

# Populace



*foto: Kosińscy*

*Hustota populace, jiné charakteristiky velikosti populace, natalita, mortalita, růst populace, regulace populace, struktura populace.*

# Populace

= soubor jedinců téhož druhu vyskytující se v určitém prostoru, má atributy jednotlivců i speciální skupinové.

= homoitypický soubor jedinců všech vývojových stádií v určitém prostoru, ten lze vymezit na základě vnějších charakteristik (**lokální populace**) nebo pro účel daného šetření (**experimentální populace**). Soubor všech populací vytváří **areál druhu**.

## Rozmístění jedinců v populaci

- **rovnoměrné** = jedinci jsou rovnoměrně vzdáleni, u živočichů jen velmi zřídka (např. rozmístění hnízd na hnízdištích terejů)
- **náhodné** = také vzácné, pouze tam kde je uniformní prostředí a jedinci nemají tendenci se shlukovat (např. hmyzí škůdci zásob)
- **shloučené** = vytváření menších či větších skupin, které mohou být opět rozmístěny rovnoměrně, náhodně či shloučeně

Stupeň shloučení, ať již trvalého, nebo dočasného je charakteristický pro vnitřní strukturu populace a je specifický pro každý druh. **Shlukování (agregace)** a **osamocování (izolace)** jsou základními znaky populace. Rozmístění živočicha v prostoru je závislé na nich a na činitelích vnějšího prostředí.

# Hustota populace

= počet jedinců na jednotku plochy.

Velikost populace se může vyjádřit i jinými jednotkami, např. kg čerstvé biomasy nebo sušiny na jednotku plochy, obsahem uhlíku, obsahem dusíku, v joulech.

**Specifická hustota populace** = velikost populace vztažená na plochu biotopu, kde příslušný druh skutečně žije.

**Hrubá populační hustota** = velikost populace vztažená na celkovou plochu bez ohledu na biotopy

*Specifická hustota populace je použitelná pouze u druhů, u kterých lze objektivně stanovit plochu biotopu, kde druh skutečně žije, tj. jeho aktivita je jednoznačně vázána na určitý typ biocenózy (např. u pěvců).*



*foto: Kosińscy*

**Populační hustota některých živočichů** (Losos a kol., 1984)

Skupina, druh	Počet jedinců na 1 m <sup>2</sup>	Poznámka
bičíkovci ( <i>Flagellata</i> )	500 000 000	lesní půda
kořenonožci ( <i>Rhizopoda</i> )	100 000 000	
obrvení ( <i>Ciliophora</i> )	1 000 000	
hlístice ( <i>Nematoda</i> )	1 000 000	
roztoči ( <i>Acarina</i> )	100 000	
chvostokoci ( <i>Collembola</i> )	50 000	
vířníci ( <i>Rotatoria</i> )	25 000	
roupicovití ( <i>Enchytraeidae</i> )	10 000	
dvoukřídli ( <i>Diptera</i> )	1 500	
hřebenule borová ( <i>Diprion pini</i> )	800	přemnožení
žížalovití ( <i>Lumbricidae</i> )	80	
stonožky ( <i>Chilopoda</i> )	50	
stejnonožci ( <i>Isopoda</i> )	5	
hraboš polní ( <i>Microtus arvalis</i> )	0,04	louka na podzim
norník rudý ( <i>Clethrionomys glareolus</i> )	0,005	lužní les
myšice lesní ( <i>Apodemus flavicollis</i> )	0,001 5	
rejsek obecný ( <i>Sorex araneus</i> )	0,001 2	
vrabec domácí ( <i>Passer domesticus</i> )	0,000 8	ve městě
hrdlička zahradní ( <i>Streptopelia decaocto</i> )	0,000 1	
kos černý ( <i>Turdus merula</i> )	0,000 08	
pěnkava obecná ( <i>Fringilla coelebs</i> )	0,000 02	
poštolka obecná ( <i>Falco tinnunculus</i> )	0,000 02	v polích v zimě
liška obecná ( <i>Vulpes vulpes</i> )	0,000 002	lesní pahorkatina
jezevec lesní ( <i>Meles meles</i> )	0,000 001	
jelen evropský ( <i>Cervus elaphus</i> )	0,000 000 1	
rys ostrovid ( <i>Lynx lynx</i> )	0,000 000 01	

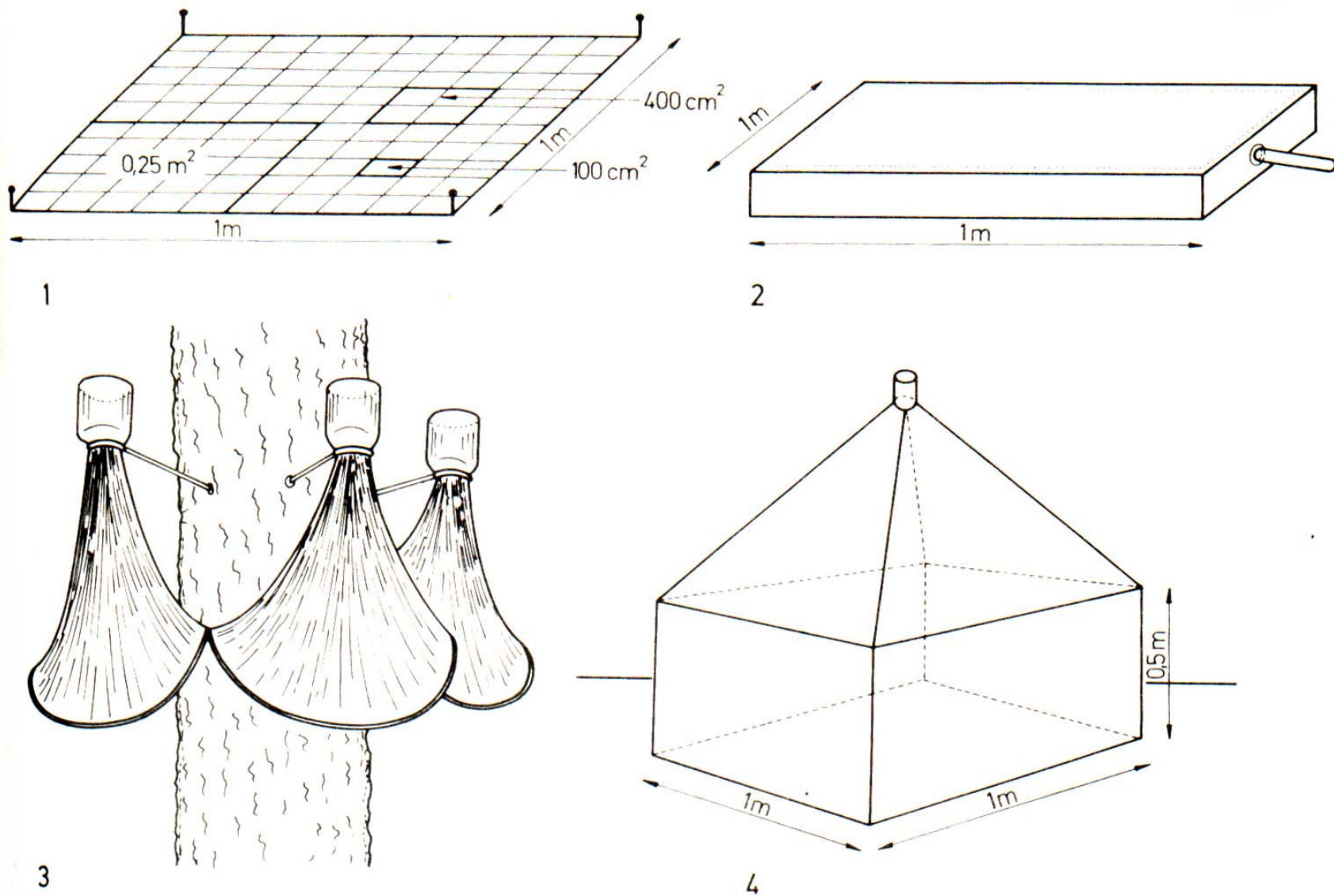
# Určování hustoty populace

- ***sčítáním*** – u velkých zvířat nebo v koloniích (např. kopytníci na savanách, velcí vzácní ptáci...)
- ***vzorkováním*** – pravidelné odebrání reprezentativního vzorku populace, sčítání se provádí po kvadrátech nebo transektech. Platí pravidlo, že větší počet malých vzorků je přesnější než malý počet velkých vzorků. Nutný je dostatečný počet vzorků a jejich velikost dle předpokládané velikosti a disperze populace.
- ***opakovaný odchyt značkových jedinců*** – používá se u velmi pohyblivých živočichů jako jsou ptáci, savci, ryby, hmyz. Zjišťujeme podíl označených jedinců v úlovku a z něho velikost populace (*Lincolnův index*).
- ***vzorkování opakovaným sběrem*** – ze stejné plochy, úlovky se zmenšují, vynášíme je do křivky, při stálé pravděpodobnosti ulovení lze proložit přímkou, která protne osu x v místě úplného slovení = velikosti populace.
- ***pomocí indexů*** – zejména pro orientační určení, např. počet ulovených hrabošů na 100 pastí, počet táhnoucích ptáků za jednotku času, počet stop, požerků, trusu na určitou plochu atd.

*podrobně včetně výpočtů ve skriptech Losos: Cvičení z ekologie živočichů, PřF MU Brno, 1992*

# Metody určování populační hustoty bezobratlých

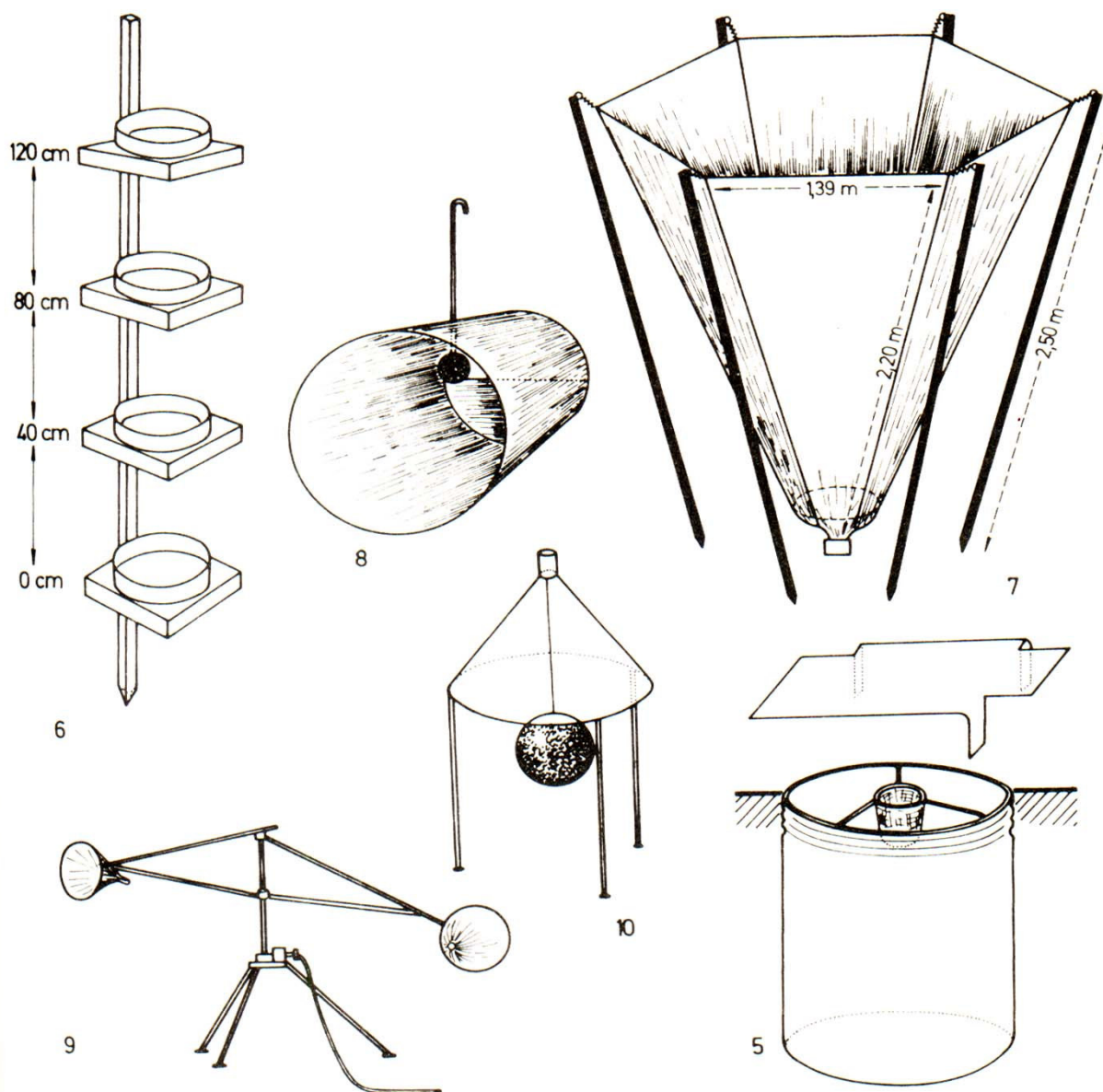
- **metoda kvadrátů** – vysbírání všech jedinců z určité čtvercové plochy, většinou čtverec o 1 m<sup>2</sup>. Modifikací je **metoda pásová** (pás 1x5 m) či použití **půdních sond** pro určování hustoty půdních druhů či vývojových stádií žijících v půdě.
- **metoda trusníků** – u housenek některých motýlů vyvíjejících se v korunách stromů – dle množství trusu padajícího na zem (respektive plátno o velikosti 0,5, 1 nebo 9 m<sup>2</sup>).
- **fotoeklektory** – pozemní prostorové lapáky využívající pozitivní fototaxe hmyzu. Jde o krabici potaženou černým plátnem s otvorem v postranní stěně, do něhož je vložena nádobka s fixační tekutinou, hmyz lákán světlem vylézá a chytá se.
- **metoda kontroly rostlin** – málo pohyblivý či přisedlý hmyz.
- **metoda radiografická** – rentgenové snímky, především pro druhy ukrývající se v rostlinných tkáních
- **metoda sběru za časovou jednotku** – včetně obdoby v transektové metodě
- **metoda zpětného odchyty značkových jedinců** – značkování se provádí barevnými pudry, přilepováním destiček, nebo amputací části těla
- **metoda zemních pastí** – pro hmyz půdního povrchu. Jako past slouží nádobka zapuštěná do země (většinou sklenice či plechovka), zakrývá se stříškou, z části se plní fixační tekutinou (3-4 % formalín).



**Obr. A:** 1. Metoda kvadrátů: Plocha  $1\text{ m}^2$  je rozdělena čtverci na menší plochy o velikosti  $100\text{ cm}^2$ ,  $400\text{ cm}^2$  a  $0,25\text{ m}^2$ ; 2. nízký fotoeklektor, zvaný záchytný rám, sloužící k zachycení líhnoucího se hmyzu z lesní hrabanky (KŘÍSTEK 1962); 3. stromové fotoeklektory (FUNKE 1971) zavěšené na kmeni stromu; 4. pozemní fotoeklektor. (in Dykyjová a kol, 1989)

- **smýkání** – hmyz žijící v bylinném patře. Lov do smýkačky = kónická síť z tenké látky na kovové obruči. Sleduje se úlovek na počet smyků (např. 4x25 smyků)
- **vlajkování** – klíš'ata. Bílá látka ve tvaru vlajky, pohyb v půlkruzích těsně nad porostem.
- **Mórickeho misky** – žluté misky o průměru 20-30 cm, částečně naplněné formalíнем. Lákají mšice, dvoukřídlé, blanokřídlé, třásněnky...
- **sklepávání** – bezobratlí žijící ve větvích stromů a keřů. Sklepává se do plátěného pytle prudkými údery hole do větví.
- **lepové pásy a speciální pasti** – na sběr fauny kmenů stromů. Pás s lepem 5-10 cm široký.
- **světelné pasti** – pasti s lampami krytými stříškou. Hmyz s noční aktivitou. Před zdrojem světla překážka, hmyz narazí a spadne do baňky, kde je látka k omámení nebo fixační látka.
- **sací past** – roura s motorkem nasávající vzduch.
- **rotační past** – hmyz poletující nad bylinným patrem. Kónická síť na ramenech tyče v různé výšce nad porostem. Ramena se otáčejí různou rychlostí.
- **feromonové pasti** – využívají jako atraktant feromony.
- **manitobská past** – ovádovití. Černě či červeně zbarvená koule se staniolovou stříškou s baňkou nahoře. Hmyz je lákán koulí, vletne pod stříšku a v baňce je usmrcen.
- **Malaisova past** – stan s otevřenou přední částí, tmavé stěny, střecha se zužuje k vrcholu. Využívá tendenci pohybu nahoru a ke světlu.
- **a další metody....**





**Obr.** 5. zemní past s miskou na návnadu a plechovou ochrannou stříškou; 6. Mörickeho misky umístěné na stojanu v různé výšce nad zemí; 7. velký trychtýř o výšce 2,5 m který slouží k zachycení bezobratlých při sklepávání z korun stromů; 8. feromonová past ve tvaru kelímku, uvnitř potřena lepem, sloužící po zavěšení na větev stromu k lákání určitých druhů hmyzu; 9. rotační past; 10. Manitobská past. (M. SKUHRAVÁ del.)

(in Dykyjová a kol, 1989)

# Metody určování populační hustoty ryb

Celá řada metod, nejčastěji se používají:

## 1. odhad na základě změny velikosti úlovku na jednotku rybářského úsilí.

Pod jednotkou rybářského úsilí si můžeme představit jakýkoliv lovební prostředek (sít', tenato, vrš, čeřeň). Pokud tedy např. odlov 10 tun ryb sniží následný odlov prováděný stejným prostředkem na  $\frac{1}{4}$ , potom je odhadnutá původní biomasa  $10 / 0,25 = 40$  t.

V praxi většinou sled odlovů (nikoliv jen dva) z kterých se původní biomasa (a tím i odhad populační hustoty při známé průměrné hmotnosti ryb) získává různými numerickými či grafickými metodami.

## 2. odhad početnosti na základě značených ryb

např. **Petersenova metoda** = určuje se podíl ryb označených v prvním odlovu v dalších odlovech. Výpočet se provádí dle vzorců vycházejících ze vztahu mezi podílem označených ryb v úlovku a poměrem označených ryb v celé populaci. Použitelné pouze v případě, že jsou značky dostatečně stabilní a ryby rovnoměrně rozptýleny v nádrži. Odlov musí probíhat rovnoměrně po celé ploše.

## 3. ostatní metody

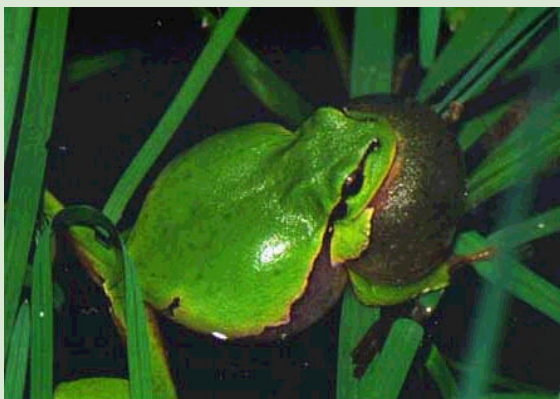
např. přímé sčítání táhnoucích ryb (losos) ve speciálních komorových propustích.

# Metody určování populační hustoty obojživelníků

Nejsnadnějším způsobem je zjišťování hustoty odchytem, značením, vypouštěním a opětovnými odchvy (metoda opakovaných odchytů).

Další používané metody:

- přímé sčítání při jarních migracích na místa rozmnožování či přímo na nich (např. u ropuch)
- odchyt a sčítání samců na základě jejich hlasových projevů (např. u rosničky zelené)



*Hustota populací žab se určuje metodou opakovaných odchytů nebo sledováním početnosti při jarní migraci na místa rozmnožování.*



*foto: Kosińscy*

# Metody určování populační hustoty ptáků

➤ **metoda mapování hnízdních okrsků** – mapování hnízdních okrsků všech párů všech ptačích druhů na dané ploše, velikost sledované plochy: volná krajina (pole, louky) – 40 až 100 ha, méně přehledný terén (les) – 10 – 30 ha. Na přesně vyznačených plochách rozdělených sítí na čtverce po 100 (respektive 50) m se do mapy zakreslují místa pozorování všech ptáků a jejich projevy (zpěv, boj o teritorium, hnízdo, mlád'ata), pro každý druh se potom sestavuje *druhová mapa*. Pro základní zjištění se toto šetření opakuje 10x (les) či 8x (bezlesí). Období musí zahrnovat hnízdní sezónu všech očekávaných druhů: 1) duben – červen 3-4 x měsíčně, 2) polovina května (hnízdní aktivita všech druhů), každý den po dobu 14 dnů. Sčítání se provádí ráno 4(5)-8(9) hod a 2x také v podvečer (zpěv drozdovitých).

**Výhody:** *nejpřesnější metody*

**Nevýhody:** *pracnost, vyžaduje značné odborné znalosti, použitelná jen v hnízdním období*

- **liniová metoda** – pozorovatel zaznamenává ptáky zjištěné vizuálně i akusticky v pásu o určité šířce a délce. Parametry: 5 km délky a 50 m šířky v lese; ve volné krajině více; pochodová rychlost 1-2 km/hod. Termíny sčítání: zimní – tzv. „Christmas time“ 3 týdny (23.12.-10.1.), doplněné popřípadě sčítáním v tzv. „New time“ (26.2. – 10.3.)

**Výhody:** *jednodušší než předchozí, lze obsáhnout velké prostory, vhodná pro srovnání relativních početností v různých oblastech či obdobích*

**Nevýhody:** *méně přesná, problematická v proměnlivé krajině s malými krajinnými prvky*

- **bodová metoda** – zjišťování kvantity z jednoho místa po určitou dobu. Především metoda IPA (*Indice Ponctuelle d'Abondance*) založená na vizuálním i akustickém pozorování z jednoho bodu po dobu 20 min, nejlépe v časných ranních hodinách. Na 30 či více bodech se sčítá 2x v průběhu sezóny a pro každý druh se bere v úvahu vyšší nasčítané číslo. Užívá se pro druhy s hnízdními okrsky (pěvci, šplhavci, holubi). Platí 1 pták viděný či slyšený = 1/2 páru, 1 zpívající samec, 1 pták na hnízdě či 1 rodina = 1 pár.

**Výhody:** *poměrně nenáročná časově*

**Nevýhody:** *poskytuje jen relativní hodnoty (index IPA), jen pro některé ptačí druhy*

- **bodový transekt** – kombinace liniové a bodové metody. Základní jednotka linie s 20 body na kterých se sčítají ptáci po dobu 5 minut. Použitelná pro detailní inventarizaci na rozsáhlém území při vzdálenosti bodů 250-400 m.

**Výhody:** *velmi produktivní metoda, možné realizovat v hnízdním období i v zimě*

**Nevýhody:** *citlivá na kvalitu pozorovatelů (nutné více pozorovatelů), citlivá na počasí (krátká doba sledování na bodu)*

- **další metody:** opakovaný odchyt, metoda přímého vyhledávání hnízd (vodní a koloniální ptáci)



*Mapování hnízdního rozšíření vodních ptáků se provádí metodou přímého vyhledávání hnízd.*



*foto: Kosińscy*

# Metody určování populační hustoty savců

- **vzorkovací metody** – vzorek odebírán především odchytem do pastí. Pasti pokládány v řadě nebo plošně (kvadráty, kruhové plochy).  
**Standart minimum method** – pro les kvadrát 225x225 m, odchytové body ve sponu 15 m, na každém 2 pasti. Úlovek je vybírán každodenně. Kvadrát je velký – problém s homogenitou. Je možné snížit kvadrát na 0,56 ha při zachování sponu. Hektarová hustota se potom stanovuje po odstranění *okrajového efektu* (větší úlovek v okrajích způsobený migrací) na základě odhadované velikosti úlovku.  
**Nevýhody:** *destrukční metody*  
**Výhody:** *relativní přesnost, možnost získat další údaje (potrava, rozměry těla...)*
- **metody značkování a opětovného odchytu** – především drobní hlodavci, počet odchytových bodů dle povahy území. Používají se živolovné pasti, jedinci jsou značeni odstříhnutím konečků prstů. Hlavním účelem je určit stálou (chycení více než jednou) a migrantní část populace. Minimální délka doby odchytu – 7 dní, může být však nutné prodloužit až na 4 týdny.  
**Nevýhody:** *velká pracnost, časová náročnost*  
**Výhody:** *nenarušení populace, možnost zjištění individuálního okrsku*

# Množivost (natalita)

- **uskutečněná (ekologická) množivost** = realizovaná, závislá na prostředí, složení populace a její početnosti
- **fyziologická (maximální) množivost** = teoretická maximální produkce nových jedinců za ideálních podmínek
- **věkově specifická množivost** = určována pro konkrétní věkovou skupinu

Natalita je druhově specifická, přímo závisí na rychlosti metabolismu, nepřímo také na velikosti živočicha.

**fekundita** = plodivost, potencionální schopnost samce a samice plodit, resp. rodit potomstvo.

**fertilita** = plodnost, skutečná plodivost, následek fekundity, neboli počet potomků na jednu samici.

**sterilita** = fyziologická neschopnost plození



# Úmrtnost (mortalita)

- **uskutečněná (ekologická) úmrtnost** = realizovaná, závislá na prostředí, složení populace a její početnosti
- **teoretická (minimální) úmrtnost** = teoretická konstantní minimální mortalita za ideálních podmínek

Ucelený obraz poskytují tzv. **tabulky přežívání** či **tabulky životnosti**.

**průměrná délka života** = aritmetický průměr ze součtu délek života jedinců jejichž délku života jsme zjistili

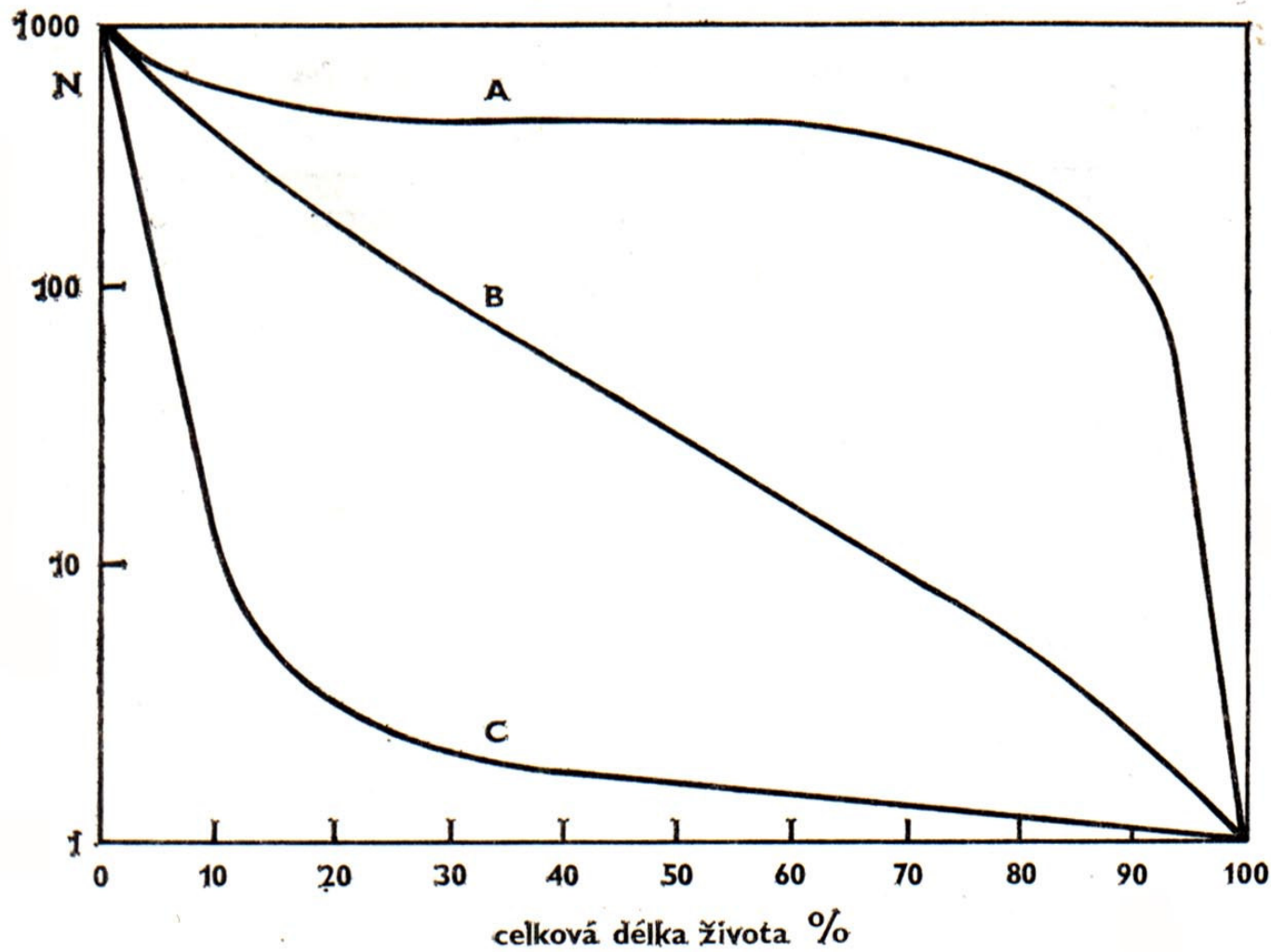
**celková délka života** = maximum věku, jakého se kdy jedinci za daných podmínek mohou dožít

**očekávaná průměrná délka života** = předpokládaná délka života jedinců, kteří se už dožili určitého věku, v okamžiku narození je rovna průměrné délce života (je často extrémně malá – třeba 0,61 roku, takže ani zdaleka nedosahuje poloviny maximální délky života).

**Tabulka úmrtnosti vrabce polního (*Passer montanus*) na jižní Moravě v letech 1968–1974**  
(upraveno podle BALÁTA) *in Losos a kol., 1984*

Věková třída	Počet uhynulých ve třídě	Počet uhynulých z 1000 jedinců	Počet přežitých na počátku třídy	Rychlost vymírání v ‰/100 zemřelých	Průměrný počet živých mezi třídami	Očekávaná průměrná délka života
$x$	$d$	$d_x$	$l_x$	$q_x$	$L_x$	$e_x$
0,5	345	933	1000	933	533,5	0,61
1	13	35	67	522	49,5	1,14
2	9	24	32	750	20,0	0,84
3	2	5	8	625	5,5	0,87
4	1	3	3	1000	1,5	0,50
Celkem	370	1000				

Ze 370 mlád'at kroužkovaných mlád'at do půl roku po vyhnízdění uhynulo 345, ani jediný kroužkovanec nepřežil 5 let; **věková třída** – značena horní hranice; **rychlost vymírání ( $q_x$ )** = počet uhynulých jedinců ( $d_x$ ) x 1000/ počet přežitých ( $l_x$ ); **průměrný počet živých mezi třídami ( $L_x$ )** - pro třídu  $x = (l_x + l_{x+1})/2$ ; **očekávaná průměrná délka života –  $e_x = (L_x + L_{x+1} + \dots + L_{x_{max}}) / l_x$**   
**celková délka života** = (v tomto případě) 4,5 roku  
**průměrná délka života** = je více méně totožná s očekávanou průměrnou délkou v první třídě (věková třída 0,5)



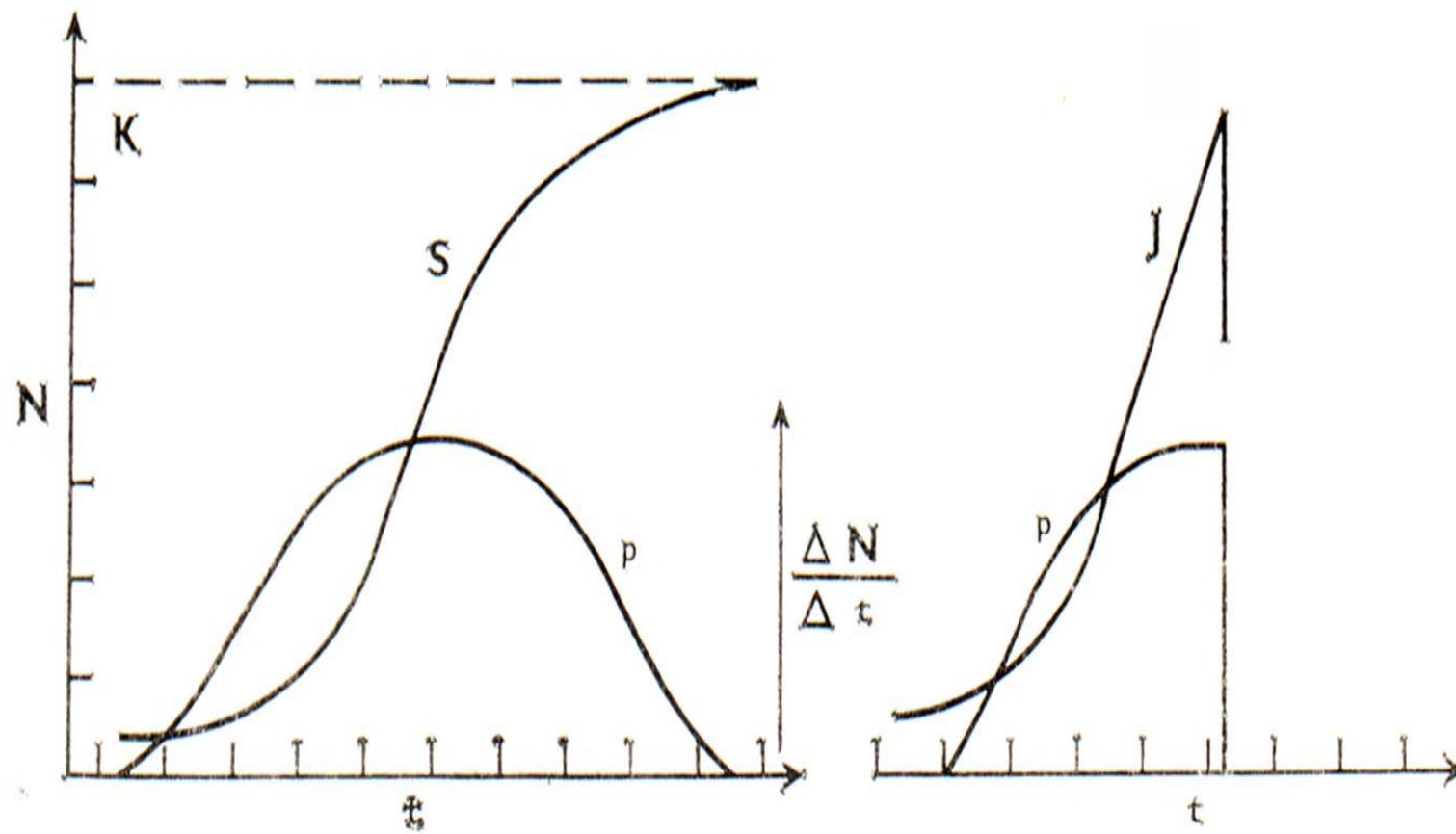
Křivky přežívání jedinců: A člověk, B nezmar rodu *Hydra*, C ústřice rodu *Ostrea* (podle ODUMA) in Losos a kol., 1984

# Růst populace

Růst počtu jedinců je charakteristickou vlastností populace. Vzájemný poměr mezi natalitou a mortalitou rozhoduje o tom zda hustota populace roste, stagnuje, nebo klesá.

**Forma růstu populace** je druhově specifická a růstové křivky populací jsou podobné růstovým křivkám jedinců. Jsou dvojího typu:

- **křivka tvaru S (sigmoida)** – nejčastější, pomalý počáteční růst, období největšího růstu a stacionární fáze zpomaleného růstu při přibližování k **únosné kapacitě prostředí ( $K$ )**. Únosnou kapacitou prostředí rozumíme počet jedinců, který může za daných podmínek biotop „unést“, představuje horní hranici produkce populace. Charakteristické pro většinu obratlovců.
- **křivka tvaru J** – otevřený růst, méně časté. Po počáteční fázi pozvolného narůstání následuje prudký exponenciální růst, který probíhá až k určité hranici dané prostředím. Prudký růst se náhle zastaví překročí-li populace meze svých možností nebo ukončí-li populační explozi jiný faktor (konec období rozmnožování, konec příznivých podmínek – sezónní faktory). Charakteristické především pro jednogenerační populace hmyzu.



. Dva základní typy růstových křivek: S logistická (sigmoidní) křivka tvaru S, J exponenciální křivka tvaru J; ostatní symboly jako u obr. 78 (podle různých autorů) *in Losos a kol., 1984*

# Regulace populace

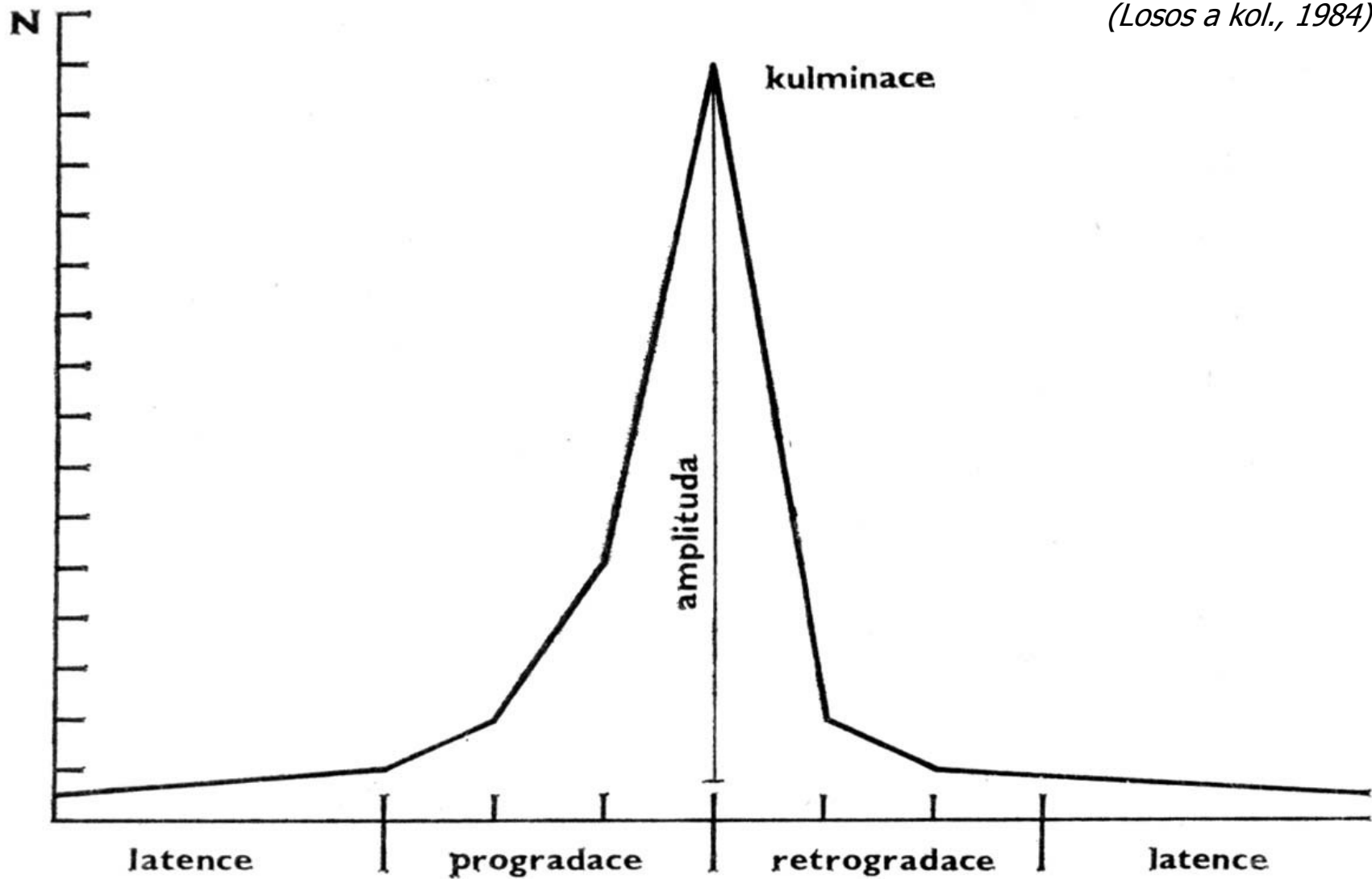
Pojem regulace se vztahuje ke skutečnosti, že **velikost populace obvykle klesá, jestliže překročila určitou úroveň, avšak vzrůstá, je-li menší než uvedená úroveň**. K regulaci tedy může dojít v důsledku působení procesů, které ovlivňují natalitu (a/ nebo imigraci) nebo mortalitu (a/nebo emigraci). Výsledná početnost je výsledkem kombinace vlivů všech faktorů ovlivňujících populaci, bez ohledu na to, zda jsou sami na hustotě závislé či ne.

Hustota populace se s časem neustále mění, její průběh zachycuje pojem **dynamika populace (populační dynamika)**.

**Kolísání početnosti populace** jsou dvou základních typů:

- **kolísání v průběhu roku (oscilace)** – nejvíce u živočichů s výrazným sezónním rozmnožováním synchronizovaným s vegetačním obdobím; během rozmnožování natalita převyšuje mortalitu a populace roste, přes zimu opět početnost klesá
- **kolísání v průběhu více let (fluktuace)** – změny hustoty populace v jednotlivých letech; lze zobrazit jako křivku vlnitého průběhu se střídáním maxima a minima; u některých druhů dochází k silným až katastrofálním přemnožením – **gradacím** (často u fytofágních druhů)

(Losos a kol., 1984)



Gradační křivka a její části:  $N$  počet jedinců (podle různých autorů)

## Faktory kolísání populační hustoty

**Faktory nezávislé na hustotě** populace působí konstantně, bez ohledu na množství jedinců. Nejčastěji vnější faktory přinášející výrazné změny v početnosti nebo způsobující změny únosnosti prostředí.

**Faktory závislé na hustotě** jsou zpětnými vazbami působícími proti přemnožení. Z velké části jde o vnitřní faktory či interspecifické biotické faktory (paraziti, predátoři)

S ohledem na povahu kolísání populační hustoty rozdělujeme organismy na:

➤ ***r-specialisty*** (dle  $r$  – specifické rychlosti populačního růstu)

Rychle roste populace, vysoký vrozený reprodukční potenciál, krátkověcí (většinou žijí méně než rok), malí, prudké kolísání početnosti. Rychlí kolonizátoři.

➤ ***K-specialisty*** (dle  $K$  – únosné kapacity prostředí)

Pomalý individuální i populační růst, velká hmotnost těla, dlouhověcí, populační hustota trvale vysoká. Mortalita je závislá na populační hustotě a postihuje zejména staré jedince. Osídlují pomalu, jejich osídlení má však trvalý charakter.



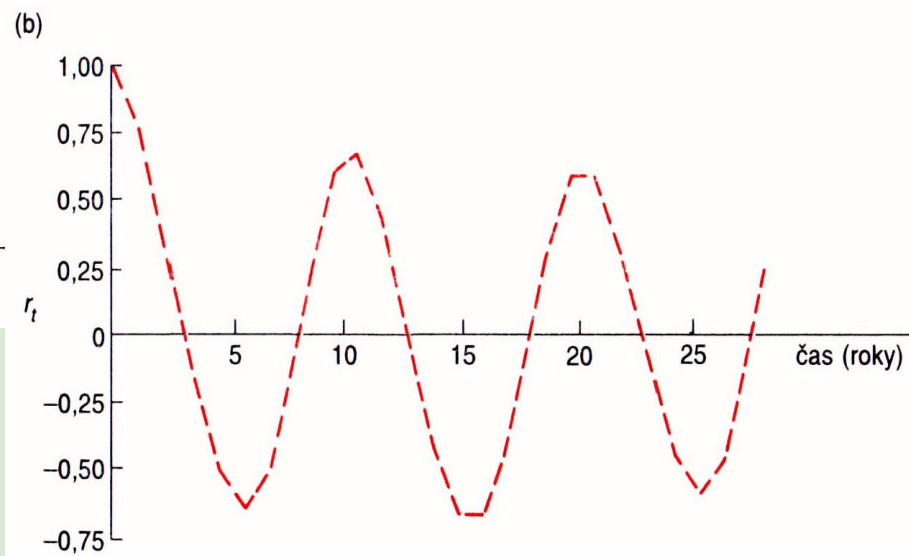
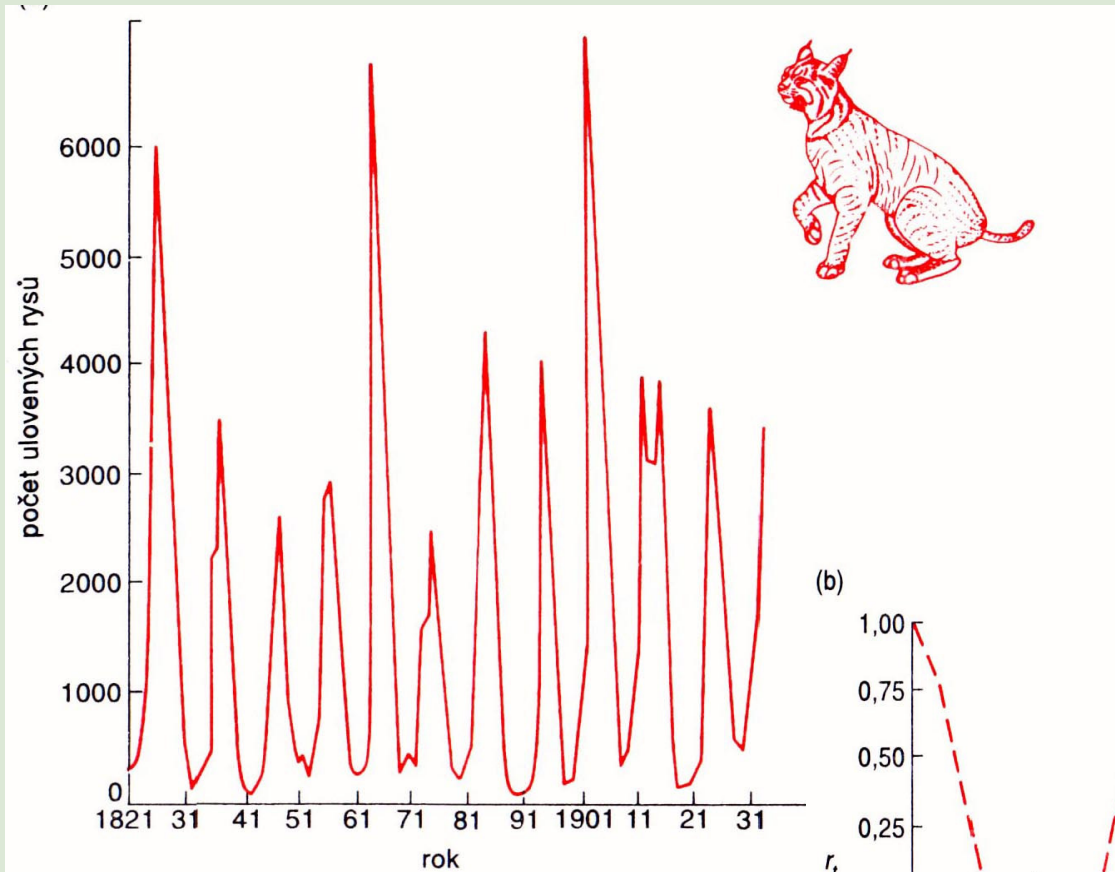
## Analýza klíčového faktoru

Při podrobném sledování podrobností životního cyklu, vývoje početnosti, natality a mortality lze vysledovat klíčový faktor populace (ten, který se nejvíce podílí na regulaci populace).

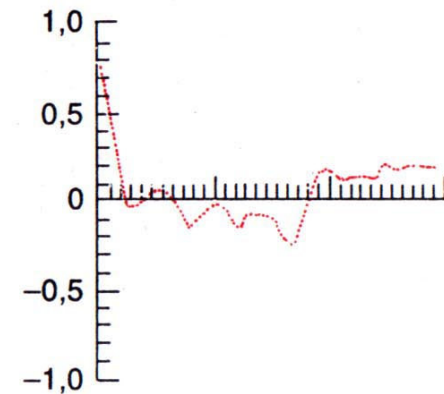
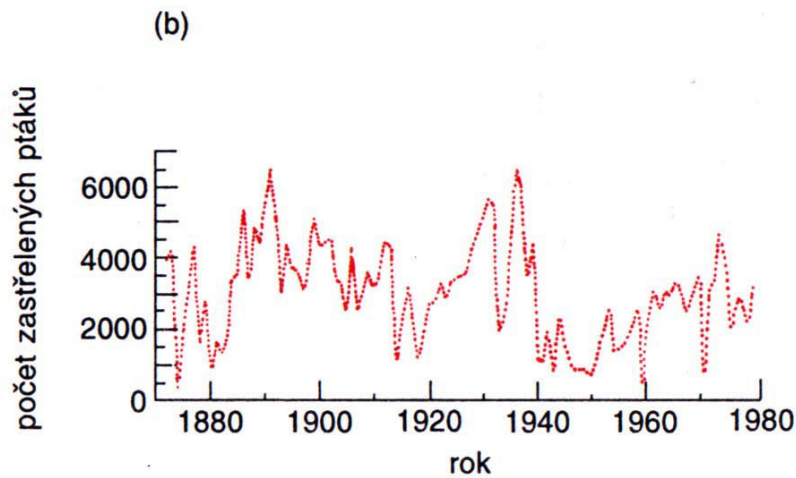
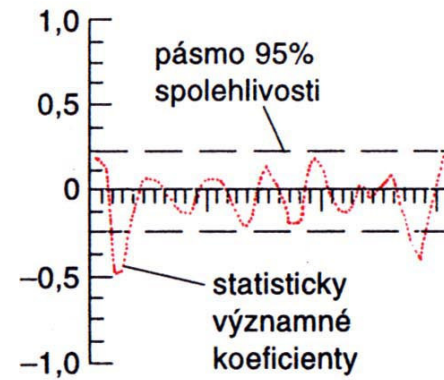
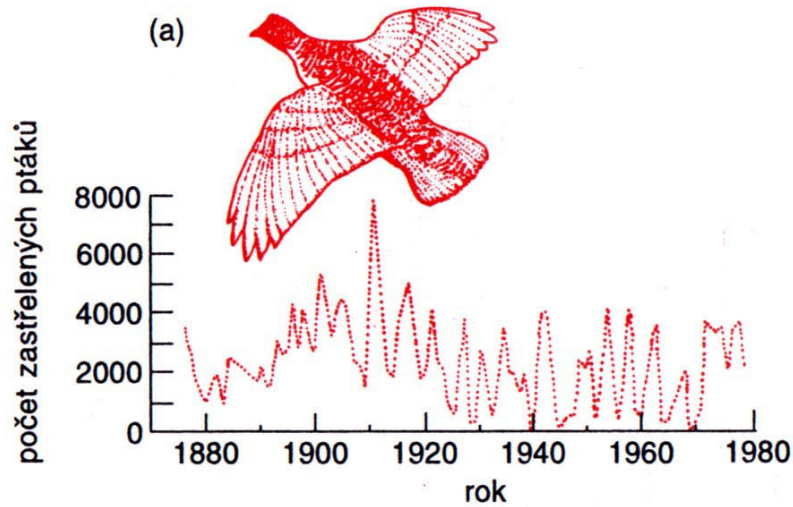
*Například klíčovým faktorem pro populaci mandelinky bramborové je emigrace letních dospělých jedinců, která je závislá na hustotě populace. I když je klíčový faktor závislý na hustotě, vyvolává přílišnou kompenzací spíše výrazné výkyvy, než aby populaci reguloval. Dalším příkladem mohou být kolísání početnosti puštíka *Strix aluco* v USA. Klíčovým faktorem byla neschopnost ptáků každoročně zahnízdit. Ačkoliv se příliš neměnil počet párů s hnízdním teritoriem, výrazně kolísal počet hnízdících párů, nejméně jich bylo v letech s nedostatkem kořisti. Dostupnost kořisti nezávisela na hustotě populace puštíka.*

## Populační cykly

Je nutné ověřovat, kdy jde o skutečný cyklus a kdy jen o řadu náhodných prvků. Ověřování lze provést *autokorelací*, tj. korelací mezi množstvím zvířat zjištěným každým rokem s množstvím zjištěným v letech následujících při rostoucích časových intervalech. Existuje-li cyklická série, jsou vysoké korelace v okamžiku, kdy interval koresponduje s délkou fáze cyklu (např. u čtyřletého cyklu každé čtyři roky).



**Obrázek** (a) Počty rysů kanadských, *Lynx canadensis*, ulovených pro společnost The Hudson Bay Company. (Elton & Nicholson, 1942) (b) Korelogram rysa kanadského. Korelogram neklesá a zřetelně ukazuje skutečně existující cykly s periodou 10 let. (Moran, 1953) *in Begon, Harper, Townsend, 1997*

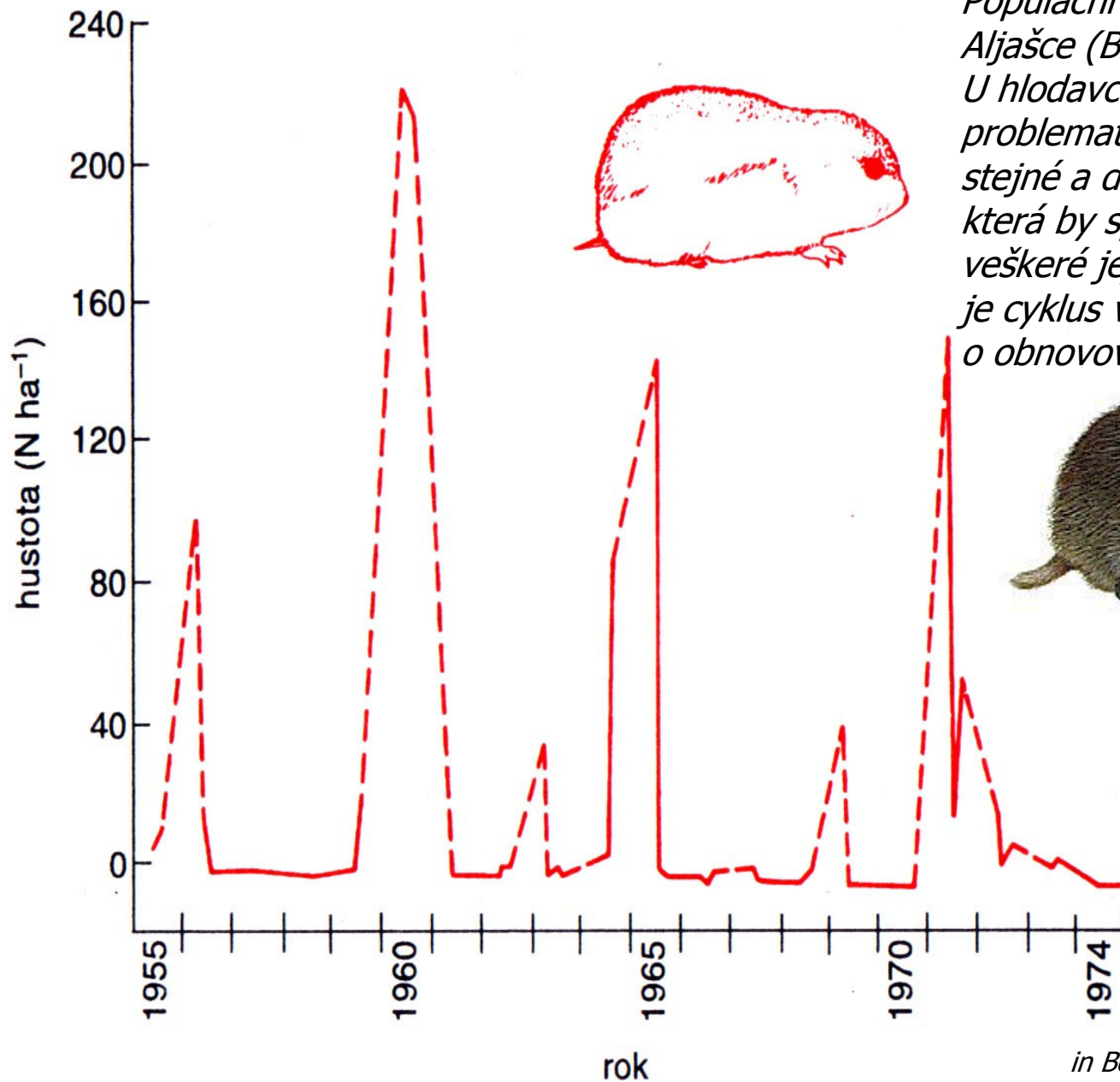


**Obrázek** Analýza korelací časových řad u bělokura skotského, *Lagopus lagopus scoticus*, (a) z vřesoviště s typickým kvazicyklem a (b) z anglického vřesoviště bez kvazicyklu. Vedle časové řady původních údajů o každoročně ulovených ptácích je uveden korelogram vytvořený autokorelační metodou. Významné *negativní* koeficienty se v případě (a) projevují ve 2 až 3 letech a naznačují odpovídající kvazicykly ve 4–6 letech. V případě (b) se významná korelace neprojevuje. (Potts, *et al.*, 1984)

*in Begon, Harper, Townsend, 1997*

## Teorie cyklických výkyvů populační hustoty (dle Oduma 1977):

- **teorie meteorologické** – podnět k pravidelnosti cyklů hledají v klimatických či kosmických příčinách (sluneční skvrny), neprokázané
- **teorie interakcí uvnitř populace** – existuje celá řada důkazů o vnitropopulačních faktorech způsobujících pokles početnosti, málo však o faktorech způsobujících přemnožení, problematické je oddělení příčina a adaptací
- **teorie náhodného kolísání** – pravidelné kolísání může být výsledkem náhodných změn, přirozená růstová kapacita se dříve nebo později uvolní ze všech vnějších i vnitřních činitelů a realizuje růst
- **teorie interakcí mez trofickými úrovněmi** – výzkumy vztahu predátor-kořist ukazují na závislost dravců na početnosti kořisti, *teorie Schultzova o obnovování živin* přenáší tuto zákonitost na vztah herbivor-rostlina a konstatuje, že intenzivním spásáním dochází k snížení dostupných minerálních živin pro populaci herbivora, což vede k snížení růstu a přežívání mlád'at



*Populační hustota lumíků na Aljašce (Batzli a kol, 1980). U hlodavců jsou tyto cykly velmi problematické, nejsou všude stejné a dosud se nenašla teorie, která by spolehlivě vysvětlila veškeré jejich aspekty. Nejčastěji je cyklus vysvětlován teorií o obnovování živin.*



*in Begon, Harper, Townsend, 1997*

# Složení (struktura) populace

kritéria skladby (struktury) populace:

- **poměr pohlaví (sex ratio)** = podíl samců a samic je proměnlivý v závislosti na stáří, na rozmnožování, na populační hustotě atd. *Primární poměr* je geneticky fixovaný v oplozených vajíčkách, *sekundární poměr* je poměr mláďat, *terciální poměr* je poměr dospělých zvířat. Očekáváme poměr 1:1, nemusí to však tak být.
- **věková struktura** = za normálních okolností je v populaci nejvíce mladých jedinců, křivky přežívání však mohou být různé. Z hlediska věku dělíme jedince v populaci na jedince v *prerепroduktivním věku* (mladí před pohlavní dospělostí), v *reprodukčním věku* (schopné rozmnožování) a v *postreprodukčním věku* (staré, neschopné rozmnožování). Na základě věkové struktury lze usuzovat na okamžitý stav populace i na její další vývoj.
- **struktura hmotnosti** = tam kde je nesnadné určit přesněji věk, struktury hmotnosti jsou užitečné pro produkční studie.
- **struktura sociální** = je hlavní náplní etologie, reprezentuje vztahy mezi jedinci uvnitř populace, nadřazenost, podřízenost atd. Největší diference sociální struktury je u ptáků a savců.

# Použitá literatura

**Begon, M., Harper, J., Townsend, C.:** Ekologie, Vydavatelství univerzity Palackého Olomouc, 1997, 949 s.

**Čermák P., Ernst M.:** Ekologie živočichů – soubor presentací přednášek, ÚOLM MZLU v Brně, Brno, 2003.

**Dykyjová, D.:** Metody studia ekosystémů, Academia, 1989, 690 s.

**Losos, B.:** Cvičení z ekologie živočichů, skripta Masarykovy univerzity v Brně, 1992, 229 s.

**Losos, B. a kol:** Ekologie živočichů, SPN Praha, 1984, 320 s.

World Wildlife Fund, <http://www.wwf.org/>