

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 ²	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	

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

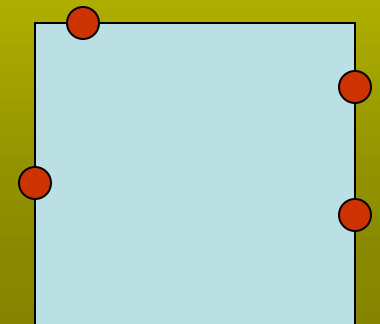
celkový počet – sčítání (velká zvířata, kolonie, rostliny)

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

metoda kvadrátů – vysbírání všech jedinců z určité čtvercové plochy, většinou čtverec o 1 m². 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 m²).

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.

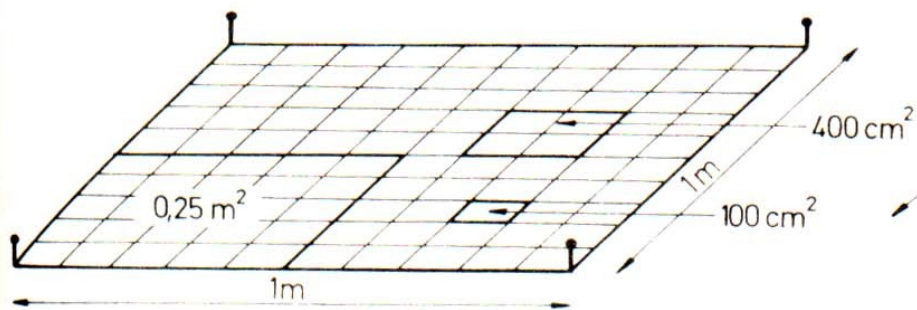
metoda radiografická – rentgenové snímky, především pro druhy ukryvající se v rostlinných tkáních

metoda sběru za časovou jednotku – včetně období v transektové metodě

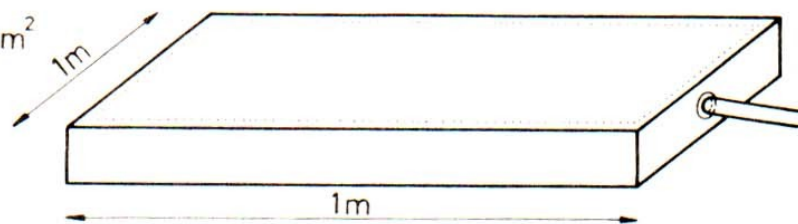
metoda zpětného odchyту značkových jedinců – značkování se provádí barevnými pudry, přilepováním destiček, nebo amputací části těla

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).





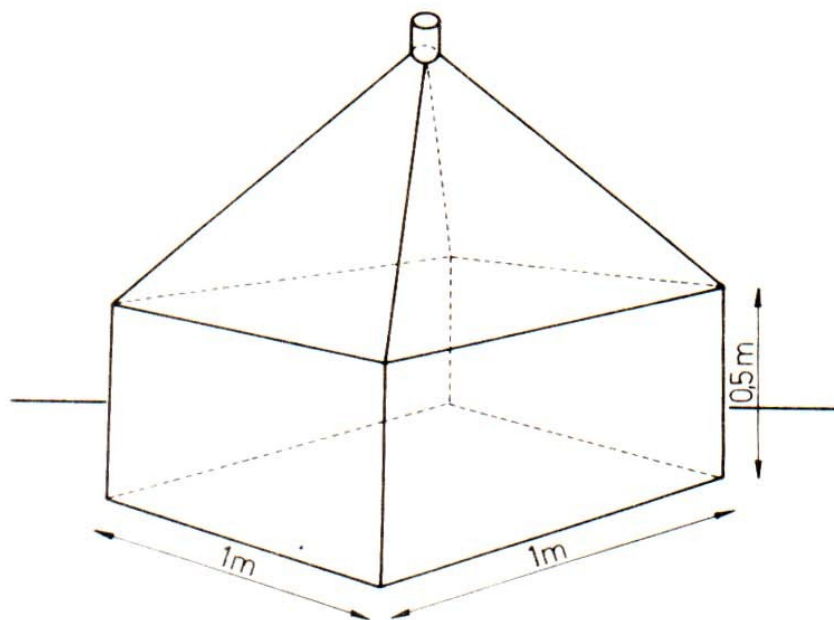
1



2



3



4

Obr. A: 1. Metoda kvadrátů: Plocha 1 m^2 je rozdělená čtverci na menší plochy o velikosti 100 cm^2 , 400 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 – klíšťaťata. Bílá látka ve tvaru vlajky, pohyb v půlkruzích těsně nad porostem.

Mórickeho misky – žluté misky o průměru 20-30 cm, částečně naplněné formalínem. 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....

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.

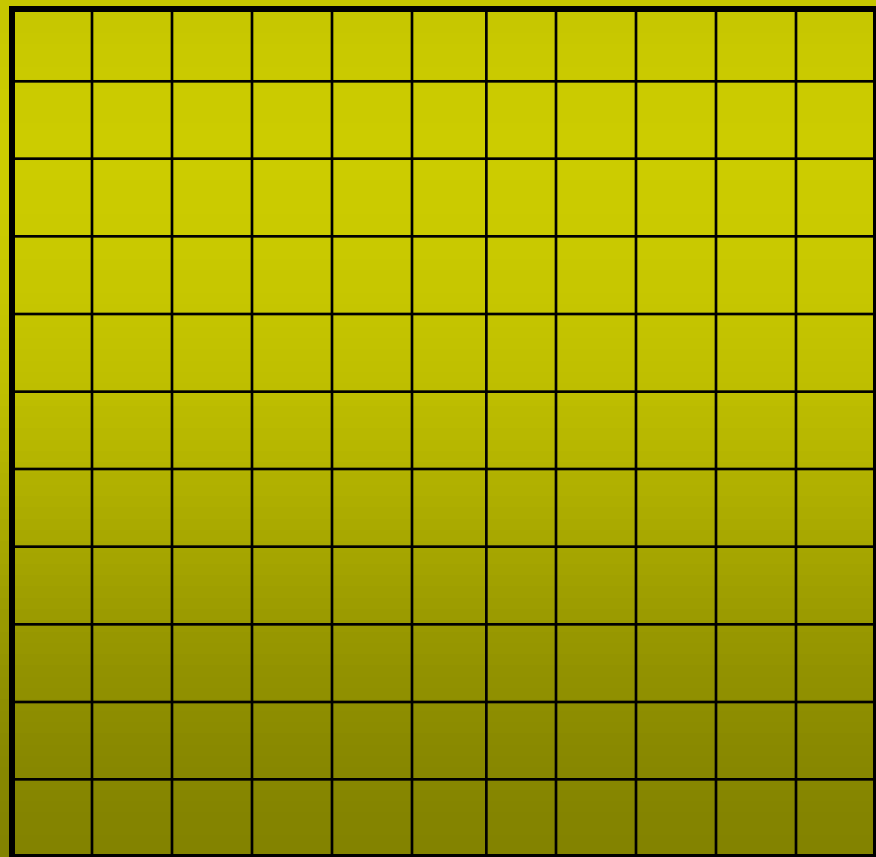
Standart minimum method

- 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

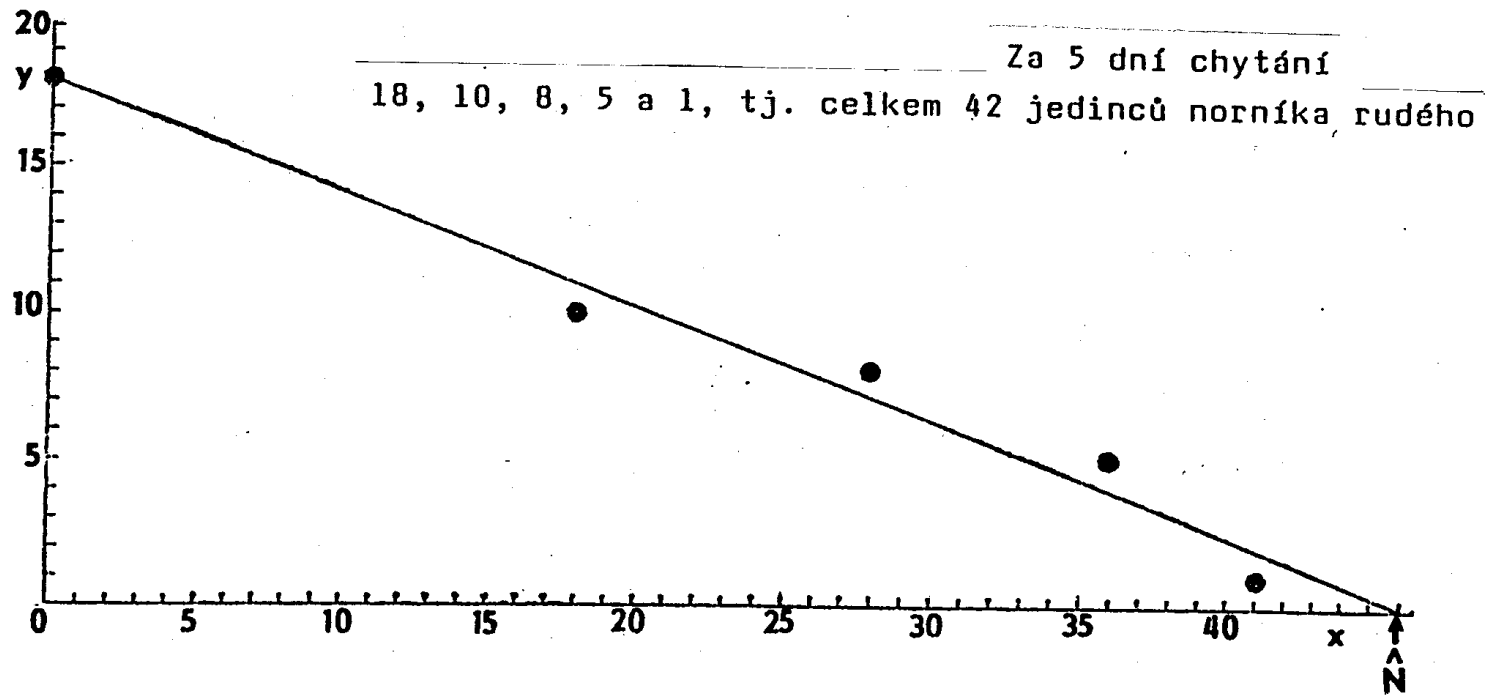
Velký lesní kvadr. – problém s homogenitou. Je možné snížit plochu kvadrát na 0,56 ha při zachování sponu. Hektarová hustota se potom stanovuje po odstranění *okrajového efektu* (větší úlovek v okrajích způsobený migrací) na základě odhadované velikosti úlovku.

Nevýhody: *destrukční metody*

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



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.



y_i	x_i
18	0
10	18
8	28
5	36
1	41
42	123

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



Použití dvou pastí na odlovném
bodu ve specializovaných
výzkumech

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

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

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



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

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

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

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

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

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

Metody určování populační hustoty savců – konkrétně



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*

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

$N : M = n : R \Rightarrow a) N = M \cdot n / R$ (nadhodnocuje)

Zpřesnění: $b) N = M \cdot (n + 1) / R + 1$

N – odhadovaná velikost populace

M – počet označených jedinců (200)

n – počet zpětně odlovených jedinců (250)

R – z toho označených (50)



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 ad a) i ad b)

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

3. liniový transekt (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.



!!! Úkol č. 3 !!!

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

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



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

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, 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 sníží 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.

Literatura

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

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