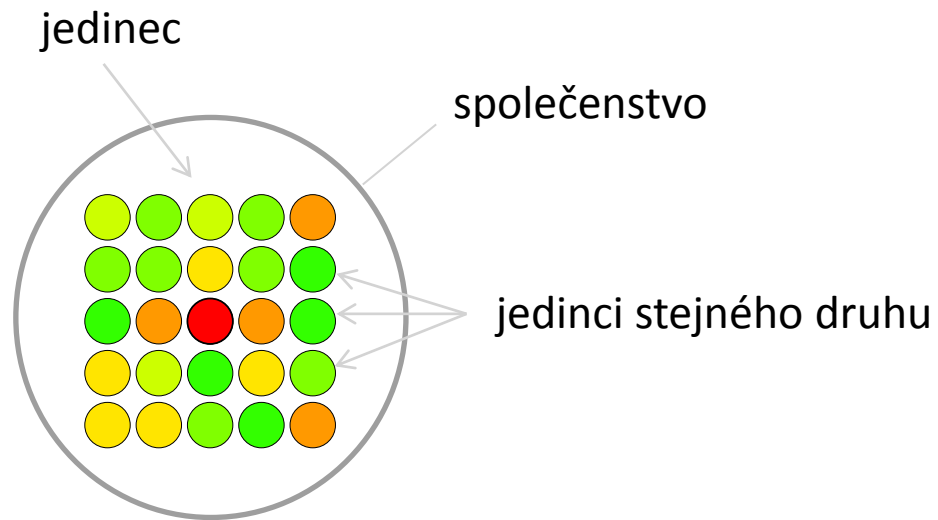


**EKOLOGICKÁ NEPODOBNOST**  
***(ECOLOGICAL DISSIMILARITY)***

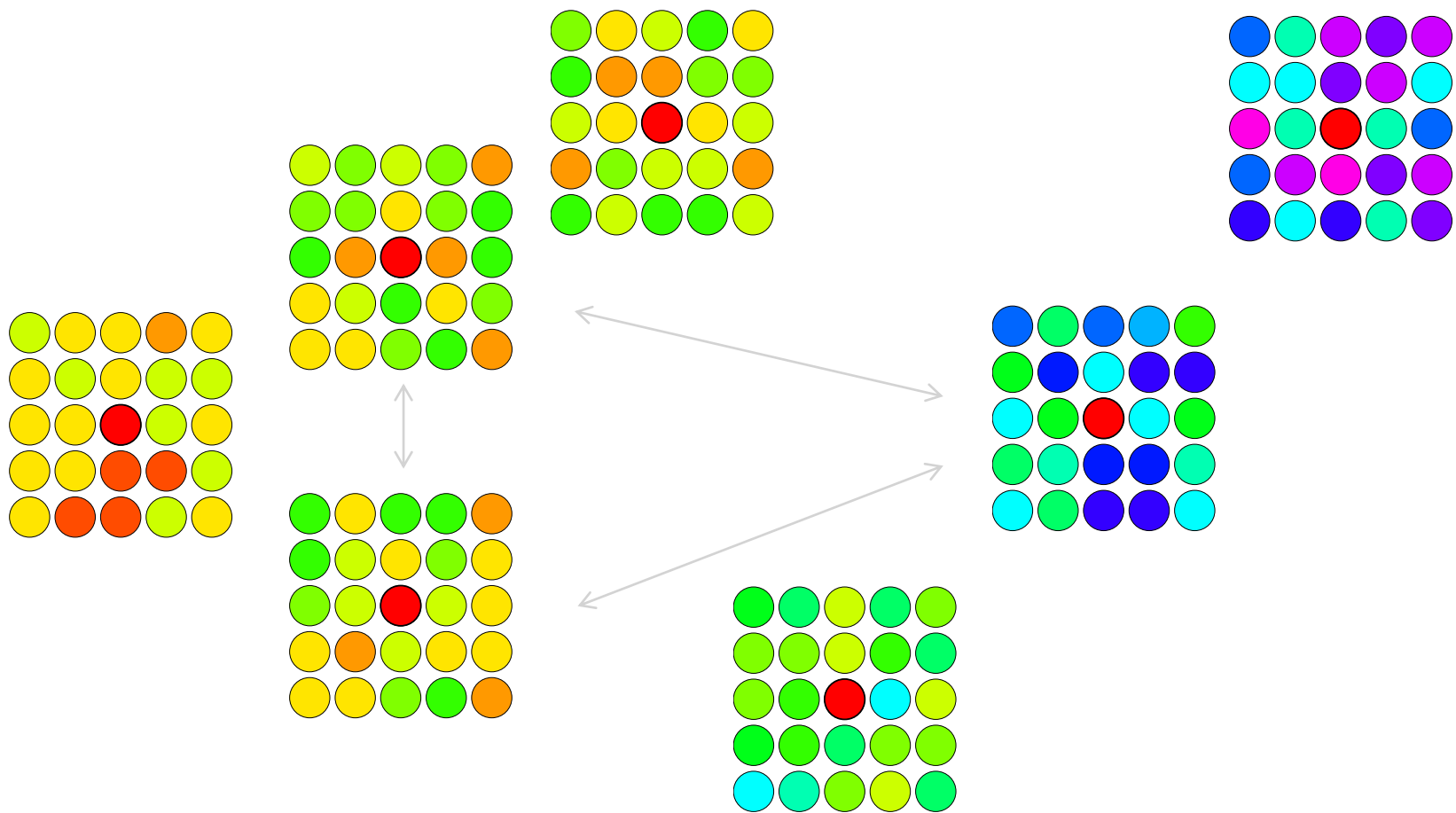
## VÍCEROZMĚRNÁ NEPODOBNOST (*MULTIVARIATE DISSIMILARITY*)

- Výpočet nepodobností (typicky mezi pozorováními) je prvním krokem mnohorozměrné analýzy
  - Výsledkem je matice nepodobností
- Nepodobnost (*dissimilarity*) je opak podobnosti (*similarity*)
  - $D = 1 - S$
- Vzdálenost = nepodobnost založená na **metrické** vzdálenosti
  - Lze zobrazit v prostoru (n-rozměrném)

# EKOLOGICKÁ NEPODOBNOST



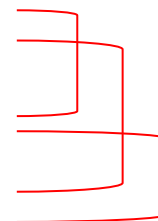
# EKOLOGICKÁ NEPODOBNOST



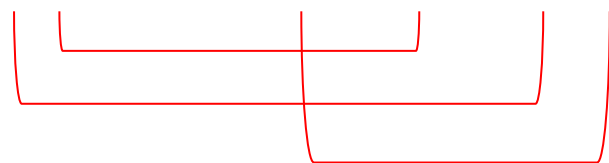
# EKOLOGICKÁ NEPODOBNOST

## Q VS R ANALÝZA

Vzorky	Druhy		
	druh 1	druh 2	druh 3
vzorek 1	0	1	1
vzorek 2	1	0	0
vzorek 3	0	4	4



vztahy mezi vzorky  
**Q analýza**



vztahy mezi druhy  
(nebo obecně mezi deskriptory)  
**R analýza**

# PODOBNOSTI X NEPODOBNOSTI (Q ANALÝZA)

## **Nepodobnosti a jejich koeficienty** (*dissimilarity coefficients*)

- slouží k umístění vzorků v mnohorozměrném prostoru
- nejnižší hodnota 0 – vzorky mají shodné vlastnosti
- hodnota se zvyšuje se zvyšující se nepodobností mezi vzorky

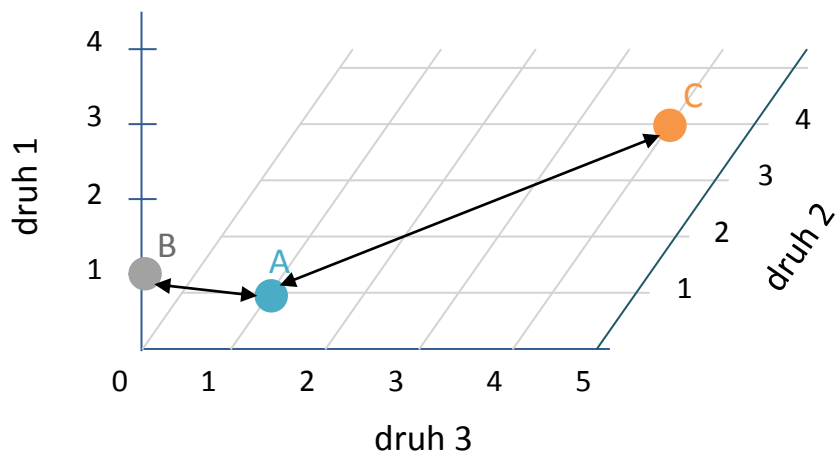
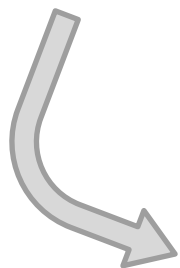
## **Indexy podobnosti** (*similarity coefficients*)

- slouží k vyjádření podobnosti mezi vzorky, ne k jejich umístění do mnohorozměrného prostoru (například ordinace)
- nejnižší hodnota 0 – vzorky nesdílejí žádný druh
- nejvyšší hodnota (1 nebo jiná) – vzorky jsou identické

# VZDÁLENOST – CO TO JE?

	druh 1	druh 2	druh 3
vzorek A	0	1	1
vzorek B	1	0	0
vzorek C	0	4	4

Párové Euklidovské vzdálenosti  
(jako bychom změřili pravítkem)



# EUKLIDOVSKÁ VZDÁLENOST

## PARADOX PŘI POUŽITÍ ABUNDANČNÍCH DAT

- při použití abundančních dat se může stát, že dva vzorky, které sdílí některé druhy (vzorky 1 a 3), budou mít větší vzdálenost než dva vzorky, které nesdílí ani jeden druh (vzorky 1 a 2)

Community matrix

	druh 1	druh 2	druh 3
vzorek A	0	1	1
vzorek B	1	0	0
vzorek C	0	4	4

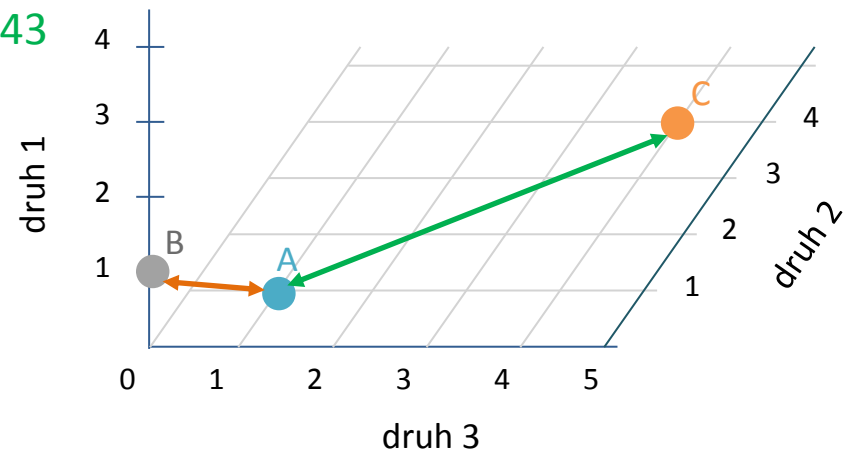
1,732

4,243



Dissimilarity matrix

	A	B	C
A	0	1.73	4.24
B	1.73	0	5.74
C	4.24	5.74	0





## INDEXY (NE)PODOBNOSTI (DIS-SIMILARITY COEFFICIENTS)

### kvalitativní vs kvantitativní

- **kvalitativní** – pro presenčně-absenční data
- **kvantitativní** – pro data vyjadřující abundance, počty aj.

### symetrické vs asymetrické

- **dvojité nepřítomnosti („double-zero“)** – počet druhů, které **chybí** zároveň v obou vzorcích, v kontrastu s počtem druhů které se vyskytují zároveň v obou vzorcích
- **symetrické** – dvojité nepřítomnosti hodnotí stejně jako dvojité přítomnosti (totiž že vyjadřují podobnost mezi vzorky)
- **asymetrické** – dvojité nepřítomnosti ignorují; nejčastější typ indexů podobnosti v ekologii

## PROBLÉM DVOJITÝCH NEPŘÍTOMNOSTÍ (*DOUBLE-ZEROS*)

Skutečnost, že druh je přítomen zároveň v obou snímcích znamená, že:

- vzorky leží uvnitř jeho ekologické niky

➔ lokality jsou si **podobné**

Naproti tomu skutečnost, že druh chybí zároveň v obou snímcích, může znamenat, že:

- vzorky leží mimo ekologickou niku druhu
  - nevíme ale, zda oba vzorky leží na stejné straně ekologického gradientu mimo niku druhu (a jsou si tedy docela **podobné**) nebo na stranách opačných (a jsou pak **úplně odlišné**)
- vzorky leží uvnitř ekologické niky druhu, ale druh se ve vzorku nevyskytuje, protože
  - se tam nedostal (*dispersal limitation*)
  - jsme ho přehlédli a nezaznamenali (*sampling bias*)
- Dvojitě nuly ale mohou být informativní u experimentálních dat a v opakovaných pozorováních
  - Např. orchideje vyhynuly po aplikaci hnoje na plochy v louce, kde předtím rostly

# PROBLÉM DVOJITÝCH NEPŘÍTOMNOSTÍ

(DOUBLE-ZERO PROBLEM)

	vlhkominý druh 1	vlhkominý druh 2	mezický druh 1	mezický druh 2	suchominý druh 1	suchominý druh 2
vzorek 1	1	1	0	0	0	0
vzorek 2	0	1	1	1	1	0
vzorek 3	0	0	0	0	1	1

- vzorky 1 až 3 jsou seřazeny podle vlhkosti stanoviště – vzorek 1 je nejvlhčí, vzorek 3 nejsušší
- vzorek 1 a 3 neobsahují ani jeden mezický druh – vzorek 1 je pro tyto druhy příliš vlhký, vzorek 3 příliš suchý
- **symetrické indexy** podobnosti: dvojitá nepřítomnost mezických druhů bude zvyšovat podobnost vzorků 1 a 3
- **asymetrické indexy**: dvojitě nepřítomnosti budou ignorovány

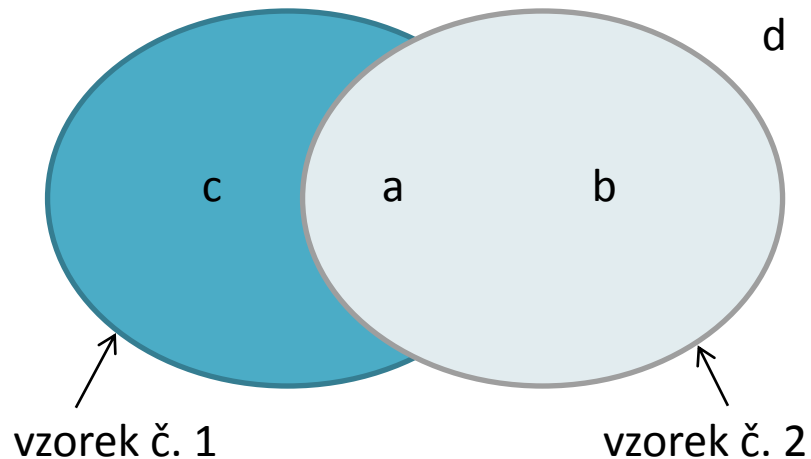
# INDEXY PODOBNOSTI PRO KVALITATIVNÍ DATA

druh je		ve vzorku č. 1	
		přítomen	nepřítomen
ve vzorku č. 2	přítomen	a	b
	nepřítomen	c	d

a – počet druhů přítomných v obou vzorcích

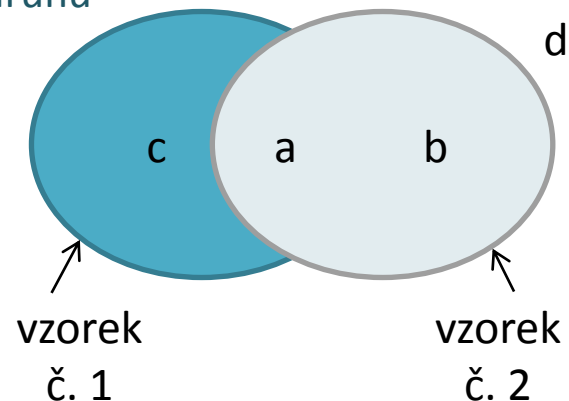
b, c – počet druhů přítomných jen v jednom vzorku

d – počet druhů, které chybí v obou vzorcích („double zeros“)



# INDEXY PODOBNOSTI PRO KVALITATIVNÍ DATA

- Jaccardův koeficient podobnosti
  - podíl shodných druhů ku počtu všech druhů zaznamenaných na páru lokalit
  - -> metrická distance
- Sørensenův koeficient
  - oproti Jaccardovi má společná přítomnost druhů (a) dvojnásobnou váhu
  - -> semimetrická distance (metrická je odmocnina)
  - binární forma Bray-Curtis indexu
- Simpsonův koeficient
  - vhodný pro vzorky s velmi rozdílnými počty druhů



# INDEXY (NE)PODOBNOSTI PRO KVANTITATIVNÍ DATA

## ○ *Percentage similarity*

$$PS_{x,y} = \frac{2W}{A+B} = \frac{2 \sum_{i=1}^p \min(x_i, y_i)}{\sum_{i=1}^p (x_i + y_i)}$$

- $W$  – počet jedinců v jednom vzorku,  $B$  – počet jedinců ve druhém vzorku
  - $x_i, y_i$  ... kvantita  $i$ -tého druhu ve srovnávaných vzorcích  $x$  a  $y$
  - má rozsah od 0 do 1
  - pro presenčně absenční data přechází v  $2a / (2a + b + c) = \text{Sørensen}$
  - velmi vhodný pro ekologická data
  - semimetrický (odmocnina je metrická)
- *percentage dissimilarity (PD, Bray-Curtis index) = 1-PS*

## NEPODOBNOSTI A PODOBNOSTI - PŘEVODY

- všechny metrické nebo semimetrické indexy podobnosti (kvalitativní i kvantitativní) lze převést na vzdálenosti

nebo

- kde  $D$  je vzdálenost (*distance*) a  $S$  je podobnost (*similarity*)
  - odmocninový převod se používá například pro Sørensenův koeficient – zajistí, že vzniklá distance je metrická
- naopak to ale vždy neplatí
    - např. převod Euklidovské vzdálenosti na podobnost lze provést jen na relativní škále

# VZDÁLENOSTI MEZI VZORKY (*DISTANCE MEASURES*)

- Euklidovská vzdálenost (*Euclidean distance*)
  - rozsah: od 0 (identické vzorky), horní mez není dána
  - rozsah hodnot výrazně záleží na použitých jednotkách
  - míra citlivá na odlehlé body
  - **symetrická míra vzdálenosti – trpí problémem dvojitých nul**
- tětivová vzdálenost (*chord distance, relativized Euclidean distance*)
  - Euklidovská vzdálenost použitá na datech standardizovaných přes vzorky (method = „normalize“, MARGIN = 1 ve funkci decostand)
  - rozsah: od 0 (identické vzorky) do  $2^{1/2}$  (vzorky nesdílí žádný druh)
  - **netrpí problémem dvojitých nul**
- Hellingerova vzdálenost (*Hellinger distance*)
  - Euklidovská vzdálenost aplikovaná na data po aplikaci Hellingerovy standardizace
  - **netrpí problémem dvojitých nul**
  - vlastně tětivová vzdálenost vypočítaná na odmocninách abundancí
- Chi-kvadrát vzdálenost (*chi-square distance*)
  - málokdy se používá přímo na výpočet vzdálenosti mezi vzorky
  - **netrpí problémem dvojitých nul**
  - vyjadřuje vzdálenost mezi vzorky v unimodálních ordinačních metodách (např. v korespondenční analýze, CA)



# INDEXY (NE)PODOBNOSTI MEZI DRUHY (R ANALÝZA)

V kolika vzorcích je ...		druh č. 1	
		přítomen	nepřítomen
druh č. 2	přítomen	a	b
	nepřítomen	c	d

- Diceův index
  - stejný jako Sørensenův index pro podobnost mezi vzorky
  - uveden dříve než Sørensen (Dice 1945 vs Sørensen 1948)
- Pearsonův korelační koeficient  $r$ 
  - není vhodný pro data s velkým počtem nul, ani po transformaci
- phi-koeficient
  - Pearson  $r$  na kvalitativních datech – ten je naopak velmi vhodný
- Lze použít i chi-kvadrát distanci

# MATICE (NE)PODOBNOSTÍ MEZI VZORKY (NEBO DRUHY)

- je symetrická (podobnost mezi 2. a 3. snímkem = podobnost mezi 3. a 2. snímkem)
- diagonála obsahuje pouze nuly (matice nepodobností) nebo pouze jedničky (matice podobností)
- $V R - dist$  objekt: pouze oblast pod diagonálou

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	12.37	11.70	17.92	13.86	10.58	11.92	10.54	13.82	15.59
2	12.37	0	11.14	13.34	16.58	13.96	9.64	13.56	13.64	13.42
3	11.70	11.14	0	14.42	16.16	11.53	10.34	13.71	14.90	13.78
4	17.92	13.34	14.42	0	18.36	15.78	9.64	17.03	14.42	7.48
5	13.86	16.58	16.16	18.36	0	13.71	14.49	9.00	14.04	15.46
6	10.58	13.96	11.53	15.78	13.71	0	11.31	11.87	10.54	12.85
7	11.92	9.64	10.34	9.64	14.49	11.31	0	13.82	12.77	9.43
8	10.54	13.56	13.71	17.03	9.00	11.87	13.82	0	10.95	14.35
9	13.82	13.64	14.90	14.42	14.04	10.54	12.77	10.95	0	10.39
10	15.59	13.42	13.78	7.48	15.46	12.85	9.43	14.35	10.39	0

matice Euklidovských vzdáleností mezi 10 vzorky

# MATICE NEPODOBNOSTÍ (BRAY-CURTIS) V R (DATASET BÍLÉ KARPATY)

	CMA	CEM	CMI	HUP	HUS	JAZ	KAZ	KOR	LES1
CEM	0.3990148								
CMI	0.4188563	0.5626911							
HUP	0.8827586	0.8534923	0.8080000						
HUS	0.8284672	0.8126126	0.8077572	0.4752852					
JAZ	0.7668919	0.6594324	0.5102041	0.7719298	0.8252788				
KAZ	0.9366667	0.9242175	0.8852713	0.7439446	0.7582418	0.8881356			
KOR	0.8747764	0.8162544	0.8178808	0.7355680	0.7386139	0.8324226	0.6804309		
LES1	0.8945455	0.8563734	0.8218487	0.8143939	0.7983871	0.8000000	0.8284672	0.6765286	

# MANTELŮV TEST

- Testuje korelaci mezi dvěma (stejně velkými) maticemi (ne)podobností
  - Spočte Pearson  $r$  na základě hodnot nepodobností matic
  - Testuje pomocí permutačního testu
    - Permutuje se pořadí vzorků v jedné z matic a spočte se permutované  $r$
    - To se provede mnohokrát -> nulová distribuce  $r$
    - děleno celkovým počtem
  - $P = k/(n+1)$ 
    - $k$  je počet permutací, kdy permutované  $r \geq$  skutečné  $r$
    - $n$  je celkový počet permutací (typicky 999 nebo 9999)
- Poměrně „primitivní“ metoda
- Lze použít třeba na testování korelace mezi prostorovou vzdáleností a nepodobností společenstev