

# **Stanovení velikosti populace**

## Populace

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

= homotypický 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.

## 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	
dvoukřídlí ( <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	

## Hustota populace

– většinou 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.

## Určování početnosti populací, následně hustot

Aa) **početnosti hrubé** = velikost populace vztažená na celkovou plochu bez ohledu na biotopy

Ab) **početnosti ekologické** (specifické) = velikost populace vztažená na plochu biotopu, kde příslušný druh skutečně žije

*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).*

Ba) početnosti absolutní (abundance)

Bb) početnosti relativní (indexy)



## Ab Ba obecně

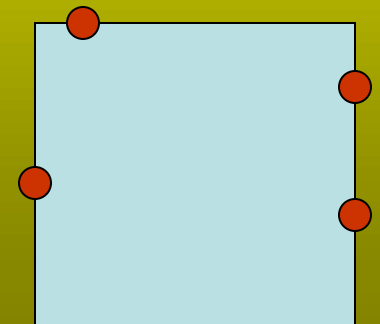
**celkový počet** – sčítání (velká zvířata, kolonie, rostliny)

**vzorkování** – pravidelné odebírání reprezentativního vzorku populace, po kvadrátech nebo transektech s následným sčítáním.

Vzorky různé velikosti (podle velikosti jedinců) a tvaru (vzorky raději menší a více) odpovídající disperzi populace

- konkrétní počet jedinců ve vzorku
- konkrétní velikost vzorkovací plochy (okrajové pásmo – stromy)

4? ne, pouze 2



# Živočichové

- ▶ ▶ *vzorkování opakovaným sběrem* – odstraňování jedinců, snižování denního úlovku až k vylovení plochy (např. sklapovací pasti)
  - *grafická metoda* (Leslie-Davis) – k dennímu úlovku ( $y$ ) přiřazujeme součet z předchozích dní ( $x$ )
  - *výpočet regrese* – statistické vyjádření předchozího
- ▶ ▶ *opakovaný odchyt značkových jedinců* – u pohyblivých živočichů podíl označených v úlovku – **Lincolnův index**
  - ▶ ▶ *multinominální metoda Zippina* – nomogramy, složité
  - ▶ ▶ *metoda proměnlivého  $p$*  – dtto
- ▶ ▶ pomocí *indexů* – počet stop, táhnoucích ptáků, trusu, požerků za čas, transekt, plochu ...

# Metody určování populační hustoty bezobratlých – využívané

**metoda sběru za časovou jednotku** – včetně obdoby v transektové metodě. Lze aplikovat pro **odlovy létajícího hmyzu** sítkou, smýkání, sklepávání i zemní pasti.

**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** – klíšťata. Bílá látka ve tvaru vlajky, pohyb v půlkruzích těsně nad porostem.

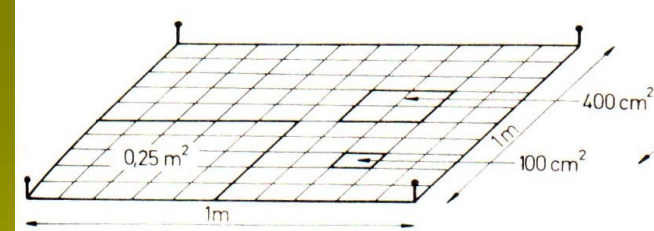
**sklepávání** – bezobratlí žijící ve větvích stromů a keřů. Sklepává se do plátěného pytle prudkými údery hole do větví.

**metoda zemních pastí** – pro hmyz půdního povrchu (epigeon). Jako past slouží nádobka zapuštěná do země (většinou sklenice, plechovka, používáme PET-láhev), z části se plní fixační tekutinou (3-4 % formalín). Pasti lze zakrývat stříškou.

**metoda zpětného odchytu značkových jedinců** – značkování se provádí barevnými pudry, přilepováním destiček, nebo amputací části těla



# Metody určování populační hustoty bezobratlých – pokračování



**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 kontroly rostlin** – málo pohyblivý či přisedlý hmyz.

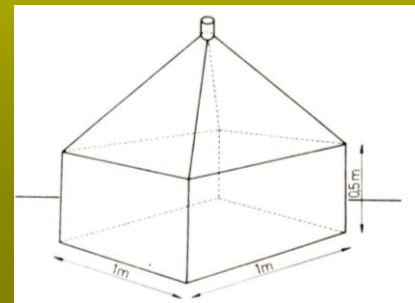
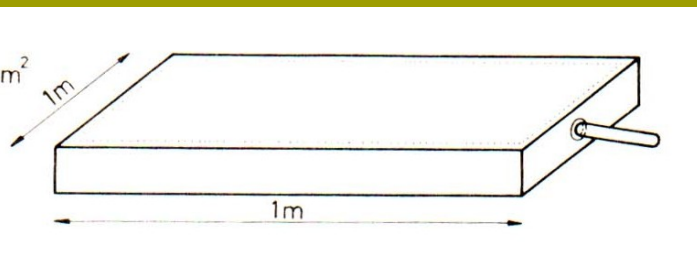
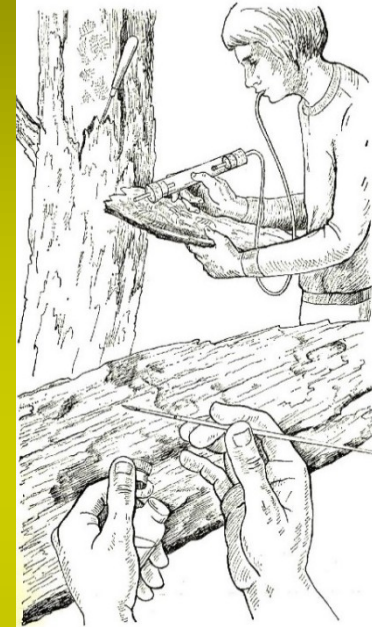
**Mőrickeho misky** – žluté misky Ø 20-30 cm, částečně naplněné formalínem. Lákají mšice, dvoukřídlé, blanokřídlé, třásněnky...



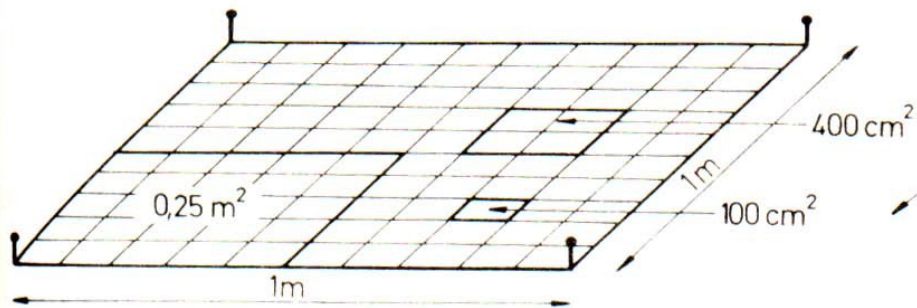
**Malaisova past** – stan s otevřenou přední částí, tmavé stěny, střecha se zužuje k vrcholu. Využívá tendenci pohybu nahoru a ke světlu.

**fotoeklektory** – pozemní prostorové lapáky využívající pozitivní fototaxe hmyzu. Jde o krabici potaženou černým plátnem s otvorem v postranní stěně, Hmyz lákán světlem vylézá a chytá se do nádobky s fixační tekutinou.

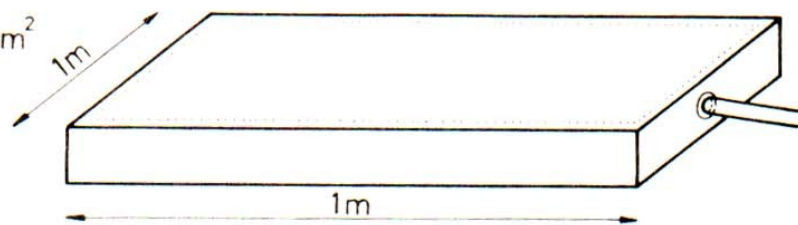
*Různé typy fotoeklektorů:*







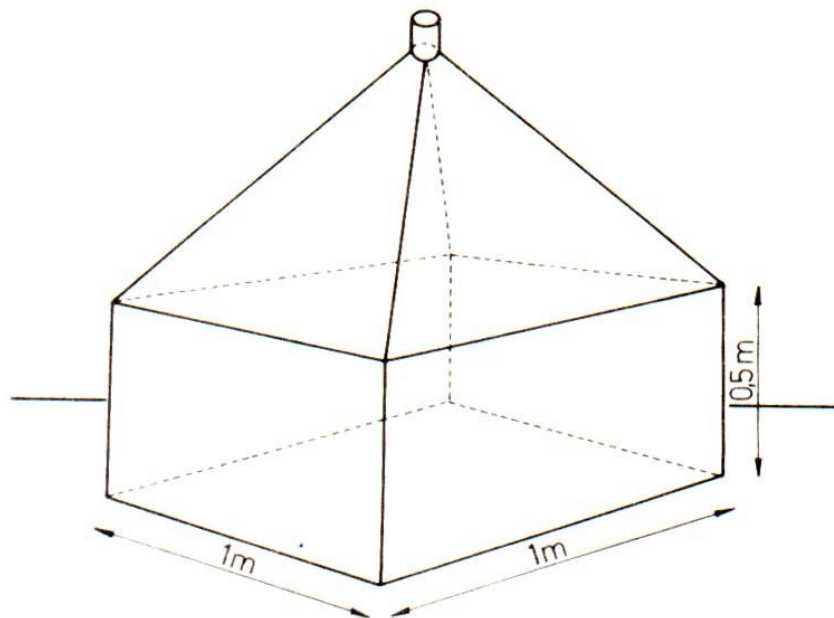
1



2



3



4

**Obr.** A: 1. Metoda kvadrátů: Plocha  $1\text{ m}^2$  je rozdělená 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 línoucího se hmyzu z lesní hrabanky (KŘÍSTEK 1962); 3. stromové fotoeklektory (FUNKE 1971) zavěšené na kmeni stromu; 4. pozemní fotoeklektor. (in Dykyjová a kol, 1989)

## Metody sběru bezobratlých – pokračování (komerční a speciální)

**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

**feromonové pasti** – využívají jako atraktant feromony

**sací past** – roura s motorkem nasávající vzduch (létající mšice)

**rotační past** – hmyz poletující nad bylinným patrem. Kónická síť na ramenech tyče v různé výšce nad porostem. Ramena se otáčejí různou rychlostí

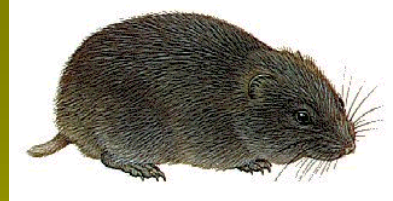
**manitobská past** – černě či červeně zbarvená koule se staniolovou stříškou s baňkou nahoře. Hmyz je lákán koulí, vletne pod stříšku a v baňce je usmrcen (ovádovití)

**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>)

**metoda radiografická** – rentgenové snímky, především pro druhy ukryvající se v rostlinných tkáních

**a další metody....**

# Metody určování populační hustoty savců – obecně



**Vzorkovací metody:** vzorek **odebírán** především odchytem do pastí. Pasti pokládány v řadě nebo plošně (**kvadráty**, kruhové plochy, **linie** aj.). Úlovek je vybírán každodenně. Odchytové body ve standardním sponu.

## **Standart minimum method**

- kvadrát les - spon 15 m (16x16 b., 225x225 m), na každém 2 pasti (1).
- louka: spon 10 m (11x11 b., 100x100 m),  
2(1) pasti

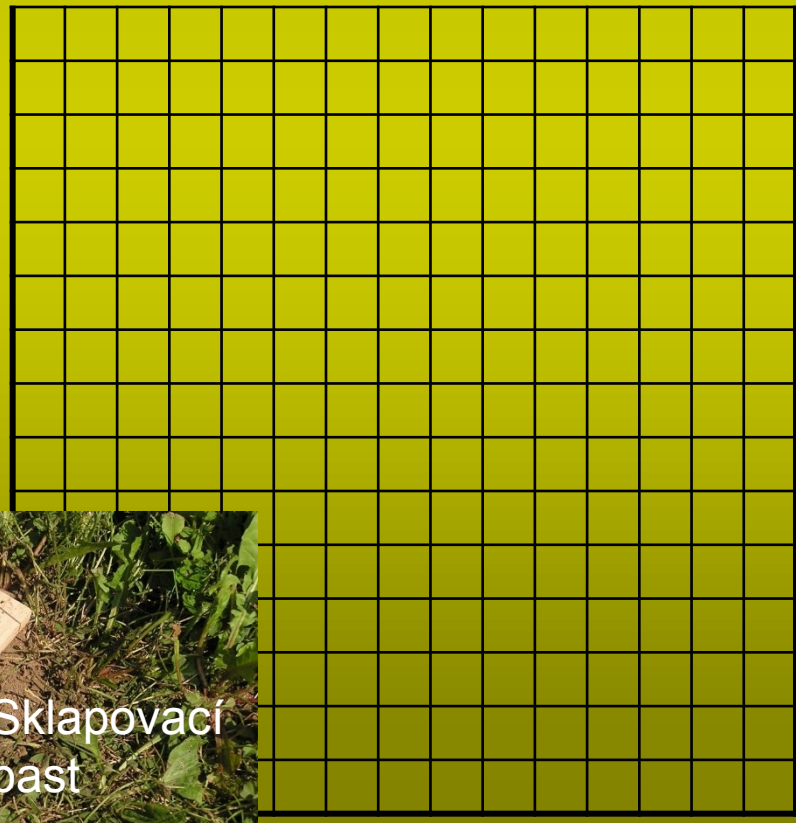
Velký lesní kvadrát – problém s homogenitou. Je možné snížit plochu kvadrátu na 0,56 ha při zachování sponu. Hektarová hustota se potom stanovuje po odstranění *okrajového efektu* (větší úlovek v okrajích způsobený migrací) na základě odhadované velikosti úlovku.

**Nevýhody:** destrukční metody

**Výhody:** relativní přesnost,  
možnost získat další údaje  
(potrava, rozměry těla...)



Sklapovací  
past



Umístění sklapovacích pastí  
na **zemním** podkladu  
nástraha: univerzální knot



Použití dvou pastí na odlovném  
bodu ve specializovaných  
výzkumech s rychlým odnímáním

# Metody určování populační hustoty savců – obecně



**Metody značkování a opětovného odchyty** – především drobní hlodavci, počet odchyťových 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 odchyty – 7 dní, může být však nutné prodloužit až na 4 týdny.

**Nevýhody:** *velká pracnost, časová náročnost*

**Výhody:** *nenarušení populace, možnost zjištění individuálního okrsku*

Problém s homogenitou prostředí řeší užití menších až malých čtverců –  
!okrajový efekt!

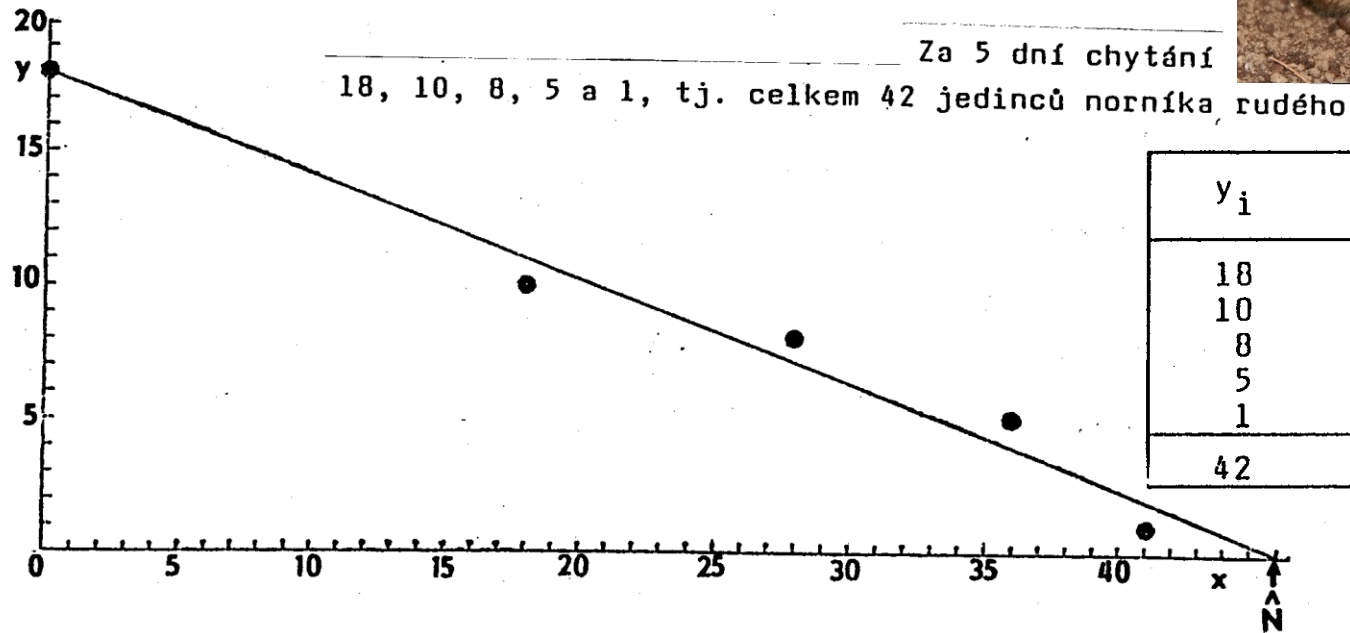

**Kvadrát** 6 \* 6 pastí  
(lze i méně),  
spon podle nároků  
odlovovaných drobných  
savců

Živolovná past  
typ „Chmela“



# Metody určování populační hustoty savců – konkrétně

## Opakovaný sběr s odnímáním – grafická metoda



Obr. 82. Grafické znázornění regresní přímky:  $y$  - velikost úlovku z každého dne,  $x$  - součet úlovků z předchozích dnů.  $N$  - představuje na ose  $x$  hledaný průsečík přímky s osou, který určuje odhadovanou velikost úlovku.



# Metody určování populační hustoty savců – konkrétně

b) Výpočet regrese (Leslie a Davis 1939). Jde o běžný výpočet regrese (viz učebnice statistiky, např. Benedík 1989). Z našeho příkladu: Hodnoty  $y_i$  jsou jednodenní úlovky, hodnoty  $x_i$  jsou součty předchozích úlovků v příslušných dnech. Párů hodnot je  $5 = n$ , výpočet jednoduchý.

$y_i$	$x_i$	$x_i^2$	$x_i y_i$
18	0	0	0
10	18	324	180
8	28	784	224
5	36	1296	180
1	41	1681	41
42	123	4085	625




**Modifikace: Linie** – jedna řada s výrazně vyšším počtem pastí (např. 100 pastí,  $d =$  sta m)

**Kvadrát** 6 \* 6 pastí, spon podle nároků odlovovaných drobných savců



$$\sum (x_i - \bar{x})^2 = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} = 4085 - \frac{123^2}{5} = 1059.2$$

$$\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = \sum x_i y_i - \sum x_i \cdot \frac{\sum y_i}{n} = 625 - 123 \cdot \frac{42}{5} = -408.2$$

$$b = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} = \frac{-408.2}{1059.2} = -0.385 \text{ přičemž } p = -b$$

$$a = \frac{\sum y_i - \sum x_i b}{n} = \frac{42 - (123 \cdot -0.385)}{5} = 17.87$$

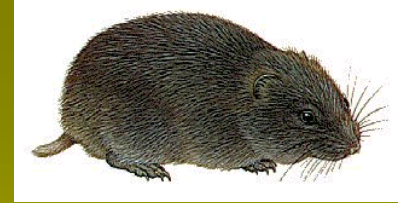
$$\hat{N} = \frac{a}{p} = \frac{17.87}{0.385} = 46.42$$

Regresní koeficient  $b$  určuje spád přímky a je zde záporný, protože přímka klesá. Změnou znaménka z něj získáme hodnotu  $p$ , která označuje pravděpodobnost ulovení (zde 38.5%). Intercept  $a$  označuje bod, v němž regresní přímka protíná osu  $y$ . Z hodnot sestavíme regresní rovnici  $y = a + bx$ , v našem případě  $y = 17.87 - 0.385 x$ . Odhadovaná velikost úlovku  $\hat{N} = 46.42$ .

To za nás spočítá statistický program – lze i dle vzoru



# Metody určování populační hustoty savců – konkrétně



**Opakovaný odchyt** – Lincoln-Petersenův index –  
individuální značení a zpětné vypouštění (např. živolovné pasti)

$$N : M = n : R \Rightarrow N = M * n / R \text{ (nadhodnocuje)}$$

**Zpřesnění:**  $N = M * (n + 1) / (R + 1)$

N – odhadovaná velikost populace

M – počet označených jedinců (200)

n – počet zpětně odlovených jedinců (250)

R – z toho označených (50)

$$N = 200 * 250 / 50 = 1000$$

$$N = 200 * (250 + 1) / (50 + 1) = 984,3$$



### **Rozšíření (alternativní):**

V případech dlouhodobých sledování, nízkých počtů kontrolovaných živočichů, nepravidelných kontrol

Ize získané hodnoty pro výpočet **sumovat:**

$$N = \frac{\sum A B}{\sum C}$$

Stejně jako v předchozím případě lze vypočíst dolní a horní mez

hustoty populace

$$N_{\text{dol}} = \frac{\sum A B}{\sum C + 2s}$$

$$N_{\text{hor}} = \frac{\sum A B}{\sum C - 2s}$$

přičemž  $s = \sqrt{\sum C}$

Kontroly	A	Ozn. a vyp.	B	AB	$\Sigma AB$	C	$\Sigma C$	N	$\underline{N}$	$\bar{N}$
1.	19	19								
2.	3	3								
3.	9	5	22	198	198	4	4	49		
4.	6	4	27	162	360	2	6	60	33	300
5.	1	0	31	31	391	1	7	56	32	216
6.	6	2	31	186	577	4	11	52	33	131
7.	4	2	33	132	709	2	13	54	35	122
8.	3	0	35	105	814	3	16	51	34	102
9.	4	1	35	140	954	3	19	50	35	90
10.	8	-	36	288	1242	7	26	48	34	79

## Úkoly: 1. opakovaný sběr s odnímáním:

### a) grafická metoda

### b) výpočet regrese

Data odnímání 1. - 3. den, data zpětných odlovů

1.	27	20	15	4.	245	199	148	7.	11	7	4
2.	84	56	33	5.	677	411	176	8.	14	10	8
3.	52	41	19	6.	287	134	106	9.	9	7	2
				10.	325	176	111				
11.	63	37	20	13.	843	555	498	14.	18	12	9
12.	35	19	12	16.	523	387	246	15.	13	9	7

## 2. Lincoln-Petersen **nutná změna dat!!!**

### Výpočet dle obou vzorců

- data (M, n, R) z výše uvedených o 10 (první sloupec)
  - o 100 (druhý sl.)
  - o 1 nižší

## 3. Stanovení hustoty populace (ornitocenózy) pomocí liniového transektu (ptáci) podle vašich prací – viz dále

# 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 *druhov'á 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.*



**Stanovení hustoty populace (ornitocenózy) pomocí liniového transektu**  
(pro středně velké živočichy)

$$D = 10^4 \cdot n^2 / 2L \sum d_i$$



25 m

20 m



L = 1000 m

50 m

55 m



$$\sum d_i = 25+20+50+55=150 \text{ m} \quad D = 10^4 \cdot 16 / 2 \cdot 1000 \cdot 150 = 160000 / 300000 = 0,53 \text{ jed. ha}^{-1}$$

**Indexy relativních hodnot** – indexy početnosti k jiné jednotce než ploše (úlovek na 100 pastí, počet ptáků pozorovaných za 1 h, počet pobytových znaků aj.).

# Metody určování populační hustoty obojživelníků

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

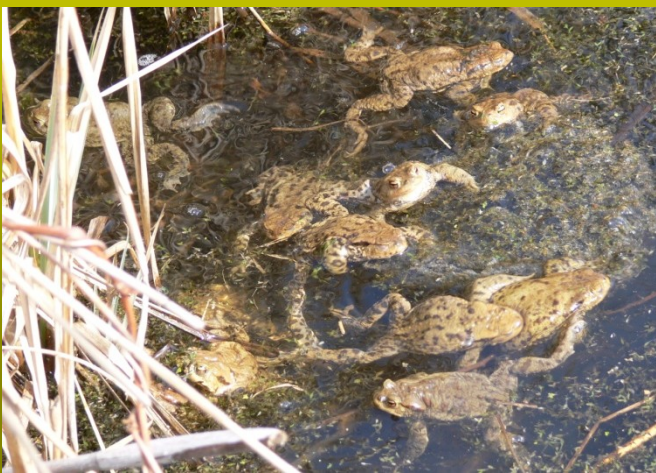
Další používané metody:

- 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 po obvodu tůně či rybníka)

*Hustota populací žab se určuje  
metodou opakovaných odchyťů*

*či počítáním na místech rozmnožování*

*či sčítáním ozývajících se samců*





# Metody určování populační hustoty ryb

Celá řada metod, nejčastější:

**1. Odhad na základě změny velikosti úlovku na jednotku rybářského úsilí** – pod jednotkou ryb. Úsilí si lze představit jakýkoliv lovební prostředek (sít', tenato, vrš, čeřen). Pokud se z původního odlovu (10 t) sníží následný na  $\frac{1}{4}$  (stejná metoda!), potom je odhadnuta původní biomasa  $10/0,25 = 40$  t.

V praxi většinou sled odlovů, ze kterých se původní biomasa (a tím i odhad populační hustoty při zjištěné průměrné hmotnosti ryb) získává různými numerickými či grafickými metodami.

**2. Odhad početnosti na základě značených ryb (Petersenova metoda)** – viz dříve

**3. Ostatní metody**

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



## Literatura

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

Krejča, J., Korbel, K. (eds.), 1997 (1993, 2001): *Velká kniha živočichů*. Příroda, Bratislava.

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

Novák, K. a kol., 1969: *Metody sběru a preparace hmyzu*. Academia, Praha.

Winkler, J. R., 1974: *Sbíráme hmyz a zakládáme entomologickou sbírku*. SZN, Praha.