



Ekologija životinja sa zoogeografijom (Ekologija životinja II) materijal za vježbe

Školska 2019/2020

Podgorica, mart 2020. godine



Predmetni nastavnik:
Prof. dr Vladimir Pešić

**Predavanja (A-3):
utorak 13 – 14.30h**



Saradnik u nastavi:
MSc Milica Jovanović

**Vježbe (Lab. 101) :
Srijeda 10.15 – 11.45h
12.00 - 13.30h**

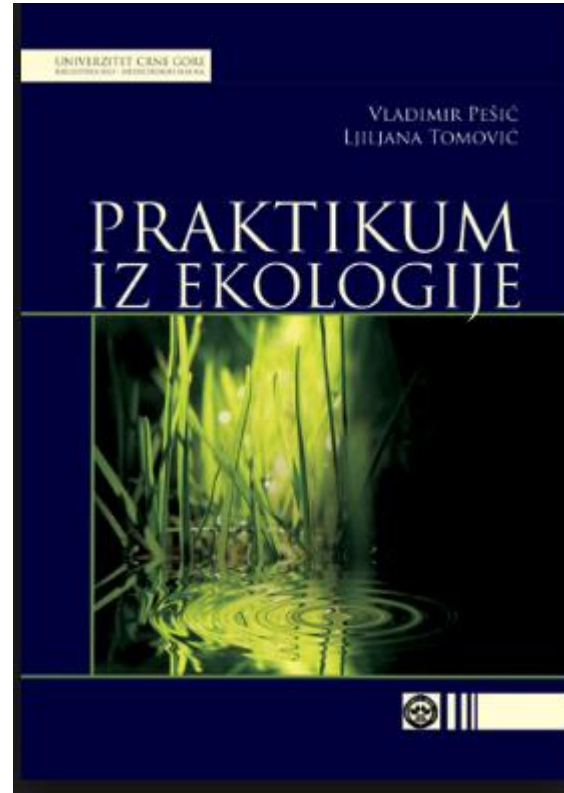
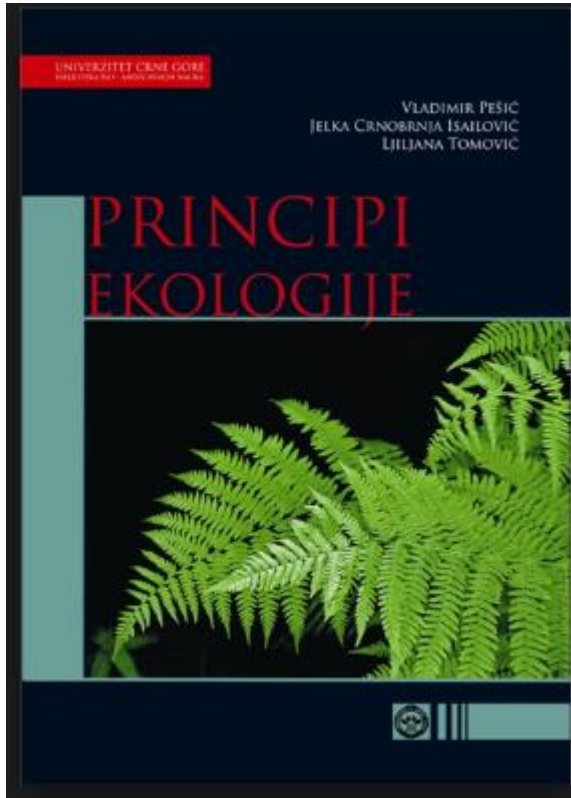


UCG

Univerzitet Crne Gore
Prirodno-matematički fakultet

| EKOLOGIJA ŽIVOTINJA II | ECTS : 4 kredita |
|---|---|
| Obaveze studenta u toku nastave: | Prisustvo predavanjima, laboratorijskim i terenskim vježbama je obavezno, kao i izrada testova i kolokvijuma. |
| Oblici provjere znanja: | Kolokvijum - 10 poena Domaći rad u okviru vježbi - 10 poena Prisustvo na predavanjima i vježbama - 10 poena Praktični dio ispita - 20 poena Završni ispit - 50 poena |

Literatura:



Univerzitet Crne Gore
Prirodno-matematički fakultet

+ dodatna literatura
(predavanja i vježbe)

Vježbe

| | |
|-----------|---|
| Vježba 1 | Indeksi biodiverziteta |
| Vježba 2 | Sakupljanje insekata Malezovom i "emergence" klopka |
| Vježba 3 | Mjerenje ujednačenosti |
| Vježba 4 | Sakupljanje zglavkara "pitfol" klopka |
| Vježba 5 | Mjerenje bogatstva vrsta |
| Vježba 6 | Sakupljanje metodom košenja i tresenja |
| Vježba 7 | Određivanje sličnosti |
| Vježba 8 | Sakupljanje zglavkara Berlese-Tulgrenovim aparatom |
| Vježba 9 | Klasterska analiza |
| Vježba 10 | UPGMA |
| Vježba 11 | Zoogeografska podjela kopna |
| Vježba 12 | Zoogeografska podjela voda |
| Vježba 13 | Karakteristične vrste izabranih bioma |
| Vježba 14 | Karakteristične vrste izabranih bioma |
| | Praktični ispit |

Terenske vježbe



Vježba 2. Indeksi diverzитета

Diverzitet vrsta predstavlja broj različitih vrsta na nekom određenom području (bogatstvo vrsta), definisan određenom mjerom rasprostranjenosti (bogatstva) kao što je broj jedinki ili biomasa. U svakom slučaju, za konzervacione biologe je uobičajeno da govore o diverzitetu vrsta čak i kada misle na bogatstvo vrsta. Druga mjera za diverzitet vrsta je **ujednačenost vrsta** koja predstavlja relativno bogatstvo kojim je svaka vrsta prisutna u nekoj oblasti. Ekosistem u kome su sve vrste predstavljene istim brojem jedinki ima visoku ujednačenost vrsta. Ekosistem ima nisku ujednačenost vrsta ako su neke vrste predstavljene velikim brojem jedinki, a druge vrste predstavljene sa tek nekoliko jedinki.

Vježba 2. Indeksi diverziteta

Simpsonov indeks (Simpson's index), izračunava se kao

$$D = \sum p_i^2 \quad (14.1)$$

Simpsonov indeks diverziteta (Simpson's index of diversity), određuje se po formuli:

$$1 - D = 1 - \sum (p_i^2) \quad (14.2)$$

gdje je

p_i = udeo jedinki ili biomase i -te vrste u opštoj veličini ili biomasi zajednice

Ova formula se može koristiti za određivanje Simpsonovog indeksa samo za neodređene populacije. Za *određene* (konačne) populacije Simpsonov indeks diverziteta izračunava se po obrazcu (Pielou 1969):

$$1 - \hat{D} = 1 - \sum_{i=1}^s \left[\frac{n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)} \right] \quad (14.3)$$

gdje je

n_i = broj jedinki vrste i koji je izbrojan u uzorku

Vježba 2. Indeksi diverziteta

Šenon-Viverov indeks diverziteta izračunava se kao:

$$H = -\left(\sum (\rho_i \ln \rho_i)\right)$$

gdje ρ_i predstavlja udeo jedinki ili biomase i -te vrste u opštoj veličini ili biomasi zajednice. Proizvod $\rho_i \ln \rho_i$ je sumiran za svaku vrstu u ekosistemu, i pomnožen sa - 1 da bi izrazio veličinu diverziteta, H .

Vježba 2. Indeksi diverziteta

Tabela 18. Primjeri izračunavanja Šenon - Viver-ovog indeksa diverziteta (H) i Indeksa ujednačenosti vrsta (E) u dvije hipotetičke zajednice vodenih puževa na lokalitetima A i B.

| Vrsta | Zajednica A | | Zajednica B | |
|-----------------------------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|
| | ρ_1 | $\rho_1 \ln \rho_1$ | ρ_1 | $\rho_1 \ln \rho_1$ |
| <i>Bithynia zeta</i> | 0.143 | -0.278 | 0.40 | -0.367 |
| <i>B. skadarskii</i> | 0.143 | -0.278 | 0.20 | -0.322 |
| <i>B. radomani</i> | 0.143 | -0.278 | 0.15 | -0.285 |
| <i>Valvata montenegrina</i> | 0.143 | -0.278 | 0.10 | -0.230 |
| <i>Radix skutaris</i> | 0.143 | -0.278 | 0.05 | -0.150 |
| <i>R. auricularia</i> | 0.143 | -0.278 | 0.05 | -0.150 |
| <i>Radomaniola curta</i> | 0.143 | -0.278 | 0.05 | -0.150 |

Vježba 2. Indeksi diverziteta

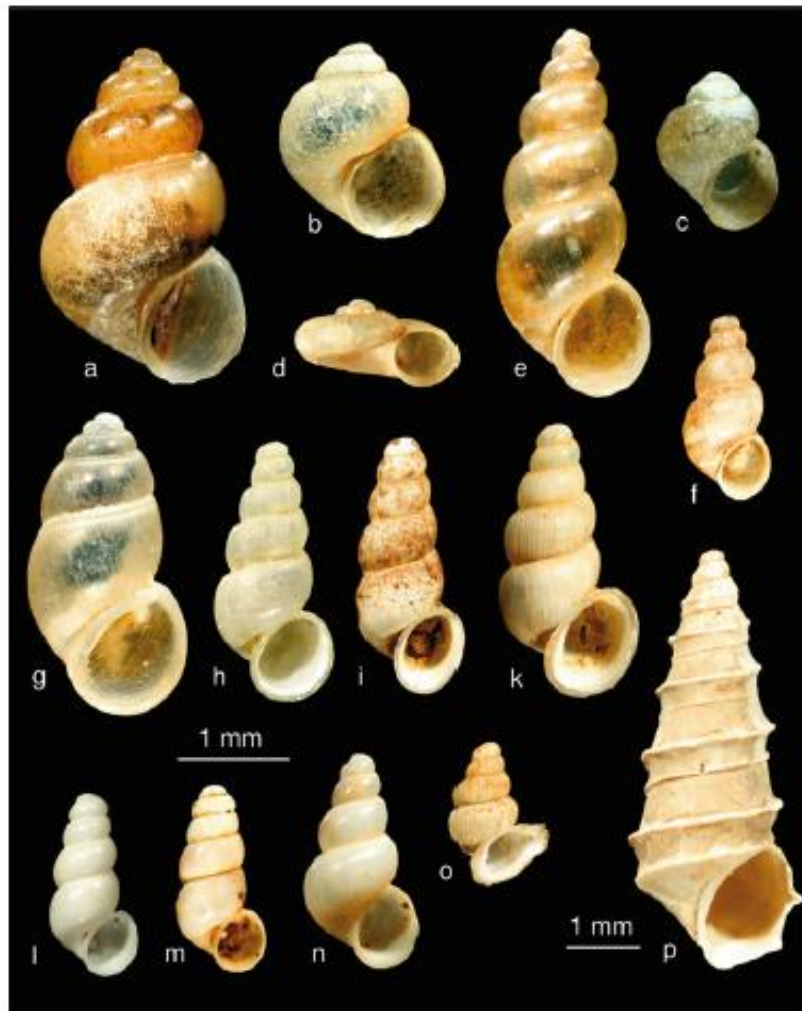


Fig. 2 (a) *Radomaniola curta*, (b) *R. montana*, (c) *Antibarisa notata*, (d) *Arganella tobanensis*, (e) *Vinodolia zetaevalis*, (f) *Bythiospeum dematšiai*, (g) *Lithabitella chilodia*, (h) *Montenegrospeum bogici*, (i) *Iverakia hausdorfi*, (k) *Zeteara ljiljanae*, (l) *Pakadihiopsis prekalensis*, (m) *Paladihiopsis szekeresi*, (n) *Paladihiopsis wohlberedi*, (o) *Plagigeyeria lukai*, (p) *Pyrgula annulata* (Photos by P. Glöser)

Vježba 2. Indeksi diverziteta

Tabela 18. Primjeri izračunavanja Šenon - Viver-ovog indeksa diverziteta (H) i Indeksa ujednačenosti vrsta (E) u dvije hipotetičke zajednice vodenih puževa na lokalitetima A i B.

| Vrsta | Zajednica A | | Zajednica B | |
|-----------------------------|--|---------------------|-------------|---------------------|
| | ρ_1 | $\rho_1 \ln \rho_1$ | ρ_1 | $\rho_1 \ln \rho_1$ |
| <i>Bithynia zeta</i> | 0.143 | -0.278 | 0.40 | -0.367 |
| <i>B. skadarskii</i> | 0.143 | -0.278 | 0.20 | -0.322 |
| <i>B. radomani</i> | 0.143 | -0.278 | 0.15 | -0.285 |
| <i>Valvata montenegrina</i> | 0.143 | -0.278 | 0.10 | -0.230 |
| <i>Radix skutaris</i> | 0.143 | -0.278 | 0.05 | -0.150 |
| <i>R. auricularia</i> | 0.143 | -0.278 | 0.05 | -0.150 |
| <i>Radomaniola curta</i> | 0.143 | -0.278 | 0.05 | -0.150 |
| | $H = -(\sum (\rho_1 \ln \rho_1)) = 1.95$ | | $H = 1.65$ | |

Primjer zadatka:

1. Procijenite raznovrsnost zajednica makroinvertebrata Jošaničke rijeke tokom proljeća, koristeći **Simpsonov recipročni indeks diverziteta** i **Šenon-Viverov indeks diverziteta**?

| | Familija | Broj individua | p_i | p_i^2 | $\ln p_i$ | $p_i \ln p_i$ |
|----|-------------------------------------|----------------|--------|---------|-----------|---------------|
| 1 | Lymneidae | 4 | 0,0028 | | | |
| 2 | Planorbidae | 14 | 0,0097 | | | |
| 3 | Hydrobiidae | 3 | 0,0021 | | | |
| 4 | Hydropsychidae | 10 | 0,007 | | | |
| 5 | Hydroptilidae | 3 | 0,0021 | | | |
| 6 | Ephemeraeidae | 1 | 0,0007 | | | |
| 7 | Baetidae | 254 | 0,1768 | | | |
| 8 | Heptageniidae | 2 | 0,0014 | | | |
| 9 | Sphaeriidae | 58 | 0,0404 | | | |
| 10 | Tabanidae | 8 | 0,0056 | | | |
| 11 | Simuliidae | 59 | 0,0411 | | | |
| 12 | Tipulidae | 1 | 0,0007 | | | |
| 13 | Psychodidae | 1 | 0,0007 | | | |
| 14 | Libellulidae | 2 | 0,0014 | | | |
| 15 | Gammaridae | 973 | 0,6771 | | | |
| 16 | Nepidae | 1 | 0,0007 | | | |
| 17 | Erpobdellidae | 43 | 0,0299 | | | |
| | SUMA: | | | | | |
| | Simpsonov recipročni indeks: | | | | | |
| | Šenon – Viverov indeks: | | | | | |

Vježba 2. Indeksi diverziteta

| <i>Familija</i> | <i>Broj individua</i> | <i>pi</i> | <i>pi²</i> | <i>ln pi</i> | <i>Pi ln pi</i> |
|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------|
| Lymnaeidae | 4 | 0,0028 | 0,00000784 | -5,88 | -0,016 |
| Planorbidae | 14 | 0,0097 | 0,00009409 | -4,64 | -0,045 |
| Hydrobiidae | 3 | 0,0021 | 0,00000441 | -6,17 | -0,013 |
| Hydropsychidae | 10 | 0,007 | 0,000049 | -4,96 | -0,035 |
| Hydroptilidae | 3 | 0,0021 | 0,00000441 | -6,17 | -0,013 |
| Ephemeridae | 1 | 0,0007 | 0,00000049 | -7,26 | -0,005 |
| Baetidae | 254 | 0,1768 | 0,03125824 | -1,73 | -0,306 |
| Heptageniidae | 2 | 0,0014 | 0,00000196 | -6,57 | -0,009 |
| Sphaeriidae | 58 | 0,0404 | 0,00163216 | -3,21 | -0,13 |
| Tabanidae | 8 | 0,0056 | 0,00003136 | -5,18 | -0,029 |
| Simuliidae | 59 | 0,0411 | 0,00168921 | -3,19 | -0,131 |
| Tipulidae | 1 | 0,0007 | 0,00000049 | -7,26 | -0,005 |
| Psychodidae | 1 | 0,0007 | 0,00000049 | -7,26 | -0,005 |
| Libellulidae | 2 | 0,0014 | 0,00000196 | -6,57 | -0,009 |
| Gammaridae | 973 | 0,6771 | 0,45846441 | -0,39 | -0,264 |
| Nepidae | 1 | 0,0007 | 0,00000049 | -7,26 | -0,005 |
| Erpobdellidae | 43 | 0,0299 | 0,00089401 | -3,51 | -0,105 |
| SUMA | 1437 | 1,0002 | 0,49413502 | -87,21 | -1,125 |
| <i>Margalef-ov index=2,2</i> | | <i>Simpson-ov index=2,02</i> | | <i>H=1,125</i> | |

Vježba 2. Indeksi diverziteta

Bogatstvo i ujednačenost vrsta su vjerovatno najčešće korišćena mjerila ukupnog biodiverziteta nekog regiona. Diverzitet vrsta se opisuje još i pojmom *filogenetskog diverziteta*, ili evolucionog srodstva, vrsta prisutnih u nekoj oblasti. Na primjer, neke oblasti mogu biti bogate blisko srodnim taksonima, koji su nastali od zajedničkog pretka koji je takođe nađen u istoj oblasti, dok druge oblasti mogu imati niz vrsta, nastalih od različitih predaka.

Vježba 3. Mjerenje ujednačenosti

Uvod. Na predavanju smo naučili da je druga mjera za diverzitet vrsta **ujednačenost** koja predstavlja relativno bogatstvo kojim je svaka vrsta prisutna u nekoj oblasti. Ekosistem u kome su sve vrste predstavljene istim brojem jedinki ima visoku ujednačenost vrsta. Ekosistem ima nisku ujednačenost vrsta ako su neke vrste predstavljene velikim brojem jedinki, a druge vrste predstavljene sa tek nekoliko jedinki.

Vježba 3. Mjerenje ujednačenosti

Dvije najčešće korišćene formule za procjenu ujednačenosti vrsta

$$Ujednacenost = \frac{D}{D_{MAX}} \quad (15.1)$$

$$Ujednacenost = \frac{D - D_{MIN}}{D_{MAX} - D_{MIN}} \quad (15.2)$$

gdje je

D = posmatrani indeks diverziteta vrsta

D_{MAX} = predstavlja maksimalnu moguću vrijednost indeksa diverziteta, koji daje S vrsta i N jedinki

D_{MIN} = minimalna moguća vrijednost indeksa diverziteta, koji daje S vrsta i N jedinki

Vježba 3. Mjerenje ujednačenosti

15.1. Simpsonov indeks ujednačenosti (Simpson's Measure of Evenness)
određuje se po obrazcu:

$$E_{1/D} = \frac{1/\hat{D}}{s} \quad (15.3)$$

gdje je

$E_{1/D}$ = Simpsonov indeks ujednačenosti

\hat{D} = Simpsonov indeks (obrazac 14.1)

s = broj vrsta u uzorku

Vježba 3. Mjerenje ujednačenosti

15.1. Simpsonov indeks ujednačenosti (Simpson's Measure of Evenness)
određuje se po obrazcu:

$$E_{1/D} = \frac{1/\hat{D}}{s} \quad (15.3)$$

gdje je

$E_{1/D}$ = Simpsonov indeks ujednačenosti

\hat{D} = Simpsonov indeks (obrazac 14.1)

s = broj vrsta u uzorku

Indeks ima interval od 0 do 1, i daje veću težinu abundantnijim vrstama u uzorku.

Vježba 3. Mjerenje ujednačenosti

15.2. Kamargov indeks ujednačenosti (Camargo's Measure of Evenness)
određuje se po obrazcu:

$$E' = 1.0 - \left(\sum_{i=1}^s \sum_{j=i+1}^s \left[\frac{|p_i - p_j|}{s} \right] \right)$$

gdje je

E' = Kamargov indeks ujednačenosti

p_i = udio vrste i u ukupnom uzorku

p_j = udio vrste j u ukupnom uzorku

s = broj vrsta u ukupnom uzorku

Vježba 3. Mjerenje ujednačenosti

15.2. Kamargov indeks ujednačenosti (Camargo's Measure of Evenness)
određuje se po obrazcu:

$$E' = 1.0 - \left(\sum_{i=1}^s \sum_{j=i+1}^s \left[\frac{|p_i - p_j|}{s} \right] \right)$$


gdje je

E' = Kamargov indeks ujednačenosti

p_i = udio vrste i u ukupnom uzorku

p_j = udio vrste j u ukupnom uzorku

s = broj vrsta u ukupnom uzorku

 Ovaj indeks, kao i Simpsonov je relativno neosjetljiv na prisustvo rijetkih vrsta u uzorku.

Vježba 3. Mjerenje ujednačenosti

15.3. Smit i Vilsonov indeks ujednačenosti (Smith and Wilson's Measure of Evenness) određuje se po obrazcu:

$$E_{\text{var}} = 1 - \left[\frac{2}{\pi \arctan \left\{ \sum_{i=1}^s \left(\log_e(n_i) - \sum_{j=1}^s \log_e(n_j) / s \right)^2 / s \right\}} \right] \quad (15.5)$$

gdje je

E_{var} = Smit i Vilsonov indeks ujednačenosti

n_i = broj jedinki vrste i u uzorku ($i = 1, 2, 3, \dots, s$)

n_j = broj jedinki vrste j u uzorku ($j = 1, 2, 3, \dots, s$)

s = broj vrsta u čitavom uzorku

Vježba 3. Mjerenje ujednačenosti

15.3. Smit i Vilsonov indeks ujednačenosti (Smith and Wilson's Measure of Evenness) određuje se po obrazcu:

$$E_{\text{var}} = 1 - \left[\frac{2}{\pi \arctan \left\{ \sum_{i=1}^s \left(\log_e(n_i) - \sum_{j=1}^s \log_e(n_j) / s \right)^2 / s \right\}} \right] \quad (15.5)$$


gdje je

E_{var} = Smit i Vilsonov indeks ujednačenosti

n_i = broj jedinki vrste i u uzorku ($i = 1, 2, 3, \dots, s$)

n_j = broj jedinki vrste j u uzorku ($j = 1, 2, 3, \dots, s$)

s = broj vrsta u čitavom uzorku

 Prema Smith i Wilson (1996) ovo je najbolji indeks ujednačenosti jer ne zavisi od bogastva vrsta i osjetljiv je i na rijetke i na česte vrste u zajednici.

Vježba 3. Mjerenje ujednačenosti

Zadatak

Koristeći podatke od Siemann i sar. (1997) (vidi prethodnu vježbu):

1. Odrediti Simpsonov indeks ujednačenosti za 1992. i 1993 godinu.
2. Objasni dobijene rezultate.

Vježba 3. Mjerenje ujednačenosti

Zadatak

Siemann i sar. (1997) sakupili su slijedeće podatke o zajednici zglavkara u savani prilikom istraživanja uticaja požara na zglavkare. Podaci o abundanciji u tabeli predstavljaju broj jedinki po familiji (prije nego po vrstama) sakupljeni metodom košenja (kečerom) u toku perioda od dvije godine (1992-1993) (iz Siemann i sar. 1997).

1. Odrediti indekse diverziteta
2. Interpretirati dobijene rezultate

| Redovi | Familije | 1992 | p_i | 1993 | p_i |
|-------------|----------------------|--------------|-------|-------|-------|
| Araneida | Araneidae | 114 | 0.013 | 33 | 0.024 |
| | Ostale (5 familije) | 66 | 0.008 | 0 | 0.000 |
| Coleoptera | Carabidae | 0 | 0.000 | 1 | 0.001 |
| | Chrysomelidae | 128 | 0.015 | 58 | 0.042 |
| | Helodidae | 164 | 0.019 | 5 | 0.004 |
| | Scarabaeidae | 1 | 0.000 | 2 | 0.001 |
| | Staphylinidae | 5 | 0.001 | 2 | 0.001 |
| | Ostale (23 familije) | 477 | 0.056 | 56 | 0.041 |
| | Diptera | Anthomyiidae | 262 | 0.031 | 172 |
| | Chamaemyiidae | 27 | 0.003 | 29 | 0.021 |
| | Chironomidae | 0 | 0.000 | 0 | 0.000 |
| | Chloropidae | 87 | 0.010 | 1 | 0.001 |
| | Culicidae | 0 | 0.000 | 6 | 0.004 |
| | Dolichopodidae | 315 | 0.037 | 117 | 0.085 |
| | Platystomatidae | 345 | 0.040 | 137 | 0.099 |
| | Syrphidae | 100 | 0.012 | 29 | 0.021 |
| | Tephritidae | 191 | 0.022 | 3 | 0.002 |
| | Ostale (26 familije) | 438 | 0.051 | 111 | 0.080 |
| Hemiptera | Miridae | 2177 | 0.254 | 55 | 0.040 |
| | Ostale (10 familije) | 150 | 0.018 | 29 | 0.021 |
| Homoptera | Aphididae | 0 | 0.000 | 0 | 0.000 |
| | Cicadellidae | 1465 | 0.171 | 86 | 0.062 |
| | Delphacidae | 272 | 0.032 | 21 | 0.015 |
| | Membracidae | 265 | 0.031 | 23 | 0.017 |
| | Ostale (6 familije) | 132 | 0.015 | 4 | 0.003 |
| Hymenoptera | Formicidae | 0 | 0.000 | 0 | 0.000 |
| | Misc (28 familije) | 316 | 0.037 | 24 | 0.017 |
| Lepidoptera | Noctuidae | 72 | 0.008 | 5 | 0.004 |
| | Pyralidae | 13 | 0.002 | 20 | 0.015 |
| | Tortricidae | 8 | 0.001 | 0 | 0.000 |
| | Ostale (4 familije) | 73 | 0.009 | 0 | 0.000 |
| Odonata | Coenagrionidae | 0 | 0.000 | 202 | 0.146 |
| | Misc (2 familije) | 0 | 0.000 | 2 | 0.001 |
| Orthoptera | Acrididae | 564 | 0.066 | 138 | 0.100 |
| | Gryllidae | 4 | 0.000 | 0 | 0.000 |
| | Tettigoniidae | 264 | 0.031 | 0 | 0.000 |
| | Ostale (3 familije) | 3 | 0.000 | 0 | 0.000 |
| Trichoptera | Leptoceridae | 0 | 0.000 | 0 | 0.000 |
| | Phryganeidae | 0 | 0.000 | 0 | 0.000 |
| Ostali | (3 reda, 4 familije) | 63 | 0.007 | 8 | 0.006 |

Vježba 4. – Terenska vježba 11.3.2020.

- Kvalitativna i kvantitativna analiza makrozoobentosa
- Semikvantitativna analiza makrozoobentosa



Vježba 5. Mjerenje bogatstva vrsta

Uvod. Važno pitanje u ekologiji zajednica je *kako da izmjerimo bogastvo vrsta ako imamo samo uzorak ukupnog bogatstva vrsta neke zajednice* u kojoj je često nemoguće registrovati svaku vrstu (kao što je to slučaj na primjer sa zajednicama insekata, zemljišnih beskičmenjaka, ili tropskih biljaka, riba i vodozomaca). Najčešće korišćene metode za rješavanje ovog problema su: 1) Metoda razređivanja (Rarefaction method) i 2) Jackknife procjena.

Vježba 5. Mjerenje bogatstva vrsta

16.1. Metoda razređivanja (Rarefaction method)

Jedan problem koji se često javlja prilikom upoređivanja uzoraka zajednica odnosi se na različite veličine uzoraka. Ako je uzorak veći, to možemo očekivati veći broj vrsta. Na primjer ako imamo zajednicu sa 145 vrsta u uzorku (zbirci) sa 3500 jedinki i drugu zajednicu sa 86 vrsta u uzorku (zbirci) sa 1850 jedinki, ne možemo odmah da zaključimo koja od ove dvije zajednice je bogatija u vrstama. Sanders (1969) je predložio metodu razređivanja (eng. Rarefaction method) sa ciljem procjenjivanja broja vrsta koji se može očekivati iz slučajno uzetog uzorka jedinki iz čitavog uzorka (ili zbirke, eng. Collection). Ova metoda daje odgovor na pitanje: Ako se uzorak sastoji od n jedinki ($n < N$), koji broj vrsta (s) se može očekivati? Napomena: ako ukupni uzorak ima S vrsta i N jedinki, razrijeđeni uzorak mora uvijek imati $n < N$ i $s < S$. Očekivani broj vrsta u slučajnom uzorku n jedinki određuje se iz formule (Hurlbert 1971, Simberloff 1972):

Vježba 5. Mjerenje bogatstva vrsta

$$E(\hat{S}_n) = \sum_{i=1}^s \left[1 - \frac{\binom{N-N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right] \quad (16.1)$$

gdje je

$E(\hat{S}_n)$ = očekivani broj vrsta u slučajnom uzorku n jedinki

S = ukupan broj vrsta u čitavom uzorku (zbirci)

N_i = broj jedinki vrste i

N = ukupan broj jedinki u uzorku (zbirci) = $\sum N_i$

N = vrijednost veličine uzorka (broj jedinki) izabran za standardizaciju
($n \leq N$)

Vježba 5. Mjerenje bogatstva vrsta

$\binom{N}{n}$ = broj kombinacija od n jedinki koji može biti izabran iz seta od N jedinki = $N!/n!(N - n)!$

Varijansa za velike uzorke izračunava se po obrazcu

$$\text{var}(\hat{S}_n) = \binom{N}{n}^{-1} \left[\sum_{i=1}^s \binom{N - N_i}{n} \left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right] + 2 \sum_{i=1}^{s-1} \sum_{j=i+1}^s \left[\binom{N - N_i - N_j}{n} - \frac{\binom{N - N_i}{n} \binom{N - N_j}{n}}{\binom{N}{n}} \right] \right] \quad (16.2)$$

Vježba 5. Mjerenje bogatstva vrsta


Slijedeći primjer (iz: Begon 1999) ilustruje korišćenje metode razrijeđivanja. U uzorku glodara (sa Jukona) ukupne veličine od 42 jedinke utvrđeno je prisustvo 4 vrste. Abundance vrsta su 21, 16, 3 i 2 jedinke. Želimo da izračunamo očekivano bogastvo vrsta za uzorak od 30 jedinki. Napomena: Ovaj primjer je samo radi ilustracije, obzirom da nikad nećemo koristiti ovu metodu za tako mali broj vrsta.


Iz obrasca 16.1 imamo,

$$E(\hat{S}_{30}) = \left[1 - \frac{\binom{42-21}{30}}{\binom{42}{30}} \right] + \left[1 - \frac{\binom{42-16}{30}}{\binom{42}{30}} \right] + \left[1 - \frac{\binom{42-3}{30}}{\binom{42}{30}} \right] + \left[1 - \frac{\binom{42-2}{30}}{\binom{42}{30}} \right] =$$

$$1 + 1 + \left(1 - \frac{2.1192 \times 10^8}{1.1058 \times 10^{10}} \right) + \left(1 - \frac{8.4766 \times 10^8}{1.1058 \times 10^{10}} \right) = 1 + 1 + 0.981 + 0.093 = 3.90 \text{ vrsta}$$

Vježba 5. Mjerenje bogatstva vrsta

 Navedena izračunavanja su duga i složena, i obično se koristi kompjuterski program SPECIES DIVERSITY za izračunavanja metodom razređivanja.


-  Ograničenja za korišćenje metoda razređivanja:
- Zajednice koje se upoređuju trebaju biti taksonomski slične.
 - Metode uzorkovanja trebaju biti slične za oba uzorka da bi bili upoređivani
 - Sve jedinice u zajednici imaju slučajan raspored (što su populacije više grupisane, to je precjenjivanje broja vrsta korišćenjem ove metode veće).

Vježba 5. Mjerenje bogatstva vrsta

16.2. Jackknife procjena

Kada se koristi metoda kvadrata za uzorkovanje zajednice, moguće je koristiti neparametarski pristup, koji se zove Jackknife, da se odredi diverzitet vrsta. Ova procjena bazira se na utvrđivanju frekvencije prisustva rijetkih vrsta u zajednici. Podaci dobijeni u seriji slučajnih uzetih kvadrata prikazuju se u formi kao što je to slučaj u tabeli datoj ispod, i odnose se na prisustvo (1) ili odsustvo (0) vrsta u svakom kvadratu. **Jedinstvene** (eng. unique) vrste su one koje su prisutne u jednom i samo jednom kvadratu.

Vježba 5. Mjerenje bogatstva vrsta

 Na primjer, u tabeli - *jedinstvene vrste* su one čija je suma reda jednaka 1 (vrste 1 i 6 u ovom primjeru).

| Vrsta | Kvadrat | | | | | suma reda |
|-------|---------|---|---|---|---|--------------|
| | A | B | C | D | E | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 7 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 |
| 8 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |

Vježba 5. Mjerenje bogatstva vrsta

Procjena broja vrsta po Jackknife metodi određuje se iz obrazca:

$$\hat{S} = s + \left(\frac{n-1}{n} \right) k \quad (16.3)$$

gdje je

s = ukupan broj vrsta koje su nađene u n kvadratu,

n = ukupan broj kvadrata,

k = broj jedinstvenih vrsta.

Vježba 5. Mjerenje bogatstva vrsta

Varijansa Jackknife procjene bogatstva vrsta određuje se se iz obrazca:

$$\text{var}(\hat{S}) = \left(\frac{n-1}{n}\right) \left[\sum_{j=1}^s (j^2 f_j) - \frac{k^2}{n} \right] \quad (16.4)$$

gdje je

f_j = broj kvadrata koje sadrže j jedinstvenu vrstu ($j = 1, 2, 3, \dots, s$)

k = broj jedinstvenih vrsta

n = ukupan broj kvadrata uzoraka

Vježba 5. Mjerenje bogatstva vrsta

Na primjer, želimo da procijenimo bogastvo vrsta vodenih grinja u jednom potoku. Potok smo posjetili pet puta u pravilnim vremenskim intervalima i svaki put uzet je uzorak (kvadrat bentosa). Iz uzoraka koje smo uzeli dobili smo sledeće podatke o abundanciji 12 vrsta vodenih grinja:

Vježba 5. Mjerenje bogatstva vrsta

| Vrste | Kvadrati (datum uzorkovanja) | | | | |
|--------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 02.05 (1) | 15.05 (2) | 29.05 (3) | 15.06 (4) | 01.08 (5) |
| <i>Hydrodroma torrenticola</i> | 3 | 4 | - | 1 | - |
| <i>Sperchon hispidus</i> | 14 | 8 | 12 | 10 | 2 |
| <i>Torrenticola amplexa</i> | 3 | - | 1 | 5 | 8 |
| <i>T. brevirostris</i> | 8 | 2 | - | - | 3 |
| * <i>T. lundbladi</i> | - | 3 | - | - | - |
| <i>Hygrobates fluviatilis</i> | 7 | 12 | 24 | 14 | 12 |
| <i>Atractides robustus</i> | 24 | 21 | 13 | 31 | 21 |
| * <i>A. longisetus</i> | 3 | - | - | - | - |
| <i>Aturus scaber</i> | 1 | 6 | 2 | - | 1 |
| <i>Kongsbergia materna</i> | 1 | - | - | 1 | - |
| <i>Hygrobates trigonicus</i> | 3 | - | 2 | . | 1 |
| * <i>Woolostookia minuta</i> | - | - | - | 1 | - |

Vježba 5. Mjerenje bogatstva vrsta

☞ Tri vrste (označene sa *) su prisutne u samo jednoj probi (kvadratu) i one su definisane kao jedinstvene vrste.

Prema tome, iz obrazca 16.3 dobijamo

$$\hat{S} = s + \left(\frac{n-1}{n} \right) k = 12 + \left(\frac{4}{5} \right) (3) = 14.4 \text{ vrste}$$

Vježba 5. Mjerenje bogatstva vrsta

Iz tabele imamo,

| Br. jedinstvenih vrsta, j | Br. kvadrata koji sadrže j jedinstvenu vrstu, f_j |
|-----------------------------|---|
| 1 | 3 (t.j., kvadrati 1,2 , 4) |
| 2 | 0 |
| 3 | 0 |

Varijansu određujemo iz obrazca 16.4

$$\text{var}(\hat{S}) = \left(\frac{n-1}{n}\right) \left[\sum_{j=1}^s (j^2 f_j) - \frac{k^2}{n} \right] = \left(\frac{4}{5}\right) \left[(1^2)(3) - \frac{3^2}{5} \right] = 1.44$$

Vježba 5. Mjerenje bogatstva vrsta

Zadatak

Korišćenjem Jackknife procjene za bogastvo vrsta, procijeni ukupno bogastvo vodenih puževa u jednom jezeru na osnovu podataka dobijenih iz 10 uzoraka (kvadrata).

| Sp. | Kvadrati | | | | | | | | | |
|-----|----------|----|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| A | 15 | | 5 | | | 13 | 2 | 2 | 4 | 1 |
| B | | 1 | | | | | | | | |
| C | 12 | 10 | 3 | 1 | | 1 | 1 | 3 | 12 | 11 |
| D | 1 | | 3 | | 1 | 1 | | | 1 | |
| E | 1 | 1 | | 3 | 1 | | 7 | 12 | 8 | 1 |
| F | | | | | | 3 | | | | |
| G | 3 | 1 | 1 | | 2 | | 21 | | | 2 |
| H | | | | 1 | | | | | | |
| I | | 2 | | | 2 | | | 1 | | |
| J | 1 | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 1 | 5 | 6 | 1 |

Vježba 5. Mjerenje bogatstva vrsta

- Rješenje: ★ - jedinstvene vrste

$$S = s + (n-1/n)*k$$

$$S = 10 + (10-1/10)*3$$

$$S = 10 + (9/10)*3$$

$$S = 10 + 2,7$$

$$S = 12,7 \text{ vrste}$$

| Sp. | Kvadrati | | | | | | | | | |
|-----|----------|----|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| A | 15 | | 5 | | | 13 | 2 | 2 | 4 | 1 |
| ★ B | | 1 | | | | | | | | |
| C | 12 | 10 | 3 | 1 | | 1 | 1 | 3 | 12 | 11 |
| D | 1 | | 3 | | 1 | 1 | | | 1 | |
| E | 1 | 1 | | 3 | 1 | | 7 | 12 | 8 | 1 |
| ★ F | | | | | | 3 | | | | |
| G | 3 | 1 | 1 | | 2 | | 21 | | | 2 |
| ★ H | | | | 1 | | | | | | |
| I | | 2 | | | 2 | | | 1 | | |
| J | 1 | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 1 | 5 | 6 | 1 |

Vježba 6. Određivanje sličnosti

Uvod. U mnogim slučajevima, ekolozima koji izučavaju zajednice, dostupne su liste vrsta koje su prisutne u svakoj od više zajednica. Ako je pri tome još urađena i kvantitativna analiza uzoraka, onda su dostupne i neke ocjene relativne abundance svake vrste. Često je cilj takvih analiza da se odredi da li zajednice mogu biti klasifikovane zajedno ili trebaju biti razdvojene. Važno pitanje koje ekolozi postavljaju prilikom klasifikovanja zajednica jeste kako da izmjerimo sličnost između uzoraka takvih zajednica.

Vježba 6. Određivanje sličnosti

☞ Postoje dvije velike klase ocjena sličnosti. **Binarni koeficijenti sličnosti** se koriste kada su dostupni samo podaci o prisustvu/odsustvu vrsta u zajednici. **Kvantitativni koeficijenti sličnosti** zahtjevaju da su dostupni i neki podaci o relativnoj brojnosti za svaku vrstu. Relativna brojnost može da se mjeri kao broj jedinki, biomase, produktivnost, pokrovnost, ili kao bilo koja druga mjera koja kvantifikuje značaj te vrste u zajednici.

17.1. Binarni koefecijenti

Najjednostavnije mjerenje sličnosti uključuje podatke o prisustvu/odsustvu vrsta u zajednici. Ti podaci se najčešće predstavljaju u obliku takozvanih 2 x 2 tabela:

| | | Uzorak A | |
|----------|---------------------|---------------------|--------------------|
| | | Br. prisutnih vrsta | Br. odsutnih vrsta |
| Uzorak B | Br. prisutnih vrsta | a | b |
| | Br. odsutnih vrsta | c | d |

gdje je,

a = broj vrsta u uzorku A i uzorku B

b = broj vrsta u uzorku B ali ne i u uzorku A

c = broj vrsta u uzorku A ali ne i u uzorku B

d = broj vrsta odsutnih u oba uzorka

Postoji više od 20 različitih koeficijenata sličnosti za binarne podatke. Najčešće korišćeni koeficijenti su:

1. *Žakardov Koeficijent (Coefficient of Jaccard)* određuje se po formuli:

$$S_j = \frac{a}{a+b+c} \quad (17.1)$$

gdje je

S_j = Žakardov koeficijent sličnosti

a, b, c = kao što je objašnjeno gore

2. *Sorensenov Koeficijent (Coefficient of Sorensen)* određuje se po formuli:

$$S_s = \frac{2a}{2a+b+c} \quad (17.2)$$

gdje je,

S_s = Sorensenov koeficijent sličnosti

Sorensenov koeficijent je veoma jednostavan način za mjerenje beta diverziteta, sa vrijednostima od 0 (kad nema preklapanja vrsta među zajednicama) do 1 (kada se iste vrste nalaze u obe zajednice).

 **Zadatak**

Baker i sar. (2009) su izučavali biodiverzitet vodenih grinja u tri Balkanska jezera (Ohridsko, Skadarsko i Dojransko), i dobili su sledeće podatke za Skadarsko jezero.

| | | Ohridsko jezero | |
|------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| | | Br. prisutnih vrsta | Br. odsutnih vrsta |
| Skadarsko jezero | Br. prisutnih vrsta | 22 | 13 |
| | Br. odsutnih vrsta | 21 | 8 |

| | | Dojransko o jezero | |
|------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| | | Br. prisutnih vrsta | Br. odsutnih vrsta |
| Skadarsko jezero | Br. prisutnih vrsta | 8 | 23 |
| | Br. odsutnih vrsta | 9 | 16 |

Ukupno je nađeno da je prisutno 51 vrsta u sva tri jezera.

1. Izračunaj Žakardov i Sorensenov indeks.

Rješenje – određivanje sličnosti:

| | | Ohridsko jezero | |
|------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| | | Broj prisutnih vrsta | Broj odsutnih vrsta |
| Skadarsko jezero | Broj prisutnih vrsta | 22 | 13 |
| | Broj odsutnih vrsta | 21 | 8 |

| | | Dojransko jezero | |
|------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| | | Broj prisutnih vrsta | Broj odsutnih vrsta |
| Skadarsko jezero | Broj prisutnih vrsta | 8 | 23 |
| | Broj odsutnih vrsta | 9 | 16 |

$$S_j = 22 / (22 + 13 + 21) = 22 / 56 = 0,39$$

$$S_s = 2 * 22 / (2 * 22 + 13 + 21) = 44 / 78 = 0,56$$

$$S_j = 8 / (8 + 23 + 9) = 8 / 40 = 0,2$$

$$S_s = 2 * 8 / (2 * 8 + 23 + 9) = 16 / 48 = 0,33$$

• Skadarsko-Ohridsko jezero

Skadarsko-Dojransko jezero

Vježba 6. Određivanje sličnosti

17.2. Koeficijenti udaljenosti (Distance Coefficient)

Ovi koeficijenti mjere ne-sličnost (eng. dissimilarity), pre nego sličnost izučavanih zajednica, i zahtjevaju da su dostupni neki podaci o brojnosti za svaku vrstu unutar zajednice. Najčešće korišćeni koeficijenti su:

1. **Euklidove distance** (*Euclidean Distance*) određuje se po formuli:

$$\Delta_{jk} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{ij} - X_{ik})^2} \quad (17.3)$$

gdje je,

Δ_{jk} = Euklidova distanca između uzoraka j i k

X_{ij} = broj jedinki (ili biomasa) vrste i u uzorku j

X_{ik} = broj jedinki (ili biomasa) vrste i u uzorku k

n = ukupan broj vrsta

Vježba 6. Određivanje sličnosti

17.2. Koeficijenti udaljenosti (Distance Coefficient)

2. Braj-Kurtisova distanca (*Bray-Curtis measure*) određuje se po formuli (Bray & Curtis, 1957):

$$B = \frac{\sum_{i=1}^n |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^n (X_{ij} + X_{ik})} \quad (17.5)$$

gdje je

B = Bray-Curtis-ova mjera nesličnosti

X_{ij} , X_{ik} = broj jedinki vrste i u svakom uzorku (j , k)

n = broj vrsta u uzorku

Neki autori (npr. Wolda 1981) preferiraju da gornji obrazac definišu kao mjeru za sličnost koristeći komplement Braj-Kurtisove distance ($1.0-B$).

Vježba 6. Određivanje sličnosti

3. Kenbera metrički koeficijent (*Canberra Metric*) određuje se po formuli (Lance & Williams 1967):

$$C = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{|X_{ij} - X_{ik}|}{(X_{ij} + X_{ik})} \right) \right] \quad (17.6)$$

gdje je

C = Kenbera metrički koeficijent nesličnosti između uzoraka j i k

X_{ij} , X_{ik} = broj jedinki vrste i u svakom uzorku (j , k)

n = broj vrsta u uzorku

Interval Kenbera metričkog koeficijenta je između 0 i 1.0, i slično Braj-Kurtisovom koeficijentu, može se pretvoriti u mjeru za procjenu sličnosti koristeći komplement (1.0- C). Oba indeksa, i Braj-Kurtisova distanca i Kenbera metrički koeficijent su jako osjetljivi na veličinu uzorka.

Vježba 6. Određivanje sličnosti

Na primjer, u tabeli su date vrijednosti brojnosti 6 vrsta vodenih grinja koje naseljavaju dva tipa staništa (“zajednice”) u jednom potoku. Želimo da uzračunamo distancu između te dvije zajednice

| Tip staništa | vrste vodenih grinja | | | | | |
|---------------|----------------------|----|----|----|----|----|
| | Ht | Hf | An | Ni | Tb | Ag |
| Lentička zona | 26 | 42 | 8 | 1 | 31 | 0 |
| Lotička zona | 19 | 16 | 38 | 15 | 3 | 5 |

 Izračunaj Bray-Kurtisovu distancu i Kenbera metrički koeficijent.

Vježba 7.

18. Klasterska analiza

Uvod. Određivanje sličnosti metodama koje smo naučili na ranijoj vježbi je korisno kada imamo mali broj uzoraka iz zajednice, ili samo nekoliko zajednica. U ostalim slučajevima kada moramo da analiziramo veliki broj uzoraka, treba koristiti posebne tehnike (*Klusterske metode*) za grupisanje sličnih uzoraka.

18.1 UPGMA

Najčešća korišćena tehnika klsterske analize je poznata pod skraćenicom UPGMA (*unweighted pair-group method using arithmetic averages*) (Sneath & Sokal 1973). Metoda počinje sa matricom u kojoj su date vrijednosti koeficijenata sličnosti (kao što je to slučaj sa Tabelom). Pravila za grupisanje su sledeća:

1. Na početku, naći najbliži par uzoraka – i to predstavlja prvi klaster.
2. Zatim, naći drugi najbliži par uzoraka *ili* najveću sličnost između uzorka i prvog klastera.

Po definiciji: za aritmetičko prosječno grupisanje po UPGMA,

Sličnost između uzorka i postojećeg klastera = *aritmetička sredina sličnosti jednog uzorka i svih članova klastera*

$$S_{J(K)} = \frac{1}{t_J t_K} \left(\sum S_{JK} \right) \quad (18.1)$$

gdje je


$S_{J(K)}$ = sličnost između klastera J i K

t_J = broj uzoraka u klasteru J

t_K = broj uzoraka u klasteru K

S_{JK} = određeni koeficijent sličnosti između svakog od uzoraka u J i K

Vježba 7.

 Navedena izračunavanja su duga i složena, i obično se koriste kompjuterski programi za njihovo izračunavanje.



DendroUPGMA: A dendrogram construction utility.

Created at March 2002.
By Santi Garcia-Vallvé (santi.garcia-vallve AT urv.net) and Pere Puigbo
Biochemistry and Biotechnology Department.
Universitat Rovira i Virgili (URV). Tarragona. Spain.

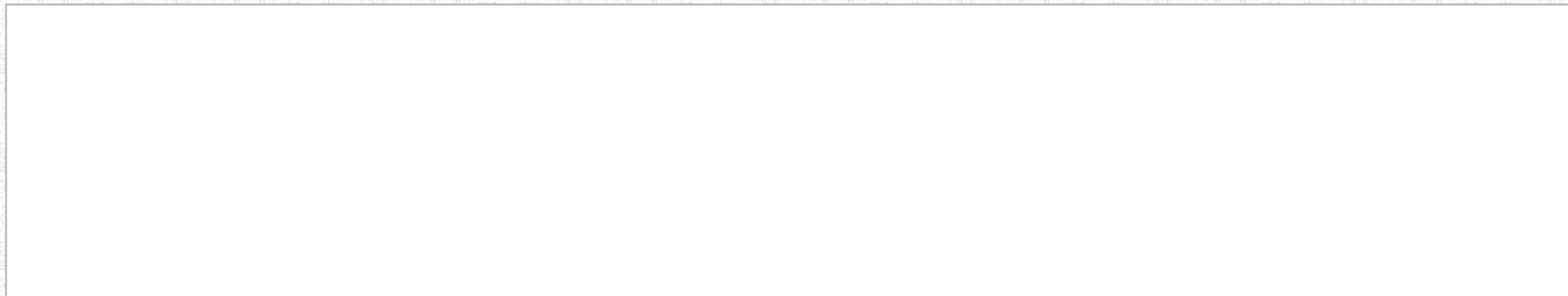
[Version history](#) [Tutorial](#) [Examples](#) [Server use](#)

Use this program to create a dendrogram from (a) sets of variables, (b) a similarity matrix or (c) a distance matrix. The program calculates a similarity matrix (only for option a), transforms similarity coefficients into distances and makes a clustering using the Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean (UPGMA) or Weighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (WPGMA) algorithm.

For Option (a) -Construct a dendrogram from a set of variables- two input formats are available:

- Format 1: fasta-like format - Two lines, the first one must begin with the ">" character (this will be the identifier line) and the second one that contains the variables (separated by tabs or spaces, not a combination of both).
- Format 2: Only one line for each set of variables (separated by spaces). The first one will be assumed to be the identifier.

For Options (b) and (c) -Construct a dendrogram from a similarity or distance matrix- the input must be a similarity or distance matrix in CSV or tab-delimited format.



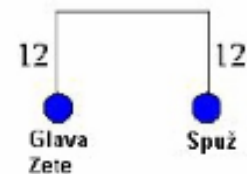
Vježba 7.

Slijedeći primjer ilustruje korišćenje UPGMA metode. Želimo da uradimo klastersku analizu za 8 zajednica vodenih grinja (rijeka Cijevna-CV; rijeka Morača, Međurječje-MM; rijeka Mrtvica-MR; rijeka Morača, Botun-MB; Rijeka Zeta, Glava Zete-ZGZ; rijeka Zeta, Spuž-ZS; Mareza-M; Skadarsko jezero-SJ). U tabeli je data matrica sa koeficijentima sličnosti (korišćena je Euklidova distanca) za 8 zajednica vodenih grinja:

Vježba 7.

| | Rijeka Cijevna | Morača - Međurječje | Rijeka Mrtvica | Morača-Botun | Zeta-Glava Zete | Zeta-Spuž | Mareza | Skadarsko jezero |
|----------------------|----------------|---------------------|----------------|--------------|-----------------|-----------|--------|------------------|
| Rijeka Cijevna | 0 | 32 | 48 | 51 | 50 | 48 | 98 | 148 |
| R. Morača-Međurječje | | 0 | 26 | 34 | 29 | 33 | 84 | 136 |
| Rijeka Mrtvica | | | 0 | 42 | 44 | 44 | 92 | 152 |
| R. Morača-Botun | | | | 0 | 44 | 38 | 86 | 142 |
| R.Zeta-Glava Zete | | | | | 0 | 24 | 89 | 142 |
| R.Zeta-Spuž | | | | | | 0 | 90 | 142 |
| Mareza | | | | | | | 0 | 148 |
| Skadarsko jezero | | | | | | | | 0 |


☞ Na osnovu podataka datih u Tabeli vidimo da su najbližnje zajednica sa Glave Zete (ZGZ) i Spuža (ZS), i one obrazuju klaster 1.



Vježba 7.

 Sledeći korak je ponovo formirati matricu sličnosti.

| | CV | MM | MR | MB | ZGZ | ZS | M | SJ | |
|-----|----|----|----|----|-----|----|----|------|-----|
| CV | 0 | 32 | 48 | 51 | 50 | 49 | 48 | 98 | 148 |
| MM | | 0 | 26 | 34 | 29 | 31 | 33 | 84 | 136 |
| MR | | | 0 | 42 | 44 | 44 | 44 | 92 | 152 |
| MB | | | | 0 | 44 | 41 | 38 | 86 | 142 |
| ZGZ | | | | | | 0 | | 89 | 142 |
| ZS | | | | | | | | 89.5 | 142 |
| M | | | | | | | | 90 | 142 |
| SJ | | | | | | | 0 | | 148 |
| | | | | | | | | | 0 |

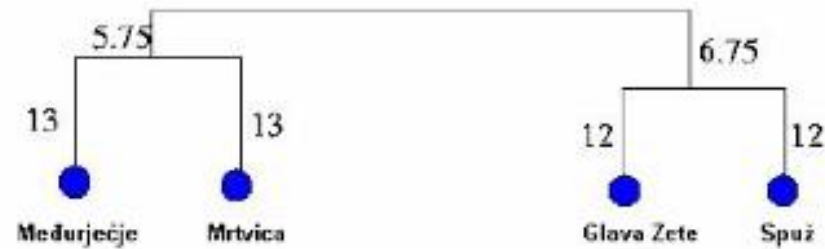
 Iz tabele vidimo da najveću sličnost imaju zajednice iz Međurječja (MM) i Mrtvice (MR), i oni formiraju sledeći klaster:



Vježba 7.

Sličnost između klastera (Glava Zete + Spuž) i klastera (Međuriječje + Mrtvica) određuje se iz obrasca 18.1:

$$S_{J(K)} = \frac{1}{t_J t_K} \left(\sum S_{JK} \right) = \frac{1}{2(2)} (24 + 26) = 12.5$$




Vježba 7.



UCG

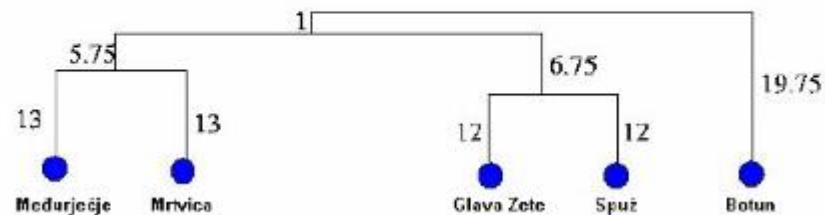
Univerzitet Crne Gore
Prirodno-matematički fakultet

 Ponovo formiramo matricu sličnosti.

| | CV | MM ZGZ | MR ZS | MB | M | SJ |
|-----------------------|----|-----------|----------|-------|-----|----|
| CV | 0 | 44.5 | 51 | 98 | 148 | |
| MM MR ZGZ ZS | | 0 | 39.5 | 88.75 | 143 | |
| MB | | | 0 | 86 | 142 | |
| M | | | | 0 | 148 | |
| SJ | | | | | 0 | |

Slijedeći najveći koeficijent sličnosti je između Klastera 1 (Glava Zete, Spuž, Međurječje, Mrtvica) i Botuna, koji se spajaju pri vrijednosti od 39.5. Kao što smo prije napomenuli, sličnost se određuje po obrazcu 18.1, na primjer:

$$S_{J(K)} = \frac{1}{t_J t_K} \left(\sum S_{JK} \right) = \frac{1}{4(1)} (34 + 42 + 44 + 38) = 39.5$$

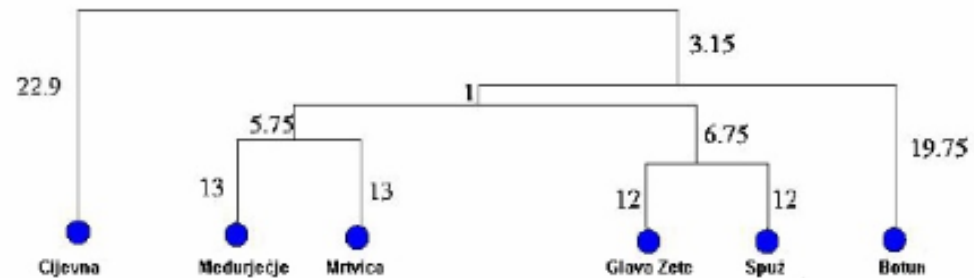


Vježba 7.

 Ponovo formiramo matricu sličnosti.

| | CV | MM ZGZ | MR ZS | MB | M | SJ |
|-----------------------|----|-----------|----------|----|------|-------|
| CV | 0 | 45.8 | | | 98 | 148 |
| MM MR ZGZ ZS | | 0 | | | 88.2 | 142.8 |
| MB | | | | | | |
| M | | | | | 0 | 148 |
| SJ | | | | | | 0 |

Slijedeći najveći koeficijent sličnosti je između Klastera (Glava Zete-Spuž, Međurječje - Mrtvica, Botun) i Cijevne, koji se spajaju pri sličnosti od 88.2.

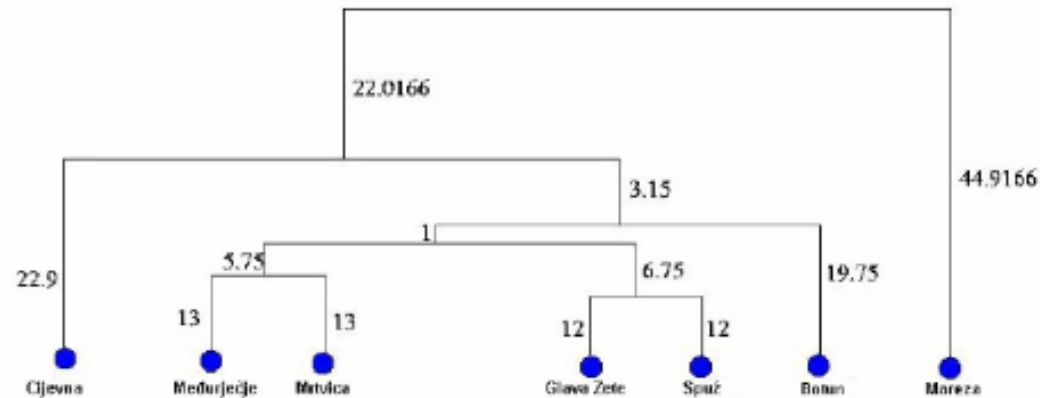


Vježba 7.

👉 Ponovo formiramo matricu sličnosti.

| | CV | MM ZGZ | MR ZS | MB | M | SJ |
|-----------------------|----|-----------|----------|----|--------|--------|
| CV | | | | | 89.833 | 143.66 |
| MM MR ZGZ ZS | | 0 | | | | |
| MB | | | | | | |
| M | | | | | 0 | 148 |
| SJ | | | | | | 0 |

Slijedeći najveći koeficijent sličnosti je između Klastera (Glava Zete -Spuž, Međurječje - Mrtvica, Botun, Cijevna) i Mareze, koji se spajaju pri sličnosti od 89.833.



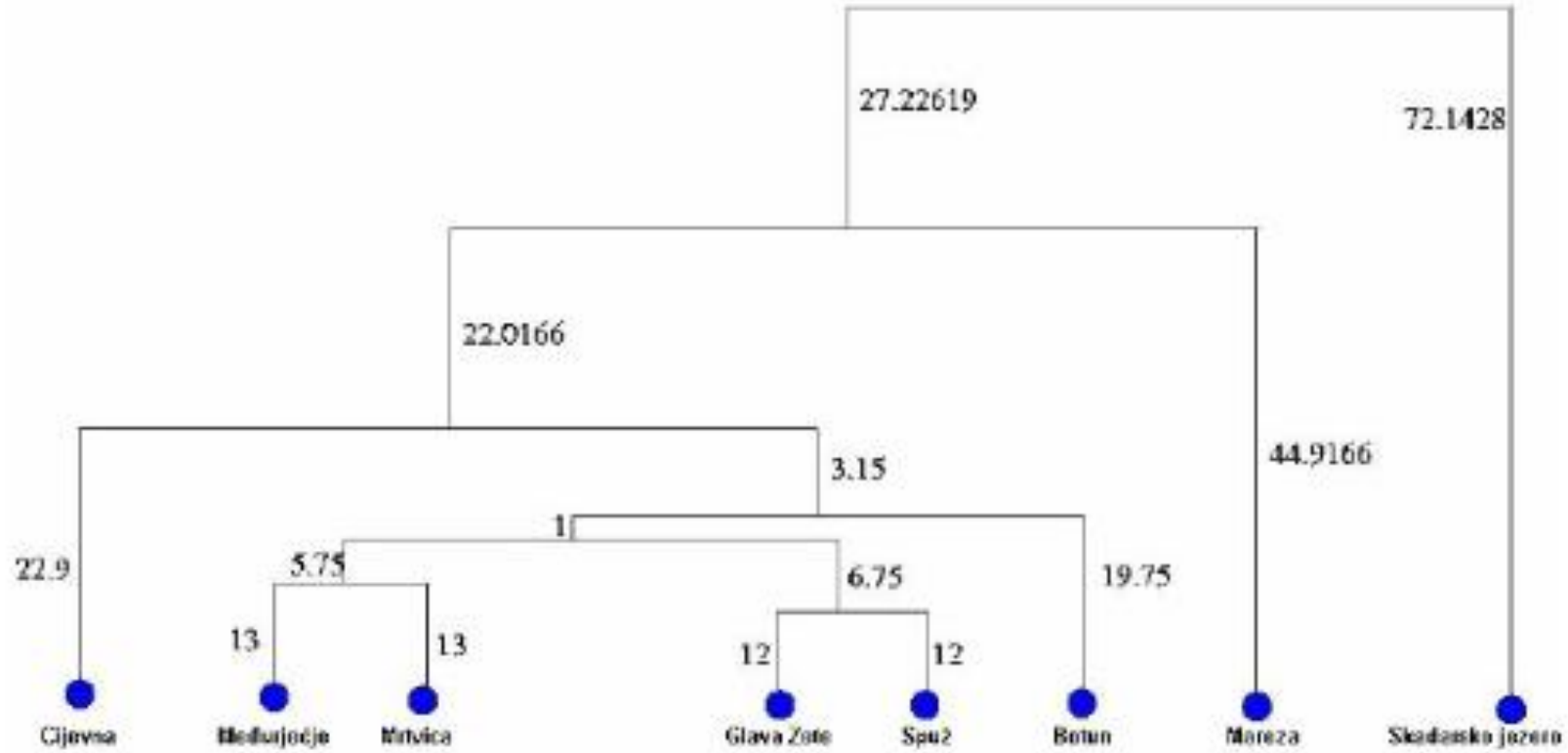
Vježba 7.

☞ Poslednji korak je izračunati srednju vrijednost sličnosti između dvije preostale dvije grupe Klastera (Glava Zete - Spuž, Međurječje - Mrtvica, Botun, Cijevna, Mareza) i Skadarskog jezera.

| | CV M | MM ZGZ | MR ZS | MB | SJ |
|-------------------|---------|-----------|----------|----|----------|
| CV | | | | | |
| MM MRZGZ ZS | | | 0 | | 144.2857 |
| MB | | | | | |
| M | | | | | |
| SJ | | | | | 0 |

Vježba 7.

Na kraju klastersko stablo ima sljedeći oblik.



Vježba 7.

Zadatak

U Tabeli su date matrice sa koeficijentima sličnosti (korišćen je Canberra koeficijent) za devet kolonija (koje se nalaze na ostrvima u sjevernim polarnim i subpolarnim oblastima; u Tabeli su date skraćenice za 9 oblasti-ostrva) morskih ptica (iz Begon 1999, podaci iz Hunt i sar. 1986). Uradi klustersku analizu metodom UPGMA za ovih devet kolonija i utvrdi koje su oblasti najbližnije formiranjem klusterskog stabla.

| | CH | PLI | CI | NS | CL | CT | SI | SPI | SGI |
|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CH | 1.0 | 0.88 | 0.99 | 0.66 | 0.77 | 0.75 | 0.36 | 0.51 | 0.49 |
| PLI | | 1.0 | 0.88 | 0.62 | 0.70 | 0.71 | 0.36 | 0.51 | 0.49 |
| CI | | | 1.0 | 0.66 | 0.78 | 0.75 | 0.36 | 0.50 | 0.48 |
| NS | | | | 1.0 | 0.73 | 0.64 | 0.28 | 0.53 | 0.50 |
| CL | | | | | 1.0 | 0.76 | 0.29 | 0.51 | 0.49 |
| CT | | | | | | 1.0 | 0.34 | 0.46 | 0.45 |
| SI | | | | | | | 1.0 | 0.19 | 0.20 |
| SPI | | | | | | | | 1.0 | 0.80 |
| SGI | | | | | | | | | 1.0 |

Priprema za praktični ispit:

- 1. zadatak – Indeksi diverziteta
- 2. zadatak – Kvantitativna i kvalitativna analiza zoobentosa – opis metode (Terenska vježba - str.28)
- 3. zadatak – Izračunati indekse diverziteta i uporediti dobijene rezultate (zadatak str. 83)
- 4. zadatak - Ujednačenost i indeksi ujednačenosti
- 5. zadatak – Jacknife procjena bogatstva vrsta (zadatak str. 94)
- 6. zadatak – Jaccardov i Sorensov koeficijent sličnosti (zadatak str. 100)

Pitanja?

Pošalji na: milicaj@ucg.ac.me

Hvala na pažnji.