

NEPŘÍMÉ ORDINACE CA, DCA, PCoA A NMDS



KORESPONDENČNÍ ANALÝZA

CORRESPONDENCE ANALYSIS (CA)

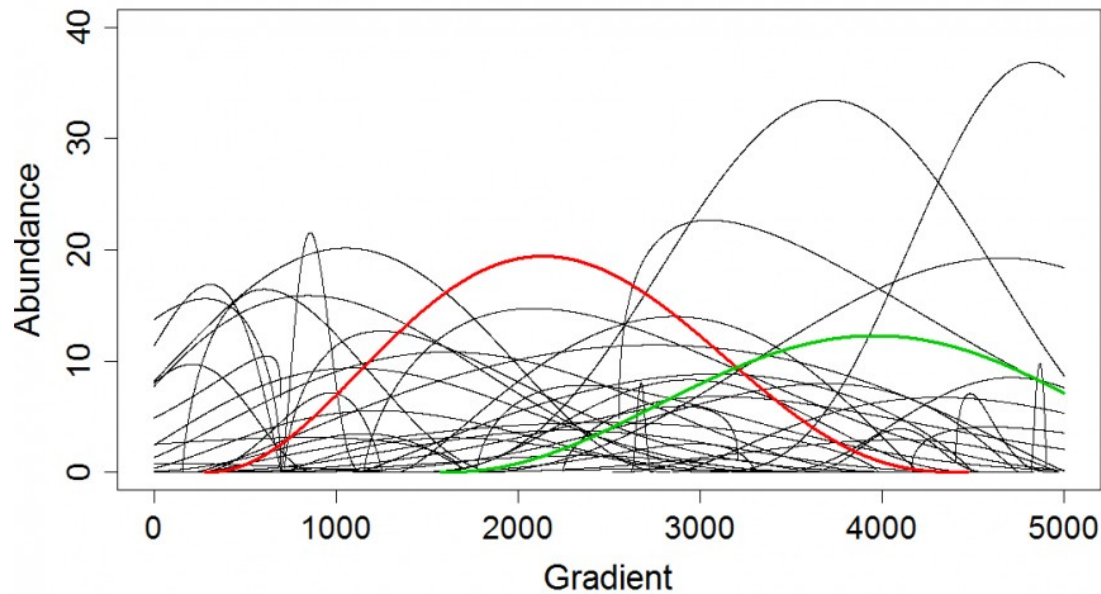
- založena na konceptu niky (Hutchinson 1957)
 - druhy vykazují unimodální odpověď na ekologické gradienty, optima druhů stejně jako jejich niky se vzájemně liší
 - CA hledá takové gradienty, na nichž se niky druhů maximálně separují
- zachovává X^2 (chi kvadrát) vzdálenosti
 - odráží rozdíly v relativním zasoupení druhů vážené celkovou početností
 - Netrpí problémem dvojitých absencí (double zeros)
 - možné použít na přímá data početností
 - nesmí být negativní hodnoty a prázdné vzorky
 - V ekologii CA zavedena Markem Hillem v roce 1973 pod názvem *reciprocal averaging* – což je algoritmus, který se používá pro konstrukci ordinačních os



SIMULOVANÁ DATA

JEDEN EKOLOGICKÝ GRADIENT

- simulovaný gradient dlouhý 5000 jednotek
- 300 druhů s unimodální odpovědí, různými šířkami nik
- 500 vzorků náhodně rozmístěných podél gradientu

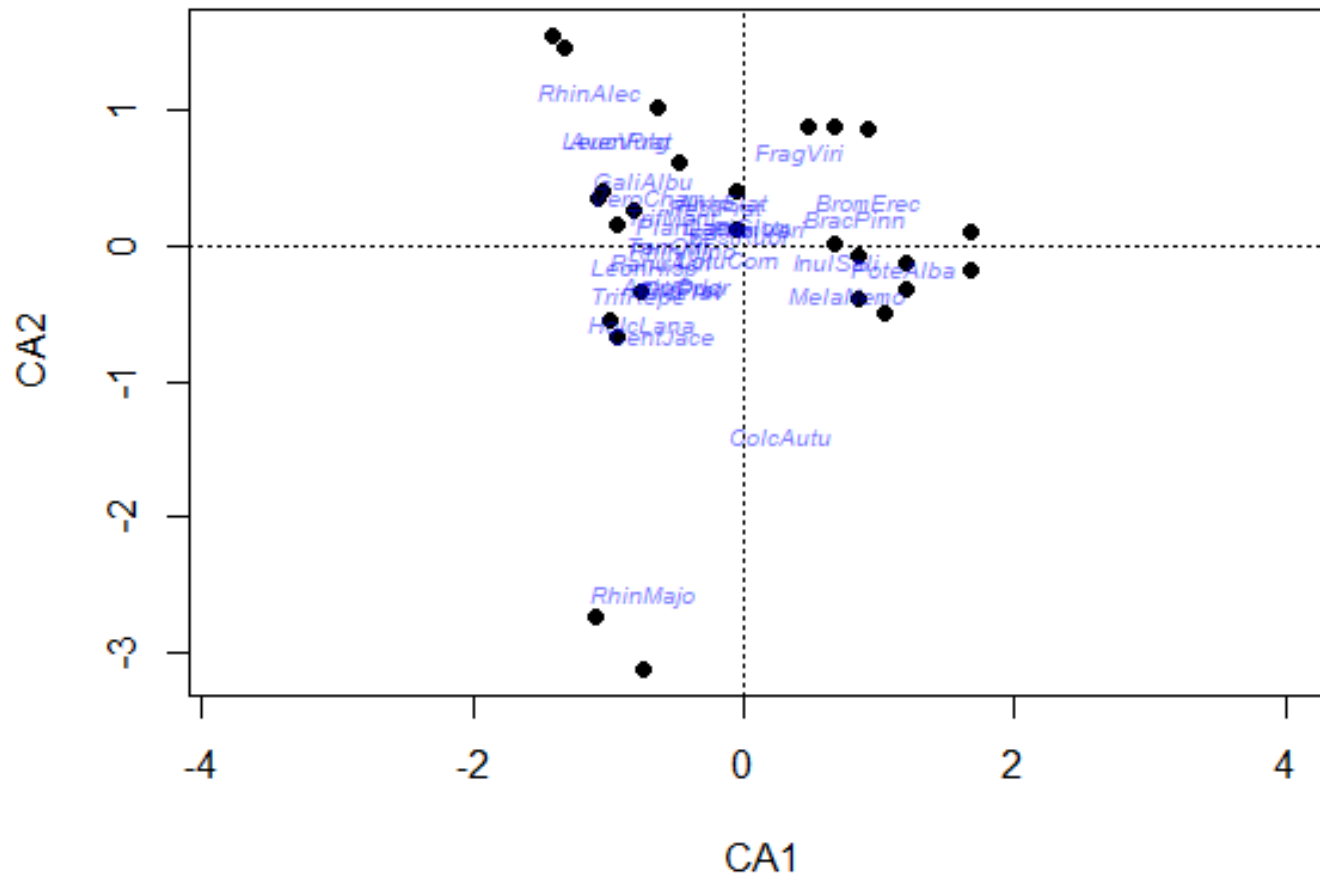


CA ŠKÁLOVÁNÍ

- stejně jako u PCA 2 častá škálování
 - 1 – zaměřeno na vzorky, umístění vzorků odpovídá váženému průměru druhů, jsou zachovány X^2 vzdálenosti mezi vzorky
 - 2 – zaměřeno na druhy, umístění druhů odpovídá váženému průměru vzorků, zachovává X^2 vzdálenosti mezi druhy



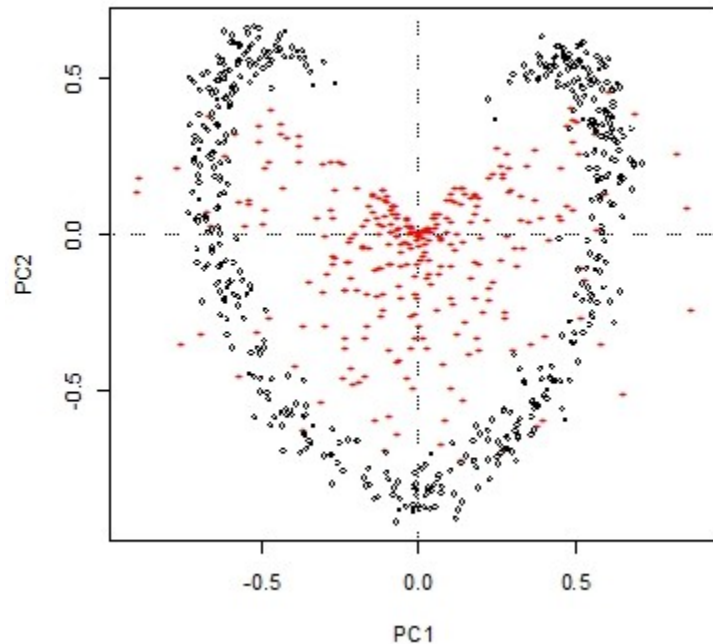
CA – ORDINAČNÍ DIAGRAM (DRUHY A VZORKY)



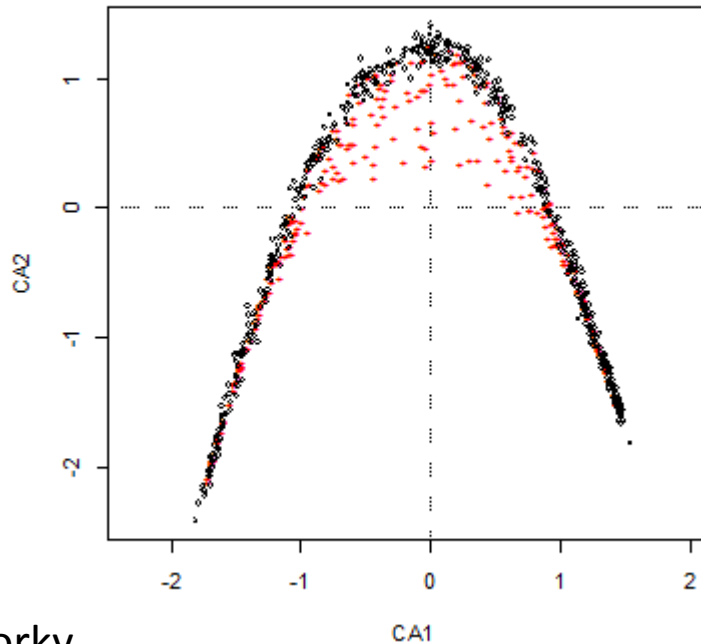
ARTEFAKTY NEPŘÍMÝCH ORDINACÍ

SIMULOVANÁ DATA

PCA - podkova



CA - oblouk



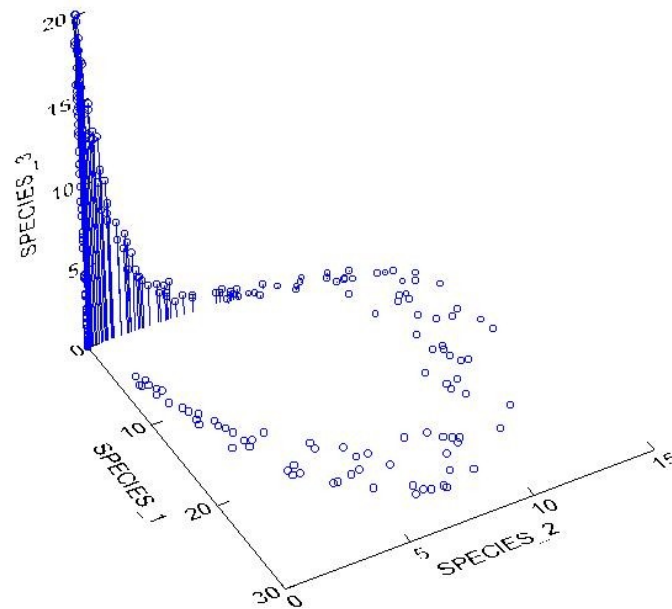
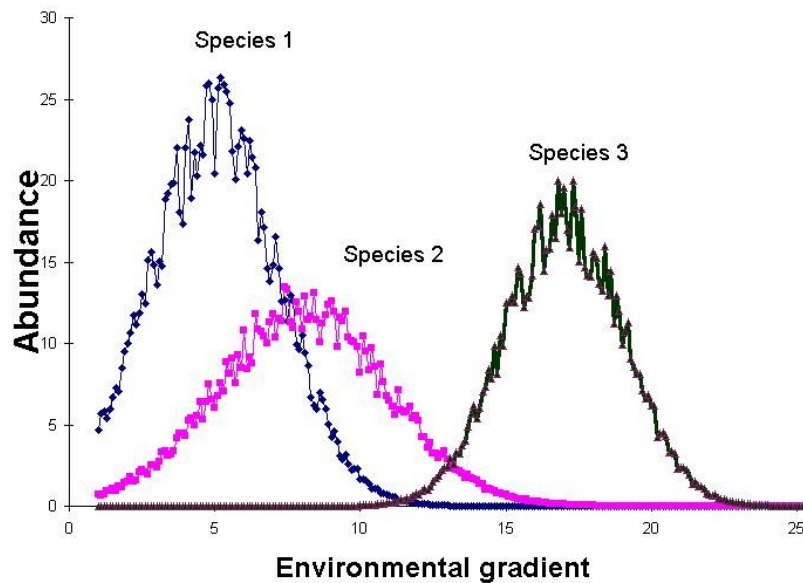
o vzorky
+ druhy



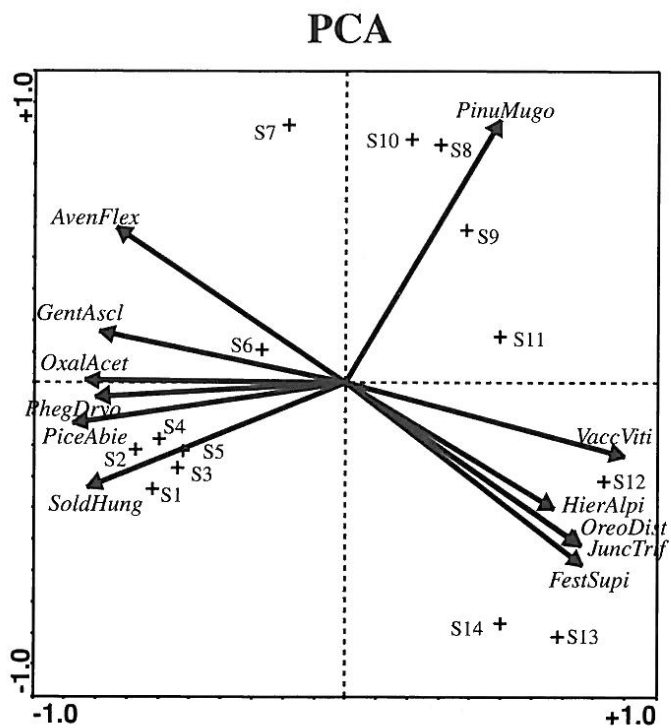
ARTEFAKTY V ORDINACÍCH

PŘÍČINY

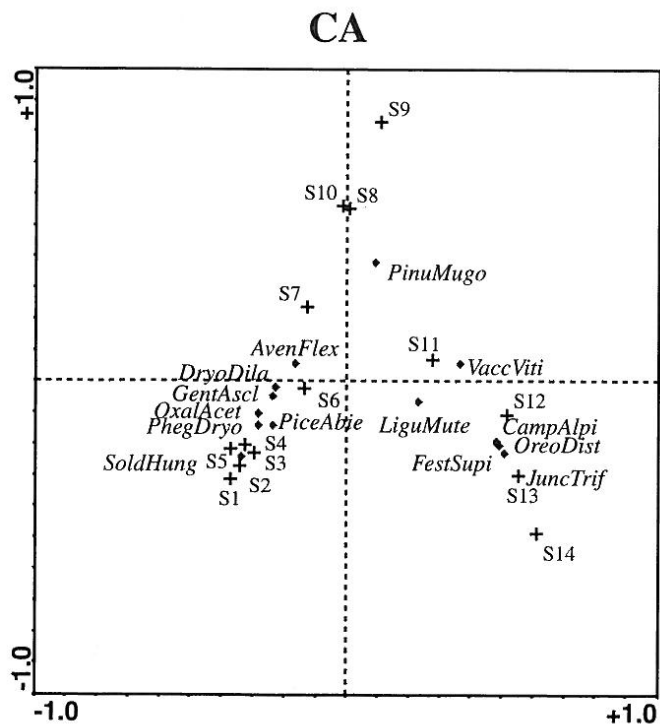
- důsledek algoritmu (lineární nezávislost všech os), ale kvadratická není ošetřena
- důsledek projekce (nelineární vztahy mezi druhy -> lineární prostor)



ORDINAČNÍ DIAGRAMY



lineární metoda



unimodální metoda



ARTEFAKTY V ORDINACÍCH

MOŽNOSTI ŘEŠENÍ

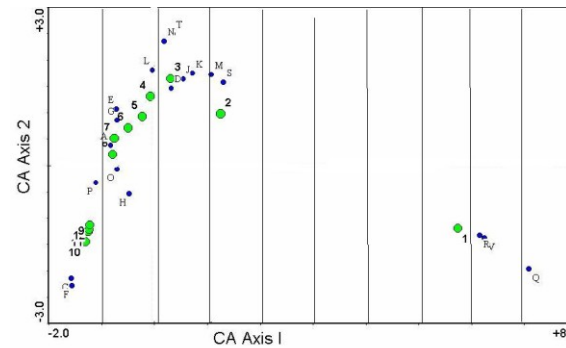
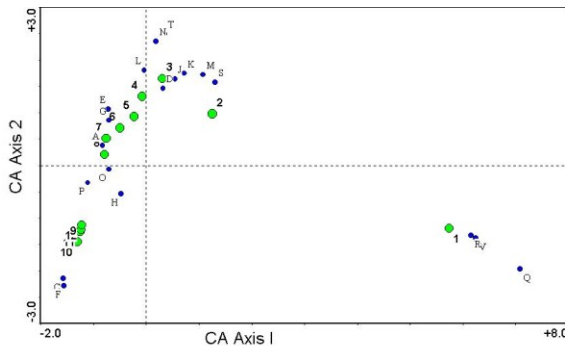
- odstranění trendu z ordinačních os (**detrending**)
 - detrendovaná korespondenční analýza, *Detrended Correspondence Analysis* (DCA, Hill & Gauch 1980)
 - *detrending by segments* (nejčastější)
 - *detrending by polynomials* (pokud v analýze používám kovariáty a je to stále potřeba)
- použití takových ordinačních technik, které umožňují ordinaci vzorků v prostoru pomocí jiných metrik než je Euklidovská distance (PCA) nebo chi-kvadrát distance (CA)
 - analýza hlavních koordinát, *Principal Coordinate Analysis* (PCoA)
 - nemetrické mnohorozměrné škálování, *Non-metric Multidimensional Scaling* (NMDS)



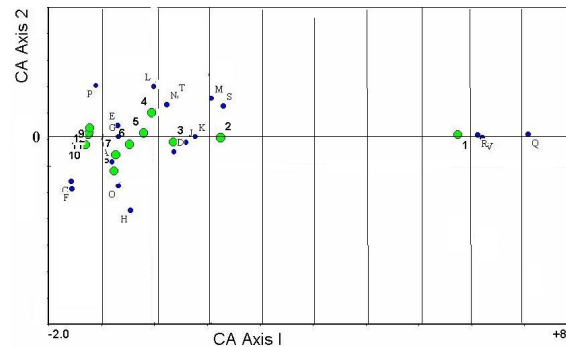
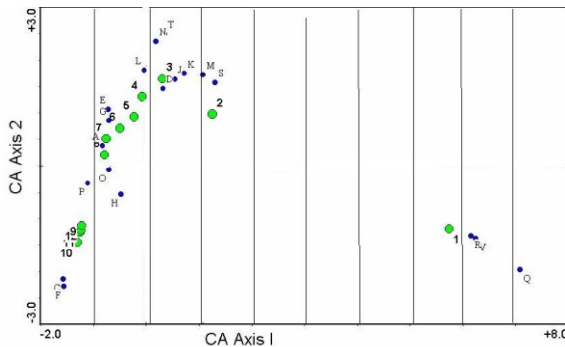
DCA – ODSTRANĚNÍ TRENDU

(Detrended Correspondence Analysis, detrendovaná korespondenční analýza)

Krok 1 – rozdělení první osy na několik segmentů



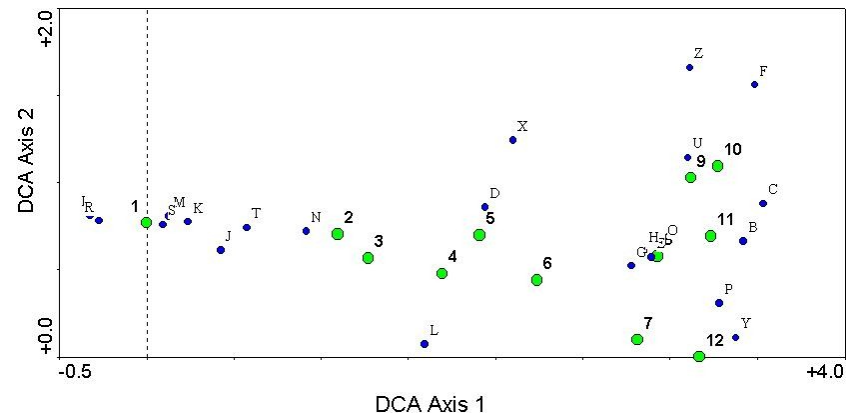
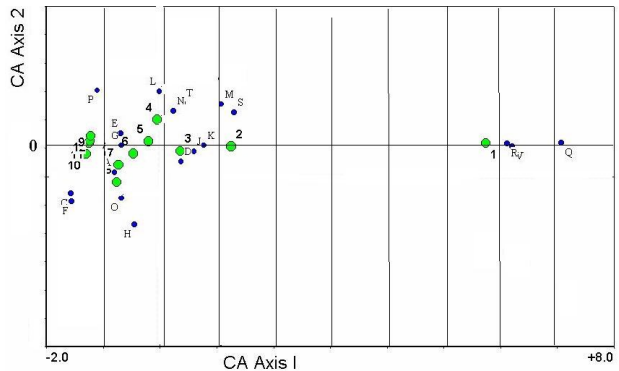
Krok 2 – vycentrování druhé osy každého segmentu kolem nuly



DCA – ODSTRANĚNÍ TRENDU

(Detrended Correspondence Analysis, detrendovaná korespondenční analýza)

Krok 3 – nelineární přeškálování první osy



<http://ordination.okstate.edu>

Výsledek škálování:

- osy naškálované v jednotkách **směrodatné odchylky (SD)**
- celé druhové složení se obmění na **4 SD**



VÝBĚR ORDINAČNÍ METODY NA ZÁKLADĚ DCA LINEÁRNÍ NEBO UNIMODÁLNÍ?

Pokud je délka 1. osy DCA

- **menší než 3 SD** – homogenní data - lineární metoda
- **větší než 4 SD** – heterogenní data - unimodální metoda
- **v rozmezí 3-4 SD** – obě techniky pracují rozumně

Platí jen pro detrendování po segmentech a délku **první osy!**



PCoA – PRINCIPAL COORDINATE ANALYSIS

(*analýza hlavních koordinát*)

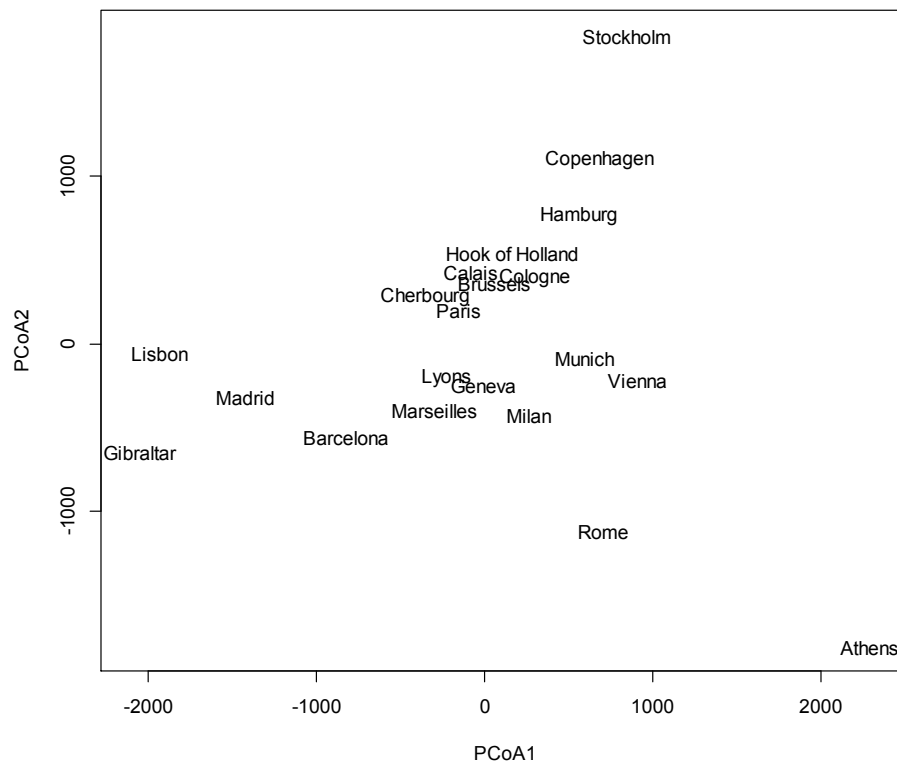
- metoda založená na nepodobnostech mezi vzorky
- vstupní data – matice nepodobností mezi vzorky
 - Bray-Curtis (percent dissimilarity) – vhodná metrika nepodobnosti pro abundanční data; netrpí problémem dvojitých nul
 - Sørensen, Jaccard index – pro presence/absence data; netrpí problémem dvojitých nul
 - pokud zvolím Euklidovskou vzdálenost -> identické s PCA
 - pokud zvolím Chi-kvadrát vzdálenost -> obdoba CA
- umístí objekty na základě jejich nepodobností do Euklidovského prostoru (tvořeného souřadnicemi – skóre vzorků na osách)
- Při převodu nepodobností (B-C, Sör, Jacc) do Eukleidovského prostoru mohou vznikat osy s negativními eigenvalues a skóre tvořeny imaginárními čísly
 - Problém pro interpretaci výsledků (množství vysvětlené variability),
 - Často lze vyřešit odmocněním původní nepodobnosti
- synonymum MDS – (*metric*) MultiDimensial Scaling



PCoA – PŘÍKLAD NA VZDÁLENOSTECH MEZI MĚSTY

Vzdálenosti mezi městy (km)

	Athens	Barcelona	Brussels	...
Athens	0			
Barcelona	3313	0		...
Brussels	2963	1318	0	...
Calais	3175	1326	204	...
Cherbourg	3339	1294	583	...
Cologne	2762	1498	206	...
Copenhagen	3276	2218	966	...
Geneva	2610	803	677	...
Gibraltar	4485	1172	2256	...
Hamburg	2977	2018	597	...
...



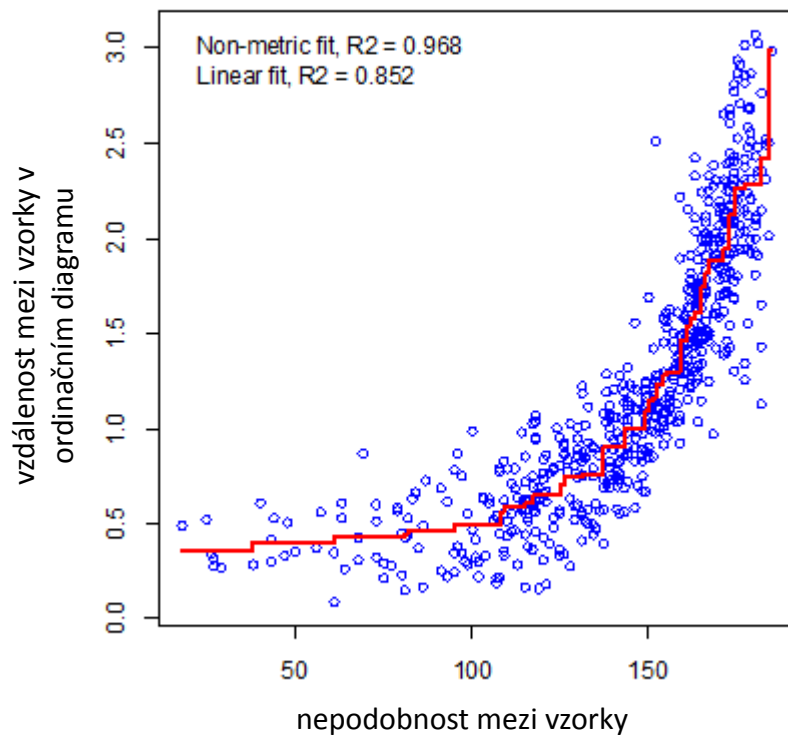
NMDS - NON-METRIC MULTIDIMENSIONAL SCALING)

NEMETRICKÉ VÍCEROZMĚRNÉ ŠKÁLOVÁNÍ

- nemetrická varianta PCoA (nepracuje přímo s distancemi mezi vzorky, ale s jejich pořadím)
- vstupní data – matice nepodobností mezi vzorky
- **iterativní algoritmus**, který nemusí pokaždé dojít ke stejnému výsledku (lokální optima)
- **Stress** – parametr kvality analýzy
- nutno určit počet dimenzí, se kterými bude metoda pracovat
 - Bud' počet zobrazovaných dimenzí nebo tento počet+1
 - Je dobré zkusit více hodnot k (typicky až 5) a sledovat, kde dochází k prudkému poklesu stresu. Toto k následně zvolíme pro konečnou analýzu
- na rozdíl od PCoA optimalizuje výsledné vzdálenosti mezi vzorky do několika málo (dvě – tři) dimenzí



NMDS – SHEPARDŮV DIAGRAM



Pro stress-value přibližně platí:

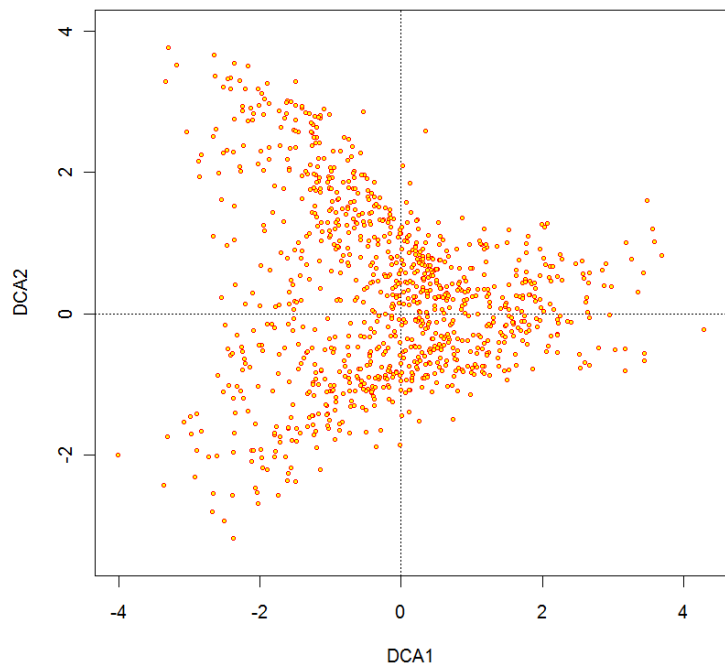
- < 0.05 – vynikající
- < 0.1 – výborný
- < 0.2 – dobrý
- > 0.3 – špatný

(Clarke & Warwick 2001)



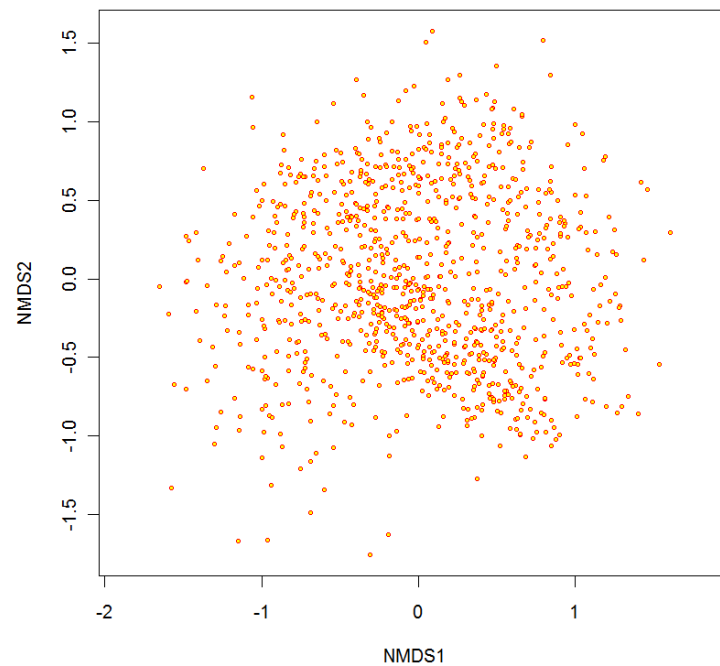
POROVNÁNÍ METOD DCA A NMDS

DCA



při větším počtu vzorků tvoří trojúhelník
nebo pěticípou hvězdu (artefakt)

NMDS



tradiční algoritmus má tendenci
jakákoliv data zobrazit jako kouli



KTEROU NEPŘÍMOU ORDINACI ZVOLIT?

	Měřené proměnné - Parametry prostředí - Morfometrická data	Druhové složení
PCA	ANO (standardizace po proměnných)	ANO (Hellingerova standardizace)
DCA	NE	ANO – dobře identifikuje gradienty v datech
PCoA	ANO, pokud nelze použít std-PCA; např. Gower dissimilarity pro kombinaci kategoriálních a kvantitativních proměnných	ANO (Bray-Curtis pro abundance; Jaccard nebo Sørensen pro pres/abs data) Dobře identifikuje gradienty.
NMDS	NE	ANO – dobře zobrazuje vzdálenosti mezi vzorky v 2D prostoru přes vícero gradientů



PROBLÉM VZÁCNÝCH DRUHŮ

- názor, že mají příliš velký relativní vliv na výslednou ordinaci v unimodálních metodách (Legendre and Gallagher 2001)
- Greenacre (2013) naopak demonstruje, že příspěvek vzácných druhů k X^2 vzdálenostem je malý
- downweighting rare species
- (nepříliš) sníží početnosti „vzácných“ druhů
 - vzácnost stanovena pomocí inverzního Simpsonova indexu
 - lweigh parameter v `cca()/decorana()`
 - Diskuze o downweighting na:
<http://r.789695.n4.nabble.com/ordination-in-vegan-what-does-downweight-do-td4010352.html>
- další možné řešení je postupně odstraňovat vzácné druhy a porovnat ordinace
- Obecně bývá dobré odstranit druhy s 1 výskytem – představují prakticky jen neinterpretovatelný šum v datech

