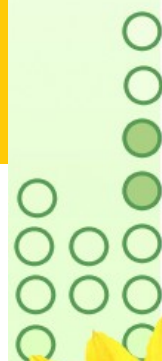
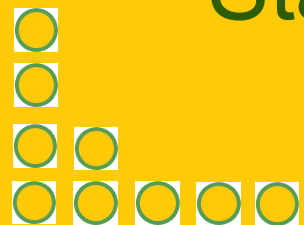




Statistické hodnocení biodiverzity

Danka Haruštiaková, Jiří Jarkovský

Institut biostatistiky a analýz, Masarykova univerzita, 2016



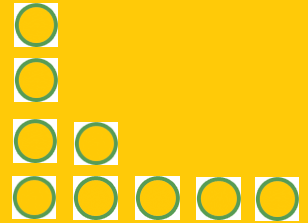
Program kurzu

- Biodiverzita jako pojem
- Data pro analýzu biodiverzity a jejich vizualizace
- Indexy diverzity a jejich statistická spolehlivost
- Species-abundance křivky a stochastické modely
- Niche-oriented species - abundance modely
- Metody hodnocení β diverzity – podobnost společenstev
- Metody hodnocení β diverzity – metody shlukové analýzy
- Metody hodnocení β diverzity – ordinační metody
- Metody hodnocení β diverzity – kanonické ordinační metody
- Případové studie
- Kolokvium





I. Biodiverzita jako pojem



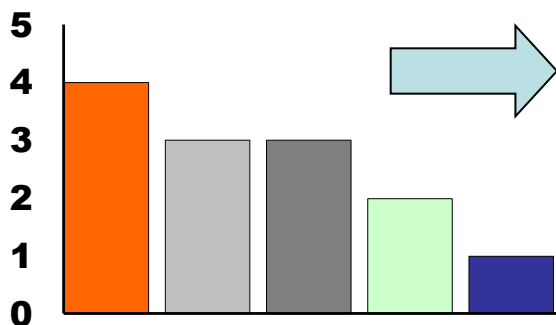
Biodiverzita ?

- ◆ Místo na Zemi → žijí zde organismy, tj. je zde biodiverzita → jak ji popsát, vysvětlit a co to znamená ?

- Dvě složky biodiverzity:
 - I. Různorodost – počet různých organismů (kvalita)
 - II. Relativní abundance – poměr výskytu organismů (kvantita)



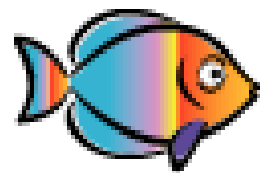
5



Proč ?



Definice biodiversity I

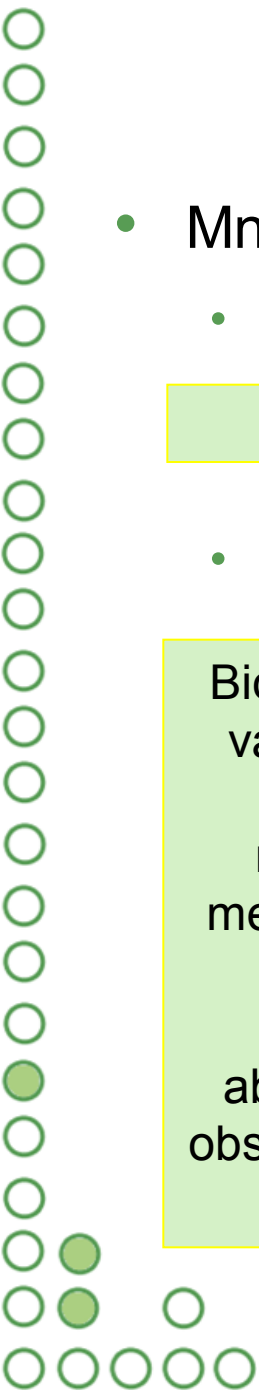
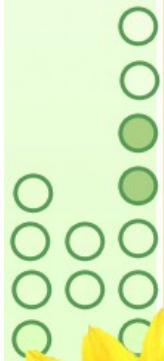


- Mnoho definic biodiversity 😊
 - Nejjednodušší:

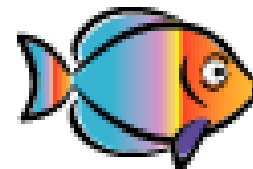
Počet druhů (druhovú bohatost) (Fiedler and Jain, 1992)

- Komplexní definice:

Biodiversity is an attribute of an area and specifically refers to the variety within and among living organisms, assemblages of living organisms, biotic communities, and biotic processes, whether naturally occurring or modified by humans. Biodiversity can be measured in terms of genetic diversity and the identity and number of different types of species, assemblages of species, biotic communities and biotic processes, and the amount (e.g., abundance, biomass, cover, rate) and structure of each. It can be observed and measured at any spatial scale ranging from microsites and habitat patches to the entire biosphere (DeLong, 1996)



Definice biodiverzity II

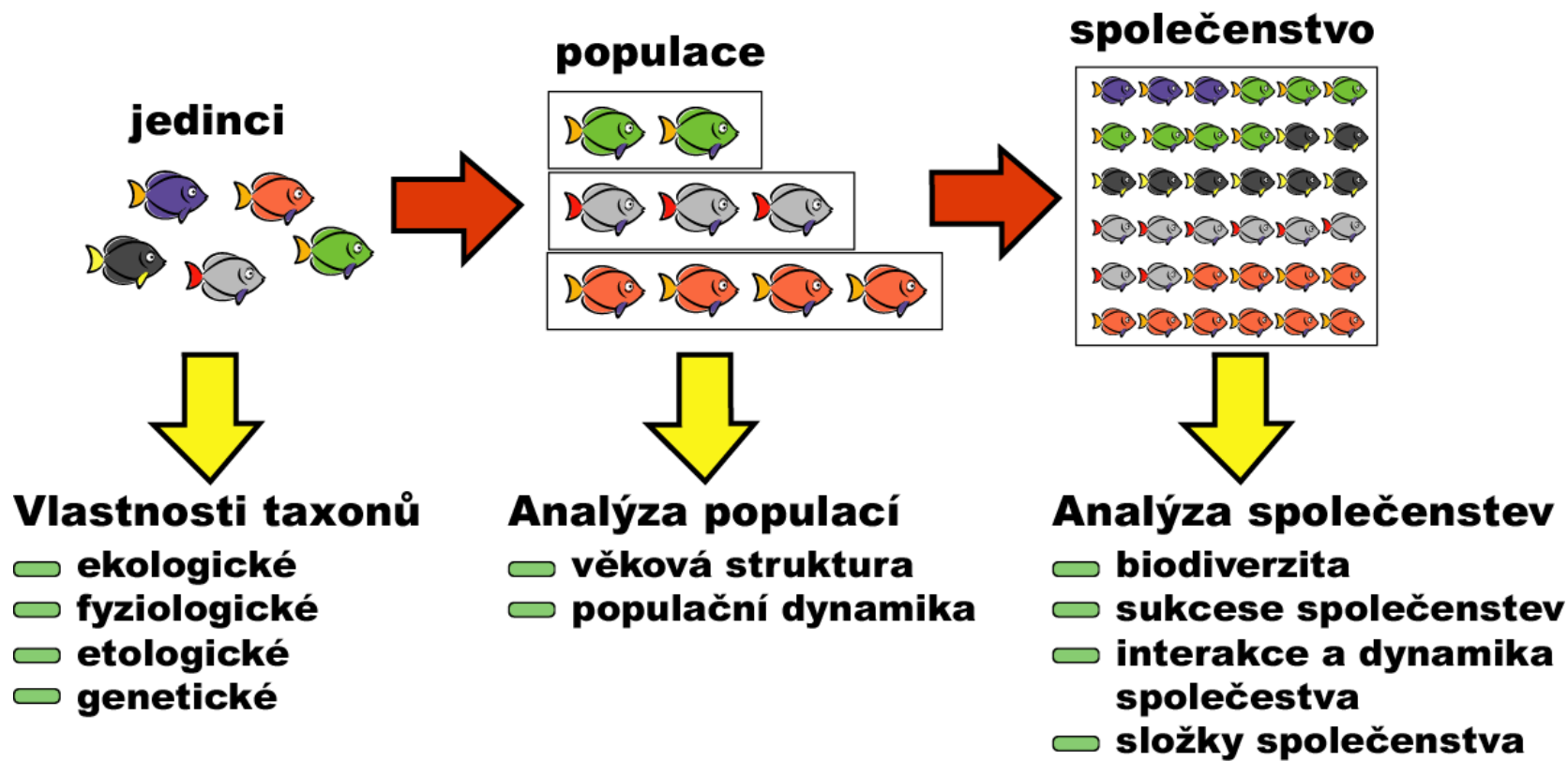


- Biodiverzita je odrazem pestrosti organismů
- V zcela nejjednodušším významu odpovídá biodiverzita počtu druhů
- V složitějším významu odráží také relativní abundance taxonů, tj. strukturu společenstva
- Kromě druhového složení je možné popisovat diverzitu i na nižší nebo vyšší úrovni než je organismus
 - Příkladem nižší úrovně může být např. genetická diverzita druhu
 - Příkladem vyšší úrovně jsou např. ekologické skupiny organismů
- V celkovém důsledku ji lze definovat jako komplexní pohled (taxonomický, ekologický, genetický) na složení společenstva organismů



Jedinci, populace a společenstva

- Teoretickou minimální jednotkou v ekologii je jedinec druhu



Typy biodiverzity

- Na biodiverzitu můžeme nahlížet z různých pohledů:
 - Taxonomická diverzita – výskyt a četnost jedinců druhů nebo jiných taxonomických jednotek



- Genetická – výskyt různých kombinací alel v populacích organismů

aa Aa AA



- Ekologická/funkční – funkce, kterou organismy vykonávají v rámci společenstva (predátor, parazit, dekompozitor, sesilní mobilní organismy atd.)



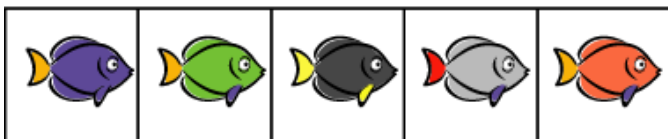
- Fyziologická/biochemická diverzita – způsoby a biochemické dráhy používané organismy k zpracování substrátu



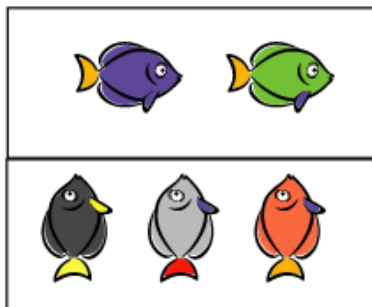
Různorodost organismů (kvalita)

- Určení minimální kvalitativní jednotky odpovídá typu biodiverzity, kterou chceme postihnout

Taxonomie



Skupiny - ekologie, etologie, fyziologie



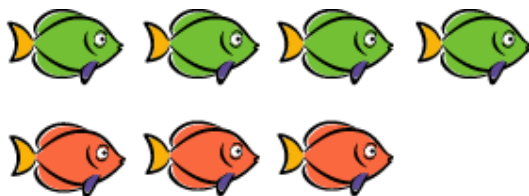
- ◆ Použití různých typů rozdělení organismů poskytuje různé pohledy na složení a typ jejich společenstva, proto je vhodné použít při hodnocení více možností kvalitativního přístupu
- ◆ V případě některých organismů lze použít pouze určité přístupy k jejich biodiverzitě (např. z důvodu nedostatku informací nebo nemožnosti některých postupů)



Kvantita organismů

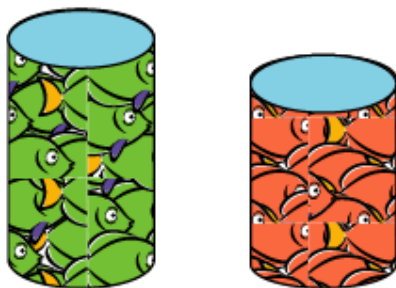
- Kvantita organismů může být měřena různými způsoby

Počty

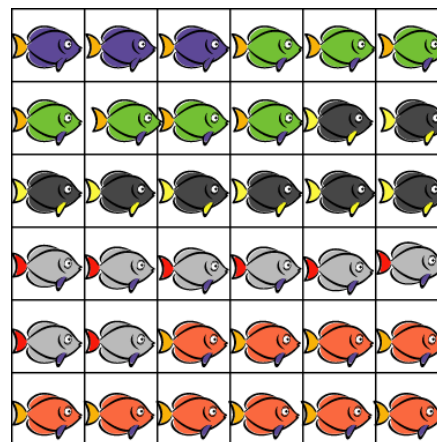
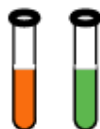


- ◆ Různé způsoby měření mají použití pro určité typy organismů nebo za určitých situací
- ◆ Kvantita organismů odráží obsazení prostředí organismy – lze analyzovat vzhledem k parametrům a historii daného prostředí

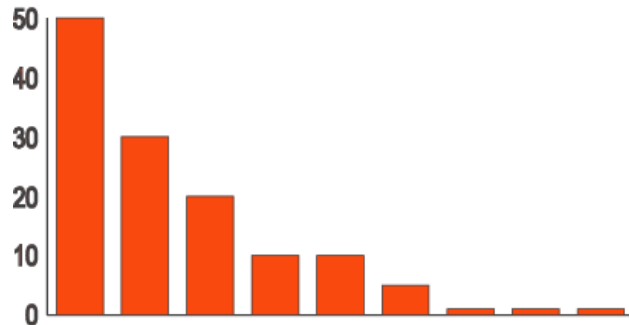
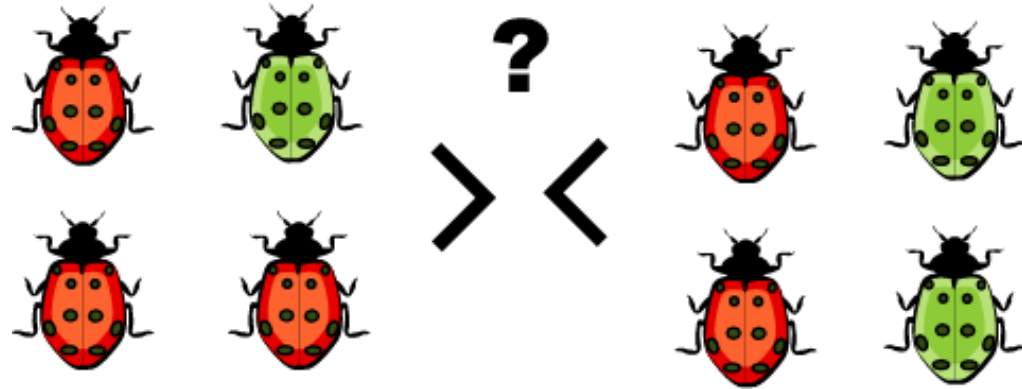
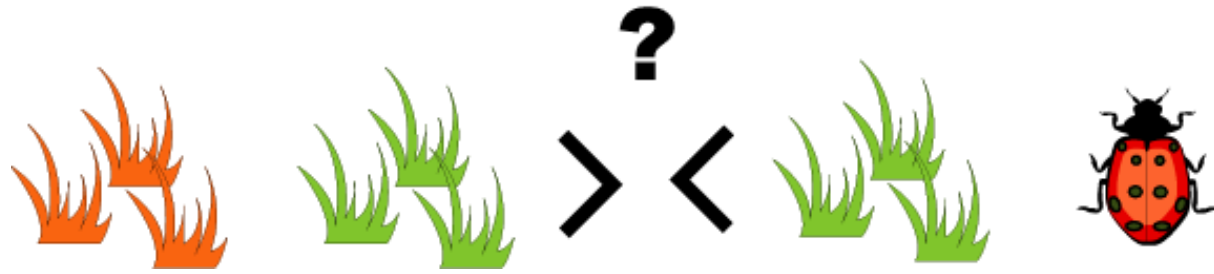
Biomasa



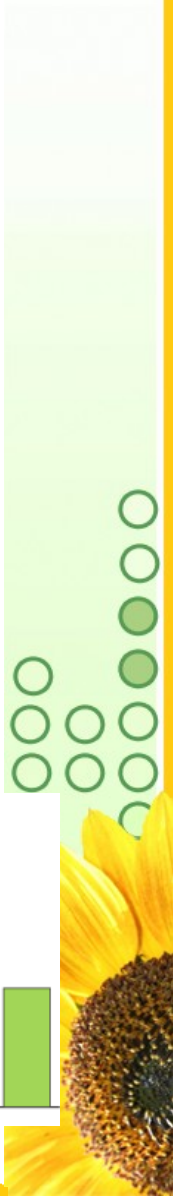
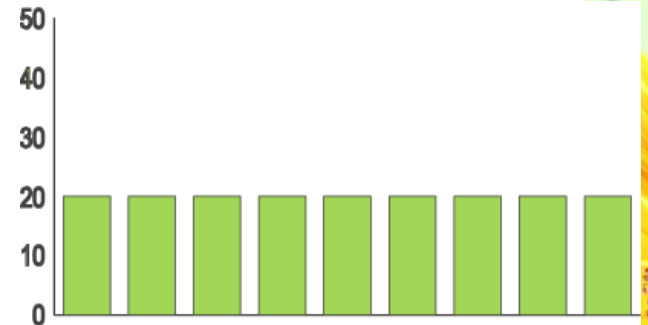
Aktivita



Problémy s biodiverzitou – co znamená větší diverzitu ?



?



Biodiverzita v současné biologii a environmentálních vědách

Biodiverzita je jedním z klíčových konceptů v biologii, který je definován na více úrovních ...

Geny

Jedinci

Populace

Druhy

Společenstva

Ekosystémy

... a velice vhodný pro bioindikaci

Vlivy minulosti

Vlivy trvalé expozice

Následek expozice nízkými dávkami

Následek vztahů ve společenstvu

Biodiverzita nese velice užitečnou informaci i v případě, kdy „krátkodobé“ metody zlyhají (biotesty, chemické analýzy)



Biologická společenstva jako typický endpoint na úrovni ekosystému

VÝHODY



NEVÝHODY

Dlouhá „paměť“

Interpretace na úrovni ekosystému

Vztah k fungování a stabilitě ekosystému

End-point s evolučním pozadím

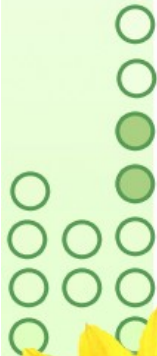
Časovo náročné měření

Problém s reprezentativním vzorkováním

Závislé na expertech (taxonomisté, ...)

Dlouhodobá reprezentativní data potřebná pro srovnávání

Diverzita = variabilita: mnoho maskujících efektů



Biologická společenstva jako typický endpoint na úrovni ekosystému

NEVÝHODY

Časovo náročné měření

Problém s reprezentativním vzorkováním

Závislé na expertech (taxonomisté, ...)

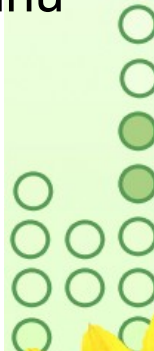
Dlouhodobá reprezentativní data potřebná pro srovnávání

Diverzita = variabilita: mnoho maskujících efektů

NÁSLEDKY V BIOMONITORINGU

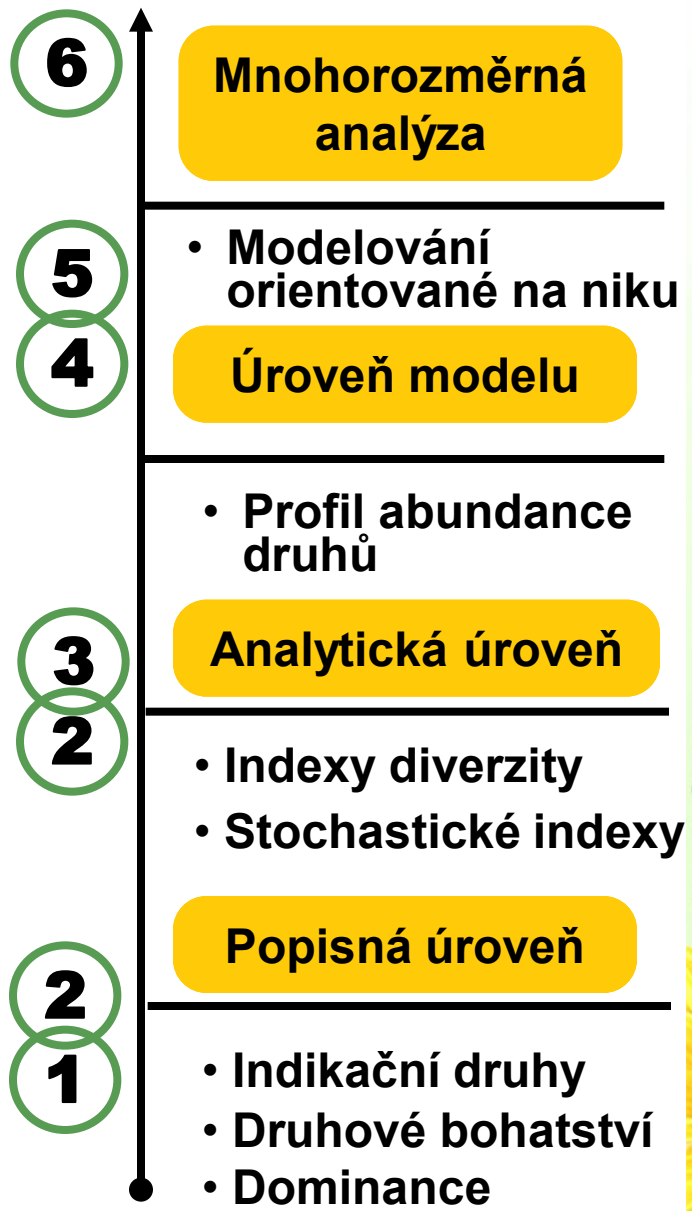
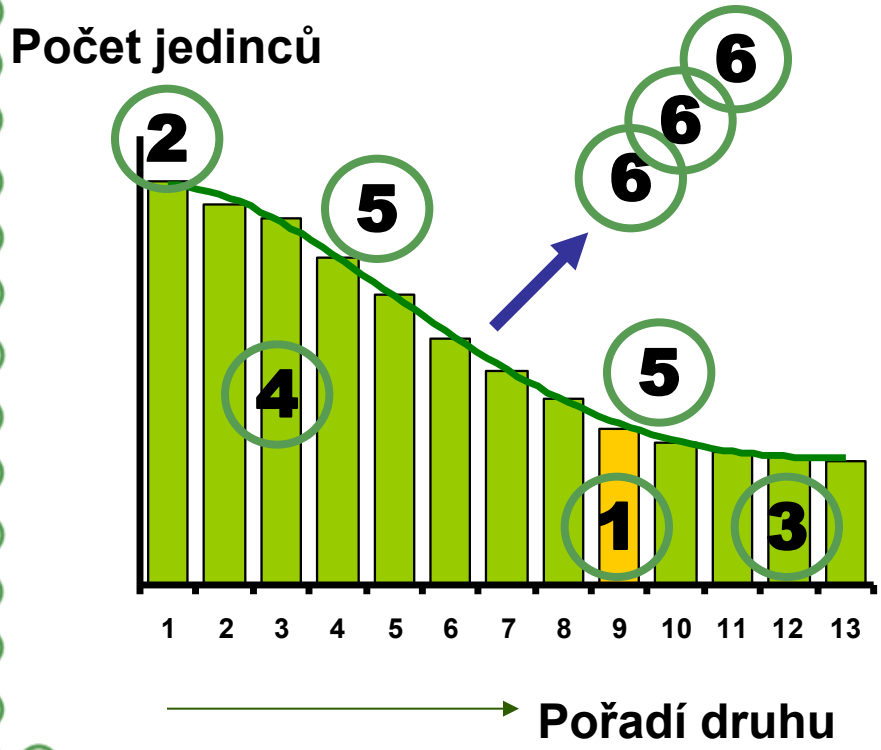
Trend zjednodušit dizajn studie nebo redukovat počet hodnocených druhů

Hledání indikačních druhů složek společenstev, citlivých na stres

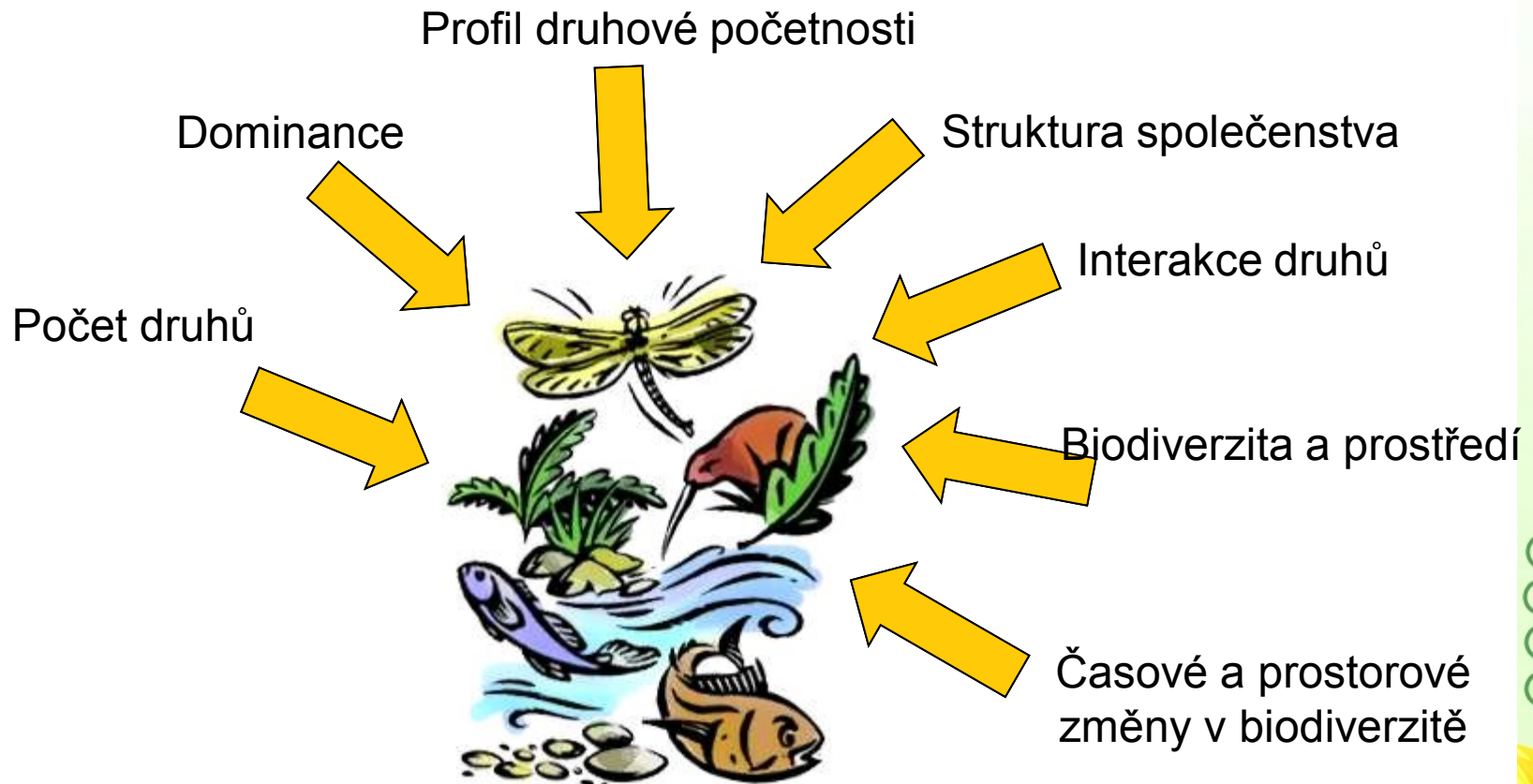


Biodiverzita jako endpoint v environmentálních studiích

Profil abundance druhů jako standardní výstup

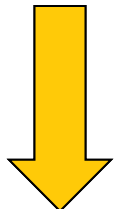
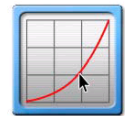


Otázky v analýze dat biodiverzity

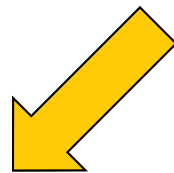
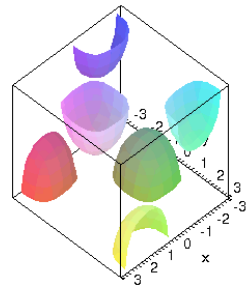


Metody analýzy biodiverzity

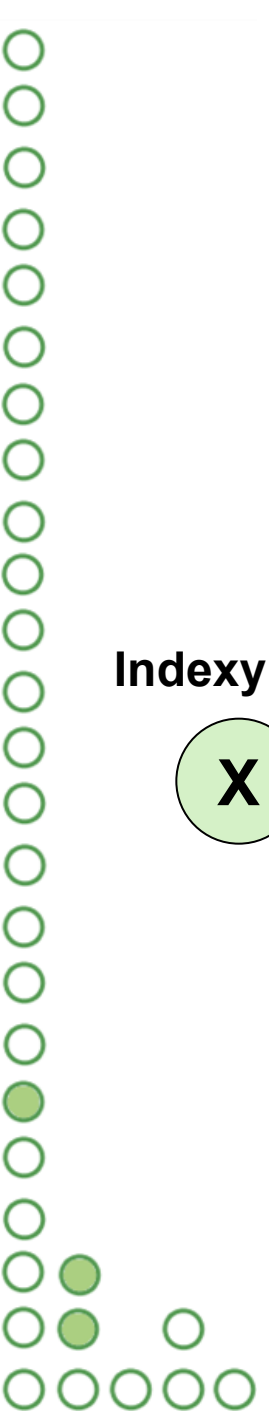
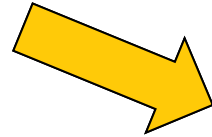
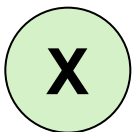
Modely druhové početnosti

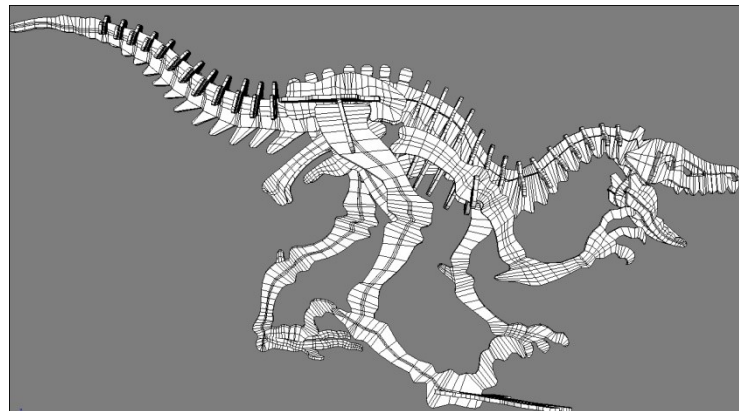


Vícerozměrná analýza

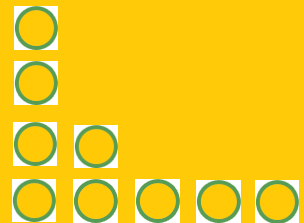


Indexy diverzity



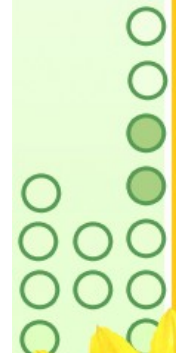


II. Biodiverzita a biostatistika



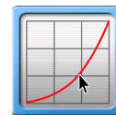
Vazba mezi biodiverzitou a biostatistikou?

- Co má společného analýza biodiverzity s klasickou biostatistikou?
 - Stejné základní principy
 - Vzorkování
 - Odhady
 - Testování významnosti
 - Analogie mezi „klasickou“ biostatistikou a analýzou biodiverzity
 - Popisná statistika
 - Modelová rozložení
 - Vícerozměrná analýza

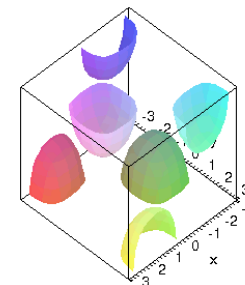


Metody analýzy biodiverzity

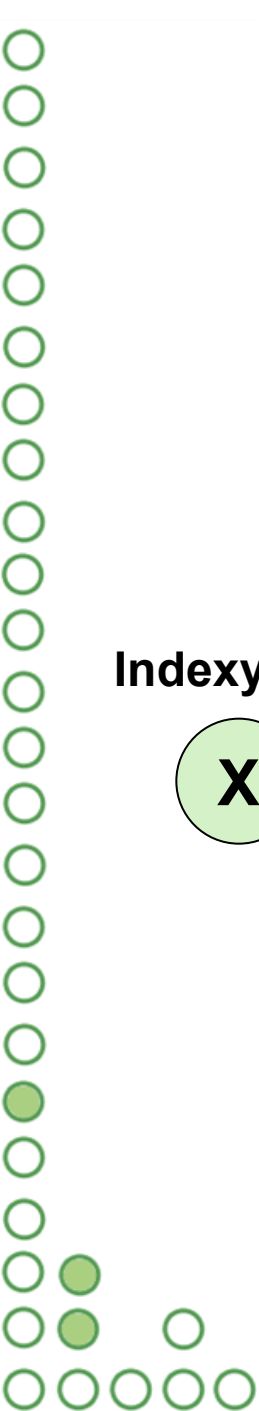
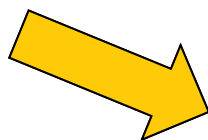
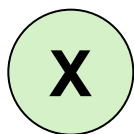
Species abundance modely



Vícerozměrná analýza



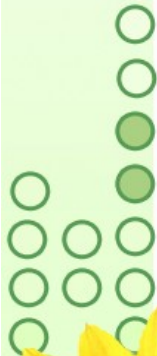
Indexy diverzity



Indexy diverzity: výhody a nevýhody

X

- Indexy diverzity je možné brát jako analogii k **popisné statistice**
- Celé společenstvo je agregováno **jediným číslem**, které reprezentuje **počet druhů a/nebo jejich dominanci ve společenstvu**
- Pro popisnou statistiku diverzity je možné získat intervaly spolehlivosti a dostupné jsou i statistické testy
- **Výhody:**
 - Měření diverzity v jediném čísle
- **Nevýhody:**
 - Redukce individuality taxonů
 - V některých případech nejasná interpretace (stejná hodnota indexu může být spočítána z velmi odlišných společenstev)



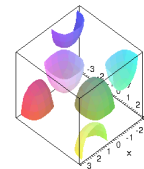
Species abundance models: výhody a nevýhody



- Mohou být pokládány za **analogii proložení statistického rozložení** v klasické biostatistice
- **Kvantitativní struktura** biologických společenstev (profil abundance taxonů) je **důsledkem ekologických procesů**
 - Modelový profil společenstva s ekologickou interpretací může být proložen s reálným profilem společenstva
- **Výhody:**
 - Analýza zahrnuje celý profil abundance ve společenstvu
 - Druhy jsou zastoupeny svým pořadím abundance (jde tedy o testování hypotézy vlivu ekologických procesů na kvantitativní strukturu společenstva)
- **Nevýhody:**
 - Ne zcela ujasněná metodika prokládání pozorovaných a očekávaných profilů abundance
 - Nedostatek ověřených informací o ekologických hypotézách spjatých s modely profilů abundance a jejich testování



Vícerozměrná analýza společenstev: výhody a nevýhody

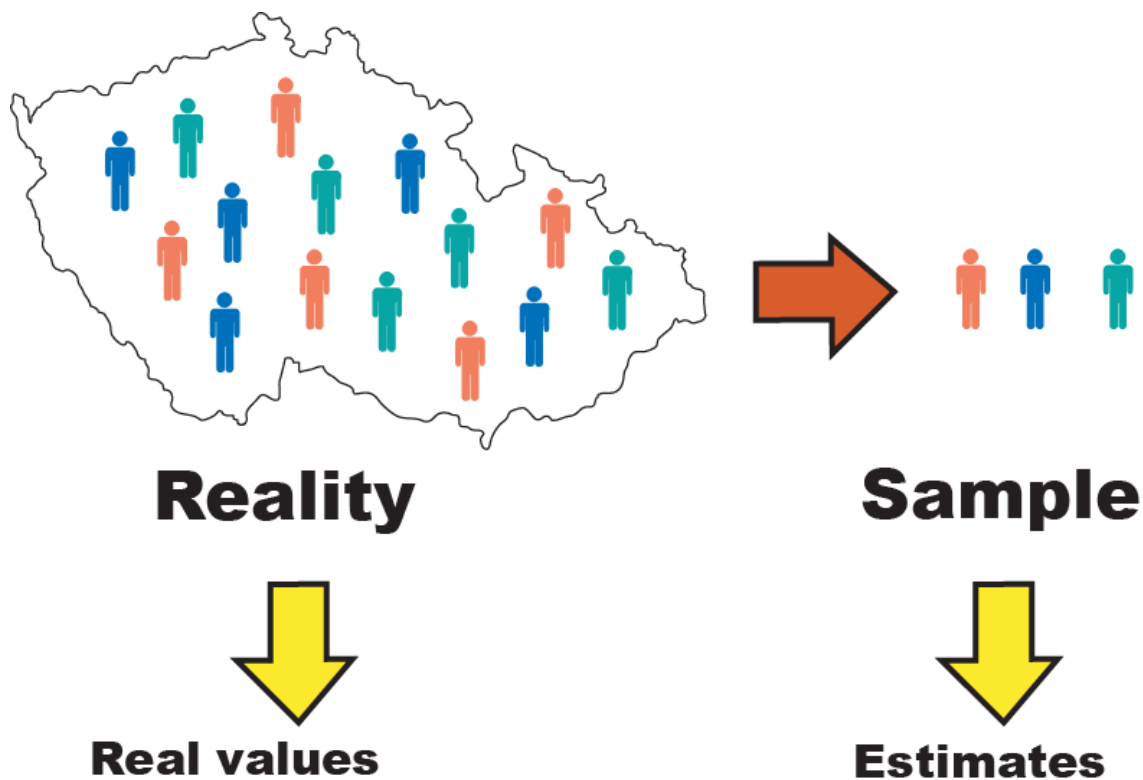


- Na data biodiverzity může být aplikována řada shlukovacích, ordinačních, regresních a klasifikačních vícerozměrných technik.
- Tyto metody hledají v rozsáhlých datech **vícerozměrné vzory společenstev** umožňující odpovědět na následující otázky:
 - Vztah druhů k prostředí
 - Prostorové vztahy
 - Interakce taxonů
- **Výhody:**
 - Shrnující výsledky postihující všechny aspekty dat
 - Identifikace skrytých interakcí a vztahů mezi proměnnými
- **Nevýhody:**
 - Náročné na data a metodiku
 - Vyžadují expertní znalosti jak v oblasti statistické metodiky, tak biologických společenstev, v opačném případě mohou vést k nesprávným závěrům a interpretacím



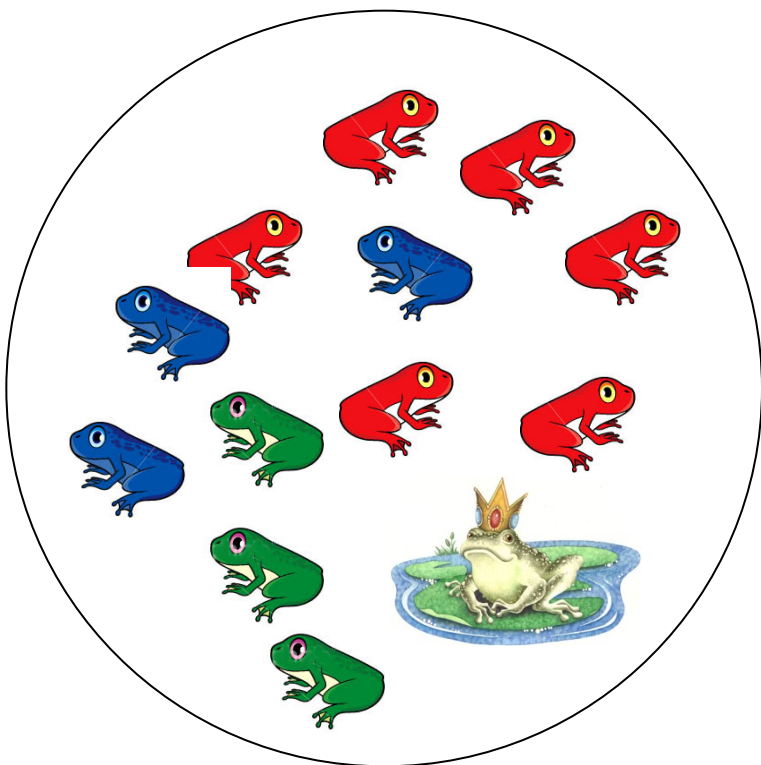
Vzorkování biodiverzity

- Stejné teoretické předpoklady jako jakékoliv jiné vzorkování
 - Náhodné a reprezentativní vzorkování
 - Korektní design experimentu a opakovatelnost vzorkování



Vzorkování a jeho význam ve statistice

- Statistika hovoří o realitě prostřednictvím vzorku!!!
 - Statistické předpoklady korektního vzorkování



Reprezentativnost: struktura vzorku musí maximálně reflektovat realitu

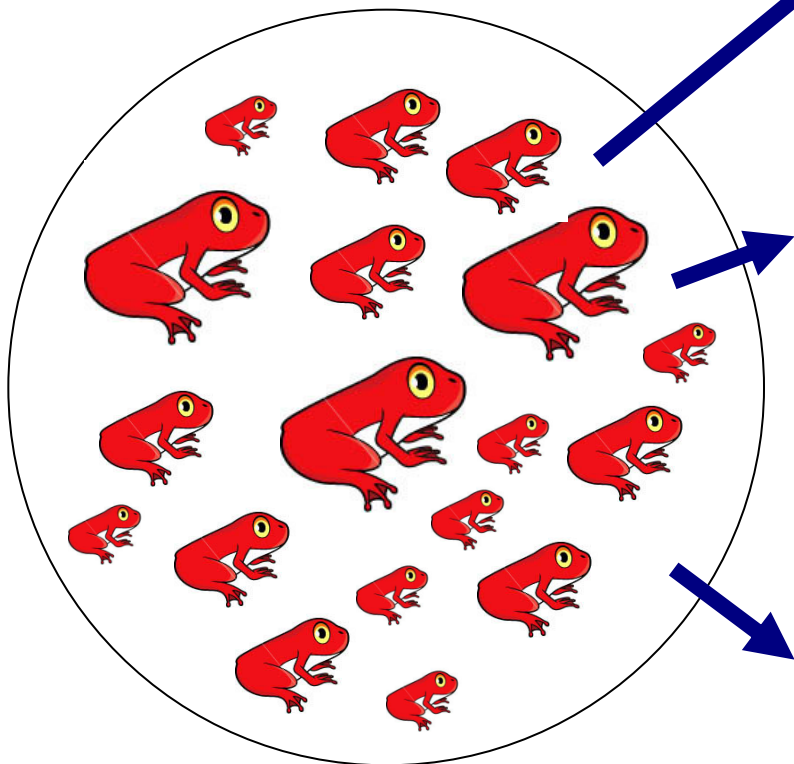


Nezávislost: několikanásobné vzorkování téhož objektu nepřináší ze statistického hlediska žádnou novou informaci



Velikost vzorku a přesnost statistických výstupů


Existuje skutečné rozložení
a skutečný průměr měřené
proměnné



Z jednoho měření nezjistíme nic

Vzorek:  → ?????

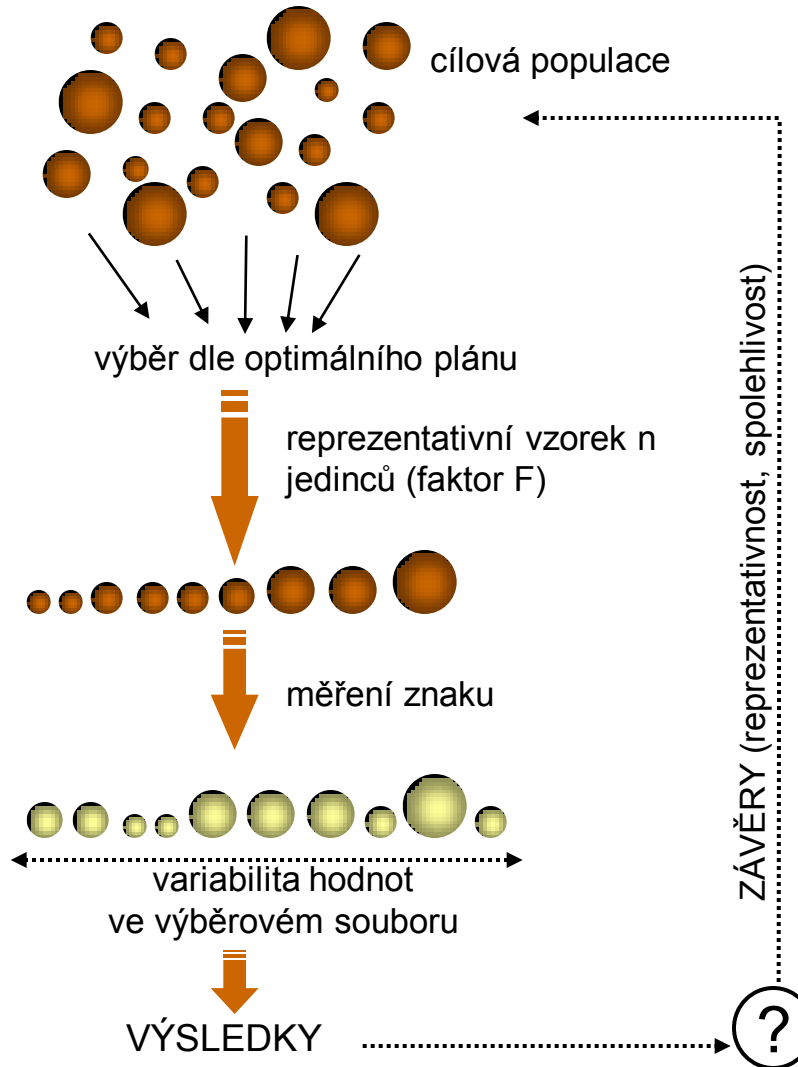
Vzorek určité velikosti poskytuje
odhad reálné hodnoty s definovanou
spolehlivostí

Vzorek:  → Odhad
průměru
atd.

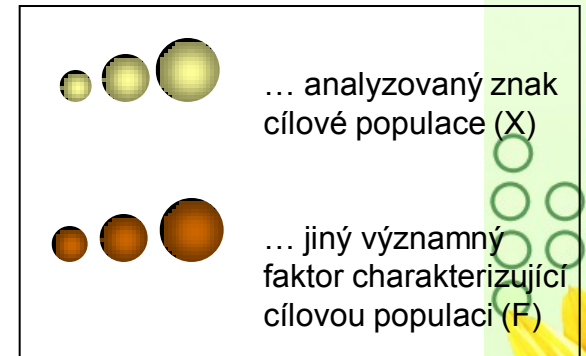
Vzorkování všech existujících
objektů poskytne skutečnou
hodnotu dané popisné statistiky,
nicméně tento přístup je ve většině
případech nereálný.

Experimentální design: nezbytná výbava biologa

Účel analýzy:
Popisný

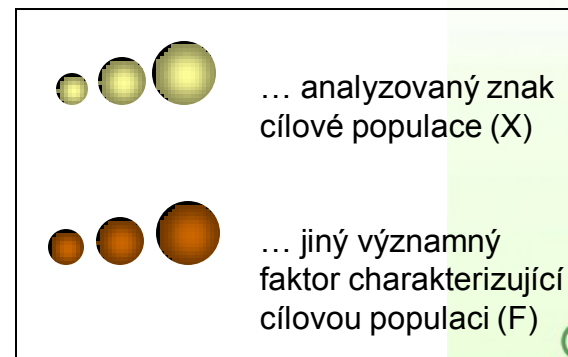
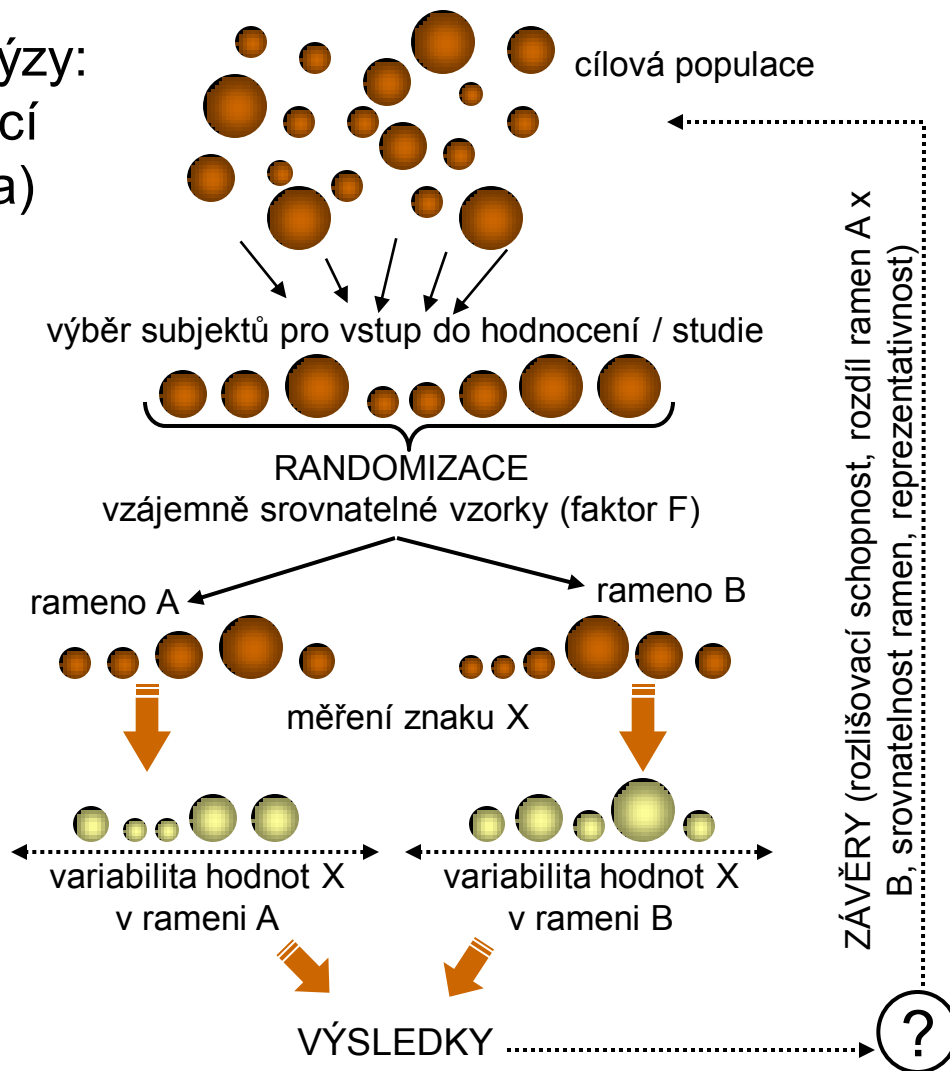


?
Reprezentativnost
Spolehlivost
Přesnost



Experimentální design: nezbytná výbava biologa

Účel analýzy:
Srovnávací
(2 ramena)



?
Srovnatelnost
Spolehlivost
Přesnost



Princip testování hypotéz

- Formulace hypotézy
- Výběr cílové populace a z ní reprezentativního vzorku
- Měření sledovaných parametrů
- Použití odpovídajícího testu → závěr testu
- Interpretace výsledků

