

# Design terénních studií



# Proč terénní studie plánovat?

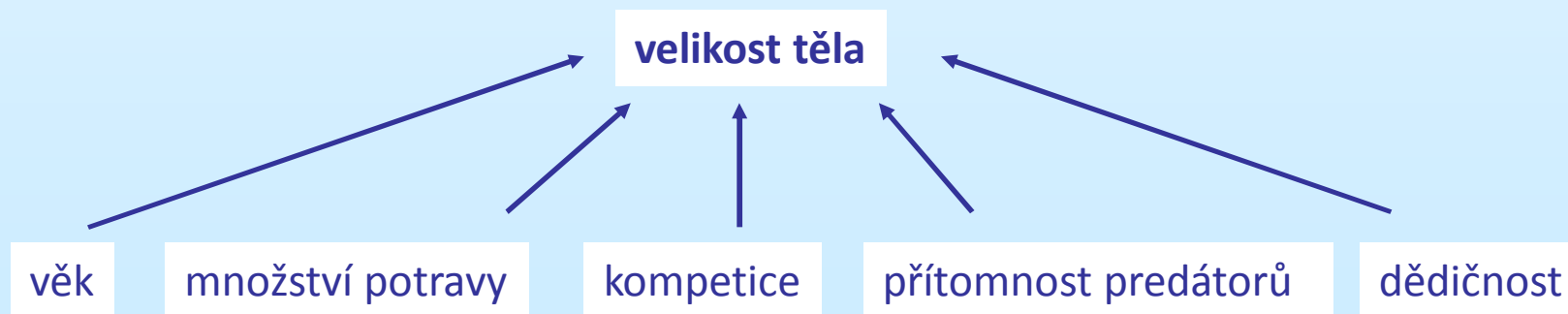
1. máme jen omezené zdroje (čas a peníze) - kolik dat nasbírat, kde a kdy? (omezit zabíjení)
2. chceme získat spolehlivé a použitelné výsledky
3. zobecnitelnost - statistická průkaznost
  - kombinace selského rozumu, biologického vhledu a pečlivosti, žádná složitá matematika
  - **není pravda, že:**
    - *nezáleží na tom, jak data sbírám, statistika si se vším poradí*
    - *pokud nasbírám hodně dat, určitě zjistím mnoho zajímavého včetně jemných rozdílů*



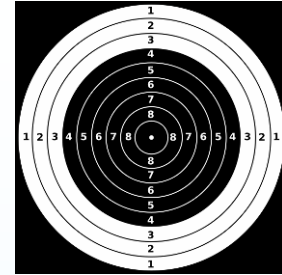
# Variabilita a matoucí faktor



- Variabilita mezi jedinci - základní úkaz v přírodě
  - některá variabilita nás přímo zajímá - chceme z ní vytěžit informaci
  - náhodná variabilita, šum - nedá se vysvětlit nebo nesouvisí s naší otázkou, snažíme se ji odstranit designem
- Matoucí (zavádějící, třetí) faktor - neznámý nebo nesledovaný faktor, který ovlivňuje studovaný systém a ztěžuje interpretaci výsledků. Designem se snažíme minimalizovat jejich počet.



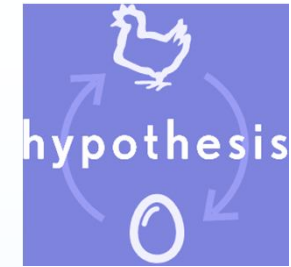
# Cíle studie



- na začátku každé studie musí stát jasně formulovaná otázka
- popisné otázky: *Co, kde, kdy, kolik? Které druhy obývají dané území?*
- deduktivní otázky: *Jaké vztahy a proč? Jaké jsou ekologické nároky druhu? Jak se mění společenstva v závislosti na prostředí?*
- aplikovatelné otázky: *Jak poznatek využít? Jak druh chránit? Jak udržet či zlepšit ekologický stav lokality?*
- **zásady**
  - čím víc do problému vidíme, tím smysluplnější můžeme mít otázky (a odpovědi)
  - pro své otázky hledáme nejjednodušší možné vysvětlení (tzv. Occamova břitva) a snažíme se omezit počet neznámých na nutné minimum
  - raději dostat jasnou odpověď na jedinou otázku než mnoho dohadů na více otázek
  - pozor na špatně položené otázky - ty, na které je odpověď známá, předem jasná nebo prakticky nemožná

*(Roste velikost snůšky ptáků s rostoucím věkem nebo zkušeností? Je více žouželí na stromě nebo v trávě?)*

# Vytváření hypotéz



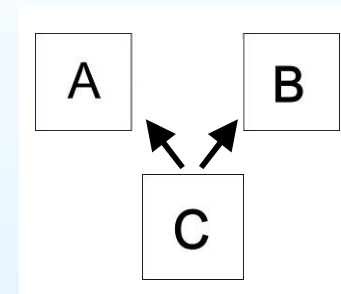
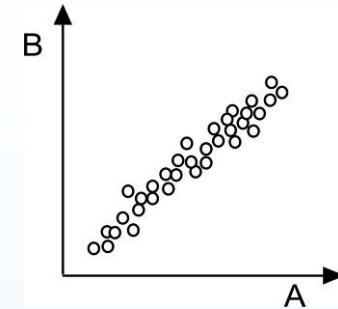
- pozorování → teorie → ověření teorie (pozorováním nebo experimentem)
- **hypotéza** = jasné tvrzení (domněnka), které se snaží vysvětlit pozorovaný jev  
*(Plankton v lesních tůních je tvořen většími jedinci než v lučních tůních. Proč?)*
- pro jeden jev je možno vytvořit více hypotéz  
*(Rozložené listí dodává více živin - v lesní tůni jsou jedinci vyžraní. Rozklad listí způsobuje úhyn ryb - v luční tůni jsou velcí jedinci sežrán.)*
- hypotézu se snažíme potvrdit nebo vyvrátit (hypoteticko-deduktivní způsob myšlení)
- testovatelný předpoklad - pravděpodobnost platnosti teorie se zvyšuje, pokud se naše předpoklady potvrdí  
*(Plankton v lučních tůních, kde ryby prokazatelně nejsou, bude mít stejné velikostní složení jako v lesních tůních. Plankton v lučních tůních, kde sice jsou ryby, ale i makrovegetace, bude mít podobné velikostní složení jako v lesních tůních.)*
- pojmy: nulová hypotéza a alternativní hypotéza  
*(Je rozdíl mezi lučními tůněmi bez ryb a s rybami?)*
- vyplatí se počítat dopředu se všemi možnými výsledky
- snažit se uspokojit pana šťourala



# Typy (terénních) studií

- pozorovací (korelační)

- **korelace** = přímá či nepřímá úměra
- bez aktivního vměšování
- výhodou je jednodušší provedení
- nevýhoda: korelace neznamena příčinný vztah!!! Nelze odhalit třetí faktor a poznat příčinu od následku  
*(Vztah mezi prodanou zmrzlinou a počtem utopených během roku)*



- manipulativní

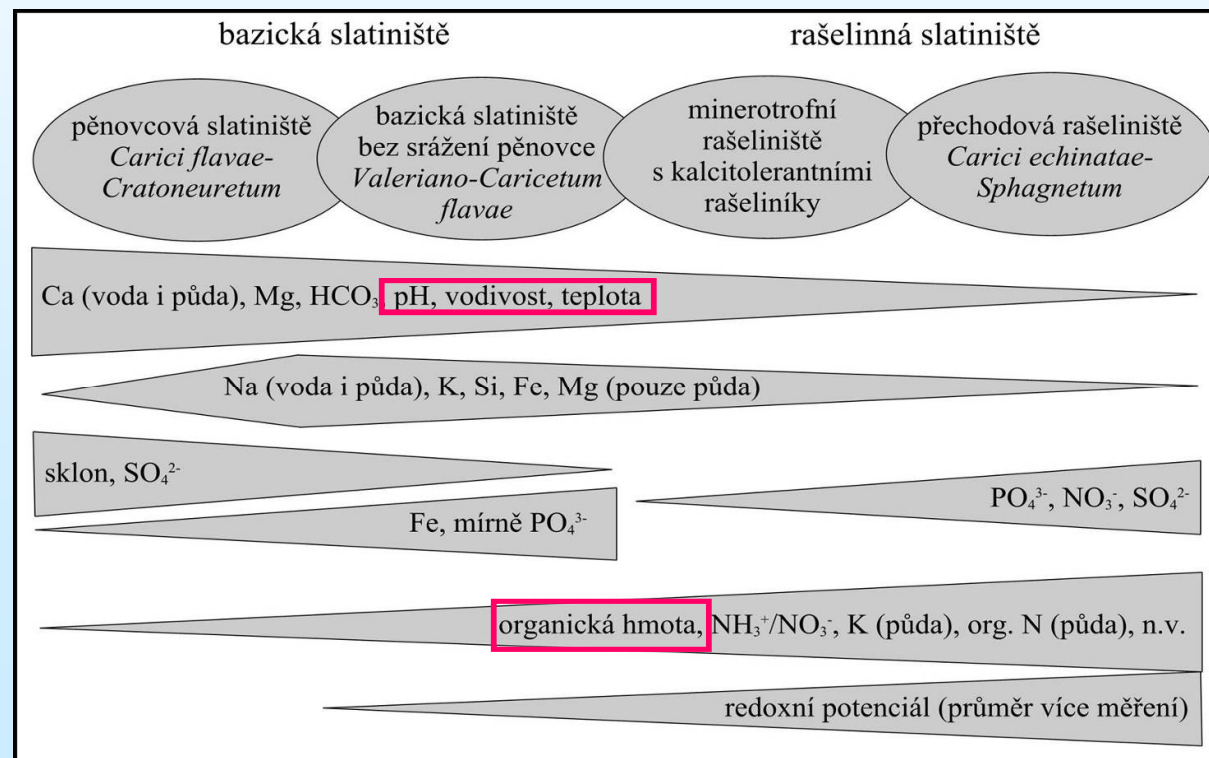
- studujeme vliv zásahu, nutnost mít s čím porovnat!!!
- pokusný zásah a kontrola (tj. místo bez zásahu)  
*(Jaký má vliv management bělokarpatských luk (kosení, pasení, ponechání bez zásahu) na společenstva ploštic a křísů?)*
- přirozené - zničení lokality živlem, pozorování sukcese, nutnost znát počáteční stav!
- náročnější, ale výhoda: odpadá vliv třetího faktoru, lépe odhalíme příčinnou souvislost

# Typy dat a zjišťovaných parametrů

- předmět výzkumu - 1 druh (populace), taxonomická skupina až celé společenstvo
- **Závislá proměnná**
  - vlastnosti lokalit: druhová bohatost, početnost (= abundance) jedinců na lokalitě, hustota (= denzita), biomasa...
  - vlastnosti jedinců: hmotnost, rozměry, stáří, pohlaví...
  - vlastnosti populací (druhů): početnost, počet vajíček u samic, denní aktivita, potravní preference, ekologické nároky...
- **Nezávislá proměnná**
  - vlastnosti prostředí: teplota vzduchu a vody, množství určitých látek ve vodě či půdě (pH, rozp. O<sub>2</sub>, org. látky), charakter vegetace, dostupnost lokality a potravních zdrojů, stupeň znečištění či narušení...
  - vlastnosti lokalit, jedinců, populací a druhů
- **Kvalitativní** - přítomnost/nepřítomnost (druhu, jevu)
- **Kvantitativní** – spojitá, nespojitá (počet)
- **Kategoriální** – stupnice, procentické odhady (pokryvnost, zastínění)

# Vícerozměrná analýza

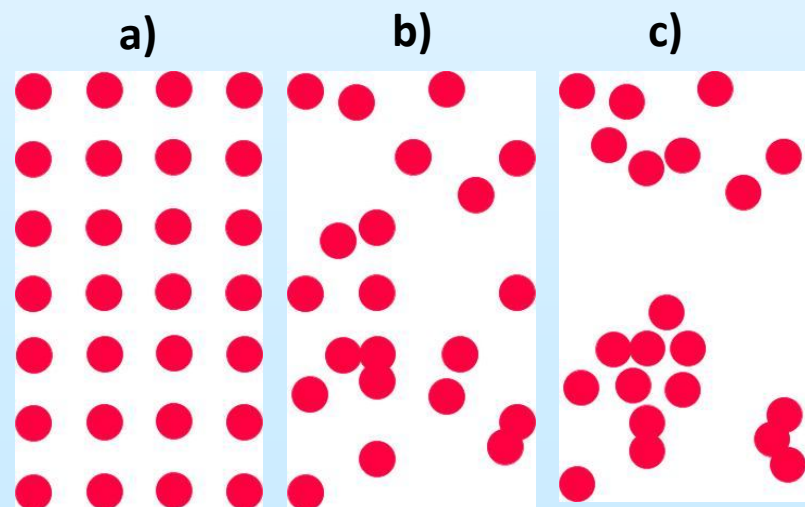
- Př. *Jak se mění druhová bohatost společenstev na prameništích podél minerálně-trofického gradientu?*
- Jaké faktory prostředí sledovat? Faktory jsou často vzájemně korelované
- vyžaduje údaj ke každému vzorku
- dbát na přesnost měření (kalibrace), nedopustit aby se čas měření stal matoucím faktorem (*měření teploty vody lokalit v různém pořadí*)





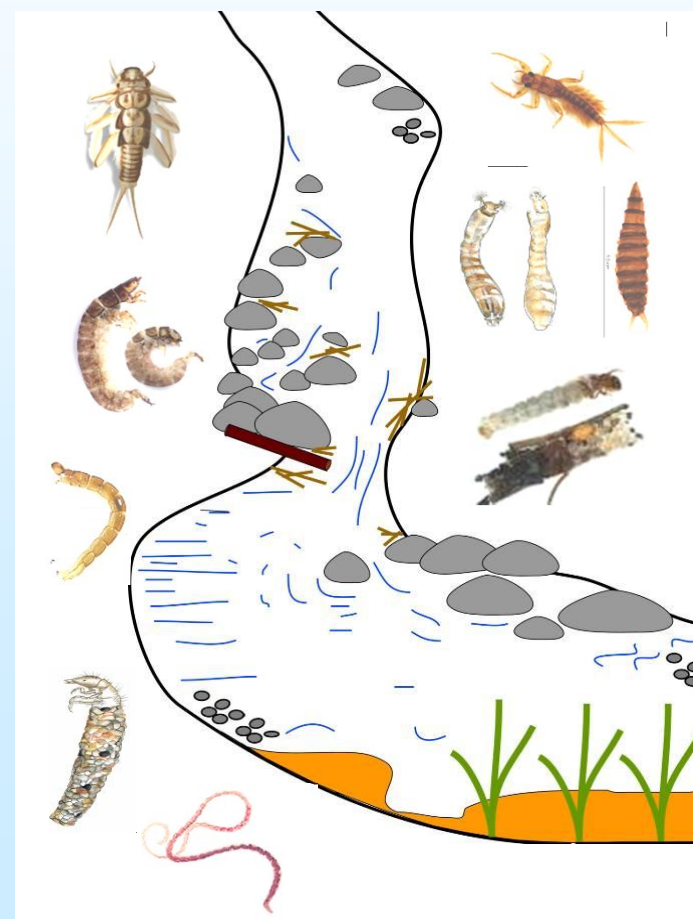
# Výběr jedinců z populace

- vhodná vzorkovací (pozorovací, měřicí) metoda
- ideálem je provést **náhodný výběr** = každý jedinec má stejnou šanci dostat se do výběru (vzorku)
- reprezentativní vzorek – kvalitativně i kvantitativně zachycuje skutečný stav na lokalitě
- ve skutečnosti však často vzorkujeme selektivně  
*(lapací pasti odchytily spíše jedince s vyšší aktivitou než abundancí, velikostní selekce – při sběru často podhodnotíme abundance malých (juvenilních) jedinců)*
- prostorové uspořádání jedinců odráží jejich prostorové nároky a heterogenitu prostředí
  - a) **pravidelné** – vzácné, teritoriální zvířata
  - b) **náhodné** – ve skutečnosti vzácné
  - c) **agregované** – běžné, např. *plankton v rybníce, hmyz na louce*
- odběry bodové a směsné (podvzorky)
- zvolit vhodnou velikost vzorku (náklady vs. zisk)



## Př. Tekoucí vody

- velmi **heterogenní biotop**
- jednotlivé druhy (popř. vývojová stádia) vykazují různé stanovištní preference
- typ proudění: peřej, tůň; typ substrátu: kameny, štěrk, „debris dams“, bahno, příbřežní vegetace
- zajímá-li nás **celková diverzita** (např. její srovnání mezi lokalitami), musíme odebrat vzorek reprezentativní pro celou lokalitu - vzorkování proporcionálně dle heterogenity prostředí
- **srovnání složení společenstev mezi stanovišti** na jedné lokalitě
  - v každé skupině odebrat stejný (podobný) počet vzorků - platí obecně pro statistické porovnávání skupin!!!
  - pozor, abychom si nekladli otázku, na kterou je odpověď již notoricky známá (např. v peřeji žijí rheofilní druhy), pozor na **důkaz kruhem**



# Pilotní studie

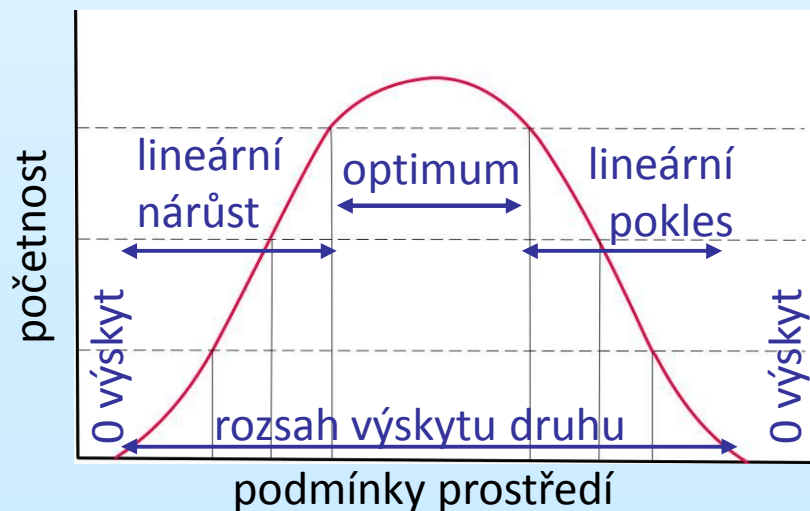


- předběžná studie, v malém rozsahu
- pokud o zájmovém území nic nevím nebo slouží k vyzkoušení a doladění metod, lepšímu časovému rozvržení práce a přehodnocení hypotéz
- vyplatí se vždy provést!!!
- při plánování maximálně využít literárních zdrojů a zkušeností jiných lidí, ale vše si prověřit a sám vyzkoušet

# Měřítka studie



- zvolená prostorová (časová) škála zcela zásadně ovlivňuje výsledek studie - co platí v jednom měřítku nemusí platit v jiném!
- velké měřítko (geografický region), střední měřítko (jednotlivé lokality až habitaty - nejjednodušší, nejčastější), malé měřítko (mikrohabitat - *jednotlivé kameny v řece, zrna substrátu v sedimentu, části rostliny*)
- i jinak známá otázka získá na zajímavosti, studuje-li se v jiném měřítku než obvykle
- pokrytí celého gradientu nebo jeho části (*prameniště: minerálně-trofický gradient, gradient rychlostí proudu v toku*)
- časové měřítko



- nepřítomnost druhu na lokalitách nemusí být známkou podobnosti lokalit anébrž naopak!!!
- vzorkování v oblasti optima druhu - behaviorální studie, studie na reprodukční strategie, vývojové cykly druhů

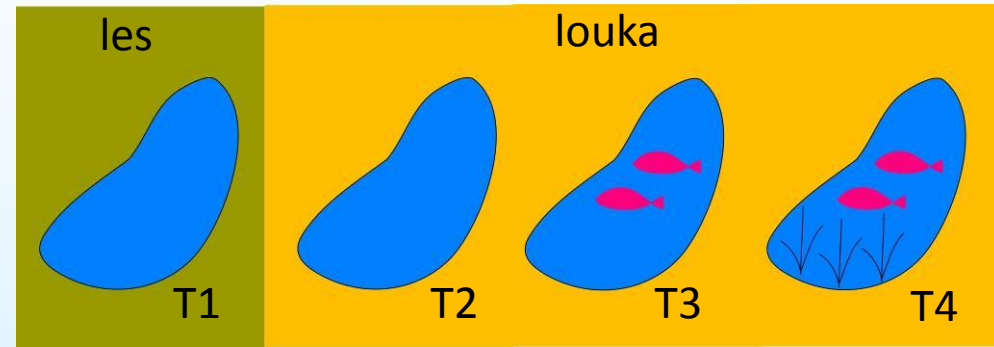
# Opakování (replikace)

- Kolik vzorků odebrat, kolik měření provést?
- nestačí popsat jednotlivé případy, chceme zákonitosti zobecnit
- je potřeba provést **nezávislé opakování** = odebrání nezávislých vzorků
  - nesmí být součástí časové řady na stejném místě
  - ve vhodném měřítku – dostatečná vzdálenost vzorků od sebe (autokorelace), při měření v čase dostatečné intervaly mezi záznamy (*např. stanovištní preference*)
- **pseudoreplikace** = opakovaná měření jednoho objektu
  - velmi častá chyba studií, je třeba mít znalosti biologie
  - behaviorální studie: *zvířata sdílející klec (prostředí) se nechovají nezávisle; příbuzní jedinci jsou si podobnější*
- „opakování“ v sezóně
  - vzorky opakovaně odebrané na stejné lokalitě během sezóny nejsou nezávislé!!!
  - jen pokud nás přímo zajímá sezónní vliv
  - často je naopak výhodné vliv sezóny ve studiích omezit
- někdy nelze nezávislé opakování provést (objekt je neopakovatelný nebo opakování příliš nákladné), potom ale odpovídáme na popisnou otázku, ne na obecnou

## Př. Plankton lesních vs. lučních tůní

- *Plankton v lučních tůních, kde prokazatelně nejsou ryby, bude mít stejné velikostní složení jako v lesních tůních.*
- *Plankton v lučních tůních, kde sice jsou ryby, ale i makrovegetace, bude mít podobné velikostní složení jako v lesních tůních.*

- směsné vzorky odebrané litorální trubcí
- sezónní změny - jaro, léto, podzim: 3x4=12 vzorků, které ale nejsou nezávislé, *nemám žádné opakování!!!*



- je třeba porovnávat jen sezóny mezi sebou nebo průměry ze všech sezón
- pokud skutečně  $T1=T2=T4>T3$ , hypotéza stejně není spolehlivě potvrzena, jen popsán jeden případ, kdy tak nastalo
- co s tím?
  - přidat opakování - 3-5 tůní od každého typu (ale pozor zda nezvyšuji variabilitu!) → 36-60 vzorků
  - přidat opakování, nechat jen sezónu s nejvyšší diverzitou (podzim)
  - přidat opakování, ubrat typ (např. T4) a uskromnit hypotézu

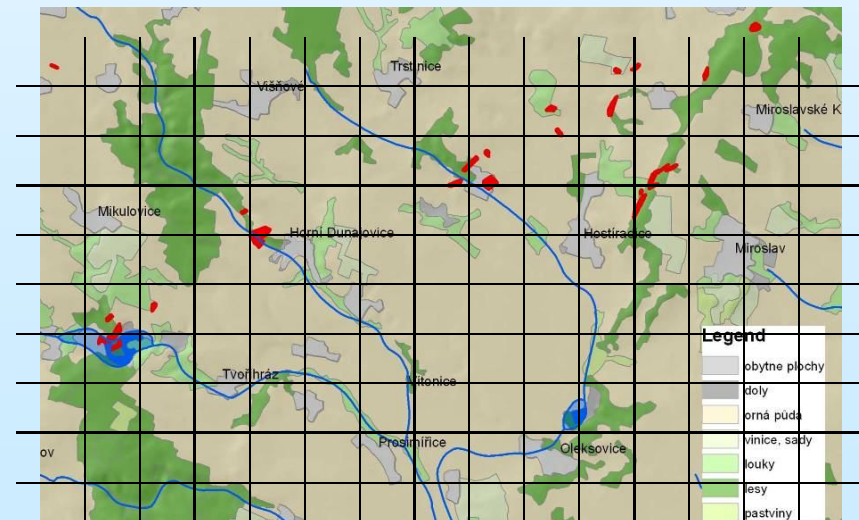


# Náhodný výběr

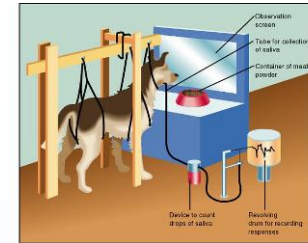


- výběr lokalit či vzorkovacích míst zásadně ovlivňuje výsledek studie (*výběr stromů v lese, umístění lapacích pastí*)
- **zcela náhodný výběr (randomizace)**
  - cílem je vyhnout se pseudoreplikacím a omezit vliv matoucích faktorů
  - nahodilý výběr není náhodný!!!
  - objekty (plochy) označit čísly a vylosovat (tahání z klobouku, program)
  - výběr lokalit z mapy pomocí náhodně vygenerovaných souřadnic, čtverců nebo uzlů sítě - nevýhoda: pravděpodobně nezachytím vzácné biotopy (*xerothermní vápencové výchozy - vysoká diverzita hmyzu*)

- **stratifikovaný náhodný výběr**
  - náhodný v rámci typu biotopu, složitější vyhodnocení
- **nenáhodný preferenční výběr** -  
např. na základě předchozí studie, často výhodný  
(*prameniště podél minerálně-trofického gradientu; botanický průzkum pro studium hmyzu*)



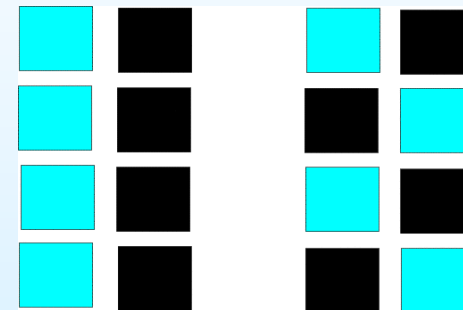
# Design experimentů



- laboratorní i terénní
- hledání rozdílů mezi pokusnými skupinami jedinců či lokalit (treatments)  
*(př. efekt působení látky o různých koncentracích, reakce zvířat na různé podněty, kolonizace nově vzniklých prostředí...)*
- výběr jedinců do pokusu i pokusných skupin musí být náhodný
- pokusy vyžadující **kontrolu** (závisí na hypotéze)
  - negativní kontrola - pokusná skupina bez zásahu  
*(plocha ponechaná ladem)*
  - dbát na spolehlivost kontroly!!!  
*(vliv umělého zvětšení snůšky na péči o mláďata - zahrnout vliv disturbance při instalaci)*
  - historická kontrola u dlouhodobých studií

# Uspořádání experimentů

- celkově náhodné uspořádání – nejjednodušší
- uspořádání v pokusných blocích - odstraňují třetí faktor, který má výrazný vliv (*vliv potravní nabídky na růst jedinců – věk, pohlaví*)
  - podle vlastností jedinců (*věkové skupiny, pohlaví*)
  - v prostoru (*poloha pokusné plochy či nádoby*)
  - v čase (*vliv denní doby na chování zvířat*)
  - snaha o vyrovnaný design - v každém bloku stejný počet jedinců
  - Kdy je lépe více bloků a méně opakování? Pokud opakování v průběhu pokusu neztrácím (*úmrtí či únik jedinců, zničení či krádež nádoby*)



## Př. Mikrodistribuce meiofauny na prameništi

- 4 mezohabitaty
- rám 1x1 m se sítí 10x10 cm
- umístění rámu na střed mezohabitatu
- losování souřadnic x,y
- 9 vzorků z každého mezohabitatu
- 3 přebírači → bloky: pro každého se náhodně vybere třetina vzorků z každého čtverce

