

Populáció nagyságának felmérése, becslése

Becsült paraméterek

- **N'**- az adott populáció teljes nagysága (egyed, pár, ... stb.)
Hány egyed, pár, ... található az adott területen?
Nincs mindig lehetőség a teljes populációnagyság mérésére, ezért gyakori az egységnyi területen vagy térfogatban lévő egyedek számának használata:
- **D'**- denzitás (populáció sűrűség), egységnyi felületre/ térfogatra számított pl. egyedszám (egyed/m², egyed/ha, egyed/km², pár/ha, ... stb.)
- **Az egyedek eloszlása**
(egyenletes/ véletlen/ aggregált)

Felmérési módszerek populációbecsléshez

**I. teljes számlálás
(cenzus)**

**II. közvetett
módszerek**

**II. 1. „megközelítő felmérés”
módszere
(szakértői becslés)**

**II. 2. mintavételi módszerek
alapján való
populációbecslés**

**II. 2. a) sűrűségbecslő
módszerek**

Mintavételi egységek:

alakja, mérete, száma

Mintavételi stratégiák:

1. Rendszeres mintavétel
2. Egyszerű véletlen mintavétel
3. Rétegzett véletlen mintavétel

**II. 2. b) fogás-visszafogás
módszer**

Állatpopulációk nagyságának
becslésére alkalmas.

Az állatok egyedi jelölésén alapul.
Menete: megfogás - megjelölés -
elengedés - várakozás -
újra mintavételezés=visszafogás

I. - Teljes számlálás (cenzus)

- Az adott területen (térfogatban) található **összes egyed megszámlálása**.
 - Az esetek többségében nem vagy igen nagy nehézségek mellett valósítható meg.
- Főként olyan fajok esetében használják, amelyek esetében megvalósítható a vizsgált terület egészén az összes egyed megszámlálása.
 - Ritka, de jól megfigyelhető fajok esetén használják.
 - Pl.: - egy erdő helyén kialakult néhány hektáros hegyi réten hány darab hagyásfa található, vagy
 - Fehérgólyák párok száma egy megyében,....

II. – Közvetett módszerek

II. 1. - „Megközelítő felmérés” módszere

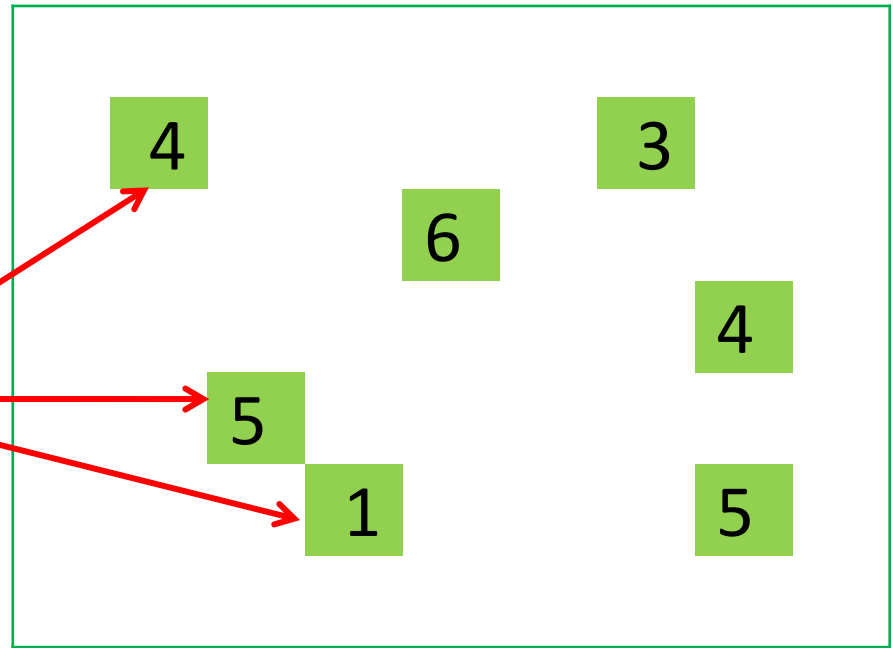
- Az adott területet és populációt „jól ismerő” szakértő tapasztalatai alapján becslés az állomány nagyságról – potenciális hiba: az adatközlők szubjektivitása.
- Alkalmazás akkor, ha a becsléshez rendelkezésre álló **idő és források** (felmérők, anyagiak, engedélyek, ...) nem teszik lehetővé a populációnagyság becslését teljes számlálás, sűrűségbecslés vagy fogás-visszafogás módszer alapján. Pl. hópárducok száma Ázsiában,...

II. 2. - Mintavételi módszerek alapján való populációbecslés

Minden olyan esetben, amikor a vizsgálati objektum teljes egészében nem vizsgálható, mintavételt kell alkalmazni.

Vizsgálendő terület

Mintavételi egységek



A vizsgálendő területnek csak egy meghatározott részén végzünk felmérést (csak a mintavételi egységekben számolunk), és abból következtetünk a teljes terület tulajdonságaira → **becslés.**

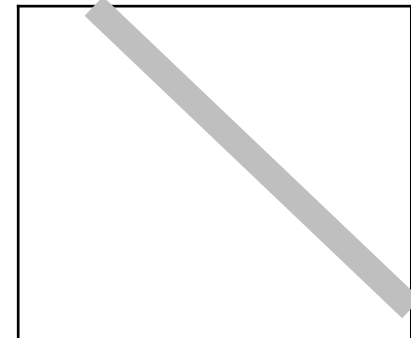
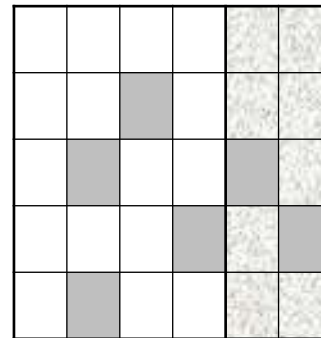
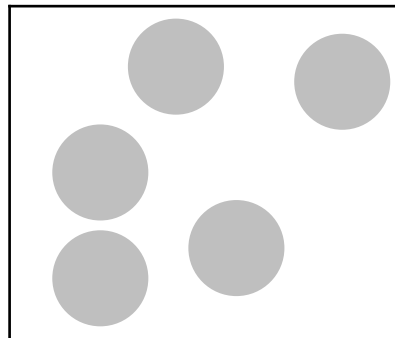
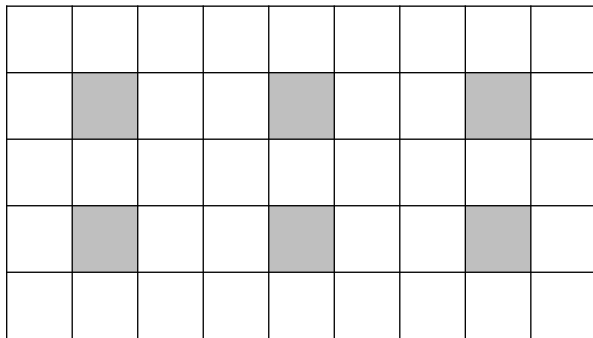
II. 2. - Mintavételi módszerek alapján való populációbecslés

II. 2. a) - Sűrűségbecslő módszerek

- Mintavételi egységek alakja:

Sűrűségbecslés is lehetséges a mintavételi egységekben végzett számlálás alapján, amelyek alakja lehet:

- 1 - kvadrát: négyzet, kör, téglalap alakú terület
- 2 - sáv (transzekt)



II. 2. - Mintavételi módszerek alapján való populációbecslés

II. 2. a) - Sűrűségbecslő módszerek

Mintavételi egységek nagysága és száma:

- Lehetőleg a kvadrátok nagysága olyan nagy legyen, hogy minimum 1 egyed essen bele.
- A kvadrátban lévő összes egyedet meg kell tudni számolni.
- A kvadrátok számának növelésével növelhetjük a becslés pontosságát.
- A felmért kvadrátok összterülete lehetőleg a teljes vizsgálandó terület 5-10%-a legyen.

II. 2. - Mintavételi módszerek alapján való populációbecslés

- A **becslés hibája**, azt jelzi, hogy esetünkben a becsült populációnagyság milyen mértékben tér el a tényleges populáció nagyságtól. Minden becslésen alapuló vizsgálat esetében alapvető e hibának a csökkentése, elkerülendő az adott érték alul- vagy felülbecslése.

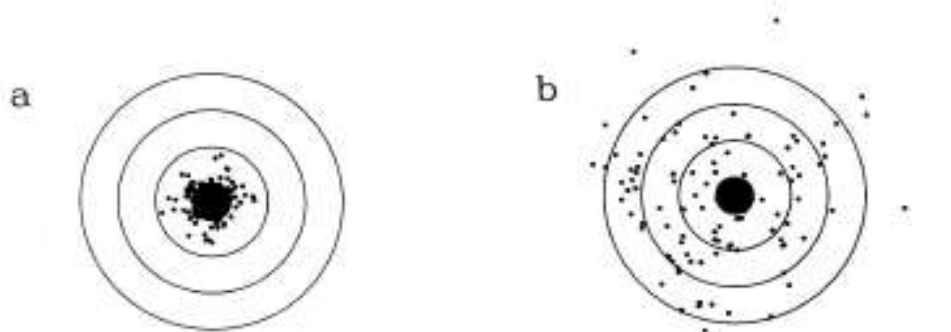
Megfelelő mintavételi stratégiával lehet elkerülni, csökkenteni e hibát.

- A **becslés pontossága** azt adja meg, hogy a becsült populációnagyság mennyire pontos, becslésünk alapján a tényleges nagyság milyen minimum, illetve maximum értékek között lehet.

A mintázott terület nagyságának növelésével és rétegzett mintavételi módszer alkalmazásával lehet javítani a becslés pontosságát.

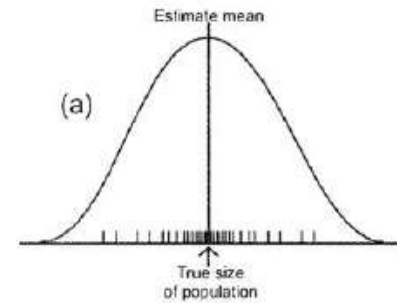
II. 2. - Mintavételi módszerek alapján való populációbecslés

A becslés jószágát két fontos tulajdonság jellemzi:
– a becslés hibája, – a becslés pontossága

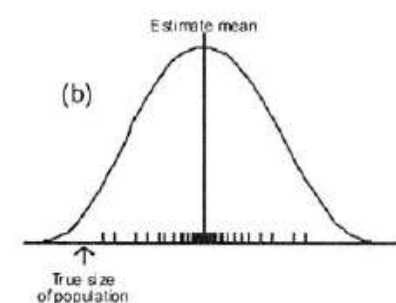


Hibátlan és pontos

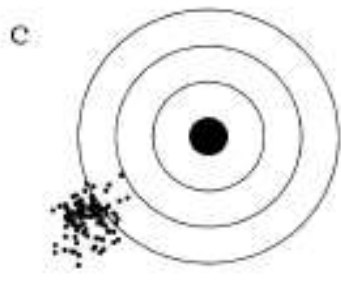
Hibátlan és pontatlan



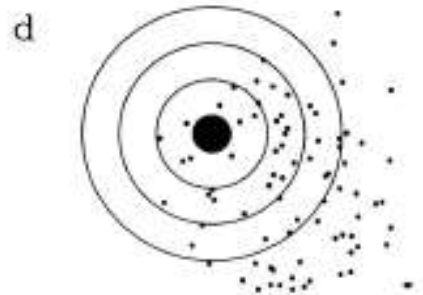
Hibátlan és pontos



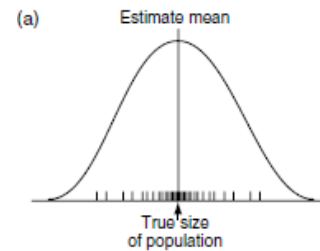
Hibás és pontos



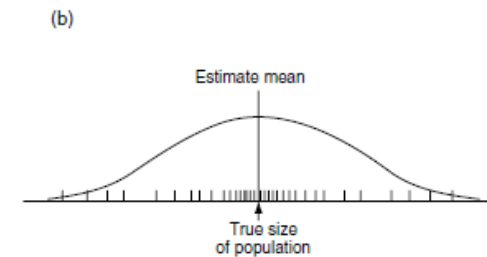
Hibás és pontos



Hibás és pontatlan



Hibátlan és pontos



Hibátlan és pontatlan

II. 2. - Mintavételi módszerek alapján való populációbecslés

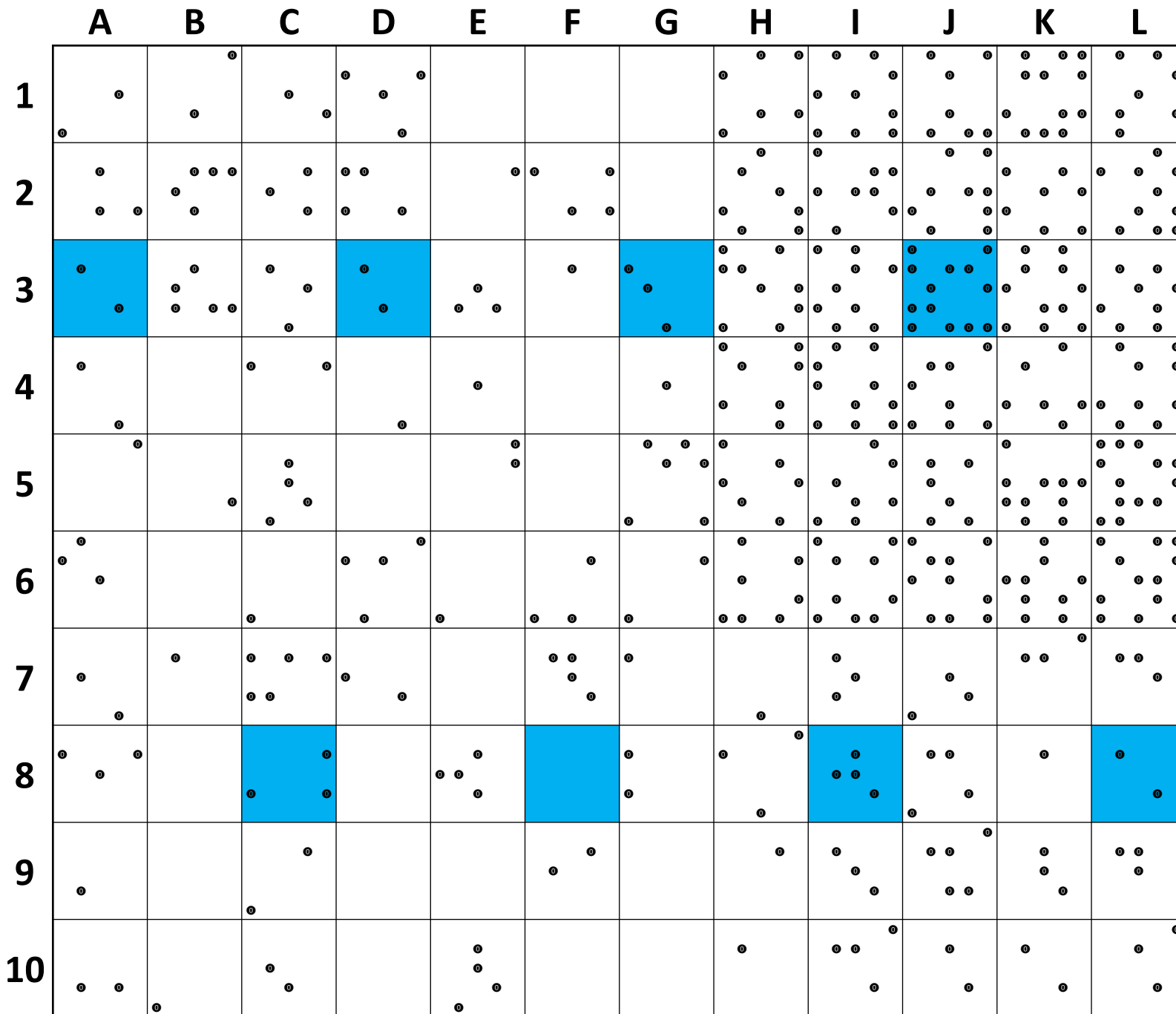
II. 2. a) - Sűrűségbecslő módszerek

Mintavételi stratégia - a mintavételi helyek kijelölése a felméréendő területen:

1 - Rendszeres mintavétel : Valamilyen eldöntött rendszer alapján jelöljük ki (pl. négyzetrács sarokpontjainál).

2 - Egyszerű véletlen mintavétel : Véletlen alapján döntjük el a mintavételi helyeket.

3 - Rétegzett véletlen mintavétel : Amennyiben a populáció eloszlása nem homogén a területen, úgy hasznos ha a területet azonos egyedsűrűségű részekre osztjuk (rétegeket hozunk létre) majd ezeken belül jelöljük ki véletlenszerűen a mintavételi helyeket.



Milyen mintavételi stratégia szerint vannak kijelölve a mintavételi egységek?

Megfelelő a számuk, a helyük? Miért?

Mennyi a minimálisan kijelölendő kvadrátok száma ezen a területen?

II. 2. - Mintavételi módszerek alapján való populációbecslés

II. 2. a) - Sűrűségbecslő módszerek

Ha a következő adatok a rendelkezésünkre állnak:

- a teljes mintavételi terület nagysága (A),
- egy kvadrát (mintavételi egység) területe (a),
- a ténylegesen felméréndő kvadrátok száma (r),
- a kijelölt kvadrátokban számolt egyedszámok (n_i),

akkor elvégezhetjük a populációnagyság, ill. a denzitás (populációsűrűség/egyedsűrűség) becslését az adott területre.

A sűrűségbecslésen alapuló egyedszámbecslés paramétereit és statisztikai eljárásait

Területekre vonatkozó adatok:

- **A** : a vizsgálati terület teljes nagysága (pl. m², ha, km², ...)
1 ha (hektár) = 10 000 m² 1 km² = 1 000 000 m² = 100 ha
- **a** : egy db kvadrát területe (pl. m², ha, km², ...)
négyzet és téglalap területe = két szomszédos oldal szorzata
kör területe = sugár * sugár * π , ahol π ≈ 3,14
- **r** : felmért kvadrátok száma
- **K** : a vizsgálati területen kihelyezhető kvadrátok maximális száma

$$K = \frac{A}{a}$$

- **A felmért terület aránya** = $\frac{\text{a felmért kvadrátok összterülete}}{\text{a vizsgálati terület teljes nagysága}} = \frac{\mathbf{a * r}}{\mathbf{A}}$
(A kapott értéket 100-zal megszorozva %-ban kapjuk meg az arányt.)

A sűrűségbecslésen alapuló egyedszámbecslés paramétereit és statisztikai eljárásait

Kvadrátokra vonatkozó adatok:

- i : a felmért kvadrátok sorszáma
- n_i : egyedek száma az i -edik kvadrátban
- n' : átlagos egyedszám a kvadrátban

$$n' = \frac{\sum_{i=1}^r n_i}{r} = \frac{n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + \dots + n_r}{r}$$

- $s_{n'}^2$: a kvadrátonkénti egyedszám variációját (szórásnégyzete)

$$s_{n'}^2 = \frac{\sum_{i=1}^r (n_i - n')^2}{(r - 1)} = \frac{(n_1 - n')^2 + (n_2 - n')^2 + \dots + (n_r - n')^2}{(r - 1)}$$

Kvadrátokra vonatkozó adatok:

Kvadrát sorszáma	Egyedszám a kvadrátban	Átlagtól való eltérés	Az eltérés négyzete
i	n_i	$n_i - n'$	$(n_i - n')^2$
1	8	3	9
2	5	0	0
3	5	0	0
4	0	-5	25
5	6	1	1
6	6	1	1
$\Sigma =$	30		36

$$n' = 5 \quad (=30/6)$$

Minden kvadrátban átlagosan 5 db egyed található.

A kvadrátonkénti egyedszám varianciája (szórásnégyzete):

$$s_{n'}^2 = \Sigma (n_i - n')^2 / (r - 1) = 36 / (6 - 1) = \underline{\underline{7,2}}$$

A sűrűségbecslésen alapuló egyedszámbecslés paramétereit és statisztikai eljárásait

A becsült populáció nagyságra vonatkozó adatok:

- N' : a becsült populáció nagyság

$$N' = n' * K$$

- $S_{N'}^2$: a becsült populáció nagyság varianciája (szórásnégyzete)

$$S_{N'}^2 = \frac{K * (K - r)}{r} * S_n^2$$

- $S_{N'}$: a becsült populáció nagyság szórása

$$S_{N'} = \sqrt{S_{N'}^2}$$

A sűrűségbecslésen alapuló egyedszámbeclés paramétereit és statisztikai eljárásait

N' 95 %-os Konfidencia-intervalluma (a beclés pontossága)

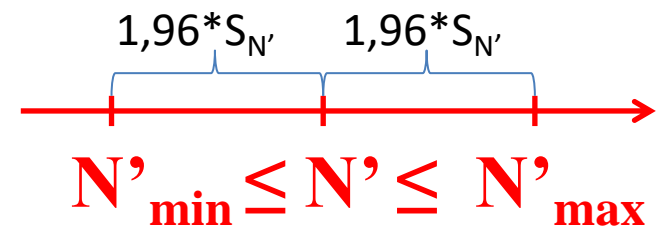
A becsült populációnagyság (N') értéke milyen intervallumban lehet 95 %-os valószínűséggel:

- N' 95 %-os Konfidencia-intervallum minimum értéke:

$$N'_{\min} = N' - \overbrace{1,96 * S_{N'}}^{\text{konfidencia-intervallum}}$$

- N' 95 %-os Konfidencia-intervallum maximum értéke:

$$N'_{\max} = N' + \overbrace{1,96 * S_{N'}}^{\text{konfidencia-intervallum}}$$



A sűrűségbecslésen alapuló egyedszámbecslés paramétereit és statisztikai eljárásait

A denzitásra (populációsűrűségre) vonatkozó adatok:

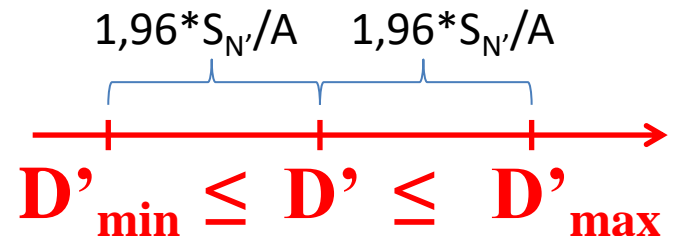
- D' : a denzitás (a populációsűrűség) becsült értéke

$$D' = N' / A$$

- Denzitás 95%-os konfidencia intervalluma (a becslés pontossága):

$$D'_{\min} = \frac{N' - 1,96 * S_{N'}}{A} = (N' - 1,96 * S_{N'})/A$$

$$D'_{\max} = \frac{N' + 1,96 * S_{N'}}{A} = (N' + 1,96 * S_{N'})/A$$



A sűrűségbecslésen alapuló egyedszámbecslés paramétereinek és statisztikai eljárásai

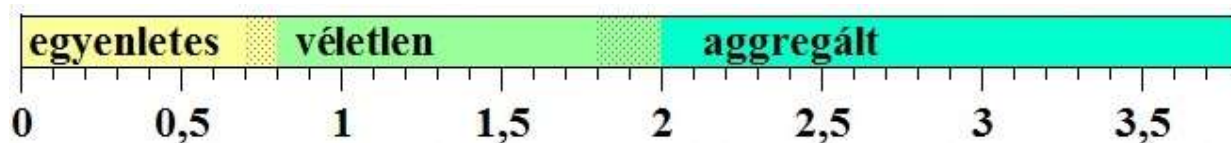
Az egyedek eloszlására vonatkozó adatok:

A kvadrátonkénti egyedszám variációjának (szórásnégyzetének) és a kvadrátokban becsült átlagos egyedszámnak a hányadosa alapján:

- Az egyedek eloszlása = $\frac{S_n'^2}{n'}$

Ha ezen hányados értéke:

- sokkal kisebb, mint 1 ($\ll 1$), akkor **egyenletes** eloszlást
- kb. 1-gyel egyenlő (≈ 1), akkor **véletlen** eloszlást
- sokkal nagyobb, mint 1 ($\gg 1$), akkor **aggregált** eloszlást feltételezhetünk.



II. 2. - Mintavételi módszerek alapján populációbecslés

II. 2. b) – Fogás-visszafogás módszer

Állatok befogása, (egyedi) jelölése, elengedése – később újra mintavételezés



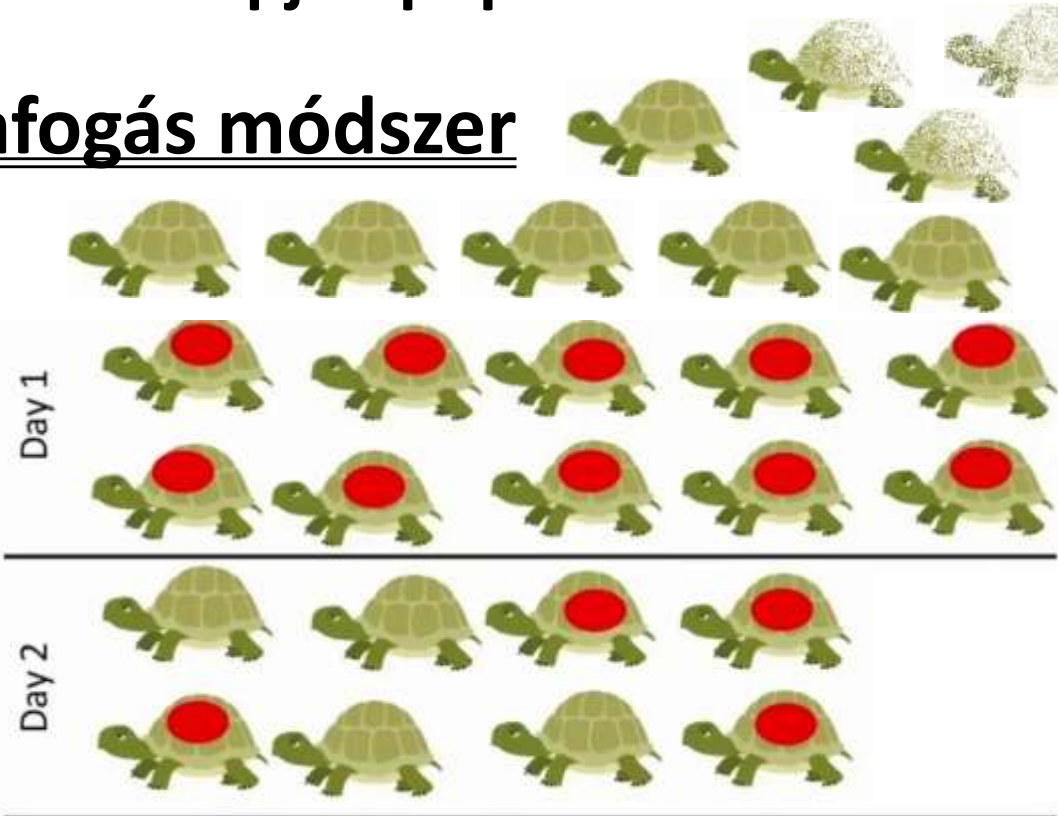
Pl. függőháló a
madarak
befogásához



II. 2. - Mintavételi módszerek alapján populációbecslés

II. 2. b) – Fogás-visszafogás módszer

Ha egy populáció egy részét (n_1) valamilyen módon megjelöljük és visszahelyezzük az eredeti populációba, majd keveredés után egy másik mintát veszünk (n_2), akkor a második mintában levő jelölt egyedek (m_2) és a 2. minta teljes egyedszáma (n_2) között ugyanaz az arány áll fenn, mint az összes jelölt egyed (n_1) és a teljes populáció (N) között. Ez alapján a teljes populáció egyedszáma kiszámítható/ megbecsülhető.



1. 10 egyed jelölése az 1. napon
2. 8 egyed befogása a 2. napon, ebből 4 már jelölt
3. Az egyedek fele jelölt a 2. mintában, tehát feltételezzük, hogy az összes egyed fele már jelölt
4. Ezért ennek a populációnak az egyedszáma: 20

$$4/8 = 10/N \rightarrow N = 20$$

II. 2. - Mintavételi módszerek alapján populációbecslés

II. 2. b) – Fogás-visszafogás módszer

Lincoln index:
$$\frac{m_2}{n_2} = \frac{n_1}{N} \quad \rightarrow \quad N = \frac{n_1 * n_2}{m_2}$$

- **N** : populáció egyedszáma
- **n₁** : első alkalommal megjelölt majd visszaengedett egyedek száma
- **n₂** : második alkalommal megfogott egyedek száma
- **m₂** : második alkalommal megfogott egyedek között a jelölt (első alkalommal megjelölt és visszafogott egyedek száma)

II. 2. - Mintavételi módszerek alapján populációbecslés

II. 2. b) – Fogás-visszafogás módszer

- N' : A becsült populáció nagyság
$$N' = \frac{n_1 * n_2}{m_2}$$
 - $S_{N'}^2$: A becsült populáció nagyság varianciája (szórásnégyzete)
$$S_{N'}^2 = \frac{n_1 * n_2 * (n_1 - m_2)^2}{m_2^3}$$
 - $S_{N'}$: A becsült populáció nagyság szórása
$$S_{N'} = \sqrt{S_{N'}^2}$$
 - N' 95 %-os Konfidencia-intervallum minimum értéke:
$$N'_{\min} = N' - 1,96 * S_{N'}$$
 - N' 95 %-os Konfidencia-intervallum maximum értéke:
$$N'_{\max} = N' + 1,96 * S_{N'}$$
- $$N'_{\min} \leq N' \leq N'_{\max}$$

Felmérési módszerek populációbecsléshez

**I. teljes számlálás
(cenzus)**

**II. közvetett
módszerek**

**II. 1. „megközelítő felmérés”
módszere
(szakértői becslés)**

**II. 2. mintavételi módszerek
alapján való
populációbecslés**

**II. 2. a) sűrűségbecslő
módszerek**

Mintavételi egységek:

alakja, mérete, száma

Mintavételi stratégiák:

1. Rendszeres mintavétel
2. Egyszerű véletlen mintavétel
3. Rétegzett véletlen mintavétel

**II. 2. b) fogás-visszafogás
módszer**

Állatpopulációk nagyságának
becslésére alkalmas.

Az állatok egyedi jelölésén alapul.
Menete: megfogás - megjelölés -
elengedés - várakozás -
újra mintavételezés=visszafogás

Kidolgozott példák

1-3. példa : sűrűségbecslésen alapuló egyedszámbecsléshez

4. példa : fogás-visszafogás módszerén alapuló egyedszámbecsléshez

Elérhető excelben a <http://zeus.nyf.hu/~szept/kurzusok.htm> oldalon

1. Példa:

Egy **3,6 ha** nagyságú területen található **kocsányos tölgy** állomány nagyságát becsülik meg a területen random módon kihelyezett **20*20 m** nagyságú kvadrátokban végzett számlálási adatok alapján. A felmért kvadrátokban az alábbi számú tölgyet találták:

4, 0, 4, 5, 5, 0.

Becsüljük meg a kocsányos tölgy populáció nagyságát, 95%-os konfidencia-intervallumát, a denzitást és annak 95%-os konfidencia-intervallumát, és jellemezzük az egyedek eloszlását!

1. Példa megoldása - 1/5

A vizsgálati terület teljes nagysága: $A = 3,6 \text{ ha} = 36\,000 \text{ m}^2$

Egy db kvadrát területe: $a = 20\text{m} * 20\text{m} = 400 \text{ m}^2$

A felmért kvadrátok száma: $r = 6$

A kvadrátok maximális száma: $K = A / a = 36\,000 \text{ m}^2 / 400 \text{ m}^2 = 90$

A felmért kvadrátok összterülete = $r * a = 6 * 400 \text{ m}^2 = 2400 \text{ m}^2$

Felmért terület aránya =

= felmért kvadrátok összterülete / teljes vizsgálati terület =

= $r*a / A = 2400 \text{ m}^2 / 36000 \text{ m}^2 = 0,067 = 6,7\%$

A teljes terület 6,7%-a lett felmérve, ami megfelelő. (5-10% !)

1. Példa megoldása - 2/5

i	n_i	$n_i - n'$	$(n_i - n')^2$
1	4	1	1
2	0	-3	9
3	4	1	1
4	5	2	4
5	5	2	4
6	0	-3	9
$\Sigma =$	18		28

$$n' = 3 \quad (=18/6)$$

Minden kvadrátban átlagosan 3 db kocsányos tölgy található.

A kvadrátonkénti egyedszám varianciája (szórásnégyzete) :
 $s_{n'}^2 = \Sigma (n_i - n')^2 / (r - 1) = 28 / (6 - 1) = \underline{5,6}$

1. Példa megoldása - 3/5

$$N' \text{ (becsült populációnagyság)} = n' * K = 3 * 90 = \underline{270 \text{ (egyed)}}$$

$$S_{N'}^2 \text{ (a becsült populációnagyság varianciája/szórásnégyzete)} \\ = K * (K - r)/r * s_n^2 = 90 * (90 - 6)/6 * 5,6 = 7056$$

$$S_{N'} \text{ (a becsült populációnagyság szórása)} = \sqrt{S_{N'}^2} = \sqrt{7056} = \\ = \underline{84 \text{ (egyed)}}$$

N' 95 %-os konfidencia-intervallum minimum értéke:

$$N'_{\min} = N' - 1,96 * S_{N'} = 270 - \overbrace{1,96 * 84}^{164,64 \approx 165} = \underline{105,36 \approx 105 \text{ (egyed)}}$$

N' 95 %-os konfidencia-intervallum maximum értéke:

$$N'_{\max} = N' + 1,96 * S_{N'} = 270 + \overbrace{1,96 * 84}^{164,64 \approx 165} = \underline{434,64 \approx 435 \text{ (egyed)}}$$

A becsült populációnagyság: 270 ± 165 egyed

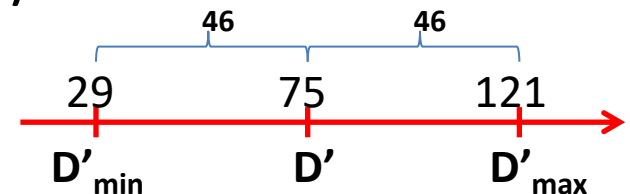
1. Példa megoldása - 4/5

$$D' \text{ (denzitás=populációsűrűség=egyedsűrűség becsült értéke)} = \\ = N' / A = 270 \text{ egyed} / 36000 \text{ m}^2 = \underline{\underline{0,0075 \text{ egyed/m}^2}} = \underline{\underline{75 \text{ egyed/ha}}}$$

Denzitás 95%-os konfidencia intervalluma:

$$D'_{\min} = (N' - 1,96 * S_{N'}) / A = (270 - 1,96 * 84) / 36000 \text{ m}^2 = \\ = \underline{\underline{0,0029 \text{ egyed/m}^2}} \approx \underline{\underline{29 \text{ egyed/ha}}}$$

$$D'_{\max} = (N' + 1,96 * S_{N'}) / A = (270 + 1,96 * 84) / 36000 \text{ m}^2 = \\ = \underline{\underline{0,0121 \text{ egyed/m}^2}} \approx \underline{\underline{121 \text{ egyed/ha}}}$$



A populációsűrűség (denzitás): 75 ± 46 egyed/ha

$$\text{Eloszlás} : s_{n'}^2 / n' = 5,6 / 3 = \underline{\underline{1,867}}$$

A kapott érték sokkal nagyobb, mint 1 ($\gg 1$), tehát

aggregált az egyedek eloszlása.

1. Példa: válaszok - 5/5

- A kocsányos tölgy becsült **populáció nagysága**: $N' = 270$ egyed
95%-os konfidencia intervalluma:

$$N'_{\min} = 105,36 \approx 105 \text{ egyed} \quad N'_{\max} = 434,64 \approx 435 \text{ egyed}$$

A becsült populáció nagyság: 270 ± 165 egyed

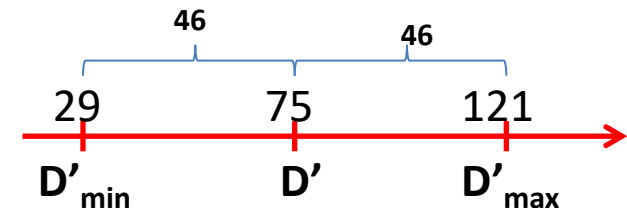
- A **denzitás=populációsűrűség** becsült értéke:

$$D' = 0,0075 \text{ egyed/m}^2 = 75 \text{ egyed/ha}$$

95%-os konfidencia intervalluma:

$$D'_{\min} = 0,0029 \text{ egyed/m}^2 \approx 29 \text{ egyed/ha}$$

$$D'_{\max} = 0,0121 \text{ egyed/m}^2 \approx 121 \text{ egyed/ha}$$



A populációsűrűség (denzitás): 75 ± 46 egyed/ha

- Az eloszlásra kapott érték: **1,867**, ami sokkal nagyobb, mint 1 ($\gg 1$), tehát **aggregált az egyedek eloszlása**.

2. Példa:

Fák-cserjék felmérését végezték egy **2500 m²** nagyságú területen, a területen random módon kihelyezett **10*10 m nagyságú kvadrátok**ban végzett számlálási adatok alapján.

Az alábbi táblázat tartalmazza a felmérés összesített eredményeit:

Faj	kvadrátok azonosítója				
	A1	A6	A9	A10	A22
csíkos kecskerágó	2		1		4
egybibés galagonya	1		2		
fekete bodza	19	15	16	17	23
fehér akác	4	3	1	3	1
szil	1			2	
fehér nyár		2	6		3

Becsüljük meg a fekete bodza populáció nagyságát, annak 95%-os konfidencia-intervallumát, a populációsűrűséget és annak 95%-os konfidencia-intervallumát, és jellemezzük az egyedek eloszlását!

2. Példa megoldása - 1/5

A vizsgálati terület teljes nagysága: $A = 2500 \text{ m}^2$

Egy db kvadrát területe: $a = 10\text{m} * 10\text{m} = 100 \text{ m}^2$

A felmért kvadrátok száma: $r = 5$

A kvadrátok maximális száma

$$K = A / a = 2500 \text{ m}^2 / 100 \text{ m}^2 = 25$$

A felmért kvadrátok összterülete:

$$r * a = 5 * 100 \text{ m}^2 = 500 \text{ m}^2$$

Felmért terület aránya =

$$\begin{aligned} &= \text{A felmért kvadrátok összterülete} / \text{teljes vizsgálati terület} = \\ &= r * a / A = 500 \text{ m}^2 / 2500 \text{ m}^2 = 0,2 = 20,0\% \end{aligned}$$

A teljes terület 20%-a lett felmérve, ami bőven megfelelő.

(minimum: 5-10% !)

2. Példa megoldása - 2/5

i	n_i	$n_i - n'$	$(n_i - n')^2$
1	19	1	1
2	15	-3	9
3	16	-2	4
4	17	-1	1
5	23	5	25
$\Sigma =$	90		40

$$n' = 18 \quad (=90/5)$$

Minden kvadrátban átlagosan 18 db fekete bodza található.

A kvadrátonkénti egyedszám varianciája (szórásnégyzete):

$$s_{n'}^2 = \Sigma (n_i - n')^2 / (r - 1) = \\ = 40 / (5 - 1) = \underline{10}$$

2. Példa megoldása - 3/5

$$N' \text{ (becsült populációnagyság)} = n' * K = 18 * 25 = \underline{450 \text{ (egyed)}}$$

$$S_{N'}^2 \text{ (a becsült populációnagyság varianciája/szórásnégyzete)} = \\ = K * (K - r) / r * s_n^2 = 25 * (25 - 5) / 5 * 10 = 1000$$

$$S_{N'} \text{ (a becsült populációnagyság szórása)} = \\ = \sqrt{S_{N'}^2} = \sqrt{1000} = \underline{31,62 \text{ (egyed)}} \approx 32 \text{ egyed}$$

N' 95 %-os konfidencia-intervallum minimum értéke:

$$N'_{\min} = N' - 1,96 * S_{N'} = 450 - \overbrace{1,96 * 31,62}^{61,9752 \approx 62} \approx \underline{388 \text{ (egyed)}}$$

N' 95 %-os konfidencia-intervallum maximum értéke:

$$N'_{\max} = N' + 1,96 * S_{N'} = 450 + \overbrace{1,96 * 31,62}^{61,9752 \approx 62} \approx \underline{512 \text{ (egyed)}}$$

A becsült populációnagyság: $N' = 450 \pm 62$ egyed

2. Példa megoldása - 4/5

$$D'(\text{denzitás becsült értéke}) = N' / A = 450 / 2500 = \\ = \underline{\mathbf{0,18}} \text{ egyed/m}^2 = \mathbf{1800} \text{ egyed/ha}$$

Denzitás 95%-os konfidencia intervalluma:

$$D'_{\min} = (N' - 1,96 * S_{N'}) / A = (450 - 1,96 * 31,62) / 2500 \text{ m}^2 = \\ = \underline{\mathbf{0,1552}} \text{ egyed/m}^2 \approx \mathbf{1552} \text{ egyed/ha}$$

$$D'_{\max} = (N' + 1,96 * S_{N'}) / A = (450 + 1,96 * 31,62) / 2500 \text{ m}^2 = \\ = \underline{\mathbf{0,2048}} \text{ egyed/m}^2 \approx \mathbf{2048} \text{ egyed/ha}$$

A populációsűrűség (denzitás) $D' = 1800 \pm 248$ egyed/ha

$$\text{Eloszlás} : s_{n'}^2 / n' = 10 / 18 = \underline{\mathbf{0,556}}$$

A kapott érték jóval kisebb, mint 1 ($\ll 1$), tehát **egyenletes** az egyedek eloszlás.

2. Példa válaszok: 5/5

- A fekete bodza becsült **populáció nagysága**: $N' = 450$ egyed
95%-os konfidencia intervalluma:

$$N'_{\min} = 388,019 \approx 388 \text{ egyed} \quad N'_{\max} = 511,98 \approx 512 \text{ egyed}$$

A becsült populáció nagyság: 450 ± 62 egyed

- A **denzitás=populációsűrűség** becsült értéke:
 $D' = 0,18 \text{ egyed/m}^2 = 1800 \text{ egyed/ha}$

95%-os konfidencia intervalluma:

$$D'_{\min} = 0,1552 \text{ egyed/m}^2 \approx 1552 \text{ egyed/ha}$$

$$D'_{\max} = 0,2048 \text{ egyed/m}^2 \approx 2048 \text{ egyed/ha}$$

A populációsűrűség (denzitás) $D' = 1800 \pm 248$ egyed/ha

- **Az eloszlásra kapott érték: 0,555**, ami sokkal kisebb, mint 1 ($\ll 1$), tehát **egyenletes az egyedek eloszlása.**

3. Példa:

Madarakat mérnek fel egy **0,5 km²** nagyságú területen, random módon kihelyezett **50 m sugarú kör** alakú kvadrátokban végzett számlálási adatok alapján. A felmért kvadrátokban látott és hallott madárfajok listáját a következő oldalon lehet látni.

A fajlistákból a megfelelő adatok kiválogatása után

- **becsüljük meg az erdei pinty populáció egyedszámát,**
- **annak 95%-os konfidencia-intervallumát,**
- **a denzitást és annak 95%-os konfidencia-intervallumát,**
- **és jellemezzük az egyedek eloszlását!**

3. Példa:

A madár-felmérés fajlistái

1. kvadrát

szén cinege : 2
erdei pinty : 2
barátposzáta : 1
búbos banka : 1

2. kvadrát

fekete rigó: 3
széncinege : 1
ökörszem : 1
erdei pinty : 1
barátposzáta : 2

3. kvadrát

fekete rigó : 3
széncinege : 1
erdei pinty : 1

4. kvadrát

fekete rigó : 4
barátposzáta : 2
széncinege : 1
vörösbecs : 1
erdei pinty : 3

5. kvadrát

fekete rigó : 2
széncinege : 1
örvös galamb : 3
erdei pinty : 4

6. kvadrát

fekete rigó : 2
erdei pinty : 1
zöldike : 1

7. kvadrát

fekete rigó : 2
erdei pinty : 3
barátposzáta : 1
széncinege : 1
kék cinege : 1

8. kvadrát

szén cinege : 1
barátposzáta : 1
erdei pinty : 1
fülemüle : 1

3. Példa megoldása - 1/5

A vizsgálati terület teljes nagysága: $A = 0,5 \text{ km}^2 = 500000 \text{ m}^2$

Egy db kvadrát területe (mivel a kör területe = sugár*sugár* π)

$$a = 50\text{m} * 50\text{m} * 3,14 = 7854 \text{ m}^2$$

A felmért kvadrátok száma: $r = 8$

A kvadrátok maximális száma:

$$K = A / a = 500000 \text{ m}^2 / 7854 \text{ m}^2 = 63,66 \approx 64$$

A felmért kvadrátok összterülete:

$$r * a = 8 * 7854 \text{ m}^2 \approx 62832 \text{ m}^2$$

Felmért terület aránya =

= A felmért kvadrátok összterülete/teljes vizsgálati terület =

$$= r*a / A = 62832 \text{ m}^2 / 500000 \text{ m}^2 \approx 0,126 = 12,6\%$$

A teljes terület kb. 12,6%-a lett felmérve, ami megfelelő.

(minimum: 5-10% !)

3. Példa megoldása - 2/5

i	n_i	$n_i - n'$	$(n_i - n')^2$
1	2	0	0
2	1	-1	1
3	1	-1	1
4	3	1	1
5	4	2	4
6	1	-1	1
7	3	1	1
8	1	-1	1
$\Sigma =$	16		10

$$n' = 2$$

A kvadrátonkénti
egyedszám varianciája
(szórásnégyzete):

$$s_{n'}^2 = \Sigma (n_i - n')^2 / (r - 1) = \\ = 10 / (8 - 1) = \underline{1,429}$$

Minden kvadrátban átlagosan 2 erdei pinty található.

3. Példa megoldása - 3/5

N' (becsült populációnagyság)

$$= n' * K = 2 * 63,66 = \underline{127,32} \text{ (egyed)} \approx \underline{127} \text{ (egyed)}$$

$S_{N'}^2$ (a becsült populációnagyság varianciája/szórásnégyzete) =

$$= K * (K - r) / r * s_n^2 = 63,66 * (63,66 - 8) / 8 * 1,429 = 632,78$$

$S_{N'}$ (a becsült populációnagyság szórása) =

$$= \sqrt{S_{N'}^2} = \sqrt{632,78} = \underline{25,155} \text{ (egyed)} \approx \underline{25} \text{ (egyed)}$$

N' 95 %-os konfidencia-intervallum minimum értéke:

$$N'_{\min} = N' - 1,96 * S_{N'} = 127,32 - \overbrace{1,96 * 25,155}^{49,3038} \approx \underline{78} \text{ (egyed)}$$

N' 95 %-os konfidencia-intervallum maximum értéke:

$$N'_{\max} = N' + 1,96 * S_{N'} = 127,32 + \overbrace{1,96 * 25,155} \approx \underline{177} \text{ (egyed)}$$

3. Példa megoldása - 4/5

$$D'(\text{denzitás becsült értéke}) = N' / A = 127,32 / 500000 \text{ m}^2 = \\ = \underline{\underline{0,0002546}} \text{ egyed/m}^2 \approx \mathbf{2,5 \text{ egyed/ha} \approx 255 \text{ egyed/km}^2}$$

Denzitás 95%-os konfidencia intervalluma:

$$D'_{\min} = (N' - 1,96 * S_{N'}) / A = (127,32 - 1,96 * 25,16) / 500000 \text{ m}^2 = \\ = \underline{\underline{0,0001560}} \text{ egyed/m}^2 \approx \mathbf{1,6 \text{ egyed/ha} \approx 156 \text{ egyed/km}^2}$$

$$D'_{\max} = (N' + 1,96 * S_{N'}) / A = (127,32 + 1,96 * 25,16) / 500000 \text{ m}^2 = \\ = \underline{\underline{0,0003532}} \text{ egyed/m}^2 \approx \mathbf{3,5 \text{ egyed/ha} \approx 353 \text{ egyed/km}^2}$$

$$\text{Eloszlás} : s_{n'}^2 / n' = 1,429 / 2 = \underline{\underline{0,714}}$$

A kapott érték kb. 1-gyel egyenlő (≈ 1), tehát véletlen az egyedek eloszlása.

3. Példa válaszok: 5/5

- Az erdei pinty **populáció nagysága**: $N \approx 127$ egyed
95%-os konfidencia intervalluma:

$$N'_{\min} = 78,02 \approx 78 \text{ egyed} \quad N'_{\max} = 176,628 \approx 177 \text{ egyed}$$

A becsült populáció nagyság: 127 ± 49 egyed

- A **denzitás=populációsűrűség** becsült értéke:
 $D' = 0,0002546 \text{ egyed/m}^2 = 2,546 \text{ egyed/ha}$

95%-os konfidencia intervalluma:

$$D'_{\min} = 0,000156 \text{ egyed/m}^2 = 1,56 \text{ egyed/ha}$$

$$D'_{\max} = 0,000353 \text{ egyed/m}^2 = 3,53 \text{ egyed/ha}$$

A populációsűrűség (denzitás) $D' \approx 2,56 \pm 1$ egyed/ha

- Az eloszlásra kapott érték: **0,714**, ami kb.1-gyel egyenlő ($= 1$),
tehát **véletlen az egyedek eloszlása.**

4. Példa:

Egy erdőben végzett gyűrűzés során hálóval fogtak be madarakat. Az egyik hétvégén 59 db fekete rigót fogtak be, gyűrűztek meg és engedtek szabadon. Pár nappal később ugyanott 32 db fekete rigót fogtak be, amely közül 18 egyeden már gyűrű volt, amelyet előző alkalommal raktak a madarakra.

- a) **Mekkora a fekete rigó becsült populáció nagysága a vizsgált erdőben?**
- b) **Mekkora a becsült populáció nagyság varianciája?**
- c) **Melyek a minimum és maximum értékei a becsült populáció nagyság 95%-os konfidencia intervallumának ?**

4. Példa megoldása - 1/3

- Az első alkalommal megjelölt majd visszaengedett egyedek száma: $n_1 = 59$
- A második alkalommal megfogott egyedek száma :
 $n_2 = 32$
- A második alkalommal megfogott egyedek között a jelölt egyedek száma (amit az első alkalommal megjelöltek és második alkalommal visszafogtak) :

$$m_2 = 18$$

a) A becsült populációnagyság :

$$N' = n_1 * n_2 / m_2 = 59 * 32 / 18 = \mathbf{104,89 \approx 105 \text{ egyed}}$$

4. Példa megoldása - 2/3

$$n_1 = 59 \quad n_2 = 32 \quad m_2 = 18 \quad N' = 104,89 \approx \mathbf{105 \text{ egyed}}$$

b) A becsült populációnagyság varianciája:

$$\begin{aligned} S_{N'}^2 &= n_1 * n_2 * (n_1 - m_2)^2 / m_2^3 = 59 * 32 * (59-18)^2 / 18^3 = \\ &= 59 * 32 * (41*41) / (18*18*18) = \mathbf{544,192} \end{aligned}$$

c) A becsült populációnagyság szórása

$$S_{N'} = \sqrt{S_{N'}^2} = \sqrt{544,192} = 23,3279 \approx 23 \text{ egyed}$$

N' 95 %-os konfidencia-intervallum minimum értéke:

$$N'_{\min} = N' - 1,96 * S_{N'} = 104,89 - \underbrace{1,96 * 23,328}_{\approx 45,73 \approx 46} = \mathbf{59,167 \approx 59 \text{ egyed}}$$

N' 95 %-os konfidencia-intervallum maximum értéke:

$$N'_{\max} = N' + 1,96 * S_{N'} = 104,89 + 1,96 * 23,328 = \mathbf{150,611 \approx 151 \text{ egyed}}$$

4. Példa válaszok: - 3/3

a) A fekete rigó becsült populáció nagysága

$$N' = 104,89 \approx 105 \text{ egyed}$$

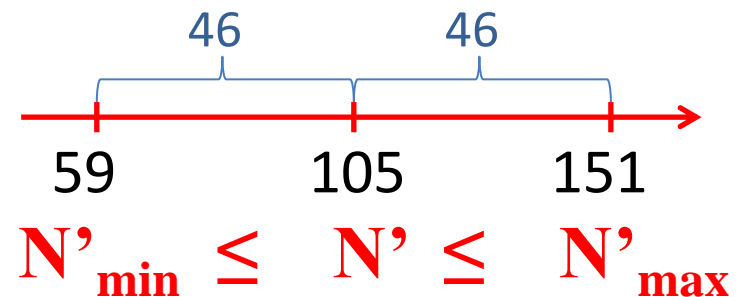
b) A populáció nagysága varianciája:

$$S_{N'}^2 = 544,192$$

c) N' 95 %-os konfidencia-intervallum minimum és maximum értékei:

$$N'_{\min} = 59,167 \approx 59 \text{ egyed}$$

$$N'_{\max} = 150,611 \approx 151 \text{ egyed}$$



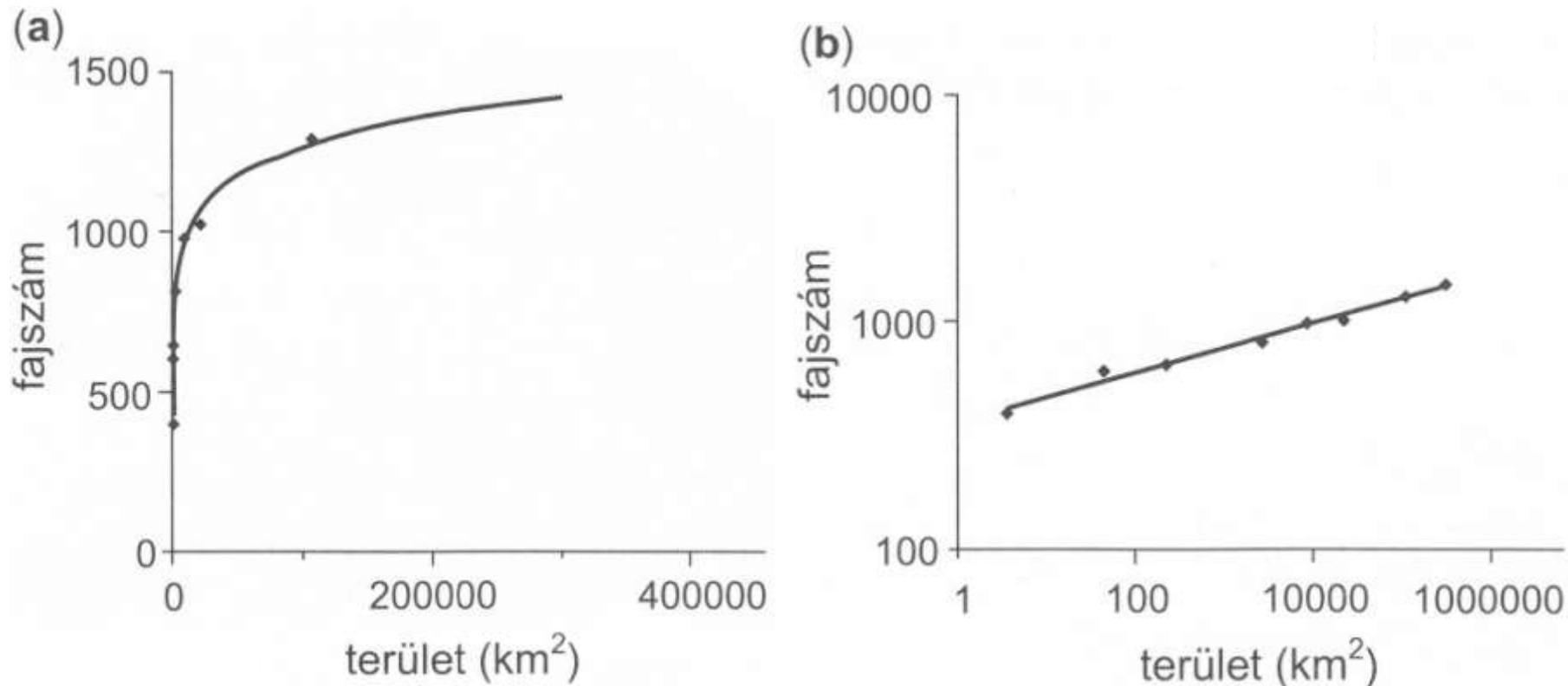
A becsült populáció nagyság: $N' = 105 \pm 46$ egyed

**TÁRSULÁSOK
SZERKEZETÉNEK
JELLEMZÉSE KVANTITATÍV
MÓDSZEREKKEL**

- A társulások megismerése és tanulmányozása terepi **mintavétellel** kezdődik.
- A mintavétel
 - **célja** a terület minél alaposabb és torzításmentesebb megismerése.
 - **pontossága** az átvizsgált területi hányaddal arányos.

(A mintavételi egység nagysága és a benne talált fajok száma között ideális esetben telítési görbével leírható összefüggés van.)

A fajszám területfüggősége



1. ábra Az adatok Nagy-Britannia növényfajaiból származnak. A legkisebb munkaterület kb. 3 km²-es; 400 faj él ott. Nagyobb területen, a több tízezer km²-es Dél-Temzei tájegységben már kb. 1000 faj található, egész Nagy-Britanniában, 350 ezer km²-en pedig 1600 faj. Az **a)** grafikonon mindkét tengely lineáris. A **b)** grafikonon is ugyanezt az adatsort használtuk fel, de megváltoztattuk a tengelyek skálázását: log-log skálát alkalmaztunk. Látható, hogy ebben az ábrázolásban egy egyenest kapunk, tehát az adatsor jól illeszkedik az Arrhenius-modellhez (ROSENZWEIG 1999 nyomán)

Minimum / Minimi area

- Egy növényállomány jellemzését célzó mintavételben elvárható, hogy szinte az összes jellemző faj előforduljon a kvadrátban (rendszerint mintavételi négyzetben - vagy az állomány alakjához igazodó alakú területen). Ezt a területnagyságot nevezik **minimum / minimi areának**.
- Korábbi vizsgálatok alapján elfogadható, hogy hazánkban
 - fás (erdő) társulásokban 20x20 m-es,
 - cserjésekben 10x10 m-es,
 - gyepekben 2x2 m-es nagyságú négyzettel érdemes általában dolgozni,
 - nagy területet használó állatfajok esetében nagyobb területek (100x100m, 1x1 km, 2.5x2.5 km,...) használatosak.

TÁRSULÁSOK SZERKEZETÉNEK JELLEMZÉSE KVANTITATÍV MÓDSZEREKKEL

Mintavételi kvadrátok kijelölése



TÁRSULÁSOK SZERKEZETÉNEK JELLEMZÉSE KVANTITATÍV MÓDSZEREKKEL

A **terepjegyzőkönyvbe** a következő adatokat szükséges rögzíteni a felmért mintavételi kvadrátok esetében:

- a mintavétel dátuma
- a felvételező(k) neve(i)
- a felvétel helyének pontos földrajzi megnevezése (koordináták)
- a felvételi sorszám (pl. kvadrát száma/sorszáma)
- a felvételezett társulás (közelítő) megnevezése
- tengerszint feletti magasság
- a lejtőszögre, az égtáji kitettségére vonatkozó adatok
- információk az alapkőzetről és a talajról

Növények esetén a kvadrát növényzetéről becsülni kell :

- a különböző vertikális szintek összborítási százalékát (lombkorona-, cserje-, gyep-, mohaszint),
- az elkülönülő szintek magasságát,
- a fák korát, az átlagos törzsvastagságot (1.3 m–re a talajszint felett),
- összeírni a négyzeten belül a fák számát (törzsek száma)

A mintavételi területeken végzett felmérés során (a kvadrát kijelölése után) a teendők a következők (1-3):

1 - Fajlista készítése

2 – Fajok tömegességének megállapítása

a - Egyedszám alapján

Abundancia=egyedszám: N_i

ahol N_i : i-edik faj egyedeinek száma a területen

vagy

b - Biomassza becslése alapján

Biomassza: B_i

ahol B_i : i-edik faj egyedeinek össztömege a területen

vagy

c - Borítás becslése alapján

Borítás: D_i

ahol D_i : i-edik faj egyedeinek borítása a vizsgált területen belül (%)

A felmérés után a teendők a következők (5-6):

3 - Fajok tömegviszonyának számítása

A növénytársulások összetételének sokkal pontosabb leírását kaphatjuk, ha a fajok **tömegviszonyait** is figyelembe vesszük. Így kapható meg a **fajtextúra**, amely az állományban előforduló fajok részesedését adja meg (gyakran %-ban).

Hagyományosan használt formulák:

Relatív gyakoriság (p_i): értékét úgy adhatjuk meg, ha az N_i , B_i vagy D_i értékeket az összes faj összesített N , B , D értékeiből vett részesedésként fejezzük ki.

A fajok tömegviszonyának számítása:

- relatív gyakoriság az abundancia (egyedszám) alapján

$$p_i = (N_i / N) \quad \text{ahol } N_i : i\text{-edik faj egyedszáma,}$$

N : összegyedszám a vizsgált területen,
függetlenül a faji hovatartozástól

- relatív gyakoriság a biomassa alapján

$$p_i = (B_i / B) \quad \text{ahol } B_i : i\text{-edik faj össztömege,}$$

B : a vizsgálat területen lévő egyedek
össztömege, függetlenül a faji
hovatartozástól

- relatív gyakoriság a borítás alapján

$$p_i = D_i \quad \text{ahol } D_i : i\text{-edik faj borítási aránya, a kvadrát}$$

területének hány %-át borítják az adott
növény faj egyedei

Mindhárom módszer **sajátos problémákat** vet fel:

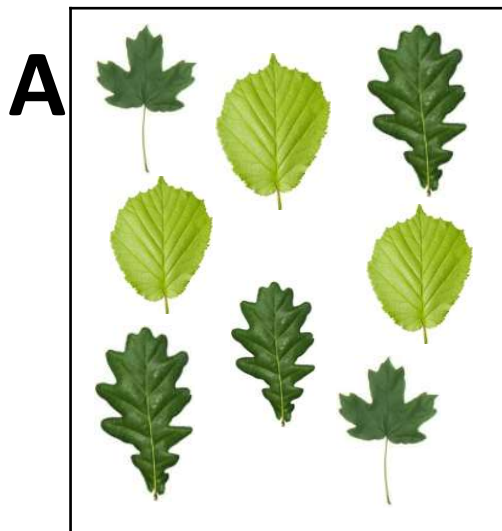
- az egyedszám meghatározása sarjtelepes növényeknél nem lehetséges,
- a borítás és a biomassa meghatározása szubjektív hibát okozhat,
- a földfeletti növényi részekre vonatkozó adatok esetén (relatív gyakoriság abundancia alapján, borítás alapján) torzított lehet egy növényfaj társuláson belüli szerepének felméréséhez, fontos lenne a föld alatti arányok ismerete (relatív gyakoriság a biomassa alapján).

Biológiai sokféleség mérése

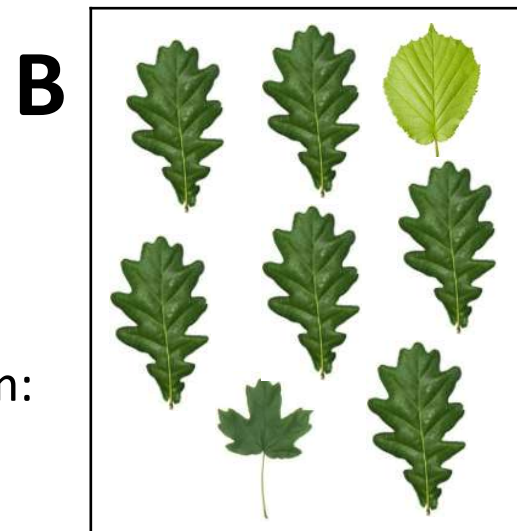
(fajszám, fajtextúra, diverzitás index, egyenletesség, mozaikosság)

- Fajszám (S)

Egy társulás gazdagságát legelemibb módon a felépítő komponensek számával, vagyis a **fajszámmal** jellemezhetjük. Korán felismert hiányossága e mutatónak, hogy nem veszi figyelembe a fajok tömegességének különbségeit.



Fajszám:
S=3
Össz. egyedszám:
N=8



- Fajtextúra

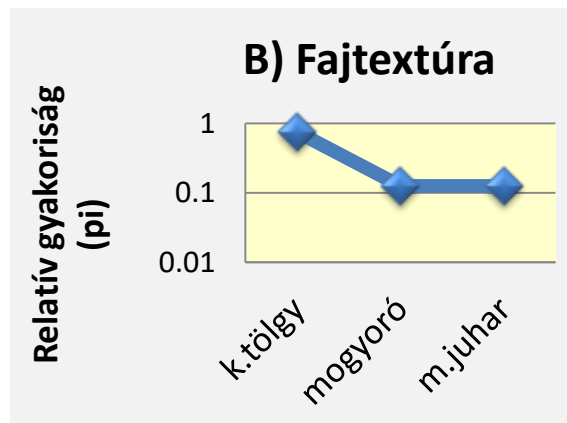
Mennyire egyenletes a fajok tömegességének az eloszlása.

Minden faj esetében megállapítjuk, hogy az összegyedszám (v. biomassa/borítás) **hányad részét** adják, majd a **leggyakoribbtól a legritkábbig** ábrázoljuk a fajok gyakoriságát. Ehhez sorba rendezzük a fajokat gyakoriságuk alapján és a leggyakoribb fajtól a legritkább felé haladva ábrázoljuk a gyakoriságukat úgy, hogy a gyakoriság értékeknek a **logaritmusát** tüntetjük fel az y-tengely mentén.

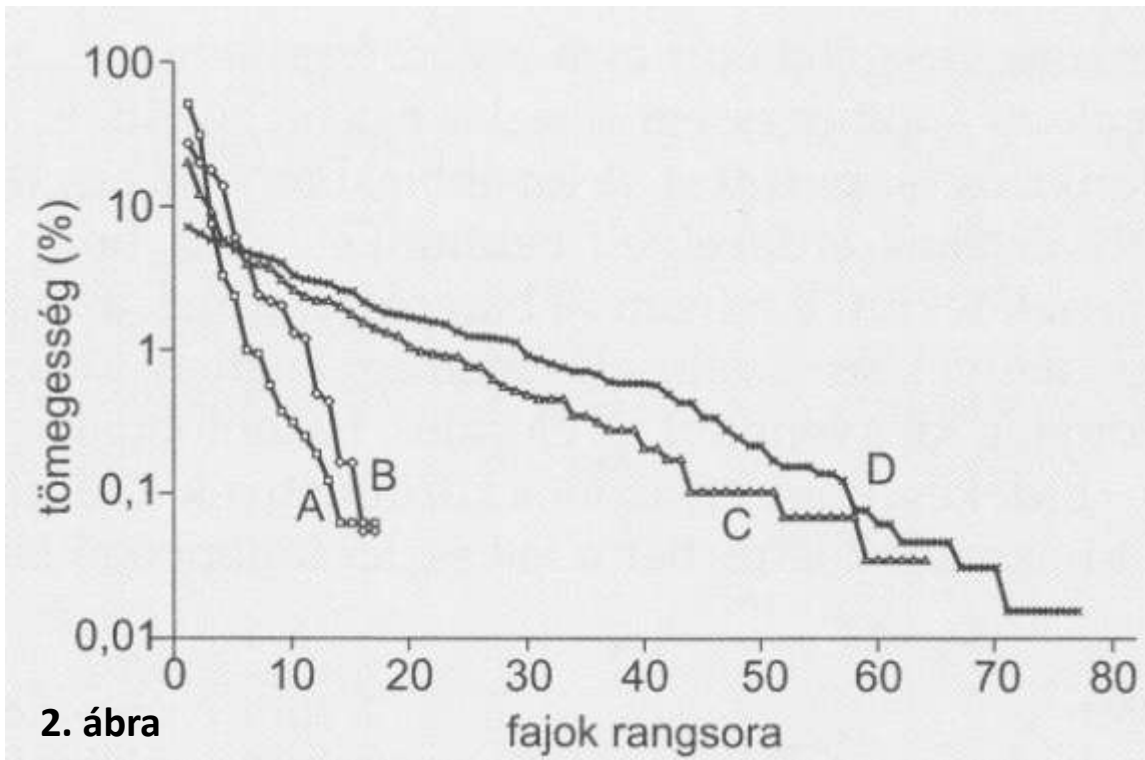
B) terület

i	Faj	N_i	$N_i/N = p_i$	$p_i(\%)$
1	k.tölgy	6	0,75	75
2	mogyoró	1	0,125	12,5
3	m.juhar	1	0,125	12,5
	ÖSSZ	8	1	100

N = 8



A fajok tömegességi sorrendje négy növénytársulásban



- A** – Nyílt homoki gyepek (Fülöpháza, Kiskunság)
- B** – Szikes puszták (Hortobágy)
- C** – Erdőssztyepprétek (Belsőbáránd, Mezőföld)
- D** – Lőszpusztagyep (Virágosvölgy, Erdélyi mezőség)

Érdekes észrevenni, hogy a függőleges tengely skálázása logaritmikus, tehát az egyes fajok tömegességei közt igen nagy különbségek vannak. A vízszintes tengely a rangot mutatja csökkenő tömegesség szerint.

- A homoki gyeptársulásban és a sziki növényzetben a fajok száma nem túl magas (kevesebb, mint 20, a vízszintes tengelyen látható). A tömegesség eloszlása erősen hierarchikus: egy-két faj nagyon gyakori, a többi ritka.
- Ezzel szemben a lőszpusztagyep és erdőssztyepprétek társulásokat jóval több faj alkotja. Sok a közepesen gyakori faj. Az összkép azt sugallja, hogy jóval kiegyenlítettebbek a fajok közti erőviszonyok.
- Az **A** és **B** közösségek élőhelyét az erős abiotikus stressz jellemzi: a vízhiány, ill. a talaj magas sótartalma és erősen lúgos kémhatása. A **C** és **D** közösségek kedvezőbb életfeltételek között, viszonylag jó vízellátottság mellett alakultak ki (BARTHA S., HORVÁTH A., RUPRECHT E. ÉS VIRÁGH K. adataiból szerkesztette VIRÁGH K.).

TÁRSULÁSOK SZERKEZETÉNEK JELLEMZÉSE KVANTITATÍV MÓDSZEREKKEL

Három alapmodell:

A: Mértani sorozat

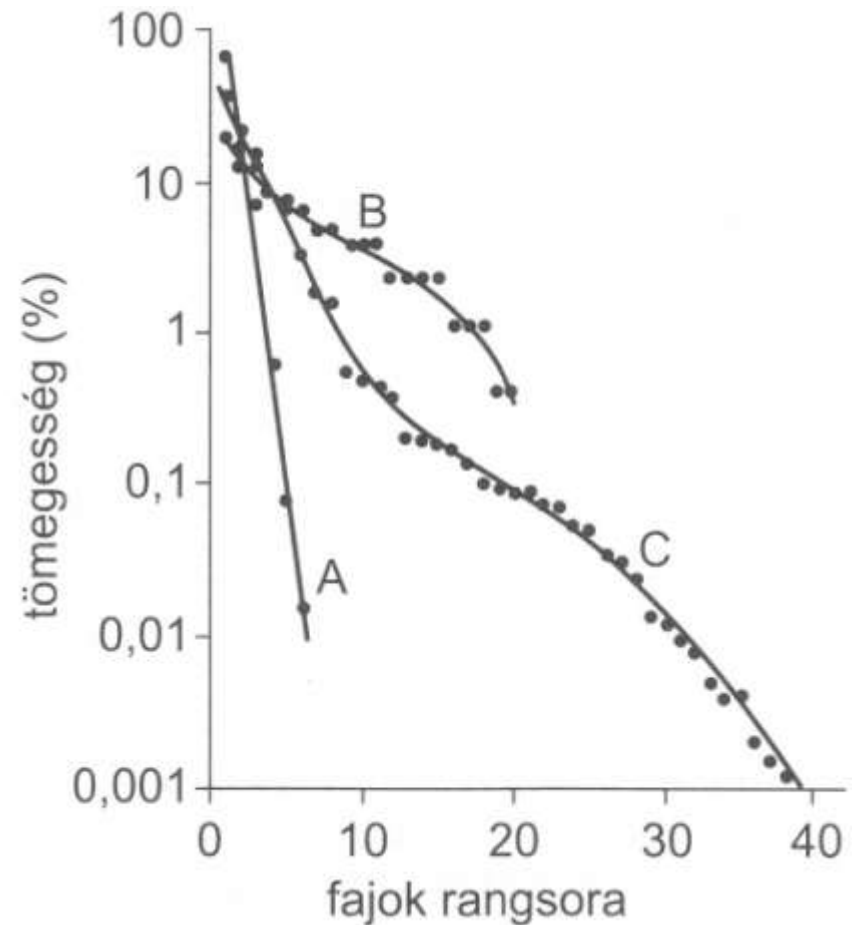
Szukcesszió korai stádiumaiban.
Dominancia sorrend, adott fajt a felette álló faj forrásfogyasztása korlátozza.

B: Törtpálca

Főként állattársulások esetében.
A fajok véletlenszerűen osztják fel maguk között a forrásokat.

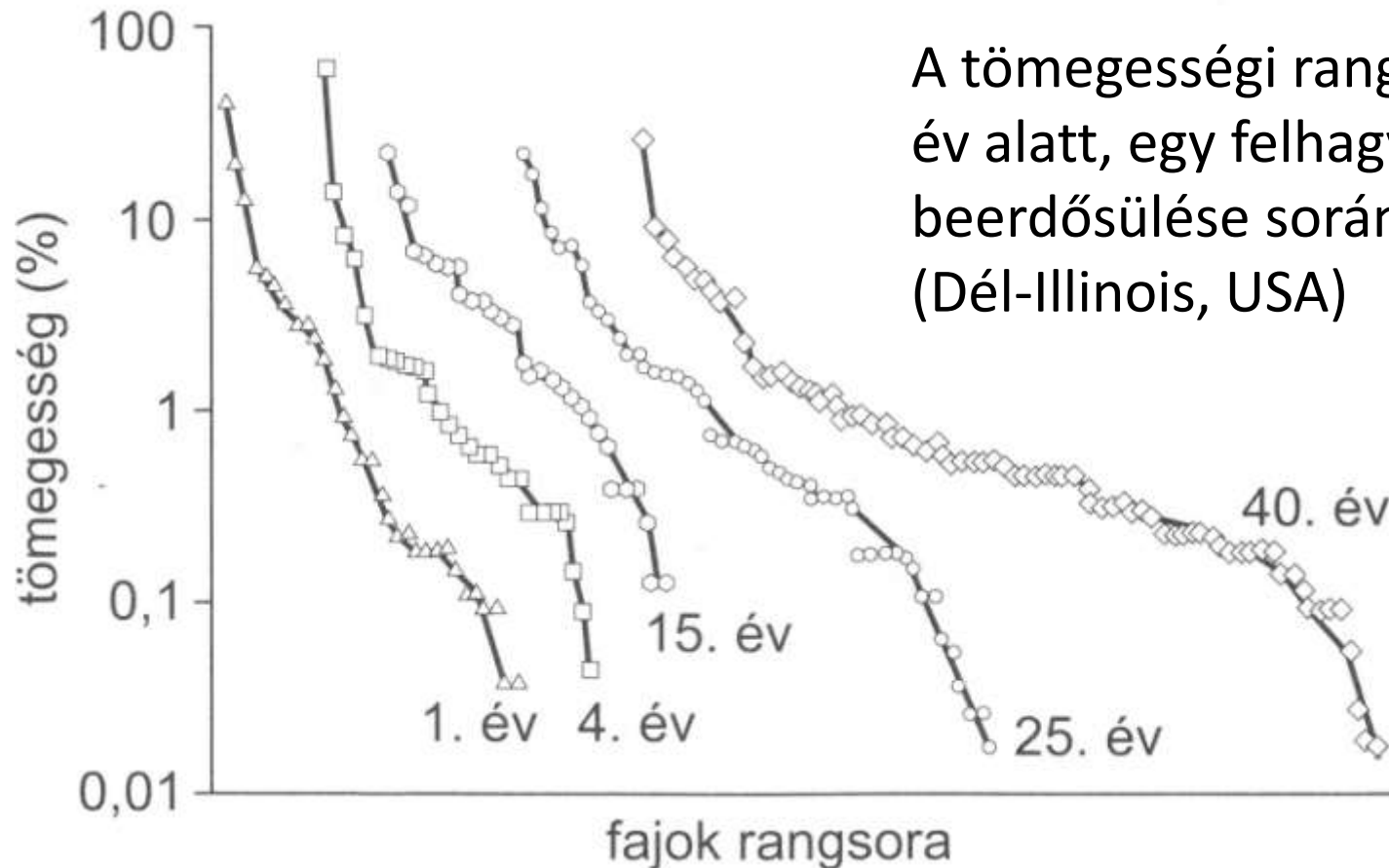
C: Lognormál

Szukcesszió késői stádiumaiban.
Hierarchikus forráselosztás, nem faji hanem fajcsoport szinten történik.



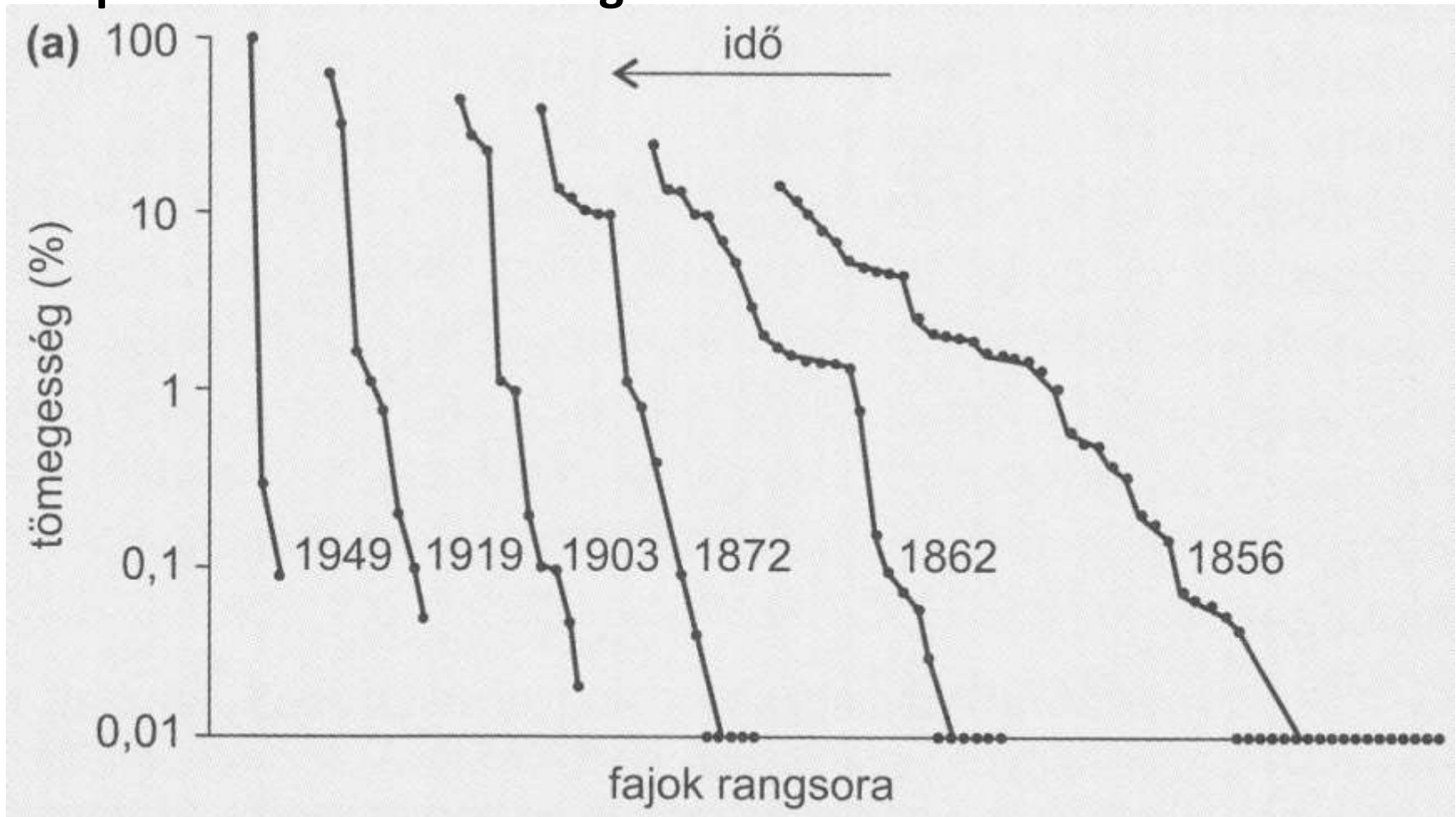
3. ábra Néhány példa az elméleti és a tapasztalati adatok illeszkedésére. (**A**) mértani sorozat modell: egy alhavasi fenyves növényfajai (Tennessee, USA), (**B**) törtpálca modell: egy kevésfajú madártársulás fajai (Nyugat-Virginia, USA), (**C**) lognormál modell: egy mérsékelt övi lombhullató erdő növényzete (Tennessee, USA), (WHITTAKER 1970 nyomán.)

A textúra változása az adott közösség változását jelzi



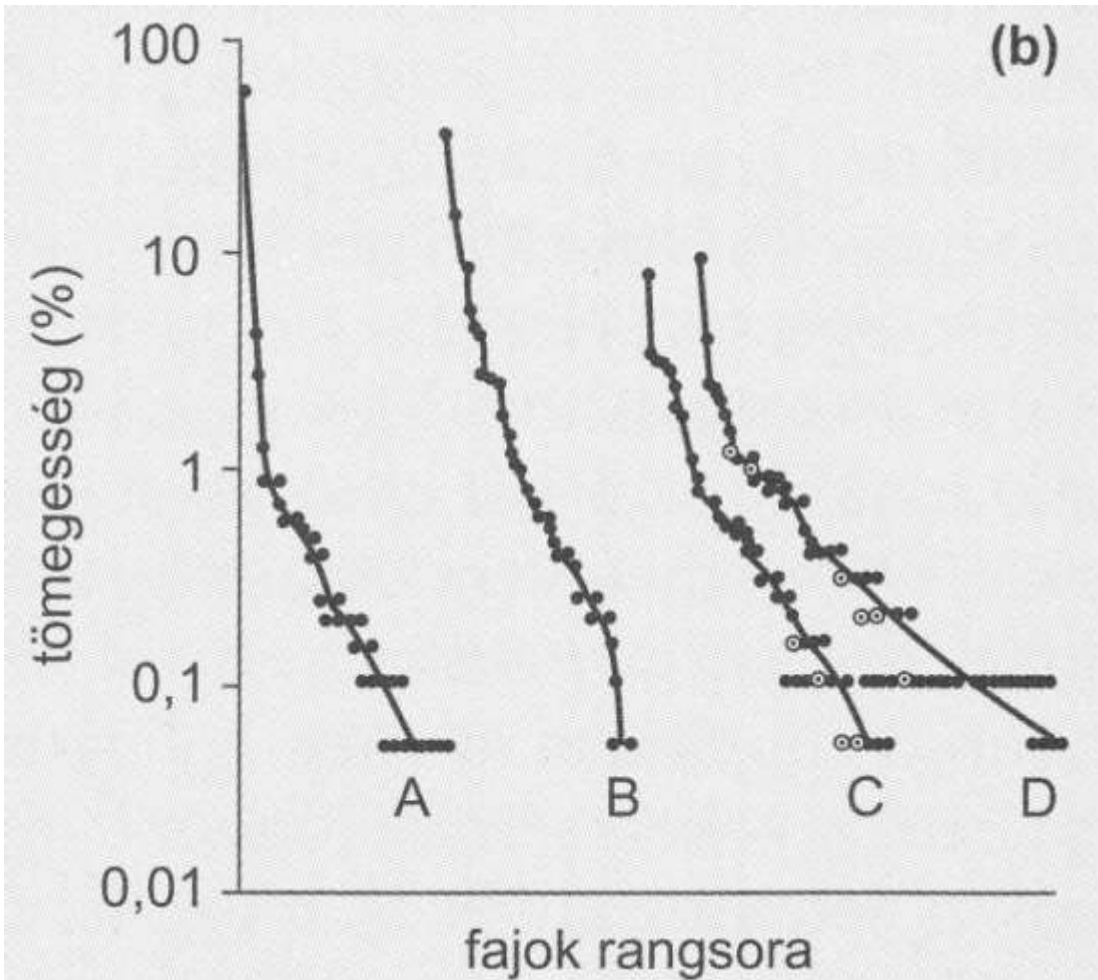
A függőleges tengelyen borításadatok szerepelnek logaritmikus skálán. Látható, hogy a parlag szukcessziója során nő a fajszám, és egyre kiegyenlítettebbé válnak a fajok közötti tömegarányok. A korai stádiumban (első év) a mértani sorozat szerinti eloszlás jellemző. A 40 éves parlagnál már lognormál eloszlást látunk. (BAZZAZ 1975 nyomán, módosítva).

Két példa a változásra: a lognormáltól a mértani sorozat felé.



5.a) ábra Műtrágyázási kísérlet egy angliai gyeppen: a kísérleti parcellákat folyamatosan nitrogén-, foszfor- és káliumtartalmú műtrágyával kezelték. Ennek hatására drasztikusan lecsökkent a fajok száma.

Két példa a változásra: a lognormáltól a mértani sorozat felé.



- A** : a területről kizárták a legelő emlősöket
- B** : a területet erősen legeltették
- C** : a területet mérsékelten legeltették
- D** : a területet még enyhébben legeltették

Eredmények

A és B esetén: kevesebb fajszám, mértani sorozat szerinti eloszlás.

C és D esetén: magasabb fajszám, lognormál eloszlás.

5.b) ábra A legeltetés erősségének hatása egy fáslegelő fajösszetételére

- Diverzitás index

A fajszámnál kielégítőbb jellemzést adnak a faj és az egyedszám arányán alapuló diverzitás indexek, amelyeket diverzitás függvények alapján számítunk. A diverzitásfüggvények jellemző tulajdonsága, hogy **értékük növekszik a fajszámmal és az egyenletességgel is**. A leggyakrabban alkalmazott diverzitás index a Shannon-Wiener.

Shannon-Wiener diverzitás index:

$$H = - \sum_{i=1}^S (p_i * \ln p_i)$$

ahol H : a diverzitásindex jele,

S : a közösségben felmért fajok száma,

p_i : az i -edik faj relatív gyakorisága

(pl.: $p_i = N_i / N$)

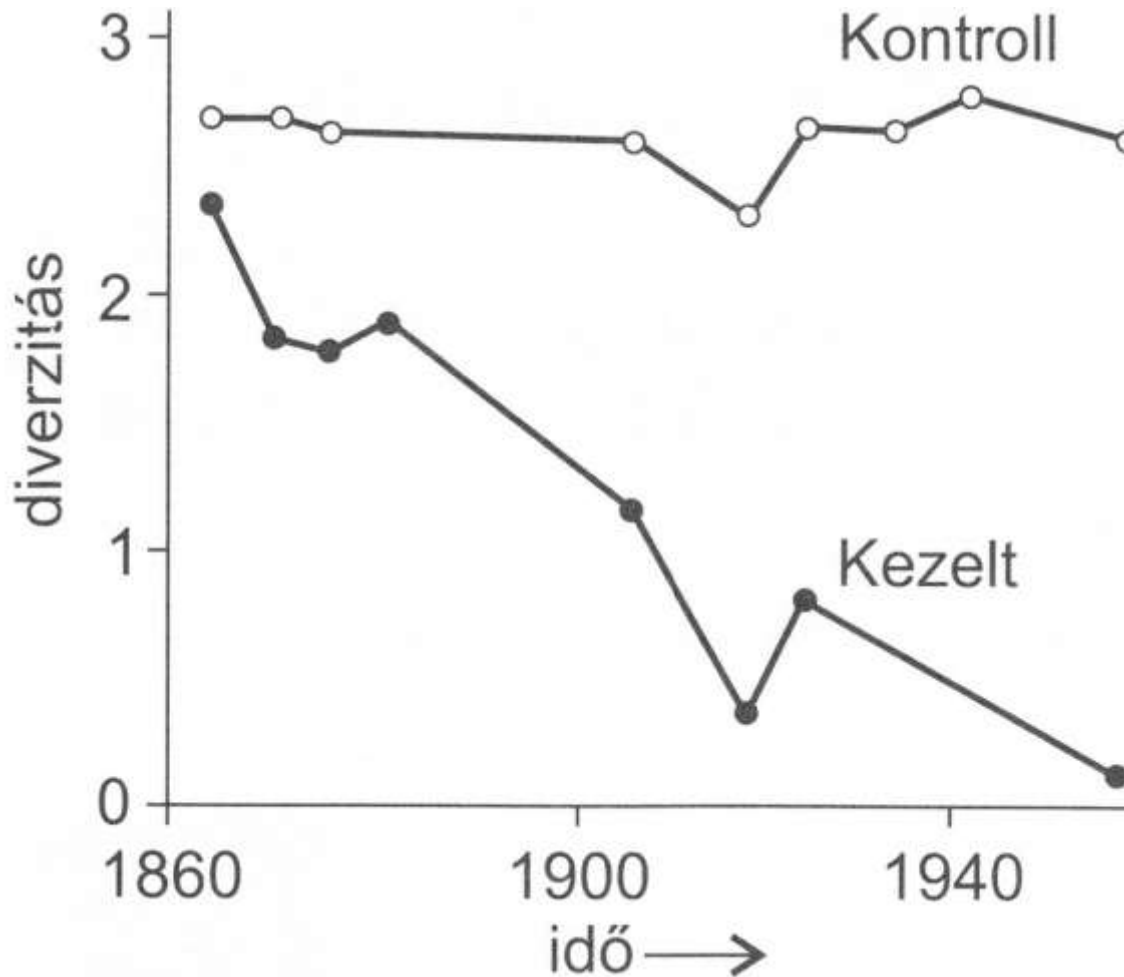
Értéke 0 és 1 között lehet.

$\ln p_i$: p_i természetes alapú logaritmus.

(mindig negatív érték lesz)

A negatív előjel arra szolgál, hogy H értéke pozitív legyen.

Fajtextúra - diverzitás index



6. ábra A Shannon-diverzitás változása az **5.a)** ábrán bemutatott gyepleromlás során. Látható, hogy a kezelt, túlműtrágyázott gyepliben idővel erősen csökken a diverzitás: szegényedik a gyeplé. (Már az **5.a)** ábrán is megfigyelhető, amint csökken a fajszám, és döntő többségre jut egyetlen faj.) A kontroll területeken viszont a kezdeti diverzitás – kisebb ingadozásokkal – megmarad (TILMAN 1982 nyomán).

- Egyenletesség

Az *egyenletesség* (evenness = E) kifejezi, hogy a társulásban az összegyedszám (ill. borítás, biomassza) mennyire egyenletesen oszlik meg a fajok között. **Értéke mindig 0 és 1 közé esik.**

Számítása: $E = H/H_{max}$

ahol H : az aktuális diverzitás,

H_{max} : az adott fajszám melletti maximális diverzitás.

$$H_{max} = -\sum_{i=1}^S (1/S) * \ln(1/S)$$

ahol S : a csoportot alkotó fajok száma,

$\ln(1/S)$: $1/S$ természetes alapú logaritmus.

$$H_{max} \geq H$$

Azonos fajszámú társulások közül az a diverzebb, amelyiknek nagyobb az egyenletessége.

- Mozaikosság

A fajok térbeli eloszlása mennyire egyenletes ill. mozaikos a területen.

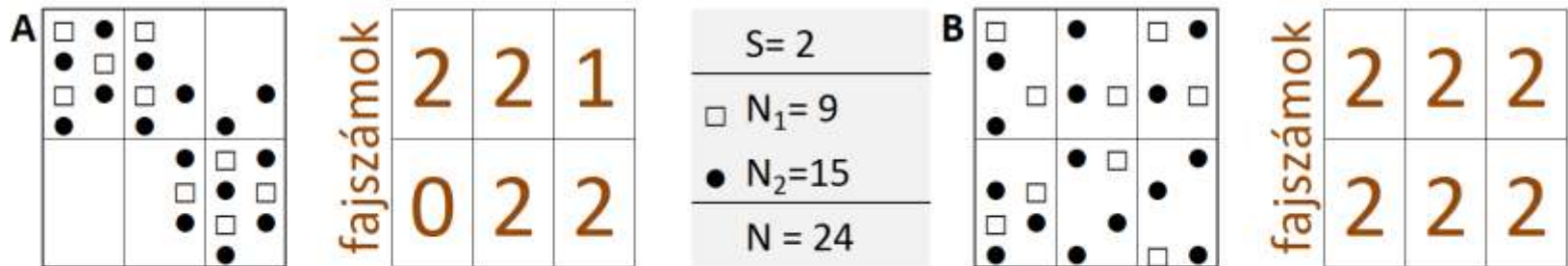
$$\text{Whittaker index : } \beta_w = \frac{S}{\text{átlag}(S_{kvad})} - 1$$

ahol S : a fajok száma a teljes területen,

$\text{átlag}(S_{kvad})$: a felmért kvadrátokban számolt átlagos fajszám

Minél mozaikosabb egy terület, annál nagyobb β_w értéke (azonos fajszám és azonos fajonkénti egyedszám esetén).

β_w értéke 0 és $(r-1)$ között lehet, ahol r a felmért kvadrátok száma.



$S=2$ $\text{átlag}(S_{kv})=9/6= 1,5$

$\beta_w = 2/1,5 - 1 = 0,333$

$S=2$ $\text{átlag}(S_{kv})=12/6= 2$

$\beta_w = 2/2 - 1 = 0$

FONTOS

A közösségek diverzitásának elemzése, összehasonlítása során azonban körültekintően kell eljárni a számítások során nyert eredményekkel.

A közösséget alkotó fajok jelentősége eltérő, amely nagymértékben befolyásolja az adott közösség természetes diverzitásának megítélését.

Például a **nem honos** és **invazív fajok** növelik a fajszámot, azonban az adott közösség természetes diverzitása szempontjából **kedvezőtlenek**, amely körülményt figyelembe kell venni a közösségek elemzése, összehasonlítása során.

Az erdők természetességének megítélésekor egyéb kritériumokat is érdemes figyelembe venni (pl.: faállomány/cserjeszint/gyepszint/újulat összetétele és szerkezete, holtfa, termőföld, vadhatás).

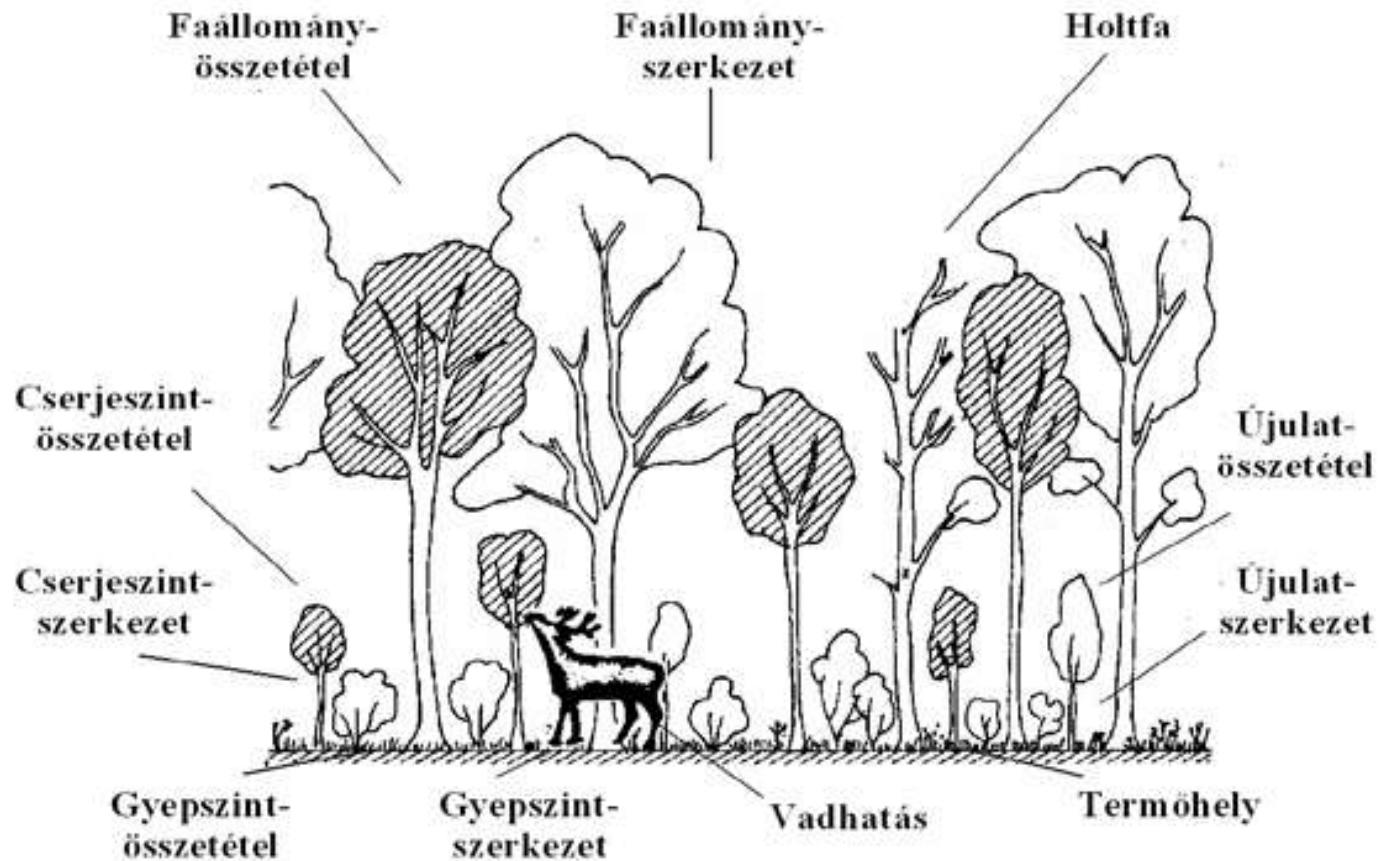
TÁRSULÁSOK SZERKEZETÉNEK JELLEMZÉSE KVANTITATÍV MÓDSZEREKKEL

A Sóstói erdőben elforduló leggyakoribb cserje- és fafajok, valamint azok jellemzői.

X-szel jelölve a Magyarországon nem honos (betelepített), invazív, illetve nitrofil fajok.

Magyar név	Latin név	nem honos	invazív	nitrofil
Bálványfa	<i>Ailanthus altissima</i>	X	X	
Bibircses nyír	<i>Betula pendula</i>			
Borostyán	<i>Hedera helix</i>			
Csíkos kecskerágó	<i>Euonymus europaeus</i>			
Egybibés galagonya	<i>Crataegus monogyna</i>			
Erdei fenyő	<i>Pinus sylvestris</i>	X		
Fehér akác	<i>Robinia pseudoacacia</i>	X	X	
Fehér nyár	<i>Populus alba</i>			
Fekete bodza	<i>Sambucus nigra</i>			X
Gyepűrózsa	<i>Rosa canina</i>			
Hárs	<i>Tilia sp</i>			
Hegyi juhar	<i>Acer pseudoplatanus</i>			
Juharlevelű platán	<i>Platanus hybrida</i>	X		
Kései meggy	<i>Padus serotina / Prunus serotina</i>	X	X	
Kocsányos tölgy	<i>Quercus robur</i>			
Korai juhar	<i>Acer platanoides</i>			
Madárcseresznye	<i>Cerasus avium / Prunus avium</i>			
Mezei juhar	<i>Acer campestre</i>			
Mogyoró	<i>Corylus avellana</i>			
Nyugati ostorfa	<i>Celtis occidentalis</i>	X	X	
Szil	<i>Ulmus sp</i>			
Tatár juhar	<i>Acer tataricum</i>			
Vörös tölgy	<i>Quercus rubra</i>	X		
Zöld juhar	<i>Acer negundo</i>	X	X	

TÁRSULÁSOK SZERKEZETÉNEK JELLEMZÉSE KVANTITATÍV MÓDSZEREKKEL



Az erdő természetességi kritériumként figyelembe vett elemei

(forrás: WWF füzetek 27. -

Bartha Dénes és Gálhidy László: A magyarországi erdők természetessége)

Az erdők természetességét növelő tényezők

(forrás: WWF füzetek 27. -

Bartha Dénes és Gálhidy László:

A magyarországi erdők természetessége)

1 - A faállomány faji összetételének sajátosságai

A természetességet növeli, ha

- uralkodók benne az adott termőhelyre jellemző klimax fafajok (de ennek hiánya nem feltétlenül csökkenti a természetességet);
- megjelennek benne az elegyfajok, amik a természetes bolygatásokhoz, illetve termőhelyi mozaikossághoz kötődnek (az elegyfajok optimális aránya termőhelyenként, erdőtípusokként és szukcesszionális stádiumonként változó, esetenként uralkodók is lehetnek, pl. pionír fafajok lékekben);
- idegenhonos fafajok hiánya;
- őshonos, de termőhelyidegen fafajok hiánya.

2 - A faállomány szerkezeti sajátosságai

A természetességet növeli, ha

- az élő fák : - vegyes kor- és méreteloszlást mutatnak;
 - jelen vannak az állomány koránál jóval idősebb egyedek;
 - jelen vannak több száz éves famatuzsálemek;
 - alakja változatos, az állományban ferde, villás stb. alakú fák is jelen vannak a sudár fák mellett;
- az élő fák között vannak száradó és odvas fák;
- a felső lombkoronaszint nem teljesen zárt, abban kisebb-nagyobb lécek jelennek meg;
- a holt faanyagban megtalálhatók álló holt fák, facsonkok;
- az álló holt fák között vannak vastag facsonkok, kiszáradt fák (felső lombkoronaszint egykori idős egyedei), az alászorult vékonyabb faegyedek mellett;
- az erdő talaján fekvő holt faanyag található;
- a fekvő holt faanyagban nem csak letört ágak, hanem vastagabb törzsek is megjelennek;
- a holt faanyagban a korhadás minden stádiuma egy időben megtalálható.

3 - A cserjeszint faji összetételének sajátosságai

A természetességet növeli, ha

- jelen vannak az adott erdőtípusra jellemző cserjefajok, melyek közt nincs aránytalan eltolódás valamely faj javára;
- az idegenhonos, illetve termőhelyidegen cserjefajok hiányzanak.

4 - A cserjeszint szerkezeti sajátosságai

A természetességet növeli, ha

- a cserjék között több kor- és méretosztály jelenik meg;
- a cserjeszint borítása a biotikus és abiotikus feltételeknek megfelelően térben heterogén (pl. lékekben, fellazult foltokban borításuk megnő);
- a cserjeszintben nem figyelhető meg a vad rágásának, ember általi eltávolításának drasztikus nyoma.

TÁRSULÁSOK SZERKEZETÉNEK JELLEMZÉSE KVANTITATÍV MÓDSZEREKKEL

5 - A gyepszint (beleértve a mohaszintet is) faji összetételének sajátosságai

A természetességet növeli, ha

- a gyepszintben a legnagyobb borítással az adott erdőtípus természetes megfelelőjére jellemző uralkodó fajok jelennek meg;
- jelen vannak az adott erdőtípus természetes megfelelőjére jellemző kísérő fajok;
- jelen vannak a természetes faállományszerkezeti elemekhez (pl. korhadéklakók) és speciális mikroélőhelyekhez (pl. sziklakibúvások) kötődő specialista fajok;
- alacsony az emberi eredetű bolygatás következtében megjelent, illetve ahhoz alkalmazkodott fajok aránya;
- hiányoznak az idegenhonos fajok;
- az invázióra képes fajok tömegessége kicsi.

6 - A gyepszint (beleértve a mohaszintet is) szerkezeti sajátosságai

A természetességet növeli, ha

- a domináns fajok nem csak nagy homogén foltokban, hanem keverten fordulnak elő;
- a fajok tömegviszonyai egyenletesek, jelentős a közepesen gyakori fajok aránya;
- a gyepszintben nem figyelhető meg a vad rágásának drasztikus (a gyepszint fajait stresszelő) nyoma.

TÁRSULÁSOK SZERKEZETÉNEK JELLEMZÉSE KVANTITATÍV MÓDSZEREKKEL

7 - Az újulat összetételei sajátosságai

A természetességet növeli, ha

- az erdőben található újulat;
- az újulatban az állományalkotó (uralkodó) és elegyfajok egyaránt megtalálhatók;
- az újulatban az idegenhonos fajok hiányoznak.

8 - Az újulat szerkezeti sajátosságai

A természetességet növeli, ha

- az újulatban több korosztály is képviselteti magát;
- az újulat térben foltosan jelenik meg;
- az újulat alakjában nem jelennek meg a vad rágásának nyomai (csúcsrügrágott példányok).

TÁRSULÁSOK SZERKEZETÉNEK JELLEMZÉSE KVANTITATÍV MÓDSZEREKKEL

9 - A termőhely sajátosságai

A természetességet növeli, ha

- az erózió mérsékelt, a természetes viszonyoknak (a domborzati viszonyoknak, a természetes vegetáció zártságának) megfelelő, emberi hatások azt nem erősítik;
- az uralkodó humuszforma a természetes vegetációnak megfelelő;
- a talaj tömörítését, a talajrétegek keveredését előidéző mesterséges hatások nem érvényesülnek;
- a talajfelszín épségét csak természetes hatások (pl. a megfelelő létszámú vadállomány, gyökértányérok) sértik;
- a talajvíz-háztartás jelentős (a vegetációt befolyásoló) mértékben nem változott meg;
- megfigyelhetők természetes állapotú sziklakibúvások, vízmosások, források, lefolyástalan mélyedések, stb.

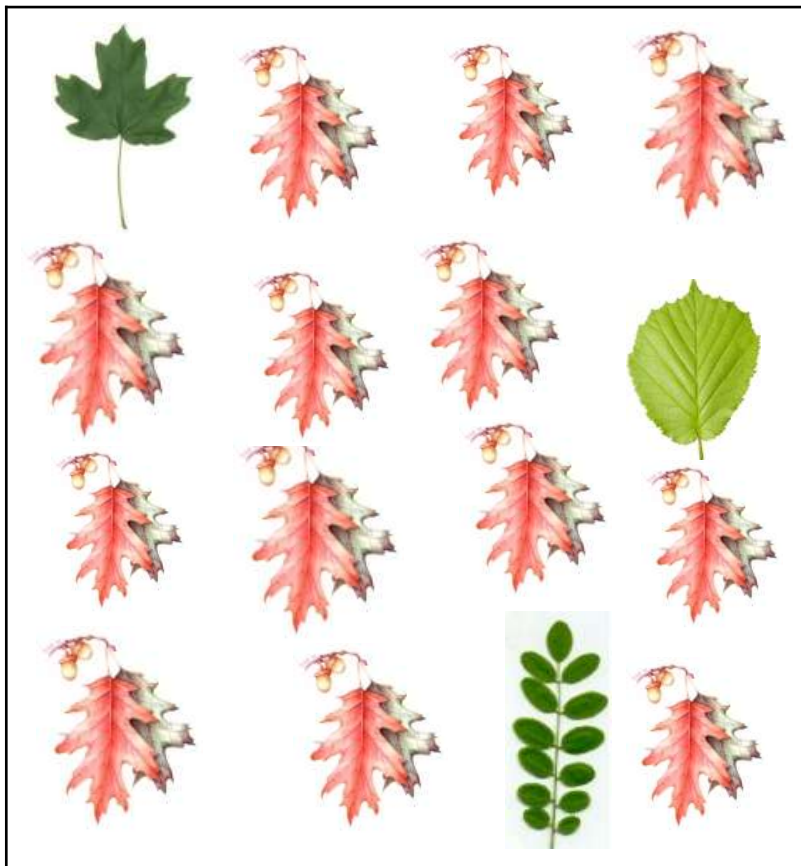
Példák

Egyéb számításos példa feladatok (Excel-ben) a kurzusinformációk honlapon a következő file-ban elérhetők:

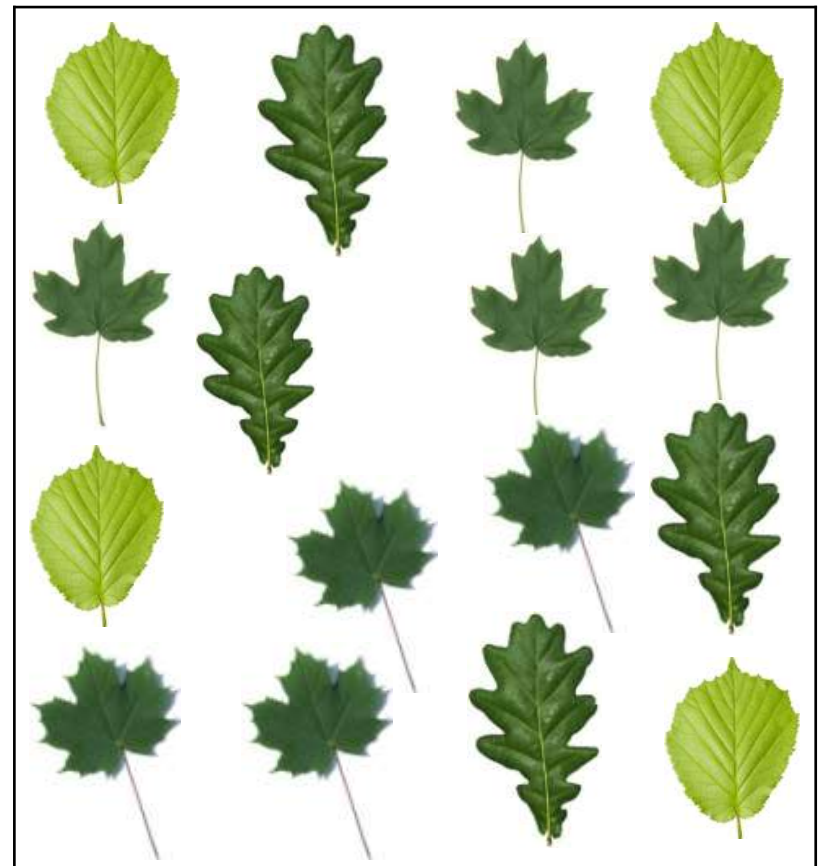
- kozosseg_pelda1.xls
- kozosseg_pelda2.xls (példaként más függvényeket is alkalmaz a számításokhoz az 1-es példához képest)

1. Példa : Melyik a diverzebb terület? Számítással igazoljuk sejtésünket! (fajszám: S, diverzitás-index: H, egyenletesség: E, fajtextúra grafikon)

A) terület



B) terület

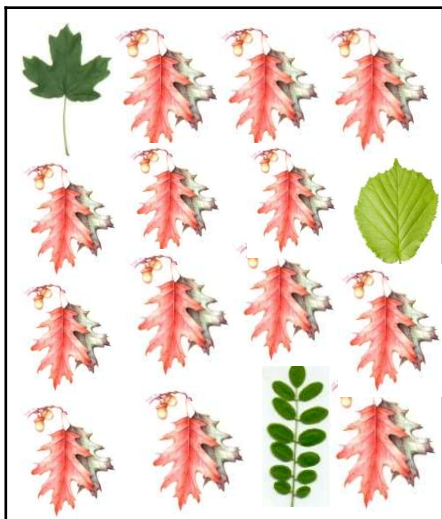


1. Példa - Számítás:

$$p_i = N_i / N$$

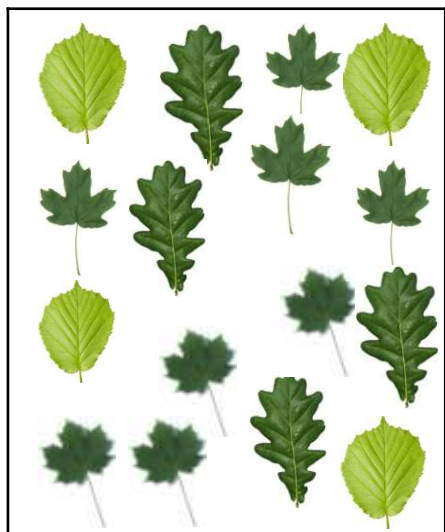
$$H = -\sum_{i=1}^S (p_i * \ln p_i)$$

$$H_{\max} = -\sum_{i=1}^S (1/S) * \ln(1/S)$$



A) terület			H számítása		
i	Faj	N _i	p _i	ln p _i	p _i * ln p _i
1	mezei juhar	1	0,0625	-2,77	-0,173
2	vörös tölgy	13	0,8125	-0,21	-0,169
3	mogyoró	1	0,0625	-2,77	-0,173
4	fehér akác	1	0,0625	-2,77	-0,173
össz		16	1		-0,689
		S = 4			H = 0,689
		N = 16			

H _{max} számítása		
1/S	ln 1/S	1/S * ln 1/S
0,25	-1,39	-0,346574
0,25	-1,39	-0,346574
0,25	-1,39	-0,346574
0,25	-1,39	-0,346574
1		-1,386294
		H_{max} = 1,386294
		E = 0,496696



B) terület			H számítása		
i	Faj	N _i	p _i	ln p _i	p _i * ln p _i
1	mogyoró	4	0,25	-1,39	-0,347
2	mezei juhar	4	0,25	-1,39	-0,347
3	kocsányos tölgy	4	0,25	-1,39	-0,347
4	korai juhar	4	0,25	-1,39	-0,347
össz		16	1		-1,386
		S = 4			H = 1,386
		N = 16			

H _{max} számítása		
1/S	ln 1/S	1/S * ln 1/S
0,25	-1,39	-0,346574
0,25	-1,39	-0,346574
0,25	-1,39	-0,346574
0,25	-1,39	-0,346574
1		-1,386294
		H_{max} = 1,386294
		E = 1

1. Példa - Fajtextúra grafikon készítése az A) területhez

A) terület

i	Faj	N_i	p_i
1	mezei juhar	1	0,063
2	vörös tölgy	13	0,813
3	mogyoró	1	0,063
4	fehér akác	1	0,063
össz		16	1

S= 4

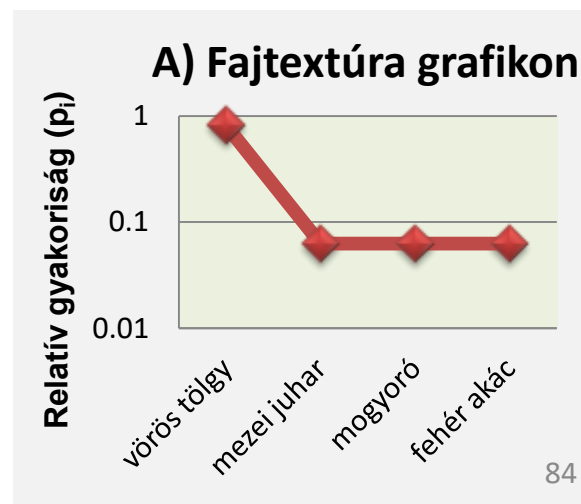
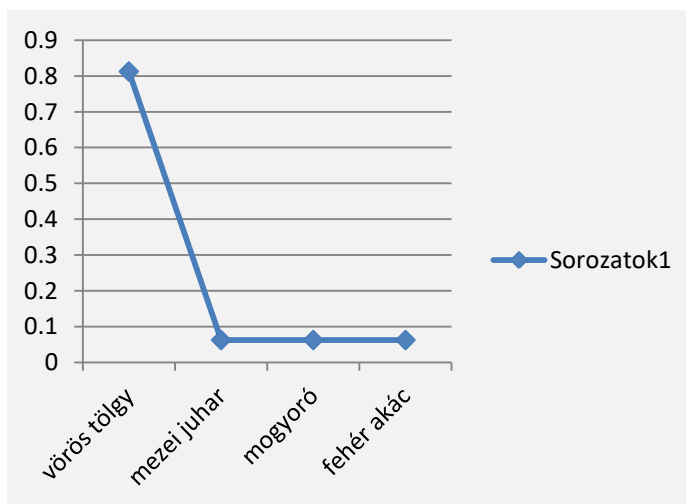
N= 16

Rendezés



Diagram beszúrása

Diagram formázása



A) terület

i	Faj	N_i	p_i
2	vörös tölgy	13	0,813
1	mezei juhar	1	0,063
3	mogyoró	1	0,063
4	fehér akác	1	0,063
össz		16	1

S= 4

N= 16

- Rendezni az excel-táblázat adatsorait p_i szerint **csökkenő** sorrendbe
- Kijelölni a **fajneveket** és hozzá tartozó p_i vagy $p_i(\%)$ értékeket egyszerre
- Beszúrás - **Vonal diagram**
- A diagramterület kijelölése után - **Tervezés - Diagramelrendezés** : beállítható a megfelelő elrendezés és lehet a diagramcím, tengelycím szövegét is módosítani, letörölni a felesleges feliratot.
- Függőleges tengely kijelölése – **Tengely formázása** → **logaritmikus skála**
Vízszintes-tengely metszéspontja: Ezen értéknél (általában : **0,01** vagy **0,001** értéket adunk meg - kisebbet, mint a legkisebb p_i)
- Diagramterület, rajzterület, tengelyek további formázása is lehetséges (pl.: cím, tengely cím, betűtípus, betűszín, beállítható a jelölő vonal színe, stílusa, ...)

1. Példa - Fajtextúra grafikon a B) területhez

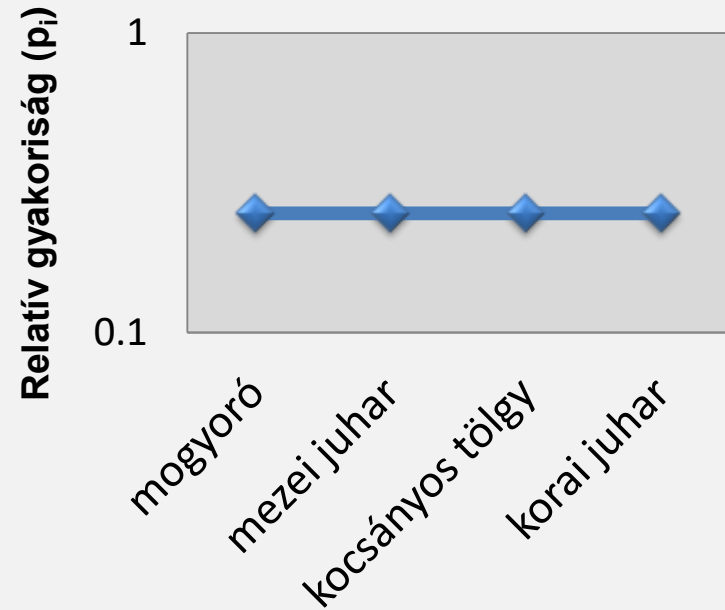
B) terület

i	Faj	N_i	p_i
1	mogyoró	4	0,25
2	mezei juhar	4	0,25
3	kocsányos tölgy	4	0,25
4	korai juhar	4	0,25
össz		16	1

$$S = 4$$

$$N = 16$$

B) Fajtextúra grafikon



1. Példa - A két erdőrészlet összehasonlítása

	A)		B)
fajszámok:	$S_A = 4$	=	$S_B = 4$
egyedszámok:	$N_A = 16$	=	$N_B = 16$
diverzitás index:	$H_A = 0,689$	<	$H_B = 1,386$
egyenletesség:	$E_A = 0,497$	<	$E_B = 1,000$
invazív fajok száma:	1 faj		0 faj
invazív egyedek száma:	1 egyed		0 egyed
invazív egyedek aránya (%):	6,25%		0%
nem őshonos fajok:	1 faj		0 faj
nem őshonos egyedek:	13 egyed		0 egyed
nem őshonosok aránya (%):	81,25%		0%

Mindkét területen ugyanannyi faj és ugyanannyi egyed található. Azonban a B) területnél jóval nagyobb a diverzitásindex és az egyenletesség is. Csak őshonos fajok találhatók a B) területen, míg az A)-nál 81,25% a nem őshonos fajok + 6,25% az invazív fajok aránya. Ezek alapján a B) diverzebb és természetesebb terület.

TÁRSULÁSOK SZERKEZETÉNEK JELLEMZÉSE KVANTITATÍV MÓDSZEREKKEL

2. Példa

Hasonlítsuk össze a két erdőrészt a fajtextúra grafikonjaik alapján!

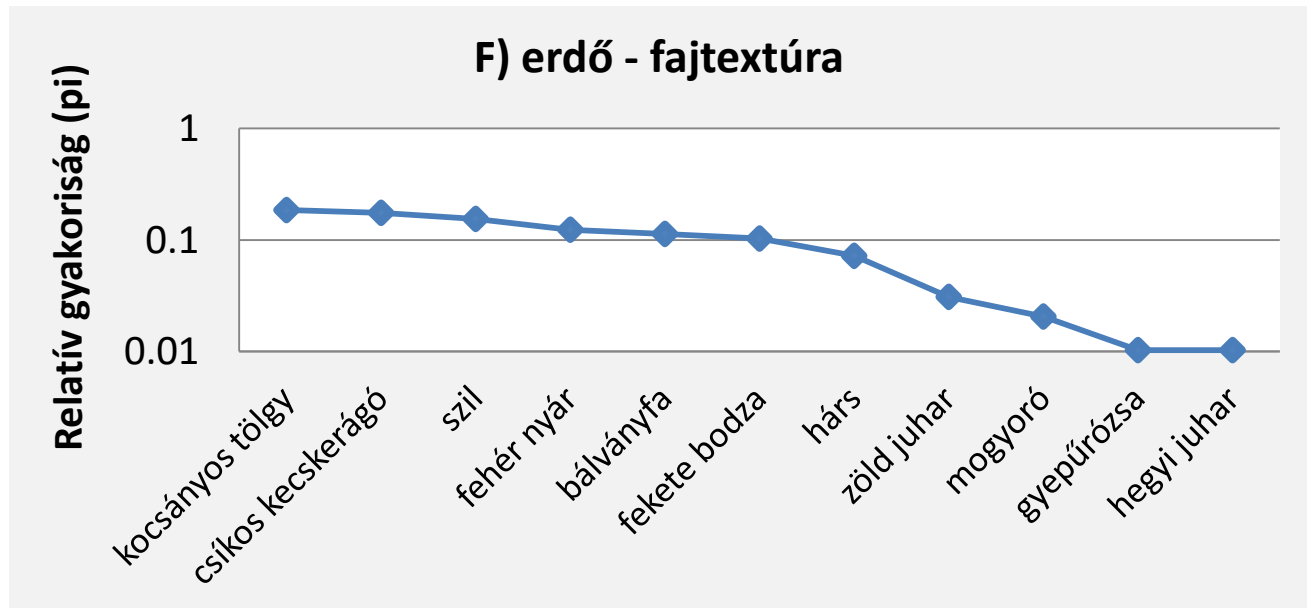
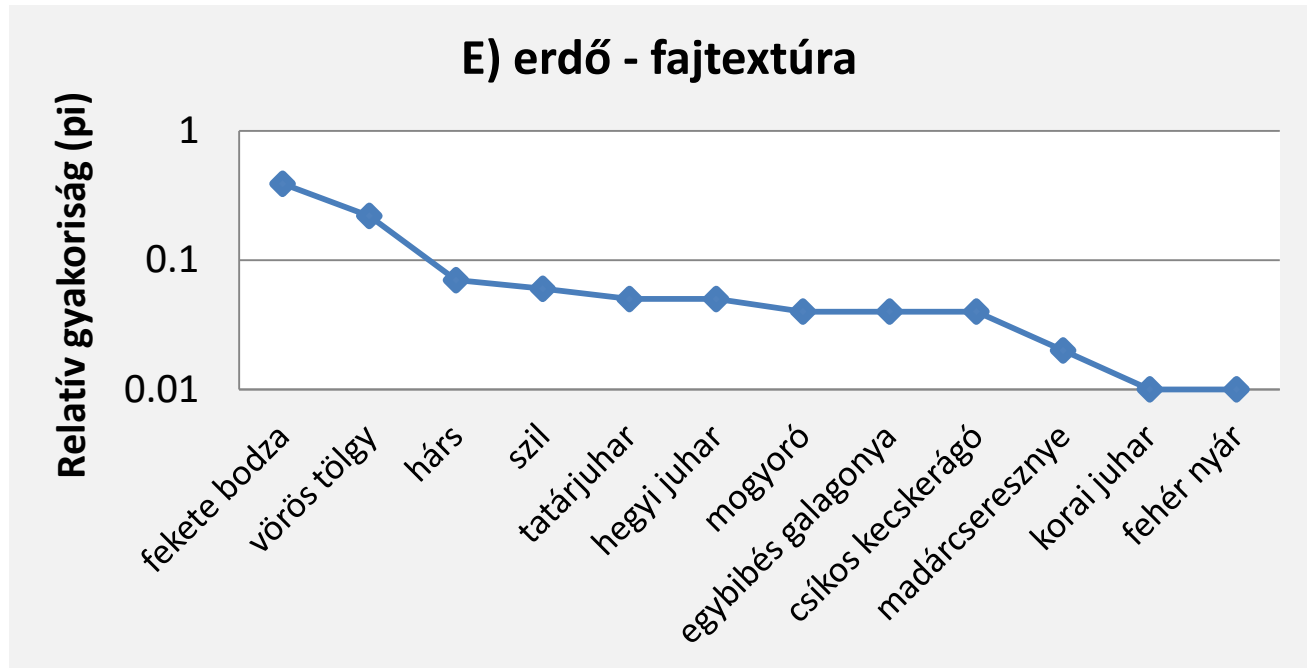
A fajok száma?

Különbségek a fajok tömegességében?

Van-e dominancia?

Kiegyenlített-e a fajok közti tömegarány?

Vannak-e invazív, nem honos, nitrofil fajok?



3. Példa A táblázat az E) erdőrészlet 6 kvadrátjában történt fafelmérés összesített fajlistáját és egyedszámait tartalmazza. Ezek alapján számítsuk ki a mozaikosságot ezen a területen!

Faj	1.kv	2.kv	3.kv	4.kv	5.kv	6.kv	N_i
fekete bodza	5	3	7	23	1		39
vörös tölgy	6	6		1	8	1	22
hárs	1	1			1	4	7
szil			5		1		6
tatárjuhar	3		2				5
hegyi juhar		3	1			1	5
mogyoró			2		1	1	4
egybibés galagonya	1					3	4
csíkos kecskerágó				4			4
madárcseresznye			1			1	2
korai juhar	1						1
fehér nyár						1	1
össz egyedszám : N							100
S_{kvad}, S							

Whittaker index:

$$\beta_w = \frac{S}{\text{átlag}(S_{kvad})} - 1$$

$S =$

$$\text{átlag } S_{kvad} =$$

$$\beta_w =$$

3. Példa A táblázat az E) erdőrészlet 6 kvadrátjában történt fafelmérés összesített fajlistáját és egyedszámait tartalmazza. Ezek alapján számítsuk ki a mozaikosságot ezen a területen!

Faj	1.kv	2.kv	3.kv	4.kv	5.kv	6.kv	N_i
fekete bodza	5	3	7	23	1		39
vörös tölgy	6	6		1	8	1	22
hárs	1	1			1	4	7
szil			5		1		6
tatárjuhar	3		2				5
hegyi juhar		3	1			1	5
mogyoró			2		1	1	4
egybibés galagonya	1					3	4
csíkos kecskerágó				4			4
madárcseresznye			1			1	2
korai juhar	1						1
fehér nyár						1	1
össz egyedszám : N							100
S_{kvad}, S	6	4	6	3	5	7	12

Whittaker index:

$$\beta_w = \frac{S}{\text{átlag}(S_{kvad})} - 1$$

$S =$

$$\text{átlag } S_{kvad} =$$

$$\beta_w =$$

3. Példa A táblázat az E) erdőrészlet 6 kvadrátjában történt fafelmérés összesített fajlistáját és egyedszámait tartalmazza. Ezek alapján számítsuk ki a mozaikosságot ezen a területen!

Faj	1.kv	2.kv	3.kv	4.kv	5.kv	6.kv	N _i
fekete bodza	5	3	7	23	1		39
vörös tölgy	6	6		1	8	1	22
hárs	1	1			1	4	7
szil			5		1		6
tatárjuhar	3		2				5
hegyi juhar		3	1			1	5
mogyoró			2		1	1	4
egybibés galagonya	1					3	4
csíkos kecskerágó				4			4
madárcseresznye			1			1	2
korai juhar	1						1
fehér nyár						1	1
össz egyedszám : N							100
S_{kvad}, S	6	4	6	3	5	7	12

Whittaker index:

$$\beta_w = \frac{S}{\text{átlag}(S_{kvad})} - 1$$

$$S=12$$

$$\begin{aligned} \text{átlag } S_{kvad} &= \\ (6+4+6+3+5+7) / 6 &= \\ 5,1667 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta_w &= 12/5,1667 - 1 \\ &= 1,3225 \end{aligned}$$

4. Példa

Egy felmérő két 0,9 ha nagyságú erdőrészben végzett fafelmérést 4-4 db 10x10m-es kvadrátban.

A két területen (A és B) végzett felmérés fajlistái és egyedszámai a következő lapon láthatók.

- Készítsük el a két területhez külön-külön az összesített táblázatot!

- Végezzük el a felmérés adatai alapján a következő számításokat, feladatokat a két erdőrészhez külön:

a) Fajszám megállapítása (S)

b) Fajtextúra elkészítése (p_i és grafikon)

c) Shannon-Wiener index meghatározása (H)

d) Egyenletesség értékének kiszámítása (E)

e) Mozaikosság értékének meghatározása (β_w)

- Hasonlítsuk össze a két területet a számításaink alapján!

TÁRSULÁSOK SZERKEZETÉNEK JELLEMZÉSE KVANTITATÍV MÓDSZEREKKEL

A) Terület

<i>1. kvadrát</i>	
Faj	egyed- szám
Egybibés galagonya	5
Fehér akác	3
Csíkos kecskerágó	1
Fekete bodza	5
Nyugati ostorfa	8
Kocsányos tölgy	14

<i>2. kvadrát</i>	
Faj	egyed- szám
Hegyi juhar	1
Vöröstölgy	1
Fekete bodza	8
Bálványfa	5
Fehér akác	5
Kései meggy	30

<i>3. kvadrát</i>	
Faj	egyed- szám
Fekete bodza	7
Fehér akác	8
Kocsányos tölgy	12
Nyugati ostorfa	3

<i>4. kvadrát</i>	
Faj	egyed- szám
Fekete bodza	21
Egybibés galagonya	5
Bálványfa	2
Fehér akác	18
Csíkos kecskerágó	1
Vöröstölgy	3

B) Terület

<i>1. kvadrát</i>	
Faj	egyed- szám
Madárcseresznye	1
Korai juhar	5
Egybibés galagonya	2
Fekete bodza	4
Nyugati ostorfa	2
Kocsányos tölgy	4
Csíkos kecskerágó	2

<i>2. kvadrát</i>	
Faj	egyed- szám
Szil	5
Madárcseresznye	5
Korai juhar	4
Egybibés galagonya	3
Hegyi juhar	1
Fekete bodza	2

<i>3. kvadrát</i>	
Faj	egyed- szám
Korai juhar	10
Fekete bodza	10
Hegyi juhar	1
Nyugati ostorfa	1
Kocsányos tölgy	2
Egybibés galagonya	3

<i>4. kvadrát</i>	
Faj	egyed- szám
Korai juhar	8
Madárcseresznye	1
Kocsányos tölgy	6
Fekete bodza	15

A) Terület összesítő táblázatának készítése						
i	Faj	1.kv	2.kv	3.kv	4.kv	N _i
1	Egybibés galagonya	5			5	10
2	Fehér akác	3	5	8	18	34
3	Csíkos kecskerágó	1			1	2
4	Fekete bodza	5	8	7	21	41
5	Nyugati ostorfa	8		3		11
6	Kocsányos tölgy	14		12		26
7	Hegyi juhar		1			1
8	Vörös tölgy		1		3	4
9	Bálványfa		5		2	7
10	Kései meggy		30			30
fajsám		6	6	4	6	10
össz. egyedszám		36	50	30	50	166

Minden faj csak egyszer szerepelhet a listában!!!

A fajsámokat NEM az egyedszámok összeadásával számoljuk!!!

1. kvadrát	
Faj	egyed-szám
Egybibés galagonya	5
Fehér akác	3
Csíkos kecskerágó	1
Fekete bodza	5
Nyugati ostorfa	8
Kocsányos tölgy	14

2. kvadrát	
Faj	egyed-szám
Hegyi juhar	1
Vörös tölgy	1
Fekete bodza	8
Bálványfa	5
Fehér akác	5
Kései meggy	30

3. kvadrát	
Faj	egyed-szám
Fekete bodza	7
Fehér akác	8
Kocsányos tölgy	12
Nyugati ostorfa	3

4. kvadrát	
Faj	egyed-szám
Fekete bodza	21
Egybibés galagonya	5
Bálványfa	2
Fehér akác	18
Csíkos kecskerágó	1
Vörös tölgy	3

TÁRSULÁSOK SZERKEZETÉNEK JELLEMZÉSE KVANTITATÍV MÓDSZEREKKEL

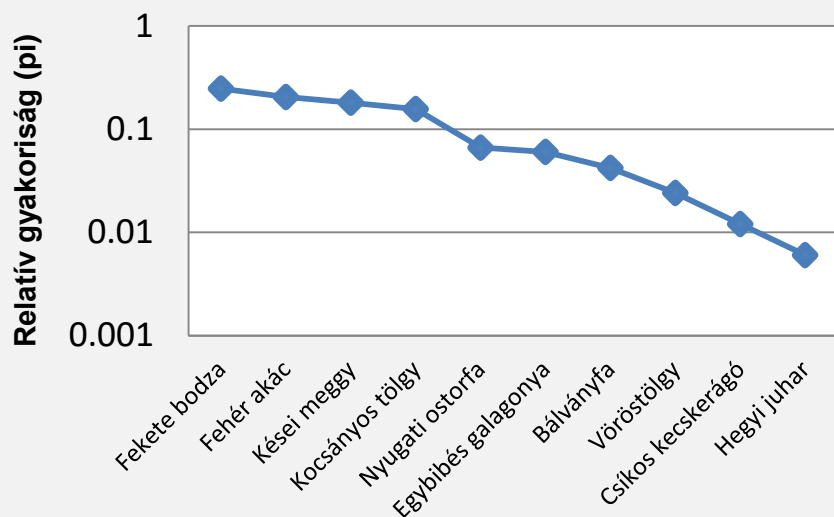
A) összesítő táblázata							H számítás			H _{max} számítás		
i	Faj	1.kv	2.kv	3.kv	4.kv	N _i	p _i	ln p _i	p _i * ln p _i	1/S	ln 1/S	1/S*ln1/S
1	Egybibés galagonya	5			5	10	0,06	-2,809	-0,16924	0,1	-2,3	-0,23026
2	Fehér akác	3	5	8	18	34	0,205	-1,586	-0,32477	0,1	-2,3	-0,23026
3	Csíkos kecskerágó	1			1	2	0,012	-4,419	-0,05324	0,1	-2,3	-0,23026
4	Fekete bodza	5	8	7	21	41	0,247	-1,398	-0,34539	0,1	-2,3	-0,23026
5	Nyugati ostorfa	8		3		11	0,066	-2,714	-0,17985	0,1	-2,3	-0,23026
6	Kocsányos tölgy	14		12		26	0,157	-1,854	-0,29037	0,1	-2,3	-0,23026
7	Hegyi juhar		1			1	0,006	-5,112	-0,0308	0,1	-2,3	-0,23026
8	Vörös tölgy		1		3	4	0,024	-3,726	-0,08978	0,1	-2,3	-0,23026
9	Bálványfa		5		2	7	0,042	-3,166	-0,13351	0,1	-2,3	-0,23026
10	Kései meggy		30			30	0,181	-1,711	-0,30918	0,1	-2,3	-0,23026
	fajszám	6	6	4	6	10	1		-1,92612	1		-2,30259
	össz. egyedszám	36	50	30	50	166		H = 1,92611			H_{max} = 2,30259	
	átlag S _{kvad} = 5,5					S = 10						E = 0,8365
	β_w = 0,81818					N = 166						

TÁRSULÁSOK SZERKEZETÉNEK JELLEMZÉSE KVANTITATÍV MÓDSZEREKKEL

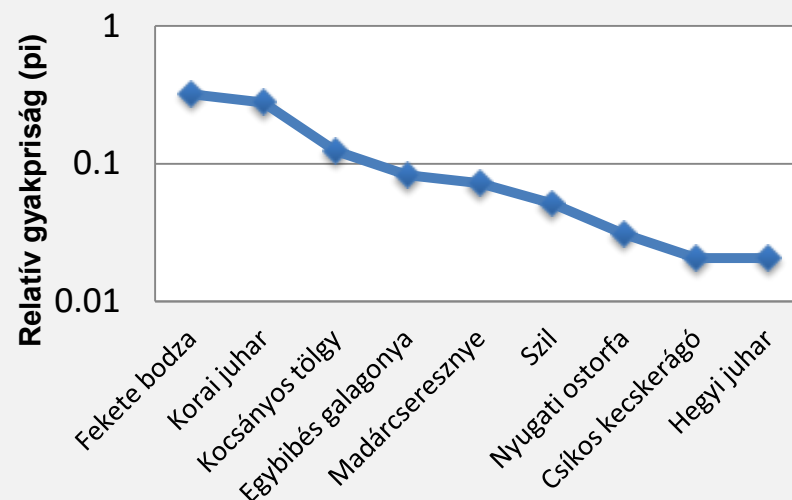
B) összesítő táblázata							H számítás			H_{\max} számítás		
i	Faj	1.kv	2.kv	3.kv	4.kv	N_i	p_i	$\ln p_i$	$p_i * \ln p_i$	1/S	$\ln 1/S$	$1/S * \ln 1/S$
1	Madárcseresznye	1	5		1	7	0,072	-2,629	-0,18971	0,111	-2,2	-0,24414
2	Korai juhar	5	4	10	8	27	0,278	-1,279	-0,35598	0,111	-2,2	-0,24414
3	Egybibés galagonya	2	3	3		8	0,082	-2,495	-0,2058	0,111	-2,2	-0,24414
4	Fekete bodza	4	2	10	15	31	0,32	-1,141	-0,36456	0,111	-2,2	-0,24414
5	Nyugati ostorfa	2		1		3	0,031	-3,476	-0,10751	0,111	-2,2	-0,24414
6	Kocsányos tölgy	4		2	6	12	0,124	-2,09	-0,25853	0,111	-2,2	-0,24414
7	Csíkos kecskerágó	2				2	0,021	-3,882	-0,08003	0,111	-2,2	-0,24414
8	Szil		5			5	0,052	-2,965	-0,15285	0,111	-2,2	-0,24414
9	Hegyi juhar		1	1		2	0,021	-3,882	-0,08003	0,111	-2,2	-0,24414
	fajszám	7	6	6	4	9	1		-1,79499	1		-2,19722
	össz. egyedszám	20	20	27	30	97		H = 1,79499			H_{max} = 2,19722	
	átlag S_{kvad} =	5,75				S = 9		E = 0,81694				
	$\beta_w = 0,56522$					N = 97						

TÁRSULÁSOK SZERKEZETÉNEK JELLEMZÉSE KVANTITATÍV MÓDSZEREKKEL

A) Fajtextúra grafikon



B) Fajtextúra grafikon



A két erdőrésztlet összehasonlítása:

Terület:	A)	B)
S (fajszám)	10	9
N (egyedszám)	166	97
H (diverzitás-index)	1,926	1,795
E (egyenletesség)	0,837	0,817
β_w (mozaikosság)	0,818	0,565

A kapott értékek alapján az A) erdőrésztletet lehetne egy kicsit diverzebbnek mondani: 1-gyel nagyobb a fajszám, jóval nagyobb az összegyedszám, kicsit nagyobb a diverzitás index, az egyenletesség is kicsit nagyobb a B)-hez képest. A) terület mozaikosabb, mint a B).

Azonban, ha figyelembe vesszük a nem honos és invazív fajokat is: A) területen 5 invazív és nem honos faj (86 egyed) található (ami több, mint 50%). A B)-nél csak 1 nem honos faj 3 egyede van (kb.3%). Ezek alapján a B) terület sokkal természetesebbnek mondható, mint az A) terület.