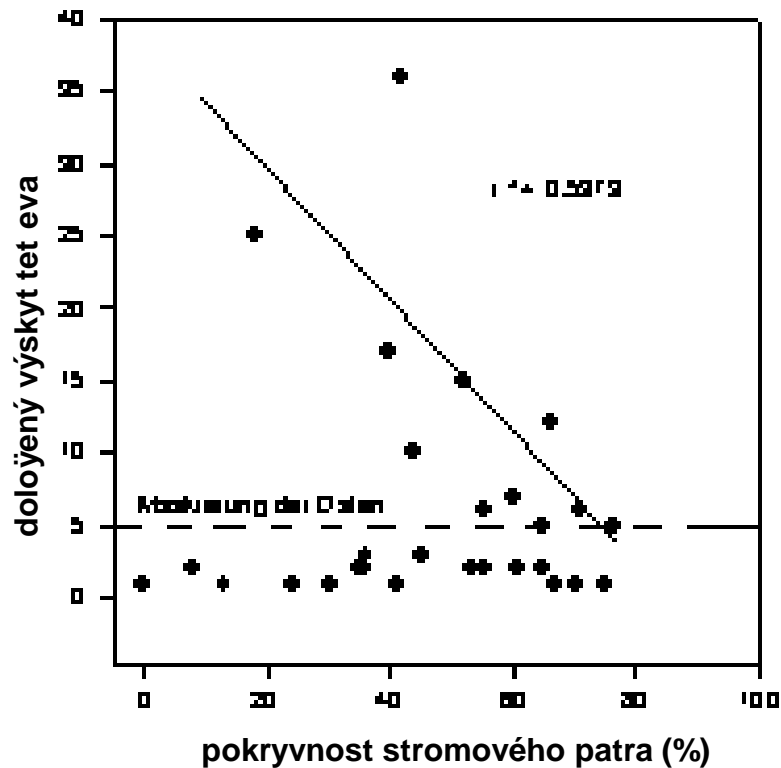
Zastoupení stromů různých průměrných kmenů (v první výšce) na všech studijních plochách (Smrčiny = Fichtelgebirge, Bavorsko): široké, zeleno-hněd zrafované sloupce - živé stromy; úzké, zrafované sloupce bez barevné výplně - odumřelé stromy

etnost (%)

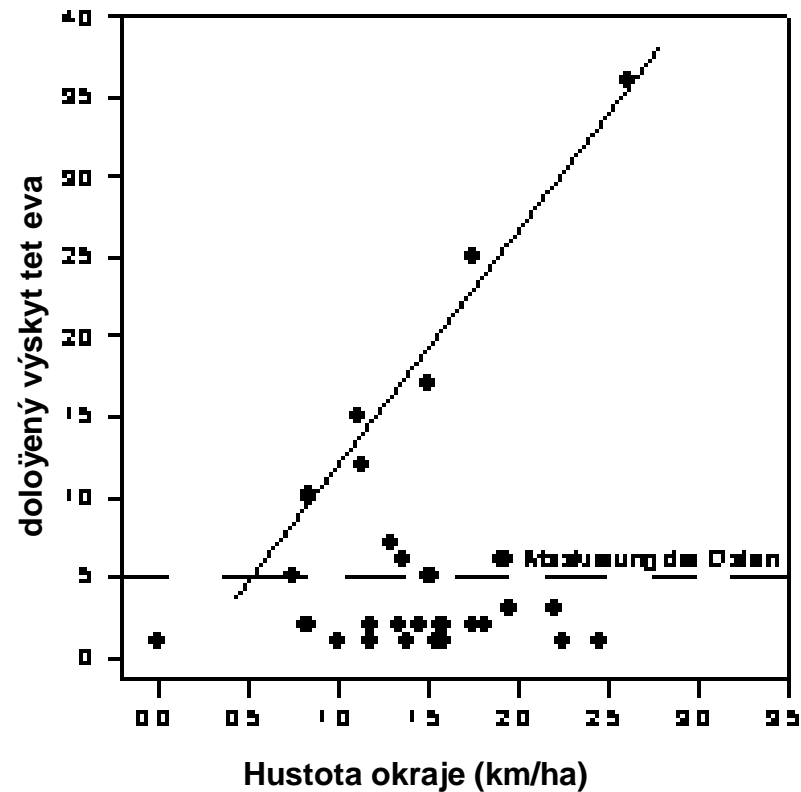


Zastoupení stromů různých průměrných kmenů (v první výšce) na studijních plochách (Smrčiny = Fichtelgebirge, Bavorsko) s více než 10 pozorováními tetřeva. Značení živých a odumřelých stromů jako u obrázku vlevo.

## Dležitě prvky prostředí tetřeva hlučce (*Tetrao urogallus*)

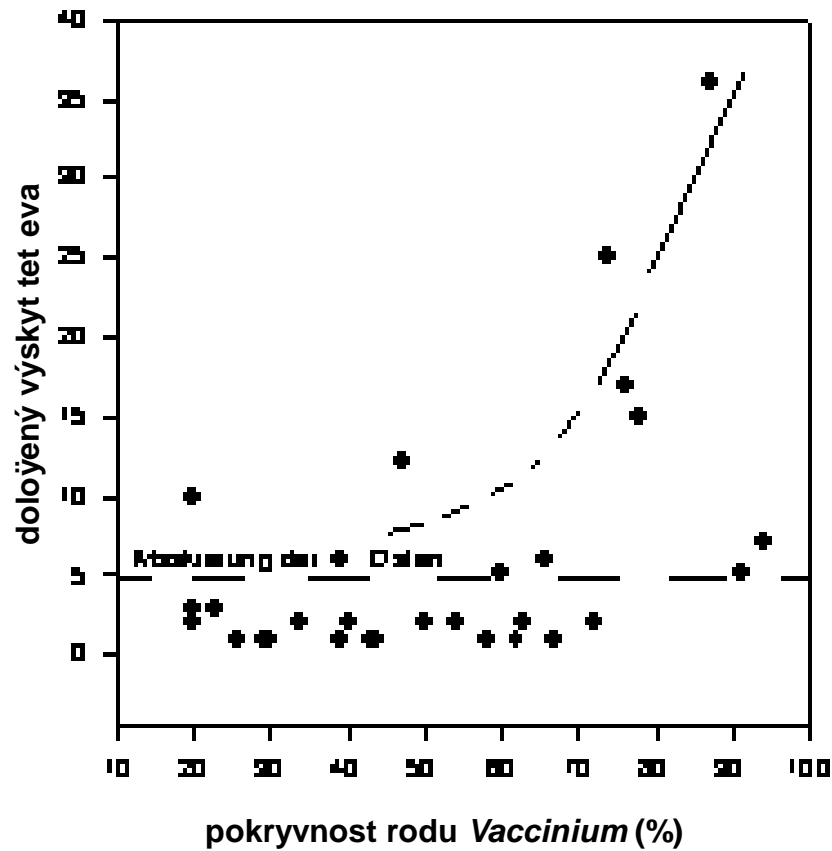


Vztah pokryvnosti stromového patra (zápoje porostu) a výskytu tetřeva

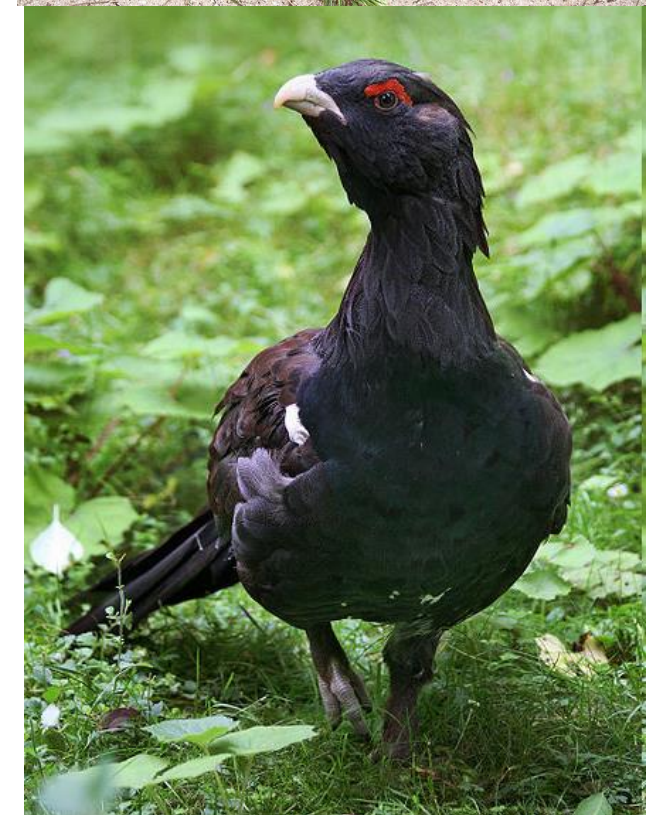


Vztah hustoty okraje a výskytu tetřeva

## Dědičné prvky prostředí tetřeva hluýce (*Tetrao uroaallus*)



Vztah pokryvnosti rodu *Vaccinium* a výskytu tetřeva



## Souhrn:

Chceme-li zachránit ohrožený druh, musíme chránit jeho existující populace na přírodních stanovištích (in situ), případně je udržovat v chovech (ex situ).

Přitom je třeba zohlednit poznatky o

- autekologii druhu (jeho nároky na prostředí),
- jeho bionomii a populační biologii (vývojový cyklus; způsob reprodukce)
- a etologii (sociální vazby v populaci, reprodukční chování),

stejně tak jako poznatky z

- populační genetiky,
- dem- a synekologie (vliv konkurence a predace).

Na základě dostupných resp. zjištěných údajů k této oblasti stanovíme **minimální životaschopnou populaci** daného druhu v daném prostředí, její **minimální dynamické území** a provedeme **analýzu životaschopnosti dané populace**. Ta nám napoví potřebná opatření a pravděpodobnost jejich úspěšnosti.