

# TIEŠĀ UN NETIEŠĀ GRADIENTA ANALĪZE



---

---

---

---

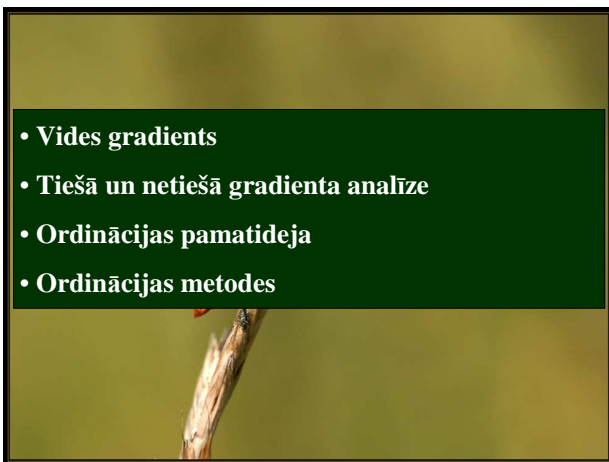
---

---

---

---

- Vides gradients
- Tiešā un netiešā gradienta analīze
- Ordinācijas pamatideja
- Ordinācijas metodes



---

---

---

---

---

---

---

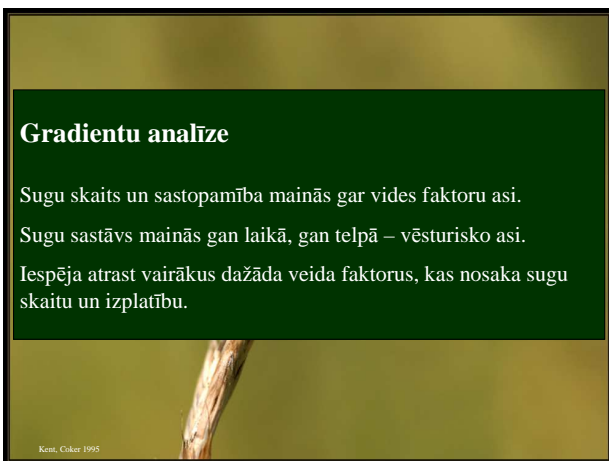
---

## Gradientu analīze

Sugu skaits un sastopamība mainās gar vides faktoru asi.

Sugu sastāvs mainās gan laikā, gan telpā – vēsturisko asi.

Iespēja atrast vairākus dažāda veida faktoros, kas nosaka sugu skaitu un izplatību.



---

---

---

---

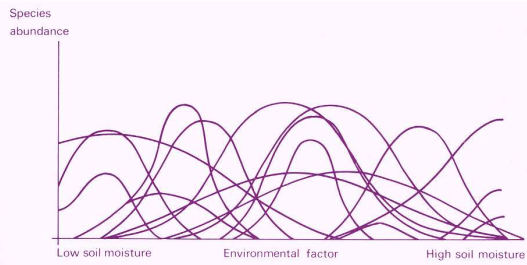
---

---

---

---

## Sugu atbildes līknes "species response curves"



Kent, Coker 1995

---

---

---

---

---

---

---

---

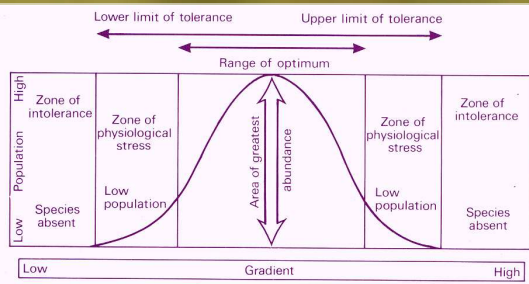
---

---

---

---

## Šelforda diagramma



Kent, Coker 1995

---

---

---

---

---

---

---

---

---

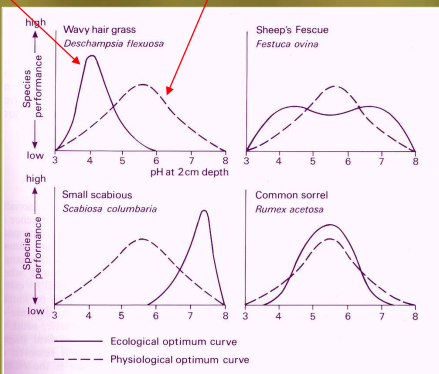
---

---

---

## Ekoloģiskā niša

## Fizioloģiskā niša



Kent, Coker 1995

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Tiešā gradienta analīze** ir daudzdimensionāla bilde, kas atspoguļo veģetācijas izmaiņas atkarībā no vides faktora.

Analīzē veģetācijas izmaiņu gar zināmu vides gradientu (augšnes pH, temperatūra, mitrums).

Trūkums – jau iepriekš ir jāzin galveno vides faktoru, kas ietekmē sugu sastāvu. Izmantojot šo analīzes veidu var palaist garām vai arī neobjektīvi noteikti/izmērit svarīgus mainīgos lielumus. Biotiskie faktori ar ir svarīgi, bet tie visbiežāk tiek ignorēti.

---

---

---

---

---

---

---

---

**Netiešā gradienta analīze** ir daudzdimensionāla bilde, kas atspoguļo:

1. veģetācijas parauglaukumu līdzību/atšķirību, balstoties uz to floristiskā sastāva līdzību/atšķirību (parauglaukumu ordinācija),
2. sugu sastāva līdzību/atšķirību, balstoties uz to sastopamību veģetācijas parauglaukumos (sugu ordinācija).

---

---

---

---

---

---

---

---

### **Netiešās gradienta analīzes darbības princips**

1. Analīzē atbildes reakcijas un tad tiek meklētas ietekmes.
2. Atrrod parametrus (sugas), kurus var izmantot, lai raksturotu atrastos gradientus.
3. Atrasti faktori vai to kombinācijas, kuri varētu raksturot atrastos gradientus.

---

---

---

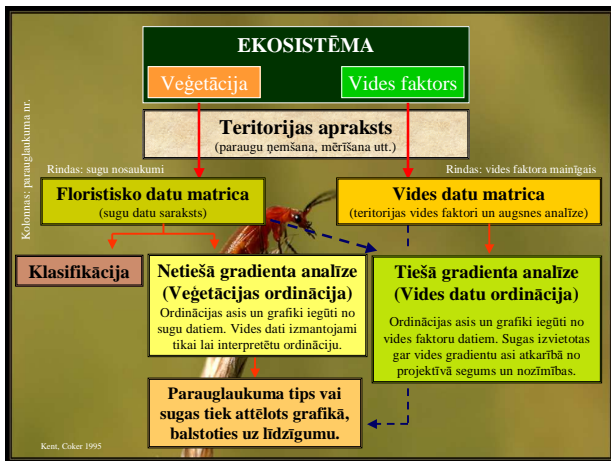
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Ordinācija** – matemātiska datu apstrāde

Vienkārša informācijas sakārtošana gar viendimensijas vai daudzdimensiju asīm.

Izmanto, lai izvirzītu hipotēzes un/vai lai tās apstiprinātu.

Izmanto dažādos zinātnes virzienos, g.k. ekoloģijā.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Ordinācijas Mērķi**

- Atspoguļot floristisko līdzību starp parauglaukumiem/sugām:
  - veģetācijas parauglaukumiem – balstoties uz to floristiskā sastāva līdzību,
  - sugām – balstoties uz to sastopamības sakrītībām veģetācijas parauglaukumos.
- Mazināt neizskaidroto variāciju, kas ietekmē līdzību starp sugām un/vai parauglaukumiem.
- Noskaidrot veģetācijas datu pamatstruktūras. Veģetācijas datu ievākšana līdzīgos parauglaukumos noved pie līdzīgu veģetācijas datu "pārmērības" un tas, savukārt, atspoguļo sugu sastāva atbildes reakciju līdzīgos vides apstākļos.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Darbības princips

1. solis

Katra parauglaukuma/sugas līdzības/atšķirības noteikšana, kas balsīta uz līdzības indeksu daudzumu. Šī informācija ir sagrupēta līdzības/atšķirības matricē.

2. solis

Izveidota ordinācijas diagramma, katram parauglaukumam/sugai piešķir x un y koordināti.

3. solis

Parauglaukuma/sugas x, y koordinātes daudzdimensiju telpā tiek korelētas ar vides datiem, lai noteiktu iespējamo vides gradientu datu rindā.

---

---

---

---

---

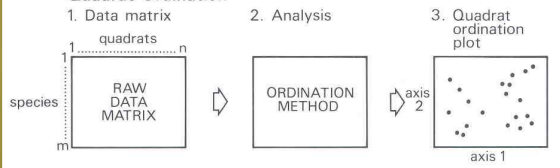
---

---

---

### Parauglaukumu ordinācija

#### Quadrat Ordination



Kolonnas ir parauglaukumu skaits un rindas ir sugas.

Ordinācijas laukā katrs punkts atspoguļo parauglaukumu un jo lielāks attālums starp punktiem, jo lielāka ir to floristiskā sastāva atšķirība.

Kreit, Coker 1995

---

---

---

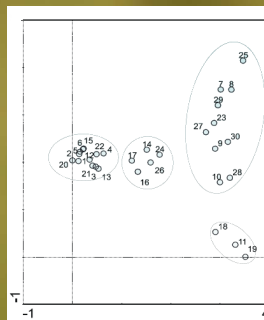
---

---

---

---

---



Parauglaukumi, kas izvietojušies tuvu viens pie otra, norāda, ka tiem ir līdzīgi.

---

---

---

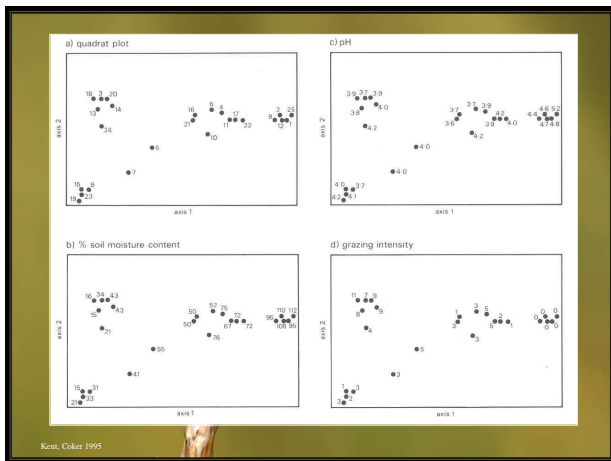
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

## Sugu ordinācija

**Species Ordination**

1. Data matrix      2. Analysis      3. Species ordination plot

1  
 species  
 RAW  
 DATA  
 MATRIX  
 m

→

ORDINATION  
 METHOD

→

axis 2  
 axis 1

Kolonnas ir sugas un rindas ir parauglaukumu skaits.

Ordinācijas laukā katrs punkts atspoguļo sugu un jo lielāks attālums starp punktiem, jo lielāka ir sugu izplatības atšķirība parauglaukumos.

Kont, Coker 1995

---

---

---

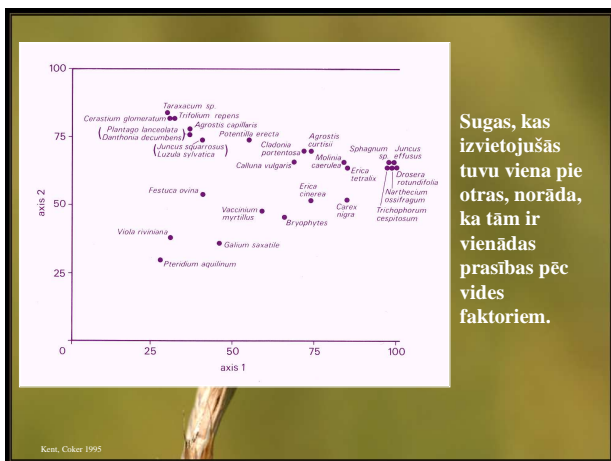
---

---

---

---

---




---

---

---

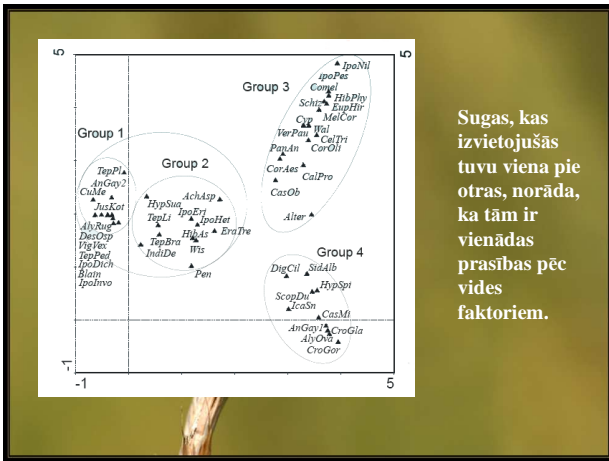
---

---

---

---

---



Sugas, kas izvietojušas tuvu viena pie otras, norāda, ka tām ir vienādas prasības pēc vides faktoriem.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Bray-Curtis (Polar) ordination (1957)

1. Paredzēta, lai noskaidrotu ekoloģisko gradientu, kas nav atkarīgs no starpsugu lineārās sakarības pieņēmuma.
2. Jau sākotnēji izmantota kā ātra, efektīva, daudznozaru ordinācijas metode.
3. Izmantojama datu matricēm, kas satur jebkuru attālumu (*distance measure*) starp objektiem (sugām, parauglaurumiem) daudzdimensionālā telpā.

**Sorensen (Bray-Curtis)**, kas ieteikts kā vislabākais ekoloģisku sabiedrību datus!!!

www.gobotany.usf.edu/teaching/biol474/biol474/braycur18.pdf

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Datu analīze

I. Solis – ordinācija sākas ar sākuma datiem

Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Quercus microcarpa</i>	9	8	3	5	6		5			
<i>Quercus velutina</i>	8	9	8	7						
<i>Carya ovata</i>	6	6	2	7		1				
<i>Prunus serotina</i>	3	5	6	6	6	4	5		4	1
<i>Quercus alba</i>	5	4	9	9	7	7	4	6		2
<i>Juglans nigra</i>	2				3	5	6	7	3	
<i>Quercus rubra</i>	3	4		6	9	8	7	9	4	3
<i>Juglans cinerea</i>			5		2			2		2
<i>Ulmus americana</i>	2	2	4	5	6		5		2	5
<i>Tilia americana</i>					2	7	6	6	7	6
<i>Ulmus rubra</i>	4		2	2	5	7	8	8	8	7
<i>Caerya cordifolia</i>						5	6	4		3
<i>Ostrya virginiana</i>							7	4	6	5
<i>Acer saccharum</i>						5	4	8	8	9

www.gobotany.usf.edu/teaching

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Solis – aprēķina līdzīgumu/atšķirīgumu visiem parauglaukumiem un veido līdzīguma/atšķirīguma matricu  
Distance measure

1) Sorensen (Bray-Curtis)

1. Ieteikts kā vislabākais ekoloģisku sabiedrību datu analizēšanā!
2. Izmantojams tikai kvantitatīvu datu analizēšanā.
3. Neuzsver "outlier" jeb nepiederošu datu esamību.

$$D_{ih} = 1 - 2W / (A + B), \text{ kur}$$

$D_{ih}$  – attālums starp punktiem i un h, W – kopējo sugu daudzuma summa, A un B - sugu daudzuma summa parauglaukumā A un parauglaukumā B

Keen, Coker 1995

---

---

---

---

---

---

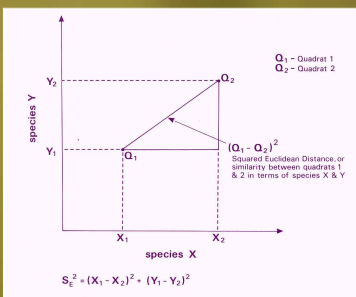
---

---

---

---

2. Solis – aprēķina līdzīgumu/atšķirīgumu visiem parauglaukumiem un veido līdzīguma/atšķirīguma matricu  
Distance measure



2) Euclidean (Pythagorean) – salīdzinot ar Sorensena, uzsver "outlier" jeb nepiederošu datu esamību. Aprēķināts pēc Pitagora teorēmas.

Keen, Coker 1995

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Solis – aprēķina līdzīgumu/atšķirīgumu visiem parauglaukumiem un veido līdzīguma/atšķirīguma matricu  
Distance measure

- 3) Relative Sorensen – proporciju koeficients telpā, kas standartizē objektu vienības.
- 4) Relative Euclidean distance measure – novērš atšķirības kopējā parauglaukumu daudzumu vienībās.

Keen, Coker 1995

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



2. Solis – aprēķina līdzīgumu/atšķirīgumu visiem parauglaukumiem un veido līdzīguma/atšķirīguma matricu  
Distance measure

	Species X			
	+	-		
Species Y	+	a	c	a+c
	-	b	d	b+d
		a+b	c+d	N

5) Chi – squared (RA, CCA, DCA)

Problēmas, ja ir pārāk liels vai pārāk mazs parauglaukums.

$$D = \sum_{k=1}^K [(x_{ki} - x_{kj})^2 / (x_{ki} + x_{kj})], \text{ kur}$$

K – katra objekta patiesās vērtības metriskā garuma izvietojums, X<sub>ki</sub> – objekta izvietojums, kur k=1,2,...K

Kont. Čaker 1995

---

---

---

---

---

---

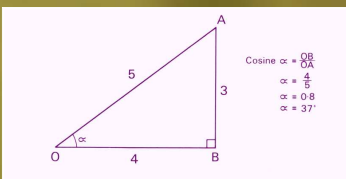
---

---

---

---

2. Solis – aprēķina līdzīgumu/atšķirīgumu visiem parauglaukumiem un veido līdzīguma/atšķirīguma matricu  
Distance measure



6) Correlation (PCA)

Norāda lineārās saistības.

Nav ieteicams izmantot ekoloģisku sabiedrību datu analīzē.

Balstīts uz Pīrsona korelācijas koeficientu  
C.D. = (1-r)/2

Kont. Čaker 1995

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Solis – aprēķina līdzīgumu/atšķirīgumu visiem parauglaukumiem un veido līdzīguma/atšķirīguma matricu  
Distance measure

7) Jaccard – vienkāršota matemātiska līdzīguma izteiksme. Plaši neizmanto – tikai eksperimentos hipotēžu pārbaudei.

$$S_j = \frac{a}{a+b+c}$$

where S<sub>j</sub> = Jaccard similarity coefficient  
a = number of species common to both quadrats/samples  
b = number of species in quadrat/sample 1  
c = number of species in quadrat/sample 2

8) Squared Euclidean – tikai eksperimentos hipotēžu pārbaudei.

Kont. Čaker 1995

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---







### Parauglāukumu vērtības attiecībā pret x un y asīm

Distances on the first axis:  
Calculate the distance along the x-axis of all stands in reference to stand 3 (first reference stand).  
Use the geometric solution (M&C, p. 185) to calculate distance from stand 3:

Stand	dA (dissim to 3)	dB (dissim to 9)	x
1	38.2	66.6	21.62
2	37.6	75	13.93
3	0	80.3	0.00
4	61.6	73	30.60
5	71.8	54.6	53.69
6	68.2	34.1	61.87
7	64.7	29.5	60.80
8	78.5	31.2	72.46
9	80.3	0	80.30
10	73.2	24.7	69.72

Distances on the second axis:  
Reference stands are 4 and 7. Distances (y) from stand 4:

stand	dA (dissim to 4)	dB (dissim to 7)	y
1	25.8	56.2	-20.78
2	22.4	60.4	-30.59
3	61.6	64.7	10.77
4	0	50.9	-22.25
5	33.3	33.9	16.04
6	58.3	25	58.30
7	50.9	0	55.55
8	72.3	26.5	94.59
9	73	29.5	83.60
10	71.1	32.1	77.08

www.geobotany.usf.edu/teaching

---

---

---

---

---

---

---

---

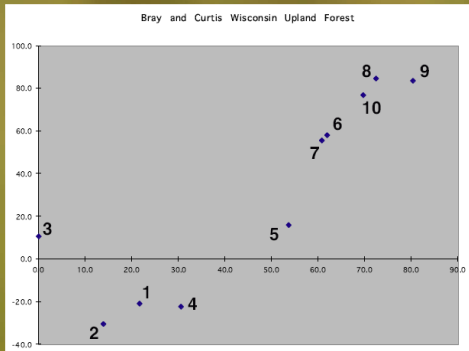
---

---

---

---

### Parauglāukumu vērtības attiecībā pret x un y asīm



www.geobotany.usf.edu/teaching

---

---

---

---

---

---

---

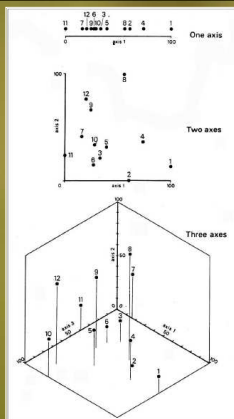
---

---

---

---

---



1-, 2-, un 3-dimensiju  
parauglāukumu ordinācijas

3-dimensiju ordinācija labāk  
atspoguļo parauglāukumu līdzību  
(piem., 7. un 10. parauglāukumi).

Klein, Coker 1995

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Correspondence Analysis (RA)

*Reciprocal averaging*

1. Vienlaicīga matricas kolonnu un rindu ordinācija.
2. Ekoloģijā izmanto, ja analizē datus, ko veido nejaušība (segums, skaits, sastopamības biežums utt.).

Izmantojama metode, ja

- 1) vienkārši jānovērtē sugu/parauglaukumu telpisko izvietojumu 1-D;
- 2) datu līdzīguma/atšķirīguma novērtēšanai nepieciešama *Chi – squared indekss*.

Kont., Coker 1995

---

---

---

---

---

---

---

---

## Correspondence Analysis (RA)

*Reciprocal averaging*

Problēmas:

1. Analizē lineāras sakarības.
2. Kamēr x ass ir laba galvenā gradienta atspoguļotāja, tikmēr nākamās ir x ass atspoguļojums izkropļotā veidā.
3. Izpaužas **ARKAS EFEKTS**.

Kont., Coker 1995

---

---

---

---

---

---

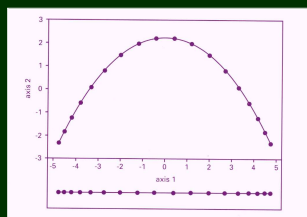
---

---

## Correspondence Analysis (RA)

*Reciprocal averaging*

**ARKAS EFEKTS**



Novēro sugām ar unimodālu izplatību gar gradientu asīm.

**Unimodāla izplatība**  
(viena veida izplatība)  
nepieciešami vienādi vides apstākļi jeb sugas, kurām sakrīt tolerances intervāla optimuma zonas.

Kont., Coker 1995

---

---

---

---

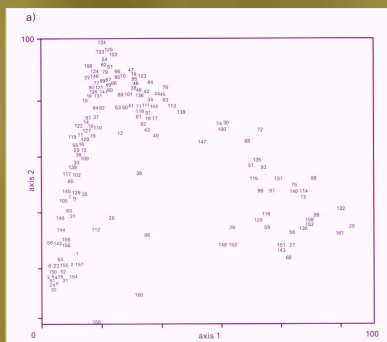
---

---

---

---

## Correspondence Analysis (CA) Reciprocal averaging



Kont. Coker 1995

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Principal Components Analysis (PCA)

1. Karls Pearsons (1901).
2. Ekoloģiskiem pētījumiem kā faktoranalīze (1954).
3. Analizē datus, kas satur lielu skaitu mainīgo lielumu.
4. Galvenais gradients atspoguļojas uz x ass.

Izmantojama metode, ja:

1. starp parametriem pastāv lineāra sakarība (linearitāte nosaka ordinācijas kvalitāti);

$$y = a_0 + a_1 x$$

$$y = a_0 + a_1 x + b_1 x$$

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + \dots + a_n x_n$$

Kont. Coker 1995

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Principal Components Analysis (PCA)

Veicot statistisko rezultātu analīzi ir svarīgi novērtēt normalitāti. Ja secinājumi ir tikai aprakstošie, tad tas nav tik svarīgi.

Katra mainīgā normalitāte novērtējama ar asimetrijas (**skewness**) un ekscesa (**kurtosis**) rādītājiem. Ja izkliede ir normāla, tad rādītāji ir ar vērtību 0. Sugu datiem asimetrijas rādītājs vienmēr būs +. Ja ekscesa rādītājs >0, tad līknē, kas parāda izkliedi ir vairāki pīķi un līdz ar to mazāk vērojama normāla (lineāra) izkliede.

Svarīgi novērtēt "outlier" jeb nepiederošu datu esamību, jo tie nozīmīgi ietekmē korelācijas koeficientu un līdz ar to visus datus kopumā.

Kont. Coker 1995

---

---

---

---

---

---

---

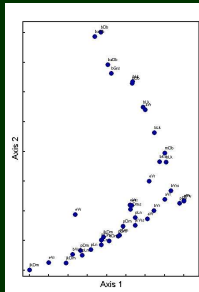
---

---

---

## Principal Components Analysis (PCA)

### Problēmas:



1. Ordinācijas struktūra balstīta vienīgi uz mainīgo rādītāju savstarpējās korelācijas matricu, līdz ar to izmantojami relatīvi homogēnu ekoloģisko vienību (sabiedrību) dati.

Heterogēnu ekoloģisko datu analīze līdzīga arkas efektam – “PAKAVVEIDA EFEKTS”.

Kreit, Coker 1995

---

---

---

---

---

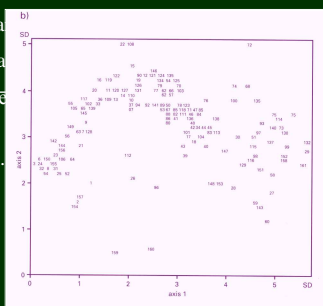
---

---

---

## Detrended Correspondance Analysis (DCA)

1. Balstīta uz CA un RA.
2. Piemērota ekoloģisko datu analīze.
3. Parauglaukumi un sugas analīze.
4. Līdzīguma/atšķirīguma novērtēšanas indeksi.
5. Novērtē ARKAS EFEKTS.



Kreit, Coker 1995

---

---

---

---

---

---

---

---

## Weighted Averaging

1. Vienkārša, efektīva ordinācijas metode.
2. Nosaka vidējo svērtu sugām vai sugu grupām, kas pārstāvētas parauglaukumos.

### Veiktie pētījumi:

1. Curtis, McIntosh (1951) – mežu sukcesijas pētījumi (Viskonsina);
2. LeBlanc, de Sloover (1970) – rēķināts gaisa tīrības indekss, izmantojot ķērpjus kā bioindikātorus (Monreāla);
3. Federal Wetland Manual (Federal Interagency Comitee for Wetland Delineation) (1989) – katrai sugai piešķirta vērtība, kas atspoguļo sugas toleranci pret augsnes mitrumu;
4. The Benthic Quality Index (BQI).

Kreit, Coker 1995

---

---

---

---

---

---

---

---



## Canocial Correspondance Analysis (CCA)

TIEŠĀ GRADIENTA ANALĪZE (ORDINĀCIJA)

*Chi – squared indekss*

1. Vislabākā ordinācijas metode, izmantojama sabiedrību ekoloģijā.
2. Matrica "parauglaukumi x sugas" analizēta ar matricu "parauglaukumi x vides faktori".
3. Var izmantot, ja nav skaidri redzams gradients.

Kont., Coker 1995

---

---

---

---

---

---

---

---

## Canocial Correspondance Analysis (CCA)

TIEŠĀ GRADIENTA ANALĪZE (ORDINĀCIJA)

*Chi – squared indekss*

Izmantojama metode, ja:

1. esiet ieinteresēti analizēt tikai sabiedrības struktūru, kas ir saistīta ar mērītajiem vides faktoriem,
2. sugu atbildes reakcija uz vidi ir unimodāla ("paugurformas telpiskais izkārtojums),
3. izmantojamie vides faktori ir mērīti,
4. vides faktoru skaitam jābūt mazākam par parauglaukumu skaitu.

Kont., Coker 1995

---

---

---

---

---

---

---

---