

Ekologie společenstev (živočichů)

Biocenotické principy, druhy společenstev,
stratifikace biocenózy a biotopu,
kvalitativní znaky zoocenóz, kvantitativní znaky, ...

Biocenóza

= společenstvo živých organismů, které složením, počtem druhů i jedinců vzájemně se podmiňujících odpovídá průměrným vnějším podmínkám a které se rozmnožováním trvale udržuje ve vymezeném prostoru (Möbius, 1877).

Biotop

= prostředí, ve kterém se vyvinula biocenóza a se kterým je toto společenstvo ve velmi těsných vzájemných vztazích. Vyznačuje se specifickými topografickými, klimatickými, edafickými a hydrickými faktory.

Znaky společenstev

- **kvalitativní** – druhová skladba (dr. spektrum)
- **kvantitativní** – počet, či počet vztažený na jednotku plochy, času, objemu, nebo relativní počet (%): 1. **hustota druhů**, 2. **abundance** (početnost), 3. **dominance** a 4. **produkce – biomasa**
- **strukturální** – vypovídají o struktuře společenstva v čase či v prostoru: 1. **frekvence**, 2. **druhová podobnost** (identita), 3. **diverzita**
- **vztahové** – porovnávají jednotlivé zoocenózy ve společenstvu: 1. **fidelita** a 2. **koordinace**

Druhy společenstev

Dílčí společenstva

- můžeme je vydělit z každé biocenózy. Jako složky závislé na celku představují subsystémy biocenózy, mají základní strukturu biocenózy. Lze volit různá **kriteria** na vyčlenění dílčích společenstev a to ať **přírozená** (např. rozdělení na zoocenózu volné vody a zoocenózu břehu a dna), nebo **umě-
lá** (např. dle příslušnosti k taxonomickým skupinám – **taxocenózy**, jako je *entomocenóza*, *ornitocenóza* atd.).

Smíšená neboli komplexní společenstva

- vznikají, protože biotopy nejsou v celém svém rozsahu stejné ve všech svých znacích a vlastnostech. Mají pásové uspořádání – **zonační spole-
čenstva**, nebo vytváří v malých úsecích biotopu komplexy – **mozaikovitá
společenstva**.

Přechodná společenstva neboli ekotony

- vznikají na styku různých společenstev, ve struktuře a funkci jsou ovlivněny oběma sousedními společenstvy.

Primární biocenózy

- přirozené, původní biocenózy.

Sekundární biocenózy

- společenstva vznikající místo primárních působením činnosti člověka, který je uměle zachovává a řídí. Bývají označovány také jako **antropogenní cenózy** nebo **biocenoidy**.

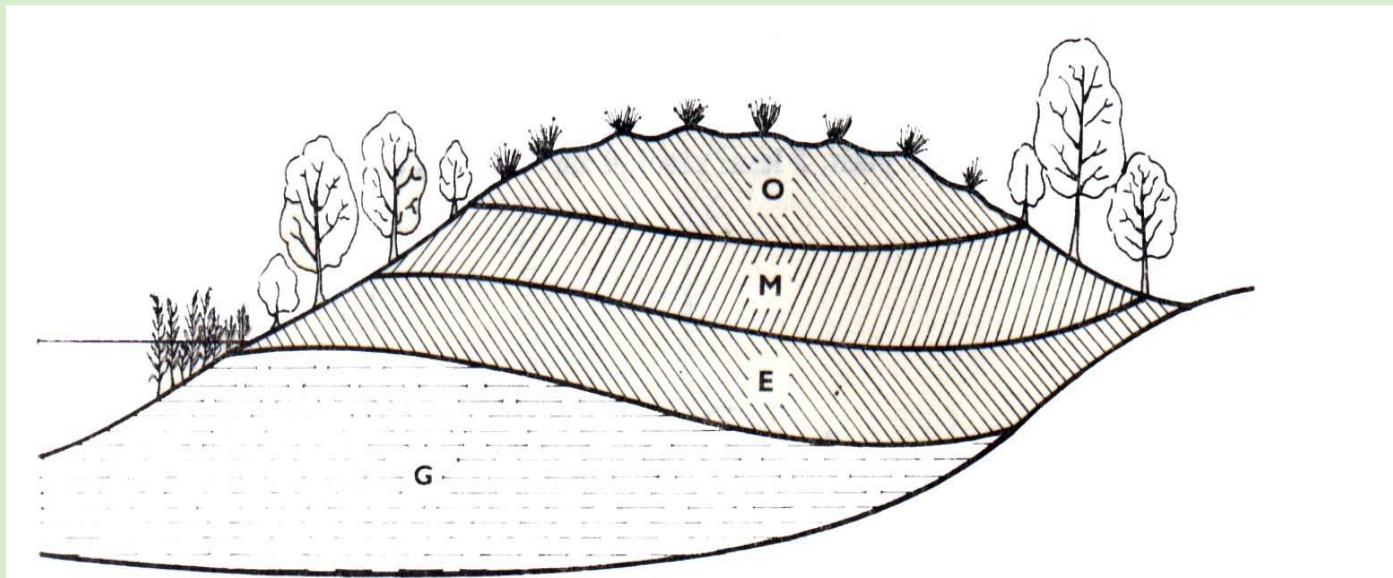


Schéma mozaikového společenstva: *O* oligotrofní blato, *M* mezotrofní blato, *E* původní slatina, *G* organické bahno gyttja. Schéma znázorňuje zrašelinění jezera. Slatina zarůstá rákosím, ostřicemi a olšinou, na mezotrofním blatu roste z dřevin bříza pýřitá a na vrchovišti se střídají kopečky rašeliníku (bulvy) se sníženinami (šlenky; podle KLIKY) (Losos a kol., 1984)

Stratifikace biocenózy a biotopu

= prostorové uspořádání **vertikální a horizontální**.

Vertikální stratifikace

- rozdělení na vrstvy – **patra** nebo **etáže**.

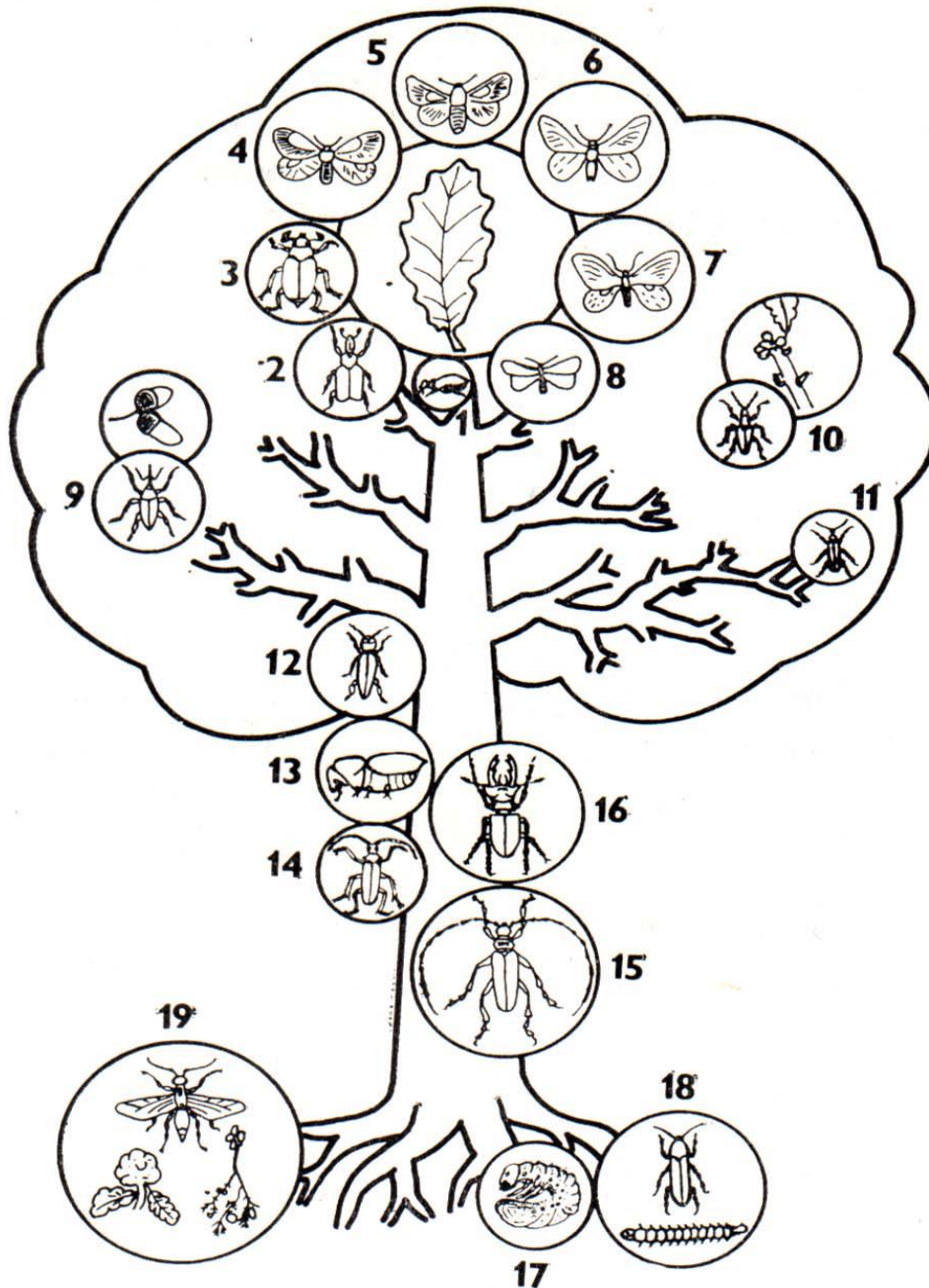
Horizontální stratifikace

- vznikají místa s větší koncentrací živočichů = koncentrační nebo akční místa – **biochoria** neboli **choriotop**.
- jednotlivé části biotopu lze členit, např., strom na kořeny, větve, kmeny, atd. Takovéto strukturní části biotopu se označují **merotopy** a jejich společenstva **merocenózy**.
- **synuzie** = pro zoocenózu většinou ve smyslu taxocenózy.

Biocenotický konex

= heterogenní společenstva organismů mající velmi těsný vztah k primárním producentům.

Biocenotický konex na dubu letním



na listech: 1. nosatec *Orchestes orchestes*;
2. zubonoska *Attelabus nitens*; 3. chroust *Melontha melontha*; 4. bekyně *Euprictis chrysorrhoea*; 5. borovec *Malacosoma neustrium*; 6. píďalka *Erannis defolaria*; 7. píďalka *Eperopthera brumata*; 8. obaleč *Tortrix viridiana*; 9. nosatec *Curculio glandium*;

na pupenech: 10. listohlod *Phyllobius argentatus*

na větvích: 11. páteříček *Cantharis obscura*

na kůře a kmeni: 12. kravec *Agrilus viridis*;
13. bělokaz *Scolytus intricatus*; 14. tesařík *Rhagium inquisitor*;

na dřevě: 15. tesařík *Cerambyx cerdo*; 16. roháč *Lucanus cervus*;

na kořenech: 17. ponravy chrousta *Melontha melontha*; 18. kovařík *Elater sanguineus*

na kořenech a pupenech: 19. žlabatka *Biorrhiza pallida*

(podle Documentation 23 du Ministère de l'Education nationale et de la Culture de la Belgique in Losos a kol., 1984)

Periodicita společenstev

Podle **počtu cyklů** v roce rozeznáváme druhy:

- **monocyklické** = jeden cyklus za rok
- **dicyklycké** = dva cykly za rok
- **polycyklické** = několik cyklů za rok

Významným znakem biocenózy je **sezónní izolace**, zvláště u ekologicky podobných druhů, která zabraňuje mezidruhové konkurenci.

Sezónní aspekty na sebe plynule navazují a je někdy obtížné je odlišit. Podle Tischlera (1955) existuje v biocenózách mírného pásma 6 sezónních aspektů:

- **zimní (hiemální) aspekt** – listopad - březen
- **předjarní (prevernální) aspekt** – březen - duben
- **jarní (vernální) aspekt** – květen - počátek června
- **letní (estivální) aspekt** – polovina června - polovina července
- **pozdněletní (serotinální) aspekt** – polovina července - polovina září
- **podzimní (autumnální) aspekt** – září - říjen

Kvalitativní znaky zoocenóz

Druhová skladba

= soupis druhů přítomných v zoocenóze. Může nám napovědět o typu, struktuře i funkci sledované zoocenózy, zvláště se zřetelem k stanovištním faktorům. Určení druhové skladby vyžaduje přesnou determinaci druhů a je náročné na taxonomické znalosti. Pro úplný soupis druhů je nutné vzorky odebírat tak dlouho, až se v nich přestanou objevovat nové druhy.

Biocenotické principy

- 1. První biocenotický princip** (Thienemann, 1918, 1920) – Čím jsou životní podmínky biotopu rozmanitější, tím více druhů je v biocenóze zastoupeno, přičemž hustota druhových populací je poměrně nízká. (Na několika ha tropického deštného lesa je více druhů hmyzu než ve fauně Evropy, ulovit však 100 ks jednoho druhu je velmi složité).
- 2. Druhý biocenotický princip** (Thienemann, 1918) – Čím více se životní podmínky biotopu odchyľují od optimálního stavu, tím je biocenóza druhově chudší, přitom populace dosahují vysoké početnosti (např. biocenózy tundry, slaných jezer, hlubin moří atd.)
- 3. Třetí biocenotický princip** (Franz, 1925) – Čím jsou životní podmínky v biotopu stálejší, tím je biocenóza druhově bohatší, vyrovnanější a stabilnější (např. korálové útesy, tropické deštné pralesy).

Kvantitativní znaky zoocenóz

Hustota druhů

= celkový počet druhů vztažený na jednotku plochy nebo objemu.

Hustota druhů reprezentuje určité **spektrum druhů** zoocenózy. Je to v podstatě empiricky sestavený soupis druhů, který reprodukuje povahu kombinací druhů na sledované ploše a naznačuje stupeň bohatosti druhového osídlení.

Ekologické spektrum druhů je potom spektrum sestavené dle procentuálního zastoupení jednotlivých skupin, tvořících ekologicky podobné druhy. Hlavní kritériem třídění jsou přitom *potravní vztahy* respektive *trofické úrovně*.

Minimální areál

= minimální plocha biotopu využívaného zoocenózou, kterou je třeba sledovat.

Bod na křivce druhové četnosti (křivka závislosti sledované plochy a zjištěného počtu druhů), v němž je přírůstek nových druhů už zcela nepatrný nebo nulový, udává **velikost minimální plochy**.

Čím je v zoocenóze větší počet druhů, tím větší plochu minimálního areálu je třeba sledovat.

Hustota aktivity

se rovná **počtu pohybujících se jedinců** jednotlivých druhů chycených do pastí, vztaženému na počet pastí a na určité časové rozpětí odchyty. Hustota aktivity **je závislá** nejen **na stupni mobility** a **velikosti živočichů**, ale také na **potravní nabídce**, na **dostupnosti potravy** nebo **průchodnosti prostředí**. Např. střevlík zlatý vyhledává potravu na hladkém povrchu půdy ve dne na ploše 10 m², ve středně hustém porostu ozimé pšenice na ploše 0.5 m², na vlhké louce na ploše 0.8 m².

Abundance

vyjadřuje hustotu společenstva. Je měřítkem počtu jedinců všech druhových populací osidlujících určitou jednotku plochy nebo objemu. Přesnost stanovení abundance závisí na reprezentativním rozložení sběrových ploch na sledovaném biotopu.

Abundanci určujeme v **absolutních** (reálná čísla) nebo **relativních hodnotách** (indexy, procenta, stupně četnosti).

Např. dle Tischlera, 1949

0	<i>nepřítomen</i>
1	<i>vzácný</i>
2	<i>chudý</i>
3	<i>početný</i>
4	<i>velmi početný</i>
5	<i>masově početný druh</i>

Biomasa

vyjadřuje **hmotnost všech živočichů** přítomných v daném okamžiku ve sledované zoocenóze.

Vyjadřujeme ji na jednotku plochy nebo objemu, můžeme ji uvádět v jednotkách čerstvé hmotnosti, v sušině, v proteinech nebo i některých biogenních prvcích (C nebo N). Při studiu potravních vztahů vyjadřujeme biomasu nejčastěji v jednotkách energie – **bioenergie**. Jde o množství energie vázané v tělech všech jedinců, kteří tvoří potravní řetězce ve společenstvu.

Množství **vázané energie** můžeme stanovit několika způsoby:

- 1 stanovením obsahu tuků, bílkovin a sacharidů a výpočtem množství vázané energie pomocí ekvivalentů**
- 2 oxidací dvojchromanem**
- 3 měřením spalného tepla v kalorimetru**
- 4 přepočtem známých koeficientů**

Produkce

společenstva (zoocenózy) se stanoví sečtením produkce zjištěné u jednotlivých populací živočichů. Stanovení produkce a toku energie populacemi konzumentů je podstatně komplikovanější než u primárních producentů. Hlavním **problémem** je přítomnost velkého **množství bezobratlých**, dále je problematickou **přítomnost omnivorů** znemožňující oddělit konzumenty prvního řádu od konzumentů dalších řádů. Nedostatečné jsou i informace o kvantitativních poměrech konzumentů v různých ekosystémech, rychlosti růstu, délce života jednotlivých stádií atd.

Používá se celá řada metod, každý druh se hodnotí samostatně. Vycházíme ze vztahu:

$$\mathbf{ASIMILACE = RESPIRACE + \check{C}IST\acute{A} PRODUKCE}$$

V některých případech jsme schopni přímo laboratorně změřit asimilaci, jindy jsme schopni změřit respiraci a produkci.

Čistou produkci měříme růstem jedinců a reprodukce. Volba metody se řídí způsobem rozmnožování studovaného druhu.

Základní srovnání pojmů abundance, biomasa a produkce

abundance = počet na plochu

např. tedy $n \cdot m^{-2}$

biomasa = hmotnost na plochu či objem

např. $mg \cdot m^{-2}$

produkce = hmotnost na plochu či objem za čas

např. $mg \cdot m^{-2} \cdot rok^{-1}$

Efektivnost přenosu primární produkce v řetězci konzumentů

Poměr asimilace a konzumace (A/C) potravy býložravců, všežravců a masožravců se u různých druhů liší. U různých druhů konzumentů kolísá **ekologická účinnost potravy mezi 11 a 96 %**. Obratlovci mají vyšší schopnost asimilace (70-90 %) než bezobratlí živočichové (25-55 %).

V **travinných ekosystémech** prochází produkčním článkem konzumentů asi **13-20 %** rostlinné biomasy, u **lesních ekosystémů** pouze kolem **7-8 %**.

Ve vodních nádržích je nejefektivněji využívána primární produkce mezotrofních a oligotrofních nádrží, v oligotrofních nádržích spásají herbivoři až 90 % biomasy fytoplanktonu.

Během toku energie od producentů ke konzumentům nastávají **ztráty: energie na stavbu těla, energie na lokomoční činnost a zajištění fyziologických funkcí**. Např. u hovězího dobytka je na přírůstek 1 kg potřeba 70-90 kg čerstvé trávy, efektivnost tak v tomto případě nečiní více než 2 %.

Dominance

je **procentuální zastoupení druhů** ve společenstvu. Počítáme ji zpravidla z abundance, biomasy nebo i produkce. Dominance je ovlivněna počtem druhů v zoocenóze, relativně se snižuje s rostoucím počtem druhů.

$$D = n \cdot 100 / s$$

kde D je dominance,

n je počet jedinců určitého druhu,

s počet všech jedinců v zoocenóze

Dominanci vyjadřujeme ve **stupních** nebo **třídách**.

Většinou používáme pětistupňovou klasifikaci:

- **eudominantní druh** – více než 10 %
- **dominantní druh** – 5-10 %
- **subdominantní druh** – 2-5 %
- **recedentní druh** – 1-2 %
- **subrecedentní druh** – méně než 1 %

Hmotnostní dominanci rozumíme procentuální podíl biomas druhových populací, nebo ekologicky podobných druhů nebo taxonomických skupin na celkové biomase zoocenózy.

$$D = w_i \cdot 100 / w_s$$

kde w_i je biomasa všech jedinců druhu (či skupiny atd.) a w_s je biomasa celé zoocenózy

Platí, že v každé biocenóze jsou drobné druhy zastoupeny větším počtem jedinců než větší druhy. U biomasy to je naopak, větší druhy mají větší biomasu, než drobné.

Skupinová dominance je dominance taxonomické či ekologické skupiny druhů. Používáme ji v produkčních studiích (pro jednotlivé potravní skupiny), nebo tam kde nelze jasně determinovat druhy (použijeme vyšší taxonomické jednotky).

Strukturální znaky zoocenóz

Prezence a absence

se používají k vyjádření **přítomnosti** (+) a **nepřítomnosti** (-) druh ve sledované zoocenóze bez ohledu na četnost či pravidelnost výskytu. Používáme je k zachycení kvalitativních změn v druhovém složení.

Frekvence

neboli četnost. Udává, ***jak často se jednotlivé druhy vyskytují*** v sérii vzorků odebraných z jedné a téže zoocenózy, tzn. jak často se podílejí na druhové struktuře celého společenstva.

$$F = (n_i / s) \cdot 100$$

kde n_i je počet vzorků, ve kterých se vyskytuje druh i ; počet všech vzorků je s

Druhy řadíme do ***frekvenčních tříd*** nejčastěji po 10 či 20 %.

Dominantní druhy ve společenstvu vykazují také největší frekvenci. Z rozložení frekvencí můžeme usuzovat na hustotu jednotlivých populací. Frekvence je závislá na disperzi, při rovnoměrné disperzi mají už malé vzorky vysokou frekvenci, naopak při nerovnoměrné disperzi je stupeň frekvence nízký.

Konstance

vyjadřuje ***stálost druhového složení*** určitého typu zoocenózy, ať regionálně, nebo v závislosti na čase. Zjišťujeme ji buď (1.) **odběrem většího počtu vzorků v různou dobu**, anebo (2.) **v různých místech rozšíření**.

$$K = (n_i / s) \cdot 100$$

kde n_i je počet vzorků v nichž je druh i ; s je počet všech odebraných vzorků

Výpočet je tedy stejný jako u frekvence, rozdíl je ve způsobu odběru vzorků. Zpravidla ji vyjadřujeme v ***třídách konstance***:

- ***druh vzácný*** 0-20%
- ***druh řídce se vyskytující*** 20-40%
- ***druh často se vyskytující*** 40-60%
- ***druh převážně se vyskytující*** 60-80%
- ***druh téměř vždy přítomný*** 80-100%

Podle konstance rozeznává Tischler (1947) druhy:

- ***náhodné (akcidenální)*** 0-25%
- ***přídavné (akcesorické)*** 25-50%
- ***stálé (konstantní)*** 50-75%
- ***velmi stálé (eukonstantní)*** 75-100%

Faunistická podobnost

neboli identita. Vyjadřuje **shodu druhového složení** dvou nebo většího počtu srovnávaných zoocenóz. Nejčastěji ji vyjadřujeme *Jacardovým číslem* (Ja):

$$Ja = s \cdot 100 / (s_1 + s_2 - s)$$

kde s je počet druhů společně se vyskytujících ve dvou srovnávaných zoocenózách; s_1 a s_2 jsou počty všech druhů v jedné a druhé zoocenóze

Často se též používá **Sørensenův index podobnosti**:

$$Sö = 2 \cdot s \cdot 100 / (s_1 + s_2)$$

Výsledky se prezentují tabelárně nebo graficky. V obou případech je při úplné identitě index roven 100.

Místo počtu druhů můžeme použít dominanci, potom dostaneme *podobnost dominance*, kterou označujeme jako *Renkonenovo číslo*.

Použijeme-li hodnoty konstance obdržíme *podobnost stálosti*, neboli *Kulczyňského číslo*.

Diverzita

Druhová diverzita je strukturně kvantitativní vlastnost společenstva a **znamenná poměr počtu druhů k počtu jedinců**. Vyjadřuje se indexem diverzity, nejčastěji se **používá index diverzity podle Shannona a Weanera**:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i \quad \text{přičemž } p_i = n_i / N$$

kde n_i je počet jedinců patřících druhu; N je celkový počet jedinců společenstva; p_i je pravděpodobnost, že jeden jedinec přísluší druhu i ; s je celkový počet druhů
Používají se i další indexy např. *Margalefův*, *Menhinickův*, *Simpsonův*.

Index diverzity vychází z informační teorie a stanovuje míru informace sledovaného společenstva, hodnota vychází v bitech.

Čím vyšší je index diverzity, tím větší počet druhů biocenóza má a tím více je celkový počet jedinců rozložen na větší počet druhů. Tj. je-li ve společenstvu 100 jedinců, je index diverzity nejvyšší, bude-li každý jedinec jiného druhu a nejnižší, budou-li všichni stejného druhu. Závisí i na rovnoměrnosti zastoupení jednotlivých druhů: větší je index v případě, že je 10 druhů po 10 jedincích, než když je 1 druh s 91 jedinci a dalších 9 po 1 jedinci.



foto: Kosińscy

Ekvitabilita

je **vyrovnanost** neboli **rovnoměrnost**, umožňující vyhodnotit míru rovnosti četných druhů, tj. poměrné rozdělení všech jedinců společenstva na všechny zjištěné druhy daného společenstva.

$$E = H' / H_{\max} \quad \text{přičemž } H_{\max} = \log_2 s$$

kde H' je index diverzity dle Shannona a Weavera; H_{\max} je index diverzity při maximální rovnosti četností všech přítomných druhů; s je celkový počet druhů společenstva

Čím pravidelněji jsou jedinci rozloženi do jednotlivých druhů tím je index ekvitability vyšší.

V našich lesních porostech index diverzity roste asi do 100 až 160 let, u starších lesů opět klesá, příčinou je zřejmě zvýšená konkurence.

*Druhová diverzita a ekvitabilita jsou ovlivněny také **prostorovou heterogenitou biotopu**, čím je prostředí složitější, tím jsou společenstva rozmanitější. Byla např. zjištěna lineární závislost mezi počtem ptáků a množstvím vegetace lesních porostů a to v různých zeměpisných pásmech.*

*Významně diverzitu ovlivňuje **kompetice i produktivita společenstva.***

Vztahové znaky zoocenóz

Fidelita

je **stupeň vázanosti** nebo **věrnosti** druhů k určité zoocenóze. Každé společenstvo je tvořeno:

- **vlastními druhy** - **homocenní** = žijí v zoocenóze trvale
 - **heterocenní** = vyskytují se v určitém období
- **spřízněné druhy** – můžeme je najít i v jiných společenstvech
- **cizí druhy** – do biotopu pronikají za potravou, za úkrytem či k přenocování nebo přezimování
- **protahující druhy** – biotopem pouze protahují
- **zatoulanci** – náhodně se vyskytující, nebo pohyblivé druhy ze sousedních zoocenóz, vždy jen krátkodobě

Podle fidelity rozdělujeme druhy na:

- 1) **charakteristický (eucenní) druh** = nejvíce zastoupen v zoocenóze, výstižně ji charakterizuje, diferenciální druh
 - a) **cenobiontní** = specifický druh s výraznými adaptacemi a úzkou valencí
 - b) **cenofilní** = méně specializovaný, žije i v jiných zoocenózách, ale preferuje jedinou
- 2) **tychocenní druh** = bez těsného vztahu k cenóze, proto je členem různých společenstev
- 3) **acenní druh** = je nenáročný, všude se vyskytující ubikvist
- 4) **xenocenní druh** = cizí druh, vyskytuje se náhodně a tedy i vzácně

Příslušnost druhu k určité cenóze vyjadřujeme často pomocí koncovek, které se připojují k názvu charakterizují cenózu či typ prostředí:

- **biont** = výrazně adaptovaný druh
- **fil** = méně přizpůsobený, žije v různých prostředích, preferuje jedno
- **xen** = cizí druh
- **fob** = náhodně zavlečený

Koordinace

udává **stupeň společného výskytu** dvou nebo více druhů v zoocenóze. Příčiny společného výskytu jsou především v potravních mezidruhových vztazích, ale i v dalších vazbách a nárocích.

Druhy společně se vyskytující tvoří tzv. **korelační** neboli **koordinační skupiny**. Stupeň koordinace nejčastěji vyjadřujeme **Agrellovým indexem**:

$$Ag = a \cdot 100 / s$$

kde a je počet vzorků, v nichž se společné druhy vyskytují; s je celkový počet vzorků

Použitá literatura

- Losos B. a kol: Ekologie živočichů, SPN Praha, 1984, 320 s.
- Begon M., Harper J., Townsend C.: Ekologie, Vydavatelství UP, Olomouc, 1997, 949 s.