

UNIVERZITA KONŠTANTÍNA FILOZOFA V NITRE

FAKULTA PRÍRODNÝCH VIED

KATEDRA EKOLÓGIE A ENVIRONMENTALISTIKY

Ekológia jedincov a populácii

(Syllabus prednášok)

Stanislav David

Úvodom

Syllabus prednášok z ekológie jedincov a populácii (autekológia a demekológia) je pomocným študijným textom. Jeho úlohou je podať základnú štruktúru problematiky všeobecnej ekológie, ktorú som zaradil do prednášok a definovať základné pojmy a vzťahy. V texte nie je citovaná literatúra, nie sú to skriptá alebo učebné texty, kde je to psia povinnosť a slušnosť autora. Spracované sú poznámky k prednáškam (nie sú spracované všetky). Použitá bola hlavne dole uvedená literatúra a viaceré internetové zdroje.

Text neobsahuje grafické prílohy (obrázky, tabuľky, grafy) ani nebol jazykovo a gramaticky upravovaný. Text vymedzuje štruktúru a náplň pripravovaných skript Ekológie jedincov a populácii

Levice, 20.9.2010

Stanislav David

Doporučená štúijná literatúra:

- KRIŽOVÁ, E. a kol., 1993: Všeobecná ekológia. TU Zvolen, VŠ skriptá, 180 s.
ODUM, E.P., 1977: Základy ekologie, Academia, Praha, 733 s.
PETŘVALSKÝ, V., 1993: Ekológia, VŠP, Nitra VŠ skriptá, 152 s.
BEGON, M., HARPER, J.L., TOWSEND, C.R., 1997: Ekologie. UP, Olomouc, 949 s.
LOSOS, B. a kol., 1984: Ekologie živočichů. SPN Praha, 316 s.
STORCH, D., MIHULKA, S., 2000: Úvod do současné ekologie. Portál Praha, 160 s.
LAŠTŮVKA, Z., KREJČOVÁ, P., 2000: Ekologie. Konvoj Brno, 185 s.
WOLFOVÁ, D., KUČÍRKOVÁ, D. 1998: Ekofilozofia. Učebné texty pre dištančné štúdium 40, SPU Nitra, 68 s.
SLAVÍKOVÁ, J., 1986: Ekologie rostlin. SPN Praha, 366 s.
MÍCHAL, I., 1994: Ekologická stabilita. Veronica Brno, MŽP ČR Praha, 275 s.
PRIMACK, B.R., KINDLMANN, P., JERSÁKOVÁ, J., 2001: Biologické principy ochrany přírody. Portál Praha, 349 s.
BEJČEK, V., ŠŤASTNÝ, K., ????: Ekologie. (studijní materiál k přednášce Obecná ekologie pro posluchače 1. ročníku LF ČZU v Praze, webová stránka LF ČZU)
TKADLEC, E., 2008. Populační ekologie, Struktura, růst a dynamika populací. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 400 s. ISBN 978-80-244-2149-0
Časopisy: Životné prostredie, Živa, Vesmír, Enviromagazín, Ochrana přírody (<http://www.casopis.ochranaprirody.cz/>)...

Přednáška č. 1 (autekologie)

1. Všeobecná ekológia (VE) ako vedná disciplína,
2. Vývojové etapy VE,
3. Interdisciplinárny charakter VE,
4. Rozdelenie VE (všeobecná, špeciálna, paleoekológia atď'),
5. Filozofické základy VE,
6. Nové trendy v ekológii, (metapopulácie, source-sink, ostrovná ekológia)

Ad. 1 Všeobecná ekológia (VE) ako vedná disciplína

Termín ekológia- z gréčtiny oikos- dom, logos- slovo, pojem, nauka alebo veda o.

Termín poprvé použil Ernst Haeckel¹ (1834-1919) v roce 1866 v dvojzväkovom diele „Generelle Morphologie der Organismen“, I. diel, str. 8 a 238. E. Haeckel definoval obsah štúdia ekológie, ako „...*Ekológia je veda o vzťahoch organizmov k ich vonkajšiemu svetu organickému i neorganickému, pričom v prvom prípade ide o vťahy medzi organizmami, v druhom prípade ide o vzťahy medzi organizmami a fyzikálnymi a chemickými vlastnosťami stanovišťa*“. V roku 1879 zatriedil E. Haeckel ekológiu do systému biologických vied.

Niektorí ekológovia, napr. prof. E. Hadač zastávajú názor, že ako prvý jasne definoval ekológiu a jej vedecké základy Ch. Darwin (1809-1882). Roku 1859 Darwin používal termíny ako nika, potravný reťazec atď'.

Základy pre formovanie ekológie ako vednej disciplíny sú obsiahnuté v dielach Ch. Darwina „O vzniku druhov prírodným výberom, neboli uchovanie prospešných plemien v boji o život“. Dielo vzniklo na základe poznatkov z cesty okolo sveta (1831-1836), na plachetnici Beagle). Výprava uskutočnila trojmesačný výskum na sopečnom súostroví Galapágy², študované boli trofické vzťahy a trofické adaptácie „galapágskych piniek“ tiež Darwinove pinky z čeľade Geospizidae.

Definícia ekológie:

1. Ekológia je vedná disciplína, študujúca vzájomné vzťahy medzi živými organizmami (včítanie človeka) a ich prostredím
2. Ekológia je náuka o štruktúre a fungovaní prírody (Odum, 1977)
3. Ekológia je vedecká disciplína, je subdisciplína biológie a zaoberá sa základným pochopením procesov v prírode.

Doplňujúce definície:

1. Peters (1980)- Ekológia sa zaoberá predpovedami tvorby biomasy, produktivitou a biodiverzitou
2. Odum (1972)- Ekológia je štúdium štruktúry a funkcie Prírody, alebo Ekológia je náuka o ekosystémoch

¹ E. H.P.A. Haeckel, prof. zoológie na univerzite v Jene, popularizátor darwinizmu. V r. 1881 až 1882 navštívil tropy, mj. aj ostrov Ceylon. Špecialista na jednobunkovce Radiolaria, Helizoa, Foraminifera. Študoval proces gastrulácie a formovanie vicerých funkčných vrstiev buniek mnohobunkovcov (zárodočných listov) procesom invaginácie (korale Anthozoa, medúzy Scyphozoa, kopijovce Cephalochordata).

² Galapágy (*Islas Galápagos*), je názov ekvádorského sopečného súostrovia asi 1000 km západne od Ekvádoru. Žije tu napr. korytnačka sloní (*Geochelone nigra*) a tučniak glapážsky (*Spheniscus mendiculus*). Ostrovy sú od roku 1934 Národným parkom a v roku 1978 boli zapísané do Zoznamu svetového dedičstva UNESCO.

3. Krebs (1994)- Ekológia je vedecké štúdium interakcií, ktoré determinujú distribúciu, a abundancie organizmov
4. Begon, Harper, Townsend (1996)- Ekológia sa zaoberá s opisom, vysvetľovaním a predikciou indivíduí, populácii a spoločenstiev v čase a priestore.

Metódy štúdia ekológie

Ekológia ako vedecká disciplína má definované metódy výskumu. Najčastejšou metódou je pozorovanie (výhody- jednoduchosť, finančná nenáročnosť), experiment, modelovanie (Dykyjová a kol., 1989). Ekológia preberá metódy štúdia iných vedných odborov.

- Štúdium in situ (pozorovanie, atď. v prirodzených podmienkach, prostredí),
- ex situ (labolatorné podmienky, zoologické záhrady, chovy).

Predmet štúdia ekológie

Predmetom štúdia ekológie je ekologický systém (ekosystém) jeho štruktúra, funkcia, vzťahy. Abiotická aj biotická zložka v ekosystémoch. Pri uplatnení ekosystémového prístupu má biota centrálné postavenie, skúma sa vplyv ostatných zložiek ekosystému (pedosféra, litosféra + reliéf, hydrosféra, atmosféra).

Definície:

1. E. Haeckel: predmetom štúdia ekológie je živá hmota na rôznom stupni organizácie a jej vonkajšie prostredie. Živá hmota s vonkajším prostredím dáva biosystém (ekosystém, biot , biosféra)
2. Vplyv prostredí na organizmy
3. Toleranciu organizmov k prostredí a naopak
4. Časopriestorové zmeny výskytu, abundancie, aktivity organizmov (populačná ekológia, migrácia, vymieranie, ekologická sukcesia)
5. Ekologické podmienky rozšírenia organizmov na Zemi
6. Potrava ako ekologický faktor, vzťah korisť x predátor
7. Kvantitatívne a kvalitatívne znaky populácii a spoločenstiev
8. Biotické invázie

Ad 2- Vývojové etapy ekológie

Aj keď vedecké základy ekológie ako vednej disciplíny sú spojené s menami Haeckela a Darwina, máme dôkazy o výnosoch panovníkov, ktoré zakazujú zabíjanie kotných samíc, niektorých druhov živočíchov (kožuštinové a poľovné druhy) a chránia lesné porasty. Príklady:

1. Babylónia, Zákoník Chammurapiho (1728 – 1686), bol objavený roku 1902, obsahoval 282 článkov (kódexov)
2. India, 242 pred Kristom, panovník Ašóka (273- 232), zakázal zabíjať nosorožce, labute, veveričky (obr. 1), dikobrazy, kotné samice



Obr. 1 Veverička obyčajná (*Sciurus vulgaris*)

3. Rusko, cár Peter I. (1689-1725), roku 1701 zakázal orať bližšie ako 30 vierst od veľkých riek v okolí Moskvy, chránil lužné lesy v delte Volgy. Za porušenie boli prísne tresty aj pre cárskych úradníkov (peňažné pokuty, vyhnanstvo, hrdelné tresty)
4. Poľsko, Vladislav II Jagello, v roku 1443 nariadil výnosom ochrana tarpana, tura a losa. V roku 1597 ochrana Bialoviežského pralesa ako kráľovskej obory.

Etapy vývoja ekológie

1. Empirická ekológia (Chammurapi, Ašóka, výnosy panovníkov)
2. Počiatok vedeckej etapy – 2.pol. 19. stol. (Lamarck, Haeckel, Darwin)
3. Etapa lokálneho a regionálneho narušovania biosféry (1914-1972)
4. Etapa globalizácie ekologického narušovania biosféry (1972- dosiaľ), vznik Rímskeho klubu, Summit v Rio de Janerio 1992

Ad. 3- Interdisciplinárny charakter všeobecnej ekológie

Ekológia je interdisciplinárny vedný odbor, je prienikom biologických (systematická zoológia a botanika, etológia, fyziológia, biogeografia - rozšírenie na zemskomn povrchu), geologických, paleontologických, matematicko-bioštatistických (modelovanie, biotické indexy), klimatologických, pedologických, filozofických (ekofilozofie) vedných disciplín. Prienik spočíva vo využití terminologického aparátu, metód výskumu, predmetu štúdia.

Ad. 4- Rozdelenie VE (všeobecná, špeciálna, paleoekológia atď.)

Základná klasifikácia ekológie má viacero schém. Zaužívané delenie ekológie je na :

1. *Všeobecnú ekológiu*, ktorá študuje procesy a štruktúry ekosystémov. Definuje pojmy, metódy, zobecňuje ekologické procesy, študuje odolnosť ekosystémov, jedincov, kvantitatívne a kvalitatívne znaky populácií, rozšírenie, spoločenstvá, potravné vzťahy.
2. *Špeciálna ekológia*

Môže byť klasifikovaná na:

- paeoekológiu (študuje fosílny ekosystémy)
- neoekológiu (študuje recentné ekosystémy)

Jej ďalšie členenie je napr. podľa systematických kategórií bioty:

- ekológia živočíchov,
- mikroorganizmov,
- rastlín
- ekológia hmyzu, rýb, plazov, obojživelníkov, cicavcov,
- ekológia človeka

Klasifikácia podľa organizačnej úrovne bioty:

- chemická ekológia (90. roky), štúdium na úrovni chemický zlúčenín a molekulárnej biológie (alelopatie, symbiosa, vyhľadávanie hostiteľských rastlín, biologická ochrana)
- autekológia (ekológia jedinca)
- demekológia (ekológia populácie)
- synekológia (ekológia spoločenstiev)

Klasifikácia podľa komplexnosti:

- krajinná ekológia
- ekológia terestrických, akvatických, horských ekosystémov a biómov

Špeciálne prípady klasifikácie:

- ekológia ochrany prírody (konzervačná biológia)
- environmentálna ekológia.

Ad. 5 Filozofické základy ekológie, ekofilozofia

Filozofické postoje nositeľov analýz ekologických, environmentálnych, filozofických a ekonomických analýz problémov a návrhov riešenia je determinované ich eticko-ideologickými a filozofickými postojmi. Aj do ekológie sa premieta:

- **monismus.** Uznáva jeden princíp (Boh, Brahma, Príroda). Človek je jednotou (súčasťou) s prírodou, je jej súčasťou a je s ňou zviazaný. Hľadá sa súlad človeka s prírodou, súlad biosféry a technosféry. Monistické sú filozofie a náboženstvá Indie (boh Višnu a Šiva; hinduizmus- Brahma, 6.-5. stor. pr. Kr., kategória brahma-vesmírna duša a átmán- individuálna duša. Atman a Brahma sú protiklady prírody, prvky materialistickej koncepcie vývoja prírody. Atman je spojená s prírodou, keď duša oživne v tele človeka alebo zvieratá, vykonáva dobré alebo špatné skutky, reinkarnácia; budhizmus- Budha= osvietený, 3 stor. pr. Kr., oficiálne náboženstvo v Indii, Utrpenie je možné sa zbaviť zrieknutím majetkov a priateľov stav nirvána. Budhizmus vystupoval proti kastám, budúce zrodenie, reinkarnácia závisí na namravnosti), Číny (taoizmus- pozorovanie a nezasahovanie do prírody; zakladateľ Lao-č= Starý majster, 5. až 6. stor. pr. Kr.; konfucionalizmus- filozofia pragmatizmu, organizácie spoločnosti (Konfucius - 551-479 pr. Kr.- osud ľudí je predom určený, nie je možné ho meniť, spoločenská a materiálna nerovnosť je nebeská vôľa. filozof Sün-c – 298-238 pr. Kr.- alebo je súčasťou prírody.
- **dualizmus** protikladnosť, oddeľuje ducha od hmoty, človeka (spoločnosť) od prírody. formovali sa dva smery: (i) neschopnosť, nemožnosť brániť sa prírodným procesom (ii) „nadvláda“ človeka nad prírodou, voluntarizmus vedúci k prírodným katastrofám
- **hylozoizmus**- krajný názor, aj zvieratá, rastliny a neživé predmety majú dušu. Predstaviteľ František z Assisi (1182-1226) je patrónom ekológov, Giordano Bruno (1548-1600), upálený po 8 ročnom vezení sv. inkvizíciou, zástanca Koperníkovej heliocentrickej teórie, ktorú vylepši. Slnko je stredom vesmíru, ktorý je uzatvorený. Existuje svetová duša.
- **evolucionizmus**- Haeckel, Lamarck, Darwin

- **Deep ecology**- Arne Ness, 1973, hlbinná ekológia.

Ad. 6- Nové trendy v ekológii

V priebehu posledných 20. až 30.-tich rokov sa konštituovali nové smery ekologického výskumu. Postupne sa profilovali ako samostatné smery ekologického štúdia. Sú to napr. smery (koncepty, trendy):

- metapopulácie,
- source-sink,
- ostrovná ekológia
- ekológia biotických invázií
- koncept riečneho kontinua.

BTU (Brandenburgische Technische Universität) Cottbus zverejnila výsledok ankety pri ktorej boli definované ekologické problémy. Akety sa zúčastnilo 500 britských ekologov pri príležitosti 75. výročia založenia British Ecological Society. Anketa obsahoval 50 kľúčových ekologických problémov (konceptov), v zátvorke poradie, uvedený je výber otázok:

- ekologická sukcesia (2)
- energetické toky (3)
- ochrana zdrojov (4)
- biogeochemické cykly (7)
- potravné interakcie (11)
- heterogenita, plôšky (13)
- diverzita (14)
- ochranársky management (23)
- životná história, stratégia (24)

Přednáška č. 2 (autekológia)

1. Základné ekologické pojmy
2. Termodynamické zákony v ekológii
3. Teória systémov
4. Ekosystém, ústredný pojem ekológie

Ad. 1 Základné ekologické pojmy

Ekológiu sme definovali ako vedný odbor, charakterizovaný, ako vedná disciplína základnými atribútmi- objektom štúdia, metódami štúdia a používanou terminológiou.

Terminológia (pojmový aparát) v ekológii sa vyvíja v závislosti na rozvoji jak ekológie, tak iných vedných odborov, s ktorými ekológia spolupracuje (pozri interdisciplinárny charakter ekológie ako vedného odboru v systéme biologických vied). Nové používané termíny a pojmy prináša napr. diaľkový prieskum Zeme, využívanie GISu v ekológii, používanie štatistických metód v ekológii, modelovanie procesov v ekosystémoch, zavádzanie (aproximácia) legislatívy EÚ do národnej legislatívy.

Aj v súčasnosti je veľká nejednotnosť v používanej terminológii v ekológii. Viaceré termíny sú viacvýznamové (polysémne). Mnohovýznamovosť ide aj na vrub prekladom z originálnej (anglicky, nemecky, rusky atď.) písanej literatúry a často aj nedôsledným definovaním zavádzaných pojmov samotnými autormi. Od konca 80. rokov sa ekológia stala až módnou záležitosťou. Prívlastok ekologický sa používal aj naprosto nevhodne (ekologická móda, ekologické potraviny, ekologicky „čistá“ energia. Aj v masovokomunikačných prostriedkoch sa „vylepšoval ekológia“, rozumej- realizovali sa investície do plynofikácii obcí, kanalizácie, ČOV atď.

Ďalej sa venujeme pojmom, ktoré majú vysokú frekvenciu použitia, alebo sú polysémne.

1. Príroda

Pojem zaviedli a obsahovo špecifikovali starovekí filozofovia Milétskej filozofickej školy. Predstaviteľom bol Anaximandros (611-546 pr. Kr). Pod fysis (príroda) chápali a zahrnovali všetko, čo sa „prejavuje“. Aristoteles (384-322), žiak Platóna chápal prírodu ako „podstatu, vznik a vývoj vecí“, ktoré majú svojho „najvyššieho hýbateľa“.

Prírodu môžeme chápať ako:

- a) proces vzniku prírodnín
- b) systém zmyslovo vnímateľných objektov vzniklých prírodnými procesmi (nevytvorených človekom)

2. Prostredie

Delíme ho na:

- (i) vnútorné
- (ii) vonkajšie.

Vnútorné prostredie je vo vzťahu k objektom ich „vnútro“. U rastlín a živočíchov to je jejich vnútro, v ktorom prebiehajú fyziologické procesy, trávenie, kolobeh krvi atď. Objektom štúdia ekológie je vonkajšie prostredie, ktoré nás obklopuje, pôsobí na nás, ktoré živé organizmy a prebiehajúce procesy mení a ktorému sa prispôbujú.

- prírodné prostredie je také, v ktorom platí prírodné zákony, tvorí ho prírodniny a z nich vytvorené (vyrobené) artefakty.
- životné prostredie (ŽP) je podľa definície UNESCO z roku 1967 (S. Wika) „tá časť sveta, s ktorou je človek vo vzájomnej interakcii, ktorú používa, ovplyvňuje a ktorej sa prispôsobuje“. A priori je ŽP chápané ako prírodné prostredie pozmenené človekom.

V geografii je prostredie charakterizované ako časť fyzicko-geografickej sféry (je tvorená prírodnou a kultúrnou krajinou), rôznej veľkosti (topickej, chórickej), napr. biotop, biochor, demotop, cenotop, ekotop.

3. Environmentalistika

- Environmentalistika- interdisciplinárny vedný odbor o životnom prostredí človeka. Environmentálna ekológia- špeciálny odbor ekológie, študujúci problematiku ochrany ŽP človeka na ekologických princípoch.
- Environmentálna výchova- odovzdávanie poznatkov, vytváranie návykov a citová výchova k zodpovednému vzťahu k ŽP podľa zásad TURu. Využívajú sa poznatky z ekológie, ekosozológie, etiky, psychológie, politológie, ekonomiky atď.

4. Biosféra

- Roku 1875 použil rakúsky geograf a geológ F.E.Süss v práci o kvartérnych štrkových terasách Dunaja „Die Entstehung der Alpen“ termín biosféra. biosféra je podľa neho súbor ekosystémov existujúcich v moriach alebo na pevninách. Takto chápaná biosféra a zahrnuje ekologické podmienky planéty Zeme.
- Ruský geológ a geochemik V.I.Vernadskij rozvinul v roku 1926 učenie o biosfére ako časti zemského povrchu, v ktorom pôsobi všetky organizmy, včítanie človeka, ako geochemické činitele. Teda aj v ich globálnom rozsahu a intenzite. Aj evolucionista J.B. Lamarck v diele Hydrogeológia (Paris, 1802) rozvinul predstavu o oživenom priestore Zeme, ktorý je v mnohom podobný biosfére.
- Lesný botanik a ekológ prof. A. Zlatník v roku 1954 označil živé organizmy ako biotu a oživený priestor geosféry (Zeme) ako biogeosféru. Vyjadril jednotu živého a neživého. Podobne aj ruský biológ a ekológ V.N. Sukačev.
- Americký ekológ H.T. Odum v roce 1971 definoval biosféru ako ekosystém najvyššieho radu, zahrnujúci všetky živé organizmy na zemskom povrchu a ich vonkajšie prostredie ktorým prechádza energia slnečného žiarenia a časť je vyžarovaná vo forme tepla späť do kozmického priestoru. Tým sa systém udržiava v stave dynamickej rovnováhy.
- Pre program Človek a biosféra MaB definoval biosféru Kamšilov (1980), „Biosféra je otvorený termodynamický systém alebo oblasť rozšírenia života na Zemi, zahrnujúci všetky organizmy (**ekosféra** alebo **recentná biosféra**) a ich pozostatky a tiež časti atmosféry, hydrosféry a litosféry obývané živými organizmami, včítanie priestoru, ktorý bol pretvorený ich minulosťou (**paleosféra**). Ekosféra + paleosféra = **megabiosféra**.

Špecifika biosféry:

- hranice biosféry. Keďže je biosféra definovaná ako „vrstva“, „sféra“, „priestor“, vzniká otázka, ako je tento priestor (sféra) vymedzený, aké faktory tuto vrstvu vymedzujú. Sú to ekologické faktory, ktoré vymedzujú, ohraničujú krajné medze existencie biologických sústav. Týmito faktormi sú napr. teplota, atmosférický tlak, voda, chemizmus prostredia, UV žiarenie, vlnová dĺžka slnečného žiarenia.
- Hranice biosféry je vymedzená predovšetkým žiarivou energiou a teplotou. tieto hranice tvorí jedinou termodynamickou vrstvu s tromi fázami- plynnou (troposféra), pevnou

(litosféra) a tekutou (hydrosféra). Analýzy prevedené L. Pasteurem, M. Duchuxem, P. Becquerelem, M. Christenem, V. I. Omeljnským potvrdzujú, že živé organizmy môžu existovať v rozpätí teplôt 433 °C, pričom horná teplotná hranica je +180 °C, dolná – 253 °C. Pre zelené rastliny sa rozpätie teplôt znižuje. Medze tlaku sa pohybujú od niekoľko stotín Mpa do 800 Mpa. Hranica žiarenia je určená dĺžkou vlny. Veľmi krátke (ultrafialové žiarenie) nedovoľuje rozšírenie živých sústav za tieto medze. UV žiarenie má dĺžku menšiu ako 0,3 mm, zabíja všetky formy života. Hranica pôsobenia dlhými vlnami (infračervené žiarenie, tepelné) je taktiež obmedzená. Chemizmus prostredia umožňuje značné šírenie biologických sústav. Potvrdila sa možnosť existencie v čisto minerálnom prostredí, aj úplne anaeróbnom. Život však môže existovať len v určitých medziach koncentrácie iónov. Absolútna väčšina živých sústav môže existovať len v prostredí, kde dochádza k výmene vzduchu.

5. Noosféra – zdroj (<http://web.sks.cz/users/cn/kursy/onose/celek01.htm>).

- pojem „noosféra“ (z gréc. nóos – rozum) bol zformovaný v 1.pol. 20. storočia troma významnými vedcami: Francúzom Eduardom Le Roy (1870-1954), Pierrom Teilhardom de Chardin (1881-1955) a Rusom Vladimírom Ivanovičom Vernadským (1863-1945, mineralóg, geochemik). Na formovaní predstavy o noosfére sa podieľali najmä deChardin a Vernadski, hlavným propagátorom noosféry sa stal francúzsky paleontológ, geológ, jezuita a mysliteľ deCharden. Vernadskij bol stalinistickým režimom uväznený a zomrel v gulagu (v roku 1945), jeho práca a dielo bolo zakázané šíriť a popularizovať.

Podľa deChardina môžeme na Zemi, ktorá má vo vesmíre výsadné postavenie pozorovať proces korkuskulizácie (zvyšovanie komplexnosti procesov od najprimitívnejších (neživá príroda) po človeka, ktorého mozog je najkomplexnejšou entitou v doposiaľ známom vesmíre. Súčasným človekom, resp. individualizovaným človekom, celý proces nekončí. Tak ako život na Zemi vytvára vrstvu zvanú biosféra, vzniká už dnes na Zemi vrstva myšlienok – informácií – noosféra. Je zložená z ľudského vedomia. Súčasné trendy (informačné technológie, internet) vedie ku skutočne komplexnej noosfére. Jednotlivé mozgy budú navzájom spojené, jedinec prestane byť individuum, stane sa súčasťou celku. DeChardin písal svoje eseje a filozofické úvahy na počiatku 50. rokov, na počiatku vývoja počítačovej technológie. Už vtedy jej pripisoval zásadný význam pre formovanie noosféry. Po 50. tich rokoch prichádzajú teoretici cyberspace k podobným záverom.

Aké sú súčasné trendy vývoja noosféry. Prvotné úvahy spadajúce skorej do science-fiction majú iné obrysy. Na konferencii European Meeting on Cybernetics and System Research vo Viedni v apríli roku 1996 sa ako jeden z možných spoločenských dopadov rozvoja informačných technológií diskutuje o vzniku „supermozgu“. Je to informačná sieť, obsahujúca skúsenosti ľudstva. Aj keď v súčasnosti „supermozok“ nie je dokonalý, je potreba pripomenúť víziu Al Gora – Globálnej informačnej infraštruktúry, ktorá má byť on line súhrn informácií všetkých svetových knižníc a poznatkov ľudstva. K nim bude mať v budúcnosti prístup každý, bez obmedzenia technických, politických, náboženských a iných. V tomto vývoji sa deChardenová vízia z veľkej časti naplňuje.

S obdobou deChardinových myšlienok, vychádzajúcich z ekocentrického rámca vystúpil v roku 1972 britský prírodovedec a filozof James Lovelock, autor koncepcie Gaia. V svojich prácach formoval obraz Zeme ako samo regulujúceho sa systému, de facto jedného živého organizmu. V ňom má každý organizmus svoje určité funkčné miesto. Myšlienka zjednotenia ľudstva je obdobná ako u Teilharda deCharden. Nové je hodnotenie postavenia ľudského druhu. Pre Teilharda bolo ľudstvo postupovým cieľom evolúcie, noosféra je výhradne ľudská záležitosť. O ostatné druhy je potrebné sa starať, možno je rozumne využívať. Pre Lovelocka

vzniká spojenou činnosťou človeka a organizmov superorganizmus. Gaia teda v skutočnosti už existuje, ďalšia evolúcia prebieha len v rozvoji jej schopnosti seba regulácie a reakcie na podnety zvonka.

Lovelockovo aj Teilhardovo riešenie budúcnosti ľudstva sa zhoduje v požiadavke (nutnosti) istého stupňa kolektívizácie, tatalizácie, „rozpustenia“ individua (individuality) v záujem vyššieho celku.

A- Optimistické vízie budúcnosti

Informačná spoločnosť je v 90. rokoch 20. storočia skutočnosťou (e-mail, verejná správa, elektronické hlasovanie, bankové služby, obchod, výučba, vzdelávanie. Rozvoj informatiky je doprevádzaný presunom pracovnej sily od poľnohospodárstva a priemyslu do priemyslu služieb a informačných technológií. Ďalší trendy sú v globalizácii s oslabovaním moci národných štátov, vzrastá význam nadnárodných organizácií a nadnárodných spoločností. Informácie sa stanú silou politickou aj ekonomickou.

Transhumanismus predpokladá prepojenie človeka s informačnou sieťou. Názorový smer je spojený s hnutím **extropiánov** (z informačného termínu extropie- rast informácie, energie, inteligencie, vitality. Propagátorom extropického vývoja je Max More, prezident Extropy Institute. Principy extropiánov:

- expanzia človeka bez hraníc, do vesmíru, rast inteligencie, neobmedzená dĺžka ľudského života, morálne, intelektuálne a fyzické zvyšovanie ľudských schopností, neuvažujú sa katastrofické scenáre vývoja ľudstva.
- Inteligentné, nano-technológie, aplikácia vedy k prekonaniu ľudských limitov
- spontánny režim, decentralizácia, dobrovoľnosť, individuálna sloboda, tolerancia, osobná zodpovednosť, diverzita, voľný trh.
- propagácia telesného hackingu – prepojenie človeka s počítačmi, prepojenie nervových buniek s umelými čipmi (bionika).

B- Pesimistické vízie budúcnosti

Globálny kolaps bol formulovaný v správe Rímskeho klubu 1972 Hranice rastu. Model World III, použitý pre zostavenie prognózy uvažoval päť faktorov: populácia, priemyselná výroba, potraviny, prírodné zdroje a znečistenie. Rast populácie sa, podľa odhadov, v 1. pol. 21. stol. zrazí s obmedzenými prírodnými zdrojmi. Kritický je malthusiánsky rozpor medzi rastúcou svetovou populáciou a možnosťou zabezpečenia potravín. Obmedzené možnosti využívať degradovanú poľnohospodársku pôdu, obmedzené vodné zdroje, šírenie púští, dôsledky klimatických zmien vyvolá prehĺbenie rozporu medzi Severom a Juhom, povedie k migrácii obyvateľstva, vojnovým konfliktom.

Noeluddistické hnutie (odvodené od luddistického hnutí z 1. pol. 19. stor., kedy zavádzanie nových technológií a strojov prichádzali robotníci o zamestnanie, čo viedlo k stávkam a ničeniu strojov). Neoluddisté akceptujú rovnaké východiska ako extropiáni, odmietajú však prepojenie človeka s robotmi, genetickú úpravu človeka, robotiky a nanotechnológií.

6. Antroposféra , technosféra

- antroposféra je oblasť Zeme a blízkeho kozmu, kde žije trvale alebo dočasne a kam preniká ľudstvo (sonda Pioneer)
- technosféra je časť biosféry, pretvorená socioekonomickými aktivitami, aby čo najviac vyhovovala potrebám ľudstva.

7. Biocenóza

Pri štúdiu morských pobrežných ústřicových lavíc zaviedol K. Möbius (Die Auster und die Austernwirtschaft, Berlin, 1877) pojem biocenóza (biocenosis – heterotypické spoločenstvo organizmov). Definícia K. Möbiusa „*Biocenóza je priemerným vonkajším životným podmienkam odpovedajúci výber a počet druhov a indivíduí, vzájomne sa podmieňujúcich a vo vymedzenom území sa trvalo udržiujúcich*“.

Definícia biocenózy- „*Biocenóza je súbor organizmov žijúcich v určitom spoločnom priestore, vyznačujúci sa vzájomnými adaptáciami, skladbou, štruktúrou a interakciami*“

Cenóza- združenie, zoskupenie organizmov s vzájomnými interakciami

Agregácia- voľné, bez vzájomných väzieb, závislostí združenie organizmov. Niekedy môže byť považované za vývojové štádium cenózy, inokedy zaniká po ukončení pôsobení špecifických podmienok prostredia.

Biocenológia- veda o fyto a zoo biocenózach

8. Biogeocenóza

Termín zaviedol ruský ekolog, fytoecenológ a lesník V.N. Sukačev (Ideja rozvitija v fytoecenologii, 1942). *Biogeocenóza je terestrické spoločenstvo organizmov vo vzájomných vzťahoch s abiotickými zložkami ekosystémov daného územia.*

9. Geobiocenóza

oživená časť geosféry (= biogeocenóza) sensu A. Zlatník. Geobiocenóza je používaná v lesníckej ekológii a botanike Zlatníkovej školy. Geobiocenóza je vzťahovaná k určitému priestoru, miestu, ktoré je lokalizované a je nositeľom stanovištných charakteristík.

10. Antropocenóza

Spoločenstvo organizmov, ktoré vzniklo pod tlakom antropickej činnosti a je náchylné na sekundárnu sukcesiu. Spravidla sa jedná o druhotné (sekundárne spoločenstvo).

11. Lokalita, stanovište, nálezisko

- lokalita je podľa Zlatníka (1973) miestom výskytu biotických a abiotických zložiek prostredia, miesto je určené geograficky a topograficky. Z hľadiska výskytu živých organizmov môže ísť o náhodný výskyt. Lokalita nemusí poskytovať podmienky pre rozmnožovanie. Lokalita je topograficky vymedzené miesto výskytu skúmaného objektu
- stanovište je súborom vlastností prostredia (geologický podklad, pôda, reliéf, vegetácia, živočíšstvo) na danom mieste (lokalite). Stanovište umožňuje dlhodobý výskyt spojená s rozmnožovaním. V rámci tohto výkladu je stanovište blízke pojmom habitat, biotop, demotop, cenotop).

12. Biotop, habitat, ekotop

- biotop je termín pôvodne použitý F. Dahlem (1908) ako „druh krajiny alebo vodstva“. Aj neskoršie termíny chápali biotop ako charakteristiku neživej prírody, bez vzťahu k živej zložke prírody (ekosystému). V súčasnosti definuje biotop ako „*prostredie živých organizmov vo voľnej prírode, charakterizované komplexom biotických a abiotických faktorov*“. U terestrických (polo)prírodných biotopov je hlavnou štruktúrnou zložkou vegetácia, ktorá sa najčastejšie používa ako klasifikačné (kategorizačné) kritérium pre biotopy. V zákone č. 543/2002 Z.z. je biotop definovaný ako „...*biotop miesto prirodzeného výskytu určitého druhu rastliny alebo živočicha, ich populácie alebo spoločenstva, v oblasti rozlíšenej geografickými, abiotickými, a biotickými vlastnosťami*“, habitat nie je v zákone definovaný! Biotop je vhodné chápať

ako „miesto (stanovište) poskytujúce vhodné podmienky pre výskyt spoločenstva v určitom čase“

- habitat je termínom anglosaskej ekológie, je obdobný termínu stanovište. Termín je hojne používaný v európskej legislatíve, doporučujem chápať ako „*miesto (stanovište) poskytujúce vhodné podmienky pre výskytu určitého druhu v určitom čase*“. Habitat môže byť štrukturovaný, zložený z rôznych typov prostredia vo vzťahu k vývojovým fázam organizmov (napr. vodný hmyz- larva žije vo vode, dospelce v okolí vodných plôch)
- ekotop je termín pre označenie homogénnych ekologických podmienok prostredia topickej (najmenšej) priestorovej jednotky. Podľa A. Zlatníka (1973) je ekotop súbor aktuálnych abiotických ekologických podmienok.

„Occamova britva“ vo vzťahu k ekologickým pojmom.

William z Occamu (1285-1349)³ často používal vo stredovekej filozofii bežný princíp „úspornosti myslenia“ alebo „zavádzať viac pojmov na vysvetlenie toho istého, je prípustné len vtedy, keď je to nevyhnutné“.

Ad. 2 Termodynamické zákony v ekológii

Termodynamické zákony majú obecnú platnosť pre rôzne systémy (vesmír, živé organizmy, ľudské skupiny) fyzikálne, biologické a sociologické. V ekológii sa vzťahujú na živé systémy rôznej hierarchickej úrovne a zložitosti (jedinec, populácia, spoločenstvo, krajina, biosféra) a jejich prostredia s ktorým sú v interakcii (látková premena, energetická výmena, informačný tok, ekologické faktory prostredia).

I. Termodynamický zákon (o zachovaní energie)

Energia sa nemôže vytvoriť ani zaniknúť. Jedna forma energie sa môže v systéme premeniť (transformovať) na inú formu energie. Množstvo energie, ktoré do systému vstupuje je rovnaké, ako množstvo energie, ktoré zo systému vystupuje. Ekologické systémy sú otvorené systémy, závislé na dotácii energie z vonkajšieho prostredia. Samy nie sú schopné energiu vytvoriť, v ekosystémoch dochádza k transformácii energie. Primárnym energetickým zdrojom ekosystémov Zeme je Slnko, slnečné žiarenie.

II. Termodynamický zákon (o premene energie)

Pri premene energie (zmeny formy energie) v izolovanej sústave sa časť energie degraduje v „odpadnú“ neusporiadanú formu. Zo systému vystupuje ako *teplo* (v ekológii je teplo dôležitý ekologický faktor, vyvoláva etologické prejavy, napr. prežitie, adaptácie na extrémne teplotné podmienky, migrácia, hibernácia, zimná srst', sociálna termoregulácia). **Tendenciu premeny formy energie vyjadruje pojem entropia. Entropia je miera degradácie energie, ktorá sa v uzatvorenej sústave zvyšuje. Entropia charakterizuje mieru (ne)usporiadanosti sústavy.**

Pre energetickú bilanciu živých sústav je významná *voľná energia* (disponibilná) energia, uvoľnená pri fyziologických (metabolických) procesoch. Je schopná vykonávať prácu, zaisťovať životné funkcie a potreby.

$$H = F + T \cdot S$$

H- tepelný obsah sústavy

T- absolútna teplota (stav, kedy ustáva všetok kinetický prejav častíc, je to počiatok stupnice absolútnej teploty -273,16 °C)

S- entropia

³ Stredoveký anglický filozof a františkánsky mních. Dostal sa do sporu s pápežom Jánom XXIII, ktorý ho exkomunikoval.

Zmena energie v systéme

$$\Delta H = \Delta F + T \cdot \Delta S$$

+ ΔH - systém prijíma energiu - endotermická reakcia

- ΔH - systém vydáva energiu – exotermická reakcia

Ad. 3 Teória systémov

Otvorené systémy komunikujú s prostredím na princípu spätnej väzby, pozri teória systémov, systémová ekológia. Entropia ako miera neusporiadanosti sústavy vyjadruje aj pravdepodobnosť stavu sústavy. Podľa II. Termodynamickej vety smerujú systémy k najpravdepodobnejšiemu stavu – usporiadanosti. Najpravdepodobnejší stav je taký, ktorý je energeticky najmenej náročný. Taký stav sústavy je najmenej usporiadaný (zložitý), teda najchaotickejší.

Príklad: nie je pravdepodobné, že by sa z rozhodných častí stavebnice (lega) postavil dom (zostavil obraz lega). Postaviť model domu z rozhodných častí stavebnice (lega) je, až na štatisticky prípustnú pravdepodobnosť, veľmi malá. Naopak, je potrebné dodať energiu pre stavanie modelu domu z častí stavebnice. Výsledná stavba je energeticky náročný stav, bez dodania energie (stavby) nepravdepodobného usporiadania. Má nízku entropiu.

Ako charakterizovať živé systémy? Sú vlastne v prírode (vesmíre) anomáliou. Každý živý systém, aj jednobuňkovec alebo vírus je zložitý systém. Na jeho vznik a udržanie zložitosti systému je potrebná energia (prijímanie slnečnej energie, prijímanie a spracúvanie potravy). Trvanie vysokej organizovanosti systému (**života**) je podmienené príjmom a tokom energie a informácie z vonkajšieho prostredia systémov. Je časovo obmedzené dobou funkčnosti štruktúr organizmov. Živé systémy (život) je stav systému energeticky náročný, nepravdepodobný s veľmi nízkou mierou neusporiadanosti (život zabezpečujúce orgány musia vykonávať svoje funkcie). Živé systémy majú nízku entropiu. Nepravdepodobnosť, vzácnosť vysoko usporiadaného systému (života) dokazuje aj to, že v súčasnosti nie je potvrdená existencia života mimo Zem (aj keď sa vo vesmíre nachádza). Zložitý (živý systém) smerujú svojou existenciou k stavu najvyššej pravdepodobnosti existencie (energeticky najmenej náročné) s vysokou mierou neusporiadanosti (vysokou entropiou), ke **smrti** (rozpadu zložitej štruktúry).

Ad. 4 Ekosystém

Autorom základného pojmu ekológie *ekosystému* a zároveň predmetu štúdia je sir Arthur George Tansley (1871-1955)⁴. Termín ekosystém bol použitý v diele „The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms z roku 1935. Na str. 299 uvádza „*These ecosystems as we may call them, are the most various kinds of sizes. The form one category of the multitudinous physical systems of the universe, which range from the universe as a whole down to the atom*“.

Definície:

1. Ekosystém je systém, v ktorom sú vo vzájomných vzťahoch spoločenstvá organizmov spolu s komplexom všetkých fyzikálnych a chemických faktorov, ktoré vytvárajú prostredie týchto organizmov (Tansley, 1935)
2. Ekosystém je základnou funkčnou jednotkou prírody (Odam, 1977)
3. Ekosystém je tvorený biocenózou a je prostredím (Gábriš, 1998)

⁴ A.G.Tansley vyštudoval Trinity College Cambridge. Pôsobil tu aj ako asistent profesora F.W. Olivera do r. 1906. V roku 1901 založil časopis New Phytologist, botanický časopis, ktorý redigoval 30 rokov. Bol zakladateľom britskej rastlinnej ekológie. Roku 1913 založil British Ecological Society a editoval jeho časopis Journal of Ecology. Jeho klasické dielo je British Islands and their Vegetation z r. 1939.

- Ekosystém je otvorený systém, s interakciou s prostredím (energia, látky , informácie).
- Ekosystém má svoju štruktúru a funkčné prvky
- Vymedzenie hraníc ekosystému je zložité (pomocou vegetácie, reliéfu, pôdných pomerov, vodných plôch).
- Ekosystém je napr. les, rašelinisko, lúka, mláka na poľnej ceste, rybník, akvárium. Najväčší ekosystém je biosféra Zeme.
- Rôzne metódy výskumu ekosystémov (pozorovanie, modelovanie) podľa výskumu abiotickej alebo biotickej zložky.
- Holistický, celostný prístup k výskumu ekosystému, ekosystémový výskum

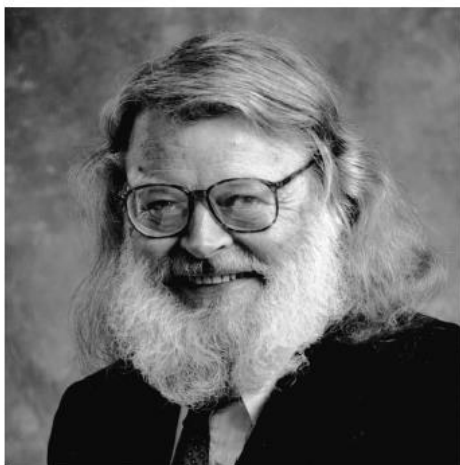
Významným bolo publikovanie štúdie Roberta V. O'Neill (2001) Is it time to bury the ecosystem concept? (*Ecology*, 82, 2001), obr. 2. Jeho úvaha o zrušení pojmu ekosystém vyvolala značnou odozvu, ktorá prispela k spresneniu obsahu pojmu ekosystém. O to zrejme išlo autorovi v prvom rade.

Ecology, 82(12), 2001, pp. 3275–3284
 © 2001 by the Ecological Society of America

IS IT TIME TO BURY THE ECOSYSTEM CONCEPT? (WITH FULL MILITARY HONORS, OF COURSE!)

ROBERT V. O'NEILL

Environmental Sciences Division, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee 37831-6036 USA



ROBERT V. O'NEILL, MacArthur Award Recipient, 1999

Abstract. The ecosystem concept has become a standard paradigm for studying ecological systems. Underlying the ecosystem concept is a “machine analogy” derived from Systems Analysis. This analogy is difficult to reconcile with our current understanding of ecological systems as metastable adaptive systems that may operate far from equilibrium. This paper discusses some logical and scientific problems associated with the ecosystem concept, and suggests a number of modifications in the paradigm to address these problems.

Obr. 2 Časť titulnej stránky časopisu *Ecology* 82(12) z roku 2001 s úvahou R.V. O'Neill o problematike ekosystému.

Přednáška č. 3 (autekologie)

1. Prostredie ako nositeľ ekologických faktorov (EF)
2. Klasifikácia EF
3. Ekologická valencia a tolerancia
4. Ekologické názvoslovie podľa prostredia
5. Ekologické zákony (tolerancie, minima, substitúcie)
6. Biologická indikácia prostredia

Ad. 1 Prostredie ako nositeľ ekologických faktorov (EF)

Každý živý organizmus obýva určité prostredie, jeho životné prostredie (habitat), ktoré mu umožňuje vykonávať všetky životné funkcie a prežitie (poskytuje zdroje potravy, možnosti reprodukcie, úkryty, vyhľadávanie opačného pohlavia). Uspokojovanie životných potrieb je výhodné s čo najmenším vynaložením energie, času a rizika ohrozenia. Je to zároveň aj kritérium miery vhodnosti vlastností prostredia, čo sa prejaví aj na početnosť stave populácie. Živé organizmy žijú v dvoch základných typoch prostredia, ktoré môže byť zjednodušene dvojrozmerné alebo trojrozmerné, napr. vodné prostredie, pôda. Neuvažujeme faktor času. Ustálené je členenie prostredia na:

suchozemské (terestrické)- povrch pôdy, v pôdnom substráte, v korunách stromov
kvapalnú (vodnú, akvatickú)- sladkovodnú (limnickú), morskú (marinnú).

Každý typ prírodného prostredia, ktoré je organizmami ovplyvňované a menené na ich životné prostredie pôsobí na nich charakteristickými vplyvmi. Sú to abiotické faktory prostredia (horninový substrát, pôda, vlhkosť, rýchlosť tečúcej vody, fyzikálno-chemické vlastnosti vody, atmosféricky tlak, teplota, zloženie pôdneho vzduchu, nadmorská výška, dažďové zrážky atď.) a biotické faktory (vzájomné ovplyvňovanie medzi organizmami, trofické vzťahy, kooperácia, parazitizmus, miera sociability).

Tieto vplyvy abiotické a biotické povahy pôsobiaci na organizmy označujeme ako ekologické faktory (EF). V biologické štatistike sa označujú environmentálne premenné. Podľa svojej povahy pôsobia EF na organizmy:

priamo, rôznou intenzitou, behom celého ontogenetického života aj v priebehu evolúcie
nepriamo, napr. nedostatok hlavnej potravy v zimnom období.

Význam EF môžeme zhrnúť do 4 základných skupín:

1. EF určujú vlastnosti prostredia a tým vytvárajú podmienky k osídleniu určitého územia,
2. EF ovplyvňujú geografické rozšírenie (areál jednotlivých druhov), migráciu za potravou), adaptačné procesy, speciáciu atď.
3. EF majú vplyv na rozmnožovanie, dobu rozmnožovania, mortalitu a natalitu populácie, produkciu biomasy, pomer pohlavia, zdravotný a psychický stav
4. EF vyvolávajú druhovo špecifické prispôsobenia životným podmienkam (adaptácie), vyvolávajú stavy anabiózy, hibernácie, aestivácie, ovplyvňujú vývojové štádiá.

Príklad:

Relikty- rastliny, ktoré sa zachovali z minulých dôb, keď boli na našom území veľmi odlišné klimatické podmienky, a tým aj rastlinstvo.

Endemity - rastliny, ktoré sa vyskytujú len v určitej oblasti a nikde inde na Zemi.

1. Tatry

Relikty treťohôr (glaciálne relikty -- z doby ľadovej) sú napríklad [prvosienka pomúčená](#) (*Primula farinosa*), [stračonôžka tatranská](#) (*Delphinium oxysepallum*), [dryádka osemľupienková](#) (*Dryas octopetala*), [medvedík alpský](#) (*Arctous alpina*), [iskerník zakoreňujúci](#) (*Ranunculus reptans*)

Medzi najvzácnejšie **endemity** patrí [kamzík vrchovský](#) tatranský (*Rupicapra rupicapra tatrica*), ktorého stav sa zredukoval na asi 400 kusov a je pred vyhynutím. Menšia skupina tohto druhu bola vysadená aj v Nízkych Tatrách. V Tatrách sa vyskytuje aj [svišť vrchovský](#) tatranský (*Marmota marmota latirostris*) a [hraboš snežný](#) tatranský (*Microtus nivalis mirhanreini*). Medzi **endemity** flóry patria: [prvosienka dlhokvetá](#) širokolistá/plocholístá (*Primula halleri* subsp. *platyphyla*), [ostropysk poľný](#) tatranský (*Oxytropis camoperstris* ssp. *tatrae*), [iskerník vysokotatranský](#) (*Ranunculus altitatreensis*), [očianka bezost'ová](#) (*Euphrasia exaristata*). západokarpatské endemity: [lomikameň trváci](#) (*Saxifraga wahlenbergii*), [stračonôžka tatranská](#) (*Delphinium oxysepallum*), [klinček lesklý](#) (*Dianthus nitidus*), [mak tatranský](#) (*Papaver tatricum*).

2. Slovensko

Treťohorné relikty: brečtan popínavý (*Hedera helix*), listnatec čipkový (*Ruscus hypophyllum*), lykovec muránsky (*Daphne arbuscula*), lomikameň trváci (*Saxifraga wahlenbergii*), stračia nôžka tatranská (*Delphinium oxysepallum*), klinček lesklý (*Dianthus nitidus*), ometlina smutná (*Koeleria tristis*) a iné.

Glaciálne relikty z pleistocénu : iskerník ľadovcový (*Ranunculus glacialis*), vřba bylinná (*Salix herbacea*), vřba sieťkovaná (*Salix reticulata*), rojovník močiarny (*Ledum palustre*), prvosenka holá (*Primula auricula*), horec Clusiov (*Gentiana clusii*), astra alpská (*Aster alpinus*), poniklec slovenský (*Pulsatilla slavica*), ostrica biela (*Carex alba*), marinka farbiarska (*Asperula tinctoria*), lykovec voňavý (*Daphne cneorum*) a iné.

Postglaciálne relikty : ľadenec barinný (*Lotus uliginosus*), mokrina uzlokvetá (*Helosciadium repens*), hrdobradka páchnuca (*Teucrium scorodonia*), ľan chlpatý (*Linum hirsutum*), hlaváčik jarný (*Adonis vernalis*), poniklec otvorený (*Pulsatilla patens*), iskerník ilýrsky (*Ranunculus ilyricus*), všivec chochlatý (*Pedicularis comosa*), ranostaj ľúby (*Coronilla eremus*), bezobalka sivá (*Trinia glauca*), ceterak lekárske (*Ceterach officinarum*), škumpa vlasatá (*Cotinus coggygria*), sleziník severný (*Asplenium septentrionale*), žltohlav európsky (*Trollius europaeus*), plavúň sploštený (*Diphasium complanatum*), pľuzgierik horský (*Cystopteris montana*), plavúnka brvitá (*Selaginella selaginoides*), plavúň alpský (*Diphasium alpinum*), dryádka osemľúpková (*Dryas octopetala*), horec snežný (*Gentiana nivalis*), lomikameň vřdzelený (*Saxifraga aizoides*).

Západokarpatské endemity : lykovec muránsky (*Daphne arbuscula*), poniklec slovenský (*Pulsatilla slavica*), klinček lesklý (*Dianthus nitidus*), lomikameň trváci (*Saxifraga wahlenbergii*), stračia nôžka tatranská (*Delphinium oxysepallum*), ometlina smutná (*Koeleria tristis*), horčičník Wahlenbergov (*Erysimum wahlenbergii*), rožec alpský babiagorský (*Cerastium alpinum babiagorense*), králik Zawadzkeho pravý (*Chrysanthemum zawadzki zawadzki*), soldanelka karpatská (*Soldanella carpatica*), lyžičník tatranský (*Cochlearia tatrae*), ostrevka tatranská (*Sesleria tatrae*), klinček Lumnitzerov (*Dianthus lumnitzeri*), zvonček karpatský (*Campanula carpatica*), klinček vřasný (*Dianthus hungaricus*), mak tatranský (*Papaver tatricum*) a iné.

Východokarpatské endemity : iskerník karpatský (*Ranunculus carpaticus*), prilbica drsnoplodná (*Aconitum lasiocarpum*), scila dvojlistá východná (*Scilla bifolia subtriphylla*), fialka dácka (*Viola dacica*), mliečnik Sojákov (*Euphorbia sojakii*), bleduľa jarná (*Leucojum vernum carpaticum*) a iné.

Panónske a karpatsko-panónske endemity : rumenica turnianska (*Onosma tornensis*), klinček neskorý (*Dianthus serotinus*), poniklec uhorský (*Pulsatilla hungarica*), rozchodník Hillebrandtov (*Sedum hillebrandtii*), chren veľkoplodý (*Armoracia macrocarpa*), zvonček moravský (*Campanula moravica*), bodliak kopcový (*Carduus collinus*), kostrava Dominova (*Festuca dominii*), jesienka piesočnatá (*Colchicum arenarium*), astra sivá (*Aster canus*) a iné.

Ad. 2 Klasifikácia EF

Vplyv prostredia pôsobí na organizmy v ich prirodzenom prostredí komplexne, vo vzájomnej interakcii (synergicky). Vplyv jednotlivých faktorov prostredia na rastliny a živočíchy je možné študovať oddelene len v experimentálnych (laboratorných)

podmienkach. Preto je obiažne zostaviť univerzálnu a vyčerpávajúcu klasifikáciu EF. Z praktického hľadiska sa ustálilo triedenie EF podľa týchto kritérií:

- podľa **pôvodu** (nositeľom EF sú abiotická alebo biotická zložka ekosystémov)
 - *abiotické EF* – majú fyzikálne-chemickú povahu, napr. teplota, vlhkosť, expozícia, nadm. výška, UV žiarenie, svetlo, tlak vody, rýchlosť pohybu vody, obsah kyslíka vo vode
fyzikálne-chemické vlastnosti vodného prostredia
vlastnosti pôdneho prostredia (edafické)
klimatické vlastnosti
 - *biotické EF* – agregácia, symbióza, alelopatie, parazitizmus, potrava, vzťahy v sociálnej skupine
skupina vnútroduhových vzťahov (intrašpecifické vzťahy)
medzidruhové vzťahy (intešpecifické vzťahy)
potravné vzťahy
 - *antropogénne*, ich nositeľom je človek, civilizácia
- podľa **časovej charakteristiky** pôsobenia EF (pôsobia periodicky ale nepredvídateľne často s vysokou intenzitou)
 - *primárne periodické EF* – pôsobia periodicky, sú vyvolané pohyby planéty Zem (rotácia, precesia zemskej osi), slapové sily Mesiaca, aktivita Slnka. EF pôsobia od vyformovania Zeme ako planéty, ovplyvňujú fylogénu organizmov, vyvolávajú adaptačné prispôsobenie. Určujú prežívanie organizmov.
biologické rytmy
špeciácia (formovanie nových druhov)
 - *sekundárne periodické EF* – sú odvodené alebo vyvolané primárne periodickými EF. Často dochádza ku kombinácii vplyvu dvoch alebo viacerých EF, napr. teplota a vzdušná vlhkosť v tropických oblastiach, zmena klimatických hodnôt v priebehu svetelnej a tmavej časti dňa a vplyv na rozmnožovanie. Závislosť dĺžky vegetačného obdobia na teplote a svetle, čo ovplyvňuje potravný reťazec bylinožravcov a ďalej dobu ich rozmnožovania. Určujú populačné charakteristiky organizmov (počet jedincov v populácii, hustotu populácie, zdravotný stav (fitness))
 - *neperiodické EF* – pôsobia náhle, nepredvídateľne a nepravidelne. Často vysokou intenzitou ako prírodné katastrofy (tornáda, zemetrasenia, sopečné erupcie, požiare, lavíny). Patria sem aj faktory, ktoré vznikajú činnosťou človeka (orba, aplikácia pesticídov, lesná ťažba, dôsledky stavebnej činnosti, jadrové pokusy, jadrové výbuchy). Neperiodické EF silnej intenzity a veľkého rozsahu môžu spôsobiť zánik častí populácií alebo ekosystémov. Pre neperiodickosť, často veľkú intenzitu nie je možná adaptácia na ich pôsobenie.

Klasifikácia EF podľa vplyvu na ontogenetický a fylogenetický vývoj u živočíchov:

- morfolplastické EF (hustota vody, fyzikálne vlastnosti pôdy, snehová pokrývka), faktory pôsobia v priebehu evolučného vývoja na formovanie tvaru tela, tvaru a veľkosti končatín (kamzík, sob), ústneho ústroja, redukciu zraku, ochranný tvar tela (pakobylky)
- fyzioplasticé EF (zloženie potravy, nedostatok voľnej vody, nízke teploty), pôsobenie EF viedlo k zmenám fyziologických procesov v organizme ako výsledok adaptačných procesov, napr. metabolizmus tukov u púštnych a hibernujúcich živočíchov, tvorba vnútorných (tukových) energetických zásob, prechod na náhradnú potravu (trávenie celulózy), encystácia)

- etoplastické EF (sociabilita, výchova napodobovaním, vplyv človeka), etoplastické EF pôsobia na vývoj a zmeny chovania rastlín a živočíchov v rámci populácie aj medzi populáciami (jedincami rôznych druhov). Etoplastické EF súvisia s rozmnožovaním, výchovou mláďat, životom v sociálnych skupinách, vyhľadávaním potravy. Etologické zmeny sa formujú najrýchlejšie, behom ontogenetického života.

Ad. 3 Ekologická valencia a tolerancia

Pri výskumoch vplyvu EF na biotu boli študované účinky minimálnych koncentrácií (intenzity) pôsobenia EF, ale aj ich maximálne hodnoty. Niet pochyb, že pre život organizmov majú význam *minimálne aj maximálne hodnoty* pôsobenia EF. Tuto závislosť formuloval V.E. Shelford (1877-1968) ako ekologický zákon tolerancie. Dôležité je uvedomiť si, že EF nepôsobia v prírodných ekosystémoch izolovane, ale komplexne, súčasne, synergicky. Podstatným princípom je, že účinok súčasne (synergicky) pôsobiacich EF sa kumuluje, výsledný efekt nie je súhrnom hodnôt jednotlivých EF.

Zákon tolerancie- Každý organizmus toleruje (akceptuje) pôsobenie určitého(tých)EF len v určitom rozpätí. Najlepšie sa mu darí pri pôsobení EF v optimálnych hodnotách alebo intenzite pôsobenia.

Ekologická tolerancia je schopnosť organizmu akceptovať (znášať) určité rozpätie pôsobenia EF. Tolerancia je závislá na zdravotnom stave, pohlaví, veku, miere sociability, adaptability atď. Ekologická valencia (ekologická amplitúda druhu) je vyjadrenie, realizácia, hodnoty tolerancie. Je to vzdialenosť medzi minimom a maximom pôsobenia EF. Graficky vyjadrujeme ekologickú valenciu Gaussovou krivkou (podľa J.F. Gauss, nemecký matematik 18. storočia, obr. 3). Na Gaussovej krivke vymedzujeme:

- pásmo pesima- EF pôsobia v medzných minimálnych a maximálnych hodnotách (účinok EF vyvoláva stres, zastavuje sa reprodukcia, neskorší rast, dochádza k poškodeniu organizmov, dostavuje sa letálny účinok - smrť)
- pásmo optima- pôsobenia EF (EF pôsobia v optimálnych hodnotách, organizmy rastú a množia sa).

Medzné, limitujúce EF

Pre prežitie organizmov majú najväčší význam medzné hodnoty pôsobenia EF, tzv. limitujúce EF. Pre prežívanie majú zásadný význam tie EF, ktoré najviac kolíšu, napr. rozpustený O₂ vo vode, teplota, vodné zrážky v púštnych oblastiach, množstvo a nutričná hodnota potravy, životný priestor (domovský okrsk, teritórium). Znalosť limitujúcich EF je dôležitá pri chovoch hospodárskych zvierat, biologickom tlmení tzv. škodcov, v akvaristike, medicíne. Znalosť EF je potrebná pre určenie ekologickej únosnosti krajiny a ekosystémov. Podľa ekologickej valencie triedime organizmy do niektorej skupiny v systéme ekologickej valencie:

- euryvalentné – organizmy so širokou ekologickou valenciou k danému EF
- stenovalentné – organizmy s úzkou ekologickou valenciou.

Podľa polohy optima ekologickej valencie triedime organizmy na:

- oligo... optimum je v pásme nízkych hodnôt EF
- meso... optimum v pásme stredných hodnôt EF
- poly... optimum v pásme vyšších hodnôt EF

Ekologická valencia sa vyjadruje zloženinou oligo (meso, poly)+eury(steno)+valentné, resp. základ slova sa nahrádza názvom konkrétneho ekologického faktora.

Ad. 4 Ekologické názvoslovie podľa prostredia

Organizmy môžeme klasifikovať podľa ich ekologické valencie. Názvoslovie je odvodené od (i) polohy optima ekologickej valencie (ii) predpony označujúcej typ ekologickej valencie a (iii) názvu ekologického faktora. Ekologická valencia k:

- | | |
|-------------------------|----------------------|
| - teplota | steno(eury)termný |
| - obsahu solí v pôde | steno(eury)halinný |
| - kyslíku | steno(eury)xybiontný |
| - potrave | steno(eury)fágny |
| - stanovišti (habitátu) | steno(eury)topný |
| - tlaku | steno(eury)barný. |

Ad. 5 Ekologické zákony (minima, substitúcie)

Ekologické zákony zovšeobecňujú poznatky ekológie a iných vedných odborov aplikované na ekologické vzťahy. Ekologické zákony majú vysoký stupeň zovšeobecnenia (nie silu axiómy, princípu), majú výnimky. Otázkou je prečo? Možno aj preto, že rieši veľmi zložité a aj málo poznané vzťahy. Musíme si priznať, že ekosystém je pre nás, až na výnimky, čierna skrinka „black box“, kde môžeme hodnotiť časť vstupných a výstupných veličín (pozri systémová ekológia).

- **Zákon minima** (Liebigov zákon, 1840)

Pri štúdiu výživy rastlín nemeckým fyziológom Justusom von Liebigom bola skúmaná závislosť rastu rastlín na množstve a zložení roztokov s minerálnou výživou. Bola potvrdená závislosť rýchlosti rastu rastlín, produkciu biomasy na tom minerálnom biogénom prvku (sú to ekologické faktory), ktorého je nedostatok. Zovšeobecnené - pre existenciu a vývoj organizmov je dôležitý ten EF, ktorý pôsobí najmenšou intenzitou, ktorého je nedostatok, ktorý je v minime.

Definícia: *vývoj, rast alebo rozmnožovanie je limitované tým EF, ktorého je nedostatok, ktorý je v minime.*

Príklad: limitujúcim faktorom pre rast primárnych producentov, čo je produkcia biomasy (sušina = C106H263O110N16P1) je podľa stechiometrického vyjadrenia fosfor (P). Z 1g P vzniká 114 g sušiny čo je pri vodu 90% vody = 1 kg organickej hmoty. fosfor je limitujúci prvok (EF) rastu rastlín. Fosfor je prirodzene vzácny prvok, jeho primárnym zdrojom sú morské organogénne sedimenty. Vplyvom nedokonalého čistenia odpadných vôd (pracie prášky, saponáty, odmasťovače) sa do vodného prostredia dostáva zvýšené množstvo fosforu. To spôsobuje eutrofizáciu, nadmerný rozvoj siníc, rias a makrofytov. Sú to napr. *Microcystis* sp., *Anabena* sp., *Aphazinomenon flos-aque* (vodný kvet). Eutrofizácia urýchľuje zarastanie (zazemňovanie) vodných nádrží, znehodnocuje zdroje pitnej vody, znižuje obsah kyslíka vo vode, sinie produkujú fytotoxíny, ktoré spôsobujú pri kúpaní alergické vyrážky atď.

- **Zákon substitúcie** (Lundegardov zákon, 1925)

Definícia: *nedostatok určitého EF je možné dočasne (čiastočne) nahradiť (substituovať) iným (inými) EF.*

Príklad: Intenzitu fotosyntézy pri znížených dávkach svetla je možné po určitú dobu udržať zvýšenou koncentráciou CO₂.

Ad. 6 Biologická indikácia prostredia

Monitoring (monitorování) je obecně definovaný jako „*soustavné pozorování parametrů, vztahujících se k určitému problému, uspořádané tak, aby poskytlo informaci o charakteristikách problému a jejich změnách v čase*“ (Spellerberg, 1995). Z množství definicí **monitoringu** koncepčně snad nejvíce splňuje představy ekologů a environmentalistů Hellawell (1991), který odpovídá na otázku: „Proč monitorovat?“ Monitoring:

- podmiňuje efektivnost ochranné politiky a legislativy
- má regulační nebo hodnotící funkce
- detekuje vznikající změny („včasné varování“).

Hellawell (1991) definuje tři úrovně „monitorovacích“ aktivit, které komentuje a doplňuje Lisický (1999):

1. „*Survey*“ - jednorázový nebo náhodně opakovaný sběr dat, bez stanovení pracovní hypotézy. Data umožňují stanovit „nulový“, východiskový stav, tzv. *baseline* (může to být i první etapa monitoringu).
2. „*Surveillance*“ - opakovaný a vyhodnocovaný sběr dat bez počáteční hypotézy, získává se časová datová řada.
3. „*Monitoring*“ - (definice viz výše), součástí monitoringu je vytipování sledovaných parametrů (Lisický (1999) doporučuje 2-3 parametry) a signál detekující změny. Hodnocení výsledků je nesnadnou, ale nezbytnou součástí projektu monitoringu.

Racionalitou v monitoringu poukazuje Hellawell (1991) na častou nekonceptnost, účelovost a nedostatečnou přípravu aktivit vydávaných za monitoring. Vyplyvá to ze vrůstající potřeby signifikantních informací získaných monitoringem pro realizaci mezinárodních úmluv a budování soustav chráněných území (Úmluva o biologické diverzitě, Ramsarská konvence, NATURA 2000, EMERALD/SMARAGD atd.).

Biologický monitoring (monitoring organismů) je podle Cairnse (1979 in Spellerberg, 1995) „... *pravidelné, soustavné využívání organismů k určení kvality prostředí*“. Monitorovanými *biologickými proměnnými* mohou být např. produkce biomasy, druhová diverzita, absence nebo výskyt „indikátorových druhů“ nebo věková struktura populace (Spellerberg, 1995; Chovanec, 1994a). Nenahraditelný je biologický monitoring pro sledování účinků monitorovaných faktorů (proměnných) prostředí na organismy, jejich populace či cenózy. Podle zvolené metody biologického monitoringu oceňujeme rychlost, možnost monitorování na rozlohou velkém území i relativně malou finanční náročnost. Častou výhodou je možnost sledování změn a jejich vyhodnocování přímo v terénu.

Ekologický monitoring (monitoring prostředí) sleduje *proměnné prostředí* na úrovni jedince až ekosystému. Mohou být časově dlouhodobé, např. sukcesní procesy, nebo to jsou procesy vyvolané katastrofickými událostmi (požáry, povodně, „ekologické“ havárie a pod.). Bioindikátoři reagují na stresové faktory na úrovni jedince (druhu) po dobu (a zpravidla i po době) působení zátěžového faktoru (např. znečišťující látky, klimatické změny, antropogenní činnost). Holub (1996) dělí bioindikátory na **akumulační** a **reakční**.

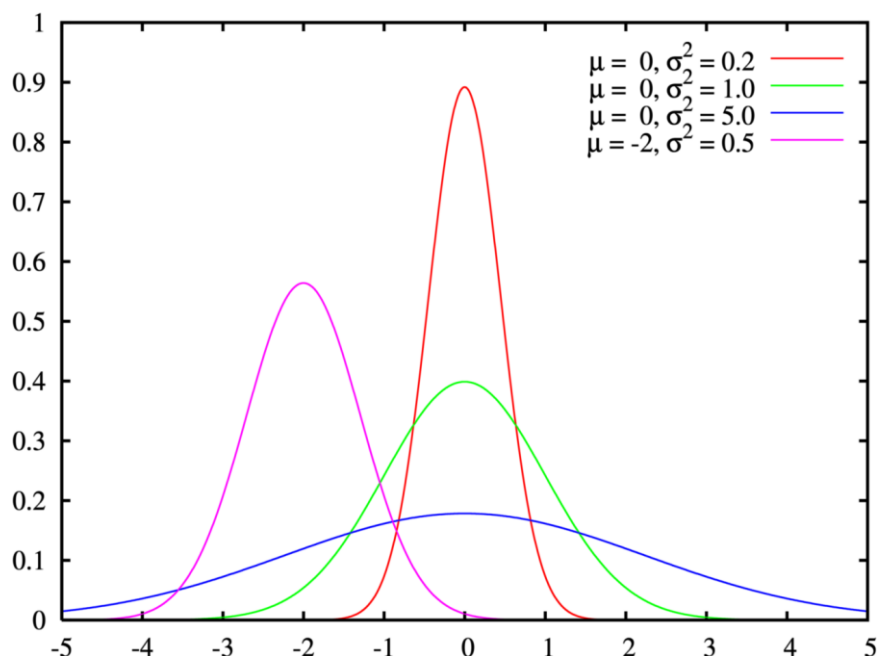
U **akumulačních** bioindikátorů se využívá schopnost akumulace cizorodých látek z prostředí. Skupinu **reakčních** bioindikátorů tvoří stenovalentní druhy reagující na stresové faktory prostředí změnou biologických parametrů, např. změny kvantitativních a kvalitativních charakteristik populace, změny strukturních znaků společenstva, např. změny druhového složení. Spellerberg (1995) uvádí všeobecnou klasifikaci bioindikátorů a zobecňuje kriteria, které by měly splňovat (stenovalentní resp. stenoeckní druhy), málo

pohyblivé nebo sesilní, relativně hojné, odběr vzorků (monitoring bioindikátorů) má být metodicky jednoduchý a pod..

V 50. a 60. letech česko-slovenská saprobiologická škola (Sládeček et al., 1981) navrhla a rozpracovala systém standardizované metody biologického monitoringu kontroly stavu jakosti povrchových vod na základě biologické spotřeby kyslíku (BSK_5). Saprobni systémy (*sapros-hnilobný*, nauka o životě v hnilobných vodách) využívají různou míru vazby taxonomických skupin hydrobiontů na stupeň rozkladných (oxidačních) procesů vodního prostředí (STN 83 0532-4). Saprobistou se zpravidla označuje intenzita rozkladu organických látek (Spellerberg, 1995) nebo biologický stav vodního prostředí, vyvolaný znečištěním vody biochemickými rozložitelnými znečišťujícími látkami (Lellák & Kubíček, 1991). Vývoj metod stanovení a vyhodnocení saprobity pokračuje v kontinentální Evropě. Vzorem zpracování akvatických organismů pro účely stanovení saprobity je Fauna Aquatica Austriaca (Moog (ed.), 1995). U vybraných skupin vodních organismů, např. *Mollusca*, *Hirudinea*, *Crustacea*, ***Odonata***, *Heteroptera*, *Coleoptera* jsou zpracované individuální indikační hodnoty druhů (I_i).



Carl Friedrich Gauss
(1777-1855)



Obr. 3 C.F. Gauss a jeho krivky, unimodální odezva, statistické rozložení proměnné

Přednáška č. 4 (autekologie)

1. Ekologická nika (EN) definícia, mnohorozmerná EN
2. Základná a realizovaná EN, šírka a prekrývanie EN
3. Vzťahy k procesom kompetícia, speciácia, ekotyp, ekologický ekvivalent
4. Význam EN pre dynamickú stabilitu ekosystémov

Ad. 1 Ekologická nika (EN) definícia

Název „nika“ (nich, niche) je pôvodne termín, používaný v architektúre, v starovekých budovách označoval výklenok v stene, do ktorej starí Gréci stavali sošku bohyne Niké. Ekologická nika je abstrakcia, ktorá má viacero významov. V súčasnosti sa obsah pojmu definuje (i) funkciu jedinca v ekosystéme, (ii) nároky jedinca na prostredie a (iii) ponuka zdrojov prostredia.

Odum (1977) definuje EN ako „pozíciu alebo spoločenské postavenie organizmu v ekosystéme, ako výsledok štrukturálnych adaptácií, fyziologických reakcií a odpovedí a zdedeného alebo naučeného chovania“. Iný autor (Clarke, 1954) hovorí, že „nika zdôrazňuje funkciu druhu v spoločenstve reálnejšie, než jeho ekotop (miesto) na stanovišti.

- **Funkcia jedinca** v ekosystéme, pozícia, funkčné postavenie druhu v ekosystéme (cenóze). Funkcia, funkčné postavenie (predátor, primárny producent, dekompozitor) jedinca je špecifická, jedinečná. Funkcionálnu koncepciu EN rozpracoval Elton (1927). Autor rozpracoval postavenie organizmu v spoločenstve, jeho vzťah k prostrediu. Pozornosť bola venovaná vzťahu k potravným zdrojom a kompetícii o zdroje. Eltonova koncepcia bola rozpracovaná napr. Gaussom, Volterrou v úvahách o konkurenčných vzťahoch.
- **Nároky organizmu na kprostredie** a jeho pozícia v environmentálnych gradientoch
- **Ponuka zdrojov stanovišťa** je konkretizovaná do diverzity stanovišťa (biotopu) a potravných zdrojov ako:
 - a) priestorová (stanovištná) nika
u niektorých autorov bola EN stotožnená práve so špecifickými nárokmi organizmu na vlastnosti (podmienky) miesta, v ktorom druh žije.
 - b) trofická (potravná) nika
v úvahu sa berú potravné nároky a príslušnosť k trofické úrovni daného organizmu. Potravná nika sa chápe ako súbor všetkých trofických nárokov daného organizmu.

Pokiaľ hodnotíme **jeden** ekologický faktor stanovišťa (EF), ktorý je zároveň aj ekologickou nikou (EN), napr. teplotu, vlhkosť, pH, expozíciu, potravné zdroje, možnosti pre hniezdenie..., vyhodnocujeme jednu stránku (vlastnosť, dimenziu) ekologickej niky. Je to tzv. jednorozmerná EN. V rámci jedného stanovišťa sa uplatňujú (pôsobia) viaceré faktory prostredia (synergicky). Preto hovoríme o viacrozmernej (nadpriestorové, multidimenzionálnej) ekologickej nike.

Pretože opis úplnej (komplexnej) ekologickej niky druhu by musel obsahovať nekonečne dlhý rad biologických charakteristík a fyzikálnych parametrov je pojem ekologická nika užitočná a kvantitatívne najlepšie použiteľná tam, kde sa jedná o *rozdiely* medzi druhmi (alebo o jeden druh na dvoch alebo viacerých stanovištiach), pokiaľ ide o jeden alebo niekoľko hlavných javov (procesov).

Ad. 2 Základná, realizovaná EN, neobsadená EN, šírka a prekrývanie EN

U každého organizmu je možné vo vzťahu k jeho životnému prostrediu (nároky druhu) rozlišovať:

- základnú (fundamentálnu) EN druhu
ide o teoretický súbor všetkých (optimálnych) nárokov (potrieb, požiadaviek) druhu na prostredie
 - realizovanú EN
je súbor tých potrieb (požiadaviek), ktoré daný druh môže reálne využívať na jeho stanovišti v danom čase.
 - šírka EN je vlastnosťou prostredia alebo daného organizmu
šírka EN vyjadruje kvantitu, (implicitne) aj kvalitu:
 - bud' vlastností prostredia (stanovištná nika),
 - nárokov druhu na zdroje prostredia
 - rozmanitosť funkčného postavenia druhu v ekosystéme
 - prekrývanie (komplementarita) identických (totožných) EN vyjadruje využívanie totožnej(ných) EN dvoma (viacerými) druhmi. Ekologické niky dvoma alebo viacerých druhov sa môžu v rôznom rozsahu prekrývať. Prekrývanie EN (ich využívanie) dvoma alebo viacerými druhmi nutne vyvolá kompetíciu o „spoločné“ zdroje. Pokiaľ druhy dlhodobo osídľujú spoločné stanovište, miera prekrytia EN je malá. Dlhodobé využívanie EN vystupňuje kompetíciu do konkurencie o „spoločné“ zdroje. Dôsledkom môže byť napr.:
 - vytesnenie konkurenčne mene zdatného druhu zo spoločného priestoru
 - emigrácia mene zdatného druhu zo spoločného priestoru
 - adaptácia na nevyužívané zdroje prostredia alebo funkcie organizmu a pokračujúca koexistencia na spoločnom stanovišti
 - efektívnejšie využívanie časti gradientu (zdroja) prostredia. Znamená to, že druh využíva časť zdroja (nevyužíva zdroj v celej jeho šírke, napr. potravný špecialista). V tokovom prípade je spoločný výskyt dvoch (viacerých) druhov možný. Pokiaľ je 1. druh úspešnejší vo využívaní daného zdroja v celej šírke jeho gradientu), pak bude 2. druh (konkurenčne slabší) skoro eliminovaný (vytesnený z priestoru).
- a) prekrývanie EN o rovnakej šírke nutne vyvolá kompetíciu a následne konkurenciu. Pre oba (viacero) druhov je rovnako silná. Zníženie konkurenčného napätia sa dosahuje adaptačnými procesmi, ktoré umožňujú spoločnú existenciu v „krehkej“ dynamickej rovnováhe. Konkurencia vnútrodruhová je znížená napr. tým, že rôzne vývojové štádiá rovnakého druhu využívajú rôzne EN (trofické, priestorové). Napr. žubrienky žiab v rybníku sú bylinožravce (algofágne), dospelce sú mäsožravce. Potravná konkurencia d'atlovitých Dendrocopus sa znižuje tým, že samce a samica sa líšia dĺžkou zobáka a potravným chovaním. U viacero dravcov aj druhov hmyzu sa obe pohlavia líši veľkosťou a teda aj rozsahom svojich potravných nik (príklad sýkorky).
- b) prekrývanie EN o rôznej šírke je typické tým že konkurencia je nerovnako silná. Podľa Gaussovej teórie dva druhy s rovnakou nikou nemôžu na spoločnom stanovišti dlhodobo koexistovať. Čím sú druhy príbuznejšie, tým podobnejšie niky obsadzujú (využívajú). Ani dva druhy nemôžu trvalo existovať v jednej (totožnej) EN. V týchto prípadoch pri rozširovaní areálu, introdukcii 1 druh niku obsadí a 2 druh je z ní vytlačený. Druhy s väčšou ekologickou valenciou sú v konkurencii úspešnejšie.
- ekologické niky sa neprekrývajú
EN *ležia vedľa seba*, neprekrývajú sa. Priama konkurencia neexistuje, v budúcnosti je pravdepodobné, že sa EN prekryjú.
EN sú od seba vzdialené, konkurencia neexistuje a aj v budúcnosti je nepravdepodobná.

5. Ad. 3 Vzťahy k procesom kompetície, speciácie, ekotyp, ekologický ekvivalent

Nosná kapacita prostredia pre dve populácie nám umožňuje odvodiť, že mieru (silu) konkurencie určujú šírky nik koexistujúcich druhov. Mieru prekrývania nik vyjadrujú rôzne indexy, založené na ekologickej konštitúcii druhov, ich častosti výskytu podľa gradientu prostredia. Takto môžeme odvodiť, že malá medzidruhová konkurencia je v prípadoch, keď sa druhy líšia:

- v požiadavkách na zdroje energie (potrava)
- v sezónnom rytme (časovo oddialené odoberanie z rovnakých zdrojov)
- v priestorovom oddialení - izolovanosti, keď sa rovnaký zdroj čerpá v rôznych priestoroch (na rôznych stanovištiach).

E. Hutchinson (1958, 1965) zaviedol oddelený rozmer EN pre každú životnú podmienku a každý vyžadovaný zdroj. Výkyvy premenných prostredia (EF, environmentálny gradient, EN) ovplyvňujúce druhy môžu byť chápané ako súbor „n“ súradnicových koordinát. Pre každú z týchto súradníc existujú hodnoty, v ktorých druh (druhy) môžu prežívať a rozmnožovať sa. Súradnicový priestor medzi limitujúcimi hodnotami definuje n-dimenzionálny hyperobsah, kde každý bod podmienok prostredia pripúšťa neobmedzovanou existenciu druhu (druhových). Tento hyperobsah nazýva **fundamentálnou nikou** druhu. Definovaná nika je abstraktná formalizácia. Zmenšený hyperobsah, v ktorom druh skutočne existuje sa nazýva **realizovaná nika**.

Hutchinson rozvíja svoje úvahy ďalej:

- aj keď formulácie naznačujú rovnakú mieru pravdepodobnosti prežívania druhov vo všetkých častiach hyperobsahu EN, bude obyčajne optimálna časť podmienok EN a suboptimálna časť EN blízko ich hraníc
- predpokladá sa lineárne radenie premenných prostredia, napriek tomu, že lineárne vyjadrenie odozvy faktora je obmedzené (je unimodálne).
- musí sa uvažovať aj čas, ako premenná. Nočné a denné druhy s rovnakou potravou (rovnaká potravná EN) budú zaujímať úplne odlišné EN.

Ad. 4 Význam EN pre dynamickú stabilitu ekosystémov

Existencia ekosystémov je závislá na produkcii, transformácii, prenose a spotrebe energie medzi biotickými a abiotickými zložkami ekosystémov. Čím viac druhov (funkčných štruktúr) v ekosystémoch existuje, tým viac štruktúr procesy v ekosystémoch zabezpečuje, tým je ekosystém stabilnejší a z hľadiska produkcie výkonnejší. Je to stabilita dynamická, v žiadnom prípade stabilita statická (trvalá, nehybná). Výkyvy od rovnovážneho stavu sú prirodzené a sú „motorom“ zmien a vývoja ekosystémov“. Stabilitu je účelné chápať skôr ako limit (hranicu) podľa ktorej môžeme merať (hodnotiť) veľkosť a dynamiku zmien ekosystému.

Komplementarita (prekrývanie) EN je jednou z „hybných síl“ (motorom) zmien v ekosystému.

Přednáška č. 5 (autekologie)

1. Typy interakce organismu a prostředí (reakce, deformace, smrt organismu, aklimatizace, adaptace. Adaptace a abaptace
2. Biologické rytmy (biologické hodiny) klasifikace podle periodicity, zdroje, doby aktivity, počtu fází aktivity. Popis aktogramu
3. Životní formy a životní strategie u rostlin a živočichů jako výsledek interakce s prostředím (efererní rostliny, neotenie)
4. Ekologické pravidla jako výsledek adaptačních procesů

Ad. 1 Typy interakcí organismu a prostředí

Živé organismy, ale i vyšší organizační úrovně (populace, společenstva) jsou neustále pod komplexním (synergickým) vlivem ekologických faktorů prostředí. Na druhé straně organismy prostředí ve kterém žijí (své životní prostředí) ovlivňují tzv. facilitace. Vzájemné ovlivňování vychází z principu živýchy organismů jako „otevřených systémů“.

I když adaptační procesy jsou asi nejznámějším typem interakce organismus x prostředí, nejsou jediné. Typy interakcí můžeme klasifikovat na :

1. **Reakce**, princip reflexního oblouku, je to okamžitá pohotovost organismu, závisí na vlastnostech nervové soustavy, má fyziologickou povahu
2. **Deformace**, je výsledkem působení ekologických faktorů(ů) hraničních hodnot nebo EF cyklicky se opakujících, déle trvající stres vyvolá poškození organismu (tkání, receptorů, fyziologických procesů, nervové soustavy, DNA atd.)
3. **Úhyn**, následkem působení EF hraničních hodnot po určitou dobu. Letální efekt se dostavuje jako výsledek synergického působení intenzity EF, fitness organismu, doby expozice
4. **Aklimatizace**, získané nové vlastnosti (hloubka dýchání, okysličování krve, vytrvalost, psychická odolnost, snížení nebo zvýšení intenzity metabolismu atd.). Aklimatizací jsou získávané nové vlastnosti organismu, které jsou dočasné, získávají se v novém prostředí. Nejsou geneticky fixované a po návratě do „normálních podmínek“ získané vlastnosti odezní
5. **Adaptace, je tedy jednou z možných odpovědí organismu na působení ekologických faktorů prostředí (biotických i abiotických).**

Adaptace – je dlouhodobý proces přizpůsobování se svému prostředí (fylogenezi). Mechanismy alopatrické a sympatrické speciace, konvergenčí a divergenčí se postupně získávají nové morfologické, fyziologické a etologické vlastnosti organismu. Jsou součástí genetické výbavy, přírodním výběrem jsou některé vlastnosti (nefunkční při změně životních podmínek) vylučované smrtí svých nositelů. Nové vlastnosti se v krátké době získávají i mutacemi a rekombinací genů.

Klasifikace adaptací

Adaptace se mohou klasifikovat do skupin podle *vlastností a charakteristik* organismu, které ovlivnily:

- a) morfologické (morfoplastické)- končetiny suchozemských savců se ve vodním prostředí mění na ploutve, hrabavé končetiny (krtek evropský, králík, některé larvy vodního hmyzu, klepeta u raků a krabů, tvar zobáků ptáků v závislosti na jejich potravě).

- b) fyziologické (fyzioplastické)- stavy letargie, hybernace, aestivace, termoregulace, metabolismus tuků, encystace
- c) etologické (etoplastické)- sociabilita, říje, skupinový lov, vyhledávání partnera a péče o potomstvo, společná obrana.

Uvedené třídění je pomocné, Výsledky adaptací se vzájemně kombinují. Adaptační procesy umožňují přežívání v měnícím se prostředí, pokud změny nepřekročí limity ekologické valence. Významným mechanismem (často přeceňovaný a politicky zneužívaný viz. sociální darwinismus) je Darwinova evoluční teorie přírodního výběru. V kombinacích se uplatňují mechanismy a procesy:

- a) jedinci v populaci nejsou shodní (velikost, hmotnost, pohlaví, zdravotní stav, stáří, vlastnosti trávicí, nervové soustavy atd)
- b) některé z individuálních vlastností se přenášejí na potomstvo
- c) různí jedinci téže populace zanechávají různé množství potomstva, jejich počet závisí na faktorech ovlivňujících natalitu, míře sociability, míře péče o potomstvo atd.

Podle Begona et. al. (1997) je významné si uvědomit, že adaptační procesy jsou opožděné za změnami prostředí, které působí jako spouštěč. Minulé stavy prostředí jsou filtr, který vylučuje nevhodné jedince na cestě do současnosti. Minulé stavy (**abaptace**) připravily organismy na více-méně úspěšné přežívání v reálných podmínkách, které jsou pokračováním stavu prostředí z minulosti. Pokud se podmínky náhle změní, organismy reagují únikem z ohroženého prostoru nebo vyhynou.

Organismy nejsou programované či navrhované na současnost nebo budoucnost, míra úspěšného přežívání v současnosti je výsledkem vlastního vývoje v minulosti.

Adaptace u rostlin a jejich společenstev (Slavíková, J., 1986: Ekologie rostlin. SPN, Praha, 366 s.)

- Vyvolané *působením periodickými EF*:
 - a) cirkadiánní (přibližně 24 hodinovými), fotosyntéza, intenzita transpirace, otevírání a zavírání květů, otáčení rostlin za Sluncem
 - b) lunární (přibližný lunární, 27 denní cyklus), změny vegetace v závislosti na přílivu a odlivu- mangrové porosty, pobřežní písčité duny
 - c) sezónní (fenologické) změny vegetace, vytváření životních forem, fenofáze.
Fenologický aspekt = vzhled společenstva v určité době (jarní, letní, podzimní)
- Vyvolané neperiodickými EF
 - d) náhlé, extrémní narušení až poškození (disturbance)
- Vyvolané komplexním působením vnějšího prostředí a životními pochodyrostlinných druhů tvořících společenstvo
 - e) cyklické změny- životní cykly rostlin (fáze růstu, zralosti, stárnutí, rozpadu)
 - f) cyklické změny klimatu (změny pokryvnosti ve společenstvu, změny produkce plodů a semen)
 - g) ekologická fluktuace- kolísání druhové skladby společenstva (fluktuace), dominanty společenstva jsou zachované
 - h) ekologická sukcese- vývoj vegetace určitého stanoviště v čase.

Při intenzivním působení *neperiodických EF* dochází u vegetace k jejímu narušení **disturbanci**.

Ad. 2 Biologické rytmy (biologické hodiny) klasifikace podle periodicity, zdroje, doby aktivity, počtu fází aktivity. Popis aktogramu.

Činnosti a způsob života je v souladu o obdobím příznivých podmínek Odezvou rostlin a živočichů na pravidelné střídání intenzity působení EF je cyličnost jejich životních projevů.. U rostlin střídání fenologických fází během vegetačního období.

Živočichové se v určitém období rozmnožují, přežívají ve stavu klidu (hibernace, estivace), migrují, pelichají nebo línají, vyhledávají potravu, odpočívají. Tyto biologické projevy se relativně pravidelně opakují, i když ne vždy přesně v kalendářním období. Označují se jako **biologické rytmy (BR)** nebo **biologické hodiny**.

Mechanismus, či podstata biologických rytmů je stále objektem výzkumů a není dostatečně objasněný. Je komplexem projevů činnosti ústřední nervové soustavy (UNS), hormonálního systému a fyziologických činností.

Fyziologický mechanismus řízení BR je v činnosti hormonálního pinálního orgánu (část mezimozku s vnitřní sekreční funkcí epifýza – nadvěsek mozkový). Pinální žláza produkuje hormon **melatonin**. Melatonin je chemicky N-acetyl 5-hydroxytryptamin, vzniká v organismu z kyseliny tryptofanu (Rajchrad, 1997). Prokázáno je řízení cirkadiálních BR. Hormon melatonin byl nalezen i u evertibrát a dokonce rostlin. Epifýza obsahuje fotoreceptory, aferentní nervy přináší informaci o světle z epifýzy do senzorických oblastí mozkového kmene. Světlo ovlivňuje syntézu melatoninu. Hormon melatonin způsobuje shlukování znek melaninu v buňkách melanoforech. To podmiňuje zesvětlení pokožky v noci, kdy je zvýšená jeho produkce.

Biologické rytmy vykazují výraznou sezónní periodicitu biologických a etologických projevů v závislosti na světle (zkracování nebo prodlužování světelné části dne), především v mírném a arktickém pásmu. Protože BR jsou primárně závislé na střídání světelné a tmavé části dne **fotoperioda**, je problematika zařazovaná do kapitoly „světlo“ jako ekologický faktor. Adaptace na světelné podmínky – fotoperiodismus. V tropickém podnebném pásmu se délka světelné a tmavé části dne nemění. Funkci světla jako spouštěče vyvolávající produkci hormonu melatoninu a tím i BR přebírá teplota a vlhkost (období dešťů – zima a období sucha – léta).

Klasifikace BR

Biologické rytmy mají ve fyziologické a etologické literatuře podle rozdílných kritérií různou klasifikaci:

- Podle faktoru (časovače), vyvolávající BR
 - endogenní (vnitřní) BR, jsou vrozené, probíhají nezávisle na vnějším prostředí, mláděta ještěrky *Lacerta agilis* chovaná v konstantních světelných podmínkách si zachovaly po narození rytmus denní a noční aktivity. Člověk při pobytu ve tmě prodlužuje dobu biorytmu na 25 hodin. Za 28 dní subjektivně prožil 23 dnů.
 - exogenní (vnější) BR, probíhají v závislosti na vnějších podmínkách (EF). Časovačem je fotoperioda. Šváb (*Blatta germanica*) v podmínkách trvalého světla zachoval rytmus noční aktivity jen krátkou dobu. Brzy se stal *arytmickým*. Zkracování fotoperiody (příchod zimy) vyvolává „chladovou aklimatizaci“ a zvášený příjem potravy i bez snížení teploty prostředí. Rozmnožování: dlouhá fotoperioda-

rozmnožování hraboši, zajíc, srnec, kuň, krátká fotoperioda- jelen, ovce, vlk, liška, norek americký.

- Periodicita
 - cirkadiánní (denní) BR, jsou přibližně 24 hodinové. Termín je z roku 1954 použitý Aschoffem, Halbergem. Časovačem je pravidelné střídání fotofáze (světelná část dne) a skiofáze (tmavá část dne – noc). pohybová aktivita, vyhledávání potravy, krmení mláďat, péče o srst nebo peří, odpočinek, spánek...
 - lunární (měsíční) BR, časovačem jsou primární i sekundární EF, ovulace vajíček u savců, tření tichomořských ryb, rozmnožování mnohoštětinavce palola zeleného *Eunice viridis*)
 - cirkannuální (roční) BR, výměna srsti – zimní srst hranostaje tvorba podkožního tuku u hřebenů, řije jelenů při zkracování fotoperiody, jarní srstí řije.
- Podle období *aktivity* v rámci 24 hod. periody
 - diurnální (denní) většina cirkadiánní BR, organismy jsou neaktivnější v 1. polovině dne
 - nokturnální (noční) BR, doba hlavní aktivity je v 1. polovině noci nebo před rozedněním, např. larvy makrozoobentosu
 - krepuskulární (soumravné) hlavní aktivita je při stmívání nebo rozednívání (Chiroptera), hlasové projevy ptáků při rozednívání (ptačí hodiny kos – sýkora – pěnkava)
 - indiferentní (arytmické) střídání fotoperiody neovlivňuje BR
- Podle počtu fází aktivity během 24 hodin
 - monofázické s jednou hlavní fází aktivity a inaktivity (denní motýli, včely, ježek)
 - difázické se dvěma fázemi aktivity a inaktivity (myšivka, sysel, většina hmyzu, ptáci, opice, veverky)
 - polyfázické (piskoři až 19 fází aktivity při vyhledávání potravy, vodní obratlovci, plazi, hlodavci)

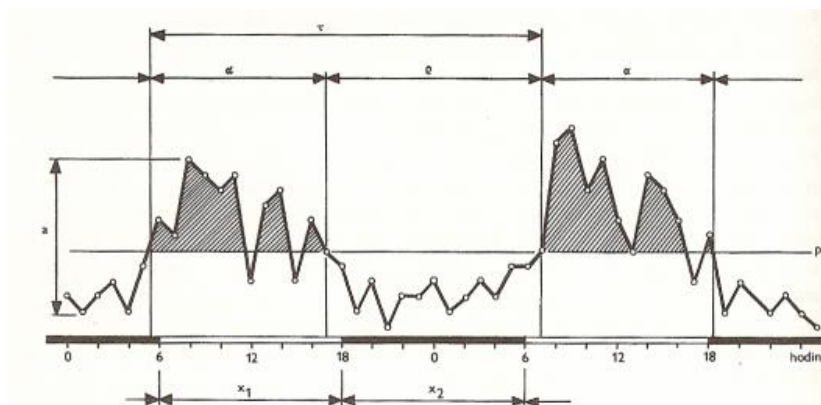
Grafické vyjádření cirkadiánního biorytmu - aktogram

Průběh BR vyjádřená aktogramem (obr. 4) je synchronizovaný s intenzitou světla v luxech, tzv. časovačem. Časovač musí mít prahovou hodnotu.

Cirkadiánní BR je možné charakterizovat:

- amplitudou (rozsahem)
- frekvencí (trváním periody)
- prahovou hodnotou
- průběhem (kmity nad časovačem - aktivita a pod časovačem - inaktivita)

Okamžitý stav fáze – fázový úhel, rozdíl fázového úhlu – fázový posun. Rozdíl fázového úhlu je vyjádřen jako rozdíl mezi průměrem trvání aktivity a průměrem trvání inaktivity ovlivňujícího časovače, nebo jako rozdíl mezi začátkem aktivity a nástupem působení časovače.



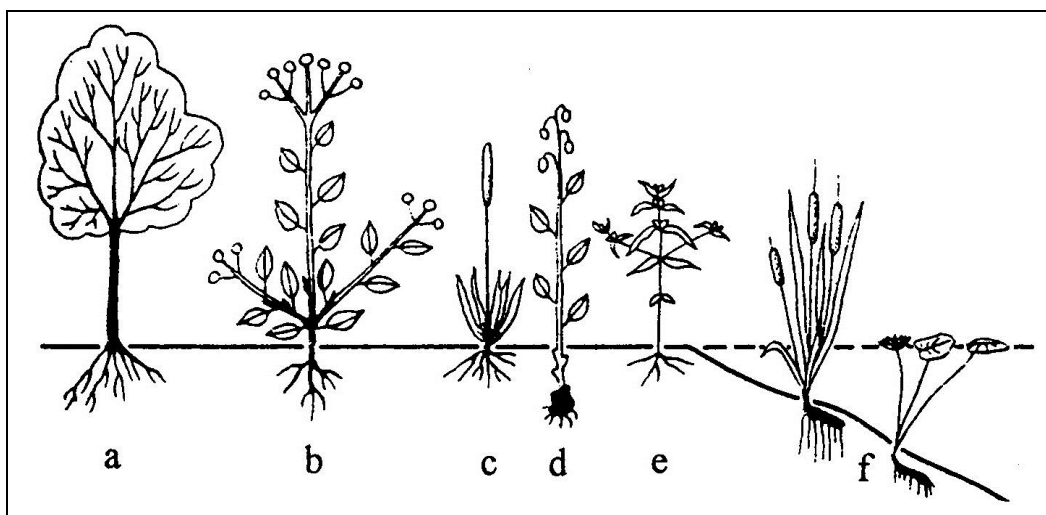
Obr. 63. Aktogram cirkadiálního rytmu denního obratlovce. τ – perioda biologického rytmu, α – trvání aktivity, q – trvání klidu, a – rozsah (amplituda), p – prahová hodnota, x_1 – trvání světla (L), x_2 – trvání tmy (D); v daném případě je LD = 12 h : 12 h. Podle Tembrocka.

Obr. 4 Aktogram, průběh cirkadiálního rytmu, polyfázový (Geisler, 1983)

Ad. 3 Životní formy a životní strategie u rostlin a živočichů jako výsledek interakce s prostředím (eferenní rostliny, neotenie)

- Životní formy rostlin (ŽF)

jsou výsledkem adaptačních procesů rostlin na nepříznivé období (zima, sucho) nebo vlastnostem prostředí. Klasifikace životních forem (podle Raunkiera, obr. 5) je založena na ochraně meristematických poletiv v nepříznivém období. Podle umístění meristémů se rozlišuje 6 kategorií ŽF. Životní formy jsou někdy (oprávněně) považované za typ životní strategie.



Obr. 5 Schéma životních forem rostlin: a - fanerofyt, b - chamaefyt, c – hemikryptofyt, d – geofyt, e – terofyt, f – hydrofyt (podle Raunkiaera 1905) www.uel.cz

- fanerofyty (stromy) jsou vyšší jak 30 cm, obnovovací pletiva jsou umístěná nad zemí, jsou v pupenech chráněná obalnými šupinami)
- chamaefyty (polokeře, sukulenty, trvalky) mají obnovovací pupeny na výhonech do 30 cm nad zemí. Jsou chráněny sněhem
- hemikryptofyty jsou byliny, polokeře s odumírající nadzemní částí, lišejníky, řasy s přizemní růžicí, meristémy jsou chráněny v listové růžici, sněhem

- kryptofyty (geofyty) přečkávají kritické období pod zemí, sněhem v hlízách, cibulkách. Jako hydrofyty přezimují pod vodou
- terofyty jsou jednoleté rostliny, nepříznivé období přežívají jako semena nebo výtrusy.

- Životní strategie rostlin (ŽS)

jsou souborem (genotypických) vlastností populace druhu, které se přírodním výběrem selektovaly jako prospěšné (přežívání a šíření populace v prostoru a čase) danému druhu (Slavíková, 1986). Koncepci životních strategií rostlin rozpracoval Grime (1979), tab. 1. Kritériem úspěšnosti ŽS je míra tvorby biomasy a reprodukčních orgánů.

Životní strategie je daná následujícími vlastnostmi:

- metabolismus (rychlost tvorby biomasy, rychlost růstu, tvorba metabolitů, adaptace na nedostatek vody)
- trofie (nároky na výživu)
- morfologie (výška rostlin, polykormony)
- propagace (vegetativní rozmnožování) a reprodukční potenciál
- schopnost regenerace
- alelopativní působení
- fenologie

- Klasifikace ŽS rostlin

Je založena na hodnocení reakce na:

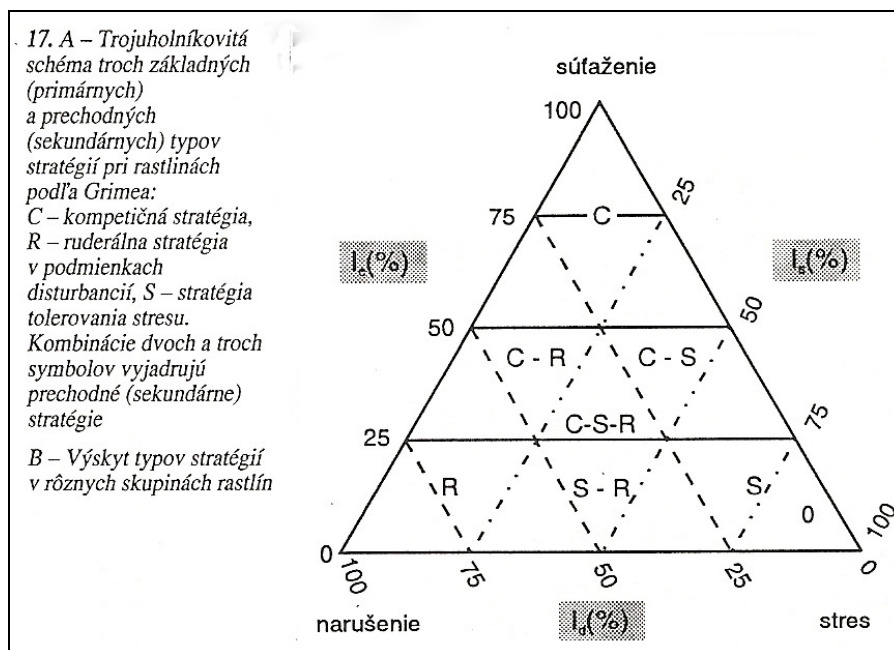
- stres (nedostatek nebo nadbytek vody, živin, fotosynt. aktivní asimilace, pH, teplota)
- narušování (poškozování, disturbanci), kosení pastrva, sešlap, požár
- konkurence

Kombinace faktorů:

1. Malý stres a velké narušení
2. Malý stres a malé narušení
3. Velký stres a velké narušení
4. Velký stres a malé narušení

- Typy ŽS rostlin (obr. 6)

1. Ruderální strategie (R) snáší malý stres ale vysokou disturbance
2. Konkurenční strategie (C) malý stres a malou disturbanci při vysoké konkurenci
3. Stres strategie (S) velký stres a malou disturbanci



Obr. 6 Grafické znázornenie životných stratégií u rastlín

V praxi jsou životní strategie jen vzácně vyhraněné, zpravidla tvoří pozvolné přechody a kombinace.

Terofyty- R strategové

Vytrvalé rostliny- C-S-R

Lichenizované houby- S

Fanerofyty- C

Efemery- životní strategie charakteristická krátkým životním cyklem (4-5 týdnů, xerothermní stanoviště, obdělávané plochy - plevele) a odumřou - jako výsledek přizpůsobení stanovištním podmínkám (*Veronica dillenii*, *V. verna*, *Erophila verna* agg., *Holosteum umbellatum*, *Veronica hederifolia*).

Charakteristiky efemérních rostlin:

- vzrůstem se jedná o malé rostliny
- výskyt neotenie (*Veronica* sp.)
- vysoká investice do generativní reprodukce (vysoká hmotnost semen k poměru k hmotnosti rostliny)
- nízká mezidruhová konkurence
- odolnost vůči nízkým teplotám

Efemeroidy- vytrvalé rostliny, u nichž vegetativní fáze proběhne velmi rychle až do zralosti semen. Přežívá podzemní část *Corydalis cava*, *Galanthus nivalis*, *Gagea pratensis*, *Anemone nemorosa*, *Muscari comosum*, *Poa bulbosa*. Společenstva *Alyso alyssoides*-*Sedion albi*, *Arabidopsis thaliana*, *Thero-Airion*, *Coprynephorion canescentis*, *Plantagi-Festucion ovinae*.

Tab. 1 Příklady různých životních strategií (www.uel.cz)

R - strategie	K - strategie	R - strategie	S - strategie	C - strategie
osenice polní (<i>Agrotis segetum</i>) bélásek řepkový (<i>Pieris rapae</i>) mšice (<i>Aphis</i> spp.) hraboš polní (<i>Microtus arvalis</i>) potkan (<i>Rattus norvegicus</i>)	jasoň červenoooký (<i>Parnassius apollo</i>) otakárek ovocný (<i>Ipichides podalirius</i>) velké šelmy (<i>Carnivora</i>) velcí kopytníci (<i>Artiodactyla</i>)	merlik (<i>Chenopodium</i> spp.) lebeda (<i>Atriplex</i> spp.) žabinec obecný (<i>Alsinula media</i>) ohnice polní (<i>Raphanus</i> <i>raphanistrum</i>)	borůvky (<i>Vaccinium</i> spp.) vřes obecný (<i>Calluna vulgaris</i>) borovice (<i>Pinus</i> spp.)	dub (<i>Quercus</i> spp.) buk lesní (<i>Fagus sylvatica</i>) jasan (<i>Fraxinus</i> spp.) pýr plazivý (<i>Elytrigia repens</i>)

- Životní formy živočichů (Gulička (198?))

Jsou výsledkem adaptačních procesů, jejich mechanismem je konvergentní vývoj nebo alopatriká speciace. V současnosti není vypracovaná jednotná klasifikace živočišných ŽF (bioform). jako klasifikační kritéria se používá způsob pohybu, výživa, rozmnožování, viz Tischler, 1955.

1. Pohybové bioformy

- hrabavci (krtek, *Gryllotalpa*)
- vyhrabávači (králik, jezevec)
- plazivci (hadi, housenky, ulitníci)
- běžci (kůň)
- lezci (veverka)
- skákavci (chvostoskok, kováček)

2. Výživové bioformy

- filtrovači (kačice)
- požírači substrátu (máloštetinavci)
- bodavci (komáři, vošky)
- lovci (loví potravu letem, štváním atd.)

3. Stanovištní bioformy

- edafobionty žijí v substrátě limnikolní (bahenní), psamofytí (v písku), nidikolní (ve hnízdech)
- atmobionti hebikolní (na rostlinách), zoobionti (na živočiších)
- aerobinty loví a pohybují se v ovzduší.

- Životní strategie živočichů (ŽS)

Životní strategie (životní historie) živočichů je založena na koncepci *r* a *K* selekce (MacArthur, Willson, 1967, tab. 2. Životní strategie jsou odvozené podle parametrů logistické rovnice populačního růstu. Jedinci typu „*r*“ jsou charakterističtí vysokou produkcí potomstva (mají vysokou růstovou rychlost – *r*). Jedinci *K* selekce („*K*“ od nosné kapacity prostředí) udržují populaci na nosné kapacitě prostředí. Koncept je založený na existenci dvou základních typů habitatů, kde se uplatňují druhy *r* nebo *K* selekce. Mezi oběma typy životních strategií je kontinuální přechod, „čistě“ životní strategie jsou vzácné.

1. *r* selekce

Populace produkuje velké množství potomstva, péče o ně je omezená nebo žádná. Vysoká úmrtnost je vyvážená velkým počtem jedinců. Populace osídluje sezónní (efemerní), nepredvídatelné, periodické stanoviště, kde dochází k vyčerpání zdrojů nebo i zániku stanoviště. Všeobecně je vysoká míra mortality.

2. K selekce

Populace produkuje vzůstem velké, málo početné potomstvo, pravidlem je péče o potomstvo (život v sociálních skupinách- rodina, příbuzennský svazek). Potomstvo dosahuje pohlavní zralosti později, produkce mláďat je nízká, jednou za vegetační období včetně utajené březivosti). Mezi jedinci existuje značná míra konkurence o zdroje, které je faktorem nízké mortality. Stanoviště jsou trvalé, předvídatelné během sezóny. Náhle a intenzivní narušení stanoviště není běžné. Populace je charakteristická investicí do přežití, méně do rozmnožování. (obr. 14.12 Begon et al., 1997), Graf kauzálních závislostí při formování typů životních strategií

Tab.: Základní rozdíly v životních strategiích u živočichů (www.uel.cz)

vlastnosti	R - strategové	K - strategové
<i>velikost těla</i>	malá	velká
<i>rozmnožování</i>	v raném věku	v pozdějším věku
<i>věk</i>	krátký	dlouhý
<i>střídání generací</i>	rychlé	pomalé
<i>energetický vklad</i>	do rozmnožování	do přežití
<i>počet potomků</i>	vysoký	nízký
<i>mortalita</i>	vysoká	nízká
<i>natalita</i>	vysoká	nízká
<i>nárůst početnosti</i>	rychlý	pomalejší
<i>kolísání početnosti</i>	výrazné	nevýrazné

Ad. 4 Ekologické pravidla jako výsledek adaptačních procesů

Ekologické pravidla sumarizují a zevšeobecňují stav adaptačních procesů přizpůsobování se měnícím vlastnostem prostředí. Ekologické pravidla mají spoustu výjimek, patří však ke klasickému odkazu anglosaské ekologie.

1. Bergmannovo pravidlo- o hmotnosti těla v teplých a studených oblastech (endotermní živočichové jsou v chladnějších oblastech větší než jejich příbuzné formy žijící v oblastech teplejších; např. tuňáci, císařský (Antarktida) je vysoký přes 1m (hmotnost cca 34 kg), galapážský (Galapágy) je vysoký kolem 0,5m (hmotnost cca 2,5 kg)

2. Allenovo pravidlo o velikosti tělních výrůstků (nohy, uši, ocasy) v teplých a studených oblastech (v chladnějších oblastech mají někteří endotermní živočichové kratší uši, zobáky, ocasy a končetiny než v teplejších oblastech; podpravidlo srsti – žijící v chladnějších oblastech mají hustší srst než žijící v teplejších oblastech)

3. Glogerovo pravidlo o barvě v teplých a studených oblastech (v teplejších a vlhčích oblastech jsou někteří endotermní živočichové tmavší než jejich příbuzné formy ze sušších a chladnějších oblastí)

4. Jordanovo pravidlo o počtu obratlů v teplých a studených oblastech. (určuje vztah sériových (meristických) znaků kostnatých ryb, v teplejších vodách mají některé druhy nižší počet obratlů než příbuzné formy v chladnějších vodách)

Přednáška č. 6 (autekologie)

1. Ekologické podmienky speciácie, definícia druhu
2. Geografická, ekologická rasa, ekotyp
3. Alopatrické a sympetrické speciácia rozšírenie, alopatrický posun znakov
4. Divergencia a konvergencia ako mechanizmy adaptácie a speciácie
5. Introdukcia, reintrodukcia a domestikácia ako spôsoby zmeny biodiverzity

Ad. 1 Ekologické podmienky speciácie

Speciácia (druhovú speciáciu) je dlhodobý proces adaptačných zmien a formovania nových vlastností organizmov: morfológických, fyziologických a etologických. Ide o proces dlhodobý, získané vlastnosti sú fixované geneticky. Postupné formovanie nových vlastností prechádza taxonomickými úrovňami varieta (forma, rasa), poddruh, druh (species). Speciácia je výsledkom adaptačných prispôbovaní meniacemu sa prostrediu, výsledkom sú životné formy rastlín, bioformy u živočíchov a životné stratégie. Adaptácia, ako proces prispôbovania sa meniacemu prostrediu (je aj výsledkom biotických vzťahov) je proces kontinuálny, dlhodobý. Je jedným z činiteľov evolúcie a speciácie.

- pôsobenia ekologických faktorov prostredia (abiotických- teplota, tlak vody a vzduchu, nadmorská výška, klimatické faktory, sneh; biotických- zmena potravy, konkurencia o zdroje prostredia)
- organizmy sú otvorené systémy, v ktorých platí princíp kauzality (príčiny a následku, alebo pôsobenie faktorov prostredia – nezávislých stavových veličín)
- organizmy ako otvorené systémy majú schopnosť spätnej väzby (odozvy na pôsobenie podnetov, ekologických faktorov stavových veličín)
- tieto musí pôsobiť nadprahovou intenzitou, ale nie letálne
- dostatočne dlhou dobu.

Adaptačnými procesy (speciáciou) sa získavajú nové vlastnosti, morfológické- (morfoloplastické, napr. prechodom zo suše do vodného prostredia sa mení tvar tela, žralok x delfín), fyziologické (fyzioplastické, napr. metabolizmus tukov u púštnych živočíchov - 100g tuku = 107 g vody, možnosť pitia slanej vody – sajga tatárska, hibernácia) a etologické (etoplastické, napr. správanie sa v sociálnej skupine, komunikácia, spoločná obrana, lov).

K objasneniu procesov vzniku, správnejšie vývoja organizmov až na druhovú úroveň významne prispel Charles Robert Darwin (1809-1882). Názory na vznik druhov ako výsledok evolučného procesu (darwinismus, neodarwinismus) vo svojom klasickom diele „O pôvode druhov...“. Prvé vydanie vyšlo roku 1859 pod názvom (skutočne dlhým) „On the Origin of Species by Means of Nature Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life“. Publikácia sa stala senzáciou vo vedeckom svete a v roku 1872 vyšlo jej 6. vydanie. Podľa názorov filozofov a prírodovedcov nie sú relevantné dôvody sa domnievať, že proces evolúcie automaticky vedie k vyššej rozmanitosti (diverzite), napr. druhovej. Procesy prirodzeného výberu vedú k určitej optimalizácii vlastností aj bez zvyšovania diverzity.

Ak je tomu tak, proces y prirodzeného výberu nepostačujú na vysvetlenie vysokého stupňa diverzity organizmov. Viacero autorov poukazuje na dve skutočnosti:

- a) Darwin vcelku nevhodne nazval svoje dielo „O pôvode druhov...“
- b) Darwinova teória je viacej o adaptáciach (tzv. anagenezi) a štepení vývojových línii (kladogenezi).

Definícia druhu

Týchto definícií existujú desiatky a aj keď sa jedná o základnú kategóriu prírodných vied, definícií druhu je veľa. **Druh** je najčastejšie definovaný ako *množina jedincov, ktorí majú spoločné morfológické, fyziologické a etologické charakteristiky, krížia sa medzi sebou a produkujú plodné potomstvo*.

CH. Darwin definoval „druh“ ako „zhluk jedincov na základe morfológickej podobnosti, ktorý sa dá odlišiť od iných pri priestorovom prekryve“. Genetický prístup definuje druh ako „zhluky genotypov, ktoré nevytvárajú prechodné formy a vyskytujú sa na určitom území“. Zaujímavá je definícia hybridov, ktoré vznikajú pri prekryve areálov. Rôzne druhy sa musia líšiť frekvenciou génov na niektorých lokusoch. Ridley (1993) definoval 7 konceptov, východiek definovania druhu -fenetický, biologický, rozlíšiteľný, ekologický, kladistický, pluralistický, evolučný. Evolučná definícia druhu je najznámejšia a jej autorom je CH. Darwin (1859). Jej prednosťou je akceptácia evolúcie a je flexibilnejšia pri vysvetľovaní procesov vzniku druhu ako teorie kreacionistické.

Zastáncom biologického konceptu druhu je Ernst Mayr, zoológ, ktorý sa zaoberá procesmi vzniku a zmien diverzity. Podľa uvedeného autora je spoločná evolúcia u sexuálne sa rozmnožujúcich druhov zajištená vzájomným krížením jedincov, teda výmenou genetickej informácie medzi nimi. Druh je pak taková skupina jedincov, ktorí sa medzi sebou môžu vzájomne krížiť a majú plodné potomstvo. K vzniku (postupný proces speciácie) nových druhov dochádza rozdelením uvedenej skupiny druhov na niekoľko populácií jedincov, ktorí sa môžu medzi sebou krížiť v rámci týchto populácií. Slabinou biologického konceptu druhu je ťažké experimentálne overenie príslušnosti jedincov (rozmnožovanie v divočine), často sa dva druhy dosť líšia výzorom a správaním, ale je medzi nimi tok génov (napr. vlky, kojoty, domáce psy), definícia pomocou pohlavného rozmnožovania môže byť aplikovaná len na jedince, ktoré sa pohlavne rozmnožujú.

2. Ad Geografická, ekologická rasa, ekotyp

Pre formovanie (vznik) nových druhov je nevyhnutná *reprodukčná izolačná bariéra*. Ta môže mať geografickú povahu (morské úžiny, more, pohoria, aktuálne sú izolačné bariéry následkom ľudskej činnosti). Veľký význam, ako dokazujú najnovšie výskumy, majú mechanizmy umožňujúce rôznorodé využívanie prostredia prostredníctvom adaptácií. Postupné prispôbovanie, zmena (morfológická, fyziologická, ekologická) v rámci jednej evolučnej línie sa nazýva **anagenézia**, o nej sú nižšie uvedené riadky. Iným mechanizmom je štiepenie evolučných (rodičovských) línií, tzv. **kladogenézia**. Rozpad druhu na viacero druhov „dcériných“, ktorý nemusí súvisieť s prirodzeným výberom a adaptáciami.

Vznikajú aj neadaptívne zmeny zabraňujúce kríženiu, alebo kríženci nie sú plodní. Tieto prípady boli v našej prednáške uvádzané ako **geografická rasa** (speciácia).

Ad. 3 Alopatrické a sympetrické speciácia rozšírenie, alopatrický posun znakov

Alopetrická speciácia súvisí s typom alopetrického rozšírenia príbuzných organizmov, ktorých areály sa neprekrývajú. V tomto prípade už existuje izolačná bariéra. U taxonomicky príbuzných druhov, vyvíjajúcich sa izolovane, v zásade nedochádza k posunu znakov, charakteristík. Samozrejme, pokiaľ nie sú „adaptačné tlaky“ na tieto znaky ako dôsledok odlišných vlastností prostredia. Viaceré vtáčie druhy Paleoarktické a Holoarktické sú morfológicky podobné.

Sympatrická speciácie je výsledkom sympatrického typu rozšírenia, kedy sa časť(i) areálov príbuzných druhov prekrývajú. Jedinci časti populácie v mieste prekryvu využívajú spoločný(é) zdroj(e) ekologickej(ckých) niky. Pričom taxonomicky príbuzné druhy sa môžu vzájomne krížiť.

Samostatným problémom je otázka *eliminácie tvorby krížencov*. Vyvinulo sa viacero mechanizmov, ktorých pôsobením dochádza k obmedzovaniu vzniku krížencov, napr. proterandrický dimorfizmus- samce určitého druhu sú pohlavne aktívni v inom čase ako u príbuzného druhu. Samotná *hybridizácia* je typom sympatrické speciácie, hybrid sa nemôže krížiť s rodičovskými druhmi. Je to spôsobené polyploidizáciou známou u rastlín, vzácne u živočíchov, zmnožením počtu chromozómov v bunkách. Príkladom izolácie vedúce k obmedzovaniu tvorby hybridov je iné výškové rozmiestnenie populácii príbuzných druhov (u nás to je napr. kunka obyčajná a k. žltobruhá). Príkladom izolačného mechanizmu je aj *sympatrický posum znakov*. Príbuzné druhy sa morfológicky a sfarbením odlišujú, tato odlišnosť sa v priebehu času zvyšuje. Následkom toho nedochádza k „zámene“ partnerov príbuzných druhov.

Kompetičný až konkurenčný tlak pri využívaní rovnakých zdrojov vyvoláva viacero procesov (migráciu, v extrémnom prípade aj vyhubenie konkurenčne slabšieho druhu). Zrejme najčastejšie postupnú špecializáciu na využívanie odlišných zdrojov, ktoré konkurenčný tlak znižujú. Vlastne sa jedná o vzájomne nezlučiteľné (odlišné) spôsoby využívania zdrojov, založenom na (napr. trofickej) špecializácii. Používa sa aj označenie ekologická speciácia – ekologické faktory sú „motorom“ speciácie.

Ad. 4 Divergencia a konvergencia ako mechanizmy adaptácie a speciácie

Divergencia (rozbiehavosť) a konvergencia (zbiehavosť) znakov sú mechanizmy speciácie. majú dve stránky:

1. Organizmy sú otvorené systémy a prispôsobujú sa faktorom prostredia
2. Faktory prostredia pôsobia na organizmy a vyvolávajú procesy prispôsobovania (adaptácie). Faktory pôsobia kontinuálne s intenzitou neprekračujúcou druhovú ekologickú toleranciu.

Divergenciou vysvetľujeme rozbíhanie znakov (morfológických, fyziologických a etologických). Tieto rozdiely sú spoiatku málo badateľné a premenlivé. Organizmy sa odlišujú od rodičovských línií (predkov). Pokiaľ sú príčinou zmien zmenené geografické podmienky (izolácia v dôsledku transgresie (penikaniu) moria, vyvrásnenie horských systémov atď. označujeme tieto vývojové línie ako **geografické rasy**. Vo všeobecnosti - faktory vyvolávajúce procesy prispôsobovania a vzniku nových taxónov na úrovni variet, foriem sú faktory ekologické a preto sa používa aj označenie **ekologické rasy**. Vývojom v čase sa nové vlastnosti stávajú zreteľné a trvalé (sú súčasťou genetickej výbavy). V určitej fáze tohto procesu sa speciáciou diferencujú nové taxóny na úrovni **druhov**. Cielene a relatívne rýchle prebiehajú tieto procesy pri šľachtení plemien domácich zvierat a odrôd úžitkových rastlín a stromov. Sledovaním vývojových línií môže dôjsť k definovaniu obecného predka divergenciou vyvinutých skupín organizmov.

Variabilita znakov vzniká pôsobením mutagenných faktorov, naopak faktory prostredia vyvolávajú rozbíhanie týchto znakov. Výsledkom sú rôzne kategórie životných (bio)foriem živočíchov (pohybové, trofické) a životných foriem rastlín (Raunkierov systém) a napokon aj životných stratégií živočíchov a rastlín (živočíchy: K a r; rastliny K, R, C a S) . Pretože podmienky na Zemi sa menia, sú aj procesy divergencie a konvergenzie dynamické a vytvárajú sa nové formy, alebo vymierajú tie, ktoré sa neprispôbia. Zraniteľné sú vo

všeobecnosti formy rastlín a živočíchov, ktoré sú špecializované na určité typy prostredia, ktoré zanikajú.

Extrémnym prípadom divergencie je adaptívna radiácia, čo je vývoj spektra nových foriem organizmov v časove krátkom období. K adaptívnej radiácii dochádza pri radikálnej zmene podmienok prostredia. Takéto zmeny vedú k rozpadu vytvoreného spektra životných foriem špecializované na doposiaľ pôsobiace vplyvy prostredia. Príkladom divergencie sú galapágske pinky (čľaď Geospisidae) alebo adaptívna radiácia cicavcov pri obsadzovaní terestrického prostredia v období druhohôr a treťohôr.

Konvergenca - soupeření organismů s prostředím ve kterém žijí často vede k podobnosti forem a chování u organismů žijících v podobném prostředí, ale náležejících k různým vývojovým liniím (= různé větve evolučního stromu). Takovéto podobnosti napovídají, že každé prostředí podmiňuje vytvoření pouze jednoho ideálního organismu. Shodné podmínky prostředí vedou k vytvoření podobných funkčních struktur (analogických) i u organismů různého původu. Ve svém principu je konvergence funkčně opakem divergence, při které se naopak často homologické struktury (stejného původu) odlišují.

Velcí vodní masožravci vznikli ve 4 zcela výrazných skupinách - ve skupině ryb, plazů, ptáků a savců. Konvergence těchto skupin je zcela zřetelná.

U rostlin je typickým příkladem vývoj požitelné dužiny plodů rostlin jako lákadla pro živočichy, kteří je požívají a trusem pak roznášejí jejich diaspory. Dužina vzniká různým způsobem - jde opět o konvergentní vývoj.

Extrémním případem konvergentního vývoje jsou tzv. **paralelní linie** (= paralelní vývoj) - typickým příkladem je vývoj placentálních a vačnatých savců. Vačnatci osídlili Austrálii v období křídý (asi před 90 mil. lety), kdy tady žili pouze ptakořitní savci. Evoluční radiace zde probíhala v době, kdy k podobnému procesu docházelo i na jiných kontinentech - ovšem zde šlo o placentální savce.

Modelovým územím výskumu divergentních procesů jsou Galapágy, kde sa výrazne uplatnil izolační efekt (ostrovní ekológia). Galapágy (Galapagos) je sopečné súostrovie 800 km na západ od Južnej Ameriky. Jednotlivé ostrovy majú jedinečnú flóru a faunu, často majú jednotlivé ostrovy svoje endemity. Galapágy navštívil aj CH. Darwin, získal tu materiál pre svoje evolučné teórie, tu získané poznatky bohato uplatnil. Klasickým príkladom sú galapágske pinky (čľaď Geospisidae), 13 druhov = 40 % druhov vtákov ostrovov. Jednotlivé druhy sa významne líšia veľkosťou a tvarom zobáku súvisí to s rozdielnym spôsobom získavania a príjmu potravy.

Zemepisná izolácia zabraňuje zániku alel vzniknutých mutáciami početne obmedzených skupín. Tuto skupinu môže však vystaviť aj novým podmienkam prostredia, v ktorých sa odchýlky môžu ukázať ako selektívne prospešné. Viacero biológov sa dnes domnieva, že nové druhy sa vyvíjajú z malých izolovaných populácií, oddelených do materských populácií. Tu vynikol zoológ E. Mayr, ktorý významne prispel k pochopeniu mechanizmov evolúcie. Pri nej sa malé izolované populácie stretávajú s novými ekologickými tlakmi. Kladné mutácie sa rýchlo šíria. Tento typ speciácie predpokladá pomerne značnú rýchlosť - preto vysvetlení, prečo sú prechodné formy vzácne. (Darwin predpokladal dedičnosť získaných znakov - pangeneze, gemmuly, lamarckismus). Mutační teórie - zmeny nukleotidov - zmeny bielkovín.

Ad. 5 Introdukcia, reintrodukcia a domestikácia ako spôsoby zmeny biodiverzity

Introdukciou sa dajú obohatiť nové územia a zoo(fyto)geografické oblasti novými taxónmi v priebehu niekoľkých hodín. Introdukovaných na území Slovenska bolo asi 600 druhov cievnatých rastlín (bylín a stromov), stovky druhov živočíchov.

Definícia: *Introdukcia je zámerné alebo neúmyselné zavlečenie (premiestnenie) rastliny alebo živočícha (ich vývojového štádia) mimo hraníc pôvodného rozšírenia (areálu).* Aj keď faktor premiestnenia je z hľadiska rýchlosti (obdobia, počtu premiestnených diaspór) dôležitým faktorom (napr. v súvislosti s biotickými inváziami), podstatou introdukcie je premiestnenie *mimo hraníc* pôvodného rozšírenia. Zámerné boli introdukované:

- hospodárske zvieratá (Austrália, Nový Zéland)- ovce, hovädzí dobytok, králiky. Je to aj skokan *Rana katesbeiana* introdukovaná z východu USA na západ pre chutné mäso.
- zvieratá pripomínajúce emigrantom ich domovinu (citové dôvody), vtáky, ondatra pižmová z Kanady do Európy
- introdukcie v rôznych častiach sveta za účelom viac menej úspešného zníženia populačného stavu tzv. škodlivých druhov.

Reintrodukcia je opakovanie procesu introdukcie, vo vzťahu k nášmu územiu to je napr. Introdukcia bažanta obyčajného (Kaukaz), bizóna amerického na Javorinu, muflóna, daniela) zo Stredomoria). Introdukované druhy sa musí aklimatizovať (naturalizovať). Proces prispôsobenia novým podmienkam prostredia nie je (našťastie) väčšinou úspešný. Viaceré introdukované druhy ako druhy napr. invázne spôsobili katastrofálny úbytok pôvodných, často vzácnych, endemických druhov.

Podľa dopadov na pôvodne ekosystémy sa introdukcie delia na:

- úspešné (riadené)- gaštan jedlý, muflón, daniel z Apeninského polostrova, dub červený a pstruh dúhový zo Sev. Ameriky, amur a pajaseň žliazkaty z vých. Ásie, kukurica, zemiaky z Južnej Ameriky, konope- textilná rastlina
- neúspešné (neriadené, nepremyslené), ropuch obrovská (*Bufo marinus*) zo Sev. Ameriky na ostrovy v Indonésii, kde ecimuje pôvodné druhy, javorovej jaseňolistý zo Sev. Ameriky, netýkavka žliazkatá z Himaláji, králik v Austrálii, prasce na Karibských ostrovoch.

Pre významové odlišenie znovunavrátania pôvodného živočícha (bobor európsky, zubor európsky, rys) alebo rastliny do prírody termín introdukcia nevyhovuje. Preto dr. M. Lisický navrhol pre tieto prípady termín **reštitúcia**. Termín nie je zaužívaný v ekologickej terminológii okolitých štátoch. Jeho vhodnosť ako ekologického termínu komplikuje, že je známy ako termín označujúci majetkovo-právne vysporiadanie zhabaných, ukradnutých alebo znárodnených majetkov. V súčasnosti však nie je navrhnutá alternatíva obsahovo a jazykovo vyhovujúca.

Formou aklimatizácie je **domestikácia**, kde človek vystupuje ako dôležitý faktor. Z ekologického hľadiska je domestikácia príkladom funkčne vzájomne prospešnej väzby rastlín a živočíchov a človeka. Tento vzťah môže mať formu mutualizmu až symbiotickú. Úzky vzťah človeka k domestikovaným (využívaným) rastlinách a živočíchom umožňuje ciele výber ich (pre človeka) vhodných vlastností – umelý výber - selekcia, šľachtenie. Predpokladá sa, že v neolite (10-7 tis. rokov pr. n.l.) sa v prírode žijúce zvieratá samovoľné pridružovali k skupinám lovcov- zberačov a neskôršie poľnohospodárom. Táto **autodomeštikácia** im umožňovala prístup k zvyškom potravy, možno aj ochrany. Odhaduje sa, že procesy autodomeštikácie prebehli u:

- holuba- z holuba skalného v 6.-5. storočí p.n.l. v Prednej Ásii
- kura – z kura bankivského v Indii v 5.-4. stor. p.n.l.
- psa- asi z vlka v 10.-9. stor. p.n.l.

- ovce- asi z vyhynulého druhu muflona v Prednej Ásii.
- prasce- u prasat'a divého pred 15. tis. rokmi v južnej Európe

Domestikované zvieratá majú niektoré spoločné charakteristické znaky:

- *strata plachosti*
- relatívne menší mozog ako divé formy a málo dokonalé zmysly
- vyššie prírastky na hmotnosti, väčšia variabilita zfarbenia
- nemajú znaky poddruhov predkov
- aj v dospelosti majú (niektoré) juvenilné znaky
- majú zvýšenú reprodukčnú schopnosť.

Přednáška č. 7 (demekológia)

1. Demekológia: definícia populácie,
2. Unitárne a modulárne typy organizmov a ich ekologické zvláštnosti,
3. Odlišnosti populácii rastlín a živočíchov.

Ad. 1 Demekológia: definícia populácie

Demekológia (grécky *démos* - v starovekom Grécku ľud, opak aristokracie; obyvateľstvo určitého územia) je **ekológia populácie** (populácii), náplňou štúdia demekológie je napr. početnosť populácie, jej zmeny, rozmiestenie jedincov v populácii (disperzia), natalita a mortalita ako príčina týchto zmien, typy populačného rastu a jeho zmeny v čase (oscilácia a fluktuácia), veková a hmotnostná štruktúra populácie atď.

Definícia:

- populácia je súborom (množinou) všetkých jedincov (včítanie vývojových štádií – vajíčka, larvy, kukly) toho istého druhu (alebo nižšej taxonomickej úrovne), ktoré sa vyskytujú v určitom čase na určitom mieste.
- populace ("population"): skupina organizmů stejného druhu, která obývá jasně vymezený geografický prostor a vykazuje reprodukční kontinuitu z generace na generaci; ekologické i reprodukční vztahy mezi jedinci populace jsou mnohem častější než s jedinci jiných populací téhož druhu.

Z definície vyplýva dynamickosť (zmeny počtu jedincov v populácii, početný vzrast alebo až zánik populácie). Populácia je homotypický (tvorený jedincami jedného druhu), otvorený a dynamický systém – superorganizmus, ktorý získava vzájomnou kooperáciou jedincov tvoriacich populáciu nové – *emergentné* vlastnosti. Vysvetlenie ponúka synergetika. Na princípu sociability sa môžu vytvárať funkčne rôzne typy sociálnych skupín, prejavuje sa sociálny efekt (prínos) kooperujúcich jedincov. Efekt sa prejavuje napr. spoločnou obranou, starostlivosťou o mláďaťa, skupinovým lovom, šetrenie energiou pri zahrievaní (sociálna termoregulácia), strážením teritória a pod.

Priestor osídlený všetkými jedincami danej populácie sa nazýva *areál*. Často je areál funkčne členený na euareál (dochádza v ňom k rozmnožovaniu) a epiareál (zimoviská). Bocian biely má euareál v Európe, epiareál v delte rieky Nilu alebo v Južnej Afrike. Rozlišujeme tzv. *lokálne populácie*, vymedzené geografickým územím. Lokálne populácie sú prispôbené miestnym podmienkam. Sú nositeľom „krajových“ špecifik, vyplývajú z mesoklimatických faktorov, lokálnych potravných špecifik, spôsobom využívania krajiny, krajinnej štruktúry. Tieto sa prejavujú najmä etologickými charakteristikami lokálnej populácie. Aj v rámci populácie existujú významné individuálne rozdiely v zdravotnom stave, celkovej fyzickej zdatnosti (fitness), miere schopnosti sa učiť a adaptovať na zmeny prostredia.

Ad. 2 Unitárne a modulárne typy organizmov a ich ekologické zvláštnosti

Klasifikácia organizmov na unitárne a modulárne typy organizmov je novým prístupom v ekológii k charakteristike populácie a vysvetleniu rozdielnych vlastností medzi populáciami.

1. **Unitárne** organizmy majú medze variability morfológických a iných znakov (množivosť, dĺžku života) danú geneticky. Pre určitú taxonomickú skupinu má spoločné charakteristiky, pochopiteľne s individuálnou variabilitou. Typickou vlastnosťou je pohyblivosť (vagilita). Unitárne sú živočchy.

Príklad: pavúkovce majú 4 páry končatín, hmyz má 3 páry končatín, slony majú jeden chobot, človek má najčastejšie vzrast od 170 cm do 190 cm.

2. **Modulárne** organizmy majú odlišné vlastnosti. Stavebnou jednotkou (modulom) je zygota. ryhovaním sa zmnožuje obsah buniek, vznikajú nové stavebné jednotky – moduly. Výsledný modulárny organizmus je takmer vždy rozvetvený a žije pripevnené (sesilne). Výnimky sú vzácné v živočíšnej ríši, sú to larválne štádia (napr. u polypovcov – planuly, u motolíc cerkárie a rédie atď.). Modulárne sú dreviny a cievnaté aj výtrusné rastliny. U živočíchov je to približne 19 kmeňov, polypovce, Porifera, koraly ako je vidno, vytvárajú kormus alebo kolónie.

Podstatným rozdielom je *dlhovekosť*. Unitárne žijú asi 200 až 250 rokov (korytnačky slonie), modulárne môžu byť staré 2500 až 4000 let (sekvojovec mamutí- *Sequoiadendron giganteum*, borovice osinatá - *Pinus aristata* rastie v Arizone, vek najstarších jedincov sa odhaduje na 4000 až 4600 rokov. Charakteristikou modulárnych typov je aj rôznovekosť častí jedného jedinca (napr. stromov, koralov) a obmedzená pohyblivosť. U modulárnych typov dochádza k špecializácii modulov, napr.:

- reprodukčné moduly – kvetné pupene
- rastové moduly listové pupene.

Ekologické dôsledky typu organizmu. Modulárne typy sú citlivejšie (zraniteľnejšie) na zmenené (zhoršené) ekologické faktory prostredia, ktoré nemôžu pre obmedzenú vagilitu opustiť. V minulosti bolo viacero ekologických záverov a zovšeobecnení urobených na základe štúdiá unitárnych organizmov, V terestrickom i vodnom prostredí prevládajú modulárne typy organizmov.

Ad. 4 Odlišnosti populácii rastlín a živočíchov

Odlišnosti medzi populáciami rastlín a živočíchov sú dané ich zaradením medzi unitárne a modulárne typy. Štúdium rastlinných populácií (aj keď nie sú pohyblivé, alebo sa pohybujú len obmedzené sa javí zložitejším.

Charakteristiky a špecifiká rastlinnej populácie:

- štádium dormancie- kľudové vývinové štádium, spravidla cez zimné obdobie. Rozlišuje sa (i) primárna dormancia, je geneticky daná a (ii) sekundárna dormancia, ktorá je vynútená vlastnosťami prostredia
- u vegetatívne sa množiacich rastlinných populácií sa ťažko identifikuje jedinec, ako základná funkčná a taxonomická jednotka. Za jedinca sa pokladá organizmus, ktorý má svoj koreňový systém a je schopný sa vyživovať
- kombinácia vegetatívneho a generatívneho rozmnožovania
- pri vegetatívnej propagácii sa vytvárajú polykormony (husté porasty s prepojeným koreňovým systémom- machy, borievka, vres)
- populačná ekológia živočíchov je založená na počtu jedincov, vychádza sa z predpokladu, že jedinci živočíšnych populácií sú rovnocenní. Jednotlivé ontogenetické fáze živočíchov sú viazané na ich vek.
- u rastlinných populácií je podstatný rozdiel, ich ontogenetický vývoj je sledom vývojových (fenologických) fáz, väzba na vek je omnoho voľnejšia. Jedince rovnakého veku sa často nachádzajú vo fáze kvetu, iné majú plody atď. Známe sú tieto prípady u efemérnych rastlín, u ktorých je častá neoténia (tá istá rastlina má kvety, aj plody). Známy je tento stav u tropických drevín, kedy na jednom strome sú prítomné vetvy v rôznych fenofázach.



Unitárny typ organizmu krah riečny



Modulárny prhlivec nezmar Hydra

Přednáška č. 8 (demekologie)

1. Vnútrodruhovú vzťahy (intrašpecifické a interšpecifické)
2. Sociabilita, sociálna stimulácia, skupinový a izolačný efekt,
3. Klasifikácia sociálnych skupín

Ad. 1 Vnútrodruhovú vzťahy (intrašpecifické a interšpecifické)

Rastlinný alebo živočíšny druh existuje v ekosystéme len v dočasnej alebo trvalej väzbe na jedincov svojho alebo iného druhu (iných druhov). Interakcie (vzťahy) medzi jedincami v populácii sa označujú ako **vnútrodruhovú - intrašpecifické** -. Tieto vzťahy majú rôznu povahu (kompetícia až kooperácia) a význam (vyhľadávanie potravy, starostlivosť o mláďaťa, ochrana, súperenie o samičku, teritoriálne chovanie...). Pri vnútro druhových vzťahoch dochádza k znižovaniu počtu jedincov, resp. vyťesňovaniu časti jedincov. Len zriedka kedy dochádza k zabitiu, aj pri ruji to je nešťastná náhoda. Kladné vzťahy a záporné vzťahy fungujú medzi štruktúrami v ekosystéme ako mechanizmy spätnej väzby.

- *Kladné vzťahy* prevažujú pri prevládajúcich priaznivých ekologických faktoroch, optimálnej veľkosti areálov (priestorová nika), optimálnej potravinovej ponuky, optimálnej hustote populácie
- *Záporné vzťahy* sa formujú pri vysokej populačnej hustote, nedostatku potravy... Vznikajú záťažové (stresové) situácie a rôznymi mechanizmami dochádza k regulácii početnosti (abundancii), resp. k zníženiu hustoty populácie (migrácia, úhyn časti jedincov, samozreďovanie...).

Medzidruhovú extrašpecifické (konkurenčné) vzťahy sa realizujú s vysokou intenzitou. Často dochádza k zabitiu jedného jedinca, pozri vzťah korisť x predátor, kde usmrtenie je zo strany predátora „žiadanou“ koncovkou).

Ad. 2 Sociabilita, vznik a klasifikácia sociálnych skupín

Osamotene (solitérne)žijúce jedince sú v prírode zriedkavé. U živočíchov to sú sesilné druhy (žijúce prichytené k podkladu). Sú to aj hermafroditi, aj keď i tie uprednostňujú kopuláciu s iným jedincom a chovajú sa k sebe ako samec a samica. Patria sem aj paraziti a tiež napr. veľké šelmy v dobe mimo rozmnožovania. Špecifickú skupinu tvoria aj fyzicky spojené jedince schránkami, vytvárajúce *kormus*. Patria sem polypovce (Cnidarie), korálnatce (Anthozoa), machovce (Bryozoa), Siphonophora.

Väčšina živočíchov a rastlín vytvára **society** (homotypické kolektivy, skupiny), sú tvorené jedincami rovnakého druhu a majú rôzny počet členov (dva – pár až po niekoľko tisíc- stáda, kolónie). Skupiny sa vytvárajú na základe vrodéných mechanizmov chovania (pudov, inštinktov). Tie sa prejavujú ako *tendencia združovania – sociabilita*. U sociálneho hmyzu sú vytvorené zložité funkčné členenie jedincov do skupín (kást), keď vykonávajú po určitú dobu špecifické činnosti (včely, osy- je vytvorenie a existencia jedincov v societách podmienkou ich prežitia. Skupina (societa) je založená na princípoch, ktorých štúdium je náplňou etológie (študujúca chovanie zvierat):

- nadindividuálnej stratégie (jedinci v skupine sa „vzdávajú“ časti svojich práv, musia (aj pri použití „presvedčovacej sily“ rešpektovať pravidla danej skupiny, ktorú určuje najmä vodiaci pár (tzv. alfa-pár)
- družnosti a pospolitosti jedincov

- napodobovania činnosti iných jedincov skupiny (hry, získavanie loveckých schopností, získavanie vzorcov chovania potrebných pre život v skupine)
- špecifickej komunikácii (varovanie, hranie, lov, sociálna komunikácia).

Charakteristickým znakom sociálnej skupiny je zvýšenie výkonu, tzv. **skupinový efekt** (zvýšená konzumácia potravy- pri obrane, vyhľadávaní koristi, produkcii potomstva). Tento efekt nie je len súčtom vlastností jednotlivých členov, prejavuje sa synergický efekt. U sociálne žijúcich druhov hmyzu ale aj cicavcov je existencia jedinca v skupine nevyhnutná. Mimo skupiny stráďajú a hynú, prejavuje sa tzv. **izolačný efekt**. Zvýšenie intenzity metabolizmu (vyšší príjem potravy) a rýchlejšie pohlavné dospievanie v skupinách s vysokým počtom jedincov je indikovaný hormonálne, má psycho-neurologický základ. V etologickej literatúre je študovaný ako **sociálna stimulácia**.

Príklady:

- sociálna stimulácia- zrýchľovanie metabolizmu a pohlavného zrenia sarančí (*Locusta migratoria*) vo veľkých skupinách a ich hromadná migrácia (irrupcia) za potravou. Larvy švábika (*Blatta germanica*) pohlavne rýchlejšie dospievajú a rastú v skupinách po 5 – 10 jedincoch. Zhlukovanie holubov, hrdličiek záhradných pri ich napadnutí loviacim dravcom. Útočné chovanie skupiny havranov pri kontakte s krkavcom alebo iným dravcom.
- skupinový efekt- striedanie strážiacich jedincov pri pasení sa srnčej zveri, antilop, zebier atď. Kolektívna obrana pižmoňov pri ohrozovaní vlkami. Rodičovské správanie opíc makakov je pri starostlivosti o mláďa obmedzené na matku, neskoršie sa opatery zúčastňujú aj jej dcéry a aj ostatné samice. Samce sú menej aktívne, výnimkou je ohrozenie mláďaťa, keď samce prejavujú spontánne útočné správanie na nepriateľa. Hraboš poľný (*Microtus arvalis*) má menšiu spotrebu energie v hniezdach (spoločné zahrievanie – sociálna termoregulácia). Rybožravý rybár riečny je pri lovu úspešnejší, keď loví skupina o 5-6 jedincoch, úspešnosť je vyššia než keby skupinu tvorilo 3 a menej jedincov. Zvláštny prípadom je krv sajúci netopier *Desmodus rotundus* (Južná Amerika, obťažuje pasúci sa dobytok, zraňuje ich a olizuje krv vytekajúcej z ranky, prenáša besnotu). V jeho prípade sa výhoda kooperácie nedostavuje súčasne. Ide o prípad altruizmu (profit iného na úkor poskytovateľa). Intenzívnym metabolizmom sú nútení prijímať pravidelne potravu. Po dvoch dňoch hladovania strácajú 25% hmotnosti, klesá ich telesná teplota a hynú. Hladujúce jedince sú často (nie vždy) prikrmovaní úspešnými jedincami – príklad reciprocného altruizmu.
- izolačný efekt – je následok (vytesnenia, opustenie, vypudenie) života mimo skupinu. Jedinci hynú, príčinou môže byť špecializácia na určitú činnosť v sociálnej skupine (pozri blanokridly hmyz) a nie sú schopné samostatne získať potravu. Vytesnenie zo sociálnej skupiny a následný úhyn je obrannou reakciou pri nasadení parazitmi. Diviачica odháňa parazitované mláďa, aby ochránila ostatné.

Ad. 3 Klasifikácia sociálnych skupín

Sociálne skupiny sú najčastejšie triedené (klasifikované) podľa účelu a zloženia. Triedenie skupín nie je ustálené a existujú rôzne kombinácie podľa zvolených kritérií. Triedenie skupín podľa:

1. Účelu

- reprodukčné skupiny- vznikajú v bode rozmnožovania, zvláštnosťou je telesný kontakt samca a samice v tomto období, ktorý je inak zriedkavý. Z etologického hľadiska je reprodukcia zložitý komplex prejavov, napr. obsadzovanie a ochrana teritória, stavba hniezda, „námluvy“, migrácia na miesta rozmnožovania, péče o potomstvo. U samcov je častá protandria, samce majú skorší nástup pohlavného dozrievania. Samce získavajú teritórium, stavajú hniezdo, samičku „lákajú do hotového“. Protogonia (skoršia pohlavná aktivita samičiek) je vzácna (mäkkýše, aktínie). Výrazne sa uplatňuje chemická komunikácia prostredníctvom feromónov.

Typy reprodukčných skupín:

- *rodičovský pár*- samec a samica
 - *rodina*- rodičia a potomstvo,
 - *súrodenecká skupina*- potomkovia bez rodičov (časté u r- životných stratégií)
 - *príbuzenský zväzok*- viacej pokrvných príbuzných (rodín), napr. hlodavce, pavúkovce
 - *hniezdne kolónie*- nakopenie hniezd na vhodnom mieste pri zachovaní „minimálnej vzdialenosti jednotlivých hniezd (vtáci, tulene, mrože)
 - *polygamná rodina*, polygamné harémy (samec s viacerými samicami), vytvárajú ich páro aj nepárnokopytníci, plútvonožce, niektoré netopiere, šelmy). Opakom je polyandrie (viacej samcov na jednu samicu), ktorá chýba u cicavcov.
- nereprodukčné skupiny- účelom nie je reprodukcia, vznikajú vplyvom pôsobenia ekologických faktorov. Existujú mimo obdobia rozmnožovania, často ich vznik je výsledkom pôsobenia extrémnych EF (povodne, hurikány, požiare). Skupiny nie sú uzatvorené, mení sa počet jedincov v nich.

Typy nereprodukčných skupín:

- *agregácia*- náhodná heterotypická skupina, vzniká pri povodniach, požároch, víchriciach na chránených miestach, po ukončení pôsobenia vplyvov zaniká
- *konglobácia*- heterotypická skupina vznikajúca pri zdrojoch potravy, vody, úkrytoch
- *lovná skupina*- dočasná heterotypická skupina (pelikány + kormorány + volavky) alebo je tvorená jedincami jedného druhu (vlky)
- *tážna (migračná skupina)*- viacero jedincov, u vtákov tvoriacich typické letové formácie, Individuálne migruje kukučka obyčajná, žlna hájna. Viacero druhov opúšťa hniezdnu časť areálu (euareál), zimujú v euareáli (bocian biely, škvránok, strakoš veľký, trasochvosty). Pri migráciách je študované napr. príčiny migrácií, počet migrujúcich jedincov, výška migrácie, rýchlosť migrácie, orientácia migrantov vo dne a v noci, vzdialenosť migrácie.
- *kludová (odpočívajúca) skupina*- živočíchy s dennou aktivitou tvoria na noc na nocovištiach túto skupinu, často i heterotypickú
- *hibernujúca skupina*- na biotopoch s vysokou vlhkosťou, nízkou teplotou, v tme (štôlne, jaskyne) zimujú netopiere, hady v skupinách v dutinách stromov, v štrbinách skál, norách, larvy hmyzu zahrabané v substráte dna tečúcich a stojatých vôd, žaby a mloky, ježe európsky pod listím....
- *výmena peria (práchnutie)*- pri výmene peria sa znižuje schopnosť letu, vtáky sa zhromažďujú na chránených miestach (porasty pálky a trstiny v močiarioch, jazerách). Kačice prekonávajú vzdialenosti 3000 až 4000 km pri vyhľadávaní vhodných miest pre práchnutie.
-

2. Času, dĺžky trvania skupiny

- dočasné skupiny
- trvalé skupiny

3. Podľa zloženia (zastúpenie pohlavia)

- heterotypické skupiny- v skupine sú samce i samice, aj mimo doby rozmnožovania
- homotypické skupiny- skupinu tvoria len samci alebo samice, v dobe rozmnožovania sa pridružujú samce. Slony tvoria skupiny samcov a skupiny samíc s mláďatami. Srnčia a jelenia zver mimo ruje, v ruji a po nej sa vytvárajú harémy. Netopiere v lete vytvárajú skupiny samíc, ktoré rodia mláďaťa a kojí. Hibernujúca skupina netopierov je heterotypická, samce dokonca „budia“ samice za účelom párenia. Samice zobra európskeho (lesný druh) rodia mláďaťa individuálne, kravy bizónov sa zhromažďujú na chránených miestach „pôrodniciach“, kde rodia teľaťa. Podobne sajgy tatárske. Samice delfínov, slonov rodia v skupinách samíc, ktoré „asistujú pri pôrodoch“, chránia rodiacu samicu a mláďa pred predátormi.

4. Podľa miery sociability

- anonymná skupina- tvorená je veľkým počtom jedincov (čriedy antilop, sobov). Jedince sa navzájom nepoznajú, môžu sa voľne odlúčiť alebo pripojiť ku skupine. Hniezde kolónie vtákov, tučniakov.
 - *otvorená societa*- jedince môžu skupinu voľne opustiť alebo sa pridružiť, sociálna integrácia
 - *uzatvorená skupina*- početne bohaté skupiny (tzv. hmyzie štáty, termity, mravce, osy), v ktorých sa jedince navzájom „nepoznajú“. Identifikujú sa napr. nadindividuálnymi pachovými značkami (chemická komunikácia)
- neanonymná skupina- tvorená je menším počtom jedincov (svorky šeliem, rodiny). Jedince sa navzájom (pri návrate z lovu) pachovo identifikujú, často zložité rituály.
 - *otvorená societa*- jedince sa navzájom identifikujú, poznajú sa, vstupujú a opúšťajú societu (vtáky)
 - *uzatvorená skupina*- trvalé society, členovia sa poznajú, žijú spolu aj celý život (tlupy antropoidných opíc, šelmy, niektoré kopytníky). Navzájom sa identifikujú, noví jedinci sa obtiažne pridružujú, musia si svoje miesto v sociálnej skupine získať, vybojovať.

Přednáška č. 9 (demekologie)

1. Prostorové ohraničení populace, areál, fyto a zoogeografie
2. Rozmístění jedinců v populaci – disperze
3. Domovský okrsek (home range),
4. Teritorium, význam, velikost teritoria, funkčné zóny
5. Teritoriální chování

Ad. 1 Prostorové ohraničení populace, areál, fyto a zoogeografie

Všichni jedinci dané populace s diskretním výskytem (vyloučení náhodného výskytu, preference výskytu v souvislosti s rozmnožováním, zeměpisné souřadnice výskytu) osídluje vymezené území v určitém čase. Území s výskytem jedinců daného taxonu je jeho **areál**. Krajní body výskytu jedinců (znázorněné body) **jsou hranice areálu**.

Areál rostlin- fytoareál - fyto geografie

Areál živočichů – zooareál - zoogeografie

Problematiku areálu studuje biogeografie. Předmětem výzkumu jsou faktory a procesy vedoucí ke vzniku areálu, jeho zániku, změně velikosti, tvaru areálu a jeho výškové a horizontální rozložení, způsoby znázornění areálu, atd.)

Centrum areálu (optimum), okraje areálu (pesimum). Mnohé druhy využívají část areálu k rozmnožování = **euareál**. Zimují v jiném území, např. *Ciconia ciconia* (Středomoří, Afrika) = **epiareál**. Euareál + epiareál = holoareál.

Různá velikost areálu:

- kosmopolitní areál mají kosmopolitní taxony, tzv. ubikvisté (*Pteridium aquilinum*). Nazývají se také **eurychorní** areály (*Pinus sylvestris*, *Juniperus communis*, *Equisetum arvense*)
- mezochorní areály
- stenochorní areály jsou plošně malé (*Homogyne alpina*, *Onosma tornensis*), endemické druhy (ostrovy Galapágy, Havaj, Tasmánie, Kuba – 50- 70 % endemitů; Kavkaz, Pyreneje, Balkán 5- 20% endemitů). Mezochorní areály mají reliktní druhy, přežívají v refugiu. Kriticky malý stenochorní areál je také tzv. **oligotopní**.
- reliktní druhy
- vikarianti- rozdělení druhu na nové taxony, osídlující podobné stanoviště

Podle polohy areálu

- cirkumpolární
- boreomontánní

Členění fytogeografické a zoogeografické terestrického a mořského biocyklu. Souvislý areál – kontinuitní, areál oddělený (izolovaný) – **disjunktivní**. Části disjunktivního areálu osídlené metapopulací jsou **arely**.

Ad. 2 Rozmístění jedinců v populaci – disperze

Disperze je používána ve smyslu prostorového rozmístění jedinců **navzájem** části (vzorkované) populace. Klasifikuje se typy disperze, která je výsledkem vzájemných

interakčních vztahů (sociability, kompetice) a vlastností stanoviště (prostorové nebo stanovištní niky).

Disperzue je také používána pro označení šíření organismů od určitého zdroje (hnízda, místa vylíhnutí).

Typy disperze:

- pravidelná
- nepravidelná
- shlukovitá (agregátní)
 - pravidelně agregátní
 - nepravidelně agregátní

Odum (1977)

Pro vnitřní stavbu většiny populací je v určitém čase charakteristický různý stupeň shloučení (agregace) jedinců. Agregace je výsledkem synergetického působení:

- stanovištních faktorů
- denních nebo sezónních změn počasí
- rozmnožování, produkci málo pohyblivých diaspor (semen), stupeň agregace se zvyšuje u vegetativní propagaci (*Vaccinium myrthyllus*, *Juniperus communis*)
- sdružování do sociálních skupin.

Agregace zvyšuje míru kompetice o zdroje (živiny, potravu, prostor, úkryty), to je vyváženo zvýšenou mírou přežívání jedinců v sociální skupině (společná obrana proti predátorům, snížená míra ulovení, sociální termoregulace, potravní altruismus, změna mikroklimy doupěte atd.). Míra agregace stimuluje růst jedinců ve skupině a přežívání.

Př. Odum (1977), graf z Oduma str. 288

- skupina ryb úspěšněji přežila jed ve vodě než jednotlivé ryby
- podobně ryby přežily ve vodě s jedem, ve které byly předtím ryby (biologická úprava vody rybami)
- termoregulace u sociálního hmyzu (včely, mravenci, termiti)

Alleeho princip (Allee et al., 1949, 1931, 1938, 1951 in Odum, 1977)- efekt vyplývající z agregace se snižuje při zředění populace, snížení počtu jedinců ve skupině (snižuje se míra sociální stimulace). Podobně negativní je ovšem i přehustění populace, které neúměrně zvyšuje konkurenci, vyvolává stres, migraci, kanibalismus atd. Alleeho princip zobecňuje důsledky **nízké i vysoké** populační hustoty. Jaké jsou konkrétní populační parametry je závislé na druhu organismu, jeho velikosti, postavení v trofickém řetězci, nárokům na potravu, využití krajiny, „úživnosti“ domovského okrsku atd.

Alleeho princip je aplikovatelný i na lidskou populaci, sociální a psychologické limity života v „městských aglomeracích)

Disperzi dělíme na lineární (vlaštovka obyčejná před odletem) a prostorovou (kormorání hnízda na stromě).

Ad 3. Domovský okrsek (home range)

Jedinci a sociální skupiny živočichů a rostlin upřednostňují pro život prostor (prostorovou niku), který jim poskytuje potřebné zdroje pro život a který poznají. Tedy jedinci nebo sociální skupiny omezují své aktivity na vymezenou plochu. Nazývá se

domovský okrsek (home range), myslivecká terminologie upřednostňuje název revír. Domovský okrsek vymezuje většina živočichů (cicavce, vtáky, obojživelníky, mnohé ryby, hmyz).

Ad 4. Teritorium

Část domovského okrsku, který je jedincem, zpravidla samcem (párem, sociální skupinou) s různou intenzitou hájený se nazývá **teritorium**. *V případě teritoria jsou jedinci nebo skupiny jedinců rozmístění pravidelněji, než by odpovídalo náhodnému osídlení vhodných stanovišť.* Teritorium je vyjádřením územní konkurence mezi jedinci téhož druhu. Je významnou formou *asymetrické* vnitrodruhové konkurence. Podle Begona et al., 1997 dochází k obraně exkluzivní části území před vetřelci rozpoznatelným vzorcem chování (= teritoriální chvání).

- **význam teritoria**

- má vliv na početnost populace, protože jedinci, kteří nezískali teritorium jsou zpravidla vyřazení z rozmnožování.
- příčinou formování teritoriality je v efektu získaném teritoriálním chováním, získáním teritoria- možnost založení potomstva, dostupnost potravních zdrojů, úkryty.
- větší teritorium snižuje pravděpodobnost ulovení predátorem (efekt větší rozptýlenosti sýkora x lasička, větší teritorium snižuje kanibalismus u sysla). Optimální velikost teritoria existuje a je významné, viz. velikost městských sídel. Ekologie člověka, anonymita, osamělost, problémy dopravy, likvidace odpadu atd. ve velkých sídlách

- **velikost teritoria**

- může být omezená na nejbližší okolí hnízda nebo doupěte
- zpravidla je teritorium větší území
- překrývání teritoria je známé např. u ještěrek

Velikost teritoria závisí na:

- velikosti druhu
- postavení v trofické pyramidě (trofickém řetězci)
- sociabilitě a počtu jedinců
- využití krajiny
- *potravní a úkrytové nabídce*

Příklady: hraboš polní (*Microtus arvalis*) 200 m², srnec horní (*Capreolus capreolus*) 1 km², jelen evropský (*Elaphus cervus*) 2-3 km², lev 20 km² (Serengeti 11 km²), tygr 20 km², orel skalní asi 50 km².

(Čs. ochrana přírody, 19, 1979) Výr velký v Severočeském kraji v letech 1963-1976. Vzdálenost hnízdybyly v průměru 5 -6 km, při dostatku potravy se vzdálenosti snížily na 3-4,5 km (extrémně na 1000m). Při dostatku potravy se hájení území omezilo na nejbližší okolí hnízda. Ve vzdálenosti 700 m byli registrováni 3 samci výra velkého.

Efekt získaný teritoriálním chováním musí být vyhodnocovaný spolu s náklady (energie a čas) vynaloženými na získání a hájení teritoria.

- **znovuobsazení teritoria**

Odum, 1977, str. 290

Je-li teritorium opuštěné, bývá brzy obsazené jinými jedinci (nevyužitá nika).
Př. sýkora koňadra byla pokusně odstraněna z lesního teritoria, to bylo osídleno ptáky nelesních biotopů (okraj polí, křoviny), kde byla úspěšnost osidlování nižší.

- **klasifikace teritoria**

- podle času

- a) dočasné- drozdi se v době rozmnožování izolují do teritorií, na zimu se shlukují do hejn
 - b) trvalé- (plazi, ryby, ptáci tzv. potravní teritoria, lišky, jezevci)

- podle počtu jedinců (míry sociability)

teritorium	individuální
	rodinné
	příbuzenské

- **funkční členění teritoria**

(Veselovský s.146)

Rozmnožovací teritoria

Potravní teritoria

- cvírbik chochlatý *Vanellus vanellus* – revír pro páření – hnízdní – zimování
- jezevec
- krtek

Ad. 5 Teritoriální chování

Teritorialita je příkladem **asymetrické konkurence**. Teritorialita označuje mechanismy, kterými jsou jedinci nebo skupiny jedinců dané populace od sebe **vzájemně oddalování**. Teritorialita je známá u vyšších živočichů a rostlin, ale i u mikroorganismů. U živočichů je teritorialita výsledkem složitých vzorců etologických projevů (základ ve vyšší nervové soustavě), u mikroorganismů je založeno „oddalování“ na chemických základech (alelopatické působení).

Teritorialita snižuje populační hustotu pod kritickou úroveň nasycení, zabraňuje vyčerpání zdrojů, snižuje konkurenci o zdroje.

- získávání teritoria
- obrana

- **značení teritoria**

1. Opticky- krabi rodu *Ocypode* si staví u chodby pyramidu z písku, samci antilop vylézají na vrcholy termišť a tam pózují
2. Akusticky- zpěvem, smačci sýkory koňadry mění až 6x hlasový projev a tím vyvolávají dojem vyšší hustoty osídlení. Akusticky značí teritorium primáti gibboni, vřeštani, orangutani. Také gekoni, žáby
3. Pachovo močí trusem slinami, výlučky pachových kožních, předočních atd. žláz. Hroši rozmetají trus ocasem na značkovací místa.
4. Elektrickým polem označují teritorium některé ryby

Prednáška č. 10 (demekológia)

1. Kvantitatívne znaky populácie: početnosť, hustota populácie
2. Ekologická a hrubá populačná hustota, Alleho princíp
3. Metódy určovania početnosti populácie (cenzus, Lincol-Petersonov index atď.)
4. Migrácia ako faktor ovplyvňujúci početnosť a hustotu

Ad. 1 Kvantitatívne znaky populácie - početnosť, hustota populácie

Populácia je, ako bolo uvedené v úvode do demekológie, nositeľom kvantitatívnych a kvalitatívnych (štrukturálnych) vlastností. Základnou charakteristikou populácie je počet (**abundancia**) jej jedincov, resp. zmeny počtu (početnosti) v čase. Je to základný vstup pre hodnotenie stupňa ohrozenia podľa metodiky IUCN ver. 3.1. Samotné zisťovanie počtu jedincov populácie, lokálnej populácie alebo jedincov populácie na malom území (lokalite) je časovo náročné. Výsledok má rôznu výpovednú hodnotu. Veľkosť populácie môžeme vyjadriť aj v jednotkách hmotnosti (g, kg, t) ako čerstvú biomasu alebo sušinu na jednotku plochy alebo objemu.

- *početnosť, abundancia* vyjadruje absolútny alebo relatívny počet jedincov populácie alebo jej časti
- *hustota (denzita)* je daná počtom jedincov na jednotku plochy (cm^2 , m^2 , km^2 ...). U živočíchov a rastlín žijúcich vo vode, pôde (médiu, trojrozmerný priestor).

Ad 2. Ekologická a hrubá populačná hustota

Denzita sa spravidla vyjadruje veľkosťou populácie na plochu alebo objem, kde jedinci hodnotenej populácie skutočne žijú a majú podmienky pre rozmnožovanie. Ekologické faktory umožňujú existenciu populácie na stanovišti. V takom prípade sa jedná o **ekologickú hustotu** (niekedy nazývanú aj špecifická hustota populácie). Niekedy sa denzita hodnotenej populácie (jej časti) vyjadruje na jednotku plochy (administratívny celok, geomorfologická jednotka). Je evidentné, že na niektorých územiach druh nemôže dočasne alebo trvale žiť (napr. vodné nebo lesné druhy) na celom území Slovenska. V takom prípade hovoríme o **hrubej populačnej hustote**. Okrem rôznej výpovedacej hodnoty ekologickej a hrubej populačnej hustoty je z ekologického hľadiska významné načasovanie obdobia potreby zvýšeného prísunu potravy (kremenie mláďat) a vrcholiacej ekologickej hustoty. Aj vo vodných nádržiach sa koncom leta, pri maximálnom poklese hladiny vody, zvyšuje ekologická hustota rýb (sú výskytom koncentrované na miesta zostatkovej vodnej plochy). Úspešnosť lovu rýb sa zo zvyšujúcou ekologickou hustotou zvyšuje a tým sa zvyšuje aj šanca dochovania mládat.

Alleho efekt (princíp) zovšeobecňuje poznanie populačnej ekológie, že vysoká aj nízka populačná hustota je pre prežívanie populácie riziková. Pri vysoké populačné hustote dochádza ku konkurencii o zdroje, zvyšuje sa stress. To vyvoláva mnapr. migráciu časti populácie na nové územia, postupné prispôbovanie na iné zdroje, vyvoláva kanibalizmus, kranizmus (zabíjanie vlastných mláďat pri nedostatku potravy), psychické stvy s následkom smrti (hypoglykemický šok). Pri nízkom početnom stave populácie sa znižuje jej genetická diverzita, zvyšuje sa riziko vyhynutia v prípade prírodnej katastrofy (alebo ľudskej činnosti). Alleho efekt zobecňuje aj ekologický význam hustoty a agregácii. Počet individuí, ktoré prežívajú je závislý od hustoty populácie a hustota je o to väčšia, čím menšia je agregácia (shluk).

Ad. 3 Metódy určovania početnosti populácie

Pre určovanie početnosti populácie (celej alebo jej časti) sa používajú metódy:

- **stanovenie absolútnej početnosti** (census). Stanovujeme celkový počet jedincov hodnotenej populácie na vymedzenom priestore (poľovný revír, národný park, geomorfologický celok atď.). Základnými metodickými požiadavkami predpokladmi pre použitie tejto metódy je:
 - musí byť zabezpečený dostatočný počet spolupracovníkov - sčítateľov
 - sčítanie musí prebiehať na vymedzenom území v jeden čas
 - sčítanie je použiteľné u veľkých živočíchov, ktoré nie sú extrémne pohyblivé
 - sčítane druhu nežijú skrytým spôsobom života.

Metóda cenzu je zraniteľná zmenou počasia, pri zníženej viditeľnosti (dážď, hmla) sa musí ukončiť a opakovať. Metóda sa používa pre stanovenie počtu populácii ohrozených druhov (vlk, medveď, rys, kamzík) a pre stanovenie jarných kmeňových stavov vybraných druhov poľovnej zveri (zajac, bažant, sviňa divá...).

Pri jeseňom spočítavaní kamzíkov v TANAPe na slovenskej aj poľskej strane na jeseň 2005 bolo zistených 486 kamzíkov, z toho 62 mláďat. Sčítanie umožňuje analyzovať aj vekovú a sexuálnu štruktúru čried. Sčítanie prebiehalo 2 dni a je považované za kontrolu výsledkov celoročného monitoringu. Stav kamzíkov sa stabilizuje, zvyšuje sa počet mláďat. Uvádzané početné stavy rezortmi MŽP (aj o polovinu nižšie počty) a MLaVH SR (vysoké počty u šeliem- žiadosti o regulačný odstrel) sa rozchádzajú. Rádovo rozdielne údaje (ochranári x poľovníci) nie sú výsledkom štatistickej chyby alebo použité metodiky. Ale výsledkom rezortných záujmov. Som toho názoru, že údaje uvádzané ochranármi sú bližšie skutočnosti.

- **relatívne (indexové) metódy** sú založené na odhade, vzorkovaní resp. indexovaní (výpočtu) hodnotenej populácie, jej časti. Relatívne metódy sa používajú všade tam, kde nemôžeme jedince fyzicky sčítavať. Je to prípade, že:
 - jedince hodnotené populácie žijú skrytým spôsobom života (vo vode, v pôde, v hrabanke, sú aktívne v noci)
 - sú veľmi pohyblivé
 - sú mikroskopické
 - na jednotku plochy alebo objemu ich je veľký počet.

Prehľad vybraných relatívnych metód:

1. Vzorkovanie populácie

Sčítavanie jedincov skúmané (vzorkované) populácie. Počty jedincov sa zisťujú z plôch (štvorcové, transekty) rôznej veľkosti, ktoré sú (náhodne) umiestňované na skúmané ploche. Výsledky sú ovplyvnené veľkosťou sčítacej plochy (čím väčšia plocha, tým presnejší výsledok) a jej umiernením. Pred použitím metódy je potrebné zistiť aké je rozmiesnenie jedincov hodnotenej populácie.

2. Vzorkovanie opakovaným odberom

Metóda je založená na princípu opakovaného odberu jedincov z plochy, na ktorú sa nevracajú. Na os y sa vynáša veľkosť úlovku, na os x vynášame počet všetkých odlovených jedincov. Spojnica bodov pretne os x v bode označujúcom 100% odberu všetkých jedincov.

3. Opakovaný odber značených jedincov (Lincol-Petersonov index)

Metóda je založená na pomere súčinu odlovených jedincov k počtu označených jedincov. Označíme jedince získané odlovom (odchytom) bez ich poškodenia a vypustíme ich. Pri druhom odlove značíme počet odlovených jedincov a počet označených jedincov. výslednou hodnotu počtu jedincov z danej lokality upravujeme smerodajnou odchýlkou a konfidenčným intervalom pre 95% pravdepodobnosť. Získame interval počtu jedincov vzorkovanej populácie, napr. početnosť populácie je od 850 jedincov do 1150 jedincov.

4. Odhad počtu jedincov pomocou indexov

Metóda je založená na počtoch jedincov na jednotlivé pasce, smyky, feromónové lapače. Na počtoch vtákov pozorovaných v určitom priestore (línii, kruhu) za jednotku času: Na počtu požerkov atď.

Disperziu (rozmiestnenie) a hustou jedincov populácie ovplyvňujú viaceré faktory. Je to napr. *heterogenita* (diverzita) *krajiny*. Krajina s vysokou diverzitou krajinných zložiek a prvkov (biotopová diverzita, široká ekologická nika) poskytuje väčšie množstvo diverzifikovanejších zdrojov. To je predpokladom existencie vyššieho počtu populácií o vyššom počte jedincov. Umožňuje existenciu aj potravných a stanovištných špecialistov, endemitov a reliktov. Opakom sú *odpudivé zóny*, okraje komunikácii, sídiel, intenzívne využívané územia, priemyselné komplexy, znečistené vodné prostredie.

Ad. 4 Migrácia ako faktor ovplyvňujúci početnosť a hustotu

Priestorová aktivita je významným prejavom živočíšnych a rastlinných populácií. Rozoznávame aktívny pohyb u rastlín (tropismy, nastie) aj živočíchov (lokomócia atď.). Schopnosť pohybu sa označuje ako vagilita alebo mobilita. Mobilita je chápaná ako súbor zmien miesta výskytu jedinca alebo populácie za jednotku času. Miera migrácie je druhovo špecifická a je ovplyvnená vlastnosťami prostredia. U sýkory veľkej zostáva 35 % mláďat na demotopu, vážka *Aeshna arctica* má 75 % migrujúcich imág.

Živočíchy sú vo všeobecnosti pohyblivé, u sesilných (prisadnutých) foriem sú pohyblivé v larválnom štádiu (polypovce, medúzovce, koralí, hubky...). Aktívny pohyb umožňuje **migráciu**. **Disperzia** je rozptyl jedincov z nejakého bodu (hniezda) alebo od seba (mladá korytnačka alebo krokodýl po vyliahnutí).

Aktívnym pohybom je:

- lokomócia- lezenie, plazenie, let, plávanie, beh...

Pasívnym pohyb - **chorie** (premiestňovanie) aj na veľké vzdialenosti

- anemochórie- vetrom aeroplankton, motýľe, vážky (*Anax junius* - hurikánom zavlčené z Južnej Ameriky do Európy)
- hydrochórie- vodou
- zochórie- živočíchmi
- antropochórie- človekom.

Chorie sú významným faktorom šírenia nepôvodných druhov, viaceré sa prejavujú ako *invázne druhy*. Organizmy využívajúce chóriu sú prispôbené vzdušnými vankúšikmi (peľové zrná), nažky bodliakov, trojzobca, lipkavca majú háčiky, alebo plody majú dužinaté osemenie a sú prenášané v tráviacom trakte.

Definícia: *Migrácia je hromadný smerovaný pohyb veľkého počtu jedincov spravidla jedného druhu. Pri migrácii sa uvažuje so spätným návratom.*

Členenie pohybovej aktivity v rámci populácie:

- disperzita, pobiehanie, premiestňovanie- pohyb v priestore teritória, domovského okrsku
- emigrácia- vyst'ahovanie- pohyb mimo územia teritória, často aj hraníc areálu
- imigrácia- pohyb z okolia na určitú plochu (napr. do stredu areálu, regresia areálu z dôvodu zhoršovanie podmienok prostredia
- irrupcia- hromadné, masové vyst'ahovanie- premnoženie, vyčerpanie zdrojov, irrupcia je nevratný proces s návratom len jednotlivých jedincov
- komigrácia- súbežný pohyb predátora sledujúceho potenciálnu korisť.

Klasifikácie migácií:

- anadrómna migrácia- z morí do riek, losos (slaná voda x sladká voda)
- katadrómna migrácia- z riek do moria, úhor.

Faktory podmieňujúce migráciu

- potravná ponuka- migrácie bizónov, sobov, kytovcov, zmenou nadmorskej výšky, vo vodnom stĺpci
- rozmnožovanie- hniezdiská vtákov, lososovitých rýb, úhorov, morské korytnačky
- klimatické vplyvy- ročné obdobia, miesta hibernácie.

Zvláštnosti migrácie

- individuálna kolektívna migrácia
- veľkosť a forma migrujúcich skupín
- doba migrácie
- v noci nočné vtáky, motýle, mihulovce
- vo dne dravé vtáky, hmyz
- rýchlosť migrácie- kačica chrapka 120 km/h, včela 9 km/h, antilopy 60 km/h
- migračná vzdialenosť- bocian biely z Európy do delty Nílu alebo južnej Afriky 13000 km, mlynárik kapustový 50 -200 km, losos 1200-2000 km, sob 800-1000 km
- orientácia
- v noci súhvezdia, geomagnetické pole Zeme
- vo dne postavenie Slnka, lokálna topografie
- letová výška- hmyz 0,3 – 3 m nad zemou, motýle 90 -130 m, žeriav 4600 m.
- jednosmerná migrácia- žltáček, babočky
- migrácia „jednou tam a späť“ úhor riečny, loso.

Prednáška č. 11 (demekológia)

1. Natalita, mortalita
2. Demografický rozbor populácie
3. Pomer pohlavia v populácii
4. Veková štruktúra a vekové pyramídy,
5. Štruktúra biomasy, hmotnostná štruktúra
6. Sociálna štruktúra populácie.

Ad. 1 Natalita, mortalita

Populácia ako otvorený, dynamický systém má aj svoje vlastné skupinové atribúty. Natalita (množivosť, u ľudskej populácie to je pôrodnosť) a mortalita (úmrtnosť) sú procesy, ktorých výsledkom je populačný rast na jednej strane a úbytok jedincov hodnotenej populácie na strane druhej. Natalita a mortalita sa navzájom ovplyvňujú priamou aj nepriamou spätnou väzbou, dôležité sú individuálne vlastnosti jedincov a ich fitness. Oba procesy ovplyvňujú životné prostredie populácie a prostredie ovplyvňuje natalitu a mortalitu v určitom čase. Výsledný početný stav populácie, resp. jej populačná hustota je výsledkom vzájomného pôsobenia ďalších procesov ako migrácia, prírodné katastrofy, prípadný predačný tlak, antropická činnosť.

- **natalita (množivosť)** je vrodenná schopnosť jedincov v populácii rozmnožovať sa. Natalita sa niekedy označuje aj ako realizované plodivosť, tj. schopnosť plodiť potomstvo.

V ekológii rozumieme natalitou produkciu nových jedincov za jednotku času a to narodením, vyliahnutím, delením, vypučaním atď. Natalitou sa realizuje zákon o zachovaní druhu. Genetický potenciál natality je druhovo špecifický, realizoval by sa v prípade optimálnych podmienok prostredia (absencia chorôb, predátorov, dostatok a optimálne zloženie potravy, dostatok vhodných úkrytov, vyhovujúce klimatické podmienky) a fyzického (dobrý fitness, absencia parazitov) a psychického stavu organizmov. V takom prípade by sa realizovala **fyziologicalká (maximálna)** natalita. Pretože sa faktory podmieniajúce fyziologickú natalitu v ekosystémoch reálne odlišujú od optima, fyziologická natalita sa realizuje len zriedka. Produkcia potomstva je nižšiačo je výsledok pôsobenia ekologických faktorov. Jedná sa o **ekologickú (realizovanú)** natalitu. Matematicky je možné početné zmeny v populácii za určitý čas vyjadriť vzťahom:

$$\text{natalita} = \frac{\Delta N}{\Delta t}, \text{ vyjadruje prírastok jedincov za jednotku času,}$$

kde ΔN je prírastok jedincov v populácii
 Δt je časové obdobie (hodina, deň, rok).

Pokiaľ prírastok dáme do pomeru s počiatočným stavom populácie N_0 (počet jedincov v určitom čase t), dostaneme:

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} \cdot N_0^{-1}, \text{ uvedený vzťah vyjadruje vnútornú rýchlosť (špecifickú rýchlosť)}$$

populačného rastu (r), teda:

$$r = \frac{\Delta N}{\Delta t} \cdot N_0^{-1}.$$

Uvedený vzťah môže vyjadrovať aj zmenu populačnej hustoty za určitý časový úsek (t), čo môžeme vyjadriť diferenciálnou rovnicou :

$$r = \frac{dN_t}{dt} \cdot N_t^{-1}.$$

- **mortalita (úmrtnosť)** je úbytok, alebo hynutie jedincov v populácii. Pokiaľ je mortalita vyjadrená ako úbytok jedincov v populácii za jednotku času, vyjadruje rýchlosť úmrtnosti.

U mortality rozlišujeme **teoretickú (minimálnu)** úmrtnosť, je konštantná pre danú populáciu. Minimálna úmrtnosť by sa realizoval v prípade optimálnych (neobmedzujúcich) podmienok, v ktorých jedince populácie žijú. Mieru úmrtnosti zvyšujú reálne pôsobiace faktory prostredia a kondícia jedincov populácie. Azda najvýznamnejším faktorom je predácia. Skutočná mortalita sa nazýva **ekologická (realizovaná)**. Mortalita (pozri tabuľky prežívania) je vysoká u „r“ stratégov, juvenilných vývojových štádií, premnožení predátorov a pri nepriaznivých klimatických podmienkach súvisiacich s hladovaním.

Pr. vrabec poľný: z 1000 mláďat dožilo poľ roka 67 jedincov, jedného roka 35 jedincov a dvoch rokov 24 jedincov.

Ad. 2 Demografický rozbor populácie

Demografický rozbor populácie, dynamika jej zmeny, je zrejme hlavným cieľom štúdia ekológie populácií. Niektoré z nich boli formulované už v 18. storočí pre ľudskú populáciu T. Malthusom⁵. Komplikácie štúdia populácii vyplývajú z viacerých príčin:

- princípy populačného rastu boli formulované a zovšeobecňované pred obdobím získania exaktných poznatkov
- ďalším problémom je matematické vyjadrovanie zložitých holistických vzťahov, ktoré sú nutnou mierou zjednodušenia
- pre väčšinu biológov je problémom sa v nich orientovať.

Ekologická dimenzia populácie je algoritmom stanovenia postupu stanovenia početného stavu populácie pre súčasný alebo budúci čas. Použité symboly:

N_{present} - stav populácie v súčasnosti (taktiež N_t)

N_{past} - počiatočný počet jedincov v určitom čase v minulosti (N_{t-1})

N_{future} - stav populácie v budúcom časovom okamihu (N_{t+1})

B - (birth, natalita) prírastok jedincov narodením

D - (death, mortalita), úbytok jedincov smrťou

I - prírastok jedincov v populácii imigráciou

E - úbytok jedincov emigráciou.

Počet jedincov môžeme stanoviť pre:

- súčasnosť ako:

$$N_{\text{present}} \text{ (alebo } N_t) = N_{\text{past}} (N_{t-1}) + B + I - D - E$$

- pre budúcnosť ako:

⁵ Thomas Robert Malthus (1766-1834) anglický kňaz a ekonóm, formuloval „populačný zákon“ o geometrickom prírastku ľudskej populácie a produkcia potravín (zdroje) „len“ aritmetickou radou. Malthus (maltusiáni) predpokládajú demografickú krízu. Ako regulačný faktor počtu ľudskej populácie uvažujú epidémie, války, reguláciu pôrodnosti. Teória prispela k poukázaniu na globálne problémy ľudstva v prvej správe Rímskeho klubu (Meadows, D., H., 1972: The Limits to Growth, Oxford, University Press, New York).

$$N_{\text{future}} \text{ (alebo } N_{t+1}) = N_{\text{present}} (N_{t-1}) + B + I - D - E.$$

Cieľom štúdia ekológie populácie je stanoviť N_{present} a predpovedať N_{future} pomocou populačných procesov. Z nich najvýznamnejšie sú demografické charakteristiky - natalita, mortality a migrácie.

Pri hodnotení demografie populácií vychádzame z dvou charakteristik populácií:

- **populácie s neprekrývajúcimi sa generáciami**

majú za život len jedno reprodukčné obdobie. Pri hodnotení demografie začíname *počiatočnou* (nultou) generáciou v ľubovoľnom čase (N_0). Z úvodnej charakteristiky vyplýva, že v predošlej generácii zahynuli všetky jedince a boli nahradené „ λ “ novým potomstvom. Doba generácie je definovaná dĺžkou sezóny, pretože sa, ako bolo uvedené, generácie neprekrývajú. Dôležitou charakteristikou tohto modelu (aj keď teoretickou) je predpoklad, že jedince majú pred reprodukciou nulovú mortalitu. Veľkosť populácie na konci 1. hodnotenej sezóny je:

$$N_1 = \lambda \cdot N_0, \text{ v druhej sezóne } N_2 = \lambda \cdot N_1 \text{ tj. } N_2 = \lambda \cdot (\lambda \cdot N_0) = \lambda^2 \cdot N_0,$$

obecne po t sezónach $N_t = \lambda^t \cdot N_0$. Parameter λ sa nazýva *konečná rýchlosť rastu* populácie. Jej hodnota je vzťahnutá k rýchlosti populačného rastu akéhokoľvek jedinca v priebehu sezóny.

Model opisujúci rýchlosť rastu λ popisuje geometrický rast, je to exponenciálny model populačného rastu (pozri prednáška 12).

Príklad: Aká bude veľkosť populácie za päť rokov?

Populácia má 10 samičiek, každá vyprodukuje 300 vajíčok 150 samčekov a 150 samičiek).

$N_5 = 150^5 \cdot 10 = 759\,375\,000\,000$ samičiek. V prírodnom prostredí sa takýto rast neuskutoční, mortalita pred reprodukciou znižuje počet jedincov. Z uvedeného príkladu môžeme zobecniť, flukтуаčné cykly (premnoženie) najmä u hmyzu sa z väčšiny vajíčok dospelce nevyliahnú.

- **populácie s prekrývajúcimi sa generáciami**

jedince sa rozmnožujú opakovane spolu s jedincami z predchádzajúcich reprodukčných cyklov. Populáciu tvorí jedince rôzneho veku, jedince sa môžu množiť kontinuálne, v pravidelných cykloch, alebo tvoria *diskrétnu* populácie. Rozmnožujú sa v určitom čase. Aj keď sa model prekrývajúcich populácií približuje reálnym podmienkam, pre zjednodušenie uvažujeme, že sa natalita a mortalita v priebehu hodnoteného obdobia nemení.

Ad. 3 Pomer pohlavia v populácii

Pomer pohlavia (podiel samcov a samíc v populácii) je štruktúrna (kvalitatívna) charakteristika populácie. Pomer pohlavia nie je konštantný, mení sa a je závislý na vekovej štruktúre populácie, populačnej hustote, klimatických faktoroch). Štatisticky je pomer samcov a samíc 1 : 1 (0,5 : 0,5). Nositeľom dynamiky populácie sú samice, ich zastúpenie je rozhodujúce a je vyjadrené **sexuálnym indexom** = *podielom samíc/celkový počet jedincov*. Populácie v progresívnom vývoji (vysoký počet reprodukcie schopných samíc) majú sexuálny index blízky 1.

Pomer pohlavia sa mení v korelácii s vekovými kategóriami. Vek (čas) je v tomto prípade funkcia miery ovplyvnenia pohlavia (vyššia úmrtnosť samcov pri lovu, ochrany teritória, rozdielnou mortalitou samcov a samíc...). V ekológii rozlišujeme:

- *primárny pomer pohlavia* – je daný vznikom zygoty, štatisticky je 1 : 1,
- *sekundárny pomer pohlavia* – je pomer samcov a samíc pri narodení. Odchýlky sú spôsobené napr. výškou teploty pri inkubácii vajíčok pri plazoch, hmyze
- *terciárny pomer pohlavia* – je pomerom samcov a samíc pri dosiahnutí schopnosti reprodukcie.

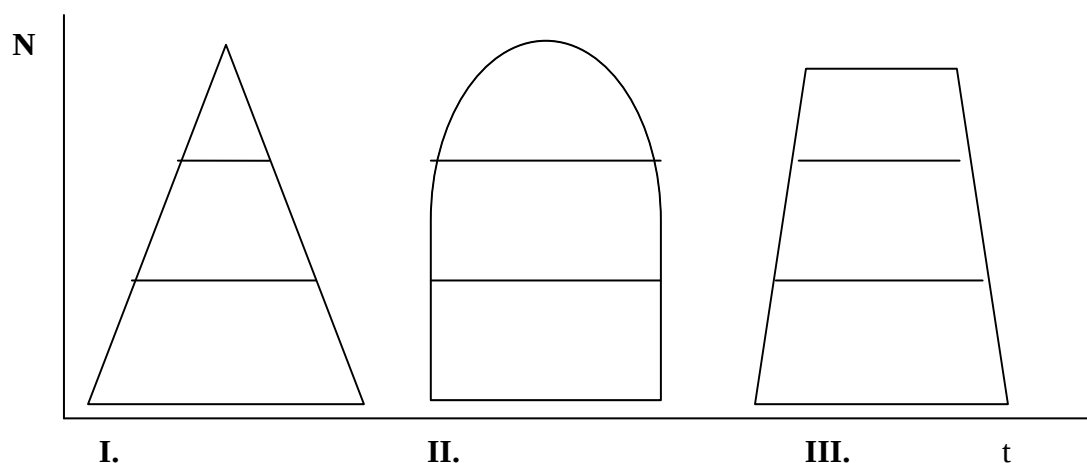
Príkladom rozdielov sú partenogenetické populácie (chýba samčie pohlavie) u niektorých rovokrídlavcov, strašieliek, motýľov a chrobákov. Chránená a vzácna kobylka *Saga pedo* je z nášho územia známa len ako samice. Vošky majú obojpohlavné generácie až na konci sezóny. Z oplozených vajíčok sa na jar liahnu len samičky.

Ad. 4 Veková štruktúra a vekové pyramídy, štruktúra biomasy

Veková štruktúra je významná kvalitatívna charakteristika populácie, je ukazateľom jej ďalšej perspektívy vývoja. Zistenie vekovej štruktúry populácie je dôležitý údaj pre potreby ochrany prírody. Napr. u poľovnej zveri zisťovanie zastúpenia vekových tried (a jarných kmeňových stavov) je povinnosťou poľovného hospodára a je dôležitým kritériom chovateľskej práce poľovného združenia. Vekovú štruktúru určujú *vekové kategórie* (vekové triedy). U modulárnych typov organizmov je stanovenie vekových tried problematické. Výhodnejšie je použiť iné kvalitatívne charakteristiky populácie, napr. stanoviť štruktúru hmotnostnú, veľkostnú. Pre unitárne typy organizmov sa stanovujú základné vekové triedy:

- prerreproduktívna (juvenilná) veková trieda (často dlhé obdobie, larvy hmyzu vážok až 5 rokov)
- reprodukčná (subadultná) veková trieda (časovo krátke obdobie)
- postreproduktívna veková trieda (reprodukcie neschopní jedinci, chýba u hmyzu).

Veková charakteristika populácie sagraficky vyjadruje vekovými pyramídami (obr. 7).



Obr. 7 Vekové pyramídy hypotetických populácií

- I. populácia má reprodukčný potenciál, zastúpené sú juvenilné jedince, progresívna populácia
- II. populácia speje k tendencii populačnej stagnácie, menšie množstvo juvenilných jedincov, stabilná populácia
- III. populácia je ohrozená vymretím.

Podľa poznatkov populačnej dynamiky, má populácia tendenciu vytvoriť ustálenú vekovú skladbu a aj v prípade pribúdania nových jedincov imigráciou. Vekové triedy umožňujú kvantitatívne vyjadrenie natality a mortality. Nevýhodou je, že vek nemusí byť najlepším ukazovateľom „biologického stavu“ populácie, napr. dlhoveké rastliny sa môžu reprodukovať a zároveň rastú, alebo rastú a neprodukujú diaspóry.

Ad. 5 Štruktúra biomasy, hmotnostná štruktúra

Biomasa je hmotnosť populácie v danom čase. Delíme ju na nadzemnú a podzemnú biomasu u rastlín a stromov (korene). Biomasu vyjadrujeme v hmotnostných jednotkách ako hmotnosť živých jedincov, sušiny, popeloviny, vybraného biogénneho prvku, viazanou energiou. Stanovenie biomasy je nevyhnutné v produkčnej ekológii, stanovuje sa často pre typy biotopov (ekosystémov).

Ad. 6 Sociálna štruktúra populácie.

Sociálna štruktúra populácie je výsledkom tendencie združovania – sociability. Bližšie je problematika spracovaná (sociálny efekt, triedenie skupín) v prednáške 8. Sociálna štruktúra je študovaná v etológii (náuka o chovaní zvierat), témy:

- organizácia soc. skupiny- alfa pár
- podriadení jedinci
- klovací poriadok
- postavenie samíc a mláďat v skupine
- príčiny a dôsledky rozpadu soc. štruktúry.

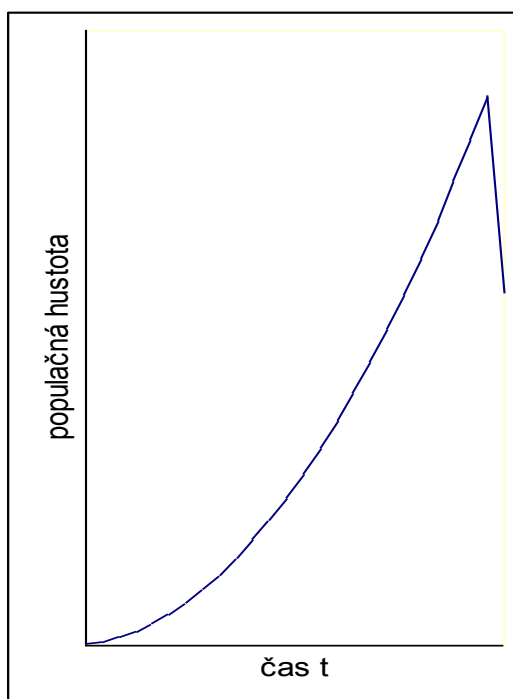
Prednáška č. 12 Úvod do populačnej ekológie (Demekológia)

1. Exponenciálny a sigmoidálny (logistický) rast populácie
2. Kolísaní početnosti populácie - oscilácia a fluktuácia a jej príčiny
3. Celková dĺžka života, tabuľky a krivky a prežívania (kohorta),
4. Samozreďovanie.

Ad. 1 Rastové krivky populácie

Vyjadrujú dva základné typy „stratégie“ populačného rastu. Matematický model populačného rastu v závislosti na veľkosti populácie (N) v čase t (N_t) a pod vplyvom čistej rastovej rýchlosti (R) má dve varianty:

- **Exponenciálny typ populačného rastu (krivka typu „J“, obr. 8**



Obr. 8 Exponenciálna rastová krivka

Prípád **neobmedzených zdrojov**, bez odporu prostredia, $R > 1$ populácia neobmedzene rastie, chýba regulujúci vplyv odporu prostredia (konkurencie, predátori, choroby). Uplatňuje sa vnútorná miera prirodzeného rastu (fyziologická natalita). Výsledkom je exponenciálna krivka „neobmedzeného“ rastu populácie.

$$r = \frac{\Delta N}{\Delta t} \cdot N^{-1},$$

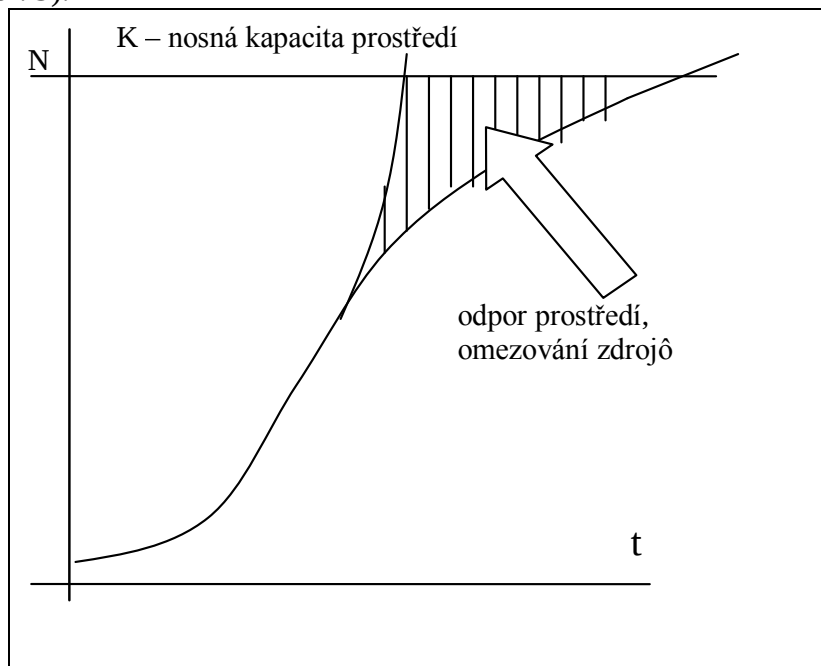
Uvedený vzťah môže vyjadrovať aj zmenu populačnej hustoty za určitý časový úsek (t), čo môžeme vyjadriť diferenciálnou rovnicou :

$$r = \frac{dN_t}{dt} \cdot N_t^{-1}.$$

Pokiaľ je časový úsek *veľmi* malý, okamžitá vnútorná rýchlosť rastu sa stáva vnútornou rýchlosťou rastu. Treba poznamenať, že v uvedenom prípade sa jedná o exponenciálny typ (obr. 8) populačného rastu, kedy neuvažujeme odpor (retardačný) vplyv prostredia na populáciu. Jedná sa teda o kontinuálny prírastok, a podľa vlastností prostredia a potenciálu populácie aj kontinuálny úbytok jedincov populácie. Aj keď početný exponenciálny rast nie je neobmedzene možný, uskutočňuje sa ako počiatočná fáza aj sigmoidálneho (logistického) typu populačného rastu. U neho uvažujeme vplyv prostredia a ďalšie faktory, označované ako *nosná kapacita prostredia* K (nie sú podmienky pre rast populácie, ktorej rýchlosť početného rastu poklesla na nulovú hodnotu). Pokračujúci exponenciálny rast populácie je málo častý typ populačného rastu. Počiatočnou fázou tohto typu rastu však prechádza väčšina rastlinných a živočíšnych populácií, napr. hmyz prvej generácie, jednoročné rastliny, riasy atd.

- **Sigmoidálny (logistický) rast populácie (krivka typu „S“)**

Jedná sa o častý prípad **obmedzených (vyčerpaných) zdrojov (potrava, úkryty, možnosti migrácie, vhodný priestor)**, prejavuje sa odpor prostredia, $R < 1$ populácia rastie obmedzene. Tento stav je reálny, problémom je identifikovať, čo všetko je „odporom prostredia“ (obr. 9).



Obr. 9 Logistický (sigmoidálny) populačný rast

$$r = \frac{\Delta N}{\Delta t} \cdot N^{-1} \cdot \frac{K - N}{K},$$

kde K = nosná kapacita prostredia.

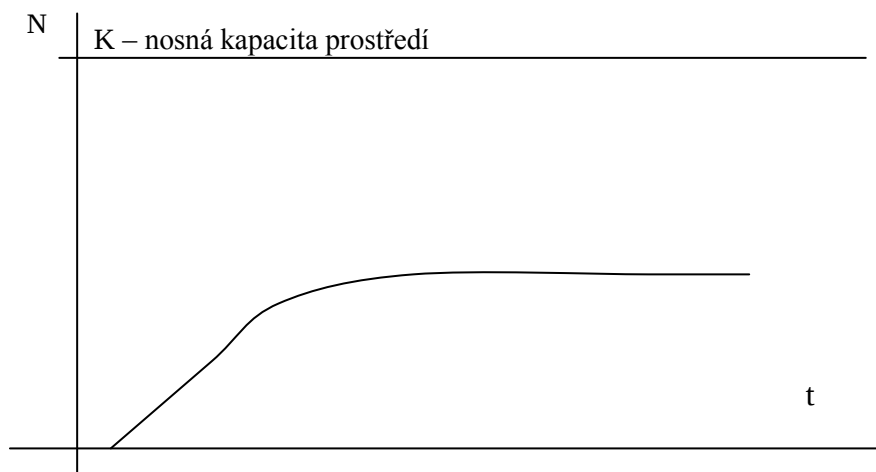
Nosná kapacita prostredia môže byť vyjadrená aj počtom jedincov, ktoré prostredie „uživí“.

Potom:

- Keď je populácia menšia ako $K \Rightarrow$ populácia rastie
- Keď je populácia väčšia ako $K \Rightarrow$ populácia klesá.

- **Regulovaná populácia**

Regulovaná populácia nevyužíva možnosti prostredia. Abundancia je ovplyvňovaná faktorom, obmedzujúci rast populácie. Príklad tzv. škodcov, ktorých početnosť je znižovaná chemickými prostriedkami (fungicídy, herbicídy, insekticídy), biologicky (aplikácia predátorov), mechanicky (agrotechnika). Môže to byť aj populácia, ktorá je „menežovaná“ poľovníckym obhospodarovaním (obr. 10).



Obr. 10 Regulovaná populácia

Ad. 2 Kolísání početnosti populace a její příčiny

Podle časového kritéria hodnocení populačních změn rozlišujeme:

- Oscilace

kolísání změn populační hustoty **během 1 roku**. V našich zeměpisných šířkách je rozmnožování synchronizované na jarní nebo i zimní období. U populací živočichů s více generacemi může být oscilační křivka více vrcholová.

graf oscilace

- Fluktuace

kolísání změn početnosti ve **víceletém období**. Víceleté kolísání je na úrovni malých a středních hodnot. Populace se nachází ve stádiu“

- latencie,
- progradácia, početný stav sa zvyšuje
- gradácia, vrchol početného stavu populácie
- retrogradácia
- latencia.

Gradační druhy- hraboš polní, lumík, sysel, saranče stěhovavá, mniška. Dochází u nich k pravidelným populačním cyklům přemnožení v průběhu několika let (6-8), populace graduje. Známe je u fytofágního hmyzu.

graf fluktuace

Příčiny kolísání populační hustoty

Kolísání populační hustoty je determinované vzájemným působením vnitřních a vnějších ekologických faktorů.

1. Vnější faktory

- abiotické

klimatické faktory, stanoviště, půda, vlastnosti vodního prostředí, rychlosti proudění vody, obsah kyslíku ve vodě, salinita, SO_x, NO_x

- biotické

kvalita, dostupnost potravy, predátoři, parazité choroby, člověk, úkryty, dostatek vegetace

2. Vnitřní faktory

Vztahy uvnitř populace, sociální vztahy, teritoriální vlivy, nenarušená hierarchie v sociální skupině.

Vnější faktory ovlivňují kolísání početnosti populace nepravidelně. Vnitřní faktory jsou cyklické, vyvolávají oscilační a flukтуаční změny početnosti populace.

Vnější faktory např. klimatické působí konstantně, nezávisle na dané populaci, její populační hustotě. Vnitřní faktory působí na hustotu nezávisle. Označují se také jako vnitropopulační mechanismy. Ovlivňují populaci prokazatelně závisle na její hustotě. Vnitropopulační mechanismy působí jako zpětná vazba – udržují homeostatickou rovnováhu populace (HR = dynamický proces změn hustoty populace kolem rovnovážného stavu.

Příčiny kolísání populační hustoty:

- Zhušťování jedinců v areálu, domovském okrsku populace. U hrabošů se v bojích likvidují pohlavně aktivní samci. Poměr pohlaví až 1♂ : 6♀♀.
- Stresové jevy stres vyvolává patologické chování. Fyziologicky dochází ve stresových situacích ke zvýšené činnosti nadledvinek, vyplavování adrenalinu, v játrech se odbourává glykogen na vyvážení psychického stresu. Agresivní chování přechází v trvalý stav, nedostatek glykogenu vede k hypoglykemickému šoku a ke smrti.
- klimatické příčiny, výzkum nepotvrdil periodicitu vlivu na početnost populace.
- Teorie interakcí uvnitř populace je prokázané, že změna hustoty populace je provázená změnami fyziologickými a genetickými. Mění se obsah hemoglobinu v krvi, množství tukové tkáně, věková skladba populace.
- teorie náhodného kolísání i přes komplikované interakce mnoha faktorů je v kolísání početnosti populace určitá zákonitost.
- interakce mezi trofickými úrovněmi. Vztah kořist x predátor herbivoři x vegetace.

Předpokládaný vliv predace na početnost populace kořisti není vždy předvídatelný.

Důvody:

- kořist není vždy náhodným vzorkem populace, často se jedná o hendikepovaného jedince.
- jedinci, kteří unikli predaci vykazují kompenzační reakci chování (produkují více potomstva).

Ad. 3 Celková dĺžka života, tabuľky a krivky a prežívania (kohorta),

- Celková dĺžka života

Je maximálny vek, ktorého sa jedinec za daných podmienok dožije. Podobne ako u natalita a mortality rozlišujeme:

- fyziologická dĺžka života, je druhovo špecifická, je to genetická dispozícia zachovania funkcie životných orgánov, metabolizmu, zmyslových orgánov atď.
- ekologická dĺžka života, je skutočná dĺžka života v daných podmienkach ekosystému. Určujú ju ekologické faktory ako predátori, klimatické podmienky, choroby, parazity, potrava...

- Tabuľky prežívania

Obsahujú údaje o početnom stave vývinových fáz hodnoteného taxónu živočicha. Pre zjednodušenie (určenie počtu jedincov za určitý čas) sa zaviedol termín **kohorta**.

Kohorta je množina jedincov hodnotenej populácie, ktorá sa narodila v určitom čase (deň, týždeň...). Jedince, z tohto obdobia sa počítajú ako narodené v jednom časovom období.

Fázy vývoja:

- vajíčko
- húsenica (larva)
- kukla
- dospelec (imágo)

Príklad: priadkovec borovicový (*Dendrolimus pini*), húsenice sa živia ihličím borovíc, pri premnožení „škodca“ na borovici:

- | | |
|--------------------|-------------------|
| - vajíčko | 3460 exempl. |
| - húsenica (larva) | 1730 |
| - kukla | 90 |
| - dospelec (imágo) | 2 motýľe (0,06 %) |

=> zovšeobecnenie:

- vysoká úmrtnosť juvenilných vekových štádií
- patrí medzi r (reprodukčné) stratégie.

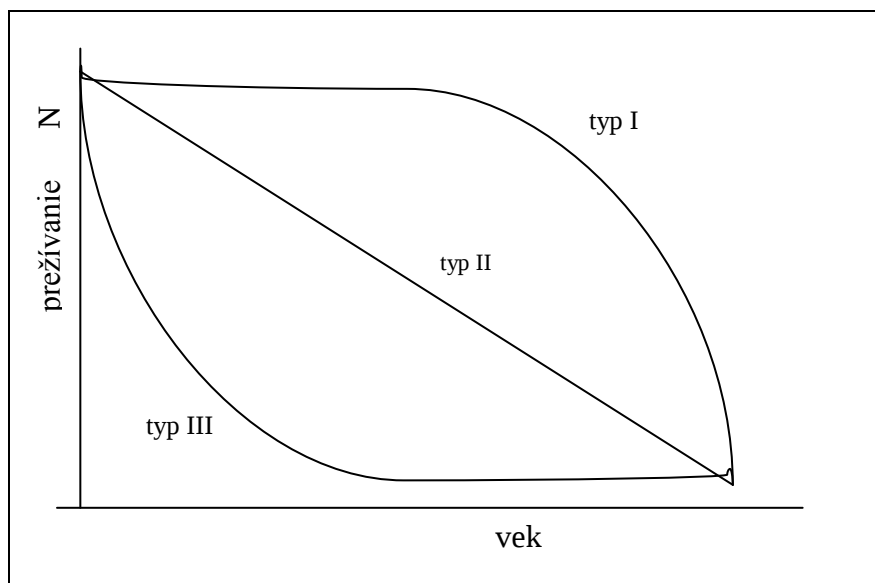
- vekovo špecifická úmrtnosť a prežitie

Vekovo špecifická úmrtnosť „ $q(x)$ “ je pravdepodobnosť, že samička uhynie v priebehu hodnoteného časového úseku. Vyjadrené v danom stĺpci tabuľky prežívania.

Vekovo špecifické prežívanie „ $l(x)$ “ popisuje pomer žijúcich samičiek žijúcich od narodenia do veku „ x “, $x/l(x)$. Novorodenec má definované prežívanie $l(0) = 1$.

- Krivky prežívania

Vekovo špecifické prežívanie $l(x)$ má pre určité skupiny organizmov charakteristický priebeh, vyjadruje ich životnú stratégiu.



Obr. 11 Krivky prežívania

Typy kriviek prežívania:

1. Typ I – nízka úmrtnosť juvenilných jedincov (mláďat), vo vysokom veku sa úmrtnosť progresívne zvyšuje. Typ prežívania K stratégov (dožívajú sa vysokého veku, nízky počet mláďat, starostlivosť o mláďatá, život v sociálnych skupinách, človek, aljašská ovca, chobotnatce, delfíny, zvieratá v zoo).
2. Typ II – vekovo špecifické prežívanie je konštantné, úmrtie je nezávislé na veku (nezmar – Hydra, semena v pôde)
3. Typ III - Vysoká mortalita juvenilných jedincov, mäkkýše, ryby, obojživelníky).

U rastlín existuje skupina *monokarpických druhov* (jednoročné)- životní cykly trvajú jeden rok. Generácie sú oddelené (diskrétné) mimo obdobie, kedy sa stretávajú rodičia a ich potomkovia. Polykarpické druhy (viacročné) nemajú diskrétnu populáciu, generácie sa prelínajú.

Ad. 4 Samozred'ovanie

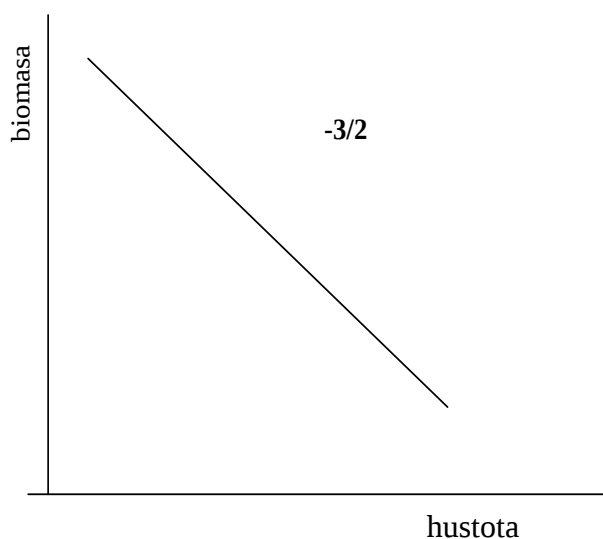
Sú procesy skúmané u rastlinných populácii husto siatych alebo prirodzene rastúcich druhov. V prirodzených aj vysádzaných populáciách rastlín je počet vyklíčených jedincov vyšší než je nosná kapacita prostredia.

Príklad: u populácie *Tripleurospermum inodorum* (hermánekovec), bežná ruderalna rastlina bola napočítaná denzita 32 800.m⁻²!

Zákonnite nastupujú procesy vnútroduhovej konkurencie s cieľom znížiť počet rastlín na „únosnú mieru“ procesom *samozred'ovania*. Táto spätná väzba (vnútroduhová konkurencia) ovplyvňuje:

- rast a vývin rastlín
- biomasu (výnos) jedincov danej populácie
- mortalitu v populácii.
-

V hustých populáciach (porastoch) rastlín sa rast spomaľuje. Najvyššie hodnoty hmotnosti majú rastliny v populáciach s najnižšou hustotou. Vo veľmi hustých porastoch rastlín klesá denzita (časť rastlín odumiera) a stúpa hmotnosť podľa zákona „trojpolovínovej mocninovej funkcie samozreďovania rastlín“.



Obr. 12 Funkcia samozreďovania

Bolo zistené, že priemerná hmotnosť biomasy jedinca v čase „t“ ($\bar{w}_t$) je funkciou hustoty jedincov ktorí prežili (d). Vzťah denzity „d“ k priemerné hmotnosti „ $\bar{w}$ “ v čase „t“ je $\bar{w}_t = c \cdot d_t^{-a}$,

kde „c“ je druhovo špecifický koeficient úmernosti, „d“ je hustota populácie v čase „t“ a „a“ je záporný koeficient vyjadrujúci konkurenčné ovplyvnení biomasy priemerného jedinca hustotou. Ovplyvnenie je záporné, preto „a“ má zápornou hodnotu. Bolo experimentálne zistené, že priemerná hmotnosť biomasy jedinca je priamo úmerná záporné trojpolovínové ($-3/2$) mocnine hustoty:

$$\bar{w}_t = c \cdot d_t^{-3/2}, \text{ teda } a = -3/2.$$

Z toho vyplýva, že keď hustota stúpne 2x, klesne priemerná hmotnosť biomasy jedinca 3x. Uvedený vzťah môžeme vyjadriť logaritmickým vzťahom alebo $\log \bar{w} = \log c - \frac{3}{2} \log d$, kde c = druhovo špecifický koeficient úmernosti samozreďovania.

Prednáška č. 13 (demekológia)

1. Populačná dynamika
2. Čistá a hrubá miera reprodukcie,
3. Špecifická rýchlosť populačného rastu,
4. Populačná dynamika predácie.

Ad. 1 Populačná dynamika

Populačnou dynamikou rozumieme zmeny početnosti (abundancie) alebo presnejšie zmeny hustoty (abundancia/plocha, objem). Početní rúst populácie je implicitní vlastnosť populácie ako biotického otvoreného systému. Rústom sa rozumí zvyšovanie počtu jedinců v populácii, alebo zvyšovanie množství biomasy. Početní rúst populácie je jednou z možných zmien populačných charakteristik, ďalším možným trendem populační změny je snižování počtu jedinců v populaci až její zánik (vyhynutí nebo vyhubení).

Růst (zmena) hustoty populácie je výsledkom poměru přibývání jedinců procesem *natality* a úbytkem jedinců v populaci procesem *mortality* a *migrácie*.

- Natalita se realizuje rozmnožováním - reprodukci, tento proces je omezený na určité období (vhodné potravní možnosti, příznivé klimatické podmínky pro rození mláďat, nebo různé adaptace – utajená březivost, rození v zimním období v brlohu atd.)
- Mortalita se realizuje úmrtím jedinců v populaci, dlouhodobým trendem je vymírání. Tento proces probíhá stáje, v nepříznivých podmínkách je mortalita vyšší.

Populační trend je výsledkem působení souboru abiotických (klimatické podmínky, potravní a úkratévní možnosti) a biotických podmínek (věková a pohlavní struktura populácie, struktura populácie, fitness). Tento systém je propojený spätnými väzbami vo vnútri populácie a medzi populáciou a vonkajším prostredím. Vychádzame z princípu – jedinec a populácia je otvorený systém. Preto pre hodnotenie populačnej dynamiky musíme vyhodnocovať procesy a faktory regulácie, stability a rovnováhy populácie.

- stabilná populácia
- nestabilná populácia
- rovnovážne stavy populácie
- faktory stability
- negatívna a pozitívna spätná väzba

Ad. 2 Čistá a hrubá miera reprodukcie

a) **Čistá miera reprodukcie (R_0)**, alebo miera nahrazování je vyjádřená: průměrným počtem jedinců samičího pohlaví vyprodukovaného 1 samicí, které se dožije reprodukčního věku.

b) **Hrubá miera reprodukcie** je vyjádřená průměrným počtem všech jedinců samičího pohlaví od jedné samice. Nebere v úvahu úmrtnost mláďat. U nepohlavně se rozmnožujících organismů to jsou všichni jedinci (potomci) od 1 dospělého jedince.

Př. 1: 1 ♀ dá v další generaci $x \text{ } \varnothing \varnothing$, z nich se jen 2 dožijí reprodukčního věku. $R_0 = 2$.

Ad. 3 Špecifická rýchlosť populačného rastu

Špecifická rýchlosť populačného rastu (r) je najdôležitejší faktor v populačnej ekológii. Je závislý na vekovej štruktúre populácie, natalitě a mortalitě.

Definícia: *Špecifická rýchlosť populačného rastu je nárast počtu jedinců v populácii na 1 jedince za časovú jednotku.*

Populácia početne roste tým rýchlejšie, čím viac je v nej *samic schopných reprodukcie*. U dospelých samic je reprodukcia vysoká na počiatku reprodukčného obdobia, u vajíc je počet potomstva nulový, neskôr sa zvyšuje. Zmena početného stavu (ΔN) populácie za určitý čas (Δt) je:

$$r = \frac{\Delta N}{\Delta t},$$

kde ΔN je prírastok jedinců v populácii
 Δt je časové obdobie (hodina, deň, rok)

Špecifická rýchlosť populačného rastu sa vypočíta:

$$r = \frac{\Delta N}{\Delta t} \cdot N^{-1},$$

kde ΔN je prírastok jedinců v populácii
 Δt je časové obdobie (hodina, deň, rok)
 N je populačná hustota, východzí počet jedinců hodnotenej populácie, tiež N_0)

Maximálna (teoretická) miera populačného rastu = $r_{\max}$. Dosáhla by sa v prípade existencie reprodukujúcich sa jedinců v optimálnych podmienkach. Vplyvom odporu prostredia sa jej hodnota znižuje, pak platí:
odpor prostredia = $r_{\max} - r$.

Ad. 4 Populačná dynamika predácie

Populačná dynamika predácie vychádza z výskumov Volterra (1926) a Lotku (1932), je súčasťou učiva VE II. Ich model predácie zavádza do hodnotenia vzťahu predátor x korisť faktory ktoré skutočne v ekosystémoch existujú. Ich úprava idealizovaný model vzťahu predátora a koristi približuje skutočnosti. Je to najmä zavedenie:

- útočnej úspešnosti predátora (miera útočnosti)
- vyhľadávacia úspešnosť predátora
- náhodné a nenáhodne vyhľadávanie koristi
- natalitu predátora, mortalitu predátora.
- populačná hustota koristi
- vplyv veľkosti koristi a predátora na vyhľadávajúcu úspešnosť
- vplyv ďalších predátorov.