

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta

Ochrana biodiverzity

Jaroslav Boháč

České Budějovice 2013

Obsah

Úvod	4
Koncept biologické diverzity.....	5
Druhová diverzita	6
Genetická diverzita	9
Diverzita společenstev a ekosystémů	10
Alfa- beta- a gama-diverzita	13
Koncept druhu	14
Evoluce jako hlavní zdroj biodiverzity a vznik druhů.....	14
Vznik druhů (Speciace)	16
Hlavní skupiny organismů.....	17
Počet druhů organismů na Zemi	20
Metody odběru biodiverzity	22
Měření biodiverzity: počítané entity a indexy	24
Evolučně založené indikátory.....	24
Agregované a multimetrické indikátory biodiverzity.....	25
Indikátory změn a udržitelného využívání biodiverzity	25
Syntetické vyjádření biodiverzity - indexy druhové diverzity	26
Environmentální a biotické ukazatele (indexy)	32
Bioindikační význam a využití epigeických bezobratlých (brouci, pavouci)	34
Jiné metody měření diverzity na různých úrovních.....	36
Rozložení biodiverzity na Zemi	38
Hot spots diverzity.....	38
Jak vysvětlit biodiverzitu?	39
Vztah mezi diverzitou společenstev a stabilitou ekosystémů.....	41
Biologie ochrany přírody jako multidisciplinární věda.....	43
Závěr k biodiverzitě.....	45
Rozšíření organismů na Zemi – základy biogeografie	46
Pomocné vědy biogeografie	47
Areály druhů	48
Regionální biogeografie - biocykly	50
Mořský biocyklus	50
Sladkovodní (limnický) biocyklus.....	51
Biocyklus suchozemský	52
Základní principy členění zoogeografických oblastí (podoblasti, provincie)	53
Základy fyto geografie.....	54
Fytogeografické oblasti ČR	55
Biomy čili ekosystémy globálního významu.....	58
Tropický deštný les (indo-burmská oblast)	60
Tropický sezónní les a savana	61
Tropická poušť a polopoušť (Kazachstan)	61

Středozemní tvrdolistý les (Sardinie)	62
Step a kontinentální poušť mírného klimatu	62
Opadavý širokolistý les	63
Jehličnatá tajga (boreální les) (Skandinávie, Rusko).....	63
Subarktická tundra (Wrangelův ostrov, Rusko)	64
Mořský biom.....	65
Sladkovodní biomy.....	65
Biogeografické dělení EU (Evropy)	66
Ohrožení biologické diverzity a vymírání druhů.....	67
Fragmentace stanovišť	68
Metapopulace, populace a druhy	69
Evoluce a vymírání	71
Ochrana biodiverzity na úrovni populací, druhů a společenstev	72
Minimální velikost životaschopné populace	72
Věková struktura populací.....	72
Zastoupení pohlaví v populacích.....	72
Prostorově genetická struktura populací.....	73
Vymírání druhů.....	73
Příčiny recentního vymírání druhů	76
Příklady recentního vyhynutí druhů	78
Nejvíce ohrožené druhy a skupiny v Česku	83
Vzácnost, citlivost a soumrak biodiverzity.....	85
Náhlé změny ekosystémů	85
Klimatické změna a biodiverzita	94
Konflikty mezi ochranou biodiverzity a ekonomickými zájmy (příklad kormorán velký). 99	
Hodnota biodiverzity	106
Hodnota biodiverzity - hlavní argumenty.....	107
Ekonomické metody hodnocení biodiverzity	107
Metody oceňování environmentálních statků.....	108
Implementace metody náhrady přírodních zdrojů (Resource equivalency method).....	109
Ochrana biodiverzity v ČR.....	122
Z historie ochrany přírody v ČR.....	122
Aplikace soustavy Natura 2000 v Česku	125
Biosférická rezervace UNESCO	126
Vyhodnocení vlivů na životní prostředí	128
Národní a mezinárodní dokumenty zajišťující ochranu biodiverzity.....	130
Mezinárodní instituce na ochranu přírody	130
Úmluva o ochraně biodiverzity	130
Kontrolní otázky pro ověření Vašich znalostí	135
Doporučená literatura	139

Úvod

Cílem předmětu je seznámení s problematikou ochrany biologické diverzity, především volně žijících živočichů a planých rostlin s návazností na praktické řešení antropogenních aktivit v krajině. Text vznikl na základě přednášek, evropských projektů i českých grantů a závěrů konferencí a stáží ve státech EU, USA, Rusku, Kazachstánu a v ČR.

Biologická diverzita je zřejmě z lidského hlediska nekonečná a ani několik životů nedovolí ji aspoň částečně poznat. Na druhé straně její studium a poznávání je nesmírně zajímavé a při dnešní možnosti cestování je to obrovské dobrodružství.

Student by měl získat úctu k živým organismům a jejich společenstvím a pochopit, že ochrana přírody je i důležitým národohospodářským cílem. Ochráncem přírody, aspoň teoreticky, by měl být každý absolvent tohoto předmětu, který chápe základní argumenty ochrany přírody zejména s diskutéry ovlivněnými čistě ekonomickými a utilitárními zájmy.

Děkuji Ing. Zuzaně Jahnové za doplňky, připomínky a editaci textu.

„Jedině příroda ví, co chce, a nikdy nedělá chyby. Ty dělá jen člověk.“

Johann Wolfgang Goethe

Koncept biologické diverzity

Definice **biodiverzity** jsou různé. Nejčastěji používaná je definice podle Světového fondu ochrany přírody (World Wildlife Fund – WWF), která uvádí, že biologická diverzita je „**bohatství života na Zemi, všechny druhy rostlin, živočichů a mikroorganismů, včetně jejich genů, které obsahují a složité ekosystémy, které vytvářejí životní prostředí**“. Často se také setkáváme a názorem, že biodiverzita je vlastně vlastnost přírody být rozmanitou. Tato rozmanitost se nevztahuje jen na druhy a ekosystémy, ale i na krajinu a celou Zemi. Přírodní podmínky také silně ovlivňují lidskou společnost. Stačí se jen podívat, jak klimatické a edafické podmínky ovlivnily kulturu (např. hudbu), architekturu a způsob života obyvatel Čech a Moravy. Nemalý vliv na biodiverzitu má tak zvaná **geodiverzita** (různorodost neživé přírody – pestrost tvarů, půd, hornin a procesů, které je utvářejí). Jistě se shodneme v tom, že příroda v horských oblastech se liší od přírody v nížinách nebo že vápencové podloží má významný vliv na společenstva rostlin a živočichů, která se liší od společenstev na jiných geologických podložích.

O biologické diverzitě můžeme mluvit na třech úrovních:

- **druhová** - Biologická diverzita na úrovni druhů zahrnuje všechny organismy žijící na Zemi od bakterií a jednobuněčných organismů až po říše mnohobuněčných rostlin, živočichů a hub. Představu o obrovské druhové rozmanitosti organismů na Zemi a jejich vzájemných vývojových vztazích si můžeme udělat studiem webových stránek „Tree of life web project“ (<http://tolweb.org/tree/>). Tento projekt obsahuje více jak 10.000 stran s informací o většině skupin organismů zpracovaných předními odborníky.
- **genetická** - Biologická rozmanitost chápána v jemnějším měřítku se zaměřuje na genetickou variabilitu v rámci druhu, a to jak mezi geograficky oddělenými populacemi, tak mezi jedinci jedné populace.
- **ekosystémová** - Biologická rozmanitost je také chápána jako různorodost společenstev (nejčastěji na úrovni druhů), v ekosystémech, ve kterých tato společenstva existují a rozmanitost interakcí mezi těmito úrovněmi. V poslední době je dáván velký důraz na studium interakcí mezi společenstvy a ekosystémy, protože ekologie společenstev a ekosystémová ekologie se v minulých desetiletích rozvíjely často odděleně (viz např. program LINKECOL – Linking community and ecosystem ecology EU).

V poslední době můžeme v některých publikacích najít ještě čtvrtou úroveň diverzity a to **diverzitu kulturní**, kterou se rozumí diverzita lidských společností a kultur, tj. jazykové, umělecké, technologické a jiné rozdíly.

Studium těchto různých úrovní biodiverzity je pro lidskou společnost životně důležité. Každý živočich a rostlina nebo mikroorganismus má svou důležitou funkci a tvoří nenahraditelný článek ve složitých vztazích v přírodě. Společenstva organismů pouští, luk, mokřadů a lesů podporují správné fungování globálního ekosystému, protože prospěšně působí při ochraně proti povodním, erozi a při filtrování vzduchu a vody.

Lidstvo je na biodiverzitě přímo závislé. Pestrost a výživná hodnota našeho jídelníčku závisí na množství druhů, které využíváme jako zdroj potravy. V současnosti je 75 % živin potřebných pro člověka zastoupeno v pšenici, rýži, bramborech, kukuřici a ječmeni. Tyto plodiny se většinou pěstují v monokulturách, čímž se stávají méně odolnými proti chorobám a

škůdcům. Biodiverzita také poskytuje vzácné substance, které jsou nenahraditelné při léčení mnohých nemocí. Extrakty z rostlin tvoří základ více jak 40 % farmaceutických přípravků. Části těl živočichů či jejich sekrety se využívají každodenně při léčbě různých chorob. Přitom zejména v tropických oblastech existuje mnoho dalších druhů organismů, jejichž léčebné účinky zatím nebyly poznány.

Využití biologických zdrojů jako suroviny v průmyslu, řemeslné výrobě a jiných hospodářských odvětvích je nenahraditelným základem ekonomického života lidské společnosti. Poptávka po dřevě narůstá a vede k devastaci původních lesních ekosystémů u nás i ve světě. Rozmanitost druhů a ekosystémů je lákadlem pro turisty a obdivovatele přírody, místem odpočinku a rekreace a zdrojem příjmu pro místní obyvatele.

Druhov^á diverzita

Druhov^á diverzita zahrnuje všechny druhy, které se nacházejí na Zemi. Druh (*species*) je základní kategorie biologické nomenklatury. Oborem biologie zabývající se teorií a praxí klasifikace organismů a jejich uspořádáním do hierarchického systému se zabývá taxonomie (zakladatelem taxonomie je C. Linné). Z taxonomického hlediska taxonomického je druh základní kategorií hierarchické klasifikace organismů. Označuje dvouslovným vědeckým názvem (binominální nomenklatura), ke kterému je připojeno jméno autora názvu (tj. jméno toho, kdo jej poprvé pod tímto názvem popsal) a rok popisu, např.:

Elephas maximus L., 1758 (tj. slon indický, popsáný Linnéem 1758).

Capparis spinosa L., 1753 (tj. kapara trnitá, popsána Linnéem 1753).

Některá častější jména se píše zkratkou (např. Linné - L.). Druhy se seskupují do rodů, některé se člení na poddruhy. Používání vědeckých jmen se vyvarujeme zmatků, které mohou vzniknout používáním názvů v různých jazycích.

Neexistuje jednotná definice, která by jednoznačně určila, co to je druh. Definice druhu existuje mnoho. Nejčastěji používané jsou dvě definice:

1. Druh je skupina jedinců, která je morfologicky, fyziologicky odlišná od jiných skupin (morfologická definice druhu). Tato definice je problematická např. u druhů, kde existuje výrazný pohlavní dimorfismus (viz např. samci a samice červců) nebo u druhů kde existuje tak zvaná klinální variabilita (druhy v různých částech svého areálu se morfologicky mohou významně lišit). Také některé polymorfní druhy např. u hmyzu se mohou morfologicky velmi lišit. Existují také velmi úzce příbuzné tak zvané podvojn^é druhy (sibling species), které jsou si morfologicky velmi podobné, ale přesto jsou od sebe reprodukčně odděleny. Takové druhy se mohou lišit bionomicky či etologicky (např. jeden druh žije v korunách stromu, jiný u jejich paty, jeden druh má denní a jiný noční aktivitu, atd.). Problémem je také hybridizace (křížení mezi druhy), která je častá zejména u rostlin
2. Druh je skupina jedinců, kteří jsou schopni vzájemně se křížit mezi sebou a vytvář^{et} plodné potomky. Tito jedinci se nekříží s jinými i blízk^e příbuznými (jsou od nich reprodukčně či jinak izolováni). Toto je tak zvaná biologická definice druhu. Podrobněji je koncept druhu rozebrán v samostatné kapitole, která následuje.

Taxonomové specializující se na identifikaci neznámých jedinců organismů a klasifikaci druhů používají nejčastěji morfologickou definici druhu. Biologickou definici užívají evoluční biologové. Tato definice je založena spíše na genetické příbuznosti než na určitých

subjektivních fyzických vlastnostech. Problém je v tom, že u většiny druhově nejpočetnějších skupin organismů (zejména u bezobratlých) není prakticky nic známo o jejich genetické odlišnosti a proto se u nich využívají různé morfologické metody definice druhů.

V moderní klasifikaci jsou:

- Podobné druhy spojovány do rodů (genus) – např. střevlík fialový (*Carabus violaceus*) patří stejně jako podobné druhy do rodu *Carabus*.
- Podobné rody spojovány do čeledí (family) – např. všechny rody střevlíků patří do čeledi střevlíkovití (*Carabidae*).
- Podobné čeledi spojovány do řádů (order) – např. všechny čeledi brouků patří do řádu brouci (*Coleoptera*).
- Podobné řády spojovány do tříd (class) – všechny hmyzí řády patří do třídy *Insecta* (hmyz).
- Podobné třídy jsou spojovány do kmenů (phylum) – všechny třídy bezobratlých patří do kmene *Invertebrata* (bezobratlí)
- Podobné kmeny jsou spojovány do říší (kingdom) – všechny kmeny živočichů patří do říše *Animalia* (živočichové).

Stabilitu názvosloví zaručuje princip priority – platným názvem taxonu je nejstarší řádně uveřejněný název, který již nelze měnit. Libovůli v chápání jmen taxonů zabraňuje metody typů. Jméno taxonu lze vztáhnout jen k tomu druhu, k němuž patří nomenklatoricky závazný exemplář (typ) uložený ve vědecké sbírce a je veřejně přístupný.

Přesné určení druhů je naprosto základní podmínkou jakéhokoliv biologického bádání. Laboratorní vědci provádějící své výzkumy s použitím laboratorních organismů musí přesně vědět jejich druhovou příslušnost a často používají pro své pokusy přesně geneticky určené linie. Také terénní biologové a ekologové mají často potíže s determinací (určením) druhů ve společenstvech a ekosystémech. Opět lze konstatovat, že bez správné druhové determinace by jejich výzkumy byly silně zkreslené až bezcenné. Také zemědělci, rybáři, lesníci, atd. se bez taxonomie neobejdou. Při zjištění tak zvaného škodlivého druhu v zemědělských nebo lesnických kulturách je prvotní činností určení jeho totožnosti. Teprve potom můžeme zjistit podrobnosti o jeho bionomii (způsobu života) a navrhnout případná opatření k jeho regulaci.

V současné době je popsáno asi 10-30 % světových druhů a mnoho druhů vymírá dříve, než jsou vlastně člověkem poznány. V ČR a ve střední Evropě je většina druhů známa. Přesto jsou i od nás popisovány každoročně nové druhy, zejména u bezobratlých živočichů. Už ve Středomoří však jsou každoročně popisovány stovky až tisíce nových druhů, zejména hmyzu. Souvisí to zejména s větším počtem druhů bezobratlých v teplejších oblastech a také s vyšším endemismem druhů (např. druhy vysokých pohoří nebo druhy podzemních systémů včetně jeskyní). Velké množství nepopsaných druhů je však zřejmě soustředěno do tropických oblastí. Zde nejsou popsány ani velké a barevně nápadné druhy brouků. U savců je objev nového druhu vždy tak trochu vědeckou senzací.

Problémem je v současnosti také nedostatek odborníků zabývajících se taxonomií. Příčin je několik. Především dobrý taxonom nevznikne během krátké doby, ale je třeba mnohaleté zkušenosti v studiu vybrané taxonomické skupiny (žádný taxonom ani v rámci střední Evropy není schopen zvládnout větší skupinu organismů, např. brouků). Minimální je také podpora taxonomů v rámci vědy. Oddělení taxonomie do muzeí a malá spolupráce univerzit a akademie věd s těmito organizacemi také nepřispívá k rozkvětu tohoto vědního oboru.

Při hodnocení významu druhů z hlediska ochrany přírody jsou všechny druhy významné, některé však mají zvláštní význam. Takové druhy označujeme následujícími termíny:

- **Vzácné druhy**, tedy druhy s malými populacemi, omezené jen na určitá místa výskytu a s velkými nároky na své prostředí. Tyto druhy jsou často zdecimovány člověkem a jsou často zahrnuty do norem ochrany či do červených knih ohrožených druhů.
- **Endemické druhy** jsou druhy s velmi omezeným areálem. Relikty jsou druhy původně šířeji rozšířené, které však zmenšily svůj areál vlivem změn prostředí. Reliktní druhy mohou být u nás velmi vzácné (např. tesařík *Tragosoma depsarium*), zato např. v severní Evropě a na Sibiři jsou často běžné.
- **Ohrožené druhy** jsou charakterizovány standardy IUCN založenými na velikosti areálu, početnosti populací atd. Jedná se o následující skupiny dle stupně ohrožení:
 1. **Vyhynulý nebo vyhubený (EX)**. Taxon je považován za regionálně vyhynulý (vyhubený) v případě, že nebyl za posledních přibližně třicet let na našem území potvrzen jeho výskyt (cca od roku 1970). Pokud byl ve vhodné denní, sezónní a roční době proveden ve známých nebo předpokládaných biotopech v historickém areálu rozšíření taxonu vyčerpávající průzkum a nepodařilo se objevit žádné jedince, považujeme taxon za vyhynulý (vyhubený). Tento průzkum by měl probíhat v časovém úseku, odpovídajícím životnímu cyklu a životním formám daného taxonu.
 2. **Vyhynulý nebo vyhubený ve volné přírodě (EW)**. Taxon je vyhynulý (vyhubený) ve volné přírodě, jestliže přežívá pouze jako pěstovaný v kultuře, chovaný v lidské péči nebo jako naturalizovaná nebo naturalizované populace mimo historický areál.
 3. **Kriticky ohrožený (CR)**. Taxon, který čelí krajně vysokému nebezpečí vyhynutí (vyhubení) ve volné přírodě. Silně roztržštěný výskyt nebo je taxon zjištěn pouze na jedné lokalitě.
 4. **Ohrožený (EN)**. Taxon, který čelí velmi vysokému nebezpečí vyhynutí (vyhubení) ve volné přírodě. Druh má silně roztržštěný výskyt nebo je taxon zjištěn na maximálně 5 lokalitách. Pokračující úbytek (pozorovaný, usuzovaný nebo předvídaný) počtu lokalit.
 5. **Zranitelný (VU)**. Taxon, který čelí vysokému nebezpečí vyhynutí (vyhubení) ve volné přírodě. Silně roztržštěný výskyt nebo je taxon zjištěn na maximálně 10 lokalitách. Pokračující úbytek (pozorovaný, usuzovaný nebo předvídaný) počtu lokalit.
 6. **Téměř ohrožený (NT)**. Taxon je téměř ohrožený tehdy, jestliže byl hodnocen podle uvedených kritérií a není v současnosti klasifikován jako „kriticky ohrožený“, „ohrožený“ nebo „zranitelný“, ale uvedená kritéria téměř splňuje nebo je pravděpodobně v blízké budoucnosti splní.
 7. **Málo dotčený (LC)**. Taxon je hodnocen jako málo dotčený tehdy, jestliže byl hodnocen podle uvedených kritérií a není v současnosti klasifikován jako „kriticky ohrožený“, „ohrožený“, „zranitelný“ ani „téměř ohrožený“. Do této kategorie jsou zařazovány taxony široce rozšířené a početné.
 8. **Taxon, o němž nejsou dostatečné informace (DD)**. Za taxon, o němž jsou nedostatečné údaje, pokládáme takový, o kterém chybí odpovídající informace, abychom mohli na základě jeho rozšíření a nebo stavu jeho populace přímo nebo nepřímo ohodnotit nebezpečí vyhubení nebo vyhynutí.
 9. **Nevyhodnocený (NE)**. Taxon považujeme za nevyhodnocený tehdy, jestliže nebyl hodnocen podle uvedených kritérií.

Rozlišujeme i další typy druhů, které se běžně vyskytují v odborné literatuře. Jedná se zejména o následující druhy:

- **Migrující druhy** (zejména ptáci) dočasně silně zvyšují biodiverzitu v době hnízdění a vyvádění mláďat. Tyto druhy jsou velmi zranitelné nedostatkem míst pro odpočinek při migraci a jejich lovem, atd.
- **Klíčové druhy** mají výrazný vliv na fungování společenstva (je vždy větší než by odpovídal např. jejich velikosti, biomase, atd.). Tak např. lýkožrout smrkový je takový charismatický druh ovlivňující život horského smrkového ekosystému tím, že napadá staré odumírající jedince smrku a připravuje tak mikrobiotop pro desítky druhů parazitujících a predujících na něm a jeho larvách, ale také rozvolňuje uvřenou smrčinu a zvyšuje biodiverzitu.
- **Charismatické druhy** jsou oblíbené druhy (např. vydra, tuleni, atd.), které veřejnost miluje a jejich omezování (zabíjení odsuzuje). Často jsou to druhy, které jsou habituálně podobné lidským mláďatům a proto jsou tak populární. Nad zničením druhu, které jsou z lidského hlediska „nehezke“ se nikdo nerozčiluje.
- **Deštníkové druhy** jsou druhy většinou nápadné a chráněné, které tím, že jsou samy včetně svého biotopu chráněny, zajišťují ochranu i dalším (většinou méně nápadným druhům, s nimiž se vyskytují na stejných stanovištích. Např. chráněný medvěd hnědý v Karpatech, který má velký areál (desítky km²), zároveň chrání další karpatské druhy rostlin a živočichů.
- **Chráněné druhy** jsou oficiálně vyhlášeny v zákonných normách.
- **Červené druhy** jsou druhy zahrnuté do červených seznamů rostlin a živočichů. Tyto seznamy jsou zpracovávány odborníky na dané taxonomické skupiny (vyšší a nižší rostliny, ptáci, obojživelníci a plazi, savci, bezobratlí, atd.). Tyto seznamy nejsou z právního hlediska závazné pro podnikatele, avšak jejich poškození nebo poškození jejich biotopů silně pošpiní pověst podnikatelů. Často jsou to i druhy zahrnuté mezi chráněné druhy.
- **Hospodářsky významné druhy** jsou divocí příbuzní kulturních rostlin a domácích zvířat využívaných člověkem (např. v zemědělství, medicínsky využitelné druhy, atd.).

Genetická diverzita

Genetická diverzita je rozmanitost organismů v rámci druhu. Jedinci určitého druhu nejsou totožní, ale odlišují se svými vlastnostmi a vnějším vzhledem. Tato vnitrodruhová variabilita je podmíněna geneticky. Přestože je většina genů přenesených z rodičů na potomky stejná, přeci jen se najdou odchylky, které způsobují rozdíly v barvě, velikosti těla, odolnosti vůči chorobám, atd. Různé formy genu se nazývají alely a rozdíly v nich narůstají v důsledku mutací – změn objevujících se v deoxyribonukleové kyselině (DNA), která vytváří chromosomy. Jednotlivé alely genu mohou rozdílně ovlivňovat vývoj a fyziologii organismu. Díky této genetické diverzitě se zlepšuje genofond druhu a případně se vyvíjejí nové druhy rostlin a živočichů, které jsou schopny se přizpůsobit měnícím se podmínkám. Šlechtitelé zemědělství plodin a zvířat využívají genetické variability k vyšlechtění výnosnějších a odolnějších kmenů domestikovaných druhů, např. pšenice, kukuřice, dobytka a drůbeže.

Genetická variabilita vzrůstá, když potomci obdrží jedinečnou kombinaci genů a chromosomů od rodičů díky rekombinaci, která probíhá při sexuálním rozmnožování. K výměně genů mezi chromosomy dochází během meiozy. Vznikají nové kombinace

rodičovských chromosomů v geneticky jedinečném potomkovi. Ačkoli jsou mutace základem genetické variability, schopnost druhů náhodně přeskupovat alely do různých kombinací při sexuálním rozmnožování dramaticky zvyšuje možnosti genetické variability.

Soubor všech genů a alel v populaci tvoří **genofond**, zatímco určitá kombinace alel u jedince je jeho **genotyp**. **Fenotyp** jedince představuje morfologické, fyziologické a biochemické charakteristiky, které jsou projevem jeho genotypu v určitém prostředí.

Genetická variabilita populace je dána jak počtem genů, které mají více jak jednu alelu v genomu – jsou tzv. polymorfní, tak počtem alel každého polymorfního genu. Polymorfní geny umožňují jedincům v populaci být heterozygotními pro daný gen, tj. obdržet od každého z rodičů jinou alelu tohoto genu. Genetická variabilita umožňuje druhu adaptaci na změnu podmínek prostředí. Platí, že tak zvané vzácné druhy mají nižší genetickou variabilitu než druhy široce rozšířené, a proto jsou při změně podmínek prostředí náchylnější k vyhynutí.

Genofond a biodiverzita

Někdy se setkáváme s termínem genofond a jeho ochrana. Genofond je starší výraz pro biodiverzitu. Je spíše vnímán jako soubor všech alel (genů) všech jedinců dané populace. Termín je používán zejména v populační genetice. Genofond je zdrojem genetické variability (např. pro další šlechtění). I u biodiverzity mluvíme o genetické biodiverzitě.

Diverzita společenstev a ekosystémů

Přírodní společenstvo je definováno jako soubor populací všech druhů rostlin, živočichů, hub a mikroorganismů, které žijí v určitém biotopu; existují mezi nimi určité vztahy. Je to živá část ekosystému (zahrnuje funkční vztahy s jeho neživým prostředím, především koloběh prvků a toky energie), která je schopna samoregulace, přičemž biotop je místem, kde se společenstvo nachází. Společenstvo má určitý ráz, daný dominantními populacemi (např. populace dubu v lužním lese, trávy na louce apod.).

Abiotické prostředí, zejména roční cykly teplot a srážek, ovlivňuje strukturu a charakteristiku přírodního společenstva a přitom určuje stanovištní poměry, tzn. zda se jisté místo stane lesem, stepí, pouští nebo mokřadem.

Z hlediska skupiny organismů, kterou popisuje, můžeme společenstvo dělit na:

- Zoocenózu (popis živočišné části)
- Fytocenózu (popis rostlinné části)
- Mikrobiocenózu (popis mikrobiální části)

Tyto části je možno dále dělit na dílčí společenstva (společenstvo mechů, ptáků, hmyzu, brouků, vyšších rostlin, atd.).

Společenstva můžeme dělit z hlediska původu a ovlivnění člověkem na:

- Přírodní - společenstva bez jakýchkoli vlivů a zásahů člověka, dnes se s nimi téměř nesetkáváme
- Přirozená - společenstva do různé míry ovlivněná lidskou činností, ale druhovým složením se blíží přírodnímu stavu v dané oblasti
- Umělá - společenstva vytvářena člověkem záměrně nebo vznikají neřizeně v důsledku nejrůznějších lidských činností; společenstva výhradně lidských sídlišť se nazývají synantropní

Z hlediska prostorového uspořádání můžeme ve společenstvech podle vertikální osy vyčlenit:

- Společenstva nadzemního patra:
 - stromové (korunové) patro (3 m a více)
 - keřové patro (1 – 3 m)
 - bylinné patro (0 – 1 m)
 - mechové patro (0 m)
- Společenstva opadu (v agroekosystémech opad často schází a tím jsou značně ochuzena společenstva epigeionu, t.j. druhy pohybující se po povrchu půdy).
- Podzemní patra:
 - svrchní kořenové patro (0 – 20 cm pod zemí)
 - střední kořenové patro (20 cm – 1 m pod zemí)
 - spodní kořenové patro (1 a více m pod zemí)

Prostorově vyhraněnou součástí biocenózy je také pedocenóza, což je společenstvo půdních organismů, které se častěji označuje jako edafon.

Biodiverzitu ovlivňuje řada faktorů. Jsou to zejména:

- Lokální abiotické podmínky (klíma, geologické a hydrologické poměry, reliéf, atd.)
- Lokální ekologické vztahy (kompetice, predace, atd.)
- Pohyb individuí mezi ploškami (výběr biotopů)
- Disperze individuí mezi biotopy v mozaikovitě krajině (mass effect)
- Disperze jednotlivých taxonů v rámci regionu
- Allopatrický a sympatrický vznik taxonů (viz dále)
- Výměna taxonů mezi regiony (disperse na velké vzdálenosti)
- Výjimečné vlivy v minulosti (zalednění)

Můžeme rozlišit různé druhy globální biodiverzity podle měřítka:

- Globální (celková) diverzita – (evoluční časové měřítko, 3.7 miliardy let)
- Regionální diverzita (je ovlivňována menšími rozměry ekoregionů, ekologické časové měřítko max. 400 let (sukcese dubového lesa) nebo 12.000 let (od největší disturbance v Evropě, zalednění)

Jako příklad porovnání biodiverzity a přírodních podmínek si můžeme uvést příklad tří rozsáhlých chráněných území (CHKO) – Šumava, Třeboňsko a Křivoklátsko (Tabulka 1). Diverzitu různých mapovatelných jednotek v rámci krajiny je možno vyjádřit pomocí informační teorie obdobně jako druhovou diverzitu určitého společenstva. V tomto případě byl použit běžný Shannon-Wienerův index H' (viz další část o hodnocení biodiverzity), přičemž zastoupení každé mapované jednotky bylo vyjádřeno její plochou v rámci hodnoceného území. Obdobně byl spočítán index vyrovnanosti (e , equitabilita), který vypovídá o dominanci určité jednotky (jedné nebo více) v rámci sledovaného území.

Tabulka 1. Porovnání potenciální diverzity přírodních podmínek tří CHKO.

	Geobotanické jednotky			Geologické jednotky		
	Počet	Diverzita (H')	Vyrovnanost (e)	Počet	Diverzita (H')	Vyrovnanost (e)
Křivoklátsko	7	2.148	0.765	7	1.490	0.531
Šumava	10	1.998	0.601	8	2.052	0.648
Třeboňsko	6	1.648	0.638	7	2.437	9.868

Na základě Tabulky 4 je patrné, že různorodost území se může lišit podle sledovaných mapových jednotek. Hodnocení každého podobného výsledku je potřebné provádět se zřetelem ke stanovenému cíli sledování.

Porovnání biodiverzity na základě počtu vybraných druhů organismů je znázorněno na Tabulce 2. Je zřejmé, že velikost území (CHKO Šumava je mnohem větší než Třeboňsko a Křivoklátsko) není rozhodujícím faktorem u počtu druhů zmíněných skupin. Např. počet druhů cévnatých rostlin je nejvyšší na Křivoklátsku. Počet druhů ptáků je nejvyšší zase na Třeboňsku, kde jsou významně zastoupeny mokřady a pravidelně se zde zdržují druhy ptáků vázané na tyto biotopy. U některých skupin (např. brouci z bezobratlých) může být počet zjištěných druhů ovlivněn intenzitou průzkumu a jeho dokonalostí (Šumava byla dlouhodobě ve svých nejcennějších partiích nepřístupná pro běžného biologa a výzkum bezobratlých se intenzivněji rozvíjel až v posledních 20 letech).

Tabulka 2. Srovnání biodiverzity modelových skupin organismů tří CHKO o různé velikosti.

	Šumava	Třeboňsko	Křivoklátsko
Plocha	167.000 ha	70.000 ha	63.000 ha
Cévnaté rostliny	600	1.400	1.800
Ptáci	177	277	120
Savci	62	57	50
Brouci (Drabčící)	2000 (332)	2500 (539)	1500 (125)

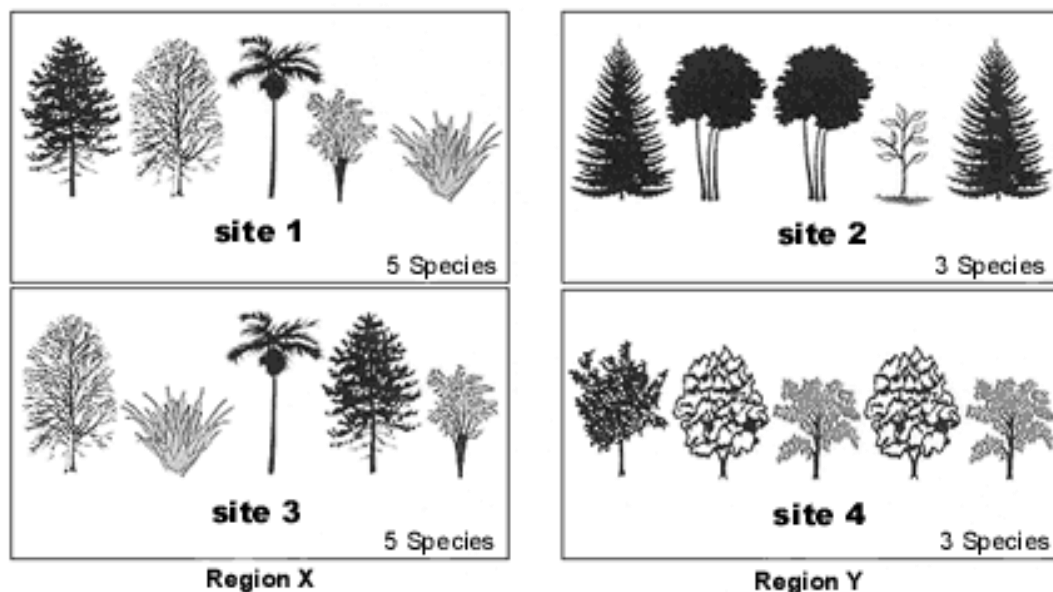
Alfa- beta- a gama-diverzita

Počet druhů ve společenstvu je obvykle popisován jako druhová bohatost (species richness) neboli alfa-diverzita a užívá se e srovnání počtu druhů v různých přírodních společenstvech. Můžeme například srovnávat druhovou bohatost rostlin na hnojené a nehnojené louce, na pastvině s různým zatížením pastvou, atd.

Termín beta-diverzita ukazuje nakolik se druhové složení mění podle gradientu prostředí nebo podle zeměpisného gradientu. Pokud budeme např. srovnávat společenstva mravenců v gradientu České Budějovice – Blanský les, jedná se o sledování beta-diverzity. Beta-diverzita je vysoká, pokud se společenstva mravenců v tomto gradientu podstatně liší a nízká pokud jsou si velmi podobná.

Gama-diverzita se vztahuje k větším zeměpisným měřítkům, odpovídá počtu druhů na velkém území či na kontinentu. Podívejte se na obrázek 1 a pokuste se pochopit rozdíly znázorněné graficky.

Obr. 1. Grafické znázornění alfa- beta- a gama diverzity na čtyřech stanovištích (1, 2, 3 a 4). Anglický text je zřejmý a student v magisterském stupni s ním nemá problém.



ALPHA-, BETA- AND GAMMA-DIVERSITY.

Alpha diversity is measured locally, at a single site, as at sites 1 and 2. Site 1 has higher alpha-diversity than site 2.

Beta-diversity measures the amount of change between two sites or along a gradient, as in regions X and Y. Region Y has higher beta-diversity than region X, as there is a higher turnover of species among the sites in region Y.

Gamma-diversity is similar to alpha-diversity, only measured over a large scale. Both alpha- and beta-diversity contribute to gamma-diversity. Region X has high alpha-diversity at its sites, but they are all fairly similar; the region thus has low beta-diversity and only moderate gamma-diversity. Region Y has low alpha-diversity at its sites, but the sites differ from each other; the region therefore has high beta-diversity, and higher gamma-diversity than region X.

Koncept druhu

Druh je jediná taxonomická jednotka, která reálně existuje. Definice druhu je však často problematická. Nejčastější definicí je definice amerického biologa E. Mayra. Druh je definován jako soubor populací s jedinečným vývojovým původem a historií, tvořený navzájem si podobnými jedinci, kteří se mezi sebou mohou plodně křížit a jsou reprodukčně izolováni od jiných podobných skupin. Tato definice naráží na problémy např. u parazitických druhů a je kritizována také paleontology.

Existují různé koncepty druhu, na základě kterých je druh definován. Nejznámější jsou následující:

- Koncepty zaměřené na procesy:
 - Biologický koncept: druh jako suma rozmnožujících se individuí. Tyto formují genový pool. Často doplňující charakteristiky: např. podobnost uvnitř druhu.
 - Ekologický koncept: Druh jako odlišitelný biologický prvek s vlastní ekologickou nikou nebo adaptivní zónou.
 - Fylogenetický koncept: druh jako množství individuí, která mají vlastní evoluční tendenci nebo trend.
- Koncepty orientované na struktury (patterns):
 - Fenetický koncept: druh jako třída individuí se speciálními charakteristikami nebo kombinací charakteristik.
 - Operační koncept: druh jako operační taxonomická jednotka nebo cluster individuí odlišná od jiných individuí matematickým algoritmem.

Evoluce jako hlavní zdroj biodiverzity a vznik druhů

Evoluce (přesněji **biologická evoluce**) je dlouhodobý a samovolný proces, v jehož průběhu se rozvíjí a diverzifikuje pozemský život. Podstatu těchto změn zkoumá vědní obor evoluční. Podle měřítka evolučních změn se rozlišuje:

- mikroevoluce – menší evoluční změny během kratšího časového období, například změny frekvencí alel v populacích během několika generací
- makroevoluce – větší evoluční změny v průběhu geologického času, vývoj nových druhů i vyšších taxonomických (např. řád, kmen)

Význam evoluční teorie je paradigma, bez kterého jsou biologické vědy nemyslitelné. Všechny systémy charakteristické metabolismem, variabilitou a reprodukcí se vyvíjejí.

Vztah evoluční biologie a ekologie:

Individuum, které je nositelem genotypu a vyskytuje se v ekosystému.

Evoluční faktory ovlivňující variabilitu

Jsou známy hlavní faktory ovlivňující evoluci. Mezi ně patří zejména:

- **Mutace** (genová mutace, genomová mutace, vedoucí ke vzniku nových genotypů)

Mutace je dědičná změna genotypu. Jsou hlavním zdrojem dědičné proměnlivosti. Mutace dělíme na mutace spontánní (vzniklé chybou v replikačním a reparačním mechanismu DNA) a indukované, tj. uměle vyvolané mutageny. V širším pojetí se pod pojmem indukované myslí mutace vyvolané působením známého mutagenu, zatímco spontánní jsou ty ostatní. Opakem mutace je modifikace, tedy změna organismu nepostihující genetickou informaci. Mutace mají nejčastěji vliv negativní, nebo žádný. Mutací, které pozitivně ovlivní vlastnosti organismu a kterým je přisuzován významný vliv na evoluci, je ve srovnání se škodlivými nebo neutrálními velmi málo. Vliv mutace na organismus závisí na konkrétním případě. Obecně lze sice říci, že genomové mutace mají větší vliv než chromozómové aberace a ty jsou zase významnější než mutace genové, leč je to opravdu velmi obecné tvrzení a v konkrétních případech nemusí platit.

- **Rekombinace** (dodatečný mix existujících genů v nových kombinacích u sexuálně se rozmnožujících organismů).

Hlavním zdrojem dědičné proměnlivosti jsou mutace. Na druhé straně při pohlavním rozmnožování vznikají v každé generaci díky segregaci a rekombinaci nové kombinace alel již dříve přítomných v genofondu. Přitom je téměř vyloučené, aby pohlavním množením mohli v průběhu existence druhu vzniknout nezávisle dva jedinci, kteří by měli zcela identický genotyp a fenotyp. Na úrovni populace jsou tedy hlavním zdrojem evolučních novinek právě procesy doprovázející pohlavní rozmnožování (segregace a rekombinace)

- **Selekce variant**

Přírozený výběr (selekce) vybírá z náhodně vzniklých dědičných vlastností (mutací) takové změny, které jsou výhodné z hlediska života svých nositelů. Pravděpodobnost vzniku užitečné mutace je sice velmi malá, většina mutací je tedy neutrálních nebo škodlivých. V průběhu evoluce jsou však vybírány mutace, které zvyšují funkčnost organismu.

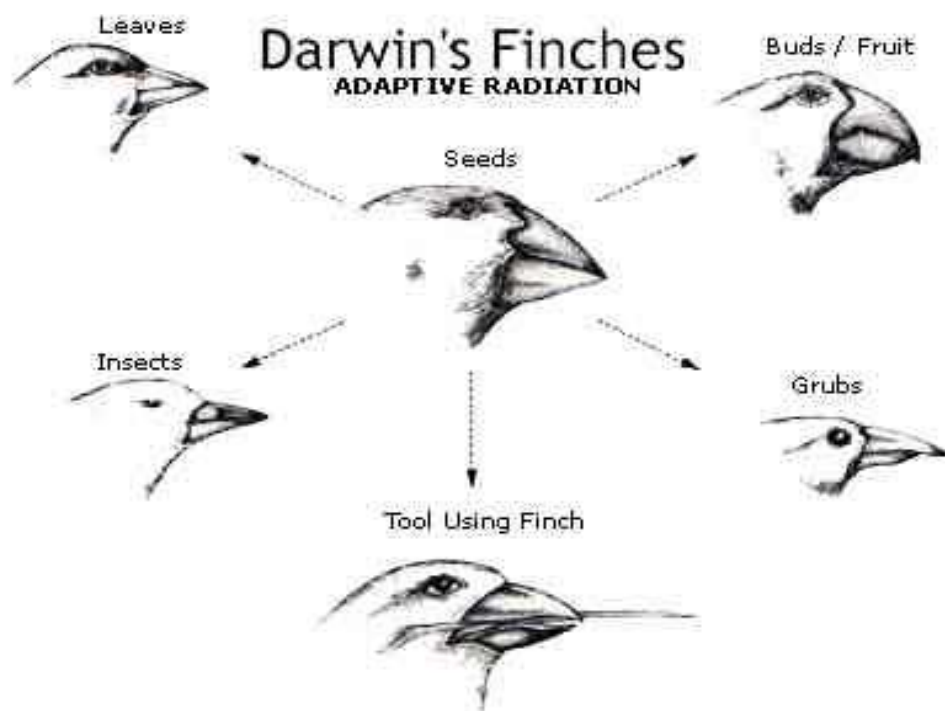
- **Alelový drift** (změna proporce alel v genovém poolu)

Alelový drift se uplatňuje hlavně v **malých populacích** a u alel, které se v populaci vyskytují ve velmi nízké frekvenci; v průběhu generací se projevuje kolísáním (fluktuací) alelových četností, fixací nebo eliminací některých alel a celkovou genetickou homogenizací populace. Posun genových četností je vyvolán malým počtem křížení – tj. nedostatečným počtem potomků; za této situace se ovšem neustaví H-W rovnováha, ale dochází k posunu genetické struktury populace od této rovnováhy. Kolísání alelových frekvencí vlivem posunu (za nepřítomnosti selekce, mutace a migrace) je náhodné a má nepředvídatelný účinek. Genový posun může působit trvale, zůstává-li populace stále poměrně malá a chyba náhodného výběru jedinců pro křížení se pak výrazně uplatní v každé generaci nebo se dočasně uplatňuje u populací, jejichž početnost se periodicky zmenšuje (např. u přezimujícího hmyzu). Evoluční význam genového posunu je v tom, že genový drift vyvolá podstatné změny genetické struktury populace (ve směru homozygotizace) a přispívá ke vzniku genetické rozmanitosti mezi populacemi.

- **Přírodní výběr** (vedoucí k adaptacím)

Velmi účinným způsobem, jak, může anagenetická změna zvětšit frekvenci specií je vznik takové evoluční inovace, která umožňuje svým nositelům obsadit novou adaptivní zónu a využívat určitý soubor nik, které do té doby nebyly přístupné. V takovém případě může dojít k tzv. adaptivní radiaci (obr. 2). Během adaptivní radiace se příslušná linie rozštěpí na velmi mnoho odlišných, z nichž každý může dát vznik samostatným druhům liniím. Tyto nové druhy si mezi sebou rozdělí nově zpřístupněné niky.

Obr. 2. Adaptivní radiace jako možnost vzniku druhů (Darwinovy pěnkavy).



Vznik druhů (Speciace)

Biodiverzita se projevuje zejména mimořádným počtem druhů. Podle paleontologických dokladů je zřejmé, že biodiverzita byla v počátcích evoluce podstatně nižší a k jejímu nárůstu docházelo postupně v průběhu evoluce. Proces, v jehož průběhu vzniká ze starého druhu jeden či více nových druhů, se nazývá speciace.

Pokud se postupně jeden druh jako celek mění v druh jiný, tj. mění se fenotypové vlastnosti jeho příslušníků, nazýváme tento jev fyletická speciace. V tomto případě se biodiverzita nezvětšuje, protože jeden druh je pouze zaměněn za jiný. Naproti tomu při štěpné speciaci se jeden mateřský druh rozpadne na dva a více druhů dceřiných, které se dále anageneticky vyvíjejí samostatně.

V některých případech se jako samostatný typ štěpné speciace vyděluje speciace kladistická, při níž se fenotypické vlastnosti mateřského druhu nezmění, pouze se od něj odštěpí druh dceřiný a ten se fenotypově a genotypově diferencuje.

Většinou speciace trvá poměrně dlouho a řadíme je proto mezi speciace postupné. Příkladem takovéto speciace je častá **alopatrická (geografická) speciace**:

Geografická izolace je považována za nejčastější, pokud ne nezbytný, první krok v procesu speciace, protože je to nejjednodušší způsob, jak přerušit tok genů mezi populacemi, a nakonec vede k formaci reprodukčních bariér.

Pokud je prostředí heterogenní, geograficky široce rozšířená populace bude mít tendenci vyvinout regionální genetické rozdíly v odezvě buď na přírodní výběr, nebo na genetický drift. Protože však existují bariéry, které limitují disperzi, volný tok genů se vyskytuje jen zřídka. Populace žijící v environmentálně odlišných a geograficky oddělených oblastech tak

mají tendenci odlišit se od ostatních, nicméně tok genů zachovává genetickou soudržnost druhu. Příkladem takové diferenciacce jsou regionální rasy domácích vrabců, křečka dlouhoocasého (*Peromyscus maniculatus*) nebo též klinální variace ve velikosti vrhu a snůšky.

Pokud se však regionální populace stanou dostatečně izolovanými, soudržný tok genů mezi nimi je přerušen nebo drasticky redukován, stanou se nezávislými evolučními jednotkami. Například Darwin poukazoval na morfologické rozdíly mezi obřími želvami na Galapágách, které zjevně pocházejí ze společného předka, ale v současnosti se vyskytují na různých ostrovech.

Opakem alopatrické speciace je **speciace sympatrická**:

Poměrně nově vytvořený model vzniku více druhů z jednoho předka, bez nutného působení geografické bariéry v rámci geografického areálu. Například vznik druhů u monofágních a oligofágních herbivorů, kteří v evolučním čase přecházejí skokem z původní živné rostliny na další druhy rostlin a ztrácejí tím kontakt s jedinci původní populace. Podobné způsoby speciace jsou navrhovány i u parazitů a parazitoidů.

U pohlavně se rozmnožujících druhů bývá prvním krokem speciace vytvoření vnitřních či vnějších reprodukčně izolačních bariér mezi částmi populace. Bez takového rozdělení by se v důsledku křížení mezi zástupci staré a nové formy neustále stíraly fenotypové rozdíly a k diferenciaci by vůbec nemohlo dojít. Mechanismy, které umožňují reprodukční oddělení části populace, můžeme rozdělit na izolační mechanismy vnější a vnitřní. Vnější izolační mechanismy mohou být geografické (viz alopatrická speciace) anebo časové (např. u druhů s víceletým životním cyklem).

Vnitřní reprodukčně izolační mechanismy rozdělujeme na mechanismy prezygotické a postzygotické. Za prezygotickou bariéru považujeme ekologické, etologické, fyziologické či biochemické faktory, které snižují pravděpodobnost vzniku hybridních zygot. Za postzygotickou bariéru považujeme faktory, které snižují pravděpodobnost vývoje zygot v dospělém a reprodukce schopném jedinci.

- Prezygotická izolace (geografická, ekologická, časová)
- Postzygotická izolace (sterilita hybridů, redukováná plodnost F1 generace)

Hlavní skupiny organismů

Život na naší planetě se vyvíjel z nejjednodušších organismů přes prokaryotní buňky, jejichž spolupráci vznikly buňky eukaryotní.

Prokaryota mají jednoduše organizované buňky. Jejich reprodukce je pouze nepohlavní (přesto jsou schopny sexuálních procesů!). Proto je jejich přizpůsobivost odkázána pouze na spontánní mutace, předávání plazmidů a rekombinace cizorodé DNA. Ovšem jejich jednoduchost jim umožňuje rychlé množení (jeden cyklus může trvat jen 20 minut).

Do skupiny prokaryotických organismů řadíme domény bakterie a archea. Především dříve byly také tyto organizmy nazývány Monera (obr. 3). Prokaryota jsou vždy jednobuněčné organismy, nikdy netvoří funkčně a morfologicky diferencované tkáně, ale mohou tvořit kolonie. Velikost prokaryotické buňky se obvykle pohybuje mezi desetinami a desítkami mikrometrů. Mimo jiné se předpokládá, že tomu tak je i proto, že difúze, na kterou se musí prokaryotické organismy při transportu látek spoléhat, není při větších velikostech dostatečně účinná.

Prokaryota je skupina zahrnující jak heterotrofní tak autotrofní, jak fototrofní tak lipotrofní organismy. Osidlují všechny typy prostředí, žijí a prospívají v širokém rozmezí teplot, přežívají vysoké hodnoty radiace. Bakteriální spory mohou zůstat životaschopné mnoho let,

přežívají i na povrchu družic na oběžné dráze Země. Některé žijí volně, jiné jsou symbionty eukaryotických organismů nebo i patogeny.

Eukaryotní buňky jsou složité a vysoce organizované systémy. Ty, které jsou diploidní, jsou schopny sexuálního rozmnožování, čímž se radikálně zvyšuje schopnost tvorby nových kombinací genů. Jejich složitost ovšem zpomaluje jejich reprodukční schopnost (jeden cyklus asi 6 hodin). Odhady týkající se počtu druhů eukaryot se pohybují mezi 5 a 30 miliony, popsáno bylo méně než dva miliony druhů.

K eukaryotním organismům se řadí všechny buněčné organismy vyjma bakterií a archeí, tedy prokaryot. Klasifikace eukaryot se v poslední době v souvislosti s rozvojem genetických metod radikálně mění (obr. 3 a 4). Říše rostliny, houby, živočichové a Protista se v současnosti nahrazují několika přirozenými skupinami (klady): Opisthokonta, Amoebozoa, Archaeplastida, Chromista, a Excavata. Přičemž klasičtí živočichové jsou spolu s houbami řazeny do kladu Opisthokonta a skupina Protista se nyní nachází ve všech kladech.

Opisthokonta – dvě mnohobuněčné skupiny (živočichové a houby) a několik málo známých jednobuněčných skupin (trubénky, plísňovky a nukleárie). Monofylie je dobře podpořena molekulárně. Společným znakem, který dal skupině název, je přítomnost jednoho tlačného bičíku (např. spermie živočichů, spory chytridií). Řada opisthokont, především naprostá většina hub, však bičík druhotně postrádá.

Amoebozoa – amébovitě organismy s bičíkem i bez něj. Patří sem např. lobózní améby (*Amoeba*, *Acanthamoeba* ad.), archaméby (*Mastigamoeba*, *Entamoeba* ad.) a hlenky (*Dictyostelium*, *Physarum* ad.). Monofylie je dobře podpořena molekulární fylogenetikou, ale společné znaky celé skupiny bude potřeba teprve definovat.

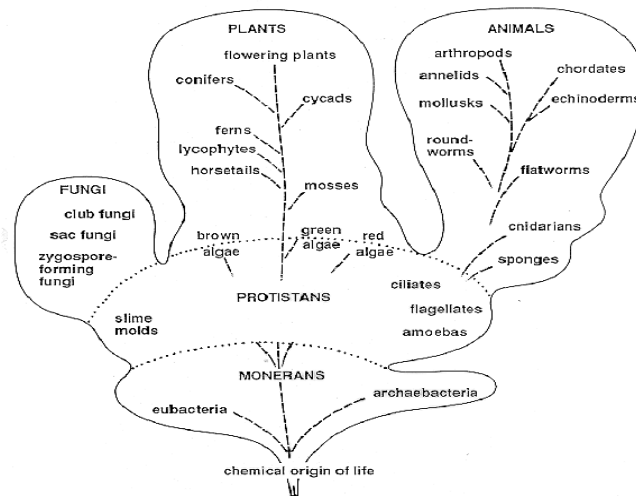
Excavata – většinu zástupců tvoří jednobuněční bičíkovci. Původním znakem je přítomnost břišní rýhy (cytostomu), kterou prochází bičík, a dále cytoskeletální útvary související s břišní rýhou. Tyto znaky však nejsou přítomny u všech dnešních zástupců (předpokládají se druhotné ztráty a modifikace). Patří sem skupiny Euglenozoa (trypanosomy, krásnoočka ad.), Heterolobosea (*Naegleria*, *Percolomonas*, *Acrasis* ad.), Jakobida (*Jakoba*, *Reclinomonas* ad.), Metamonada (diplomonády, trichomonády, retortamonády, *Trimastix* ad.) a izolovaný rod *Malawimonas*.

Archaeplastida – eukaryoti s primárním plastidem (zelené řasy a rostliny, ruduchy a glaukofyty). Často se v literatuře používá pro tuto skupinu název Plantae, s nímž ovšem během historie byla spojena celá řada odlišných významů. Monofylie archeplastidů zůstává sporná.

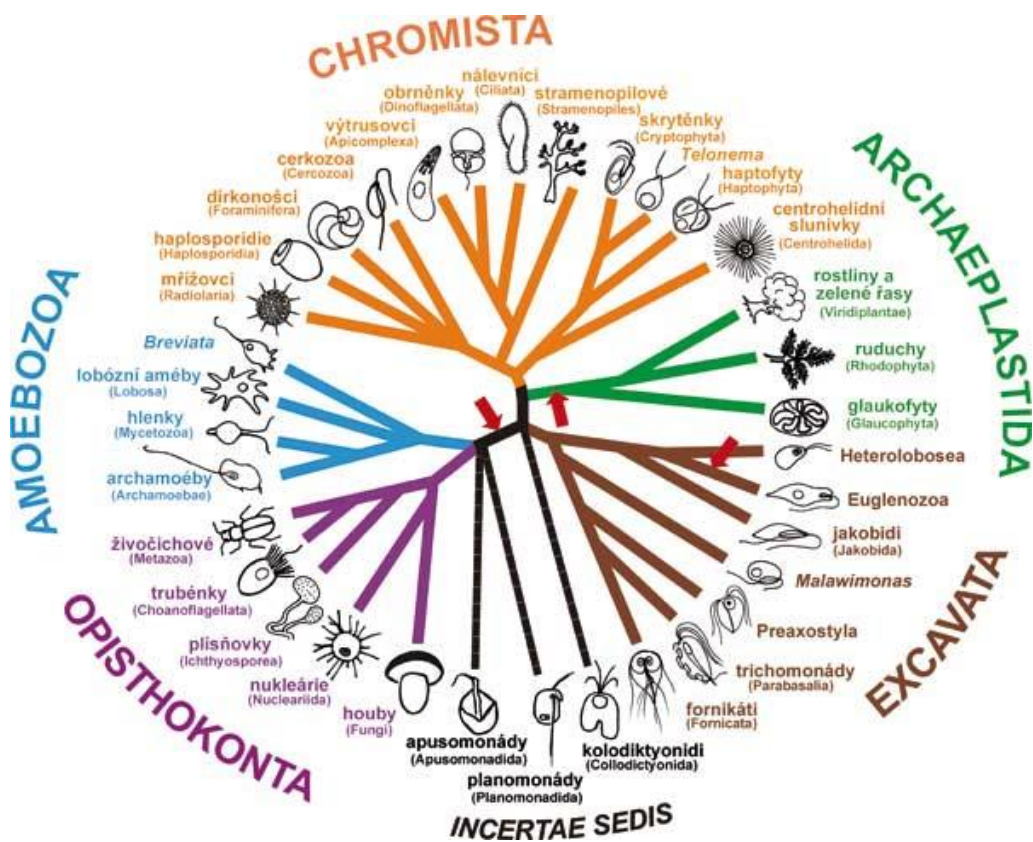
Chromista – toto jméno je od počátku spojeno s představou společného původu tří eukaryotických linií se sekundárním plastidem – skrytěnek (Cryptophyta), haptofytů (Haptophyta) a stramenopilů (Stramenopiles – hnědé řasy, oomycety, labyrintuly ad.). Později se ukázalo, že chromistům je nějak příbuzná skupina Alveolata (obrněnky, výtrusovci, nálevníci) a celému komplexu se začalo říkat Chromalveolata. Dnes je díky fylogenomice zřejmé, že pokud vůbec existuje monofyletická skupina obsahující všechny tyto organismy, musí být její pojetí podstatně širší a musí zahrnovat např. i velkou skupinu **Rhizaria** (dírkonošci, mřížovci, chlorarachnidi, cercomonády, haplosporidie ad.), dříve považovanou za nezávislou „říši“. Chromista v širším pojetí by pak zahrnovala většinu druhů protist. Hypotetický společný předek chromist obsahoval endosymbiotickou ruduchu, jež se v podobě sekundárního plastidu dochovala u mnoha současných chromistních linií. Monofylie chromist je ovšem stále nejistá a s tím je spojena také otázka, zda nepředstavují jen nepřímo příbuzné skupiny, které si předávaly plastidy cestou terciárních či dokonce kvartérních endosymbióz.

Podívejte se na rozmanitost života na stránkách projektu strom života: <http://tolweb.org/tree/>.

Obr. 3. Hlavní skupiny organismů v klasickém pojetí.



Obr. 4. Hlavní skupiny organismů podle nového pojetí .

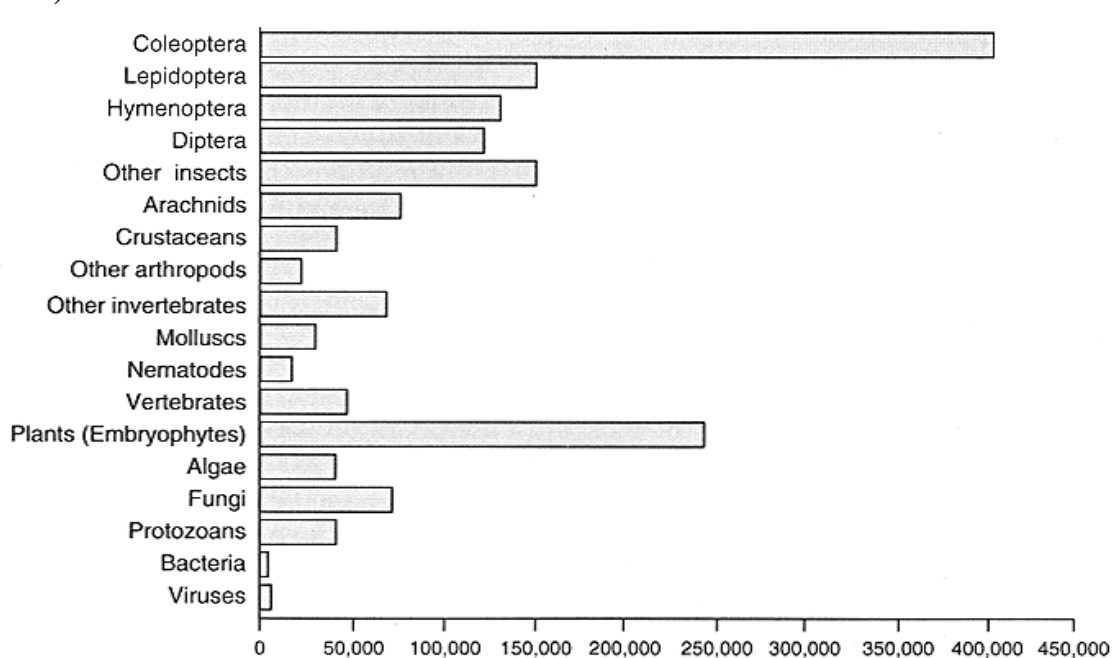


Počet druhů organismů na Zemi

Počet všech druhů na Zemi není lidmi zdaleka znám - odhady se pohybují mezi 10 a 100 miliony. Pouze 1,4 milionu druhů je pojmenováno a vědecky popsáno a zařazeno. Stejně jako celkový počet máme jen mlhavé představy o jeho pohybu - tedy přibývání resp. ubývání (mizení, vymírání) druhů. Podle některých autorů jen za období 1965 - 1990 vymizelo okolo 50 000 druhů. Vymírání druhů je jeden ze způsobů měření vlivu člověka na biosféru.

Zdaleka nejvíce druhů připadá na hmyz a další bezobratlé (nejpočetnějším řádem jsou brouci) (obr. 5). Dále jsou druhově velmi početné cévnaté rostliny, houby a další. Savci patří k relativně málo početným taxonům (obr. 6).

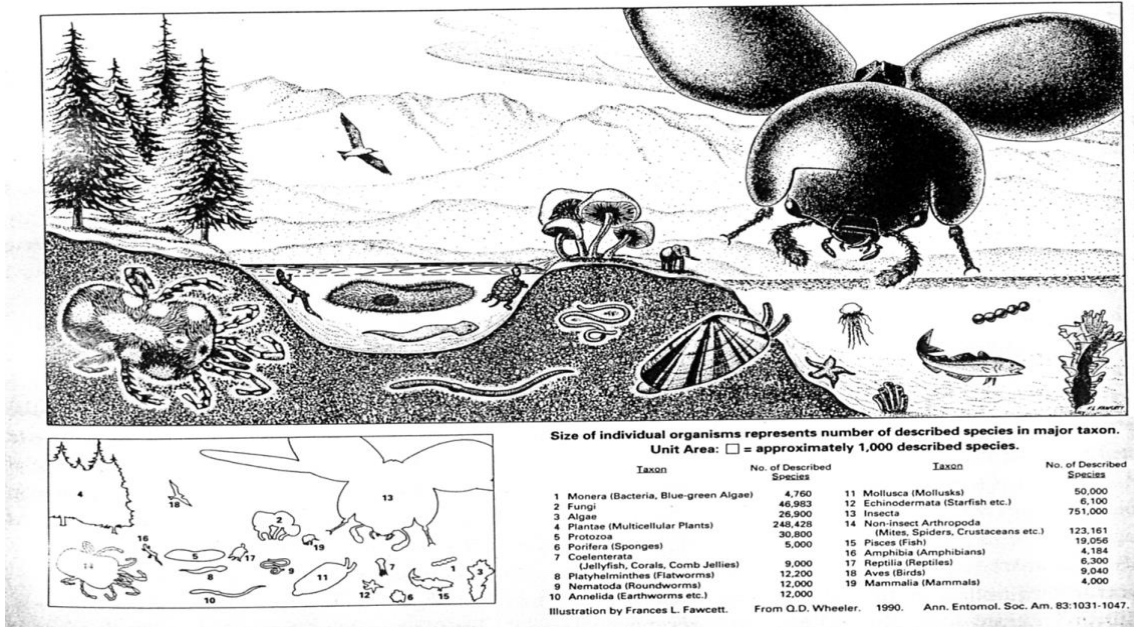
Obr. 5. Počet druhů některých hlavních taxonomických skupin organismů (Stark, 1989).



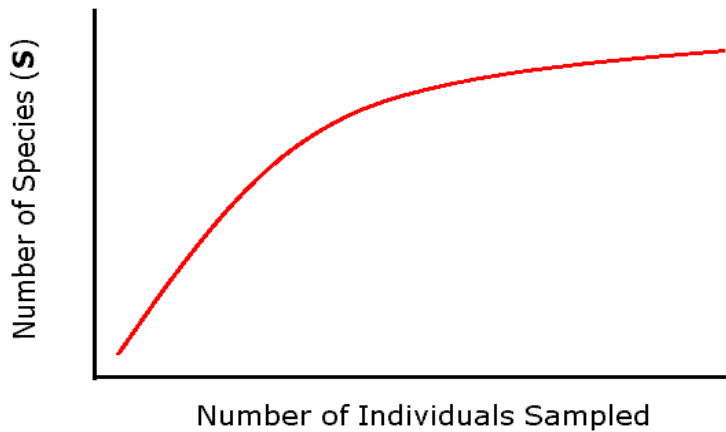
Kvantitativní poznání (počtu druhů) je těžká práce. Jednak je nedostatek taxonomů znalých jednotlivých taxonomických skupin). Mnoho druhů, zvláště bezobratlých, žije skrytě a odběr vzorků je velmi náročný a zatížený značnou chybou. Vztah mezi počtem odebraných individuí (vzorků) a počtem nalezených druhů je zobrazen na obr. 7. Je zřejmé, že zpočátku při odběru vzorků zjišťujeme velký počet nových druhů, ale postupně se tento počet snižuje a mění se jen velmi málo.

Obr. 6. Relativní počet známých druhů. Velikost obrázku znázorňuje počet popsáných druhů.

Relative Number of Described Species in Major Taxa
(Size of Organisms Represents Number of Described Species)



Obr. 7. Vztah mezi počtem sebraných individuí (vzorků) a počtem druhů.



Metody odběru biodiverzity

Existuje množství metod pro odběr vzorků v terestrických i vodních ekosystémech. U terestrických ekosystémů, zejména v kulturní krajině, můžeme vyjmenovat následující metody odběru vzorků biodiverzity:

- Fytcenologické snímky (spočítání druhů a jedinců rostlin na plochu např. m²).
- Odběr bezobratlých metodou zemních pastí, vzorků půdy, smýkáním, Moerickeho miskami, vysáním druhů na vegetaci na určité ploše, atd.

Metody byly popsány mnohými autory. Např. u bezobratlých jsou to Edwards (1991), Southwood a Henderson (2000), Skuhravý, 1970, Dykyjová a kol. (1989) a další. Duelli et al. (1999) prosazuje RBA metodu (rapid biodiversity assessment). U živočichů, kde je nejvyšší biodiverzita je důležitý výběr skupin, určení indikačních skupin. Je to důležité zejména s ohledem na hlavní skupiny (hráče) půdních bezobratlých v agroekosystémech. Jsou to následující skupiny:

- Annelida – půdní kvalita,
- Arthropoda – škůdci, predátoři, polinátoři,
- Nematoda a Mollusca – většinou škůdci.

Úrovně měření

Úrovně kvantitativního oceňování biodiverzity jsou na následujících úrovních:

- Individua (genetická diverzita): diverzita alel, genomová diverzita)
- Populace (diverzita genotypu, fenotypická plasticita, sexuální a sezonní dymorfismus)
- Společenstva (životní formy a strategie, druhová diverzita, div. nik, potravní div.)
- Ekosystém a krajina (diverzita biotopů, patchness, krajinná heterogenita (fraktalita)

Kvantitativní oceňování druhové rozmanitosti

Je založeno na následujících charakteristikách:

- Počet druhů
- Druhové složení
- Relativní zastoupení druhů

Existují rozdíly ve sběru dat o biodiverzitě u fauny a flóry (Tabulka 3).

Tabulka 3. Rozdíly sběru dat fauny a flóry.

Fauna	Flóra
Sběr materiálu nutný	U vyšších ne
Identifikace v laboratoři (nutnost optiky)	Identifikace v terénu
Pohybliví	Sedentární
Závislost na fenologických procesech	Méně závislé
Velký počet druhů	Menší počet druhů
Je nutná restrikce taxonů	Restrikce menší
Velikost objektů podobná	Velikost objektů různá
Biologické druhy jasněji určeny, druhy jasnější	Koncept druhu často vágní, problematičtější

Měření biodiverzity: počítané entity a indexy

Základním problémem hodnocení biodiverzity a rozvoje indikátorů je neúplnost informace o složení, struktuře a funkci biodiverzity na hlavních hladinách – genetické, druhové a ekosystémové. Prozatím popsaných 1,75 milionu druhů z nejčastěji odhadovaných 5 – 15 milionů není jednotným způsobem katalogizováno a informace o druhové bohatosti je tak roztržena. Znalosti o stavu biosféry nejsou definitivní a tak nezbyvá, než využít vybrané indikátory založené hlavně na existujících a dostupných údajích.

Dosavadní pokusy rozvinout indikátory biodiverzity na globální hladině byly zaměřeny zejména na vymezení oblastí významných pro zachování biodiverzity. **Horká místa biodiverzity** jsou oblasti obsahující značný podíl globální biodiverzity na relativně malé ploše, většinou ohrožené výraznou přeměnou původních biotopů a nadměrným zatěžováním v důsledku populačního růstu a rozvoje. (Myers et al. 2000). Tyto oblasti tvořící nepatrný zlomek povrchu souše, zahrnují více než třetinu všech známých druhů živočichů a rostlin, z nichž většina je endemických. Přístup **Poslední divočiny** počítá se stupněm zachovalosti zemského pokryvu a zahrnuje zhruba 17% povrchu planety. Na rozdíl od „horkých míst“ zahrnuje „poslední divočina“ i oblasti, které v globálním srovnání biodiverzitou zrovna neoplývají – tundru či Saharu, ačkoli jsou pro zachování globální biodiverzity stejně důležité.

Co jsou indikátory biodiverzity

Indikátory lze vnímat jako informační nástroje shrnující informace o biodiverzitě. Vypovídají o stavu přírody s přímou návazností na rozhodování veřejných činitelů, soukromých subjektů či nevládních organizací. Hlavním smyslem indikátorů je ukázat stav a zejména vývoj zájmového systému – slouží zejména pro sledování trendů a k redukci množství dat do smysluplného vzorce s vysokou informační hodnotou.

Uplatnění a využití indikátorů:

- pro rozhodování a určování priorit
- srovnávání podmínek životního prostředí mezi různými oblastmi
- sledování stupně dosažení stanovených standardů
- informování veřejnosti

Evolučně založené indikátory

1) Index evolučního potenciálu (Ev) - navrhli ho Santini a Angulo v roce 2001, je založený na předpokladu, že pro přežívání druhů je rozhodující rychlost diverzifikace skupiny D a doba existence P dané skupiny od objevení ve fosilním záznamu

$$(Ev = D + P)$$

2) Index taxonomické rozdílnosti ($\Delta+$) – sestavili jej Clarke a Warwick v roce 1998 a měří průměrnou taxonomickou vzdálenost mezi dvěma organismy náhodně vybranými ve vzorku. Tento index není závislý na vzorkovacím úsilí, což normálně komplikuje srovnávání biodiverzity různých regionů. Pro sestavení indexu, v tomto případě založeném na přítomnosti/nepřítomnosti daného druhu, jsou použity jednoduché číselné váhy (1 - 6) pro různou pozici na taxonomickém stromě

3) Index červených seznamů (RLI) – je to míra, která počítá skutečné posuny druhů mezi kategoriemi v čase, konkrétně tedy mezi jednotlivými hodnoceními. Umožňuje tak zhodnotit, nakolik se zlepšil či zhoršil statut skupiny druhů. Indexy červených seznamů byly zatím vypočítány pro globální trendy ptáků a obojživelníků. Celosvětově index RLI poklesl pro ptáky o 6,9% od roku 1988 a pro obojživelníky o 13,7% od roku 1980. Výhledově lze spočítat indexy i pro některé další skupiny – v současnosti jsou přehodnocováni savci, začalo hodnocení plazů, sladkovodních ryb a měkkýšů a některých mořských skupin.

Agregované a multimetrické indikátory biodiverzity

Důležitý aspekt hodnocení změn biodiverzity je, že všechny součásti ekosystému jsou „na svém místě“. Tento předpoklad vedl k rozvoji ekologické integrity. Ta představuje potenciální stav biosféry prosté vlivu člověka. Podstatou indexů ekologické integrity je postihnout míru zachovalosti ekosystémů. Ekologická integrita odpovídá schopnosti ekosystému udržet dlouhodobě svou strukturu a funkci.

- 1) Index biotické (biologické) integrity (IBI)** – původně byl navržen pro potřeby hodnocení kvality vodních ekosystémů. Jedná se o multimetrický index – je postaven na skórovacím systému převádějícím různé míry do semikvantitativní bodovací stupnice. Součty v jednotlivých kategoriích pak dávají výslednou hodnotu indexu. Vyšší hodnoty indexu značí podobnost se staven blízkým očekávanému stavu nezasazenému lidskou činností, zatímco nižší hodnoty značí vysokou hladinu antropogenních stresorů.
- 2) Index přírodního kapitálu (NCI)** – jeden z nástrojů hodnocení změn biodiverzity, který usiluje o vyjádření změn přírodního kapitálu právě s ohledem na biodiverzitu. Index odráží celkovou zátěž různých aktivit na biodiverzitu a míru změn využívání území.
- 3) Index nedotčenosti biodiverzity (BII)** – jedná se o agregovaný index, který poskytuje syntetický přehled stavu a vývoje biodiverzity. Je založený na dopadu řady aktivit využívání půdy na populace skupin organismů, přičemž dopad je vážený průměrnou druhovou rozmanitostí a rozsahem různých způsobů využití území. Aplikace metody výpočtu na osm jihoafrických zemí ukazuje, že biodiverzita je na úrovni 84% ve srovnání s nedotčenou přírodou.

Indikátory změn a udržitelného využívání biodiverzity

Kromě změn rozsahu jednotlivých ekosystémů zahrnuje tato řada indikátorů:

- trendy početnosti a rozšíření skupin druhů
 - změny stupně ohrožení
 - změny genetické diverzity
 - indikátory integrity a udržitelného využívání ekosystémů
 -
- 1) Index živoucí planety (LPI)** – je založen na agregaci údajů z monitoringu populací obratlovců obývajících suchozemské, sladkovodní a mořské ekosystémy. Je vypočítán z časových řad údajů o celkem 1145 populacích.

2) Mořský trofický index (MTI) – poukazuje na významné narušení udržitelné produkce a integrity mořských systémů.

Rozvoj indikátorů biodiverzity je poháněn dvěma hlavními problémy

- 1) podložená obava o erozi biodiverzity
- 2) samotná komplexita živého světa.

Řešením těchto problémů je na základě existující evidence Rozvinout ukazatele (indikátory) účinně vyhodnocující dopady administrativních opatření na biodiverzitu a indikátory ukazující na míru biologické rozmanitosti na základě ověřených ekologických modelů. Je zřejmé, že neexistuje jeden ideální a správný indikátor biodiverzity. Místo toho existují nebo jsou rozvíjeny indikátory různých součástí a aspektů biodiverzity. Vybrané indikátory biodiverzity by se měly stát běžnou součástí národních statistik, strategií a akčních plánů ochrany přírody.

Syntetické vyjádření biodiverzity - indexy druhové diverzity

Snad nejprostší veličiny, jichž lze v biologickém a ekologickém monitorování použít, jsou počet druhů, druhové složení a relativní zastoupení druhů. Existuje celá řada indexů diverzity, rozlišujeme v závislosti na tom, zda měříme alfa, beta nebo gama diverzitu.

- **ALFA DIVERZITA**

Jedná se o druhovou diverzitu v rámci jednoho území či stanoviště. Nejjednodušší způsob, jak ji vyjádřit je prostým soupisem druhů. Dále používáme indexy druhové pestrosti, které umožňují orientační porovnání druhové diverzity různých typů společenstev.

Běžně se používají např. index Mennhinickův a index Margalefův:

Index Menhinickův (1964)

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}} \quad (\text{D – index, S – počet druhů, N – počet jedinců})$$

Index Margalefův (1951)

$$D_{Mg} = \frac{(S - 1)}{\ln N} \quad (\text{D – index, S – počet druhů, N – celkový počet jedinců})$$

Oba indexy jsou ovlivněny velikostí vzorku a mírou úsilí jeho odběru. Neberou také v potaz početnost druhů (vzorky A a B mohou mít stejnou druhovou pestrost např. 15 druhů a stejný počet jedinců (100), ale relativní počty druhů se mohou lišit).

Index diverzity může být založen na počtu přítomných druhů bez vztahu k jejich početnosti (index druhové pestrosti, viz předchozí) nebo na počtu druhů a jejich početnosti na stanovišti nebo ve společenstvu (vlastní indexy diverzity). Studium vegetace vychází z indexu diverzity, kde je místo početnosti druhů použito jejich procentuální pokryvnosti. Mezi často používaný index tohoto typu patří index Hillův:

Hillův index (1973)

$$N_2 = (\sum x_i)^2 / \sum (x_i^2) \quad (X - \text{míra početnosti druhu (v tomto případě procentuální pokryvnost)})$$

Index postupného srovnávání (Cairns et al., 1968) byl vytvořen pro nebiology jako zjednodušená metoda odhadu relativních rozdílů v biologické rozmanitosti. Je založen na pravděpodobnosti, s jakou bude kterýkoliv jedinec ve vzorku patřit stejnému druhu jako jedinec předchozí.

Cairnsův index (1968)

$$D = \frac{X}{N} \quad (D - \text{diverzita, } X - \text{počet změn, } N - \text{počet jednotlivých exemplářů})$$

U náhodně odebraných vzorků můžeme použít dva běžně používané indexy druhové diverzity, index Simpsonův a index Shannon-Wienerův:

Simpsonův index (1949)

$$D = \sum \left(\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right)$$

- D - index diverzity
- n_i - početnost i-tého druhu
- N - celkový počet jedinců

Index Shannon-Wienerův (Pielou, 1966)

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \quad p_i = \frac{n_i}{N}$$

- p_i - relativní početnost i-tého druhu ve vzorku
- n_i - početnost i-tého druhu
- N - celkový počet jedinců

Výsledná hodnota indexu H závisí na počtu druhů, ale i na jejich významnostech. Pro danou hodnotu počtu druhů ve společenstvu index diverzity roste s vyrovnanou početností jednotlivých druhů. Maxima je dosaženo v případě, že se početnosti všech druhů ve společenstvu rovnají. Poměr naměřené a maximální diverzity udává míru vyrovnanosti (ekvitability).

Ekvitabilitu si můžeme na základě Shannon-Wienerova indexu vyjádřit samostatně (S= celkový počet druhů ve společenstvu):

$$J = \frac{H}{H_{max}} = \frac{-\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i}{\ln S}$$

Pokud budou mít všechny druhy stejný počet jedinců, je vyrovnanost vysoká. Naopak ve společenstvu naprosto převažuje jeden druh je vyrovnanost nízká. Velmi používaný index pro určení vyrovnanosti je index Brillouinův, který právě zohledňuje vyrovnanost společenstva (musíme tedy znát dobře početnost populací ve společenstvu).

Index Brillouinův (1960)

$$H = 1/N \log_{10} N! / N_1!N_2!N_3!$$

- $H=1/N \log_{10} . N!/N_1!N_2!N_3!$ H – index diverzity
- N – celkový počet druhů N1 - počet jedinců druhu 1
- N2 – počet jedinců druhu 2 N3 – počet jedinců druhu 3 atd.

• BETA DIVERZITA

Beta diverzita popisuje druhovou rozdílnost mezi stanovišti, obdobně můžeme beta diverzitou charakterizovat změnu, kterou prochází složení daného společenstva v souvislosti se změnami některého gradientu prostředí. Druhové společenství podmáčených luk si bude podobné na blízkých loukách. Beta diverzita bude tedy nízká. Pokud ale budeme porovnávat podmáčenou louku nížin a horských poloh, složení společenstev se bude pravděpodobně lišit a beta diverzita bude vysoká. Vysoká beta diverzita je tedy dána nízkým zastoupením společně se vyskytujícími druhy ve dvou a více srovnávaných společenstvech.

Nejjednodušší indexy hodnotící podobnost společenstev umožňují srovnávat vždy jen dvě společenstva. Patří mezi ně např.:

Jaccardův index podobnosti

$$Ja = \frac{C}{A + B - C} \times (100)$$

(Ja – míra shody společenstev v %, C – počet společných druhů, A – počet druhů ve společenstvu A, B – počet druhů ve společenstvu B).

Sørensenův index podobnosti

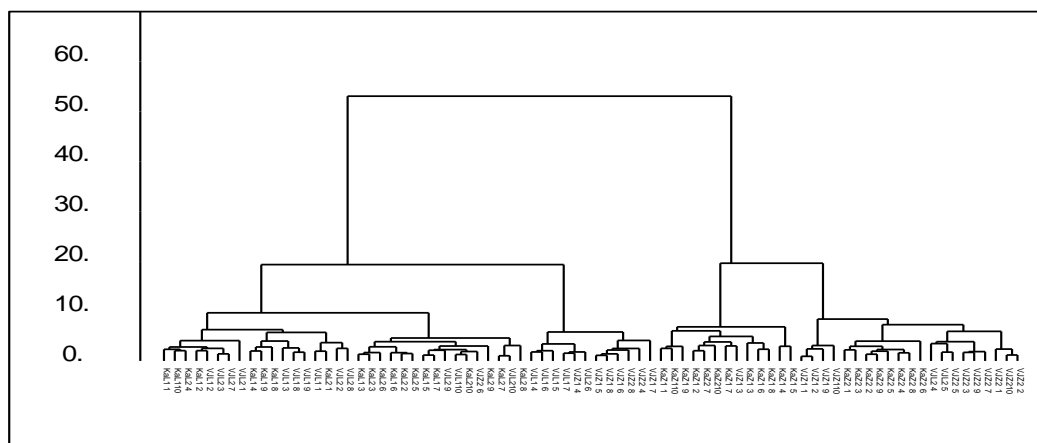
$$S = \frac{2C}{A+B} \times (100)$$

(S – míra shody společenstev v %, C – počet společných druhů, A – počet druhů ve společenstvu A, B – počet druhů ve společenstvu B).

Oba indexy kladou velký důraz na vzácné druhy, druhy vyskytující se v malých počtech. Ty ale mohou výpočet zkomplikovat. Proto existují modifikace těchto indexů, jež zahrnují i informace o početnostech jednotlivých druhů jako např. Morisitův index podobnosti.

V dnešní době, v souvislosti s rozvojem výpočetní techniky, se pro porovnání shody společenstev hojně využívají klasifikační a ordinační techniky. Klasifikace považuje společenstva za oddělené entity a třídí je do skupin podle shody znaků. Na klasifikačním třídění je založena shluková analýza (cluster analysis), jejímž výsledkem je zpravidla větvičí se dendrogram s příslušnou škálou. Příkladem takové analýzy může být porovnání diverzity společenstev bezobratlých u dálnice a silnice první třídy (obr.8).

Obr. 8. Shluková analýza druhů (TWINSpan) (diverzita bezobratlých u silnic).



Dalšími známými metodami jsou ordinační metody. Ty uspořádávají snímky nebo druhy za sebe ve zjednodušené ordinační škále. Je vhodné je používat tam, kde existují plynulé přechody. Výsledkem jsou ordinační diagramy, které představují mnohorozměrný prostor redukovaný do rozměrů dvou, tedy do plochy.

Existují čtyři základní ordinační techniky, založené na modelu druhové odpovědi a na tom, zda je ordinace přímá či nepřímá.

Přímá gradientová analýza analyzuje změny druhového složení podle známého a předem stanoveného jednoho nebo několika gradientů prostředí (podle nadm. výšky, vlastností půdy, intenzity hnojení atd.). Nepřímá gradientová analýza analyzuje variabilitu druhového složení

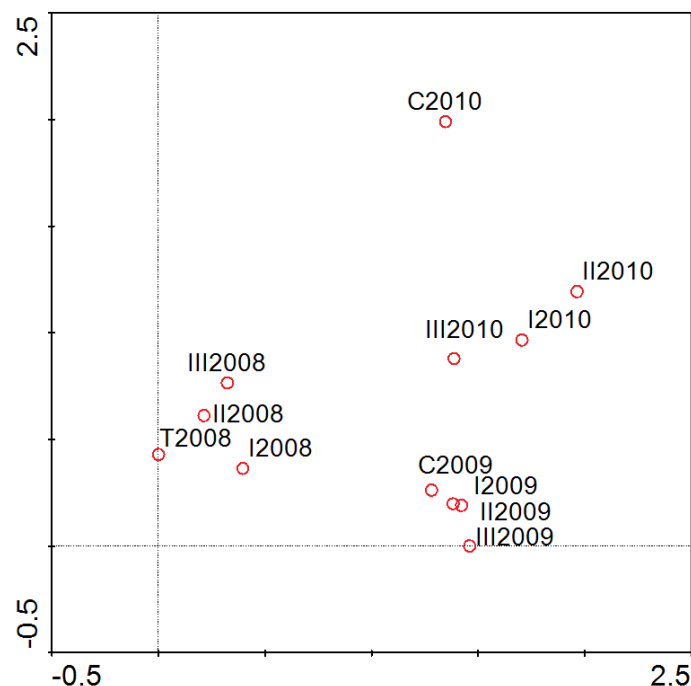
společenstva nezávisle na prostředí. Při použití přímé ordinace hledáme nejlepší vysvětlující proměnné, zatímco v nepřímých ordinacích hledáme jakoukoli proměnnou, která je schopna vysvětlit nejlépe druhové složení (a tu potom vezmeme jako ordinační osu). V ordinacích přímých jsou ordinačními osami vážené charakteristiky prostředí.

Typy modelu odpovědi druhu na gradienty prostředí rozlišujeme lineární a unimodální. Lineární odpověď je nejjednodušším odhadem, uvažujeme při ní pouze lineární (monotónní) změnu. Předpokladem unimodální odpovědi je, že druh má na gradientu prostředí své optimum. Dále se předpokládá, že druh bude mít optimum na každé z ordinačních os a že jeho pravděpodobnost výskytu bude ve všech směrech od tohoto bodu symetricky klesat. Odhadnutá pozice optima druhu se zobrazí jako skóre druhu, tedy jako bod. Optimum se počítá jako vážený průměr z pozic vzorku, kde váhami jsou relativní abundance druhu v jednotlivých vzorcích. Trendů zbavená korespondenční analýza DCA se používá jako první krok ordinační analýzy ke zjištění délky gradientu. Podle hodnoty délky gradientu volíme buď lineární metody ordinační analýzy (PCA, RDA) nebo unimodální metody (DCA, CCA).

Výsledky ordinací se obvykle prezentují jako ordinační diagramy. Ve všech metodách jsou plochy (vzorky) zastoupeny body (symboly). Druhy jsou v lineárních metodách zobrazeny jako šipky ve směru, v jakém roste abundance druhu a jako body (symboly) v metodách váženého průměru (pak označují optimum druhu). Kvantitativní charakteristiky prostředí jsou značeny jako šipky ve směru, v jakém roste jejich hodnota. Cílem klasifikace je získat skupiny objektu (vzorku nebo druhu) vnitřně homogenní a odlišné od jiných skupin. Pokud klasifikujeme druhy, znamená homogenita podobné ekologické chování, které se projevuje podobností distribuce druhu.

V případě průzkumu epigeických brouků na energetických plodinách analýza DCA ukázala, že jednotlivé roky měly na společenstva stěvlíků a drabčků největší vliv, zatímco efekt ploch vykázal nižší variabilitu (obr. 9).

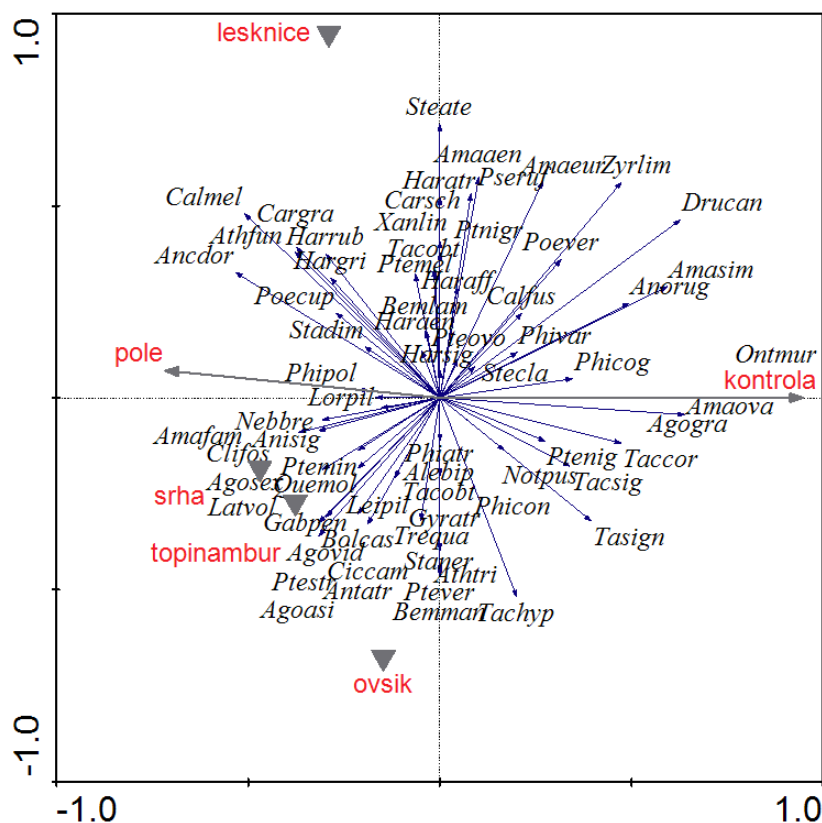
Obr. 9. DCA analýza pro druhová data. Délka gradientu 1,2. První kanonická osa 21,5 % celkové druhové variability, druhá kanonická osa 12,1 % celkové druhové variability. Legenda: I – lesknice rákosovitá, II – ovsík vyvýšený, III – srha laločnatá, T – topinambur hlíznatý, C – okolní biotop. Jednotlivé roky značí sezonu odchytu.



V dalším kroku byla metodou RDA (přímá gradientová analýza, tzv. *Redundancy Analysis*) testována variabilita druhových dat (*species data*) a efekt ploch (P-value 0.0460; F-ratio = 2.00). Testovala se hypotéza, že druhové složení střevlíkovitých a drabčíkovitých je nezávislé na efektu testované plochy. Tato hypotéza byla testována pomocí RDA analýzy při stanovení proměnné rok (2008, 2009 a 2010) jako kovariáty (*covariables*). Vliv proměnné kontrola byl statisticky významný na hladině průkaznosti do p menší než 0,05 (P-value 0.043; F-ratio = 2.00), přičemž první osa reprezentuje 20 % druhové variability. Nulová hypotéza byla vyvrácena. V grafu je zobrazen i efekt ploch (srha, ovsík, lesknice, topinambur, pole) jako tzv. doplňkové proměnné (*supplementary*), pro lepší znázornění situace (obr. 10).

Obr. 10. Ordinační diagram RDA - reakce střevlíkovitých a drabčíkovitých na efekt ploch. Zobrazen statisticky průkazný vliv proměnné kontrola (P-value 0.043, F-ratio = 2.00) a doplňkové vysvětlující proměnné (srha, ovsík, lesknice, topinambur, pole). V analýze byly použity proměnné 2008, 2009 a 2010 jako kovariáty. Zdroj: autorka.

Legenda: Označení druhu je kombinace prvních tří písmen rodového jména a prvních tří písmen druhového jména dle přehledu odchycených druhů.



- **GAMA DIVERZITA**

Gama diverzita se stejně jako alfa diverzita týká rozmanitosti v rámci vymezeného území. Rozdílem mezi oběma typy biodiverzity je v tomto případě měřítko. Gama diverzita popisuje rozmanitost velkých území s řadou dílčích stanovišť.

Environmentální a biotické ukazatele (indexy)

Jak bylo v předešlé části řečeno, indexy druhové pestrosti, rozmanitosti a podobnosti jsou založeny především na počtu druhů a jedinců ve vzorku, společenstvu nebo na lokalitě (stanovišti). Přitom všechny druhy mají stejnou váhu. Je jedno, zda se jedná o druhy vzácné, hojné, invazní, stenotopní, chráněné, druhy červených knih, atd. Proto jsou tyto indexy často málo informativní z hlediska hodnocení antropogenního ovlivnění. Environmentální ukazatele (index) jsou čísla (množství), srovnávané s určitým standardem. Odráží stav živé přírody, kvalitu ovzduší, hluk, prašnost, míru rekreačního využití, estetickou hodnotu krajiny, atd. Např. ve Velké Británii se používá tak zvané číslo ohrožení, které bylo vytvořeno k hodnocení naléhavosti ohrožení květeny (viz Červené knihy).

Velmi často se používají tak zvané biotické indexy, využívající ekologické charakteristiky druhů. Může to být např. citlivost druhů ke znečištění. Uvedeme jen některé příklady.

Trentský biotický index (1964)

Určení indexu má základ v určení počtu indikátorových skupin, které jsou ve vzorku zastoupeny. Základem je určení (obodování) skupin bezobratlých s ohledem na nároky na kvalitu vody. Toto bodování vychází z nejvyššího bodového ohodnocení nejcitlivějších (nejnáročnějších) skupin na čistotu vody ke skupinám nejvíce tolerantním (odolným) ke znečištění. Jako příklad si uvedeme následující bodování bezobratlých podle nároků na kvalitu vody:

- *Siphonuridae, Heptageniidae, Ephemerillidae, Ephemeridae* – 10
- *Astacidae, Lestidae, Gomphidae, Aeschnidae, Libellulidae* – 8
- *Nemouridae, Rhyacophilidae, Limnephilidae* – 7
- *Gammaridae, Platycnemidae, Coenagrionidae* – 6
- *Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Naucoridae, Notonectidae* – 5
- *Baetidae, Sialidae, Piscicolidae* – 4
- *Planorbidae, Sphaeriidae, Lymnaeidae* – 3
- *Chironomidae* – 2
- *Oligochaeta* - 1

Snižování pestrosti vodních bezobratlých a mizení určitých skupin je dobrým indikátorem stavu vod. Index opomíjí relativní zastoupení druhů ve společenstvech. K tomu přihlíží tak zvaný Chandlerův index (1970).

Výhodou těchto indexů je, že jsou rychlé a levné pro stanovení znečištění vody (zejména organického znečištění). Pro průmyslové znečištění musí být tyto indexy přizpůsobeny.

Saprobni přístup (Sládeček)

Jiný základ pro biologickou indikaci kvality vody poskytuje saprobita. Systém saprobního hodnocení, vytvořený prof. J. Sládečkem. Tento systém vychází z různé vázanosti taxonomických skupin na míru rozkladných procesů. Čím převažují redukční pochody nad oxidačními, tím je saprobita vyšší a tím budou převládat polysaprobni organismy (typické pro hnilobní prostředí). Při stanovení saprobního indexu postupujeme tak, že zjištěné druhy nebo skupiny nejdříve zařadíme podle jejich saprobních nároků do skupin.

- Oligosaprobní druhy (bod 1) jsou např. larvy jepic (*Ephemeroptera*)(obr. 11.), mech *Fontinalis antipyretica* a některé ploštěnky (např. *Planaria gonocephala*).
- Mezosaprobní druhy (bod 2 a 3) jsou např. nítěnky (Tubificidae) a larvy pakomárů (Chironomidae) nebo jiného hmyzu (např. larvy střechatek, *Mageloptera*).
- Polysaprobní druhy (bod 4) jsou např. někteří bakterie (např. *Zoogloea ramigera*), řasy (např. *Carteria multifilis*, *Chlamydomonas incerta*) a krásnoočka (např. *Euglena viridis*).

Příklad výpočtu saprobního indexu je uveden níže. Struktura saprobního společenstva je uvedena na obr. 12.

Saprobní index (Sládeček)

$$S = \sum (h_i S_i) / \sum h_i$$

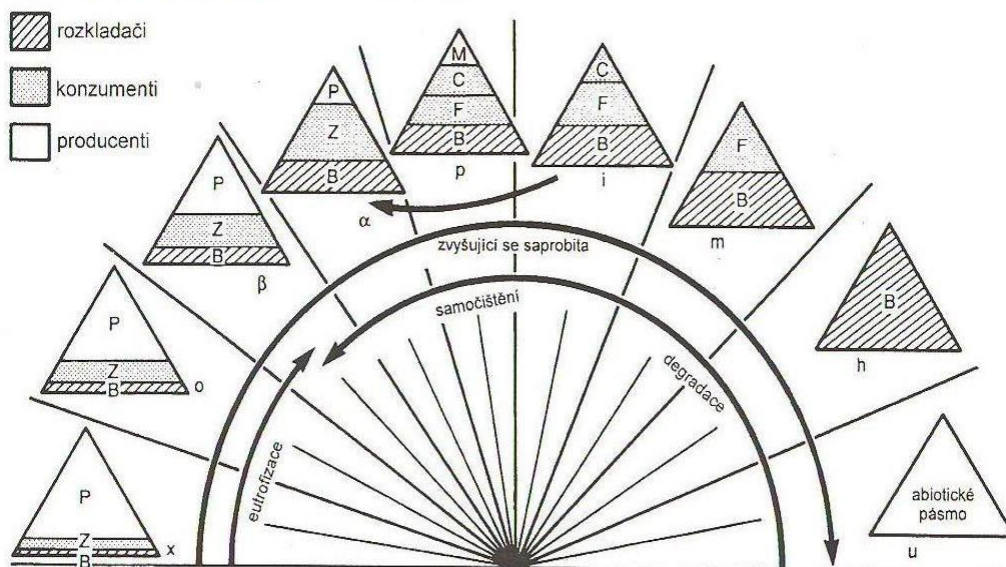
- S – saprobní index společenstva
- S_i - individuální saprobní index jednotlivých druhů
- H_i – relativní početnost podle stupnice odhadu (1 – vzácný, 3 – častý, 5 – hojný)
- 1 – oligo-saprobní organismy
- 2 – beta-mezosaprobní druhy
- 3 – alfa-mesosaprobní druhy
- 4 – polysaprobní druhy

Obr. 11. Larvy jepic patří do skupiny oligosaprobních organismů.



Obr. 12. Struktura saprobního společenstva.

Obr. 8.3. Struktura saprobního společenstva (x = xenosaprobita, o = oligosaprobita, β = beta-mezosaprobita, α = alfa-mezosaprobita, p = polysaprobita, i = izosaprobita, m = metasaprobita, h = hypersaprobita, u = ultrasaprobita, B = bakterie, F = bezbarví bičíkovci, C = nálevníci, M = mixotrofní řasy a bičíkovci, Z = zooplankton a jiní konzumenti, P = fytoplankton a jiní producenti. Překresleno z práce Sládečka (1979), se svolením John Wiley et Sons Ltd.



Bioindikační význam a využití epigeických bezobratlých (brouci, pavouci)

Bioindikační využití bezobratlých v suchozemských stanovištích předložil pro pavouky J. Buchar, později pro drabčíky J. Boháč a pro střevlíky K. Hůrka. Použití střevlíkovitých jako bioindikátorů pro podmínky agrocenóz navrhl poprvé Heydemann v roce 1955 v Německu. Jejich využití spočívá v zařazení odchycených druhů do indikačních skupin. Zjištěné druhy přiřadíme k základním skupinám a podíl druhů stanovených skupin vypovídá o hodnotě studovaného území či stanoviště

Základem je rozdělení druhů podle jejich bionomie do tří skupin:

- První skupinu tvoří druhy s nejužší ekologickou valencí, mající v současnosti mnohdy charakter reliktnů (**skupina R u střevlíků nebo RI u drabčíků** - druhy biotopů nejméně ovlivněných činností člověka),
- Druhou skupinu reprezentují adaptabilnější druhy (**skupina A u střevlíků nebo RII u drabčíků** – druhy stanovišť středně ovlivněných činností člověka, většinou druhy kulturních lesů, ale i druhy neregulovaných a původnějších břehů toků) a
- Třetí skupina je reprezentována eurytopními druhy (**skupina E** - druhy odlesněných stanovišť silně ovlivněných činností člověka)

Na základě tohoto dělení střevlíků a drabčíků do skupin podle tolerance k antropogenním vlivům byl vytvořen biotický index nazvaný **index antropogenního ovlivnění společenstev drabčíků a střevlíků** (Boháč, 1990, 1999).

Index antropogenního ovlivnění společenstev epigeických bezobratlých

$$I = 100 - (E + 0.5 R_2)$$

I – hodnota indexu

E – frekvence expanzivních (ubikvistních) druhů (%)

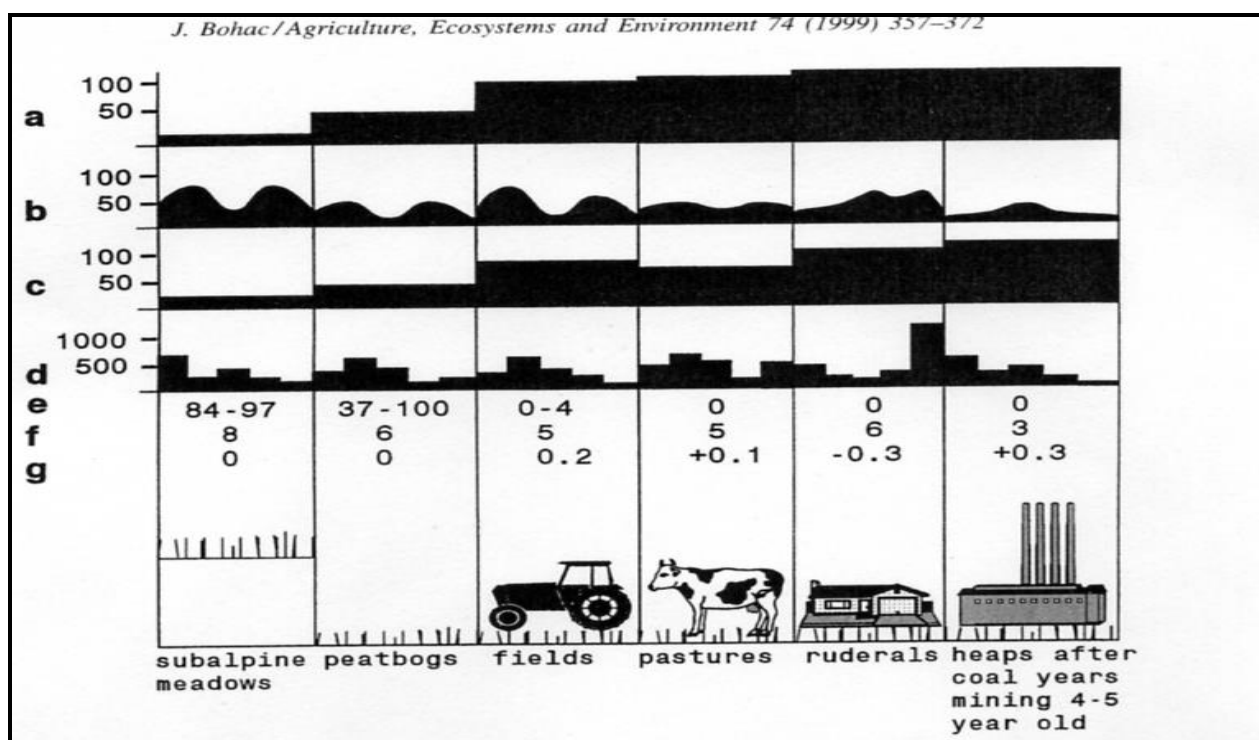
R₂ – frekvence adaptabilních druhů (%)

Hodnota indexu se pohybuje od 0 (ve společenstvu byly zjištěny pouze expanzivní druhy a společenstvo je nejvíce člověkem ovlivněno) do 100 (ve společenstvu se vyskytují pouze relikty I řádu a společenstvo není člověkem ovlivněno).

Nízký podíl expanzivních druhů nám v nelesních biotopech signalizuje vysoké přírodní hodnoty zkoumaných stanovišť a naopak. Také podíl reliktní I. řádu ve stanovištích ukazuje na jejich původnost.

Hodnota indexu tak umožňuje jedním číslem charakterizovat antropogenní ovlivnění biotopů bez porovnávání s náhodnými kontrolami. Navíc vztah mezi hodnotou indexu jednotlivých biotopů a abundancí druhů ve společenstvu může být využit pro zjištění sensitivity jednotlivých druhů na stres vyvolaný činností člověka. Ekologická analýza (obr. 13) pro hodnocení struktury společenstev vypracovaná Boháčem a Fuchsem (1991) využívá různé charakteristiky (frekvence ekologických skupin vzhledem k jejich vztahu k přirozenosti biotopu, frekvence druhů s letní a zimní aktivitou, poměr okřídlených a neokřídlených druhů, různých skupin podle velikosti těla, termo- a hygropreference a zoogeografického rozšíření).

Obr. 13. Ekologická analýza společenstev pro určení antropogenního ovlivnění.



Větší antropogenní ovlivnění společenstev drabčků většinou způsobuje zvýšení frekvence druhů s letní aktivitou a snížení frekvence druhů se zimní aktivitou dospělců. Jeden vrchol v sezonní aktivitě drabčků je charakteristický pro společenstva s větším antropogenním vlivem na rozdíl od dvouvrcholové sezonní aktivity u společenstev polopřirozených stanovišť. Větší frekvence okřídlených druhů s větší migračními schopnostmi, větší velikostí těla, druhů se zvýšenou termopreferencí a sníženou hygropreferencí a větším než evropským areálem rozšíření jsou charakteristická pro společenstva silněji ovlivněná člověkem. Snížený počet životních forem ve společenstvech a narušený poměr pohlaví je také charakteristický pro silně člověkem ovlivněná společenstva drabčků. Na základě studia společenstev různých biotopů různě silně ovlivněných činností člověka bylo možno stanovit parametry indikující kritický stav společenstev drabčků, kdy jsou společenstva nestabilní (Tabulka 4).

Tabulka 4. Parametry indikující kritický stav společenstev drabčků a střevlíků.

Parametr	
Frekvence ubikvistních druhů	více jak 90 %
Index společenstva	méně než 35
Počet životních forem	méně než 4
Frekvence velkých druhů (velikostní skupiny IV a V)	více jak 20 %
Frekvence exemplářů s letní aktivitou	více jak 40 %
Nelétající druhy	schází
Frekvence druhů se zvýšenou termopreferencí	víc jak 70 %
Frekvence druhů se sníženou hygropreferencí	víc jak 70 %
Hodnota indexu poměru pohlaví	víc jak 10 % od 1 : 1

Jiné metody měření diverzity na různých úrovních

Populační diverzita

- Měření genetické diverzity (stupeň heterozygotnosti – polymorfismus enzymů pomocí gelové elektroforézy)
- Měření fylogenetických vztahů (měření porobnosti taxonů)
- Měření polymorfismu (Shannon-Wiener index aplikovaný na fenotypické charakteristiky)
- Měření podobnosti populací (pravděpodobnostní modely disperse a extinkce)

Diverzita společenstva

- Měření funkční diverzity (potravní řetězce)
- Diverzita nik (indexy podobnosti)
- Diverzita životních forem, strategií, atd. (Shannon-Wienerův index)
- Měření diverzity v gradientech
- Měření diverzity vyšších taxonů (čeledi, atd.)

Měření diverzity krajiny

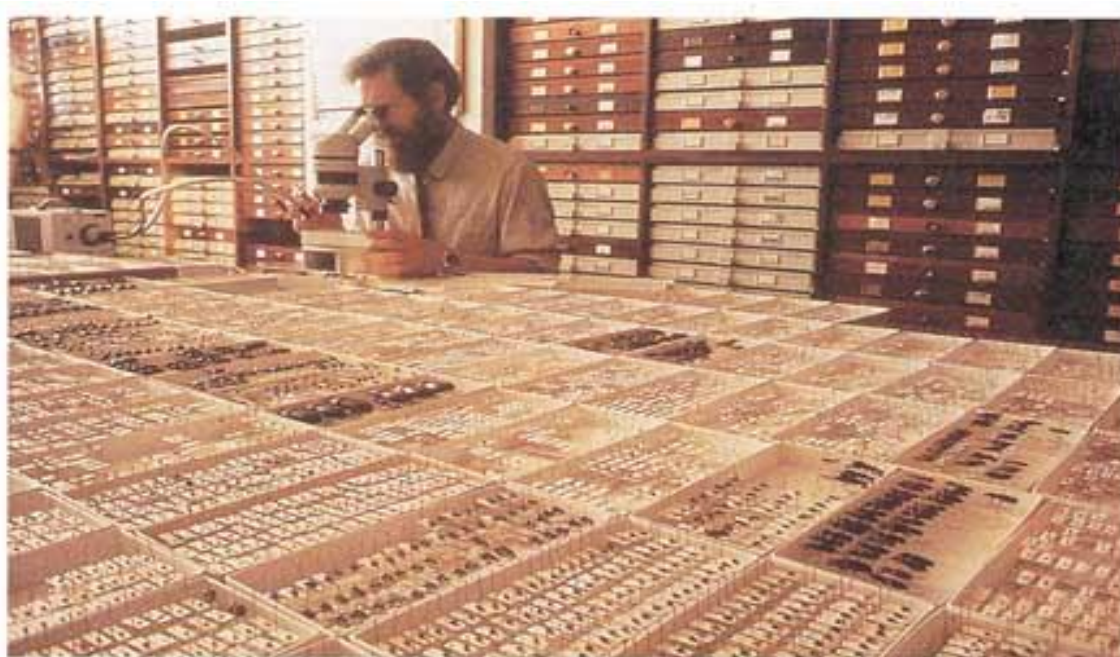
- Měření heterogenity (fraktální dimenze krajiny, DPZ)
- Měření tvaru, délky okraje (edge) a prostorového rozmístění struktur v krajině

Další mnohem podrobnější informace o měření biodiverzity lze najít např. V publikacích Spellerberga (1995), Lepše (1996), Vačkáře (2005), Moiseenko, 2009, atd.).

Muzea jako centra studia biodiverzity

Muzea mají nesmírný význam při deponování dokladových kusů rostlin a živočichů (pro kontrolu správnosti determinace) a uchování typů nově popsaných druhů (obr. 14). U nás je tento význam stále podceňován. Ve vyspělých zemích jsou muzea většinou spojena s univerzitními pracovišti a umožňují tak studentům použít jejich výsledky pro kvalitní práce v ekologii a ochraně přírody.

Obr. 14. Muzea a univerzitní pracoviště jsou centra výzkumu v taxonomii. Bohužel jsou u nás stále oddělena od univerzitních center, což je běžné v severní a západní Evropě.



Rozložení biodiverzity na Zemi

Rozložení počtu druhů na Zemi není rovnoměrné. Zvětšuje se od pólů k rovníku (obr. 15). I v rámci regionů (např. ČR) existují oblasti se zvýšenou biodiverzitou (viz dále). Horká místa biodiverzity jsou ta, jejichž biologická rozmanitost nápadně převyšuje okolí (viz další kapitola).

Obr. 15. Rozložení počtu druhů na planetě. Příklad motýlů otakárků.

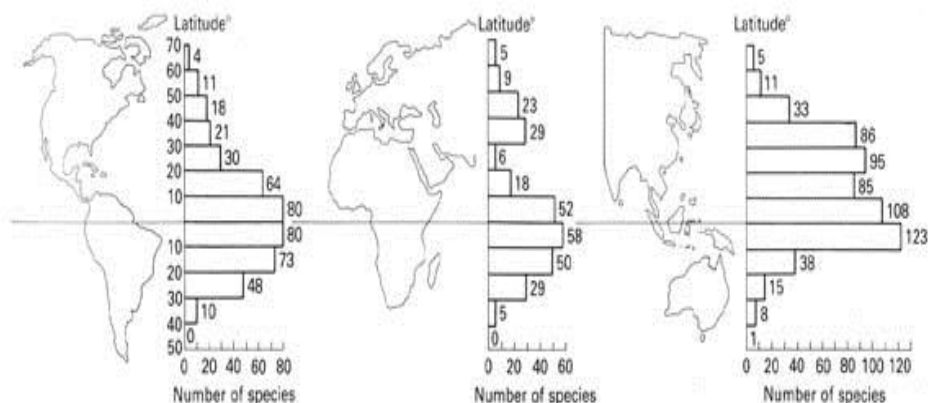


Fig. 4.1. Decrease away from the tropics in species numbers of swallowtail butterflies exemplifies a very common biogeographic pattern. (Collins and Morris 1985, Fig. 2, in Longman and Jenik 1987.)

Hot spots diversity

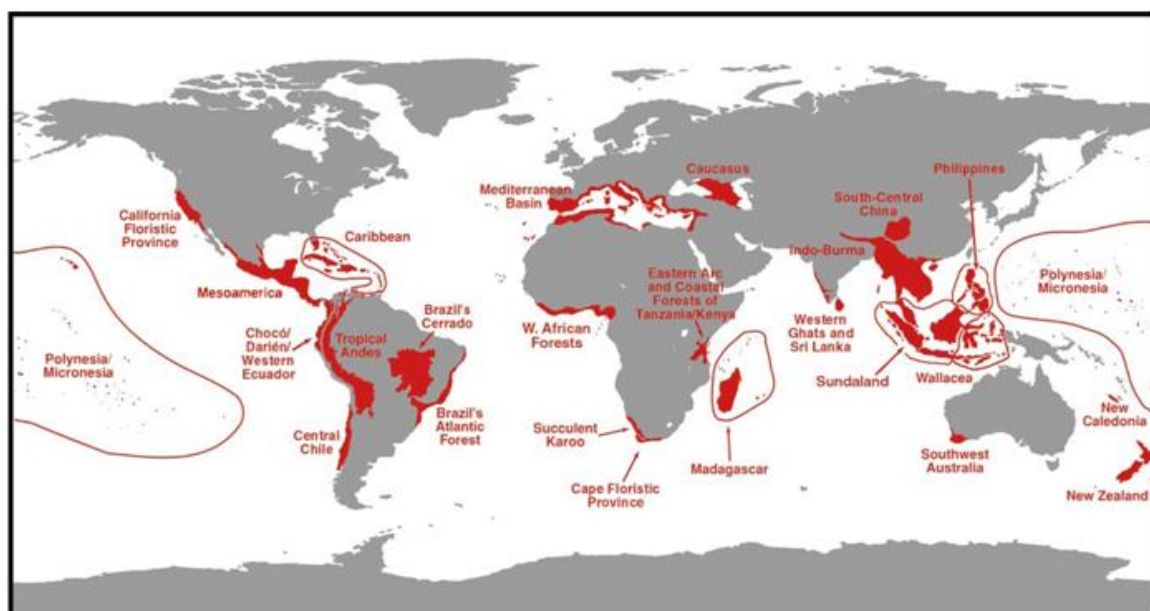
Jedná se o oblasti s vysokou druhovou bohatostí, koncentrací vzácných, ohrožených a endemických druhů. Vymezuje se na lokálním až globálním měřítku (obr. 16).

Jsou určována zejména následujícími kritérii:

- Na základě výskytu vzácných a citlivých druhů (rarity, vulnerability)
- Vysoké biodiverzity
- Výjimečných přírodních kvalit

Znáte u nás taková místa??

Obr. 16. Hot spots biodiverzity na Zemi.



Jak vysvětlit biodiverzitu?

Otázkou, proč je tolik druhů na Zemi se zabývala většina přírodovědců a je to věčná otázka. Pokud pomineme otázku božského stvoření (možná nebudete věřit, ale skoro většina občanů USA v ni věří), musíme se uchýlit k racionálním důvodům. Biodiverzita může být způsobena:

- Heterogenitou zdrojů v čase a prostoru,
- Existencí ekologických gradientů v čase a prostoru,
- Faktem, že výskyt více než 1 organismu způsobuje změnu prostředí a novou prostorovou a časovou heterogenitu.

Avšak existují záhady, které nedovedeme vysvětlit:

- Proč existuje více jak 250 000 „zelených druhů“ rostlin, které soutěží jen o několik molekul jako je voda, CO₂, nitráty, fosfáty, sulfáty, kalcium a magnesium?
- Méně překvapující je více jak milion druhů živočichů, protože 1 rostlina může sloužit jako zdroj potravy pro 10-20 živočichů (odkazují na práce kolegy V. Novotného z Přírodovědecké fakulty na webu).

Existují různé teorie vysvětlující počet druhů (Tabulka 5).

Tabulka 5. Ekologické teorie vysvětlující počet druhů.

Teorie	Vysvětlení	Předpokládaný vývoj
	Časová linie	
Evoluční teorie (Fischer, Heaney)	Počet druhů jako funkce evoluce (čas, centra vzniku, disperze, ekvivalence nik)	Postupně vzrůstá s časem
Katastrofická hypotéza s obnovou	Počet druhů jako funkce občasných katastrof	Dlouhotrvající snižování katastrofami
Teorie sukcese (Odum)	Počet druhů jako funkce ekologického času	Počet druhů jako funkce ekologického času
Teorie	Prostor (velikost plochy, vzdálenost)	Předpokládaný vývoj
Rovnovážná teorie ostrovní biogeografie I (MacArthur&Wilson)	Rovnovážná teorie ostrovní biogeografie I (MacArthur&Wilson)	Zvětšuje se s plochou, zmenšující se s vzdáleností
Rovnovážná teorie ostrovní biogeografie II (Gotelli)	Dtto, včetně záchranných efektů	Zvětšující se s plochou
Hypotéza pasivního vzorkování (Coleman)	Počet druhů jako funkce plochy	Zvětšuje se s plochou

Teorie	Produktivita, tok energie	Předpokládaný vývoj
Hypotéza limitované produktivity (Connel&Orians)	Počet druhů jako funkce maximálního rozdělení produktivity	Zvětšuje se dostupnou biomasou
Hypotéza stability produktivity	Počet druhů jako funkce predikce produktivity	Zvyšující se s různou produktivitou
Hypotéza intenzity toku energie	Počet druhů jak funkce toku energie v síti primární produkce	Zvyšuje se k saturačnímu bodu
Teorie	Biotické interakce	Předpokládaný vývoj
Hypotéza balíčku druhů (MacArthur)	Počet druhů jako funkce intenzity mezidruhové kompetice (limitovaný počet nik)	Snižuje se s intenzitou kompetice
Intenzita predace (Paine)	Počet druhů jako funkce neutralizace kompetitivního vytěsnění predátorů	Zvětšuje se s predací nad určitý práh
Hypotéza konkurence semen	Počet druhů (rostlin) jako funkce selektivní konkurence semen	Snižuje se s konkurencí
Mutualistické vlivy	Počet druhů jako funkce mutualistického vlivu, symbiózy a koevoluce	Zvětšuje se s počtem a silou vazby
Teorie	Měřítko v biologické hierarchii	Předpokládaný vývoj
Hypotéza vztahů v sítích	Hypotéza vztahů v sítích	Zvyšuje se s komplexitou
Hypotéza diverzity biotopů (Lack, W.)	Biodiverzita se zvyšuje s diverzitou biotopu	Stejněměrně se zvyšující
Hypotéza genetické diverzity	Biodiverzita jako funkce genetické diverzity	Zvyšuje se s genetickou diverzitou

Vztah mezi diverzitou společenstev a stabilitou ekosystémů

Není zcela jasný a jsou různé názory (viz dále). Představa, že s vyšší biodiverzitou se zvětšuje stabilita ekosystémů, není stále zcela jasná. Uvedeme příklady vývoje této myšlenky od klasiků ekologie.

Vztah diverzita-stabilita

s diverzitou stoupá stabilita, klasici padesátých let

Elton 1958:

- Silné fluktuace v matematických modelech predátor-kořist
- Explozivní vývoj populací škůdců v monokulturách (hypotéza nestabilních monokultur)
- Silné fluktuace populací v jednoduchých arktických systémech na rozdíl od bohatých a složitých tropických systémů
- Ostrovy v oceánech mající málo druhů náchylné k invazím

Mac Arthur 1955:

- Vztah mezi stabilitou a energií v potravních řetězcích (více rozvětvená potravní síť, více alternativních zdrojů pro každý druh, více pružné kapacity v případě ztráty jednoho druhu)

Margalef, 1958:

- Různorodý systém dává méně energie na individuum než jednoduchý v případě disturbancí (což vede k pozitivnímu zpětnému vztahu mezi diverzitou a energií)

Kritika předešlé koncepce a empirické důkazy

Tyto klasické koncepce vyzvaly řadu kritických názorů. Uvádím některé následující:

- Srovnání oblastí s různou diverzitou: jednoduchý gradient v populační stabilitě ve směru sever-jih neexistuje. Příčiny diverzity jsou různorodější. Tropické lesy mají větší diverzitu, která ale nevede k větší stabilitě v případě překročení určitého prahu.
- Srovnání mezi různými stádii sukcese. Starší stádia sukcese nejsou vždy nutně druhově bohatší, např. klimaxové lesy mírného pásma.
- Studie o stabilitě monokultur. Jsou velmi stabilní monokultury, nejen v extrémních biotopech, ale široce rozšířená mnohodruhová společenstva (*Phragmites*).
- Studie o biologických invazích. Úspěšnost invadujícího druhu více závisí na charakteru (agresivitě) druhu než na charakteru společenstva kam druh proniká.

Experimenty s umělou kombinací několika druhů ukazují na nestabilitu, ale kombinace mnoha druhů je těžko kontrolovatelná (mnoho faktorů).

Nejasnost na různých úrovních pozorování

- Ekosystémy, společenstva a populace. Stabilita na úrovni společenstva (to samé biomasa) může být doprovázena komplexní nestabilitou na úrovni populace (záměna druhů).

- Prostorové měřítko pozorování. Nestabilita v měřítku jednoho stromu může být nevýznamná pro celý les.
- Disturbance. Disturbance není jednoduchý faktor a není možné jednoduše předpovědět či vysvětlit následky podle intenzity, délky, atd.

Závěrem lze říci, že představa jak funguje biodiverzita a stabilita společenstev a ekosystémů není stále úplně jasná. Důvodem je i to, že ekologie společenstev organismů a ekologie ekosystémů se vyvíjely do značné míry odděleně. Doufám, že i studenti mohou přispět svými nápady a výzkumy k poznání této záhady.

Biologie ochrany přírody jako multidisciplinární věda, jejímž cílem je ochrana biodiverzity

Biologie ochrany přírody je multidisciplinárním vědním oborem, který byl ustanoven v důsledku ohrožení biologické diverzity. Má tři hlavní cíle:

- Sledovat a popisovat rozmanitost živých organismů,
- Porozumět vlivu lidských aktivit na jednotlivé druhy, společenstva a ekosystémy,
- Vyvinout mezioborové přístupy k ochraně a obnově biodiverzity.

Akademické obory jako populační biologie, taxonomie, ekologie, krajinná ekologie a genetika jsou jádrem biologie ochrany přírody. Vzhledem k tomu, že krize biologické diverzity jsou způsobeny lidskou činností, zahrnuje biologie ochrany přírody také myšlenky a přístupy z širokého okruhu oborů mimo biologii. Například zákony o životním prostředí poskytují základ pro právní ochranu biodiverzity. Biologie ochrany přírody je využívána také při hodnocení vlivů na životní prostředí (EIA). Sociální vědy jako antropologie, sociologie a geografie umožňují porozumět tomu, jak lze lidi podporovat a učit je chránit přírodní zdroje a druhy nacházející se v jejich bezprostředním okolí. Ekologická ekonomie umožňuje analyzovat ekonomický rozměr biologické diverzity a podporovat ochranné argumenty. Zároveň navrhuje nové metody ekonomického oceňování biologické diverzity (viz metoda REMEDE dále). Ekosystémoví ekologové a klimatologové monitorují biotické a abiotické charakteristiky životního prostředí a hledají modely pro odpovědi prostředí na jeho narušení.

V každém případě je biologie ochrany přírody krizovou disciplínou. Ochranná rozhodnutí se dělají každodenně a často s použitím omezených informací a v časovém stresu. Biologie ochrany přírody se snaží odpovědět na specifické otázky v daných situacích. Tyto otázky vznikají při hledání nejlepší strategie pro ochranu ekosystémů, druhů, přírodních rezervací, parků, vytváření a navrhování managementu pro tato území, ochranu druhů a sladování ochranných záměrů s potřebami místních obyvatel a jejich politickými představiteli.

Biologie ochrany přírody má také filozofické pozadí, které souvisí zejména s:

Hypozétou Gaia, jež vidí Zemi jako „superorganismus“, jehož biologické, fyzikální a chemické složky na sebe vzájemně působí, aby utvářely vlastnosti atmosféry a klimatu (Lovelock, 1988). Již dříve přišel s teorií noosféry, která je třetí vývojová fáze Země (po geosféře a biosféře) V. I. Vernadskij (1863-1945). Noosféra je vytvořena vlivem lidského zásahu do obou zmíněných zón (fyzický a ekonomický rozvoj Země). Vernadskij je také zakladatelem geochemie, biogeochemie a radiogeologie.

Myšlenkou, že suroviny a hodnoty z přírody (dřevo, potrava, čistá voda, druhová rozmanitost a také estetická hodnota přírody) mají být považovány za přírodní zdroje a cílem je jejich co nejlepší využití pro co největší počet lidí po nejdélejší dobu. Tyto myšlenky souvisí s pojmem management ekosystému, jež klade největší důraz v hospodaření na zdraví ekosystémů a divoce žijících druhů.

Principem udržitelného rozvoje, který rovněž prosazuje podobný přístup jako v předešlém odstavci.

Moderní vědní obor biologie ochrany přírody je založen na několika etických dogmatech, jež jsou všeobecně lidmi přijímána. Jsou to zejména následující principy:

- Rozmanitost druhů a společenstev by měla být zachována.
- Mělo by se zabránit předčasnému vymírání populací a druhů.

- Ekologická komplexita by měla být zachována.
- Evoluce by měla pokračovat.
- Biologická rozmanitost jako taková má svou vnitřní hodnotu.

Biologie ochrany přírody je tedy multidisciplinární, poměrně mladý obor, který využívá základních poznatků z biologie a aplikuje je na možnosti a potřeby lidské společnosti. Cílem tohoto oboru je poskytnout teoretické základy a praktické rady pro ochranu druhů a ekosystémů. Biologie ochrany přírody vznikla jako moderní obor kolem roku 1980, avšak ochrana přírody se zrodila již na začátku 19. století jako snaha zabránit plošné exploataci přírodních zdrojů. Původní funkcí ochrany přírody byla konzervace relativně nepoškozených částí přírody formou vyhlášení striktních rezervací, s vyloučením hospodaření a často i přístupu člověka.

Biologie ochrany přírody vychází především z ekologie, ale také ze zoologie, botaniky, biogeografie, taxonomie a dalších věd (viz dále). Vztahy k ekologii jsou však primární. Vztahy mezi některými vědami, které jsou součástí biologie ochrany přírody, ukazuje Tabulka 6. Biologie ochrany přírody je také věda dynamická, protože vytváří nové hypotézy na rozdíl např. od morfologie, anatomie a systematiky.

Tabulka 6. Vztahy mezi některými vědami, které jsou součástí biologie ochrany přírody.

Obecné vědy	Speciální vědy	
Anatomie Morfologie	Taxonomie	Statické vědy
Fyziologie Ekologie	Nanotechnologie	Dynamické vědy

Ekologii můžeme dělit na řadu dílčích oborů podle skupin (např. ekologie rostlin, živočichů, ptáků, atd.), biotopů (ekologie stojatých nebo tekoucích vod), úrovní pozorování (ekologie populací, společenstev, ekosystémů), a aplikačních možností (zemědělství, lesní a vodní hospodářství, atd.). Všechny tyto typy ekologií jsou využívány biologii ochrany přírody.

Deriváty ekologie jsou i některé speciální disciplíny, např.:

- Ochrana přírody – ochrana biologických zdrojů (studuje druhy, biotopy a procesy)
- Ochrana životního prostředí – ochrana proti hluku, radiaci a jiným škodlivým vlivům na lidské zdraví způsobené technikou, atd.
- Vědy o životním prostředí: interdisciplinární vědy zabývající se ochranou prostředí, managementem a ekologií.

V biologii ochrany přírody můžeme také rozlišit vědy základní, zabývající se teoretickými otázkami a vědy aplikované, které jsou zaměřeny na praktickou aplikaci výsledků věd základních (Tabulka 7).

Mezi aplikované vědy využívané v biologii ochrany přírody řadíme např.:

- Zemědělství a lesnictví (management jednoduchých systémů, biologická kontrola, chov rostlin a zvířat, GMO, udržitelné využití krajiny).
- Rybářství (udržitelné využití zdrojů – např. ryb).
- Epidemiologie (rozšíření parazitů a nemocí (teoretická a populační ekologie).
- Ochrana přírody (ochrana druhů, biotopů, krajiny, obnova stanovišť, ekosystémů a krajiny po následcích činnosti člověka).
- Ochrana přírody.
- Ochrana vod (od rostlin v čistírnách po biomanipulace).
- Ochrana půd.
- Globální ekologie.
- Modelování klimatických scénářů.
- Ekologie člověka (demografie, migrace, výživa).

K biologii ochrany přírody významně přispívá ekologie obnovy. Je to část vědecké ekologie, která své výsledky využívá pro vznik, obnovu a ochranu biotopů a ekosystémů. Zahrnuje plánování, teorii, právo, socio-ekonomické aspekty, atd.

Cílem ochrany přírody je také ochrana tak zvaných zdrojů, zejména následujících:

- Biotické zdroje (podle definice IUCN) – ochrana druhů, biotopů, jejich obnova po antropogenním ovlivnění, ochrana přirozené dynamiky společenstev a ekosystémů.
- Abiotické zdroje – ochrana abiotických zdrojů bioty (ovzduší, voda, půda).
- Estetické zdroje - ochrana krajiny včetně využívané (kulturní krajina).

Tabulka 7. Základní a aplikované vědy v biologii ochrany přírody.

Základní vědy	Aplikované vědy
Ekologie	Ochrana přírody
Geografie	Management ekosystémů
Klimatologie	Ochrana přírodních zdrojů

Biologie ochrany přírody je tedy syntézou všech uvedených vědních disciplín. Podílí se na popisu biologické diverzity, určuje vliv lidských aktivit, které biodiverzitu ohrožují a vyvíjí metody k ochraně a obnově biologické rozmanitosti. Je také založena na paradigmatu udržitelného rozvoje, který předpokládá takové využívání přírodních zdrojů, které uspokojí potřeby člověka, ale nezničí biologickou rozmanitost.

Závěr k biodiverzitě

Koncept biodiverzity není zcela nejasný. Druhová bohatost (pestrost) je hrubým ukazatelem diverzity. Matematické indexy druhové diverzity často, jako jediné, odrážejí konkrétní biodiverzitu. Ochranou biodiverzity se zabývá multidisciplinární obor biologie ochrany přírody.

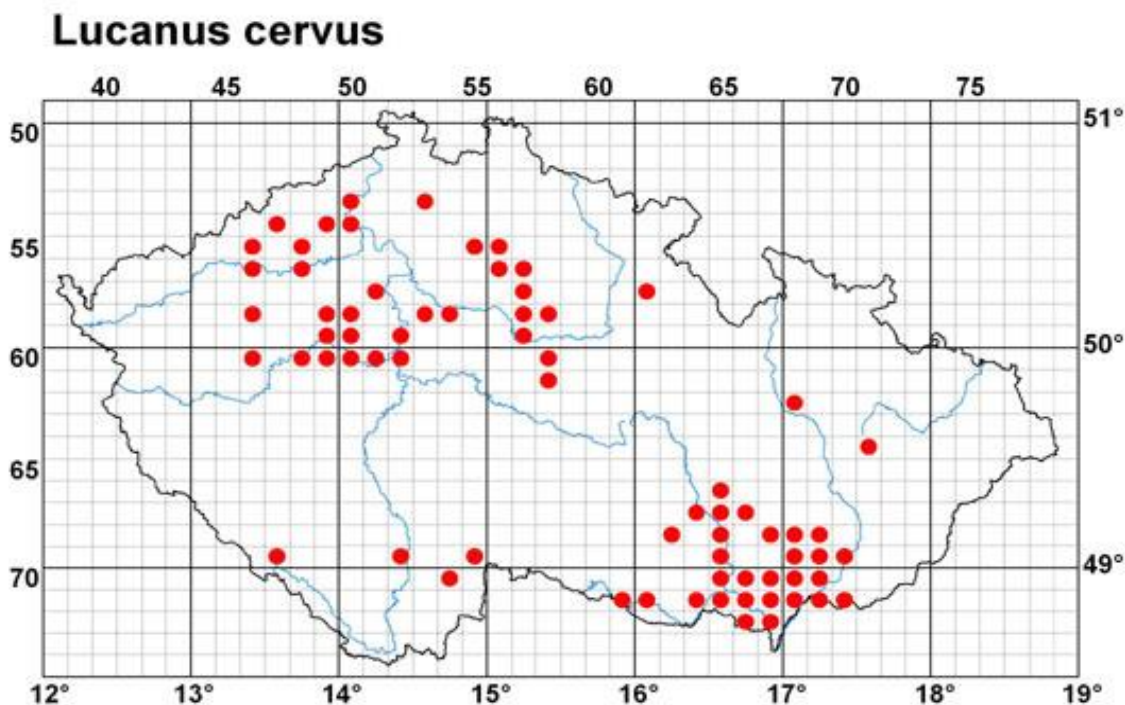
Rozšíření organismů na Zemi – základy biogeografie

Biogeografie je nauka o rozdělení biodiverzity v prostoru a čase. Jejím cílem je odhalit, kde organismy žijí a v jakém množství. Zákonitosti rozdělení druhů na této úrovni lze obvykle vysvětlit přes kombinaci historických faktorů jako například speciace, extinkce, kontinentální drift, zalednění (a související změny hladiny moře) a to v kombinaci s plochou a izolací zemských mas a dostupné energie.

Biogeografie představuje systém zákonitostí dosažených výzkumem v rámci zoogeografie a fyto geografie. V praxi je však biogeografie častěji chápána jako zastřešující pojem pro zmíněné obory. Zcela specifický charakter nabývá biogeografie chápána jako obor čistě geografický. Tehdy může navazovat spíše na předmět synekologie než na předmět zoogeografie a fyto geografie. Geobiocenologie (geobiocenóza je soubor živé přírody se svým prostředím, tedy určité překrytí s ekosystémem) má totožný základní výzkumný objekt jako biogeografie – tedy prostorový systém a existenční celek organismů s jejich prostředím v krajině). Tím se prokazuje návaznost mezi geobiocenologií (ekologií) a biogeografií.

Základním kamenem pro každé zoogeografické nebo fyto geografické studie jsou areály druhů. Zejména pro srovnávací studium jsou nejlépe použitelné areály vynesené do mapy (viz příklad). Tyto mapy mohou být bodové (každý bod mapy znázorňuje jednu lokalitu daného druhu) Je-li bodů dostatečné množství, slouží bodová mapa jako podklad pro sestavení mapy obrysově. Nejdokonaleji může být znázorněno území obývané daným druhem pomocí mapy plošné (obr. 17). Její sestavení se opírá o zcela rovnoměrně rozmístěná naleziště, na nichž byl výzkum uskutečněn. Této koncepci nejlépe odpovídají projekty mezinárodního síťového mapování (obr. 17, 18).

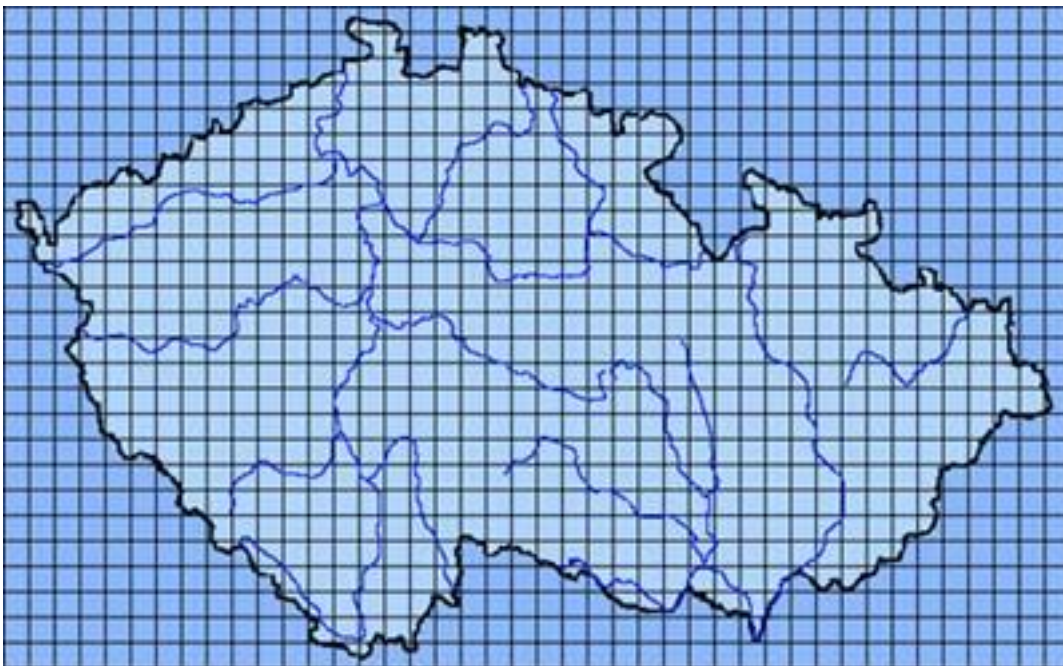
Obr. 17. Výskyt naturového druhu roháč obecný (*Lucanus cervus*) v ČR (podle AOPK).



Pro účely sledování změn výskytu rostlin či živočichů se jeví jako vhodná metoda síťového (kvadrátového) mapování, a to zejména proto, že do jisté míry umožňuje kvantifikaci zjištěných poznatků (např. o kolik % se oblast výskytu určitého druhu za dané časové období změnila), což klasické mapy „bodového“ typu (vyznačení výskytu přímo do podkladové mapy) tak jednoduše neumožňují. Konkrétní údaje o změnách výskytu živočišných a rostlinných druhů, doplněné odpovídajícími čísly a hodnotami, jsou nezbytné při diskusích a sporech týkajících se technokratických přístupů při využívání přírodních zdrojů.

Princip síťové metody spočívá v tom, že naše území (potažmo celé Evropy) je rozděleno na síť čtverců (kvadrátů) o rozměrech zhruba 11 x 12 km, které jsou odvozeny od zeměpisných souřadnic, a při jediném nálezů sledovaného druhu v určitém čtverci je tento již považovaný za „osídlený“. Území České republiky pokrývá celkem 628 čtverců celoplošných nebo hraničních s větší částí našeho území. Pokud započítáme všechny hraniční mapovací čtverce, které se našeho území dotýkají třeba jen velice okrajově, dostaneme se k celkovému počtu 678 mapovacích čtverců.

Obr. 18. Síťové mapování ptáků ČR (přehled sítě)(Česká společnost ornitologická).



Pomocné vědy biogeografie

Je to samozřejmě botanika a zoologie a dále taxonomie. Na systematiku těsně navazují fylogenetika, paleozoologie a paleobotanika. Ekologie poskytuje biogeografii především klasifikaci faktorů podmiňujících výskyt druhů na rozmanitých stanovištích, podklady pro šíření jednotlivých druhů a hierarchický systém rozčlenění světového životního prostředí (3 biocykly – mořský biocyklus, biocyklus pevninských vod a biocyklus suchozemský).

Z ostatních věd jsou pro biogeografii významné: geografie, geologie (paleogeografie a paleoklimatologie).

Areály druhů

Rozšíření organismů - citlivost na vnější faktory je hlavním důvodem geografického rozšíření (žiji tam, kde je mi dobře).

Pojmy:

- naleziště - výskyt přesně definovaný souřadnicemi
- stanoviště - soubor podmínek a faktorů určitého prostředí
- areál - území rozšíření určitého rodu nebo druhu (taxonu)

Areál druhu: oblast rozšíření, část zemského povrchu, ve kterém se vyskytuje určitý druh (rod, čeleď, atd.). Areály jsou různě velké. Některé organismy jsou kosmopolitní, tedy vyskytují se (přirozeně nebo s pomocí člověka) po celém světě. Organismus s cirkumpolárním areálem se vyskytuje v mírném až boreálním pásu okolo celé Země. Pokud je areál velmi malý, označujeme takový organismus jako endemit určitého území (obr. 19).

Vymezení areálu druhu je problematické u zvířat: holoareál (celkové rozšíření druhu), euareál (místa rozmnožování), epiareál (zimoviště, např. u stěhovavých ptáků).

Zoogeografické areály jsou specifické oproti areálům rostlin z důvodu jejich aktivního pohybu. U většiny živočichů je navíc aktivního pohybu využíváno k šíření v rámci areálu i mimo něj. Aktivní šíření je často kombinováno s šířením pasivním (forezie, přenašeni vzdušnými proudy, ve vodě na mrtvém dřevě, atd.).

Areál živočišného druhu představuje území, na němž se daný druh úspěšně rozmnožuje. Velikost areálů je velmi rozmanitá a navíc se mění v čase. Každý areál je zpravidla rozmístěn v rámci jediného ze tří biocyklů: moře, pevniny nebo pevninských vod. Velký počet druhů se v jednom cyklu rozmnožuje a do druhého se přemísťuje za účelem šíření, hledání potravy, (např. vážky, jepice, pošvatky, střechatky, vodní brouci, atd.).

V rámci každého biocyklu můžeme rozlišit tři základní velikosti areálů:

- **Makroareály** zasahující na území několika či všech kontinentů (např. kosmopolitní druhy rozšířené v rámci celé biosféry – např. některé mořské druhy, na pevnině člověk, jeho paraziti, škůdci některých zemědělských plodin nebo zásob (potkan *Rattus norvegicus*) a řada druhů synantropních (např. moucha domácí – *Musca domestica*)). Vedle vlastních kosmopolitních makroareálů patří do této skupiny areály cirkumtropické, cirkumpolární a bipolární.
- **Mezoareály** zasahující na jediný kontinent, oceán nebo zoogeografickou oblast.
- **Mikroareály** jsou omezeny na jednotlivé ostrovy, horské hřebeny či jeskynní systémy, jediné jezero, atd. Mikroareály se někdy označují jako areály endemitní (viz endemické druhy).

Obr. 19. Mezi druhy s endemickým areálem patří většina jeskynních druhů, např. jeskynní hrobařici žijící jen v jednom jeskynním systému.

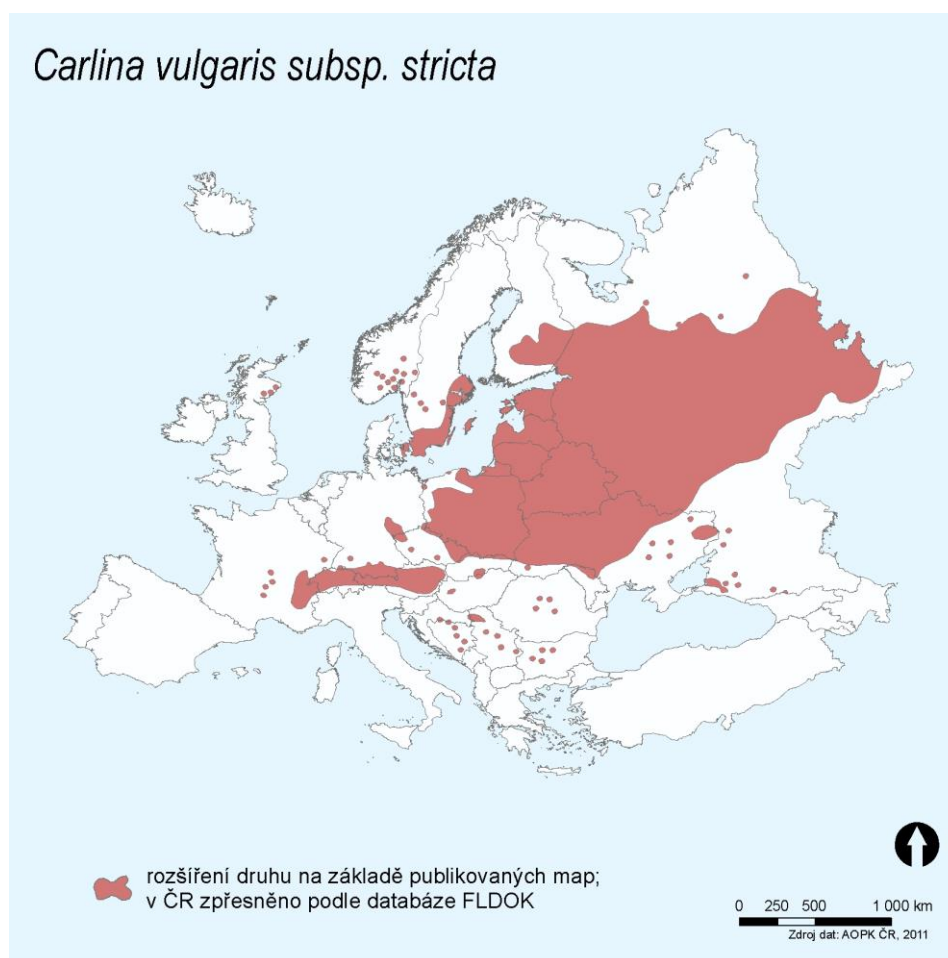


Velikost areálu není bezprostředně závislá na příslušnosti daných druhů k určité systematické skupině. Příslušníci téhož rodu mohou mít nápadně odlišnou velikost areálu (např. střevlíkovitý brouk *Nebria tatica* obývá výhradně Vysoké a Nízké Tatry a Malou Fatru, zatímco *Nebria brevicollis* je hojný druh v celé západní části Palearktické oblasti až po Ural).

Typy areálu jsou obdobně rozmanité jako jejich velikost. Každý druh má svůj areál. Všechny areály můžeme dělit na souvislé a nesouvislé (disjunktivní). Velikost areálu je závislá jednak na místě vzniku druhu a také na ekologické valenci a vagilitě (schopnost šíření) daného druhu (obr. 20).

Zmenšování areálů druhů a jejich zánik v současnosti často souvisí s antropogenními vlivy (viz dále).

Obr. 20. Areál pupavy obecné (*Carlina vulgaris* ssp. *stricta*).



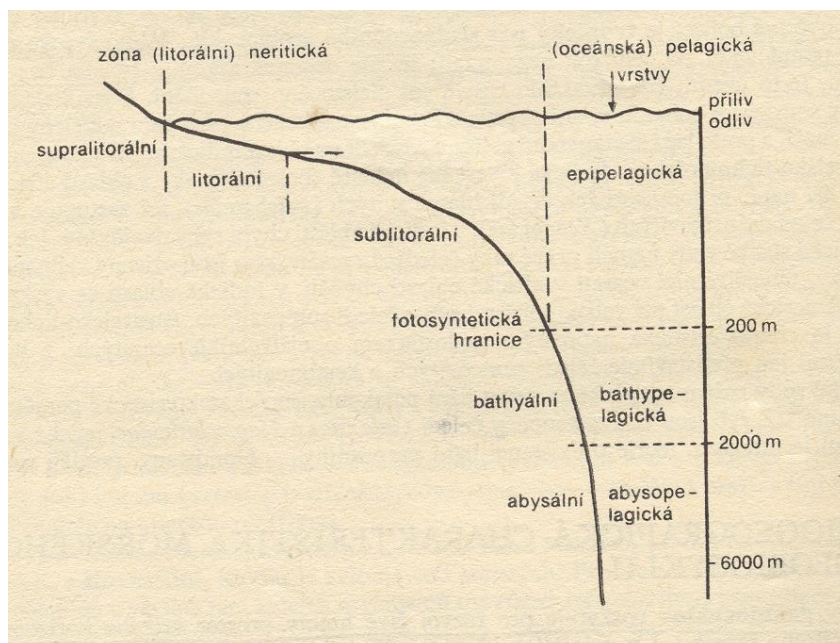
Regionální biogeografie - biocykly

Hlavní úkol regionální biogeografie spočívá ve vymezení a charakteristice přirozených faunistických a floristických celků na povrchu naší planety. Východiskem pro tento cíl jsou areály jednotlivých taxonů.

Mořský biocyklus

Mořský biocyklus zabírá 71% Země a cca 96% objemu všech vod. Průměrná salinita je 3,5 ‰. Na rozdíl od ostatních biocyklů je základní zoogeografické členění mořského biocyklu podřízeno ekologickým kritériím. Nezávisle na sobě je provedena rajonizace litorálu, pelagiálu a abysálu světových oceánů a moří (obr. 21). Poměrně málo je členěn pelagiál jak to odpovídá malým předpokladům prostorové izolace jednotlivých populací (všechna životní stadia jsou neustále unášena mořskými proudy, chemické a fyzikální vlastnosti životního prostředí se mění kontinuálně). Naopak výrazné členění můžeme pozorovat u litorálu, neboť pobřeží světového oceánu probíhá převážně v poledníkovém směru (vedle zonálně-klimatické diferenciaci bioty v rámci odlišných faktorů ve vysokých a nízkých zeměpisných šířkách se zde uplatňují jako nepřekonatelná překážka kontinenty a širé moře, které nemohou litorální druhy překonat).

Obr. 21. Mořský geobiocyklus.

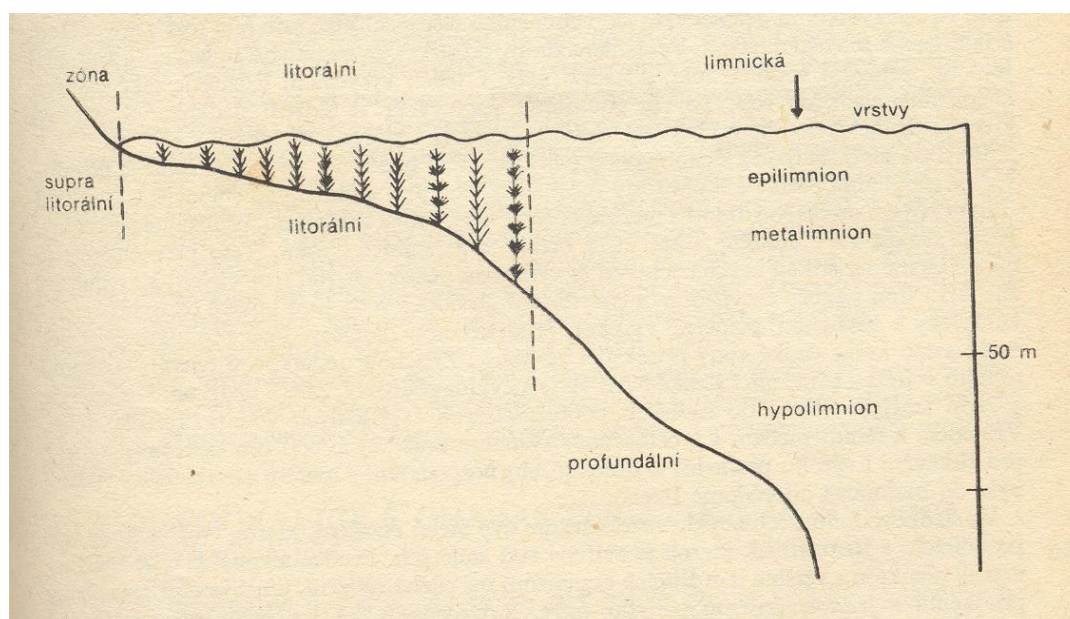


Sladkovodní (limnický) biocyklus

Sladkovodní – limnický biocyklus (obr. 22) - 0,3% rozlohy, úhrnný objem 7600x menší než mořský. přechody brakické vody (euryhalinní druhy – tuleni, krab čínský), podzemní vody (macarát), intersticiální vody, polštáře mechu, fytotelmy, periodické tůně.

Z biogeografického hlediska je biocyklus pevninských vod vymezen areály všech těch druhů, které v něm trvale žijí, a nebo jejichž ontogeneze probíhá nebo alespoň začíná v rámci vodních stanovišť, která jsou izolována od světového oceánu. Izolace může mít charakter prostorový (jezera a periodické vodní nádrže), fyziologicko-ekologický (brakické vody na rozhraní sladké a slané vody), atd.

Obr. 22. Sladkovodní geobiocyklus.



Regionální členění bioty pevninských vod

Za nejvhodnější podklad k regionálnímu členění limnické bioty je považováno zeměpisné rozšíření ryb. Oblasti limnického biocyklu jsou totožné s oblastmi cyklu pevninského:

- Palearktická oblast (typičtí kaprovití, endemické druhy jen v Bajkalu, což souvisí s faktem, že většina řek teče severním směrem a druhy ryb neměly kam ustoupit před zaledněním během ledových dob),
- Nearktická oblast (jsou zde příznivé podmínky pro uchování starobylé fauny ryb vyplývající z toho, že nejdůležitější řeka Mississippi teče k jihu a většina původních druhů mohla ustoupit před postupujícím zalednění).
- Orientální oblast (málo endemických čeledí vzhledem k těsným vztahům k Palearktické oblasti).
- Etiopská oblast (neobyčejně bohatá fauna ryb v tropické části a v oblasti východoafrických jezer, severní část však postrádá kromě Nilu primárně sladkovodní druhy ryb).
- Jihoamerická oblast (bohatá a svébytná).
- Australská oblast (postrádá mnoho skupin primárně sladkovodních ryb).

Biocyklus suchozemský

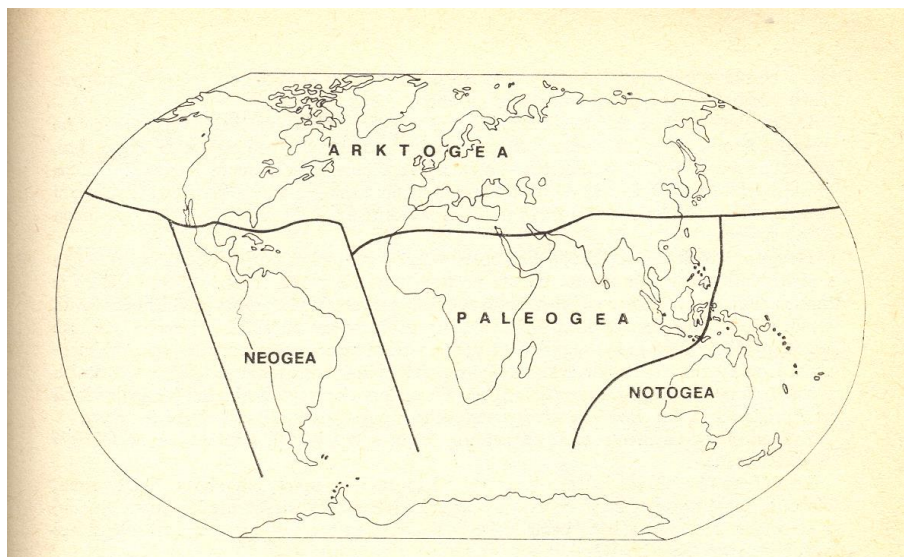
Pevninský biocyklus vychází ze 2 zákonitostí:

- šířkové pásmovitosti (klimatické pásy)
- výškové stupňovitosti (reliéf)

Je charakteristický absolutně nejvyšším počtem živočišných druhů, které však náležejí k mnohem menšímu počtu tříd, než kolik jich v současné době žije v biocyklu limnickém nebo mořském. Nízký počet tříd živočichů na souši je dán potížemi, které musí vodní živočichové překonat při přechodu z vodních biocyklů. Vysoký počet druhů je naopak způsoben častými změnami v poloze hranic jednotlivých kontinentů (viz riftová teorie) a neustále se měnící polohou klimatických pásů (přesouvání pólů a rovníků, globální ochlazení a oteplování, zvlhčení či vysušení světového klimatu).

Hlavní zoogeografické oblasti jsou seskupeny do nadřazených celků, tzv. říší (obr. 23): Notogea (Australská oblast), Neogea (Jihoamerická oblast), Paleogea (Etiopská a Orientální oblast) a Arktogea (Nearktická a Palearktická oblast označovaná také jako Holarktis).

Obr. 23. Hlavní zoogeografické říše.



Někteří
zoologové
neuznává

existenci samostatné oblasti antarktické. Hlavním důvodem je závislost obživy savců a ptačích druhů tamější fauny na mořském biocyklu. Na druhé straně jiní vědci argumentují, že antarktičtí ploutvonožci, tučňáci a další ptačí druhy jsou při plození mláďat vázání na antarktické pobřeží a měli by být považováni za endemity tohoto kontinentu. Existují i endemiti bezobratlí žijící v Antarktické oblasti (např. mnozí roztoči, chvostoskoci i některý hmyz – např. drabčící).

Základní principy členění zoogeografických oblastí (podoblasti, provincie)

Hlavní zoogeografické oblasti jsou znázorněny na obr. 24. Hlavními zoogeografickými oblastmi jsou oblasti: Palearktická, Orientální, Afrotropická, Australská, Nearktická, Neotropická a Antarktická.

Členění zoogeografických oblastí je založeno na určení nižších zoogeograficko-regionálních kategorií, tj. oblasti na podoblasti, podoblasti na provincie, provincie na úseky (distrikty), úseky na faunistické obvody, obvody na okrsky, atd. Pro nás je důležité členění střední Evropy a ČR. Jako podklad obvykle slouží rozšíření endemických rodů, druhů a případně poddruhů.

Jako jeden z příkladů můžeme použít rozčlenění Palearktické oblasti na podoblasti. Bylo uskutečněno na základě rozšíření endemických rodů střevlíkovitých brouků. Byly vyčleněny následující podoblasti:

- **Evropsko-sibiřská podoblast.** Hlavním rysem této podoblasti jsou rozsáhlé klimatické změny cyklického charakteru během pleistocénu. Do této podoblasti patří i ČR.
- **Mediteránní podoblast.** Tato fauna si uchovává dodnes pleistocénní ráz. V rámci některých provincií (Kanárská, Hyrkánská – lesy na jižním okraji Kaspického moře) má miocénní nebo dokonce oligocénní ráz. Množství taxonů přesahuje její severní hranici jen zanedbatelným způsobem (např. snovatky – *Embioptera*, všekazi – *Isoptera*).
- **Středoasijská podoblast.** Je charakterizována jako jedno z nejstarších vývojových faunistických center. Již na konci svrchní křídly zde vznikají první základy xerofilních skupin rostlin a živočichů (např. tamaryškovité – *Tamaricaceae*, solifugy – *Solifugae*). Bylo to způsobeno tamějším pobřežím moře Tethys, které zvyšovalo aridnost

světového klimatu. Je zajímavé, že zde prakticky schází půdotvorní kroužkovci a jejich činnost nahrazují stejnonožci *Hemilepistus*. Pochází odtud některé skupiny potěmnickovitých brouků (triby *Blaptini*, *Eleodini*), sarančí (čeleď *Pamphigidae*) a krasců (rody *Julodis* a *Julodella*).

- **Východopalearktická oblast.** Je zde významné pronikání prvků orientální fauny. Na jižní hranici podoblasti je zastoupeno významné procento tropických druhů.

Jak již bylo zmíněno středoevropský prostor a území ČR patří do Evrosibiřské podoblasti. Tuto podoblast můžeme rozdělit na pět provincií:

- Provincie tundry
- Provincie tajgy
- Provincie listnatých lesů a hájů. Do této provincie větší částí svého území spadá i ČR.
- Provincie stepí. Sem patří jižní část Moravy zařazením do tak zvaného Panonského distriktu.
- Provincie kavkazských hor.

Obr. 24. Hlavní zoogeografické oblasti.



Základy fyto geografie

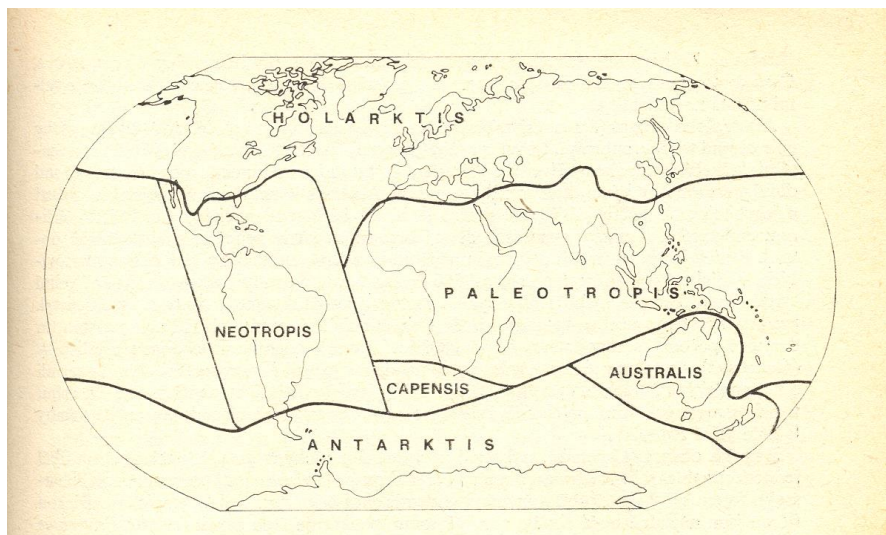
Fyto geografie podobně jako zoogeografie je mezioborová vědní disciplína studující rozšíření rostlin na Zemi. Někdy je ztotožňována s geobotanikou neboli fyto cenologií, což je obor zkoumající vegetaci menším krajinném měřítku a podrobněji. Hlavní součástí fyto geografie jsou botanika a geografie.

Fyto grafie se dělí na následující podobory:

- Areálová fyto geografie neboli chorologie – zabývá se rozšířením rostlin v rámci areálů, zkoumá jejich vývoj a vzájemně je porovnává.
- Historická fyto geografie neboli genetická fyto geografie – studuje florogenezi, tedy změny a vývoj flór v čase a prostoru.
- Regionální fyto geografie – porovnává květeny a řadí je do květených jednotek (tzv. chorionů).
- Geografie vegetace – zkoumá rostlinné formace (např. tropický deštný les, savana, atd.).

Hlavní fytogeografické oblasti jsou na obr. 25. Jedná se o následující oblasti: Holarktis, Paleotropis, Neotropis, Capensis, Australis a Antarktis.

Obr. 25. Hlavní fytogeografické oblasti.



Fytogeografické oblasti ČR

Regionálně fytogeografické členění akceptuje především současnou skladbu flóry a vegetace, ale odráží též širší vegetační a florogenetické vztahy a vývoj květeny včetně vlivů lidské činnosti. Na tomto základě vymezuje v sestupné hierarchii vnitřně jednotné územní jednotky vůči okolním. Území České republiky můžeme rozdělit z hlediska nadmořské výšky do čtyř výškových stupňů: 0-300 m, 300-400 m, 400-700 m a větší než 700 m (obr. 26.). Toto členění je velmi důležité pro zemědělskou výrobu a celkem dobře odráží dělení ČR do fytogeografických oblastí (obr. 27).

Území České republiky se z fytogeografického (botanického) hlediska člení do 3 fytogeografických oblastí (obr. 27), které zahrnují 99 fytogeografických okresů:

- **Termofytikum** - je osídlováno převážně teplomilnými druhy rostlin. Zahrnuje výškový vegetační stupeň planární (nížinný) a kolinní (pahorkatinný). Tvoří 2 souvislé podoblasti České termofytikum (15 okresů) vytváří pás od Doupovské pahorkatiny v Poohří až po východní Polabí. Panonské termofytikum (6 okresů) zahrnuje oblasti jižní Moravy a Moravských úvalů.
- **Mezofytikum** - tvoří přechod mezi teplomilnou a chladnomilnou květenou a zabírá největší část území. Zahrnuje stupeň suprakolinní (kopcovinný) a submontánní (podhorský, vrchovinný). Českomoravské mezofytikum tvoří 63 okresů a Karpatské mezofytikum 9 okresů. Obě podoblasti na sebe plynule navazují.
- **Oreofytikum** - jsou horské oblasti s převažující chladnomilnou květenou. Zahrnuje stupně montánní (hornatinný), supramontánní (středohorský, oreální, smrkový) a subalpínský (klečový). České oreofytikum zahrnuje 14 okresů, které tvoří

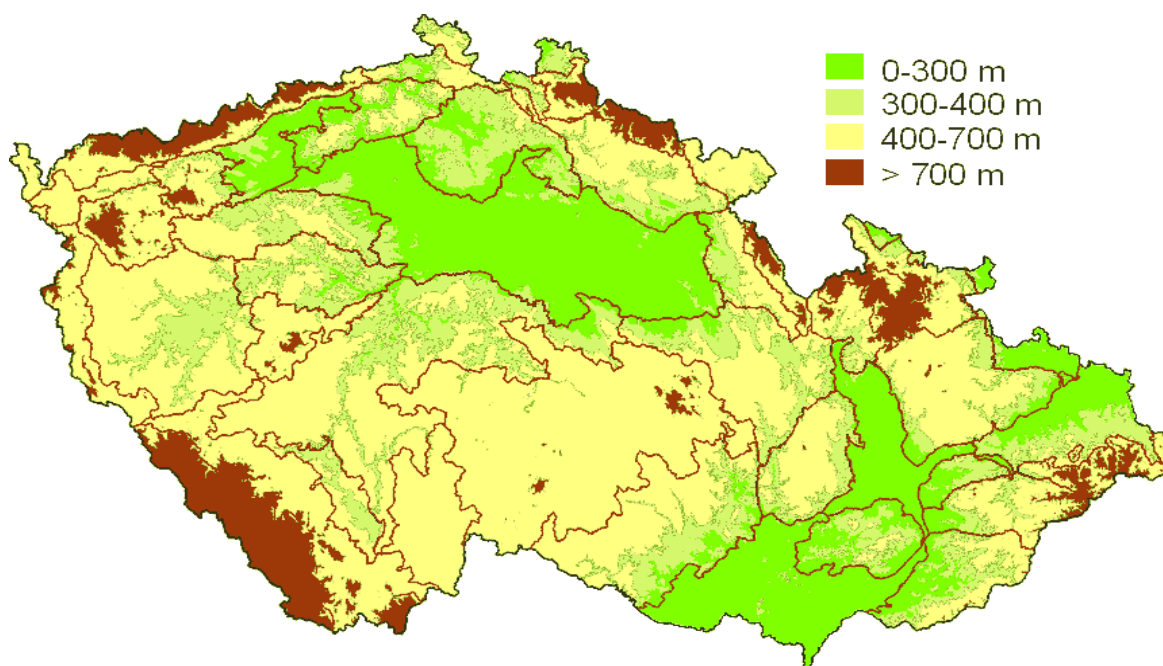
izolované, nejvýše položené oblasti hor Českého masivu. Karpatské oreofytikum je tvořeno 1 okresem (Moravskoslezské Beskydy).

Výškové vegetační stupně používané v botanice a fyto geografii:

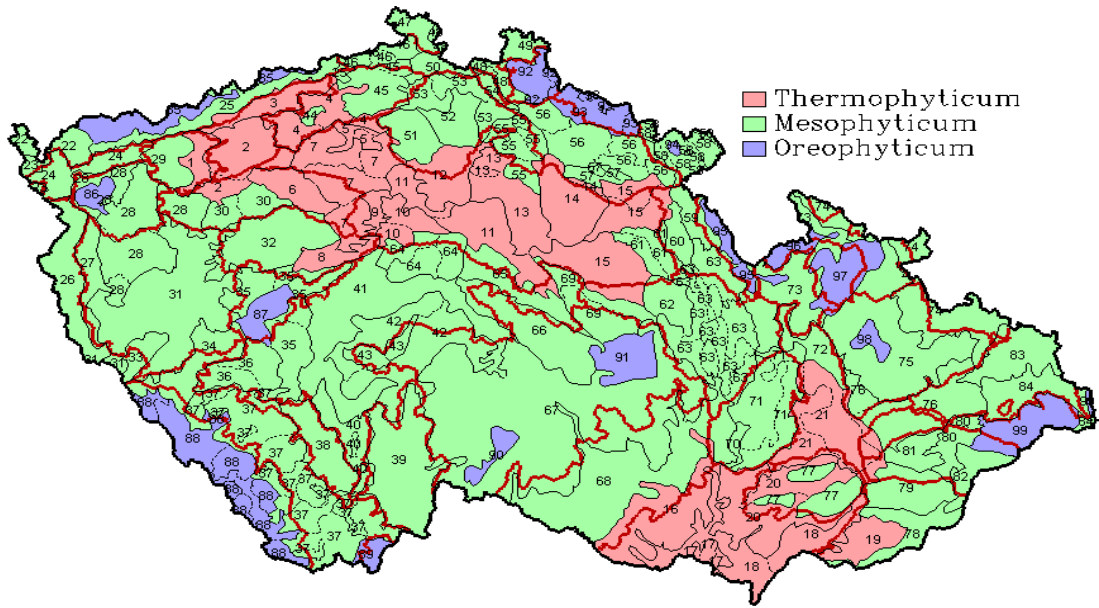
- Planární - roviny především ve 150-210 m n. m.
- Kolinní - teplé pahorkatiny přibližně 135-500 m n. m.
- Suprakolinní - pahorkatiny a vrchoviny ve 200-550 m n. m.
- Submontánní - podhorský - úpatní svahy našich hor, vrchoviny ve 450-800 m n. m.
- Montánní - hornatiny přibližně 750-1100 m n. m.
- Supramontánní - cca 1000-1370 m n. m.
- Alpínský - 1200-1600 m n. m.

Souvislost se zemědělstvím je zcela zřejmá.

Obr. 26. Dělení ČR podle nadmořské výšky.



Obr. 27. Fyto geografické oblasti ČR.



Biomy čili ekosystémy globálního významu

Biom představuje dílčí oblast biosféry, charakterizovanou určitým typem biotických a abiotických podmínek (tj. klimatickými a hydrologickými faktory a půdními a geologickými poměry, které dávají vznik určitým charakteristickým typům rostlinných a živočišných společenstev).

Suchozemské biomy jsou definovány podle globálního rozšíření vegetačních typů, které jsou určovány globálním klimatem, půdou a dalšími fyzikálními faktory prostředí. Biom se skládá z klimaxových ekosystémů a všech přidružených vývojových nebo degradačních stadií ekosystémů včetně ekosystémů pozměněných nebo vytvořených člověkem. Vymezení biomu je tedy založeno na potencionálním vegetačním typu. To umožňuje definování biomů na velkých souvislých oblastech (např. ekoregiony podle WWF) a tím se liší biomy od jiných klasifikačních systémů založených na habitatech (biotopech) v aktuálním stavu.

Členění biomů

Existuje několik typů členění biomů, které se v mnoha ohledech liší. Jejich oblíbenost v různých kulturních a zeměpisných oblastech často závisí na místních geografických podmínkách a historii oblasti.

Zonace

- **horizontální** – v závislosti na zeměpisné šířce
 - klimatické poměry – průměrná roční teplota, roční úhrn srážek
 - sezonní změny počasí
 - charakter vegetace, velikost produkce biomasy, atd.
- **vertikální** – v závislosti na nadmořské výšce

Zonální x Azonální biom

- **zonální biom** – odpovídají své „zóně“ – makroklimatu v dané zeměpisné šířce u nás biom opadavého lesa mírného pásma.
- **extrazonální biom** – jejich výskyt na daném území neodpovídá dané klimatické zóně, závislost především na nadmořské výšce – např. vegetace alpských holí odpovídá severské tundře, teplomilná vegetace na vápencích má vztah k Středomoří .
- **azonální biom** – jejich výskyt není ovlivněn makroklimatem území, je výsledkem specifických pedologicko-hydrologických poměrů; např. rašeliniště.

Pásmovitost a přizpůsobení dřevin

Pokud je druh vystaven kontinuálně se měnícím klimatickým faktorům pak genetická variance je také kontinuální.

Diskontinuální variance je způsobená výraznější místní změnou podmínek - nadmořské výšky, mikroklimatu, půdy.

Přizpůsobení podmínkám

- přizpůsobení se biotickým faktorům, predátorům, atd. (zvýšení počtu semen, zmenšení jejich velikosti, semenné roky produkce alkaloidů, volných aminokyselin, repelentů, atd.)
- přizpůsobení se délce a typu vegetační doby (změnou růstu, spouštěcím faktorem je délka dne, atd.)

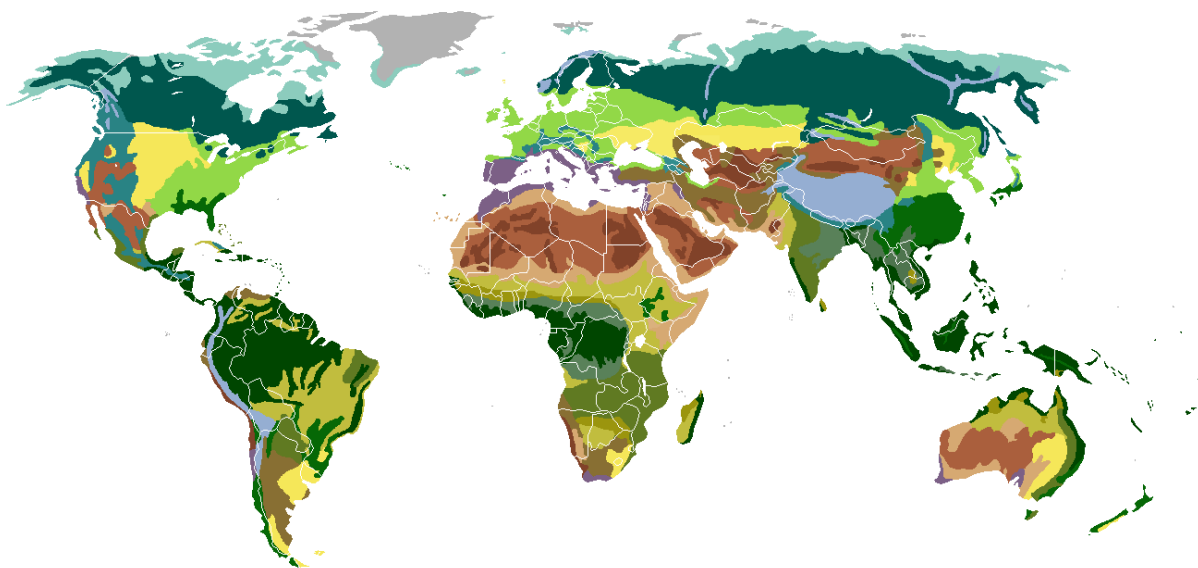
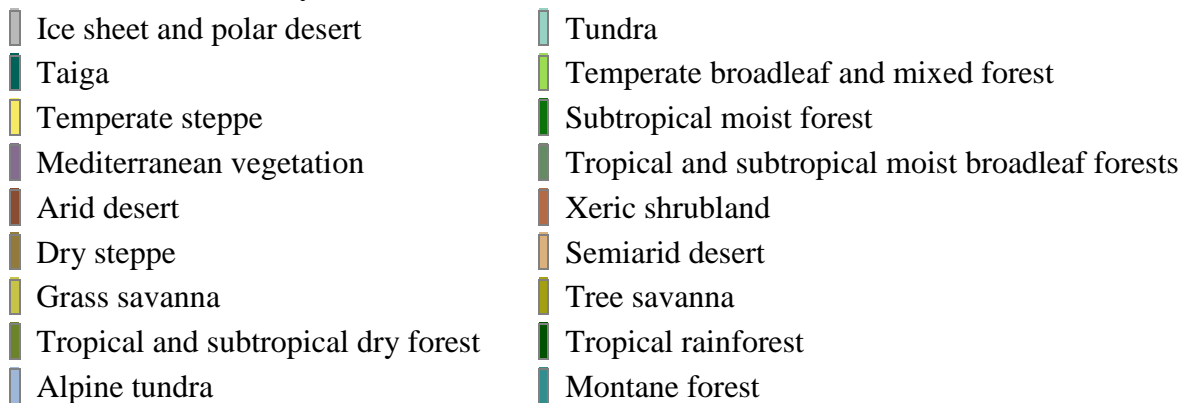
Ve střední Evropě dominuje systém členění biomů dle německého ekologa Tischlera, který je ale opomíjen anglosaskými vědci. Zjednodušuje totiž velmi členění vodních biomů, což je sice ve středoevropských podmínkách pochopitelné, ale pro vědce námořních mocností nedostatečné.

Rozlišuje se 10 suchozemských biomů, mořský a sladkovodní biom.

- polární pustiny
- tundra
- boreální jehličnaté lesy (tajga)
- opadavé listnaté
- tvrdolisté lesy
- stepi
- pouště
- savany
- tropické střídavě vlhké lesy
- tropické deštné lesy

Anglosaské dělení je znázorněno na obr. 28.

Obr. 28. Hlavní biomy světa.

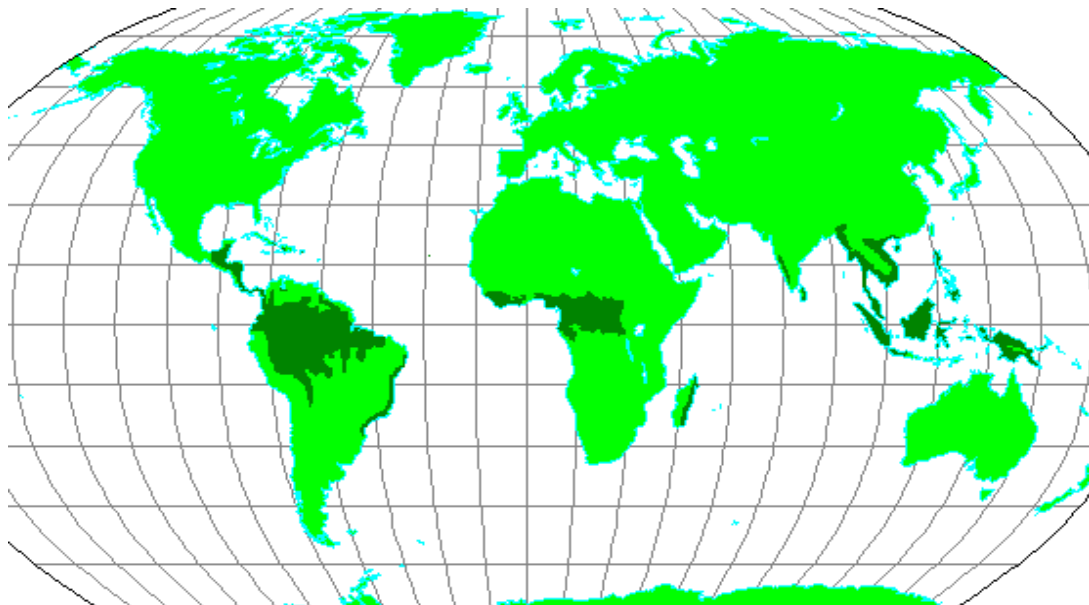


Některé biomy byly prezentovány v přednášce (v závorce textů k jednotlivým biomům).

Tropický deštný les (indo-burmská oblast)

- obrázek 29
- rovníkový pás mezi 10° s. š. a 10° j. š.
- klima humidní až perhumidní (2 000-8 000 mm, 12 000)
- teplotně vyrovnané
- teploty průměrně 24-29°C
- vyrovnané klimatické poměry i během dne vysoká vzdušná vlhkost (100%), délka dne 12h
- půdy – silné chemické zvětrávání
- vysoká biodiverzita, zastoupení všech životních forem
- typy TDL – nížinný, poříční, bažinný, horský, mlžné l
- ohrožení - tvorba plantáží – brzy vyčerpány živiny, opouštěny, druhotný les s ochuzeným druhovým spektrem

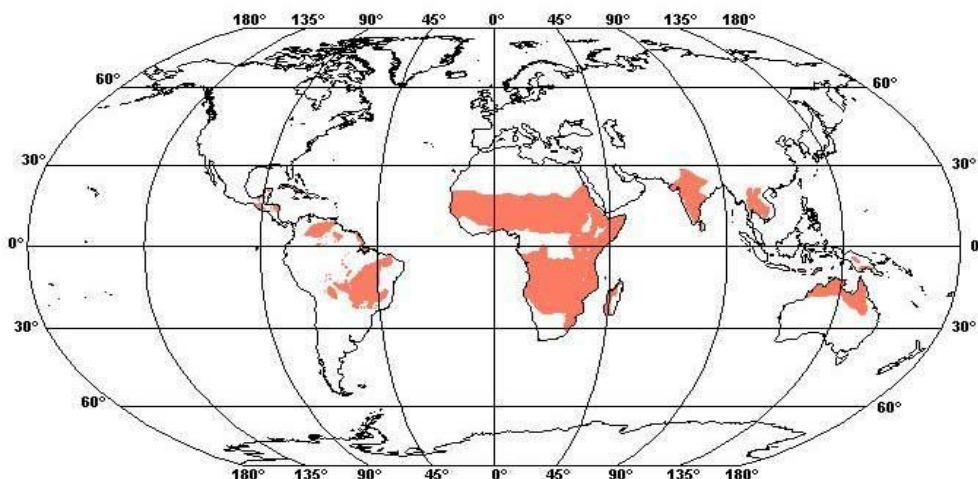
Obr. 29. Tropický deštný les - rozšíření.



Tropický sezónní les a savana

- obrázek 30
- mezi 10 a 25° s. a j. š.
- klima se sezónními změnami – období dešťů a sucha
- teplotní výkyvy malé v průběhu dne, větší mezi období sucha a deště
- teploty průměrně 20-30°C; srážkový úhrn 700-2000 mm
- půdy – vyšší obsah jílovitých minerálů, vyšší sorpční kapacita
- vegetace – opadavé stromy, nižší diverzita stromů, nižší podíl lián a epifytů
- vliv požárů a býložravců na cyklus savana
- africké savany jsou místem vzniku a evoluce rodu Homo

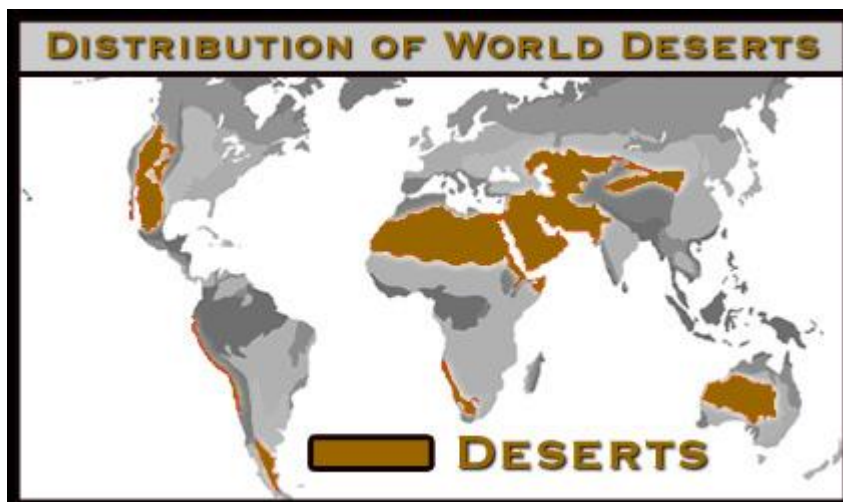
Obr. 30. Tropický sezónní les a savana - rozšíření.



Tropická poušť a polopoušť (Kazachstan)

- obrázek 31
- oblasti obratníků (v Ekvádoru ale např. už na rovníku)
- aridní oblasti, roční úhrn srážek < 200 mm
- výpar asi desetinásobný
- prům. teplota kolem 30°, ale velké rozdíly mezi dnem a nocí
- sucho, absence vegetačního krytu, silné větry
- různý povrch pouští – písek, skály, ale i jíl (nejsušší pouště!).
- vegetace – převažují bylinné, často efemerní druhy; keře jen na lokálně příznivých místech
- fauna – zastoupeno velké množství plazů
- všechny organismy přizpůsobené deficitu vody a vysokým teplotám

Obr. 31. Tropická poušť a polopoušť - rozšíření.



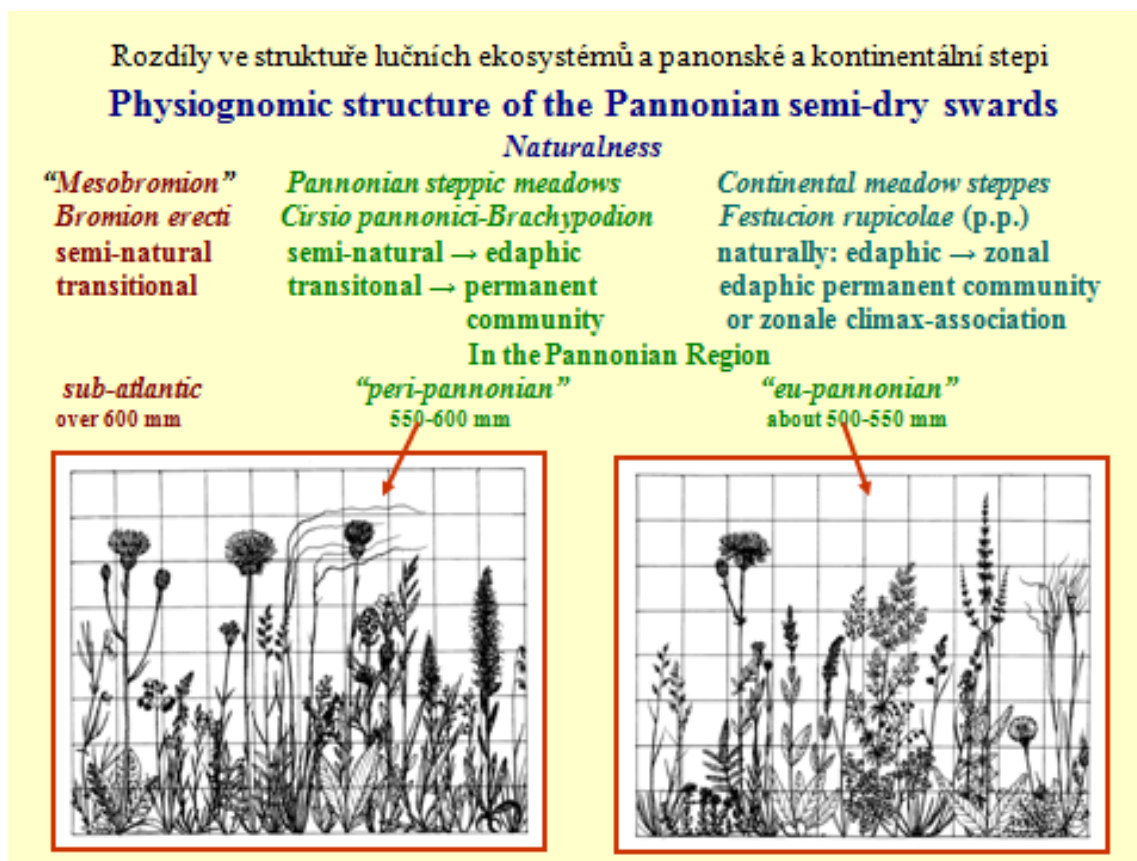
Středozemní tvrdolistý les (Sardinie)

- Činností člověka patrně nejvíce pozměněný biom.
- Nevztahuje se pouze na oblast Středomoří.
- Mezi 30. a 40.° zem. šířky, vždy na západní straně kontinentů.
- Původní rozsah indikován recentním rozšířením olivovníku (*Olea europaea*), dubu cesmínolistého (*Quercus ilex*) a borovice alepské (*Pinus halepensis*).
- Klima význačné aridním letním obdobím.
- Roční srážkový úhrn 500 – 600 mm.
- Prům. roční teplota 15° C.
- Malé výkyvy teplot – termoregulační schopnost moře.
- Na dlouho člověkem osídlených místech vznikají náhradní křovitá společenstva.

Step a kontinentální poušť mírného klimatu (panonské stepi v Maďarsku, Centrální černozemní biosférická u Kurska)

- obrázek 32
- Převážně travnatý ekosystém aridní oblasti – vazba na kontinentální klima (step – slovo ruského původu, Sev. Amerika – prairie, Jižní Amerika – pampa).
- Na stepi navazují pouště mírného pásu – stresovány suchem v létě a nízkými teplotami v zimě.
- Průměrná roční teplota 5 - 10° C.
- Srážkový úhrn pod 300 mm (prairie – až 1000 mm, stejně pampy, zde navíc nejsou mrazy).
- Půdy – černozemě a kaštanové půdy, s vysokým obsahem humusu a mocným humusovým horizontem, vysoký obsah Ca.

Obr. 32. Biom panonské a kontinentální stepi (Maďarsko a jižní Rusko).



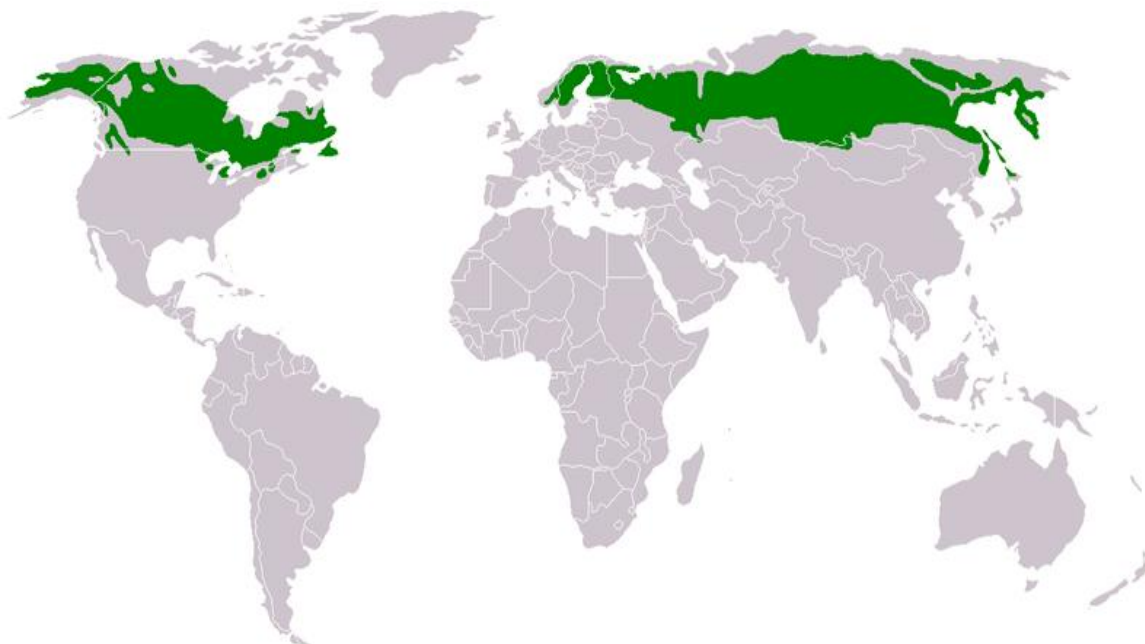
Opadavý širokolistý les

- Zonobiom, k němuž patří i velká část našeho území (doubavy a bučiny). V Evropě na sever až ke Skandinávii, SV Ruska, na jih k střeozemní oblasti .
- Teplotní průměr kolem 10° C.
- Srážkový úhrn 500 – 1500 mm.
- Půdy: mineralizace střední intenzity – tvorba větší vrstvy opadanky, hnědozemě, glejové a pseudoglejové půdy, podzolové p.
- Stromy typické pro OŠL – duby, buk, habr, lípy, javory, jasan, jilmy, bříza, jeřáby, atd.
- Lokálně přistupují jehličnany – borovice, jedle, smrk, tis.

Jehličnatá tajga (boreální les) (Skandinávie, Rusko)

- obrázek 33
- Mezi 50. a 70. severní rovnoběžkou.
- Na jihu navazuje na OŠL, na severu omezena polární hranicí lesa.
- 1 – 4 měsíce s denním teplotním průměrem > 10°C.
- Značná amplituda mezi max. a min. teplotou.
- Půdy – podzoly, ilimerizované, pseudogleje.
- Nízká mineralizace díky malé aktivitě mikroorganismů.
- Vegetace – především jehličnany – *Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Larix*.
- Azonální ekosystém v oblasti tajgy – rašeliniště.

Obr. 33. Jehličnatá tajga (boreální les) - rozšíření.



Subarktická tundra (Wrangelův ostrov, Rusko)

- obrázek 34
- Bezlesé ekosystémy nad boreální hranicí lesa.
- Teplotní prům. $> 0^{\circ}\text{C}$.
- Nejteplejší letní měsíc má prům. $5 - 6^{\circ}\text{C}$.
- Srážky $200 - 300$ mm ročně.
- Zima $9 - 11$ měsíců.
- Prům. teplota v nejmraznějších měsících $- 36^{\circ}\text{C}$.
- Život se odehrává v nízké vrstvě nad zemí a mělké vrstvě půdy.
- V hlubších vrstvách – permafrost.
- Vegetace – keře a keříčky, významná přítomnost lišejníků.
- Pomalý vývoj rostlin – byliny až 100 let.
- Význam mají teplokrevní – sob, pižmoň, lumík, z dravců vlci, lišky, během krátkého léta jsou v tundře i ptáci.

Obr. 34. Subarktická tundra.



Mořský biom

- vyšších rostlin málo – asi 50 druhů.
- řasy 35 000, fytoplankton
- živočichové – všechny skupiny hojně zastoupené, kromě hmyzu.

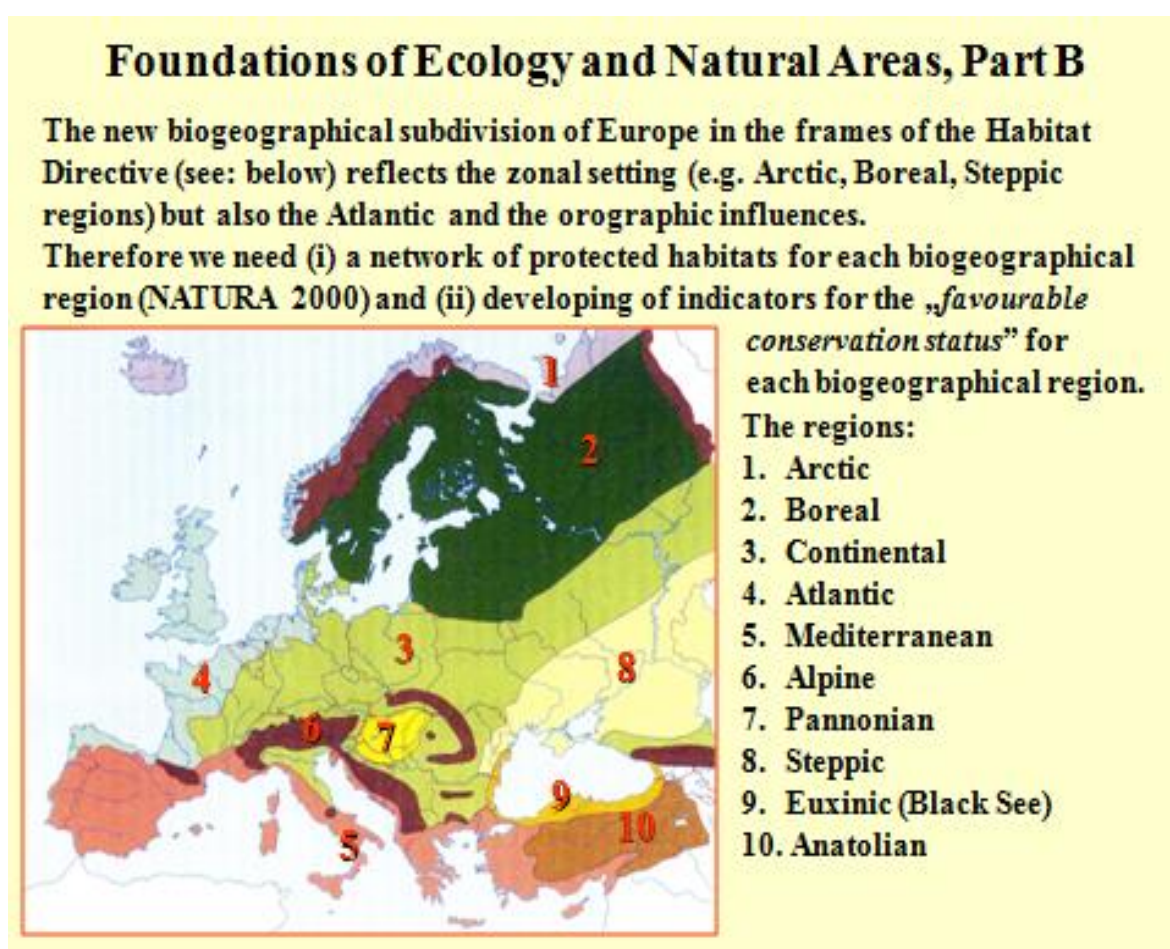
Sladkovodní biomy

- Stojaté (lentické).
- Tekoucí (lotické).
- Hlavní charakteristiky ovlivňující charakter sladkovodních biomů jsou:
 - množství vody / trvání hydroláze.
 - rychlost proudu.
 - množství živin (trofie).
 - vodivost (množství iontů).
 - množství / typ vrcholových predátorů.

Biogeografické dělení EU (Evropy)

Pro potřeby výběru biotopů s cílem jejich ochrany směrnicí NATURA 2000 bylo provedeno biogeografické rozdělení Evropy a států EU či sousedů (obr. 35). Každý region by měl mít odpovídající síť biotopů.

Obr. 35. Biogeografické dělení Evropy. Regiony: 1/arktický, 2/ boreální, 3/ kontinentální, 4/ atlantický, 5/ mediteránní, 6/ alpský, 7/ panonský, 8/ stepní, 9/ euxinický (Černé moře), 10/anatolský.



Ohrožení biologické diverzity a vymírání druhů

Je-li prostředí poškozováno činností člověka, velikost populací mnoha druhů klesá a některé druhy zaniknou. Ovšem ne všechny druhy mají stejnou pravděpodobnost vyhynutí. Velmi náchylné k vyhynutí jsou druhy, které mají následující charakteristiky:

- Druhy s malým geografickým rozšířením. Některé druhy se vyskytují jen na jednom nebo na několika místech. Je-li celá oblast ovlivněna činností člověka, mohou tyto druhy vymřít.
- Druhy s jednou nebo velmi malým počtem populací. Jakákoli populace jednoho druhu může zaniknout na daném místě vlivem přírodních faktorů nebo vlivem činnosti člověka. Druhy s více populacemi jsou tudíž méně náchylné k celkovému vyhubení, než druhy s jednou nebo malým počtem populací.
- Druhy s malou velikostí populace neboli paradigma malých populací. Malé populace zaniknou na daném místě spíše než větší populace kvůli větší citlivosti vůči demografickým změnám, změnám a ztrátě genetické variability.
- Druhy s klesající velikostí populace neboli paradigma ubývajících populací. Populační trendy mají sklon pokračovat, takže populace s klesající tendencí pravděpodobně vyhyne, pokud se nezjistí a neodstraní příčiny úbytku.
- Druhy s nízkou hustotou populace, tzn. několik jedinců na jednotku plochy. Uvnitř každého fragmentu území může být velikost populace příliš malá na to, aby umožnila danému druhu přežít.
- Druhy vyžadující velká teritoria. Druhy, kde jednotlivá zvířata nebo sociální skupiny potřebují shánět potravu na rozsáhlém území, jsou náchylné k vyhynutí, je-li část jejich území poškozena nebo fragmentována činností člověka.
- Živočišné druhy s velkými tělesnými rozměry. Velká zvířata mají tendenci vyžadovat větší individuální prostor, více potravy, soupeří s člověkem o zdroje a jsou lovena ze sportu. Člověk může zapříčinit jejich vyhynutí snáze než u malých zvířat.
- Druhy, které nedokážou migrovat. Prudké tempo změn vyvolaných lidmi často brání adaptaci a jako jedinou alternativu dovolí migraci. Druhy, které nejsou schopny překonat bariéry vytvořené člověkem, jsou odsouzeny k zániku.
- Sezonní migranti. Druhy, které sezonně migrují, jsou závislé na dvou nebo více odlišných typech přirozeného prostředí. Jestliže je jedno z těchto prostředí zničeno, pak druh nemusí být schopen přežít.
- Druhy s malou genetickou variabilitou. Genetická variabilita v populaci umožňuje druhům přizpůsobit se změnám prostředí.
- Druhy se specializovanými požadavky na stanoviště. Některé druhy jsou omezeny na stanoviště, která jsou roztroušená a unikátní. Ohroženy jsou také druhy s velice specifickými potravními požadavky.
- Druhy vytvářející stálé nebo dočasné seskupení. Druhy, které se seskupují na specifických místech, jsou vysoce citlivé k lokálnímu vymírání. Lovci mohou takto seskupené populace lehce vyhubit. Některé druhy skupinově žijících zvířat nejsou schopny přežít, když se velikost jejich populace sníží pod určitou mez, buď nemohou dále efektivně lovit, pářit se nebo se ubránit dravcům.

- Druhy, které jsou loveny a využívány člověkem. Jestliže lov a sklizeň nejsou regulovány buď zákonem, nebo místními zvyklostmi jsou populace druhů využívány nadměrně a hrozí jim reálně vymření.

Tyto charakteristiky druhů náchylných k vymírání nejsou nezávislé. Například druhy s velkými tělesnými rozměry mívají nízkou populační hustotu a rozsáhlé teritorium.

Druh zanikne v okamžiku, když zaniknou všechny jeho populace. Jestliže je výskyt druhu omezen na malé území, stačí k jeho zániku drobná katastrofa. Občas ovšem vymizí druh z velkého území, a přitom si nevšimneme žádné změny prostředí, která by postihla všechny lokální populace najednou. Jak je to možné? Závisí na zásobě migrujících. Stačí, když počet populací klesne pod určitou mez (která nemusí být nijak nízká) a migrace mezi zbylými populacemi už nestačí dosycovat náhodné početní propady v lokálních populacích. Tak může zaniknout ještě více populací, čímž se ještě sníží počet migrantů, až celá metapopulace zanikne. Zánik metapopulace (a celého druhu) tedy může být spuštěn mírným snížením počtu osídlených ostrůvků nebo mírným snížením celkového počtu jedinců. Záleží na tom, kde je onen práh, za nímž už je metapopulace odsouzena k zániku.

Fragmentace stanovišť

Největší hrozbu pro biodiverzitu, která pramení z lidské činnosti, představují disturbance, fragmentace a degradace životního prostředí, globální změna klimatu, nadměrné využívání druhů pro lidské potřeby, invaze exotických druhů a také nárůst šíření nemocí. Nejohroženější druhy jsou ty, které čelí více problémům současně. Jednotlivé druhy organismů a jejich populace jsou vůči fragmentaci svých stanovišť různě citlivé. Obecně jsou za více ohrožené považovány druhy s velkými domovskými okrsky (zejména šelmy) a druhy typické značnou denní či sezonní prostorovou dynamikou. Ohroženy jsou také málo pohyblivé druhy, pro něž je i zdánlivě nevýznamný zásah bariérou (např. lesní paseka, běžné komunikace). Citliví jsou v tomto směru nejen bezobratlí, ale překvapivě i řada druhů ptáků či malých savců.

Je-li prostředí přirozeně fragmentované málokdy dochází k lokálnímu vymření populací, a pokud k tomu dojde, daná lokalita je zase rychle kolonizována. Druhy, které měly sníženou schopnost migrace, totiž z takového prostředí časem vymizely a u druhů, které tam zůstaly, vedla evoluce ke zlepšování schopnosti migrace. Přirozená fragmentace prostředí tedy ani neznamená významnější oddělení populací, protože mezi jednotlivými ostrůvky je nepřetržitý pohyb jedinců.

Obecně platí, že organismy obývající fragmentovanější typy prostředí lépe a dále migrují než druhy žijící v souvislém prostředí. Pokud je ovšem fragmentace prostředí způsobena člověkem, mnoho druhů na ni není adaptováno, a tak jich hodně vymizí. Fragmentace stanoviště zvyšuje náchylnost fragmentů k invazím nepůvodních druhů, ke gradacím místních škůdců, také umožňuje bližší kontakt divoce žijících druhů s domácími zvířaty a člověkem pěstovanými rostlinami. To může způsobovat oboustranný přenos chorob.

Je-li původní stanoviště zničeno, může po něm zůstat mozaika fragmentů, které mohou být od sebe odděleny značně změněnou nebo degradovanou krajinou. **Fragmenty stanoviště se od původního stanoviště liší:**

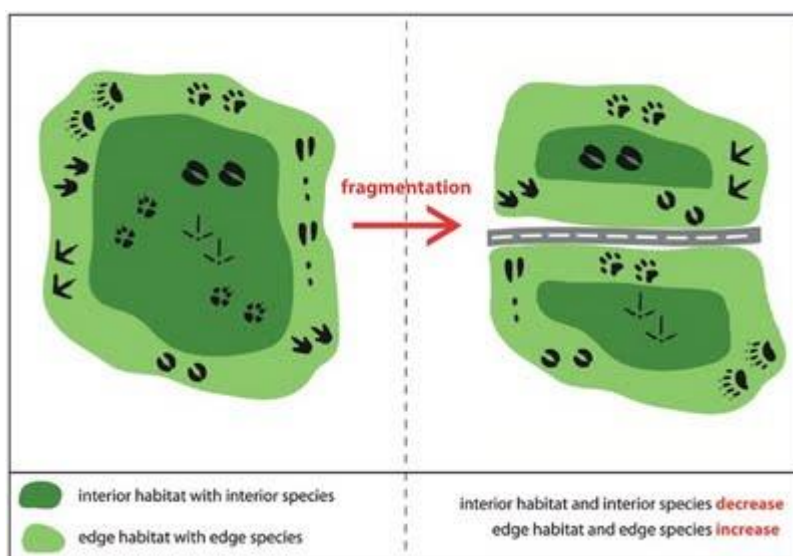
- Fragmenty mají větší celkovou délku ekotonu (tj. delší přechodná společenstva). Pro ekotony jsou charakteristické tzv. okrajové efekty jako výkyvy v množství dopadajícího světla, výkyvy v teplotě, vlhkosti a rychlosti větru. Společenstva ekotonů jsou jiná než vnitřní stanoviště společenstva. Ekotony často nebývají zřetelně vymezené, ale tvoří postupný přechod mezi matrix a ploškami. Lze očekávat větší pohyb druhů mezi ploškami a matrix za předpokladu, že hranice

není tak ostrá. Přechodná společenstva se často vyznačují vyšším počtem druhů ve srovnání se sousedními biocenózami.

- Střed každého fragmentu je blíže k jeho okraji.
- Fragmentace může také limitovat migrační a kolonizační potenciál druhu, proto mohou být některé fragmenty neobydlené, i když by za normálních okolností byly pro druh vhodné.
- Fragmentace může vést k poklesu populační hustoty nebo extinkci druhu, protože menší populace snadno podléhají inbrední depresi (křížení mezi blízkými příbuznými), genetickému driftu (náhodný posun frekvence alel v populaci) aj.
- Fragmentace zvyšuje náchylnost fragmentů k invazím nepůvodních druhů i ke gradacím místních škůdců.

Vliv fragmentace na druhy žijící v biotopu, který je fragmentován a okrajové druhy je znázorněna na obr. 36.

Obr. 36. Schéma vlivu fragmentace na druhy.



Metapopulace, populace a druhy

Termín metapopulace navrhl v roce 1970 americký ekolog Richard Levins pro soubor malých populací (někdy také subpopulací) propojených rozptylem jedinců. Tato koncepce předpokládá, že prostor je diskrétní, ohraničený, a že proto má smysl oddělovat diskrétní stanovištní ostrůvky – plošky, vhodné pro daný druh, od okolního nevhodného prostředí nazývaného matrix. V tomto ohledu se podobá teorii ostrovní biogeografie, která je ale primárně o společenstvech a jejich dynamice.

Populace mnoha druhů nejsou tvořeny izolovanými (lokálními) populacemi, ale jsou složeny z lokálních populací, navzájem propojených migranty. Takováto fragmentovaná populace se nazývá metapopulace.

Metapopulační biologie se zabývá „sítí“ lokálních prostorově oddělených populací propojených migrací. Studuje procesy probíhající na dvou úrovních – lokální a metapopulační. Zkoumá, jak funguje celá metapopulace obývající fragmentované prostředí. Metapopulace je vlastně populace populací, respektive soubor lokálních populací propojených občasnou migrací. Migrace nemůže být nepřetržitá, pak by to byla jedna populace, avšak pro

konceptu metapopulace jsou migrační procesy stěžejní. Bez přísunu nových jedinců nemohou být kolonizována nová území a malé izolované populace jsou odsouzeny k zániku. Migrace je proto základním demografickým procesem.

Metapopulace může dlouhodobě přetrvávat jen díky takové dynamice jednotlivých lokálních populací, která není synchronizována. A to je zajištěno oddělením dynamiky jednotlivých populací díky fragmentaci prostředí a složitosti lokálních populačních dynamik. Takže složitost, která na úrovni lokální populace vede k nestabilitě, ji naopak na úrovni metapopulace zajišťuje a navíc díky fragmentaci prostředí, která je obecně považována za jasně negativní jev. Sama různorodost prostředí může být důsledkem složité metapopulační dynamiky v prostoru, která metapopulace udržuje při životě.

Území, které obývá lokální populace, musí mít dostatečnou velikost, která uspokojuje požadavky na reprodukci, přežívání a migraci. Populační hustota sice v čase může kolísat, ale vlivem zpětných vazem k vymření zpravidla nedojde. Velká populace je mnohem odolnější proti náhodným disturbancím a díky závislosti na hustotě se po vychýlení vrací zpět do ekvilibria. V malých populacích je význam náhodných vlivů mnohem větší a k extinkci může dojít i přes existenci závislosti na hustotě. Lokální vymření jedné malé populace ale není totéž, co regionální extinkce neboli vymření všech populací v daném regionu. Zbývající lokální populace stále produkují dostatek migrantů, kteří mohou vakantní plošku rekolonizovat. Daný druh proto může v čase perzistovat ve formě souboru malých populací, které jsou navzájem propojeny migrujícími jedinci. Tato představa je základem konceptu metapopulace a našla uplatnění v ochraně ohrožených druhů, biologické kontrole a při studiu šíření nemocí ve fragmentované krajině.

Protože procesy v metapopulaci probíhají na větší prostorové škále v heterogenním prostředí, pojetí metapopulace se také blíží krajinné ekologii. Na rozdíl od ní se však mnohem více zaměřuje na procesy uvnitř plošek a na interakce mezi ploškami, zatímco matrixové pozadí ponechává spíše stranou a jeho strukturu a dynamiku studuje spíše okrajově.

Ne všechny populace s ploškovou strukturou jsou nutně metapopulace.

Metapopulace musí splňovat čtyři základní podmínky:

- plošky jsou dobře ohraničeny od okolní matrix a v jednotlivých ploškách musí být lokální rozmnožující se populace
- i největší populace musí mít nenulovou pravděpodobnost extinkce
- plošky nesmí být příliš izolované, i nejbližší populace, má-li patřit k metapopulaci, musí mít nenulovou pravděpodobnost kolonizace
- lokální dynamiky musí být alespoň částečně nezávislé, asynchronní, tj. nesmí být ve stejné fázi

Zcela zásadním požadavkem pro každou metapopulaci je diskretnost lokální rozmnožující se populace. Čím více jsou populace ohraničené v prostoru a čím jsou menší, tím lépe, neboť tak dochází k populační obměně v důsledku rekolonizace a extinkce. Plošky se liší svou kvalitou, množstvím zdrojů a velikostí, lze je pak dělit na dvě kategorie: zdrojové a propadové. Ve zdrojových populacích převažuje natalita nad mortalitou, zatímco v propadových populacích je to naopak.

I když dynamika lokálních populací je náhodná, může být metapopulace stabilní. Při změně počtu osídlených ostrůvků má metapopulace tendenci vrátit se k původnímu stavu. Celé je to založeno na rovnováze kolonizace a vymírání. Intenzita kolonizace se zvýší, když se sníží počet obsazených ostrůvků, poněvadž tím se zvýší počet ostrůvků, které je možno

kolonizovat. Jestliže tedy chceme chránit daný druh, nelze chránit jen prostředí, kde se druh vyskytuje, ale je třeba chránit i prostředí, kde se nevyskytuje, avšak mohl by se tam uchýlit.

V rámci druhu ovlivňuje pravděpodobnost ohrožení fragmentací a úspěšnost překonávání migračních bariér věk, pohlaví či kondice migrantů.

Populace vznikají a zanikají, nejsou tedy úplně stabilní. Lokální vyhynutí a opětovný vznik populace je pravidlem. Nepřítomnost druhu na lokalitě nemusí svědčit o nevhodnosti prostředí, může být způsobena pouze náhodným vymřením. Řada lokálních populací se udržuje jen díky přistěhovalcům z okolí. Natalita bývá mnohdy tak malá, že by k vyrovnání mortality nestačila. Přítomnost druhu na lokalitě tedy nemusí svědčit o vhodnosti prostředí, ale o tom, že lokalita je blízko zdroje přistěhovalců. Dynamika populací probíhající ve velkých prostorových a časových měřítkách v nichž hraje důležitou roli migrace. Když se přemnoží hraboši, počet jedinců vzroste i v okolí. Vlna přemnožení se tak může šířit po krajině i stovky kilometrů daleko.

Evoluce a vymírání

Vymírání druhů je přirozený proces. Rychlost není konstantní. V historii planety máme minimálně 6 epizod masového vymírání před současnou krizí.

Příčiny vymírání:

- Vnitřní faktory (změny atmosféry po vlivu fotosyntézy a zvýšeném výskytu O₂ 3.5 miliardy let, nebo dnes?)
- Vnější faktory (kosmické katastrofy, meteority, změny klimatu)

Rychlost vymírání v současné době

Jaká je rychlost vymírání v současné době. Tabulka 8. to ukazuje. Jaké jsou hlavní příčiny?

Tabulka 8. Vymírání druhů v současnosti u některých taxonomických skupin.

Taxon	Počet druhů vyhynulých od r. 1600	Celkový počet druhů	% z toho
savci	83	4000	2.1
ptáci	113	9000	1.3
plazi	21	6300	0.3
obojživelníci	2	4200	0.05
ryby	23	19.100	0.1
bezobratlí	98	Víc 1.000.000	0.01
Kvetoucí rostliny	384	250.000	0.2

Ochrana biodiverzity na úrovni populací, druhů a společenstev

Populace (v genetickoevolučním smyslu) je elementární jednotkou evolučního procesu, zatímco druh představuje kvalitativní etapu tohoto procesu. Druh je základní jednotkou ochrany živé přírody jako nositel unikátního genofondu. Vymření druhu je nevratné. Obnovit vyhynulý druh je principiálně nemožné. Ostatní přírodní zdroje mohou být aspoň teoreticky nahrazeny nebo získány mimo naši planetu. Vyhubení druhů může vést při určitém tlaku na biosféru k narušení ekologické rovnováhy. Proto vyhubení druhu není jen ztrátou dosud neznámého užítka a směru vývoje, ale i reálným nebezpečím pro existenci biosféry v současné podobě.

Jak již bylo řečeno v kapitole o evoluci, v procesu evoluce života na Zemi se celkový počet rostlinných a živočišných druhů zvětšoval. V současném vývoji biosféry pozorujeme nebezpečné zpomalení růstu a dokonce pokles celkového počtu rostlinných a živočišných druhů. Na populačně druhové úrovni mohou ovlivnit přežívání druhů velikost populací, jejich věková struktura, zastoupení pohlaví v populacích a prostorově genetická struktura populací.

Minimální velikost životaschopné populace

Minimální velikost životaschopné populace je nejmenší možná izolovaná populace mající 99 % pravděpodobnost existence po dobu 1000 let navzdory předvídatelným vlivům demografické, environmentální a genetické stochasticity či přírodních katastrof. Minimální velikost populace je tedy nejmenší populace, jejíž přežití lze v budoucnosti s vysokou pravděpodobností předpovědět. Existují obecnější pravidla, na jejichž základě by měla ochrana 500 – 5000 jedinců obratlovců stačit pro udržení genetické variability. U druhů s extrémní velikostí populace. Jako jsou někteří bezobratlí a jednoleté rostliny, může být účinnou strategií ochrana populace o velikosti přibližně 1000 jedinců.

Věková struktura populací

Stupeň účinku škodlivých (včetně antropogenních) faktorů na populace s různou věkovou strukturou je rozdílný. Souvisí to s tím, že různé věkové struktury uvnitř populace mají zpravidla různá potravní spektra a vytvářejí vlastní ekologické subniky. Proto má působící (škodlivý) vliv (např. znečištění prostředí) menší šance ovlivnit celou populaci, pokud má složitou věkovou strukturu. Např. likvidace všech dospělých jedinců chrousta obecného (*Melolontha melolontha*) v daném roce nemá katastrofické důsledky pro celou populaci, protože v následujícím, roce se objeví dospělci nové generace, která dříve procházela larválním stadiem v půdě. Naopak likvidace např., rejsků, kteří přežili zimu, povede k zániku populace, protože nová generace rejsků se může rodit jen díky populacím, které přežily zimu.

Zastoupení pohlaví v populacích.

Existují teoretické důvody předpokládat, že vůči různým účinkům jsou odolnější populace, které se skládají z partenogenetických jedinců (není třeba samec k rozmnožování). Populace mnoha druhů hmyzu žijících v drsných podmínkách (např. severní šířky, hory) se často skládají z většího počtu partenogenetických samic, než druhy, které žijí v optimálních podmínkách. Někteří autoři předpokládají, že apomixie rostlin také napomáhá odolnosti vůči vnějším vlivům. Také u populací některých bezobratlých v silně fragmentovaném prostředí (např. urbánní ekosystémy), převládají druhy s partenogenetickým rozmnožováním.

Prostorově genetická struktura populací

Změna optimálního poměru skupin lišících se věkem a pohlavím může vyvolat poruchu genetické struktury populace a výsledkem může být pomalejší doplňování populace. Při racionální organizaci lovu spočívá úkol v tom, aby v případě narušení genetické struktury populace byly negativní následky minimální a podle možnosti byly využity rezervy pro regeneraci a udržení optimální genetické struktury populace.

Někdy je účelnější z hlediska zachování genetické struktury populace zcela z ní odstranit několik rodinných skupin, než vyhubit všechny dospělé samce ve většině existujících skupin. Tytéž otázky minimalizace důsledků odstranění určitého počtu jedinců z populace vznikají i při hospodářském využívání většiny druhů dřevin. Použití holoseče, maloplošné seče nebo výběrové těžby lesa se má řídit nejenom ekonomickými hledisky, ale i nutností regenerace genetické struktury populace.

Vymírání druhů

Hromadné vymírání (někdy také masové vymírání) je událost, během které rapidně klesá biodiverzita na zemi. Jinými slovy, rychlost vymírání jednotlivých druhů v daném období převyšuje rychlost vzniku nových druhů. V průběhu dějin Země se jich odehrálo několik a v současnosti jich je již známo kolem 20.

Příčiny hromadného vymírání jsou jednou z nejdiskutovanějších otázek každého hromadného vymírání. Zatímco vymírání samotné je dobře zdokumentovatelné na základě fosilních nálezů (vymizení celé řady druhů z fosilních nálezů v geologicky krátkém období zpozorovatelné na celém světě) příčina k takovéto události bývá jen obtížně odhalitelná. Většinou se předpokládá (a v několika případech proto hovoří i zjištěné fosilní záznamy), že došlo k rapidním změnám životních podmínek na území zasahující většinu planety.

Za původce takovýchto masivních změn vedoucích k vymírání je označována přírodní katastrofa, která naši planetu postihla. Častými podezřelými jsou asteroid nebo silný vulkanismus. Několik teorií, objasňujících různá vymírání, obsahují i zmínku o kosmickém záření (exploze relativně blízké novy nebo silná sluneční erupce), ovšem nalézt pro takovéto události důkazní materiál je obtížné.

U několika hromadných vymírání se usuzuje i na možnost souhry vícero důvodů následných radikálních změn prostředí, které se nešťastnou náhodou setkaly v geologicky krátkém období, čímž byl dopad na biosféru o to tvrdší, než kdyby se ony katastrofy odehrály jednotlivě (teprve se zotavující ekosystémy po katastrofě jedné byly zasaženy katastrofou další).

Důvodem, proč je tak těžké nalézt příčinu těchto katastrofických událostí, je ten, že za uplynulé miliony let bylo epicentrum katastrofy vystaveno erozivním silám, které neustále přetvářejí povrch planety a zahlazují stopy.

V případě vymření dinosaurů (jehož příčiny zaměstnávaly mysl vědců již od 19. století), panuje v současnosti přesvědčení, že příčinou (či jednou z hlavních příčin) byl dopad asteroidu, který před 65 miliony let vyhloubil 180 kilometrů široký Chicxulubský kráter. Kráter samotný byl odhalen díky náhodě; jeho většina se nalézá na dně Mexického zálivu a jen část je na souši poloostrova Yucatán. A teprve v posledních letech bylo odhaleno, že kráter Boltyš na Ukrajině pochází taktéž z období konce druhohor, což znamená, že za vymřením dinosaurů stojí asteroidy dva, které dopadly na Zemi v rozmezí několika tisíců let. Přesto však ještě v osmdesátých a na počátku devadesátých let 20. století (tedy více jak po 100 letech bádání a zkoumání příčin) byla teorie asteroidu, tehdy počítajíc "jen" s jedním asteroidem, většinou vědců odmítána a označována jako sci-fi.

Většina hromadných vymírání je ještě starší než toto populární vymírání, které zahubilo dinosaury. O to víc času měla eroze na zahlazení stop a o to obtížnější je v současnosti tyto stopy nalézt.

Po hromadném vymírání je samozřejmě celkový počet žijících druhů na planetě značně redukován, nicméně relativně krátce po katastrofě se uprázdněná místa začínají zaplňovat novými druhy. Ty jsou v počátku bez větších specializací a jedná se o druhy, dalo by se říci, až univerzální. Z těchto druhů, které se rychle rozšířily napříč uvolněnými ekosystémy, se pozdějším vývojem jejich jednotlivých populací vyvíjejí více specializované druhy. Ty pak obnovují bohatou biodiverzitu, která předcházející katastrofou značně utrpěla.

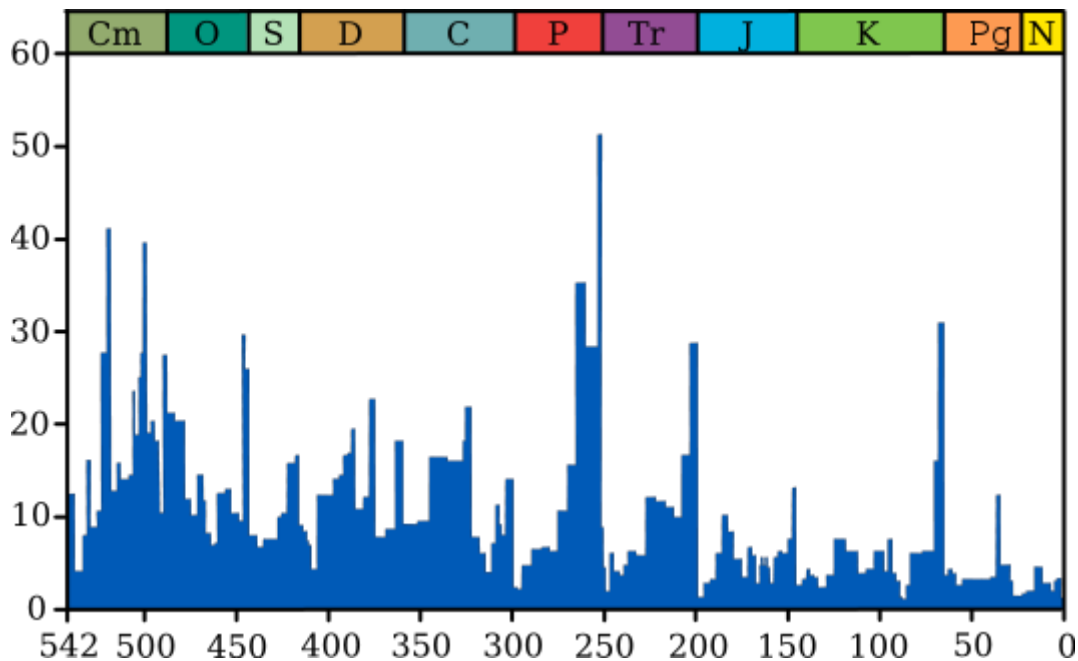
V průběhu geologické historie Země došlo k celé řadě vymírání, která jsou doložena fosilními záznamy. Nejstarší známé hromadné vymírání se stalo na samotném počátku kambria zhruba před 550 milióny let. Důkazů pro tuto událost je zatím málo, ale z fosilních záznamů náhle mizí některé skupiny životních forem z prekambria. Nejmladší hromadné vymírání se odehrálo jen před pouhými 50 000 lety a jako jedna z jeho zvažovaných příčin je člověk. Hlavní období hromadného vymírání jsou znázorněny na tabulce 9 a obr. 37.

Tabulka 9. Hlavní období s hromadným vymíráním druhů na Zemi.

Období	Miliony let zpětně	Hlavní vyhynulé skupiny organismů
Prekambrium	3200	Všechna Prokaryota (bakterie, řasy) žijící v prostředí bez kyslíku
Ordovik	500	50 % čeledí živočichů, hlavně trilobiti
Devon	345	30 % čeledí živočichů včetně mnoha agnátních a plakodermních ryb
Perm	250	50 % čeledí živočichů, 95 % mořských druhů, mnoho Pteridophyta, Amphibia, Bryozoa, Brachiopoda, všichni trilobiti
Trias	180	35 % čeledí živočichů, mnozí plazi a Mollusca
Křída	65	Dinosauři, mnoho mořských druhů (Foraminifera, Mollusca)
Pleistocén	0.01	Velcí ptáci a savci
Současnost	0.00	Všechny skupiny, zvláště velcí obratlovci, tropické rostliny

Vyhynutí jednoho druhu je běžným procesem evoluce (s výjimkou případů, kde je příčinou člověk), kdy je daný druh nahrazen druhem novým, který je lépe přizpůsobený podmínkám, než předchozí druh. Postupným evolučním vývojem a zdokonalováním se životní podmínky neustále mění, nemluvě o dalších událostech, které ovlivňují lokální biotopy, v důsledku čehož se stávající populace neustále vyvíjí a rozvíjí (odchod/vymření některých druhů a příchod/vznik druhů nových).

Obr. 37. Vymírání druhů od kambria po současnost.



V některých případech jsou však změny natolik rozsáhlé či rychlé, že se na ně žijící druhy neumí přizpůsobit, až dojde ke zhroucení celého ekosystému a jednotlivé druhy začnou vymírat, aniž by je zároveň nahrazovaly v jejich rolích druhy nové. V takovém případě již hovoříme o hromadném vymírání.

Příčiny recentního vymírání druhů

Na následujících tabulkách 10, 11 a 12 jsou uvedeny hlavní příčiny recentního vymírání druhů.

Tabulka 10. Příčiny recentního vymírání.

Příčina poklesu	Mechanismus	Příklad
Introdukce exotického druhu	Konkurence dovezených druhů rostlin s původními druhy	Trávy na N. Zélandu
	Predace v prostředí bez predátorů, zejména trpí bezkřídlé druhy	Kočky, hadi a jiné skupiny, Mauritius, N. Zéland, Havaj
	Destrukce biotopu	Kozy ničící vegetaci
Introdukce exotických chorob	Houby	Choroby stromů, atd.
	Viry, rozšíření chovem, zoologickými zahradami, člověkem	Tuleni v Baltském moři
	Prvoci	Ptáci na Havaji
Přílišná exploatace	Lov	Kytovci, tuleni (Japonsko, Kanada, atd.)
	„Léčitelství“	Nosorožec, tygr
	Móda, gurmánství	Rajky, vlaštovka selenga, žáby, atd.
	Okrasné účely, pěstování v zahradnictví	Brazílské dřeviny v botanických zahradách, Japonsko

Hlavní příčinou vymírání druhů je destrukce jejich biotopů. Ohrožené biotopy a příčiny jejich destrukce jsou na tabulce 11.

Tabulka 11. Destrukce biotopů a její příčiny a následky.

Destrukce biotopů	Růst populace člověka, města, průmysl	Hlavní příčina extinkce velkých savců
Tropický deštný les	Těžba dřeva, změna kultivace, zemědělství	Rychlá a silná destrukce
Lesy mírného pásu	Těžba dřeva	Často není poznána
Mokřady	Meliorace, odvodňování, přehrady, spodní v.	Dramatické všude
Mangrovy	Dřevo, akvakultura	Čištění, ochrana, ryby
Louky a pastviny (desertifikace)	Intenzivní zemědělství, přílišná pastva	Komplex socioekonomických a ekologických příčin

Další důležitou příčinou vymírání druhů jsou nepřímé vlivy na biotopy a přírodní zdroje (tabulka 12).

Tabulka 12. Hlavní příčiny vymírání: nepřímé vlivy na biotopy a zdroje.

Příčiny vymírání	Mechanismus	Příklad
Fragmentace biotopů	Intenzifikace landuse, překážka mobility	Migratorní druhy, metapopulace
	Okrajový efekt (delší okraje, menší vzdálenost k okrajům, větší disturbance)	Větší disturbance, včetně vlivu člověka

	Změny mikroklimatu a možnost ohně	Větrný a světelný vliv na klimat i uvnitř lesa
	Intenzivnější predace a kompetice	Fragmenty jsou více invadovány predátory a nemocemi
Degradace biotopů a znečištění	Pesticidy v potravních řetězcích	Distribuce toxických látek jako DDT v těle - reprodukce
	Znečištění vod (eutrofizace, acidifikace, vliv těžkých kovů, detergentů, odpadu)	Nejsou schopny udržení vitálních populací v podmínkách stálého stresu
	Znečištění ovzduší, kyselý déšť, ozón	Destrukce vegetace
	Globální změna, posun klimatických zón	Těžko předpověditelné následky
Kaskádový efekt	Vyhynutí kořisti	
	Vyhynutí opylovačů	

Příklady recentního vyhynutí druhů

Uvedeme si několik nejznámějších případů vyhubení druhů ptáků a savců. Více informací je např. v knize J. Dorsta *Ohrožená příroda* (1985). Z těchto příkladů je vidět, že vyhynutí druhů vlivem člověka není jen vzdálená minulost a teorie.

Holub stěhovavý (*Ectopistes migratorius*)

Holub stěhovavý (*Ectopistes migratorius*) (obr. 38) býval pravděpodobně nejhojnějším ptákem na Zemi. Obýval v obrovských hejnech původní listnaté lesy Severní Ameriky, východně od Skalistých hor. Jejich počty dosahovaly až dvou miliard jedinců a odhaduje se, že tvořili 40 % všech severoamerických ptáků. Po osídlení Ameriky bílými přistěhovalci byli loveni kvůli masu i pro zábavu, takže jejich počty rychle poklesly. Poslední divoce žijící holub stěhovavý byl zastřelen v roce 1900, poslední jedinec uhynul v roce 1914.

Holub stěhovavý byl štíhlý, ale poměrně velký pták s nápadně dlouhým ocasem. Peří bylo šedomodré, samci byli zbarveni nápadněji. Oko, zobák i nohy byly červené. Byli to rychlí a

obratní letci. Holubi stěhovaví byli sociálním druhem, žijící v obrovských hejnech. Ještě na začátku 19 století čítala hejna holubů až 2 230 272 000 jedinců. Podle dobových zpráv bylo v jednom hejnu tolik ptáků, že zastínili slunce a pod jejich vahou se lámaly stromy. V roce 1893 bylo v Michiganu pozorováno hejno, jehož přelet trval od 7:30 ráno do čtyř hodin odpoledne. Hejna holubů v roce 1870, v době, kdy již celková populace znatelně poklesla, byla stále kolem 1600 metrů široká a až 512 km dlouhá.

Odhaduje se, že v době objevení holuba stěhovavého tvořili holubi až 40 % všech ptáků Severní Ameriky a odhaduje se také, že celková populace čítala 3-5 miliard jedinců.

V létě holubi obývali listnaté lesy východně od Skalnatých hor, kde nacházeli dostatek potravy, živili se hlavně žaludy a bukvicemi. V zimě táhli do zimovišť v jižní části Severní Ameriky.

Rozmnožovali se v obřích koloniích - některé kolonie byly 8 km široké a až 60 km dlouhé - přičemž na jednom stromě bylo až 90 hnízd, pod tíhou holubů se lámaly i silné větve. Pro začátek rozmnožování, k navození vyladění ke hledání partnera, ke stavbě hnízda a ke snůšce byla zřejmě potřeba koncentrace určitého většího množství jedinců, což vysvětluje, proč se holubi přestali rozmnožovat, když jejich stavy poklesly pod kritickou úroveň, a proč se je nikdy nepodařilo rozmnožit v zajetí.

Na rozdíl od jiných druhů holubů snášela holubice jen jedno bílé vejce. Při sezení se oba partneři střídali, mládě se vyklubalo asi za dva týdny. Nejprve bylo krmeno výměškem z volete, tzv. „holubím mlékem“, pak natrávenými a změkklými žaludy a bukvicemi. Mládě rychle rostlo a po 14 dnech od vylíhnutí vážilo více než jeho rodiče. Dospělí holubi pak kolonii opustili, mláďata, náhle bez potravy, během tří nebo čtyř dnů zhubla natolik, že mohla sama létat a osamostatnit se. Holubi neměli žádné přirozené nepřátele kromě dravých ptáků.

Už původní obyvatelé Ameriky lovíli holuby, hlavně mláďata, pro chutné maso. I pro přistěhovalce byli holubi vítaným zpestřením jídelníčku. Nejprve lov obrovská hejna holubů příliš neohrožoval, přestože byli, kvůli rostoucí lidské populaci, loveni stále ve větším počtu. V roce 1806 byly ve státě Kentucky běžně pozorována hejna čítající kolem dvou miliard jedinců.

V roce 1830 se holubi stěhovaví začali používat jako terč při střelbě na pohyblivý cíl, ale ani to by samo o sobě celkovou populaci holubů neohrozilo. Kvůli stále většímu počtu ulovených jedinců začalo holubů ubývat. Holubi se lovíli pro maso, stříleli se i chytali se do sítí. V roce 1850 byl pokles holubí populace už znatelný, ale stále existovala hejna čítající milióny jedinců. Ortel jim podepsala železnice. Ta umožnila lovcům dostat se rychle ke všem koloniím holubů. Lov se stal výnosným obchodem, přestože se ulovení holubi prodávali ve městech za pouhé dva centy za kus. Začalo masové zabíjení ptáků, holubi byli po miliónech stříleni na svých nocovištích i hnízdištích. Lov a vyrušování při hnízdění způsobilo, že ptáci svá hnízda předčasně opouštěli, populace se tak přestala obnovovat. V roce 1855 bylo jen do New Yorku posláno 300 000 ulovených holubů. 23. června 1860 bylo v Grand Rapids v Michiganu zabito 235 200 ptáků během jediného dne, v roce 1874 bylo v Oceana County rovněž v Michiganu uloven milión ptáků a o dva roky později 400 000 holubů za týden během vrcholu sezóny, 1 600 000 ulovených jedinců za celý rok. Ještě v roce 1878 bylo na jednom hnízdišti zabito několik desítek tisíc ptáků během jediného dne. Mrtví ptáci byli po miliónech odesíláni vlakem do velkých měst na východním pobřeží, aby byla uspokojena poptávka po holubím mase.

Od roku 1850 do roku 1880 neproběhlo úspěšně ani jediné hnízdění. Populace holubů prudce poklesla a hlavně zestárla. Holubi byli, vlivem nadměrného lovu a odlesňování, zatlačeni na sever a na západ, do méně vhodných podmínek, a přestali se rozmnožovat. Holub stěhovavý byl odsouzen k zániku.

Obr. 38. Holub stěhovavý se stal symbolem neobyčejně početného druhu, který byl člověkem vyhuben.



V roce 1888 bylo pozorováno poslední velké hejno. V roce 1896, blízko Bowling Green ve státě Ohio, se k poslednímu hnízdění slétlo posledních 250 000 ptáků. Zpráva o posledním hejnu se rychle rozšířila mezi lovci. Zabito bylo kolem 240 000 jedinců, 100 000 holoubat bylo odsouzeno k smrti. Mrtvá těla byla naložena do vlaku, ten ale, přetížen, vykolejil. 200 000 mrtvých holubů stěhovavých bylo vyklopeno do rokle u tratě, kde shnili.

Uniklo posledních 5 000 ptáků. Ti už se ale nikdy nerozmnožovali, druh už se nedal zachránit. Poslední divoce žijící holub stěhovavý byl zastřelen v Ohio, 24. března roku 1900.

Z miliard jedinců přežila malá skupina holubů žijících v zoologické zahradě v Cincinnati. V roce 1909 zůstali už jen tři jedinci, dva samci a samice. V roce 1910 jeden samec uhynul, v roce 1912 uhynul i ten druhý. Tím nadobro vyhasla naděje, že by se holuba stěhovavého podařilo rozmnožit v zajetí. Poslední holub stěhovavý, samice *Martha*, uhynula 1. září 1914. Osud tohoto ptáka se stal symbolem lidské chamtivosti a neúcty k živým tvorům.

Vakovlk psohlavý (*Thylacinus cynocephalus*)

Pouze člověk nese vinu za vyhubení tasmánského vakovlka psohlavého (*Thylacinus cynocephalus*) (obr. 39). Oznamili to australští vědci, kteří tak popřeli dlouhodobě prosazovanou teorii, že za vyhynutí tohoto vačnatce byla zodpovědná nemoc.

Vakovlk, známý také pod označením tasmánský tygr, obýval Tasmánii v roce 1803, kdy na ostrov dorazili evropští osadníci, v hojném počtu. Jeho populace ale poté začala rychle klesat. Poslední známý jedinec byl uloven v roce 1933, o tři roky později uhynul v zoologické zahradě v Hobartu. Oficiálně byl vakovlk prohlášen za vyhynulého v roce 1986. Pokusy o jeho naklonování, které se objevily začátkem 21. století, skončily neúspěšně.

Vyhynutí vakovlků bylo dlouho spojováno s nemocí podobnou psince, která poslední kusy vakovlků decimovala. Tým vědců Adelaidejské univerzity ale prokázal, že nemoc rozhodně nebyla hlavní příčinou. Mnoho lidí věřilo, že pouze lov nemohl vakovlky vyhubit, a že tudíž musela existovat nějaká epidemie neznámé nemoci, která je za jejich vyhynutí odpovědná. Vědci však dokázali vytvořit simulaci vyhynutí bez nutnosti zahrnout vážnou chorobu. Vytvořené modely ukazují, jak pouhý příjezd evropských chovatelů ovcí v mnoha ohledech ovlivnil život vakovlků. A to včetně lovu za odměnu v letech 1830 až 1909. Kvůli lidskému lovu klokanů, kteří představovali hlavní kořist vakovlků, klesaly také zdroje jejich potravy. Byl dokázán negativní dopad evropských osadníků, který byl dost velký na to, že druh i bez jakékoli epidemie nemohly uniknout vyhynutí.

Je zajímavé, že v Životě zvířat Alfreda Edmunda Brehma je vakovlk popsán jako nejnebezpečnější vačnatec a savec v Austrálii, kde mu říkali tygr křovin. V tlamě měl 46 zubů a dokázal ji rozevřít do 170 stupňů, takže jeho rozevřené čelisti tvořily téměř přímku.

V posledních desetiletích se sice stále šíří historky, že byl vakovlk spatřen v Tasmánii i na australské pevnině, ale důkaz nikdo nepodal.

Obr. 39. Vakovlk psohlavý.



Zebra kvaga (*Equus quagga quagga*)

Zebra kvaga (*Equus quagga quagga*), někdy také **zebra kvagga** (obr. 40), je poddruh zebry vyhubený v 19. století. Od příbuzných zebur se lišila především zbarvením – typické pruhy měla jen na hlavě a krku, téměř bílé nohy a na trupu hnědou srst. Velmi častou otázkou týkající se tohoto poddruhu zebry je, proč měla tak neobvyklé, pro zebry netypické zbarvení. Pravděpodobně se vyskytovala v oblasti, kde nežily ani mouchy tse-tse (*Glossina* sp.), ani mnoho šelem, jako jsou lvi. Předpokládá se, že tudíž nepotřebovala pruhy, které by byly v hnědém křoví až příliš viditelné.

Ještě na počátku 19. století žila kvaga ve velikých stádech na horním toku řeky Orange v jižní Africe. Jihoafričtí Búrové a další Evropané je však začali hromadně vybíjet. Vybíjení postupovalo tak rychle, že zoologové ani nestačili zareagovat a vytvořit v zajetí chovná stáda. V roce 1878 byla zastřelena poslední kvaga ve volné přírodě. Kusy chované v různých ZOO byly většinou staré a neschopné rozmnožování, a tak poslední zvíře svého druhu pošlo 12. srpna 1883 v amsterdamské zoologické zahradě. Jediné, co se po kvagách zachovalo do dnešních dnů, jsou tři fotografie, devatenáct kůží a několik lebek. Patří mezi nejvzácnější exponáty muzeí.

Obr. 40. Zebra kvaga. Plemenný hřebec kvaga ve zvěřinci ve Versailles patřil Ludvíkovi XVI. (Vodové barvy na pergamenu, Nicolas Marechal, Paříž, 1793).



Tarpan (*Equus gmelini*)

Tarpan (*Equus caballus*, syn. *Equus ferus*) (obr. 41), evropský divoký kůň, obýval stepi a lesy východní Evropy. Byl rozšířen až do Asie k Aralskému moři. Byl loven pro maso a vybíjen kvůli ochraně úrody a domácích koní. Poslední tarpan uhynul 1887 v zoologické zahradě v Moskvě, poslední volně žijící tarpan zemřel na Ukrajině roku 1879 na následky zranění v důsledku uštívání místními obyvateli. Tarpan a kůň převalského jsou předky dnešních domácích koní.

Obr. 41. Jediná známá fotografie tarpana v zoo v Moskvě (1866).



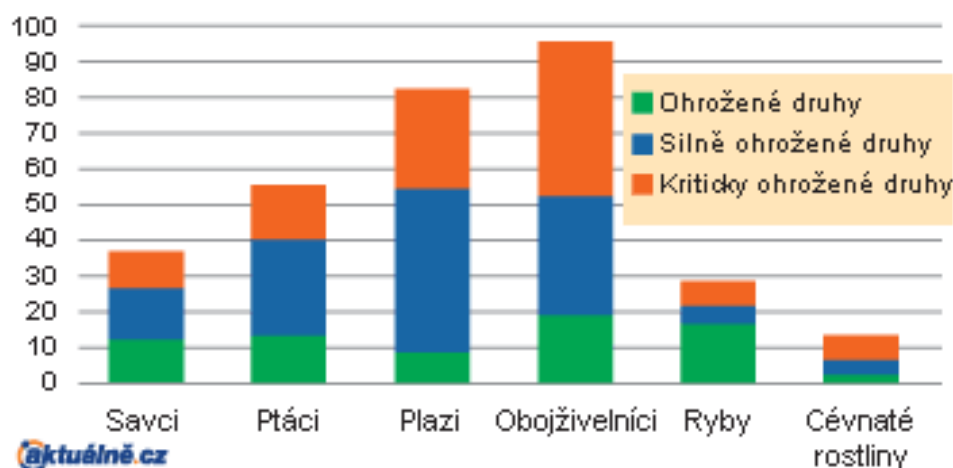
Nejvíce ohrožené druhy a skupiny v Česku

Obrázek 42 znázorňuje míru ohrožení (% ohrožených druhů) hlavních skupin organismů v ČR. Obojživelníci jsou nejvíce ohroženou skupinou u nás. Devadesát pět procent všech v Česku známých obojživelníků je ohroženo, z toho bezmála polovina kriticky. U ostatních živočichů není situace až tak hrozivá. Například plazů je ohroženo "pouze" asi 82 procent, ptáků přes pětapadesát a savců necelých čtyřicet procent.

Obr. 42. Míra ohrožení (% ohrožených druhů) hlavních skupin organismů v ČR.

Kolika známým druhům hrozí v Česku vyhynutí?

(podíl z celkové populace v procentech)



Na druhou stranu se tento vývoj od 17. století nebezpečně urychlil. Vymírání je nyní tisíckrát až deseti tisíckrát rychlejší, než kdyby přirozený proces člověk vůbec neovlivňoval. Některé druhy dokonce zmizí, aniž je lidé vůbec poznají. Tak například nenávratně se ztratí rostlina či živočich, v jehož těle může být látka použitelná k léčbě některých nemocí - třeba rakoviny.

Jakmile člověk vyhubí jeden druh, může se významně narušit přírodní rovnováha. Například v českých lesích, odkud jsme před lety "vyhnali" vlky, se přemnožila vysoká, která z nedostatku potravy okusuje kůru stromů a hubí je. Situaci musí lesníci zachraňovat milionovými dotacemi na ochranu mladých stromků. Počty vysoké zvěře jsou i přes dlouhodobé plánování chovu vysoko nad cílovými stavy, a proto zvěř působí značné škody na lesních i zemědělských porostech,

Kdyby z české přírody zmizel krtek, znamenalo by to pohromu pro další a další živočišné a rostlinné druhy. Na krtinách se vytváří speciální mikroklima, takže se na nich daří rostlinám, které jinde prakticky nerostou. V kožichu krtek žijí roztoči a další paraziti. Krtčí chodby využívají na přezimování žáby, které se přes léto živí i larvami komárů, čímž brání jejich přemnožení.

Že je krků až dost? Před lety se totéž mohlo říkat o koroptvi nebo syslu - jejich počty se v posledních letech dramaticky snížily. Například koroptví polních žilo před válkou v tehdejší Československu na šest milionů, teď se jejich počet odhaduje na maximálně 45 tisíc.

Ještě v padesátých letech minulého století platilo, že hlavním důvodem vymírání živočichů je jejich přímé pronásledování člověkem, tedy lov. Dnes je to ovšem likvidace přirozeného prostředí, v němž živočichové žijí.

Typickým českým příkladem jsou některé druhy ptáků - zvláště ty, které žijí v zemědělsky obdělávané krajině. Podobný osud jako zmiňovanou koroptev potkal i čejka chocholatou. Za posledních pětadvacet let se počet tohoto druhu snížil o více než devadesát procent, takže se z čejky stala jedna z nejvíce ohrožených ptačích skupin. Jedním z důvodů by mohlo být to, že se po radikálním propadu na počátku 90. let znovu začalo více využívat chemických hnojiv a prostředků na ochranu plodin. Jistá souvislost by mohla být nalezena mezi poklesem ptačích populací v zemědělské krajině a používáním hnojiv a pesticidů, jejichž spotřeba až na mírné kolísání vykazuje trvalý pozvolný růst.

Člověk se snaží napravit, co sám způsobil. Například na Labi a jeho přítocích staví rybí přechody, aby přes hráze mohli putovat lososi. Staví čistírny odpadních vod, aby se losos ve vodě neotrávil. A losos a další druhy se do Labe skutečně vrací. Na jižní Moravě se zase objevil drop velký, který byl pokládán za vyhubeného. Jelikož se mu ale daří v sousedním Rakousku, rozšiřuje své teritorium i za hranice.

Jenže ochrana určitého druhu a lidská pomoc pro jeho záchranu může způsobit to, že se přirozená rovnováha znovu vychýlí, ovšem jiným směrem. Například kormorán patřil před lety ke vzácným ptákům, který byl zařazen na seznam ohrožených druhů. Teď nenajdete v zemi rybáře, který by si na velkého černého ptáka se zahnutým zobákem nestěžoval. Kormorán je důkazem toho, jak se v moderní, rozvinuté civilizaci nedaří udržovat přirozenou přírodní rovnováhu. Viz dále o konfliktech.

Podobné je to s bobrem. Do Česka se začali vracet v 80. letech a rychle se rozšiřují. Zpočátku byl bobr považován za kuriozitu, dnes už na některých místech poškozují hráze nebo kácí cenné stromy. Proto se v poslední době ozývají hlasy, volající po tom, aby úřady znovu povolily jejich odstřel.

Žijeme v době, kdy je krajina zcela přeměněna člověkem a intenzivně hospodářsky využívána. Představa přirozené rovnováhy mezi živočišnými druhy je zvláště u obratlovců iluzorní. To ovšem neznamená, že ochranu druhů, ekosystémů a krajiny budeme ignorovat.

Vzácnost, citlivost a soumrak biodiverzity

Termín vzácnost nebyl dost jasně determinován. Přesto je možné říci, že kritérii vzácnosti jsou:

- Zeměpisné rozšíření (malé nebo velké),
- Biotopová preference (malá, velká),
- Velikost lokální populace (velká, malá).

Tato kritéria mohou být v osmi kombinacích, z nichž dvě jsou extrémní:

- Druh s velkým zeměpisným rozšířením, širokou preferencí biotopů a častou velkou lokální populací (hojný druh),
- Druh s opačnými charakteristikami (klasický vzácný druh),
- Ostatní skupiny mají minimálně jedno kritérium vzácnosti.

Vztah citlivosti k vymírání

Nejen vzácné druhy mohou vyhynout (paradigma malé populace). Druh může být adaptován k existenci v malých populacích. Důležitější může být trend trvání populace (paradigma poklesu populace).

Existuje dlouhý seznam příčin poklesu populace:

- Druh s malou velikostí populace.
- Druh s omezeným zeměpisným rozšířením (endemické druhy).
- Druh s jen několika populacemi .
- Druh s nízkou populační hustotou (jedinci na plochu).
- Druh, který potřebuje velký areál (šelmy).
- Druh s velkou velikostí těla.
- Druh s malým růstem populace (K strategové).
- Druh s neefektivními způsoby disperze.
- Druh, který migruje.
- Druh s malou genetickou variabilitou.
- Druh se speciálními požadavky na ekologickou niku.
- Druh, který se vyskytuje ve stabilním prostředí.
- Druh vyskytující se v permanentních nebo dočasných agregacích.
- Lovný druh nebo druh jinak člověkem využitelný

Náhlé změny ekosystémů

Náhodné změny v biotickém a abiotickém prostředí, známé jako environmentální stochasticita, mohou také způsobit výkyvy ve velikostech populací druhů. Často však mluvíme o nevratných změnách celých ekosystémů. Náhlé změny (posuny) v ekosystémech mohou mít katastrofický vliv na druhy a jejich populace. Příklady těchto náhlých změn a teoretické základy určení maximální únosnosti stability ekosystémů a krajiny popsal např. Boháč (www.infodatasys.cz).

Ekosystémy jsou ovlivňovány průběžnými změnami klimatu, přísunem živin, fragmentací biotopů nebo změnami biotických parametrů. Většinou je jejich odpověď postupná a průběžná. Přesto studie provedené na jezerech, oceánech, v korálových útesech, v lesích a v aridních ekosystémech ukazují, že tato postupná a dlouhodobá změna může být vystřídána náhlými drastickými přechody do zcela rozdílných stádií od výchozího stavu. Tyto náhlé přechody mohou spustit i často na první pohled nevýznamné změny některých parametrů ekosystémů. Ty způsobují ztrátu resilience a tím vyvolávají posun k alternativnímu stavu. Výsledky těchto studií ukazují, že strategie pro udržitelný management takových ekosystémů by měla být soustředěna na podporu jejich resilience.

Určení maximální únosnosti stability ekosystémů a krajiny v chráněných územích je důležité pro jejich management a také pro posouzení, jaké únosné zatížení těchto oblastí z hlediska udržitelného života v nich (formy rekreačního využití, limity počtu návštěvníků, atd.). Pro konkrétní určení maximální únosnosti stability ekosystémů a krajiny je třeba vycházet z některých současných studií ukazujících jak jednotlivé ekosystémy a krajinné segmenty reagují na změnu různých faktorů prostředí.

Představa, že ekosystémy mohou náhle přejít do jiného stavu, vychází z teoretických modelů. Ačkoliv tyto modely byly určitou inspirací pro ekology, první experimentální pokusy, které byly navrženy, byly silně kritizovány. Zdálo se, že je mnohem jednodušší demonstrovat posuny mezi alternativními stabilními stádii modelově, než v reálném světě. To je způsobeno částečně tím, že poznání mechanismů řídících chování prostorově rozsáhlých ekosystémů je všeobecně velmi obtížné, protože zahrnuje vzájemné vztahy jevů, které se vyskytují v různých prostorových, časových a ekologických měřítcích. Přesto současné studie poskytly prokazatelné příklady existence alternativních stavů v některých ekosystémech. Předem je třeba říci, že se v tomto přehledu nebudeme zabývat náhlými změnami popisovanými při přemnožení některých škůdců. Nepokryjeme tak rozsáhlé výsledky o pozitivní zpětné vazbě a mnohočetných stabilních stavech v biologických systémech zabývajících se přemnožením některých druhů v ekosystémech. Zaměříme svou pozornost na doložené významné posuny v ekosystémech a krajině a jejich vysvětlení. Po teoretickém přehledu budou prezentovány příklady z některých ekosystémů, shrnuty příčiny a diskutovány praktické možnosti využití výsledků pro management v chráněných územích.

Jak již bylo řečeno, řada ekosystémů může reagovat plynule a postupně na abiotické i biotické změny. Jiné ekosystémy mohou být celkem inertní po určitou mez změn a odpovídají silněji, když podmínky překročí určitou kritickou hladinu. Rozhodující situace nastane, když se křivka odpovědi ekosystému na určitý faktor pohybuje zpět. To indikuje pro určité environmentální podmínky, že ekosystém má dvě alternativní stadia, oddělené nestabilním rovnovážným stavem, což je označováno jako hranice mezi „miskami rovnovážného stavu“.

Přítomnost alternativních stavů stability má velký vliv na odpověď ekosystému k environmentálním změnám. Pokud je ekosystém ve stavu na horní větvi křivky, nemůže přejít na dolní větev hladce. Pokud se podmínky změní tak, že dosáhnou kritického bodu (bod bifurkace, sedla), následuje náhlý posun na nižší větev křivky. Přitom pokud monitorujeme parametry ekosystému ve stabilním stavu před posunem, je zaznamenána jen malá změna jeho parametrů. Ve většině případů nepředchází takové katastrofické změně žádná zřejmá výstraha a první výstražné signály budoucích náhlých změn je obtížné zjistit. Jinou důležitou vlastností je, že pokud nastartujeme posun ekosystému změnou podmínek zpět na horní větev, není možné obnovit stav totožný před kolapsem (bod F2). Tato vlastnost, kdy jsou posunuty ekosystémy dopředu nebo dozadu pozorovány v různých kritických podmínkách, se nazývá hystereze. Stupeň hystereze se může silně měnit dokonce v jednom a tom samém ekosystému. Například v mělkých jezerech můžeme pozorovat zřetelnou hysterezi vlivem přísunu, zatímco hlubší jezera reagují postupně. Bylo publikováno velké množství matematických modelů

popisujících některé ekologické systémy s alternativními stabilními stavy. Příklad „minimálního matematického modelu“ ukazuje takový jednoduchý model, který by mohl být použit pro desertifikaci nebo eutrofizaci jezer. Popisuje změnu v čase (t) určité vlastnosti ekosystému x : $dx/dt = a - bx + rf(x)$. Parametr a označuje stabilní (většinou environmentální) faktor, který určuje konstantní změnu x . Ostatní v rovnici popisují vnitřní dynamiku: b a r určují rychlosti, které jsou závislé na hodnotě x (stavu systému). Pro jezera je možné si představit například x jako množství živin ve fytoplanktonu způsobujícího turbiditu, a jako nabídku (přísun), b jako rychlost odstranění živin a r jako interní recyklaci živin. Pro desertifikaci může být x interpretováno jako plocha neplodné půdy, a jako stupeň destrukce vegetace, b jako stupeň rekolonizace neplodné půdy rostlinami a r jako rozsah větrné eroze. Pro $r=0$, model má jednoduchou rovnováhu při $x=a/b$. Poslední podmínka však může mít alternativní stabilní stavy, např. je-li $f(x)$ funkce, která prudce zvyšuje bod h , jako v případě funkce:

$$F(x) = x^p / (x^p + h^p),$$

Kde exponent p určuje stupeň h . Je třeba vzít v úvahu, že model může mít při několikanásobném stadiu jen maximum $\{rf'(x)\}$ b. Tímto způsobem prudší Hillova funkce (jako výsledek hodnoty p) vytvoří silnější hysterezi.

V reálném světě nejsou podmínky prostředí nikdy konstantní. Stochastické jevy, jako např. extrémní podmínky počasí, oheň nebo přemnožení škůdců, se stále mění (horizontální osa) a často přímo ovlivňují stav ekosystému (vertikální osa), například vyhubením části populace organismů. Jestliže existuje jen jeden základní stabilní stav, vrací se systém zpět do stejného stavu jako před extrémním ovlivněním. Na druhé straně, jestliže jsou přítomny alternativní stabilní stavy, může několik perturbací vychýlit stav ekosystému do jiných „misek rovnováhy“ a tím do jiného stavu. Pravděpodobnost této změny závisí nejen na vlastní perturbaci, ale také na rozsahu „misky stability“. Jestliže je rozsah „misky rovnováhy“ v krajinném systému malý, může být i malá perturbace dostatečná k tomu, aby vytlačila hodnotu „rovnováhy přes kritický vrchol“ s následným přechodem do jiného alternativního stadia. Podle některých autorů můžeme použít pro termín „misek rovnováhy“ také termín resilience. Resilience je definována jako maximum perturbace potřebné pro přechod ekosystému k jinému stabilnímu stavu.

V systémech s mnohonásobným stabilním stavem mohou mít postupně se měnící podmínky prostředí menší vliv na stav ekosystému, ale přesto redukuje rozsah „misky rovnováhy“. Tato ztráta resilience způsobuje, že systém je více křehký a citlivý ve smyslu snadnějšího uvedení do opačného stavu stochastickými podmínkami. Takové stochastické fluktuace mohou být často ovlivněny externě, přesto však mohou velmi často vyústit ve změnu interní dynamiky systému. To se může stát v případě, kdy vnějšími podmínkami zasáhnou ekosystém v cyklu nebo v nerovnovážném stavu. Systém, který je ovlivňován za těchto podmínek, se mění často chaoticky dokonce při absenci stochastických sil. Tyto fluktuace mohou vést ke kolizi s hranicemi „misek rovnováhy“ a následně vyvolat přesun do jiného alternativního stavu. Model indikuje, že takové „nelokální bifurkace“ nebo „kolize mezi hranicemi misek“ mohou nastat v mořském prostředí a v různých suchozemských ekosystémech. V praxi to často bývá slepý nebo interní proces a externí bifurkace a síly, které posilují fluktuace, zároveň vyvolávají změnu (posun) stavu se vznikem ekosystému s redukovanou resiliencí na hranici „misek rovnováhy“. Z hlediska permanentních fluktuací je termín stabilní stav stěží přijatelný pro jakýkoliv ekosystém. Přesto však pro vysvětlení používáme „stabilní“ zatímco více správný termín je dynamický režim.

Uvedeme si několik příkladů:

Mělká jezera a rybníky

Posun mezi alternativními stavy byl pozorován v jezerech a rybnících. Jeden z nejlépe prozkoumaných a nejdramatičtějších případů posunu je náhlá změna průhlednosti vody a složení vegetace pozorovaná v mělkých jezerech vlivem eutrofizace způsobené člověkem. Průhlednost sloupce vody většiny mělkých jezer je způsobena čirou vodou s bohatou vegetací makrofyt. Přísun živin tuto situaci v mnoha případech změnil. Je pozoruhodné, že průhlednost vody se zřetelně neměnila zvýšenou koncentrací živin až po kritický bod, po jehož převýšení se voda v jezeře náhle změnila na kalnou (vegetační zákal, vodní květ). Se zvýšením tohoto zákalu vodní rostliny většinou vyhynuly. S tím byla spojena ztráta biodiverzity živočichů (ryb). Následující redukce biomasy řas vyvolala neudržitelnost tohoto stavu. Redukce koncentrace živin však byla dostatečná k tomu, aby se obnovila vegetace makrofyt a čirá voda. Ve skutečnosti se obnova čiré vody objevuje při podstatně nižších koncentracích živin, než byly ty, při kterých došlo ke kolapsu vegetace makrofyt. Experimentální práce předpokládaly, že rostliny zvýší čistotu vody a následně zvýší své možnosti růstu. To vysvětluje, že stadium čisté vody je samostabilizační alternativa vody zakalené vodním květem. Redukce biomasy fytoplanktonu a obnovu vegetace makrofyt způsobuje řada mechanismů, zahrnujících redukci života ve vodním sloupci, ochranu konzumentů fytoplanktonu jako jsou perloočky rodu *Daphnia* proti predaci ryb a prevenci suspenzace sedimentů. Přitom ryby jsou tím hlavním faktorem v udržování zakalení vody, protože kontrolují perloočky v nepřítomnosti rostlin. Hledající náhradní potravu v podobě bentosu podporují ryby vznik sedimentů a tím podporují zakalení vody. Experimenty na jezerech ukazují dočasnou silnou redukci biomasy ryb jako šokovou terapii, která může způsobit, že jezera se vrací zpět do stadia permanentně čisté vody, jestliže hladina živin není příliš vysoká.

Korálové útesy

Korálové útesy jsou známé svou vysokou biodiverzitou. Na druhé straně mnoho z nich je v současné době silně degradováno. Největším problémem je, že mnoho korálových útesů je zarostlé makrofyty. Korálové útesy se pohybují mezi dvěma alternativními stabilními systémy mnohem častěji, než postupnou změnou. Posun k zarůstání řasami v korálových útesech v Karibském moři je výsledkem kombinace faktorů, které způsobují, že je systém zranitelný a posunuje se z aktuálního stavu. Tyto faktory zahrnují zvýšený přísun živin jako výsledek změny managementu v moři, zejména intenzivní lov, který redukuje počty velkých dravých a následně i herbivorních ryb. Následkem toho mořský ježek *Diadema antillarum*, který je v kompetici s herbivorními rybami živícími se řasami, zvyšuje svoji početnost. V roce 1981 způsobil hurikán rozsáhlé škody na některých korálových útesech, ale vzhledem k vysoké hladině živin byly řasy, které invadovaly do útesů, kontrolovány mořským ježkem a umožnily rekolonizaci korálů. V následujícím roce však byli mořští ježci silně redukováni chorobami. Herbivorní ryby se staly výlovem vzácné, řasy nebyly kontrolovány a zcela porostly korály. Tento stav je velice těžké změnit, protože dospělé řasy jsou méně požitelné pro herbivorní ryby a brání také vývoji (usazení) larev korálů.

Oceány

Dlouhodobá sledování úlovků ryb, zdravotního stavu ústřic, abundance planktonu a jiných charakteristik mořského ekosystému indikují nápadné změny jednoho stádia ekosystému do jiného. Tyto jevy jsou nazývány „posuny režimů“. Důsledky posunu režimů oceánů pro rybářství a koloběh CO₂ jsou rozsáhlé, avšak příčiny posunů málo známé. Z pohledu významu mořského proudění pro ekosystémy jsou změny cirkulace moře a změny počasí považovány za hlavní síly podporující změny ekosystémů v oceánech. Je třeba říci, že posuny jsou

mnohdy více interpretovány na základě biotických než abiotických faktorů (dat). Předpokládá se totiž, že biotická zpětná vazba stabilizuje v určitém stavu společenstva a posuny do jiného stadia jsou spouštěny více abiotickými vlivy. V současnosti se ukazuje, že kompetice a predace jsou v měnícím se mořském společenstvu významnější, než se dříve myslelo. Není proto překvapující, že rybníkářství může ovlivnit potravní síť a způsobit hluboké změny v abundanci druhů na různých trofických úrovních. Takové napnuté biotické interakce způsobují, že citlivost jednotlivých klíčových druhů k jemným environmentálním změnám může způsobit velké posuny ve složení společenstev. To znamená, že při poznání příčin posunu režimu v mořských ekosystémech může hrát významnou úlohu souhra vlivů rybníkářství a klimatických změn v mořském ekosystému (viz dále).

Vztahy mořského prostředí a klimatu mohou vést k posunům mezi různými alternativními stabilními stavy, které jsou mnohem drastičtější, než posuny režimů popsaných u jiných ekosystémů. Simulace těchto vztahů indikuje, že postupné klimatické oteplování může vést ke zvýšení přítoku sladké vody do severního Atlantiku, což může zabránit vzniku mořské vody s větší hustotou. Tato mořská voda je hlavní silou „globálního transportéru“ v oceánu, který transportuje teplou vodu k východnímu pobřeží Severní Ameriky a západní Evropy. Změna mořského proudění by vyvolala dramatické klimatické změny v těchto oblastech směrem k silnému ochlazení. Rekonstrukce paleoklimatu ukazuje, že podobné velké posuny se v minulosti staly a mohou být skutečně velmi rychlé (měřítko menší než jedna dekáda).

Lesy

Mnohé studie ukazují, že lesní a otevřená krajina mohou být alternativní stabilní stadia (viz lesostepní zóna Evropy). Krajina může být udržována bezlesá herbivory (často v kombinaci s pyrogenním faktorem), protože semenáčky stromů, méně často vzrostlé stromy, jsou herbivory snadno eliminovány. Tím je lesní krajina relativně stabilní, protože vzrostlé stromy nemohou být rozrušeny herbivory a zastínění redukuje travní společenstva, a tudíž brání šíření požárů. Existují dobře analyzované příklady z krajiny Botswany a Tanzanie. Na vybraných lokalitách zde byla pozorována regenerace lesní krajiny během několika desetiletí od roku 1890. Impulsem bylo silné snížení početnosti herbivorů vlivem epidemií chorob a lov slonů. Jednou vzniklé lesy nemohly být herbivory zničeny. Současná destrukce lesů člověkem a vysoká početnost slonů je pravděpodobná příčina nevratných změn, přestože počet herbivorů byl opět redukován (což je ovšem nepříznivé z hlediska strategie národních parků lákajících turisty na velké savce).

V suchých oblastech, v podmínkách absence vzrostlých stromů, může být přílišné sucho překážkou pro přežití semenáčků dokonce při nedostatku herbivorů. Tím se ještě zvyšuje irreverzibilita ztráty lesů, jak bylo například popsáno v suchých oblastech středního Čile. To znamená, že jen výjimečná kombinace vlhkých let a deprese herbivorů může vyvolat obnovu lesních ekosystémů na rozsáhlejších územích. Jiný příklad irreverzibilní ztráty lesů je příklad mlžných lesů. Kondenzace vody z mraků v porostu nahrazuje srážky v tomto druhově bohatém ekosystému. Jestliže jsou stromy pokáceny a přísuny vody přerušeny, vedou výsledné podmínky k vysušení ekosystému a vzniku irreverzibilních podmínek.

V savaně nebo v lesostepi jsou přirozeným pokryvem střídající se plošky lesíků a skupin stromů s ploškami stepi. Posun k hustšímu zalesnění je často vyvoláno kombinací střídání ohně a výpasem herbivorů. Náhodné přírodní ohně redukují rostlinný pokryv a podporují vznik travních ekosystémů. Přílišný výpas dobyt看em redukuje travní ekosystémy, a tudíž snižuje příležitost pro vznik přirozených požárů. Při absenci požárů se během vlhkých period rozšiřují skupiny stromů a mohou potlačit travinný pokryv a tím omezit rozšiřování ohně. Tento systém se udržuje až do doby, kdy stromy začínají odumírat. Tehdy je umožněn rozvoj travních ekosystémů, který znovu podporuje vznik přirozených požárů.

Pouště

Dezertifikace – ztráta vegetace v aridních a semiaridních regionech je často citována jako jeden z hlavních ekologických faktorů měnících tvář současné Země (Kassas, 1995), ačkoliv tempo jakým postupuje poušť na Sahaře může být pomalejší, než se dříve předpokládalo (Tucker, Nicholson, 1999). Různé řady dat indikují, že periody rozvoje vegetace a dezertifikace mohou představovat dva střídající se stabilní stavy ekosystémů. Lokální vztahy půda-rostlina jsou důležité pro určení stability rostlinného pokryvu (Van de Koppel et al., 1997, Rietkerk et al., 1997). Travní vegetace dovoluje srážkám absorbovat do vrchních vrstev půdy a zvyšuje její dostupnost pro příjem ostatními rostlinami. Když je vegetační pokryv degradován, odtok vody se zvýší a obsah vody v půdě se prudce snižuje přesunem do hlubších vrstev, kde není pro většinu rostlin dosažitelný. Vítr a déšť erodují úrodné vrchní vrstvy půdy a poušť se stává stabilnější a hůře přístupná pro kolonizaci jiných druhů rostlin. Výsledkem je, že se poušť stává nevhodná pro rekolonizaci travin dokonce i v případě, kdy dojde k částečnému zlepšení půdních podmínek.

Zpětná vazba mezi vegetací a klimatem může vést k rozsáhlým alternativním stabilním stadiím. V oblasti Sahelu se střídají období se suchým a vlhkým klimatickým režimem. Například všechny roky od r. 1970 byly abnormálně suché, zatímco roky od r. 1950 byly většinou vlhké. V jiných částech světa období střídajících se vlhkých a suchých roků obvykle nepřesáhla 2-5 let (Rietkerk et al., 1997). Mnoho studií se ptá, proč následuje posun mezi různými extrémními podmínkami většinou po serii podmínek s průměrnými klimatickými hodnotami. Nová generace klimaticko-ekosystémových modelů (Zeng et al., 1999, Wang, Eltahir 2000, 2000a) ukazuje, že samotná vegetace může hrát roli v dynamice klimatických změn, speciálně v udržování dlouhé mokré nebo suché periody. Mechanismus je pozitivní zpětná vazba: vegetace podporuje srážky a naopak, což vede k alternativním stadiím ekosystémů.

Potvrzení střídání alternativních stadií v oblasti Sahary a Sahelu je prokázáno z historických dat o prostorově rozsáhlých posunech mezi pouští a lesostepí (lesem) spojených s klimatickými změnami v severní Africe. V průběhu ranného a středního holocénu (10.000 – 5.000 let před n.l.) byla většina Sahary mnohem vlhčí než dnes s rozsáhlým vegetačním pokryvem, s jezery a mokřady (Hoelzmann, 1998, Jolly, 1998). V období asi 5000 let p.n.l. byly porován prudký přechod k desertifikaci (Clausen, 1999). Kombinací modelů atmosféra-oceán-biosféra bylo prokázáno, že zpětná vazba zapříčiňující alternativní stabilní stav by mohla být vysvětlena jako náhlý přechod, přestože klimatický systém se mění pomalu a postupně (Brovkin et al., 1998, Clausen, 1999).

Časové měřítko je v tomto případě velmi dlouhé. Na druhé straně ilustruje ten samý jev alternativní stability, který byl zjištěn u jiných ekosystémů. Důležitým poznatkem je, že i malé změny prostředí, jako je např. přílišná pastva (Charney, 1975) zvyšující zatížení ekosystému prашnými částicemi (Nicholson, 2000) nebo nevelké změny teploty oceánu (Zeng et al., 1999), mohou způsobit totální posun celých krajinných celků překročením kritického bodu.

Oceány

Dlouhodobé sledování lovu ryb, zdravotního stavu ústřic, abundance planktonu a jiných charakteristik mořského ekosystému indikují nápadné skoky z jednoho stadia do jiného. Tyto jevy jsou nazývány „posuny režimů“ (Hare, Mantua, 2000). Důsledky posunu režimu oceánů pro rybářství a koloběh CO₂ jsou rozsáhlé, avšak příčiny posunů jsou málo známé (Hare, Mantua, 2000). Z pohledu velkého významu mořského proudění na ekosystémy jsou změny cirkulace moře a změny počasí uvažovány jako hlavní síly podporující změny ekosystémů v

oceánech. Je třeba říci, že posuny jsou mnohdy více interpretovány na základě biotických než na základě abiotických dat, předpokládajíce, že biotická zpětná vazba stabilizuje v určitém stavu společenstva a posuny do jiného stadia jsou spouštěny více abiotickými vlivy (Hare, Mantua, 2000). V současnosti se ukazuje, že kompetice a predace jsou v měnícím se mořském společenstvu významnější, než se dříve myslelo (Verity, Smetacek, 1996). Není proto překvapující, že rybníkářství může ovlivnit potravní síť a způsobit hluboké změny v abundanci druhů na různých trofických úrovních (Curry, 2000, Shiomoto et al., 1997, Reid et al., 2000). Takové napnuté biotické interakce způsobují, že citlivost jednotlivých klíčových druhů k jemným environmentálním změnám může způsobit velké posuny ve složení společenstev (Hall et al., 2000). To znamená, že při poznání příčin posunu režimu v mořských ekosystémech může hrát významnou roli souhra vlivů rybníkářství a klimatických změn v mořského ekosystému.

Vztahy mořského prostředí a klimatu mohou vést k posunům mezi různými alternativními stabilními stavy, které jsou mnohem drastičtější, než posuny režimů popsaných u jiných ekosystémů (Rahmstorf, 1996, Taylor, 1999). Například simulace těchto vztahů indikuje, že postupné klimatické oteplování může vést k zvýšení přítoku sladké vody do Severního Atlantiku, což zabraňuje vzniku husté hluboké vody, která je hlavní silou „globálního transportéru“ v oceánu, který transportuje teplou vodu k východnímu pobřeží Severní Ameriky a západní Evropy (Rahmstorf, 1996). Změna mořského proudění by vyvolala dramatické klimatické změny v těchto oblastech směrem k silnému ochlazení. Rekonstrukce paleoklimatu ukazuje, že podobné velké posuny se v minulosti staly a mohou být skutečně velmi rychlé, v měřítku menším než jedna dekáda (Taylor, 1999).

Obtíže a slabé stránky sledování náhlých změn

Všechny tyto případy předpokládají posun mezi alternativními stabilními stádii. Na druhé straně poznání alternativních stabilních stavů je většinou velice komplikované. Pozorování velkých posunů pro ně není dostatečné, protože systém může odpovídat k postupné změně nelineárně, zejména jestliže nemá alternativní stabilní stav (Scheffer, 1998). Také možnosti použití statistických metod k posouzení popsaných systémových vlastností a nedostatek časových řad je slabinou těchto výzkumů (Carpenter, Pace, 1997, Ives, Jansen, 1998, Carpenter 2001). Pouhá demonstrace pozitivní zpětné vazby je také nedostatečná jako zkouška alternativního stabilního stavu, protože existuje široké spektrum možností mezi předpokládanou hysterezí a postupnou změnou, závisící na síle zpětné vazby a jiných faktorech (Scheffer, 1998). Ve skutečnosti nejprůkaznější případy existence alternativních stabilních stavů jsou založeny na kombinaci přístupů, jako je kombinace pozorování opakovaných posunů, studium zpětných mechanismů, které směřují k udržování různých stavů a modelování ukazující, že tyto mechanismy mohou přijatelně vysvětlit terénní data.

Ačkoliv specifické detaily demonstrovaných posunů stavů ekosystémů se liší, jejich přehled (Tab. 1) ukazuje určité zákonitosti:

- kontrast mezi stavy ekosystémů je obvykle pozorován posunem v dominanci organismů s různými životními formami.
- stav posunu je obvykle spouštěn očividnými stochastickými událostmi jako je přemnožení patogenů, požár nebo klimatické extrémy.
- zpětná vazba, která stabilizuje různá stadia ekosystému, přináší nové biologické, fyzikální a chemické mechanismy v ekosystémech.

Snad ještě důležitější je fakt, že modely ekosystémů s alternativním stabilním stadiem indikují, že postupná změna environmentálních podmínek, jako je člověkem způsobená

eutrofizace nebo globální oteplování, může mít zdánlivě malý dopad na stav systémů, ale přesto může změnit „stabilitu misek“ nebo resilience současného stavu ekosystémů a krajiny a tím zvýšit pravděpodobnost posunu do alternativního stadia ekosystému, který nastane vlivem přirozených nebo antropogenních změn.

Důsledky pro management

Posun stavu ekosystémů (tabulka 13) může způsobit velké ztráty ekologických a ekonomických zdrojů a obnova původního stavu může zahrnovat rozsáhlá a drahá opatření (Maler, 2000). Je velmi obtížné odhadnout resilience, protože tyto systémy často postrádají indikátory včasného varování před masivní změnou. Proto je pozornost výzkumníků často soustředěná na pokus o předpověď srážek než na sledování ztráty resilience.

Tabulka 13. Charakteristika některých hlavních posunů stavu ekosystémů a jejich příčiny.

<i>Ekosystém</i>	<i>Stav I</i>	<i>Stav II</i>	<i>Příčiny posunu z I do II</i>	<i>Příčiny posunu z II do I</i>	<i>Předpokládané hlavní příčiny hystereze</i>	<i>Faktor ovlivňující resilience</i>
Jezera, rybníky	Průhledná voda s vodní vegetací	Kalná voda s fytoplanktonem	Vyhubení rostlin herbicidem Vyhubení Daphnia pesticidem	Vyhubení ryb, nízká hladina vody	Pozitivní zpětná vazba na růst rostlin Trofická zpětná vazba	Kumulace živin
Korálové ostrovy	Korály	Makroalgae	Zničení korálu hurikánem Vybití sea urchins patogeny	Není známo	Prevence před rekolonizací korály nechutnými (pro ryby) dospělými řasami	Kumulace živin Klimatická změna Rybolov
Lesy	Traviny	Lesy	Pyrogenní faktor Kácení stromů	Vyhynutí býložravců patogeny Lov býložravců	Pozitivní vliv na růst rostlin Nechutnost dospělých stromů pro býložravce	Přílišné vypásání Klimatická změna
Pouště	Travniný pokryv	Holá půda s efemery	Klimatické faktory Přílišné vypásání	Klimatické faktory	Pozitivní zpětná vazba na růst rostlin	Klimatická změna
Oceány	Různý	Různý	Klimatické faktory	Klimatické faktory	Fyzikální	Rybolov Klimatická změna

Tak například postupné nové změny zemědělství zvětšily zranitelnost jezera Alopka (Florida, USA) k eutrofizaci. Hurikán, který odnesl v roce 1947 vodní rostliny, inicioval změnu kvality vody (Scelske, 1999, Schelske, Brezonik, 1992). Postupné zvýšení přítoku živin a potlačení lovu ryb vytvořilo potenciál pro přemnožení řas a jejich přerůstání přes korály, které bylo ještě podpořeno vyhynutím mořských ježků, kteří kontrolovali řasy (Nystrom et al., 2000). Postupné zvýšení výpasu snížilo kapacitu australských pastvin pro možnosti přirozeného vypalování a tím přirozenou kontrolu keřového patra, ale extrémně vlhké roky zpětně iniciovaly posun k dominanci křovin (Walker, 1993, Tongway, Ludwig, 1997).

Z uvedených důvodů je chápána prevence proti perturbacím často jako hlavní úkol managementu ekosystémů. To je však často nešťastné nejen proto, že disturbance jsou přirozenou součástí ekosystémů, které zvyšují diverzitu a renovují procesy (Holling, Meffe, 1996, Paine et al., 1998), ale také proto, že odvracejí pozornost od zdůrazňování strukturálních problémů resilience. Hlavním smyslem prezentovaných fakt bylo, že úsilí kontrolovat riziko nežádoucích posunů by mělo být zaměřeno tak, aby docházelo k postupným změnám, které ovlivňují resilienci více než pouhá kontrola disturbancí. Smyslem managementu je spíše udržování stability na velkých plochách, než kontrola fluktuací. Domény stability závisí na postupných změnách proměnných jako je land use, odtok a přítok látek, vlastností půdy a biomasa dlouho žijících organismů. Tyto faktory mohou být prognózovány, monitorovány a modifikovány. V opačném případě stochastické jevy, které vyvolávají posuny (jako např. hurikány, nemoci způsobující vyhynutí, atd.) jsou obvykle těžko předpověditelné nebo kontrolované. Proto podpora a management resilience stavu ekosystémů je pravděpodobně jediná praktická a efektivní cesta pro ochranu chráněných území.

Klimatické změna a biodiverzita

V posledním milionu let existence Země se víceméně pravidelně střídaly doby ledové s meziledovými, kdy dlouhodobá roční průměrná teplota severních oblastí severní polokoule kolísala v rozmezí 8 až 15 °C a ke změnám teplot o více než 5 °C docházelo často velmi náhle. Ani v historické době nebylo klima Země neměnné, jak dokládají vyhodnocení sérií nepřímých dat (např. kolísání rozsahu ledovců, analýza letokruhů dřevin, doba sklizně hroznů, atd.). Příkladem může být tzv. teplé období středověku. Toto období je odděleno od současnosti tzv. chladným obdobím – tzv. malou dobou ledovou, která ve střední Evropě vyvrcholila na konci 16. století a poté opět na počátku 19. století.

V průběhu 20. století došlo ke zvýšení průměrné roční teploty při povrchu planety zhruba o 0.6 °C. V posledních desetiletích bylo nejvýraznější oteplování zjištěno nad pevninou ve vyšších zeměpisných šířkách severní polokoule.

Největší oteplování v průběhu 20. století nastalo ve dvou obdobích – mezi roky 1910 a 1945 a od roku 1976 do současnosti. Vůbec nejteplejší roky byly zaznamenány v devadesátých letech 20. století. Zajímavé jsou výsledky statistického vývoje klimatu v posledních cca 20 letech provedené K. Matějkou zejména s ohledem na průběh teplot a srážek v jednotlivých letech. Bylo zjištěno, že velmi častá jsou velmi suchá a teplá jara (zejména duben) a chladnější a deštivější léta.

Velmi dobrými ukazateli těchto změn jsou fenologická sledování organismů. Délka vegetačního období vzrostla za posledních 50 let o 14 dní. Mnoho druhů hmyzu se rozšiřuje na sever a jejich areál se zvětšuje až o 200 km na sever. Až o týden dříve se do Evropy vrací tažní ptáci, kteří dříve hnízdí.

V souvislosti s problémem změny současného klimatu se vynořují otázky případného vlivu na druhy, společenstva a ekosystémy. S velkou pravděpodobností si můžeme dnes říci, že klima se v současnosti mění nejrychleji za několik posledních století. Důsledky těchto změn na organismy jsou stručně diskutovány dále.

Klimatická změna v ČR je stále ještě bagatelizována a podceňována

- nedostatek seriózního vědeckého výzkumu v ČR a jeho podpora (kritika MŽP ČR, Hydrometeorologický ústav, univerzity i další instituce, protože klimatická změna se dotýká všech oblastí výzkumu včetně např. ekonomie, sociologie, atd.),
- nedostatečná pedagogická činnost,
- nedostatek institucí na pomezí vědy a její popularizace pro širokou veřejnost (jako např. IPCC v mezinárodním měřítku, viz dále),
- nedostatečná medializace problematiky klimatické změny (příčina je možná i v tom, že ČR se geograficky nachází v oblasti s nízkou frekvencí přírodních katastrof),
- nedostatečná informovanost běžného občana ČR o dopadech klimatické změny (absence faktických dat),
- komplex „malé země“ (dojem, že ČR je tak malá a bezvýznamná, že se stejně nic nemůžeme ovlivnit),
- nadměrný vliv lobbistických skupin (např. ČEZ, těžební společnosti, atd.),
- sebeuspokojení politické reprezentace, že snadno a bez problémů splníme závazky z Kyóta,

- nepochopení závažnosti klimatické změny politiky (je však překvapující, že běžní občané i podnikatelé chápou problematiku klimatické změny a jejích dopadů lépe a považují ji za důležitou na rozdíl od mnohých politiků).

Politické aspekty

- klíčový význam USA, přestože nepřistoupily ke Kyótskému protokolu.
- jsou však jedním z nejvýznamnějších producentů skleníkových plynů a mají velký mezinárodní vliv.
- jednání v Kodani budou zřejmě klíčová pro ekonomicky chudší země (jejich finanční podpora).
- význam dalších hráčů - Japonsko, Indie, Čína, Rusko, atd.

Evropské modely

- IPCC (International Panel on Climate Change) – AR4
- oteplení na povrchu planety neprobíhá stejnoměrně
- jih Evropy bude zřejmě v budoucnosti výrazně teplejší a sušší. Naopak sever Evropy bude mít více srážek.

Dopady v ČR

- vegetační období se v posledních dvaceti letech prodloužilo o 15 – 25 dní.
- to zásadně ovlivňuje jak přirozené ekosystémy, tak i agroekosystémy (změna termínů sklizně).
- zároveň se zvýšila frekvence vegetačních mrazů i holomrazů.
- stoupl počet tropických dnů s teplotami nad 30 C.
- zvýšil se počet suchých období a zim s malou sněhovou pokrývkou.
- narostl počet a frekvence náhlých klimatických událostí (povodně, krupobití, atd.).

Všechny tyto faktory narušují oběh vody v krajině, zvyšují eutrofizaci ekosystémů, atd., to má zásadní vliv na zemědělství a lesnictví.

Klimatická změna a zdraví obyvatel – přímé vlivy

- vlny horka, jak je známe např. z roku 2003, způsobují stres a dehydrataci, které mohou být příčinou smrti (v různých zemích Evropy v uvedeném roce zahynuly tisíce lidí).
- je otázkou nakolik se zvýšení teploty v některých oblastech projeví na vzrůstu morbidity a mortality (prezentace různých scénářů).

Klimatická změna a zdraví obyvatel – nepřímé vlivy

- zvýšení a komplikace pro nemocné pylovými alergiiemi (prodloužení vegetačního období, změna flóry, výskyt invazivních druhů, atd.).
- Dále je to zvýšené riziko výskytu některých tropických nemocí a jejich přenašečů (např. malárie, leishmaniózy, horečky dengue, atd.).

- Všeobecně známý je z tisku zvýšený výskyt klíštěte přenášejícího encefalitidu a lymfskou borreliózu ve stále vyšších nadmořských výškách a stále více na sever Evropy (u nás se klíště vyskytuje již běžně v nadmořské výšce 700-1100 m).
- Monitorování těchto rizik pro zdraví člověka je nanejvýš důležité.

Klimatická změna a turistika

- Turistika totiž velmi závisí na klimatu.
- Oteplení klimatu prodlouží periodu vhodnou pro plavání v Baltském moři z dnešních 80 - 90 dnů na 180 na konci tohoto století.

Vliv dalších faktorů.

Dopady změny klimatu na volně žijící ptáky

- ve spolupráci s odborníky z různých evropských zemí a především s mnoha dobrovolnými amatérskými odborníky prokázali, že severských a chladnomilných druhů u nás ubývá a jejich početnost se snižuje.
- naopak se zvyšuje počet jihoevropských druhů.
- sestavili evropský klimatický atlas ptáků (www.ebc.int/pecbm.html), který ukazuje na změny rozšíření druhů na konci tohoto století. Na základě tohoto atlasu lze konstatovat, že třikrát více druhů bude ubývat ve srovnání s nově se objevujícími druhy
- další faktory negativně ovlivňující ptačí druhy (podpora biopaliv skrze ubývání úhorů a neplodných půd v zemědělské krajině, výstavba větrných elektráren).
- ptáci jsou dnes jednoznačně nejlépe známou modelovou skupinou ukazující vliv změny klimatu na biodiverzitu.

Ostatní druhy

- rozšíření areálu některých jihoevropských teplomilných druhů v posledních dekádách
- invaze škůdců (bourovčík toulavý – *Thaumtopoea processionea* (Linnaeus, 1758) v Dánsku) (obr. 43, 44).

Obr. 43. Bourovčík toulavý – *Thaumtopoea processionea* (Linnaeus, 1758) - housenka



Obr. 44. Bourovčík toulavý – *Thaumatopeoa processionea* (Linnaeus, 1758) - dospělec



Případ bourovčika a jeho významu pro člověka:

Bourovčík toulavý se vyskytuje na dubu letním a dubu zimním. Samička naklade v průměru 150 asi jeden milimetr velkých bílých vajíček výhradně v horní části koruny. Vajíčka klade na mladé tenké, osluněné větvičky, snůšky mají tvar podlouhlých terčů. Samička snůšky maskuje šedými šupinami a sekretem. Na začátku května se z vajíček klubou housenky. Na širokém zádovém pruhu se nacházejí sametově ochlupená políčka s červenohnědými bradavkami porostlými dlouhými chloupky. V polovině června se housenky přes den stahují do pavučinových hnízd na kmeni nebo větvích. Odsud se pak v zástupu vydávají za potravou. 20-30 jedinců za sebou může tvořit zástup až o délce 10 metrů.

Nebezpečí pro člověka

- Jemné chloupky housenek bourovčiků představují pro člověka zdravotní ohrožení.
- Od 3. larválního stádia rostou housenkám velmi jemné chloupky, které se snadno odlamují, za příznivého počasí mohou být přenašeny na velké vzdálenosti a mohou způsobit alergickou kožní reakci. Staré kožky larev, které po svlékání zůstávají v hnízdech, obsahují rovněž velké množství pálivých chloupků.
- Alergické reakce imunitního systému mohou být různé. K příznakům patří místní vyrážky na kůži, lehké otoky, silné svědění a pálení. Podráždění ústní a nosní sliznice při vdechnutí chloupků housenek může vést k zánětu průdušek, bolestivému kašli.
- Jako vedlejší příznaky se mohou objevit závratě, horečka, únava a zánět spojivek.

Vlivu změny klimatu na krajinu, zemědělství, produkci potravin, potravinový systém a potravinovou bezpečnost

- Zdá se, že zemědělství (a jistě i lesnictví) bude mít klíčový význam pro zmírnění dopadů a zajištění potravin během klimatické změny.
- Tak např. Francie se již dnes zabývá vlivem oteplení klimatu na produkci vína, jedné z nejdůležitějších exportních komodit.
- Je zcela zřejmé, že zvýšení teploty v Evropě se dotkne i Francie a oblasti pro pěstování vinné révy se posunou směrem na sever, často do oblastí, kde vinná kultura není tak vysoká a kde schází stoletá tradice výroby vína.
- Změna klimatu ovlivní výskyt a rozšíření některých nových chorob vinné révy („flavescence dorée“, bakterie *Phytoplasma*).
- Změna klimatu ovlivní ve Francii negativně produkci vína a tím i celostátní ekonomiku a zaměstnanost (řada pracovníků může přijít o práci).
- Změna klimatu však ovlivní zemědělství na celém světě a to zejména v těch nejchudších oblastech.
- Nedostatek vláhy či její přebytek (záplavy), rozšíření hmyzích škůdců a dalších nemocí mohou fatálně postihnout některé oblasti světového zemědělství.
- Jak zmírnit tyto negativní vlivy? Podle přednášejících je to především využití služeb biodiverzity – vyhledávání nových odolných druhů a odrůd, křížení vhodných odrůd a ústup od monokultur zemědělských plodin k polykulturám.
- Objevily se pochybnosti o vhodnosti genetického inženýrství pro účely vzniku nových geneticky manipulovaných plodin.

Konflikty mezi ochranou biodiverzity a ekonomickými zájmy (příklad kormorán velký)

Mnohé druhy savců a ptáků, zejména predátorů, jsou v konfliktu se zájmy člověka (lovení zvěře, zemědělství, rybářství, atd.). Jsou vlastně konkurenty člověka a kříží jeho ekonomické zájmy. V Česku se jedná zejména o rybožravé predátory (kormorán velký a vydra), některé velké predátory (rys ostrovid, medvěd hnědý vlk) a dravé ptáky (např. různé druhy orlů).

Takovým příkladem může být kormorán velký (*Phalacrocorax carbo sinensis*). Kormorán velký (obr. 45) jako příklad konfliktu mezi ochranou biodiverzity a ekonomickými zájmy člověka. Tento druh byl předmětem dvou významných evropských studií, kterých se zúčastnili i čeští vědci (COST, Intercafe). Uvedeme si několik základních informací z tohoto projektu.

Obr. 45. Kormorán velký jako příklad konfliktu mezi ochranou biodiverzity a ekonomickými zájmy člověka.



Příčina konfliktů mezi ochranou kormorána a chovem ryb:

- Kormorán velký (*Phalacrocorax carbo sinensis*), který je chráněným druhem (u nás byl sice vyjmut ze seznamu chráněných druhů, ale je stále součástí směrnice Natura 2000), se velmi rychle rozmnožil. Z odhadovaných 800 párů v šedesátých letech se evropská populace zvětšila na 150 000 párů v polovině devadesátých let. Nejvýznamnějším zdrojem jsou Dánsko, Holandsko, SRN, Polsko – cca 100.000 párů koncem minulého století.
- Kolonie s hnízdy v ČR jen jižní Čechy a jižní Morava (200-250 hnízdicích párů), hlavním problémem jsou migrující jedinci ze severní Evropy (Dánsko, Holandsko, SRN, Polsko) – cca 12-14.000 ptáků. .
- Ztráty evropských komerčních sladkovodních rybářů asi 9-12 % ročního obrátu, ztráty rekreačních rybářů udávány až 57 % ročního obrátu. Celkové škody v ČR jsou rybáři

odhadovány na několik stovek milionů korun (2001 – 154, 2002 – 193, 2003 – 402, 2005 - 651) a náhrady ušlého zisku jsou rybářům hrazeny státem jen částečně.

- Rybáři požadují vyšší kompenzace, větší redukci kormorána a vstřícnější přístup příslušných orgánů.

Ochrana kormorána v EU a u nás, kompenzace škod:

- ČR – už nepatří mezi chráněné druhy v ČR. Přesto je chráněn podle evropské směrnice Natura 2000 a není povolen lov (regionální úřady dávají povolení k odstřelu).
- EU - je chráněn, v jednotlivých zemích EU je však povolena regulace početnosti.
- ČR - škody byly kompenzovány, ale jen v chovných rybnících a ne v tekoucích vodách, plašení migrujících a přezimujících ptáků je povoleno stále.
- Regionální orgány vyžadovaly expertní posudek k určení velikosti kompenzace na základě přítomnosti kormorána. Finance jdou ze státního rozpočtu.
- EU – kompenzace v řadě států EU neexistují (např. Francie)
- Dnes je stejná situace i u nás.

ČR - kompenzace škod (již neplatí, protože kormorán byl vyjmut ze seznamu chráněných druhů podle zákona o ochraně přírody a krajiny, jeho ochrana podle evropské směrnice Natura 2000 však stále platí):

- Každý majitel rybníku byl oprávněn žádat kompenzaci za škody způsobené kormoránem.
- Nejvíce dostávala velká rybářství. Bylo malé povědomí o možnosti kompenzací a byrokracie zatěžuje soukromé majitele. Ti často brali zákon do vlastních rukou (střílení).
- Údaje o počtu ilegálně odstřelených ptáků nejsou známy.

Politika a zmírnění konfliktu v ČR:

- Zákony jsou připravovány vládou a schvalovány Parlamentem. Výkon zákonů je prováděn formou vyhlášek odpovídajícími ministerstvy. Jednotlivé oblasti (kraje) a obce provádí vyhlášky v závažnosti na situaci na lokální úrovni. Výkon ale musí být v souladu s celostátní legislativou.
- MŽP je odpovědné za životní prostředí a ochranu přírody, MZe za rybářství. Z toho plyne často špatná komunikace mezi ministerstvy.
- ČR nemá jasný plán jak řešit konflikt, byla jen kompenzační opatření.
- Klíčovou roli ve zmírnění konfliktu má MŽP ČR a regionální představitelé ochrany přírody.
- Vědečtí pracovníci a NGO nemají jasný názor jak řešit konflikt a často působí hlavně přes média.

Z čeho vychází řešení konfliktu v ČR:

- Ochrana přírody není jen „biologický fakt“. Ochranná opatření by měla zahrnovat i prvky získané z životních názorů lokální populace a stakeholderů (participativní prvky).
- Sociální a kulturní vymezení přírody by mělo být bráno do plánovacích procesů.

- Při plánování ochranných opatření a ochraně druhů by měl být postup jak odshora dolů (ten dnes převažuje) tak i odzdoła nahoru.
- Placení kompenzací je pozitivní jev. Problém je, že škody způsobené kormoránem jsou současnými metodami těžko odhadnutelné. Ekonomická kompenzace je více či méně akt ochoty státu. Jak již víme, v současné době neexistuje.
- Účinnost regulace počtu kormorána je velmi diskutabilní vzhledem k migrujícím jedincům a musí být řešena celoevropsky (úloha COST).

Kontrola kormoránů v zemích s největší početností a vlastnosti jejich populace a jak dále redukovat populaci:

- 1989-1999 kontrola cca 17.000 kormoránů ročně (0 vliv na početnost).
- Scénáře a matematické modely co se stane, když se zvýší kontrolní úsilí (Frederiksen et al., 2001).
- 30.000/rok kormoránů má za následek asi 10 % kolísání pod současnou početnost
- 50.000/rok by vedlo k významnému snížení populace za 20-40 let.
- Střílení určitého počtu kormoránů se jeví jako nejefektivnější metoda ke stabilizaci populace.
- Ovšem ekonomický efekt je nejasný.
- Etické zabíjení (olejování vajíček kormoránů).

Hodnocení účinnosti dalších opatření snižující predaci:

- Plašení kormoránů (účinnost malá, vysoké náklady, postranní vlivy).
- Instalace sítí nad sádky (drahé, postranní efekt na další druhy rybožravých ptáků).
- Rybníčky s plevelnými druhy ryb odlákávajícími kormorány s chovných rybníků (Izrael, Francie) – různé výsledky.

Sociologické hodnocení: rozhovory s klíčovými respondenty (rybáři, místní obyvatelé, rekreanti) na Třeboňsku, Českobudějovicku, Protivínsku, Vodňansku (obr. 46):

- Rekreanti vykazovali zásadní nedostatky ve znalostech o kormoránovi.
- Rybáři se lišili svým radikálním postojem na řešení situace (redukce populace kormorána odstřelem).
- Místní obyvatelé CHKO Třeboňsko mají poměrně dobré znalosti o výskytu a bionomii kormorána. Většina z nich také pozorovala nárůst početnosti ptáků, zejména v zimním období. Přesto se 43 % obyvatel domnívá, že kormorán není výrazně přemnožený. Přesto, že 47 % respondentů je přesvědčena, že kormorán výrazně škodí, 80 % z nich se tyto škody nijak osobně netýkají. Asi 43 % respondentů je přesvědčeno, že kormorán by mohl zvýšit turistickou atraktivitu regionu a podobná část (40 %) si myslí, že ne.

Sociologické hodnocení: rozhovory s klíčovými respondenty (rybáři, místní obyvatelé, rekreanti) na Třeboňsku a Českobudějovicku:

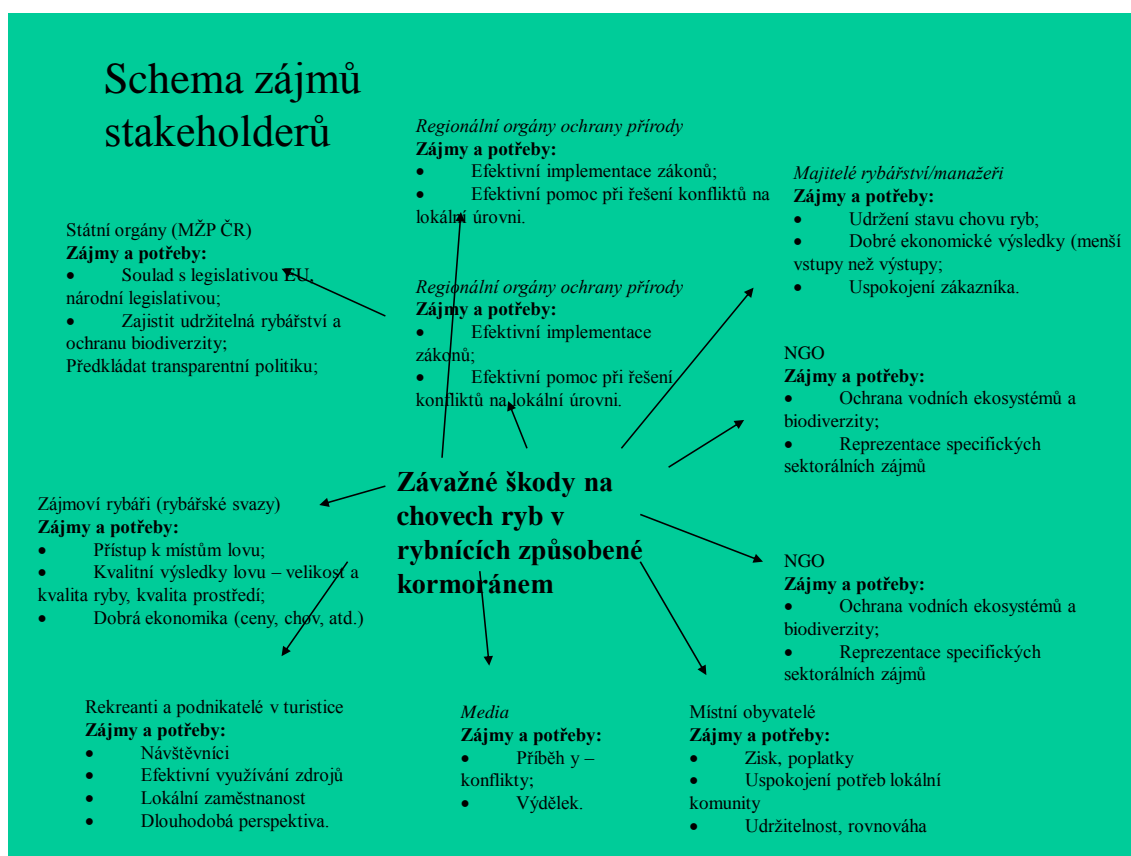
- Rekreanti a návštěvníci CHKO Třeboňsko měli obecně málo znalostí o výskytu kormorána a jeho bionomii.
- Většinu informací čerpali z TV (71 %). O problematiku kormorána se buď nezajímají (60 %) a nebo přiznávají, že jim informace naprosto scházejí (40 %).

- Většina návštěvníků (77 %) také nepovažuje kormorána za významný fenomén CHKO Třeboňsko a tudíž pro ně není významný ani z turistického hlediska (77 %).
- Jen 17 % návštěvníků ví o způsobených škodách (u místních obyvatel je to 47 %).
- Také o kompenzacích škod rybářům je přesvědčeno jen málo rekreatantů (13 %) a ještě menší část má představu, jak by k tomu mělo v praxi docházet (7 %).

Sociologické hodnocení: rozhovory s klíčovými respondenty (rybáři, místní obyvatelé, rekreatanti) na Třeboňsku a Českobudějovicku:

- Rybáři tvoří specifickou skupinu respondentů, kteří mají osobní ekonomický zájem na řešení konfliktu. Vědí naprosto přesně o konfliktu a své nižší úlovky často přičítají negativnímu vlivu kormorána. 98 % rybářů vidí řešení situace přemnožení kormorána v jeho vyhubení. Jen malé procento rybářů (2 %) přiznává, že střílení kormorána se mívá účinkem. Většina rybářů žádá kompenzace za škody způsobené kormoránem v ČR nejen v rybníčních oblastech, ale i na jiných tocích.
- Paradoxní a protichůdný se zdá výsledek, kdy rybáři žádají odstřel kormorána a zároveň kompenzace za škody. Tento výsledek by měl být pro MŽP ČR signálem, že případné zrušení kompenzací by mohlo mít velmi negativní dopad pro ochranu přírody

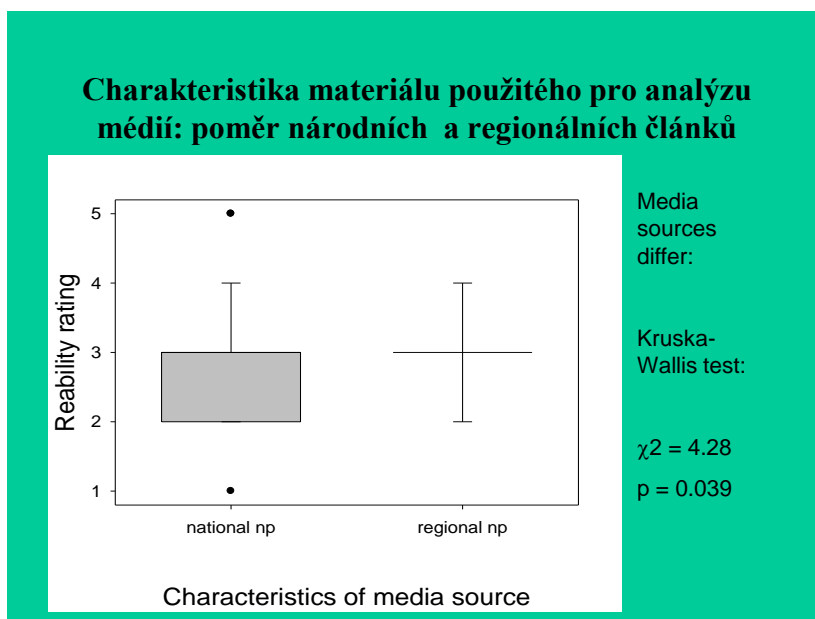
Obr. 46. Schema zájmů stakeholderů.



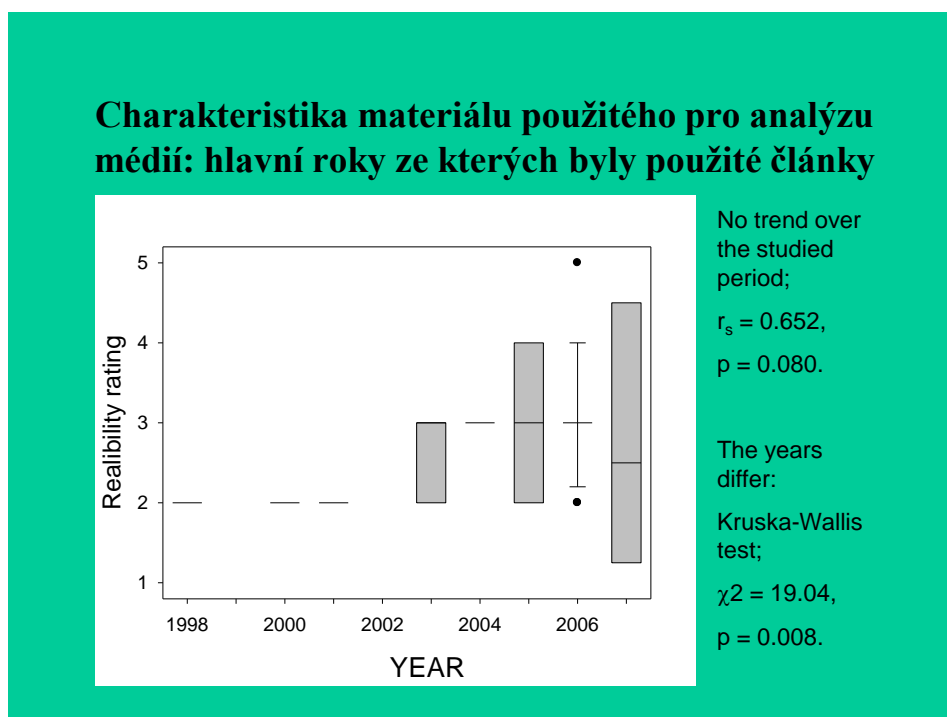
Analýza médií v ČR (obr. 47, 48, 49)

- Byly analyzovány články z médií (většinou seriózní deníky) zabývající se konfliktem mezi kormoránem a rybáři. Jednalo se většinou o celostátní deníky (viz následující obrázek).
- Články pocházely z let 2003 až 2006 (následující obrázek).

Obr. 47. Charakteristika materiálu použitého pro analýzu médií: poměr národních a regionálních článků.



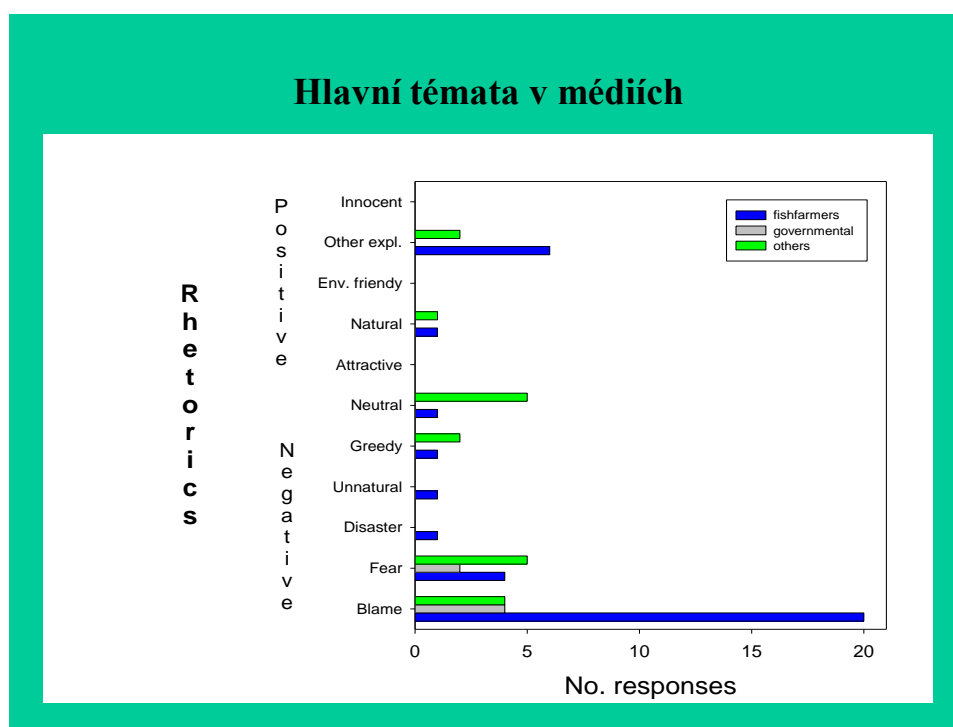
Obr. 48. Charakteristika materiálu použitého pro analýzu médií: hlavní roky ze kterých byly použité články.



Hlavní témata v médiích (viz následující obrázek)

- Hlavní tématem je, že kormoráni způsobují problémy rybářům.
- Média také popisují, jak stát kompenzuje rybářům škody a redukci ptáků. Zároveň média upozorňují, že většina ptáků jsou migranti z území mimo ČR (Polsko, baltské státy).
- Informace o ochraně kormorána a jeho estetické ceně jsou vzácné.
- Převažují negativní informace o kormoránovi (je katastrofou pro rybáře plně srovnatelnou s povodněmi nebo tsunami, totální decimace rybí osádky, vyhubení původních druhů ryb, přenos ptačí chřipky, atd.).
- Pozitivní asociace: přítomnost kormorána ve městech (např. Praha), vzácný druh se navrátil)
- Neutrální asociace: regulace kormoránů střelením je povolena, použití pyrotechniky proti kormoránům.

Obr. 49. Hlavní témata v médiích.



Hlavní závěry a co by se mělo změnit pro zmírnění konfliktu:

- Zmírnění konfliktu v ČR bylo dosaženo zejména kompenzacemi rybářům za škody způsobené kormoránem.
- Regulace počtu migrujících kormoránů odstřelem se jeví jako neúčinná vzhledem k migraci ptáků z hlavních oblastí hnízdění ležících mimo ČR (pobřeží Baltského moře).
- Další postup ke zmírnění konfliktu či k jeho řešení je pro ČR spojen s celoevropským postupem. Zapojení ČR do celoevropského úsilí k řešení konfliktu je tedy nezbytné.

- Zapojení hlavních skupin stakeholderů, zejména rybářů a ochránců přírody, do participativního řešení konfliktu je zcela zásadní pro zmírnění konfliktu.
- Je nutný citlivý přístup k případným legislativním změnám, které by se týkaly ochrany kormorána. Např. jeho případné vyjmutí ze seznamu chráněných druhů (zejména u migrujících jedinců) a začlenění mezi lovné druhy je problematické vzhledem k neúčinnosti regulačních opatření u nás.
- Další biologický a socio-ekonomický výzkum konfliktu ve spolupráci se zahraničními odborníky přispěje k poznání příčin konfliktu a k jeho zmírnění.
- Zvýšení celkové úrovně vzdělání a kultury obyvatel v ČR je pro zmírnění konfliktu zcela nezbytné.

Současný stav ochrany kormorána velkého v ČR (právní rozklad podle materiálů MŽP ČR)

Na základě vyhlášky č. 393/2012 Sb., již se mění vyhláška č. 395/1992 Sb. (dále jen vyhláška), kterou se provádějí některá ustanovení zákona č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny (dále jen ZOPK), byl kormorán velký vyškrtnut z kategorie „ohrožený“ v seznamu přílohy č. III vyhlášky. S účinností od 1. dubna 2013 tak přestal být zvláště chráněným živočichem podle ZOPK. Vyškrtnutí ze seznamu zvláště chráněných druhů neznamena, že by již nebyl v přírodě chráněn. Stále se na něj vztahuje tzv. obecná ochrana volně žijících živočichů ve smyslu ustanovení paragrafu 5 odst. 1 a ochrana volně žijících ptáků ve smyslu ustanovení paragrafu 5a odst. 1 ZOPK.

Odchylný postup od zákazů uvedených v paragrafu 5 odst. 1 ZOPK lze povolit při splnění několika kumulativních podmínek uvedených v paragrafu 5b odst. 1 ZOPK. Je to např. při prevenci závažných škod v rybářství, v případě, že neexistuje uspokojivé řešení. Takové povolení (např. k odstřelu) vydává příslušný orgán ochrany přírody na základě posouzení, zda jsou naplněny podmínky pro povolení odchylného postupu (např. odstřelení) dle paragrafu 5b odst. 1 ZOPK. Jde tedy o to, zda skutečně hrozí vznik závažné škody na rybářství a potřeba její prevence. Případný odstřel kormoránů budou provádět na základě předem povoleného postupu podle ZOPK.

K této skutečnosti se vztahuje problematika vyplácení náhrady škod způsobenými zvláště chráněnými živočichy podle zákona č. 115/2000 Sb. Kormorán velký je stále výslovně uveden v taxativním výčtu těchto vybraných živočichů v paragrafu 3 písm. C/ zákona č. 115/2000 Sb. Nesplňuje však podmínky obsažené v ustanovení paragrafu 1 odst. 1 zákona č. 115/2000 Sb., neboť již není zvláště chráněným živočichem a nelze tedy uvažovat o poskytování náhrad škod způsobených vybranými druhy zvláště chráněnými živočichy.

Jednou ze zásadních změn, ke kterým došlo, je skutečnost, že přestaly být vypláceny náhrady škody způsobené kormoránem na rybách, poskytované podle zákona č. 115/2000 Sb. V roce 2011 přesáhla výše takto vyplacených náhrad částku 40 milionů Kč.

Případný odstřel kormoránů

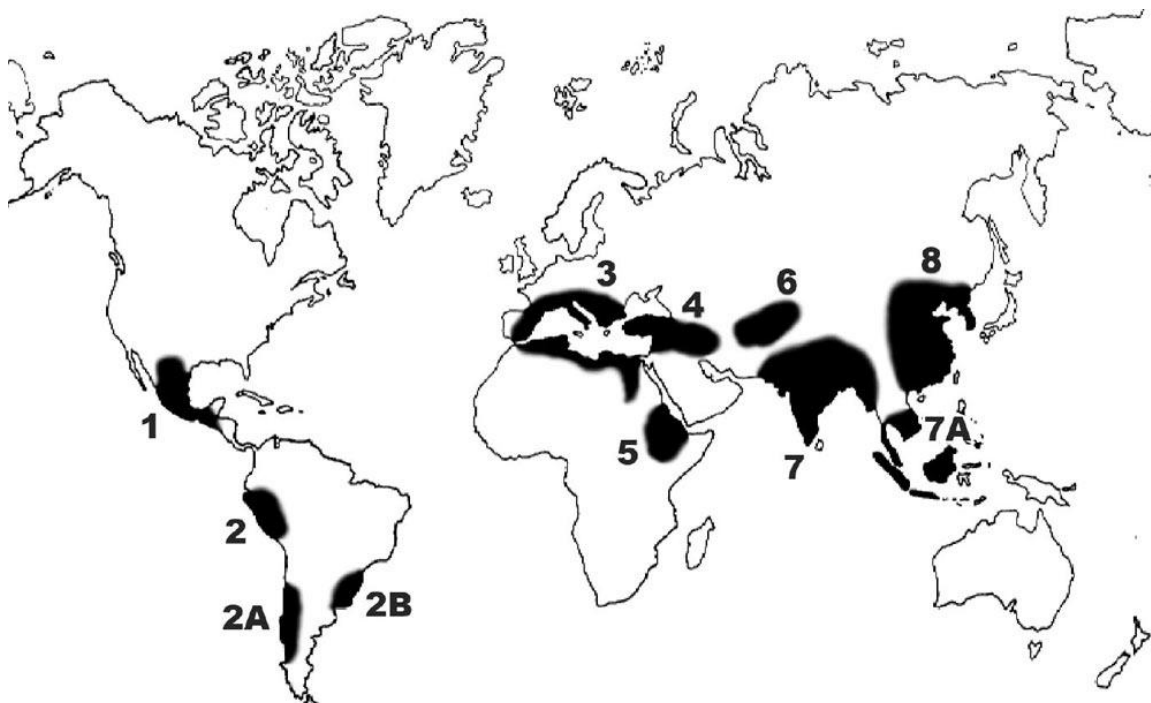
Hodnota biodiverzity

Biodiverzita má zcela zásadní vliv pro náš život. Diskuse o biodiverzitě silně ovlivněna diskusí o genetických zdrojích kulturních rostlin. Průkopník byl Nikolaj Vavilov.

N. Vavilov a Vavilovova centra (obr. 50) - 8 center vzniku, která bývají někdy rozšířena na 12. Hlavní z hlediska zemědělství jsou:

- Jihovýchodní Asie (rýže, banánovník, cukrová třtina) – 7A
- Čína (sója, hlávkový salát, tuřín) - 8
- Indie (okurka, mango, rýže) - 7
- Turecko-Irán (pšenice, oves, žito, ječmen, fíky, jablka, vojtěška) - 4
- Střední Asie (čočka, mandle, len) - 6
- Středomoří (olivy, celer, zelí) - 3
- Etiopie (káva, sorgum) - 5
- Střední Amerika (rajčata, kukuřice) - 1
- Andy (pepř, bavlna, burské oříšky) – 2, 2A
- Brazílie, Paraguay (maniok, brambory, ananas, papaja..) – 2B

Obr. 50. Vavilovova centra vzniku kulturních rostlin.



Hodnota biodiverzity - hlavní argumenty

Ochrana a funkce biologických systémů:

- Produkce potravy
- Stabilita ekosystémů
- Biologická kontrola
- Opylování kulturních rostlin
- Biologické filtry a detoxikátoři
- Produkce humusu v zemědělství a lesnictví
- Bioindikační potenciál
- Ochrana biochemické informace
- Ochrana evolučních adaptací pro případný život
- Vznik nových kulturních sort
- Farmakologie
- Objekt vědy: nové druhy a zdroj potravy, bionika, biotechnologická produkce energie, biologické inženýrství
- Rekreace a estetika
- Fenologická diverzita
- Diverzita prostorová, krajinná diverzita
- Pocitová diverzita
- Diverzita barev, tvarů atd.

Ekonomické metody hodnocení biodiverzity

Ekonomická hodnota životního prostředí

Čtyři základní typy užítku z ekonomického hlediska:

- **Přímá užitná hodnota** je nejběžnějším a nejčastějším zdrojem ekonomické hodnoty. Ve vztahu k přírodě znamená ekonomickou hodnotu odvozovanou přímo z aktuálního (současného) využívání přírody, tj. z využívání a těžby přírodních a environmentálních zdrojů (jako jediná vystupuje v tržní ekonomice).
- **Nepřímá užitná hodnota** se vztahuje k primárním ekologickým funkcím, které příroda a její ekosystémy poskytují jednotlivci. Tyto primární ekologické hodnoty dosud obvykle nejsou přítomny v ekonomických rozhodnutích, ačkoliv jsou zcela určující nejen pro existenci výroby.
- **Opční hodnota** vyplývá z nejistoty vztahující se k budoucí nabídce a poptávce po službách ekosystémů. Částku, kterou jsou lidé ochotni platit za vyloučení rizika a nejistoty.
- **Existenční hodnota** vyplývá z pouhého vědomí potřeby zachování (existence) přírody a různých forem života. Existenční hodnota je tudíž vyjádřením tzv. neužitné hodnoty či pasivní užité hodnoty (která nepřináší přímý ekonomický užitek hodnotícímu jednotlivci). Příklad: Lidé jsou ochotni něco platit za zachování tropických deštných pralesů, či za zachování slona afrického, i když ví, že ani jedno ani druhé v jejich původním prostředí v životě nenavštíví.

Metody oceňování environmentálních statků

1. Preferenční metody (nevýhoda – neuvědomění si významu ekosystému)

Zjišťování ochoty lidí platit za udržení či zlepšení kvality prostředí, či prostřednictvím ochoty přijímat kompenzaci při zhoršení podmínek životního prostředí.

2. Expertní metody

Metody založené na expertním zjišťování nákladů a rizik.

Preferenční metody

- **Hedonické oceňování**

Tato metoda vychází z předpokladu, že cena soukromého statku je funkcí jeho užitných vlastností či charakteristik a že lze změřit vliv těchto jednotlivých vlastností na cenu. Cenový rozdíl plynoucí z rozdílu příslušné užité charakteristiky představuje tak zvanou hedonickou cenu. Veřejný statek tak způsobuje rozdílnou hodnotu statku soukromého. Příklad: Rodinný dům v Jihočeském kraji X na Ostravsku.

- **Metoda cestovních nákladů TCM**

Základní idea této metody spočívá ve faktu, že peníze a čas, který lidé vynakládají na cestování do přírody, jsou odhadem ochoty platit za tyto přírodní statky. Průměrná hodnota rekreačního dne v letech 1968-1988 činila v USA 34 USD. Největších hodnot bylo dosahováno u lovu, rybaření, výletů na lodích a zimních sportů.

Expertní metody

- **Metody nákladové - replacement cost**

Nahrazení přirozené funkce biotopu. např. čistící funkce mokřadu X náklady na výstavbu čističky. Příklad: Pitná voda pro New York. Čištění vody z Castkill Mts. – stavba čističky 6-8 miliard USD + provoz 300 miliónů / rok X Revitalizace přirozené čistící funkce povodí – 1 miliarda USD.

- **Metoda hodnocení rizik – odvracení nákladů**

Příklad: kompenzace škod při záplavách

- **Hesenská metoda**

Vznikla v 80. letech v Hesensku- Stanovení ekologické hodnoty biotopu **pomocí bodů**

Bodová hodnota pro určitý biotop je získána z hodnocení osmi faktorů, každý o možném rozsahu od jednoho do šesti bodů (bez použití nuly).

- Seznam 192 typů biotopů pro území ČR

- Průměrný nákladem (Kč) na zvýšení ekologické hodnoty 1 m² o jeden bod (**12,36 Kč**) (Vyhodnoceno pomocí 136 revitalizačních akcí z let 2000 – 2003, které zvýšily ekologickou hodnotu území)

Propojením metody a satelitního snímkování (projekt CORINE LAND COVER) byla vypočtena hodnota přírodního kapitálu ČR v r. 2000: 17 600 mld. Kč (Seják a Dejmal).

Od roku 1990 do 2000 byl nárůst přírodního kapitálu o 600 mld. Kč = hlavně díky přeměně orné půdy na travní porost a mírnému nárůstu plochy lesů.

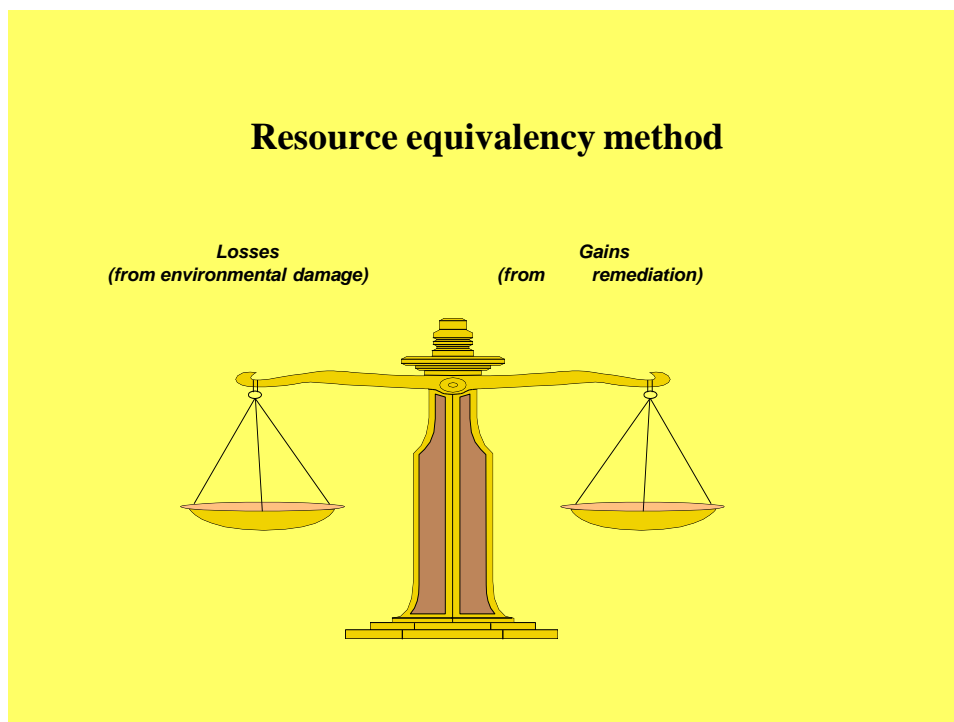
Ročně ale odnímáno 10-20 tisíc ha zemědělské půdy pro nezemědělské účely (průmyslové zóny, rodinné domky, silnice), tj. ztráta přírodního kapitálu asi 10 mld. Ročně.

Implementace metody náhrady přírodních zdrojů (Resource equivalency method)

EU testovala metodu na několika případových studiích ve spolupráci předních evropských a amerických specialistů (projekt REMEDE).

- 6 hlavních case studies zahrnují např. poškození mořského zálivu ve Švédsku havárií tankeru s kyselinou, lesní požáry *Pinus nigra* (biotop Natura 2000) ve Španělsku, ohrožení Národního parku a BF Donana ve Španělsku únikem toxických látek z odkaliště (ve spolupráci s Nizozemskem), poškozením ploch Natura 2000 výstavbou letiště v SRN, výstavbou plynovodu Jamal – záp. Evropa, výstavbou dálnice Via Baltica.
- Czech case studies se jmenuje: Chronic Mining Pollution, Czech Republic. Byla provedena Jihočeskou univerzitou.
- Projekt EU skončil v červnu tohoto roku a implementace je jednou z priorit zemí evropského společenství v oblasti životního prostředí.

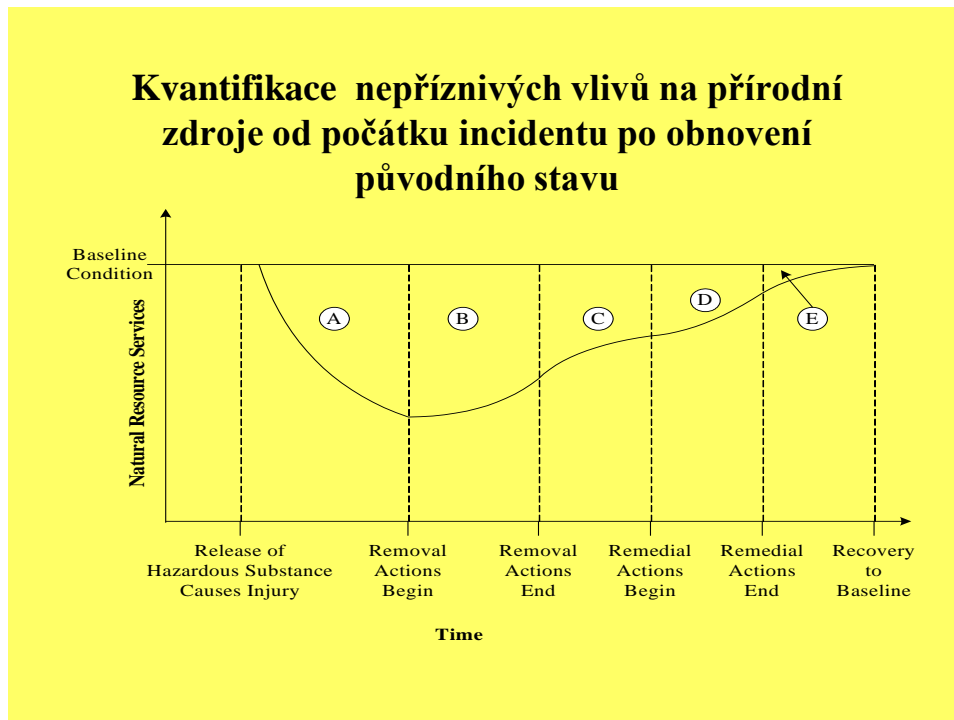
Obr. 51. Princip metody náhrady přírodních zdrojů.



Kompenzační a komplementární remedie

Komplementární a kompenzační remedie zahrnují aktivity určené ke kompenzaci různých částí celkového poškození (obr. 51). Komplementární remedie zahrnuje akce vedoucí k obnově přírodních zdrojů do stavu před poškozením. Kompenzační remedie znamená uskutečnění akcí ke kompenzaci pro „interim losses“ (ztrátu funkcí ekosystémů po dobu remedie) od doby počátku poškození až po dobu dosažení původního stavu před poškozením (obr. 52).

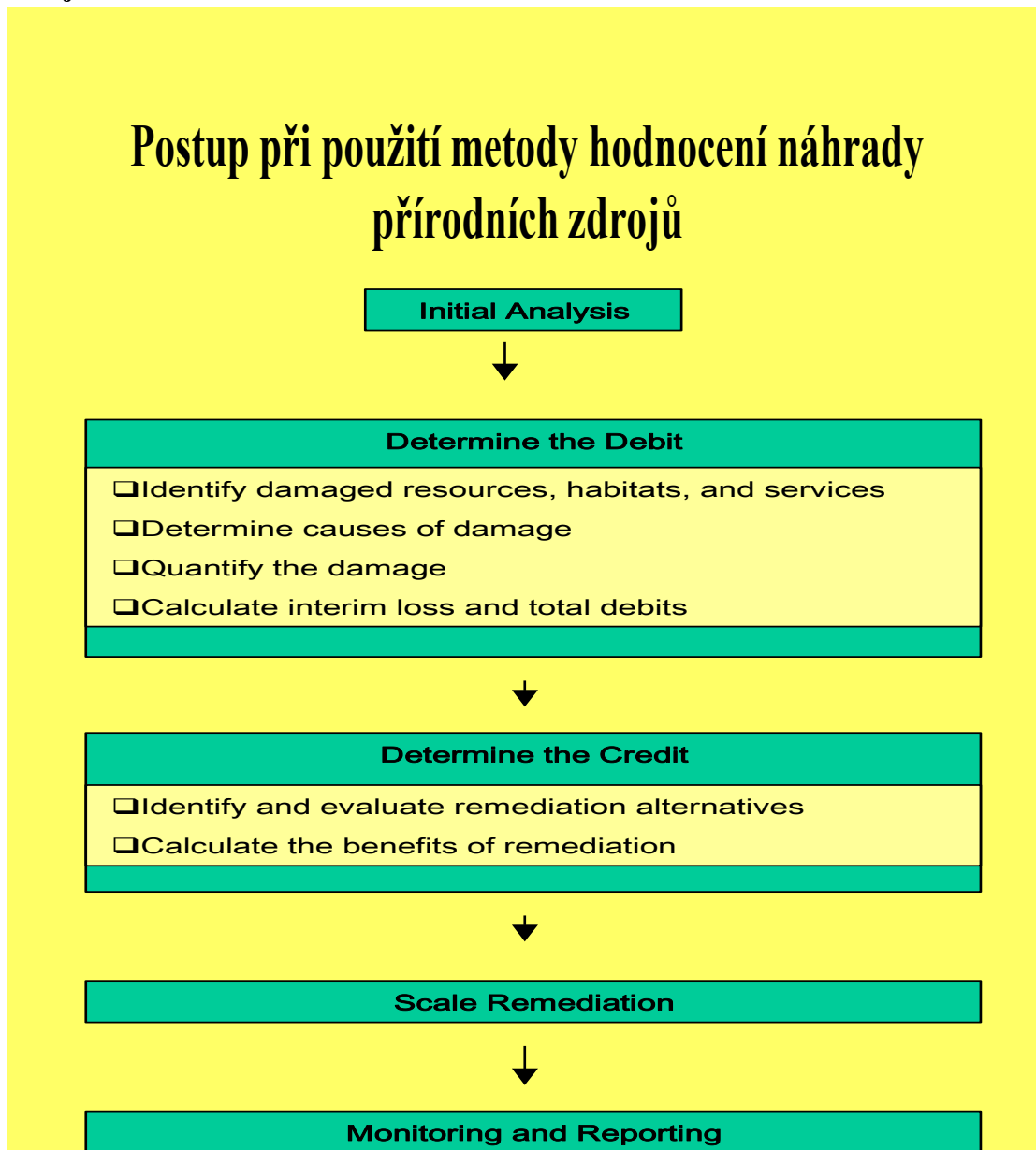
Obr. 52. Kvantifikace nepříznivých vlivů na přírodní zdroje od počátku incidentu po obnovení původního stavu



Struktura metody náhrady přírodních zdrojů (obr. 53)

- A - Počáteční odhad poškození
- B - Určení a kvantifikace škody (debit)
- C - Určení a kvantifikace remediačních opatření (kredity)
- D - Scaling komplementární a kompenzatorní remediace
- E - Monitoring

Obr. 53. Postup při použití metody hodnocení náhrady přírodních zdrojů.



A - Prvotní hodnocení (popis incidentu)

Základní otázky:

- Jsou přírodní zdroje vážně poškozené a spadá poškození do oblasti ELD (nebo pod jinou zákonnou normu?)
- Je poškození extenzivní, mnohonásobné nebo dlouhodobé?
- Pokryje primární remediacce (biologická bez odhadu interim lost a bez scaling) plně poškození?
- Bude třeba kompenzační nebo kompenzatorní remediacce?
- Byly poškozeny služby ekosystémů z hlediska člověka?
- Jaké jsou detaily oceňování?

Kroky typické pro prvotní hodnocení

- Popis poškozených lokalit, složek prostředí, stanovišť, druhů.
- Popis rozsahu poškození.
- Popis sociálních, ekonomických a přes-hraničních vlivů.
- Identifikace poškozených služeb ekosystémů.

Čeho se zejména dotýká prvotní hodnocení?

Chráněné druhy a stanoviště:

- Druhy a stanoviště určené článkem 4(2) směrnice o ptácích (Wild Birds Directive);
- Druhy a stanoviště zmíněné Annexu I směrnice o ptácích (Wild Birds Directive);
- Druhy a stanoviště zmíněné v Annexu II and IV směrnice o stanovištích (Habitats Directive);
- Přírodní stanoviště zmíněná v Annexu I směrnice o stanovištích (Habitats Directive);
- Místa rozmnožování nebo odpočinku druhů uvedených v Annexu IV směrnice o stanovištích (Habitats Directive);
- Další druhy a stanoviště chráněná podle národních legislativ členských států EU, pokud rozhodnou o jejich zařazení do režimu ohrožení.

Vodní zdroje:

- ELD pokrývá škody na vodách na základě Rámcové směrnice o vodách (Water Framework Directive (WFD)). Ta vytváří základ pro politiku hospodaření s vodou v EU založenou na integrovaném managementu říčních toků. Water Framework Directive zahrnuje všechny vodní zdroje v EU, včetně vnitrozemských povrchových vod, přes-hraničních vod, pobřežních vod a spodních vod.

Půda:

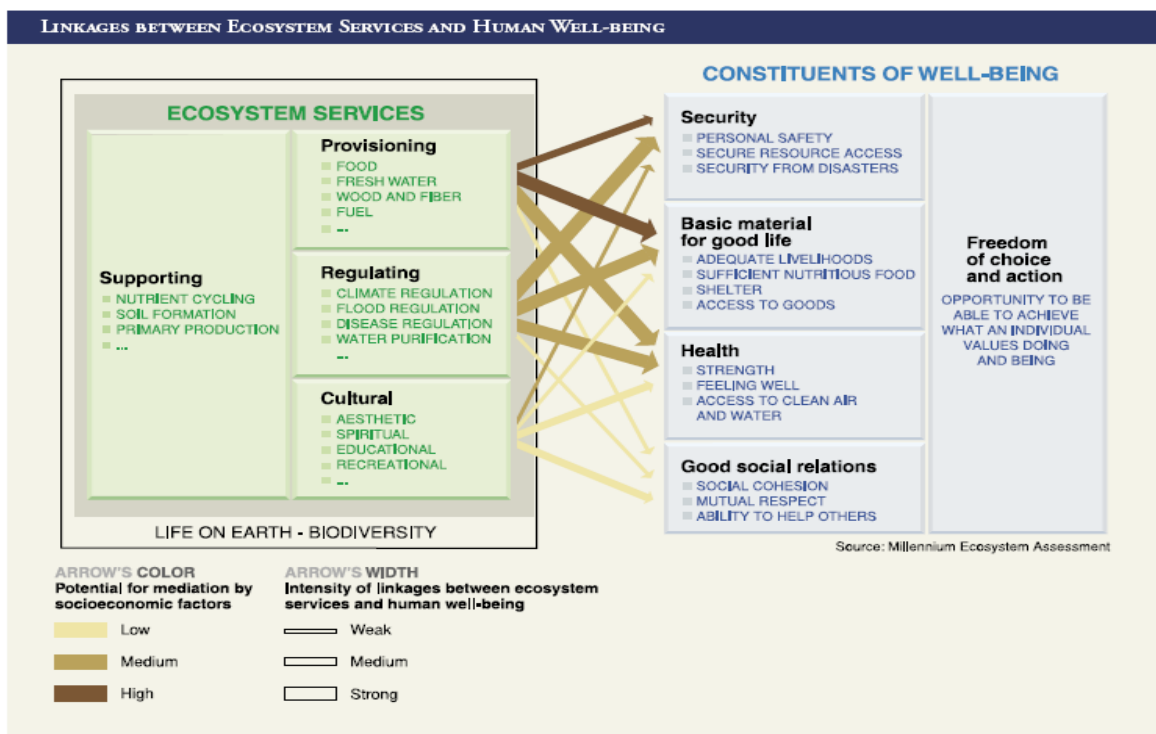
- Poškození půdy je definováno jako jakákoli kontaminace vedoucí k zvýšenému riziku pro lidské zdraví (přímo i nepřímo).

B - Předběžné určení poškození prostředí

- Jaké zdroje byly vystaveny poškození?
- Jaká stanoviště (společenstva) jsou ohrožena?
- Jsou jasné indikátory poškození (např. mrtvé ryby, jiné indikátory)?
- Jaká je podstata poškození (mortalita, ztráta biotopů, redukce populací, kontaminace ohrožující produkční schopnosti stanoviště)?
- Jaké je prostorové poškození stanoviště?
- Bude poškození pokračovat v budoucnosti?

Ekosystémové služby (obr. 54, tabulka 14)

Obr. 54. Dělení ekosystémových služeb.



Tabulka. 14. Předběžné určení poškození prostředí (ekosystémových služeb, služeb pro člověka)

Možné poškozené zdroje	Příklady ztráty ekosystémových služeb
Podzemní voda	Ztráta pitné vody, narušení koloběhu vody, ztráta biotopu, stigma pro lidi
Povrchová voda	Ztráta pitné vody, narušení koloběhu vody, ztráta biotopu, ztráta místa, kde je potrava
Sedimenty	Ztráta biotopu, ztráta místa, kde je potrava, stigma
Půdy	Ztráta biotopu, média, minerálních látek, stigma
Vodní biota	Potravní zdroj pro jiné organismy, poškození rybářství, stigma
Terestrická biota	Ztráta biotopů, ztráta rekreační funkce, stigma, atd.

C - Plánování remediace

- Zahrnutí přírodních procesů do primární remediace (podpora původních druhů, podpora vodních zdrojů v krajině, atd.).
- Pokud primární remediace funguje, není třeba provádět opatření pro kompenzační a komplementární remediaci.

Kdy je třeba přikročit ke komplementární či kompenzační remediaci?

- Přírodní zdroje jsou poškozeny nebo zcela zničeny, nebo jsou služby poskytované zdroji ztraceny (nebo budou ztraceny), často jako následek poškození určeného ELD a nebo dalšími směnicemi (např. o vodě).
- Přírodní zdroje a služby poskytované poškozenými zdroji nejsou zcela obnoveny primární remediací, anebo významné poškození nebo ztráta služeb jsou pozorovány i po primární remediaci.
- Primární remediace je nemožná nebo nepotřebná.
- Primární remediační aktivity nejsou identifikovány nebo nemohou být po určitý čas provedeny. Je třeba přikročit ke komplementární či kompenzační remediaci
- Významné poškození bude trvat po delší dobu nebo není možné ho určit počátečním odhadem.

Určení rozsahu opatření

- Na základě předchozích studií je možné určit rozsah opatření (komplementární či kompenzační remediace)

Determinace a kvantifikace poškození (debits)

- Popis stresoru s jeho vliv na prostředí (environmentální stresory ve smyslu ELD)
- Stresor je jakákoliv fyzikální, chemická nebo biologická entita která vyvolává negativní odpověď prostředí (US EPA, 1998; EC, 2000)
- Přirozené a antropogenní stresory.
- Fyzikální, chemické a biologické stresory.
- Odhad vlivu na populace a ekosystémy.
- Odhad poškození.

Odhady poškození

- Lidské zdraví versus hodnocení ekologického poškození (ekotoxikologické hodnocení)
- Vliv poškození na různé složky prostředí (systém bioindikátorů)

Detekce příčin poškození

- Nebezpečné chemické látky jsou prokázány (fotografie, vzorky, atd.).
- Transport chemických látek v ovzduší a vodě (fotografie, vzorky, modely, atd.).

- Bioindikátory (ptáci, ryby, bezobratlí) jsou vystaveny působení látky (fotografie, vzorky, modely, literární údaje).
- Chemické látky mají další vedlejší účinky (např. v potravním řetězci)(modely, literární údaje).
- Vliv pozorován na mrtvých organismech (literární údaje).

Kvantifikace poškození

- Prostorový rozsah
- Časový rozsah
- Rozsah poškození ekosystémových služeb (často jsou vyjádřeny v procentech služeb vzhledem k původním podmínkám, v počtech individuí druhů nebo v redukci charakteristik organismů – např. plodnost, atd.)

Environmentální metriks

- Je používána kvantitativní metriks k vyjádření stupně poškození a ztrátě služeb po incidentu a také stupně pro remediační projekt. Pro analýzu ztráty zdrojů musí být použita jednotná metriks jak pro ztráty (debits) tak pro zisky (credits)(obě strany vah). Výběr odpovídající metriks je důležitý protože kvantita ztrát a zisků velm i závisí na výběru metriks.

Příklady metriks

- Hustota vegetace, pokryv, druhové složení, indexy diversity vegetace (vegetace jako základní charakteristika stanoviště).
- Dny, kdy jsou stanoviště využívána druhy (např. ptáci pro hnízdění).
- Biomasa a hustota organismů, reprodukční a populační charakteristiky druhů jako poměr pohlaví, věková struktura a sezónní změny.
- Převýšení hladiny toxicity a poškození ekosystémových služeb (ekotoxikologické studie, modely, literatura). Např. převýšení koncentrace toxické látky ve vodě nebo v sedimentech je desetinásobné – ztráta ekosystémových služeb 100 %, 5-10násobné – ztráta ekosystémových služeb 50 %).

Určení počátečního stavu

- Počáteční stav je definován jako stav zdroje před započítáním vlivu stresoru.
- Při absenci údajů o počátečním stavu je možné použít referenční stanoviště (lokalitu) v okolí.
- Pro určení sociálních a ekonomických služeb v počátečním stadiu (rekreační potenciál, ryby, atd.) lze také použít podobné lokality.

Výpočet „interim loss“ a totálního debitu (tabulka 15)

- Výpočet interim loss – je spočítáno jako stupeň ztráty zdroje nebo ekosystémových služeb mezi roky, kdy začalo poškození a roky, kdy jsou zdroje nebo služby uvedeny do původního stavu.
- Totální debit – je suma interim loss spočítaných za jednotlivé roky, kdy poškození trvá.

Příklad DEBIT kalkulace nemonetární metriks

Tabulka. 15. Příklad výpočtu debitu nemonetární metriks

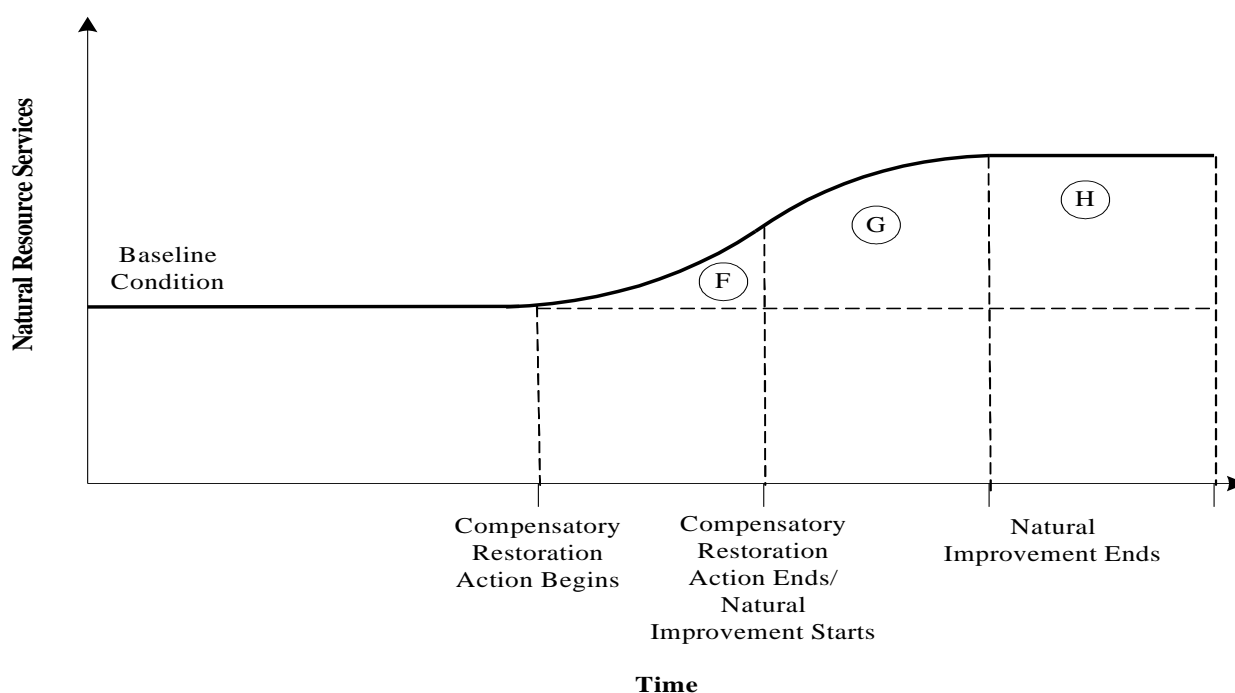
Rok	Prostor (ha)(a)	Procento ztráty služeb (b)	Hodnotový faktor (c)	Debit (d=axbxc)
2007 (baseline)	100	50 %	1	50.00
2008	100	50 %	0.97	48.50
2009	100	50 %	0.94	47.00
2010	100	50 %	0.92	45.76
2011	100	50 %	0.89	44.42
2012	100	40 %	0.86	34.50
2013	100	30 %	0.84	25.12
2014	100	20 %	0.81	16.26
2015	100	10 %	0.79	7.89
2016	100	0 %	0.77	0.00
2017	100	0 %	0.74	0.00
$C=1/(1+\text{discount rate})^{\text{year}}$ zde 3 %				

Určení a kvantifikace remediace (kredity)

- Ekologické postupy (kredity) vedoucí k zlepšení ekosystémových služeb nebo zlepšení populací specifických druhů.
- Identifikace a odhad vhodných remediačních opatření.
- Spočítání kreditů pro remediaci na základě ztrát (debitů).
- Určení kritérií pro remediaci na základě typu poškození a ztráty služeb.
- Určení metriks pro měření debitů a kreditů.
- Určit cenu za remediační akce (monetární).

Kvantifikace zlepšení z kompenzačních akcí (obr. 55).

Obr. 55. Kvantifikace zlepšení z kompenzačních akcí.



Jak ale ve skutečnosti probíhá remediace?

- Remediace silně poškozeného nebo zničeného stanoviště je obtížná. Často přichází v úvahu revitalizace existujícího stanoviště nebo stanoviště stejného typu v blízkosti zničeného.
- Výběr remediace je silně ovlivněn typem poškozeného stanoviště (např. pokud je součástí Natura 2000).
- Remediační projekt by měl být navíc k současným snahám. Např. vyčlenění jiného chráněného území za zničené nebo poškozené by mělo být v nechráněné části přírody a navržené stanoviště by mělo být také ohroženo.
- Pokud jsou ohroženy chráněné druhy, remediační opatření by mělo pokrýt ekologické požadavky všech těchto druhů.
- Měly by být obnoveny všechny služby.

Kalkulace služeb (kreditů) remediačního úsilí

- Určení stupně zlepšení služeb během časového období.
- Určení regeneračních křivek na základě zvolené metriks.

Měřítko remediace

- Odhad kreditů na plochu (např. kredity na ha nově vytvořeného biotopu). Zahrnuje také zlepšení služeb na ha remediovaného biotopu.
- Scaling remediace je proces určující jak moc (na jaké ploše) remediaci provést. Musí být rovný celkovému debitu.
- Spočítání nákladů (to už je ekonomika).

Příklad kalkulace kreditů s použitím nemonetární metriks (tab. 16, 17).

Tabulka 16. Příklad kalkulace kreditů s použitím nemonetární metriks (Kredit za 1 ha remediovaného stanoviště za 55 let, 12.08 ha).

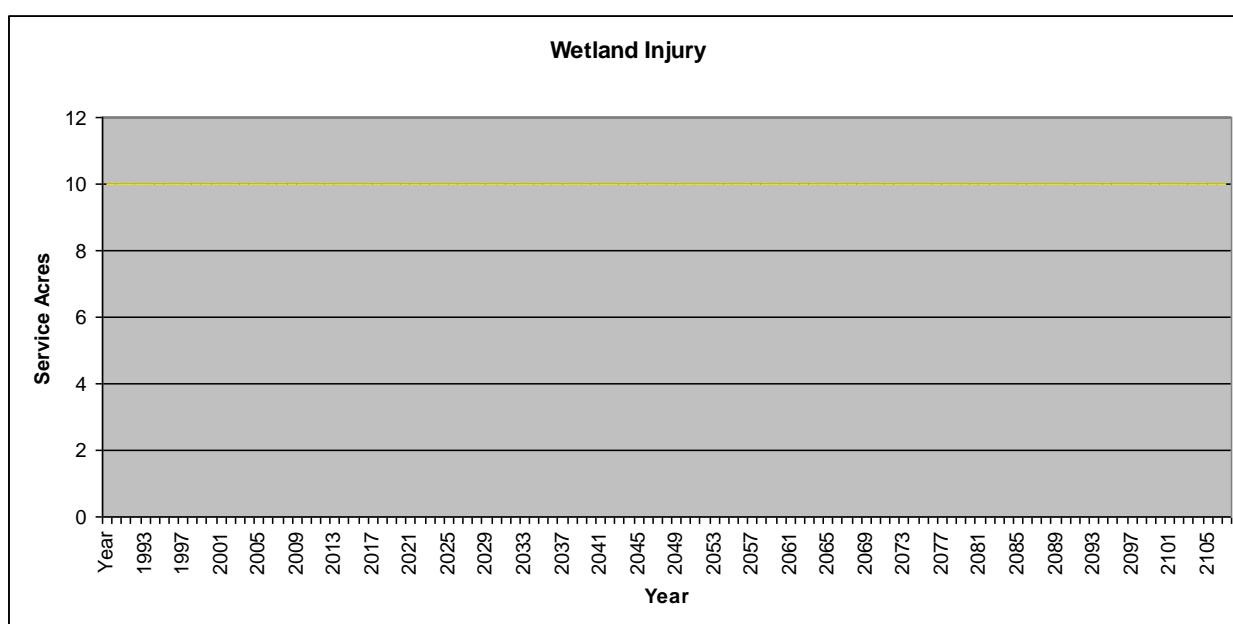
Rok	Plocha (ha)	Stupeň kreditu zvýšení druhu stan.) (%) na	Value factor= $\frac{1}{1+\text{diskont rate}^{\text{rok}}}$ např.. 3 %	Kredit na plochu
	a	b	c	$D = a \times b \times c$
2009	1	10 %	0.94	0.09
2010	1	20 %	0.92	0.18
2011	1	30 %	0.89	0.27
2012	1	40 %	0.86	0.35
2013	1	50 %	0.84	0.42
....
2060	1	50 %	0.21	0.10
2061	1	50 %	0.20	0.10
2062	1	50 %	0.20	0.10
2063	1	50 %	0.19	0.10

Tabulka. 17. Celková požadovaná komplementární/kompenzační remedie (ha) potřebné pro kompenzaci škod. Hodnoty jsou pro různá poškození a pro různé služby. Remedie lesa je cílena na les nebo zemědělskou plochu, mokřad – opět mokřad.

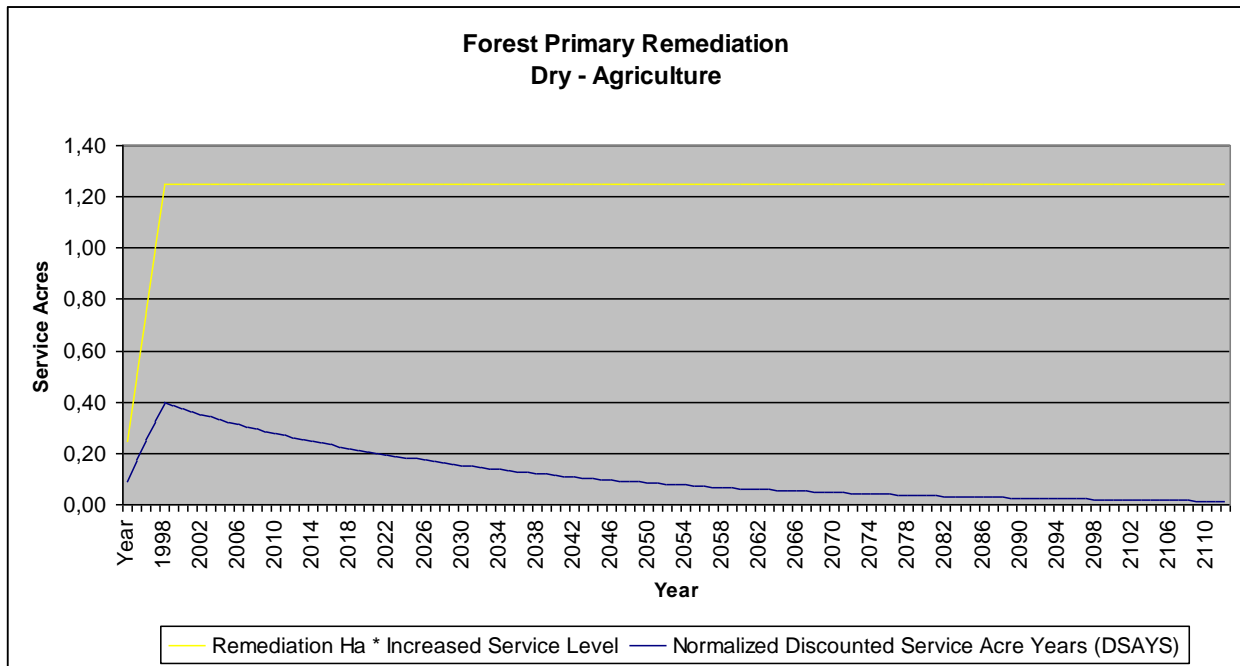
Odhad škody	Les	Mokřad
Vegetační pokryv (%) cover	0	0
Druhová diverzita (počet druhů vyšších rostlin)	11	2.4
Ptačí diverzita (počet druhů)	18	11
Diverzita bezobratlých (počet druhů) epigeických brouků)	21	14
Diverzita obojživelníků (počet druhů)	18	0.4
Počet chráněných druhů	5.4	0
Ekologická funkce (průměrná teplota na povrchu půdy – nelineární model)	7.0	0
Ekologická funkce (průměrná teplota na povrchu půdy – lineární model)	17	0

Určení stupně zlepšení služeb během časového období (obr. 56, 57, 58).

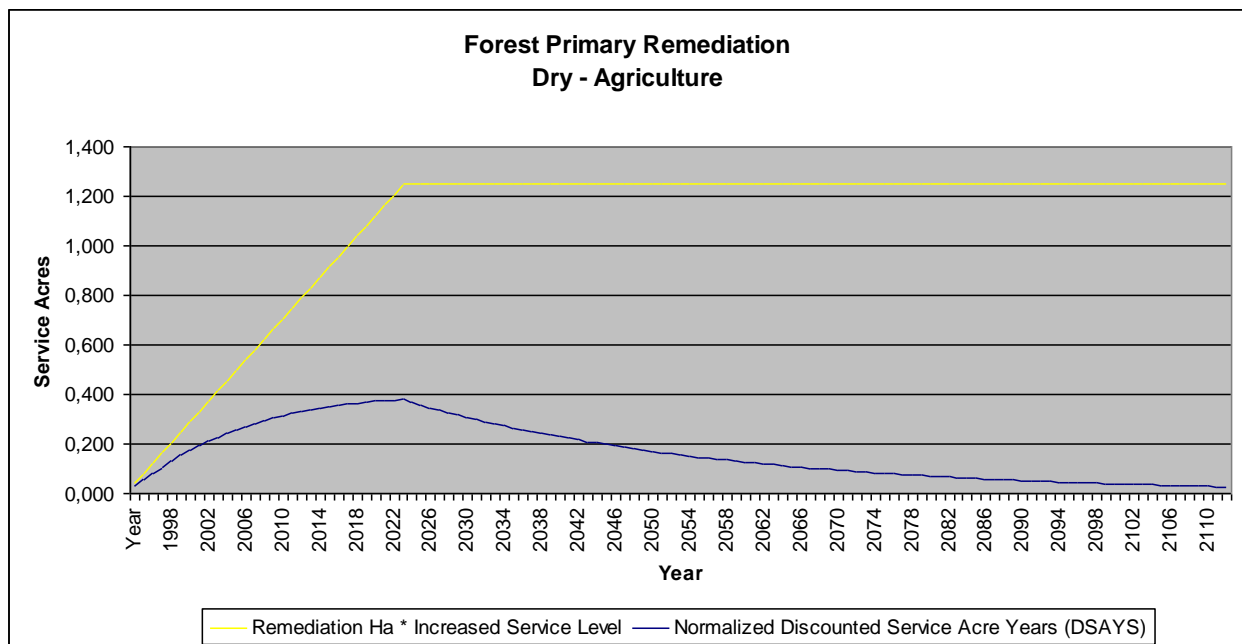
Obr. 56. Určení regeneračních křivek na základě zvolené metriky. Poškození mokřadu (10 ha).



Obr. 57. Určení regeneračních křivek na základě zvolené metriks. Poškození původní vegetace (2.5 ha) a převedení na pole (5 let, služby 50 % remediace na původní stav 25 %), diskont 0.03, base line 2007.



Obr. 58. Určení regeneračních křivek na základě zvolené metriks. Poškození původní vegetace (2.5 ha) a převedení na les (30 let, služby 50 % remediace na pův stav 50 %), diskont 3, base line 2007.



Cena remediačních opatření (tabulka 18)

- Může být různá u různých charakteristik poškozeného prostředí (druhy, ekosystémové služby, atd.).

Tabulka 18. Celková cena požadovaných komplementárních/kompensačních remediací (ha). Remediační plocha je uvedena podle údajů v tabulce 17. Cena remediace mokřadu je přibližně 7.000 Euro/ha. Cena remediace lesa je přibližně 45.000 Euro/ha.

Damage Metric	Forest	Wetland
Vegetační pokryv (%)	0	0
Druhovká diverzita (počet druhů vyšších rostlin)	495,000	16,800
Ptačí diverzita (počet druhů)	810,000	77,000
Diverzita bezobratlých (počet druhů) epigeických brouků)	945,000	98,000
Diverzita obojživelníků (počet druhů)	810,000	2,800
Počet chráněných druhů	243,000	0
Ekologická funkce (průměrná teplota na povrchu půdy – nelineární model)	315,000	0
Ekologická funkce (průměrná teplota na povrchu půdy – lineární model)	765,000	0

Závěr k metodě REMEDE

- Použití metody REMEDE je složitý proces potřebující spolupráci ekologů, ekotoxikologů, zoologů, botaniků atd. s ekonomy a někdy i sociology.
- Přístup se mění případ od případu.
- Případové studie mohou sloužit jako určitý vzor.

Ochrana biodiverzity v ČR

Krajina v Česku byla lidskou činností v průběhu staletí výrazně změněna, na mnoha místech i značně poškozena (např. těžbou surovin, průmyslovou a zemědělskou činností atd.). V současnosti existují zákony na ochranu životního prostředí, které platí všeobecně. Kromě toho se zvýšená ochrana a péče věnuje ekologicky cenným lokalitám, relativně málo poškozeným lidskou činností. Na území Česka se nacházejí **zvláště chráněná území** o celkové rozloze 11 924,4 km², což představuje 15,1 % území. Podle velikosti se dělí na:

- velkoplošná – národní parky (4, celková rozloha 1182,3 km²) a chráněné krajinné oblasti (25, celková rozloha 10 806,4 km²). Slouží k ochraně krajiny málo narušené zásahy člověka, se zachovalými zbytky původní přírodní krajiny;
- maloplošná - 1971 chráněných území o celkové rozloze 886,7 km² ve 4 kategoriích: národní přírodní rezervace, národní přírodní památka, přírodní rezervace a přírodní památka. Slouží k ochraně zvláště cenných lokalit a mohou být zřizována i v rámci velkoplošných chráněných území.

Kromě zvláště chráněných území se vyhláší také přírodní parky a památné stromy, které vytvářejí významné krajinné prvky. Chráněné jsou i vzácné druhy rostlin a živočichů, které se dělí do 3 kategorií: druhy ohrožené, silně ohrožené a kriticky ohrožené.

Největší národní park v Česku je Národní park Šumava (683,3 km²). Největší chráněná krajinná oblast v Česku je Beskydy (1197 km²). Nejstarší chráněná území v Česku je od roku 1838 Žofínský prales a zároveň to je nejstarší přírodní rezervace v Evropě. Nejstarší chráněná krajinná oblast v Česku je od roku 1955 Český ráj. Nejstarší národní park v Česku je od roku 1963 Krkonošský národní park. Nejmladší chráněná krajinná oblast (Český les, 470 km²) byla vyhlášena v roce 2005.

Z historie ochrany přírody v ČR

Za první snahu o ochranu přírody lze označit zřizování obor pro divoká zvířata. V oborách, které byly zřizovány již od 13. století bohatými šlechtici, byl silně omezený režim vstupu a hospodaření, v některých případech (např. okolí Netolic byly dokonce vystěhovány při zakládání obory celé vesnice. Zvěř chovaná v oborách potřebovala zachování přirozeného prostředí s vysokou biodiverzitou, a tak díky oborám zůstaly zachované velké relativně neporušené části přírody až do pozdního novověku (např. Křivoklátsko, Hlubocké obory).

Ochrana přírody se zrodila na začátku 19. století jako snaha zabránit plošné exploataci přírodních zdrojů. Původní funkcí ochrany přírody byla konzervace relativně poškozených částí přírody formou vyhlášení striktních rezervací, s vyloučením hospodaření a často i přístupu člověka (např. Žofínský prales vyhlášený roku 1838 na panství Buquoyů, Hojná voda vyhlášena roku 1838 Buquoyů, Boubínský prales vyhlášený roku 1858 na panství Schwarzenbergů). V těchto chráněných územích blízkých přírodě přirozeným lesům se dodnes zachovaly tak zvané pralesní relikty, tedy druhy zejména bezobratlých vázaných na zbytky původních lesů.

Ve dvacátém století přebíral postupně garanci nad ochranou přírody stát. Ten pokračoval ve vyhlášení dalších rezervací i větších chráněných území. Nejstarším národním parkem na světě je Yellowstonský národní park v USA, vyhlášený již roku 1982.

V předválečném období nebyla u nás ochrana přírody nijak právně kodifikována a patronaci nad ní převzali vyškolení odborníci, tzv. konzervátoři, jejichž prací bylo vyhledávat cenná území (na základě vlastní zkušenosti nebo existujících biologických průzkumů) a vyhlášovat je jako rezervace.

První zákon o ochraně přírody a krajiny v Česku

V roce 1956 byl schválen první zákon na ochranu přírody, **40/1956 Sb.** Zákon byl velice stručný a místy spíše deklarativní. Persekuoval spíše prosté občany, než velké podniky, což bylo dáno tím, že omezování průmyslu a zemědělství nebylo v zájmu tehdejšího režimu (dokonce se otevřeně mluvilo o boji s přírodou).

Zákon definoval kategorie chráněných území (územní ochrana):

- národní park - platí dodnes
- chráněná krajinná oblast - platí dodnes
- státní přírodní rezervace - tato kategorie již neexistuje
- chráněný přírodní výtvar - tato kategorie již neexistuje
- chráněný park a zahrada - tato kategorie již neexistuje
- chráněná studijní plocha - tato kategorie již neexistuje

Dále zákon obsahoval seznam chráněných druhů rostlin a živočichů (u nichž bylo zakázáno rušení, lov, sběr, narušování jejich prostředí) - druhová ochrana. Zvláštní kategorií byly částečně chráněné druhy rostlin, což byly takové druhy, u nichž bylo možné sbírat nadzemní části, např. bledule jarní (*Leucojum vernum*) nebo prvosenka jarní (*Primula veris*).

Zákon 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny

Současná ochrana přírody v Česku se řídí zákonem 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů. Zákon doplňuje prováděcí vyhláška **395/1992 Sb.** ve znění vyhl. **175/2006 Sb.** Tento zákon zcela nahrazuje původní zákon 40/1956 Sb.

Zákon rozlišuje obecnou a zvláštní ochranu přírody. **Obecná ochrana přírody** je ochranou všech druhů rostlin včetně hub a živočichů před vyhubením (včetně snížení jejich genetické variability, vymizení dílčích populací, nebo zničení jejich ekosystému). **Zvláštní ochrana přírody** je dále rozlišena na územní a druhovou ochranu, nově se však objevuje jejich provázání, které souvisí také s implementací soustavy NATURA 2000.

Nástroje obecné ochrany přírody:

- přírodní park - zcela odlišná kategorie než národní park, jedná se o velké území vyhlášené k ochraně krajinného rázu,
- významný krajinný prvek - menší území k ochraně krajinného rázu
- územní systém ekologické stability - síť míst s vyšším stupněm ekologické stability
- památný strom - ochrana jednoho stromu, aleje, stromořadí

Nástroje zvláštní ochrany přírody:

Kategorie druhové ochrany (zvláště chráněné druhy):

- kriticky ohrožený druh
- silně ohrožený druh
- ohrožený druh

Kategorie územní ochrany (zvláště chráněná území v Česku):

- národní park - 4 ks
- chráněná krajinná oblast - od 1. srpna 2005 25 ks

- národní přírodní rezervace - 110 ks
- národní přírodní památka - 102 ks
- přírodní rezervace - cca 750 ks
- přírodní památka - cca 1180 ks
- přechodně chráněná plocha - vyhlašováno dočasně

Všechna území musí mít schválený plán péče. Ten se schvaluje na deset let, popř. u větších chráněných území s výhledem na další období.

Zákon také definuje pravomoci orgánů ochrany přírody a také možnost nevládních organizací vstoupit do správního zřízení, mohou-li v tomto řízení dotčeny zájmy ochrany přírody a krajiny.

Orgány ochrany přírody:

- Ministerstvo životního prostředí (MŽP)
- Krajský úřad (KÚ)
- Obec s rozšířenou působností (ORP - tzv. obec třetího typu)
- Obecní úřad (OÚ)

Mezi orgány ochrany přírody také na území národního parku patří Správa národního parku a na území chráněné krajinné oblasti Správa chráněné krajinné oblasti. Všechny 24 Správ CHKO sdružuje zastřešující organizace Státní ochrana přírody, která se kromě CHKO stará ještě o lokality, popř. druhy chráněné v rámci soustavy Natura 2000. Do roku 2004 se tato organizace jmenovala Správa chráněných krajinných oblastí.

Agentura ochrany přírody a krajiny ČR (AOPK) je orgán, který nemá rozhodovací pravomoci, ale sdružuje řadu odborníků. Tento orgán má na starosti získávání odborných podkladů k ochraně jednotlivých území a zvláště chráněných druhů, včetně zhotovování plánů péče.

Zákon ve svém paragrafu 70 umožňuje účast ve správním zřízení, které se dotýká zájmů ochrany přírody a krajiny, různým nevládním neziskovým organizacím (ponejvíce jde o občanská sdružení). Občanská sdružení musí splnit jen dvě podmínky: mít jako hlavní cíl své činnosti ochranu přírody a krajiny a včas a řádně se do řízení přihlásit. Úřady jsou přítomny na požádání povinny poskytovat těmto sdružením informace o zahajovaných správních řízeních.

Tento paragraf umožňuje v zásadě libovolné veřejnosti vstupovat do správních řízení a zohledňovat zde otázky ochrany přírody. Zřízení občanského sdružení je totiž velmi jednoduché, stačí pouze 3 lidi, kteří sepišou stanovky, zvolí mezi sebou předsedu a zažádají o registraci u Ministerstva vnitra - pokud neporušuje činnost sdružení zákony, je ministerstvo do měsíce povinno registraci přijmout. Některá občanská sdružení mohou tohoto svého práva zneužívat k obstrukcím, případně ho uplatňovat i ve jménu jiných zájmů, než je ochrana přírody. Proto se především mezi poslanci ODS na základě stížnosti některých investorů opakovaně objevuje snaha omezit účast veřejnosti ve správních řízeních. Námitka zástupců nevládních organizací proti tomuto omezení je ta, že plošné omezení poškodí i ty organizace, které svých pravomocí nezneužívají, a výsledkem bude zhoršení úrovně ochrany přírody v Česku.

Současný stav sporů je takový, že k plošnému omezení práv sdružení zatím nedošlo. Parlament však již v roce 2001 schválil problematkový zákon, který jednu vybranou variantu dálničního obchvatu města Plzně (jednalo se o variantu SUK2) prohlásil za veřejný zájem. Nyní se navíc připravuje další zákon, který by umožnil všechny plánované dálniční stavby prohlásit za veřejný zájem a umožnit tak nejen omezení vlivu neziskových organizací na

správní řízení, ale dokonce i vyvlastňování pozemků. V rámci novely zákona 114/92 byla snaha za veřejný zájem prohlásit i výstavbu jezů nutných k zlepšení splavnění Labi. Tato snaha byla z větší části neúspěšná, mj. i z ekonomických důvodů (přínos stavby by byl výrazně menší než náklady).

Aplikace soustavy Natura 2000 v Česku

V roce 2004 byla přijata rozsáhlá novela zákona 114 (jako zákon 218/2004), která zavádí do legislativy České republiky ochranu v rámci soustavy Natura 2000. Zároveň byly vyhlášeny některé ptačí oblasti (celkem by jich mělo být 41, ale část z nich je dosud předmětem diskuse s vlastníky a samosprávou). Návrh 890 území zvláštní ochrany (tzv. *Special Area of Conservation*) byl poslán k posouzení do Bruselu jako tzv. národní seznam lokalit. Ochranné kompetence nad těmito typy území by měla převzít nově vzniklá instituce Státní ochrana přírody a jejím prostřednictvím správy chráněných krajinných oblastí. Působnost správ se tak rozšiřuje na vybraná území i mimo CHKO.

Natura 2000 je soustava chráněných území, kterou společně vytváří členské státy Evropské unie. Je určena k ochraně nejvzácnějších a nejvíce ohrožených druhů živočichů, rostlin a nejvzácnějších přírodních stanovišť na území Evropské unie. Záměrem Natury 2000 je ochrana biodiverzity a jednotlivá území jsou navrhována podle přesně stanovených kritérií.

Aby tohoto úkolu bylo dosaženo co nejefektivněji, proběhlo (či mělo proběhnout) ve všech členských státech mapování přírodních biotopů. Členské státy EU mají povinnost vybrat na svém území nejhodnotnější lokality s výskytem významných živočišných a rostlinných druhů a přírodních stanovišť. Rozloha těchto lokalit by měla být taková, aby bylo zabezpečeno zachování příznivého stavu předmětu ochrany na území celého státu, tzn. ve stavu stejném nebo lepším než v okamžiku vyhlášení. Členský stát EU má povinnost zajistit odpovídající ochranu i druhům celoevropsky hodnotným, které jsou ale v daném státě hojně rozšířené a nemají v něm tudíž zajištěnou legislativní ochranu (v ČR např. čolek velký, datel černý).

Pod ochranu Natury 2000 spadá na území celé Evropské unie 253 nejohroženějších typů přírodních stanovišť, 200 druhů živočichů, 434 druhů rostlin a 181 druhů ptáků. V České republice se z toho vyskytuje 58 typů přírodních stanovišť, 55 druhů živočichů, 16 druhů rostlin a 65 druhů ptáků.

Soustava Natura 2000 je vytvářena dvěma typy území:

- **Ptačí oblast** – zkráceně PO (ang. Special Protection Areas - SPA)
- **Evropsky významná lokalita** – zkráceně EVL (ang. Sites of Community Importance - SCI)

Soustava Natura 2000 je podložena ochranou podle dvou směrnic:

- směrnice 79/409/EHS O ochraně volně žijících ptáků (podle této směrnice se vyhláší tzv. ptačí oblasti.)
- směrnice 92/43/EHS O ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin (slouží ke vzniku zvláště chráněných území pro vybraná přírodní stanoviště a druhy rostlin a živočichů).

Ochranu území začleněného do soustavy Natura 2000 si určuje každý členský stát na svém území podle svých vlastních zákonů. Má však povinnost převést do svého právního řádu výše uvedené evropské směrnice. V České republice byly směrnice začleněny do zákona č. 114/1992 Sb. O ochraně přírody.

Výběr a vznik oblastí Natura 2000

Při výběru území se klade důraz hlavně na kvalitu území než na jejich prostorové uspořádání a jejich vzájemné propojení (vzniká soustava, nikoliv síť). Jsou vybírána podle pravidel uvedených ve směrnici 92/43/EHS O ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin. Výběr území musí zahrnovat nejcenější území s výskytem nejpočetnějších populací chráněných druhů a nejzachovalejších přírodních stanovišť a musí být doložen aktuálními vědeckými poznatky. Vytváření soustavy Natura 2000 není jakkoli omezeno už existujícími chráněnými oblastmi na území státu. Přesto často dochází k překrývání se stávajícími chráněnými územími.

Při vzniku území Natura 2000 je odlišný postup pro ptačí oblasti a evropsky významné lokality:

- ptačí oblasti jsou vybírány členským státem a poté přímo nahlašovány Evropské komisi. Nemají přesná pravidla, podle kterých jsou vybírána, ale musí svojí rozlohou zajistit dostatečnou ochranu vybraných druhů ptáků.
- Evropsky významné lokality stát vybere a poté předloží Evropské komisi tzv. národní seznam území (pSCI). Evropská komise vybírá z tohoto seznamu "lokality významné pro Evropské společenství (SCI)" a popřípadě navrhuje do seznamu další, státem neuvedené, lokality. Lokality, které byly schváleny Evropskou komisí, musí stát do 6 let vyhlásit jako evropsky významné lokality. Při výběru evropsky významných lokalit pro typy přírodních stanovišť významně přispěl projekt Mapování biotopů.

Ochrana v oblastech Natura 2000

Území je vyhlášováno pro konkrétní druhy anebo přírodní stanoviště. Ochranná opatření jsou tedy přesně cílena na daný předmět ochrany a nemají jednotný ochranný režim (na rozdíl např. od dnešní NPR), liší se od sebe podle příslušných ochranných fenoménů.

Už při vzniku soustavy Natura 2000 byla myšlenka, že není potřeba omezovat aktivity, které nemají negativní vliv na chráněný druh nebo stanoviště. Chráněná území soustavy Natura 2000 jsou často zakládána na územích, kde se běžně hospodaří. Pokud nemá dosavadní způsob hospodaření negativní vliv na předmět ochrany, může beze změny pokračovat na daném území stávající způsob hospodaření. Občas je však nutno upravit způsob hospodaření potřebám, pro které bylo území vyhlášeno.

Dojde-li k situaci, kdy druhy podléhající ochraně začnou působit hospodářské škody, ohrožovat letecký provoz, či bude-li potřeba regulovat jejich stavy z jiných závažných důvodů, jsou ve směrnici uvedeny tzv. **odchytky**. Ty umožňují za přísně kontrolovaných podmínek ochranná opatření, aby bylo zabráněno vzniku škod. Odchytky mohou být místního, regionálního nebo celostátního rozsahu podle četnosti a rozsahu působení škod.

Biosférická rezervace UNESCO

Biosférická rezervace je velkoplošné území vyhlášené v rámci mezinárodního programu UNESCO Člověk a biosféra. Světová síť biosférických rezervací je rozprostřena tak, aby zahrnovala všechny základní biomy Země. Tato území představují reprezentativní

ukázky kulturních i přírodních krajín, ve kterých zároveň hraje důležitou roli člověk a jeho aktivity. Většina biosférických rezervací zahrnuje jak přírodě blízká území, tak i území narušená činností člověka. To umožňuje studovat konflikty mezi člověkem a přírodním prostředím a podporovat zvyšování biodiverzity v narušených oblastech.

V souladu s tzv. Rámcovými stanovami programu MAB by měly BR obsahovat jednu či více jádrových zón, nárazníkovou zónu a přechodovou oblast, které umožňují diferencovaně plnit všechny jejich funkce:

- **Jádrová zóna** - je zákonně podložené přírodní nebo minimálně změněné území nebo několik území věnovaných pouze dlouhodobé ochraně (bezzásahové území, povoleny pouze neinvazivní metody vědeckých výzkumů).
- **Nárazníková zóna** - je obvykle oblast obklopující nebo spojující jádrové zóny. Může však existovat i nezávisle na jádrové zóně. Jsou v nich možné lidské aktivity nepoškozující ochranné cíle.
- **Přechodová zóna** - je oblast, kde je vyvíjeno a propagováno udržitelné hospodaření s přírodními zdroji.

Hlavní funkce:

- ochrana přírodní a kulturní různorodosti
- podpora a zajištění udržitelného rozvoje místních obyvatel
- podpora vědy, výzkumu a výchovy

V České republice se nachází 6 biosférických rezervací (obr. 56). Mezinárodní kategorie součástí programu MAB (Man and Biosphere):

- Křivoklátsko
- Třeboňsko
- Pálava
- Šumava
- Krkonoše
- Bílé Karpaty
-

Obr. 59. Biosférické rezervace UNESCO v České republice



Vyhodnocení vlivů na životní prostředí

Vyhodnocení vlivů na životní prostředí (EIA) je proces (respektive studie), jejímž cílem je získat představu o výsledném vlivu velké stavby na životní prostředí. Tak lze předcházet poškození životního prostředí a podpořit ochranu přírody.

Výsledky legislativní a institucionální ochrany přírody

Přes přísnou legislativní ochranu jednotlivých rostlinných a živočišných druhů, ochranu biotopů prostřednictvím maloplošných a velkoplošných chráněných území a značné přímé i vyvolané náklady na institucionální ochranu přírody a krajiny jsou výsledky ochrany přírody v některých případech sporné. V mnoha oblastech se nedaří dosahovat stanovené cíle. Problematické je samotné stanovení cílů a následných ochranných opatření. I uvnitř "ochranných" komunit se o tomto problému čile diskutuje.

Otázka je natolik jsou cíle ochrany přírody stanovovány správně. Zda jde o cíle stanovené na základě veřejného konsenzu (politická rozhodnutí) a nakolik jde o prosazování zájmů jednotlivých zájmových skupin a hnutí. Často nepanuje shoda ani na definicích základních pojmů jako je "divočina". Živě diskutovanou otázkou je zda chránit přírodní "procesy" (jinými slovy nezasahovat) nebo biodiverzitu (zasahovat aktivně s cílem uchovat a zlepšit prostředí, v němž chráněné druhy žijí).

Důvodem je, že bezzásahová ochrana některých území vedla paradoxně k vymizení druhů, kvůli kterým bylo chráněné území původně vyhlášeno. Příkladem jsou například Bílé stráně, travinné stepní ekosystémy na slínovcových svazích ve středních a severních Čechách. Vlivem bezzásahovosti zarůstají lesem a mizí z nich cenné chráněné druhy stepních společenstev. Sledování účelnosti vynaložených finančních prostředků na ochranná opatření a vyhodnocení ekonomických dopadů přijatých opatření prakticky neexistují nebo jsou nedostatečně oponována.

Například přes zákonnou ochranu mnoha ptačích druhů, ochranu jejich biotopů a ustavení ptačích oblastí dochází k dalšímu poklesu stavů chráněných druhů a jejich mizení z území ČR. Nepodařilo se potvrdit pozitivní vliv legislativní ochrany na rozšíření ohrožených druhů. Příčinou může být nízká efektivita přímých ochranných opatření a pravidelné selhávání státní ochrany přírody v péči o problematiku druhů.

Vnímání ochrany přírody a konfliktní oblasti

Omezení vlastnického práva na základě zákona o ochraně přírody a krajiny představují často citelné zásahy do tohoto základního práva. Zákon 114/92 je i po všech novelizacích pravděpodobně v některých ustanoveních v kolizi s Listinou základních práv a svobod. Současná praktická ochrana přírody je tak (často oprávněně) chápána majiteli a nájemci pozemků a nemovitostí jako nepřátelská a nevídaná aktivita masivně vynucovaná zákony a bujícím státním aparátem bez odpovídající finanční kompenzace za způsobené finanční újmy. Státní ochrana přírody často bagatelizuje skutečnost, že k omezení vlastnického práva, jakož i vyvlastnění může dojít pouze na základě zákona, ve veřejném zájmu a za náhradu.

Dlouhodobě se nedaří přesvědčit o současných cílech ochrany přírody různé zájmové skupiny (turisté a sportovci provozující sporty v přírodě jako lyžování, cyklistika, horolezectví, myslivci, chovatelé zvířat atp.). K této situaci přispívají, kromě výše zmíněných legislativních nedostatků, také neakceschopnost, byrokratizace nebo medializované přehmaty represivních složek ochrany přírody (ČIŽP) i dalších složek státního aparátu stejně jako korupční kauzy.

Vnímání problematiky ochrany přírody veřejností se v poslední době v souvislosti s problematickými a kontroverzními výsledky (kůrovcová kalamita v NP Šumava, škody působené chráněnými živočichy jako je bobr, rys, kormorán, sporná podpora biopaliv) mění a politici jsou částečně nuceni na tento vývoj reagovat. Například 31.05.2010 vláda projednávala „Opatření k posílení konkurenceschopnosti a rozvoje podnikání v České republice eliminací nadbytečných požadavků environmentální legislativy“. Výsledkem diskuse je zadání úkolu pro Ministerstvo životního prostředí, které má ve spolupráci s dalšími subjekty tripartity začít pracovat na tom, aby ekologická legislativa byla postavena tak, aby přinášela efekty pro životní prostředí, nadměru nezatěžovala podnikatele a nevytvářela přílišnou administrativní zátěž. Objevují se i úvahy o sloučení Ministerstva zemědělství s Ministerstvem životního prostředí.

Národní a mezinárodní dokumenty zajišťující ochranu biodiverzity

Evropské směrnice:

- Basilejská úmluva - o nebezpečných odpadech
- Ramsarská úmluva na ochranu mokřadů
- Úmluva na ochranu světového kulturního a přírodního dědictví - Pařížská úmluva
- CITES - Úmluva o mezinárodním obchodu volně žijícími druhy živočichů a planě rostoucími druhy rostlin
- Úmluva o ochraně evropských planě rostoucích rostlin, volně žijících živočichů a přírodních stanovišť (Bernská úmluva) - na ochranu volně žijících druhů živočichů a planě rostoucích druhů rostlin
- Úmluva o ochraně biodiverzity - Rio de Janeiro (Rio + 2012)
- Evropská úmluva o krajině
- Dohoda o ochraně netopýrů v Evropě (Eurobats)
- Natura 2000 - 2 směrnice Evropské unie 409/EHS/79 o ochraně volně žijících ptáků a 43/EHS/92 o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin.
- Aarhuská úmluva - zahrnuje širší okruh témat souvisejících s ochranou přírody: životní prostředí, lidská práva, problémy s korupcí, přístup k informacím, účast veřejnosti.

Mezinárodní instituce na ochranu přírody

- WWF- nejstarší mezinárodní organizace, World Wide Fund for Nature (Celosvětový fond pro přírodu), starající se hlavně o druhovou ochranu
- IUCN- Světový svaz ochrany přírody, stará se hlavně o územní ochranu.
- UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, v souvislosti s Pařížskou úmluvou vytváří Seznamy světového dědictví, v souvislosti s programem MaB (někdy psáno jako M&B – Man &/and Biosphere), Člověk a biosféra, vyhlašuje biosférické rezervace
- Europarc- Evropská federace pro národní parky.

Úmluva o ochraně biodiverzity

Úmluva o biologické rozmanitosti (CBD) patří k nejvýznamnějším mezinárodním mnohostranným úmluvám v oblasti životního prostředí. Byla poprvé vystavena k podpisu na Konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji v roce 1992 v brazilském Rio de Janeiro a v platnost vstoupila v roce 1993. Úmluva má více jak 200 smluvních stran (států). Sekretariát úmluvy sídlí v kanadském Montrealu. Cílem úmluvy je:

- Ochrana biologické rozmanitosti na všech jejích úrovních,
- Udržitelné využívání jejích složek,

- Přístup ke genetickým zdrojům a spravedlivé a rovnocenné rozdělování přínosů z jejich využívání.

K naplňování těchto tří cílů mají smluvním stranám pomoci vytvořené tématické programy a průřezové programy činností. Tématické programy jsou zaměřeny na hlavní typy ekosystémů, průřezové programy činností se týkají otázek, které prostupují všemi tématickými programy. (ekosystémový přístup, sdílení informací, indikátory, atd.). Úmluva pokrývá široké spektrum otázek, což vedlo k tomu, že si smluvní strany musely nutně stanovit své priority při jejich naplňování.

Programy činnosti úmluvy pro:

- Lesní biodiverzitu,
- Zemědělskou biodiverzitu,
- Biodiverzitu vnitrozemských vod,
- Biodiverzitu ekosystémů s nedostatkem srážek a travinných ekosystémů,
- Biodiverzitu horských ekosystémů,
- Biodiverzitu mořských a pobřežních ekosystémů,
- Ostrovní biodiverzitu.

Průřezová témata, pro která jsou zřizovány pracovní skupiny najdete pod odkazem: www.biodiv.org/programmes/default.shtml.

Česká republika má zvláštní webové stránky k Úmluvě i s další mi informacemi a aktualitami na: <http://www.chm.nature.cz/>.

Nejvyšším rozhodovacím orgánem je konference smluvních stran (COP), která se koná jednou za dva roky. Naplňování rozhodnutí, která jsou přijímána na COP, je pro smluvní strany závazné. Při Úmluvě byl zřízen Poradní orgán pro vědecké, technické a technologické záležitosti (SBSTTA), který předkládá o jednotlivých tématech úmluvy doporučení pro zasedání COP. Pro řešení vědeckých a odborných otázek SBSTTA ustavuje další expertní skupiny pro řešení průřezových otázek (AHTEG).

Vláda ČR schválila přistoupení k Úmluvě usnesením č. 293/1993, v platnost pro ČR vstoupila v březnu 1994 (vyhlášena ve sbírce zákonů pod č. 134/1999 Sb.). Plněním úmluvy je pověřeno Ministerstvo životního prostředí (MŽP, tak ministerstvo zemědělství (Mze). Kontaktní osoba pro úmluvu je na MŽP. To také zřídilo pro potřeby komunikace a spolupráce s ostatními resorty při naplňování Úmluvy Český výbor pro Úmluvu.

Principy a závazky Úmluvy jsou uplatňovány v právních předpisech ČR. K nejdůležitějším patří zákon č. 114/1992 Sb. s prováděcí vyhláškou č. 395/1992 Sb. V oblasti zákonů EU sem patří zejména směrnice 92/43/EHS o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin a směrnice 79/409/EHS o ochraně volně žijících ptáků. Podrobnosti jsou na www.chm.nature.cz.

Strategie ochrany biologické rozmanitosti je klíčovým dokumentem ČR, který byl schválen v roce 2005. Všichni ministři mají zohledňovat cíle Strategie ve svých strategiích, koncepcích, právních předpisech, programových dokumentech a přispět k ochraně biodiverzity.

Veřejnost a ochrana přírody v Česku

Vztah veřejnosti v Česku k ochraně přírody je ve srovnání s jinými západoevropskými státy (např. Rakousko, SRN, Velká Británie) stále slabý. Po počátečním zlepšení začátkem devadesátých let minulého století se tento vztah velmi zhoršil po nástupu tvrdých ekonomů k moci (viz Boháč, 2012). Ochránci přírody jsou stále označováni za ekoteroristy, se kterými se nevyjednává (na druhé straně zadrženi zástupci Greenpeace v Rusku jsou prezentováni jako doklad nedemokratického přístupu režimu). Péče o životní prostředí je vydávána za tu nadbytečnou „třešinku na dortu“. Vše způsobeno slabou ekologickou výchovou a nedostatkem kvalitní prezentace problémů životního prostředí v médiích.

Fórum ochrany přírody na svém setkání v roce 2012 popisuje současný stav ekologické výchovy následujícím způsobem:

- Veřejnost v ČR nechápe záměry a smysl ochrany přírody. Vnímá ochranu přírody spíše jako omezování svobody rozvoje a jako záležitost určitého okruhu lidí, nikoli jako svoji potřebu. Ochrana přírody je na pranýři veřejného nepřítel.
- Dílčí problémy (a jejich příčiny) v daném problému aneb jaké tematické celky je v daném problému nutno řešit (záznam ze skupin, některé body nejsou v plném souladu).
- Neexistuje vize ochrany přírody (OP) v ČR. Není jasné, co je příroda a co chceme chránit. Není jasné, co chce ochrana přírody v krajině jako celku, v menších územích, v ochraně vod atd. Ochrana přírody je obrovsky široká.
- Není společenská dohoda, že chceme chránit přírodu, existuje názor, že na to nemáme. Není politická vůle chránit přírodu. Styl současného života je akční, převládá uvažování – „tady a teď“, neuvažují se dlouhodobé dopady. Převládá ekonomický pohled na svět. Lidé zvažují potřeby ochrany přírody z hlediska svého prospěchu. OP neuvažuje vždy ekonomickou stránku věci (hlavně v případě vlastníků).
- Ochrana přírody jako taková není argument, který by motivoval lidi k nějaké nepopulární činnosti. Lidé jsou pasivní, spíše naštvání na ochranu přírody.
- Chybí priority OP.
- Není jasné, kdo reprezentuje ochranu přírody, veřejnosti není jasné, kdo jsme MY (NNO? Úředníci? Vědci?). Rozdělení na MY a ONI.
- Výkon státní správy je nepředvídatelný a mění se v závislosti na vítězích voleb.
- Není čitelná integrita. Absence konsensu, neschopnost domluvit se v rámci OP na jednotném postupu (např. management území vlastníka – jsou uplatňovány různé přístupy navzájem se rušící – někdo torpéduje něco, co už bylo prosazeno a již se realizuje). Z veřejné správy (MŽP apod.), z odborných institucí, z vědecké sféry vycházejí nejednoznačné, různorodé až protichůdné nedotažené signály / informace / instrukce. Nedotahují se závěry, záměry i procesy. Problém je samotný vývoj ochrany přírody – změna přístupů v managementu území atd.
- Otázka kompetentnosti úředníků – měli by být schopni sumarizovat různé vědecké přístupy a udělat z nich realistický závěr pro praxi, rozhodnutí a měli by být schopni rozhodnutí vysvětlit veřejnosti. Zatím se tak plošně neděje.
- Absence zákona o státní službě.
- PR není rovnocennou součástí státní ochrany přírody. Nejednotnost práce s veřejností. Není jasné, kdo má vysvětlovat záměry ochrany přírody. Vysvětlují všichni, ale každý něco jiného. Nebo nevysvětluje nikdo. Nejsou požadováni odborníci – specialisté na práci s veřejností v oblasti ochrany přírody. Neumíme vysvětlovat a chybí konkrétní

zdůvodnění proč chránit, co to přinese, co se stane, když ..., kromě obecných tezí to neumí, neví ani pracovníci OP.

- OP je převážně defenzivní. (poznámka:Defenzivnost narušují občas jen některé NGO).
- Ochránáři nejsou flexibilní a pokorní. Ochrana přírody je v roli policajta. Pozoruhodná je zpučnost, arogance některých ochranářů (jako by byli vlastníci chráněného území).
- Nevysvětlují se skutečné důvody ochrany přírody (známe je občas vůbec?).
- Ochránáři argumentují dogmatickým způsobem. Typ diskuse: kdo je s námi, kdo je proti nám. My X Vy.
- Mediální prezentace OP je špatná. Media nemají ochranu přírody jako Téma, soustřeďují se především na ekonomické, sociální a politické záležitosti.
- Nedostatečná environmentální výchova, vzdělávání a osvěta (EVVO),(nejen na školách, ale celkově ve společnosti). (1z+1ž+ 1č+ poznámka: EVVO běží a je silně rozvinutá! Jinou otázkou je kvalita).
- Nevyužíváme bohaté zkušenosti – máme dobré i špatné příklady komunikace s veřejností.

Hlavní cíl řešení daného problému aneb jak by měla vypadat situace v daném tématu/problému v horizontu cca 10 let (případně určit časový horizont)

Zajistit porozumění důvodům ochrany přírody ze strany laické veřejnosti, vstřícnost k cílům ochrany přírody, vybudovat důvěru k nositelům ochrany přírody a uplatňovaným postupům. Zajistit aktivní zájem veřejnosti o OP, angažovanost lidí v postupech OP (aby např. vlastník udělal to, co je potřeba), vzájemnou spolupráci mezi ochranáři a veřejností na principu partnerství.

Dílčí cíle řešení daného problému (dílčí problémy překlopené do cílů):

- Sjednotit názory odborníků – vytvořit koncepci OP. Co je OP a k čemu slouží. Jaké jsou cíle OP. Pojmenovat, CO a PROČ chci chránit a vysvětlovat to.
- Zajistit větší stabilitu koncepcí, myšlenek.
- Prosadit zákon o státní službě. Zajistit větší stabilitu (nižší fluktuaci) kádrů = pracovníků OP na úřadech, v institucích.
- Vytvořit standardy postupů v OP. Zajistit následné vzdělávání podle standardů.
- Udržet nezávislou platformu pro diskusi mezi odborníky k vyjasnění cílů a postupů OP.
- Zajistit kompetentnost úředníků tak, aby byli schopni sumarizovat různé vědecké přístupy a udělat z nich realistický závěr pro praxi, rozhodnutí a aby byli schopni rozhodnutí vysvětlit veřejnosti.
- Přijímat vhodná rozhodnutí na všech úrovních veřejné správy.
- Vybudovat systém PR v OP – jak obecně, tak v konkrétních územích. Cíle / Záměry / postupy ochrany přírody vysvětlovat navenek co nejjednodněji vysvětluje „jeden člověk“, na základě konsensu, aby se vysvětlování navzájem nepopíralo). Zajistit jednotné působení na vlastníky – to předznamenává úspěch.
- Zajistit odborníky – specialisty pro komunikaci s veřejností v oblasti ochrany přírody.
- Zajistit cvičení ochranářů v komunikačních dovednostech a práci s veřejností.

- VYSVĚTLOVAT (stále)-
 - co je státní ochrana přírody – že to nejsou ekoteroristé, ale úředníci, kteří vykonávají státní správu, tedy naplňování zákonů. Že realizují také další činnosti pro ochranu přírody (jaké), že se na ochraně přírody podílejí odborné instituce.
 - - co je příroda a co chceme chránit;
 - PROČ něco chráním, PROČ je potřeba dělat to či ono.
 - Dostatečně vysvětlovat i neukončené procesy.
 - Definovat, kdo jsme MY (ochrana přírody v ČR).
- Stavět na osobních vztazích (pan XY – vlastník pozemku versus paní YZ – pracovnice správy NP/CHKO). Budovat důvěru v rámci osobních vztahů mezi vlastníky a ochranáři (= záměry ochrany přírody mají smysl, jsou konzistentní, vedou k nějakému výsledku atd.), v konkrétních případech.
- Vyčlenit čas na práci s veřejností, vlastníky - vyžaduje to hodně času.
- Obrnit se trpělivostí - práce s veřejností, vlastníky vyžaduje značnou dávku trpělivosti, vysvětlování.
- Zajistit systematické vzdělávání, výchovu a osvětu v oblasti OP (od malých dětí po dospělé) vč. vytváření emočních vztahů k přírodě, citu pro přírodu. Zaměřit se na různé cílové skupiny, např. politiky, novináře.
- Vytvořit „Ekologické desatero“ (hodnotové) a to prezentovat.
- Zprostředkovávat příklady dobré praxe i špatné zkušenosti.
- Umožnit (usnadnit / lépe prezentovat) veřejnosti aktivní poznávání, aktivní účast na OP, dobrovolnictví, spolky.
- Odbourávat předsudky veřejnosti vytvořené na základě zprofanovaných případů (Šumava apod.).
- Provést analýzu pracovního trhu v OP.
- Seřazení dílčích cílů dle nutné časové posloupnosti plnění, případná volba priorit (z časových důvodů neproběhlo).
- Rozdělení dílčích cílů dle nositele realizace. Udržet nezávislou platformu pro diskusi mezi odborníky k vyjasnění cílů a postupů OP.
- Zprostředkovávat příklady dobré praxe i špatné zkušenosti. Začít budovat systém PR směrem do OP.

Kontrolní otázky pro ověření Vašich znalostí

- 1) Definujte biologický druh.
- 2) Definujte biologický poddruh.
- 3) Vyjmenujte hlavní skupiny (říše) organismů.
- 4) Nakreslete křivku závislosti počtu zjištěných druhů na počtu odebraných vzorků.
- 5) Vyjmenujte hlavní metody pro odběr vzorků biodiverzity.
- 6) Popište, jaké jsou rozdíly při sběru dat o biodiverzitě flóry a fauny.
- 7) Popište stručně obsah úmluvy o biologické rozmanitosti.
- 8) Mezi jaké vědy patří ekologie a ochrana přírody?
- 9) Co je demekologie?
- 10) Jaké jsou aplikované vědy v biologii ochrany přírody?
- 11) Jak chápeme biodiverzitu?
- 12) Co je taxonomie?
- 13) Jaké jsou prezygotické izolační mechanismy?
- 14) Jaké znáte koncepty druhu?
- 15) Co je sympatrický vznik taxonů?
- 16) Co zahrnuje druhová rozmanitost?
- 17) Na čem jsou založeny indexy druhové diverzity?
- 18) Na čem jsou založeny indexy druhové pestrosti?
- 19) Na čem jsou založeny indexy podobnosti společenstev?
- 20) Co jsou hot spots?
- 21) Na čem je založeno čtvercové mapování druhů?
- 22) Co jsou Červené knihy?
- 23) Co obsahuje úmluva o ochraně biodiverzity?
- 24) Co je biom?
- 25) Co jsou azonální biotopy?
- 26) Co je beta diverzita?
- 27) Z jakých důvodů není jasný vztah mezi komplexitou ekosystémů a biodiverzitou?
- 28) Co jsou tak zvané vzácné druhy?
- 29) Co je vymírání druhů?
- 30) Jaké jsou hlavní příčiny vymírání druhů?
- 31) K čemu je dobrá taxonomie?
- 32) Co jsou Vavilovova centra?
- 33) Jaké jsou konflikty mezi ochranou druhů a jejich ekonomickými škodami?
- 34) Co jsou arktoalpinní druhy?
- 35) Co jsou invazivní druhy?
- 36) Jaké znáte chráněné druhy rostlin a živočichů v ČR?
- 37) Na čem jsou založeny biotické indexy?
- 38) Jaký je vztah mezi termíny genofond a biodiverzita.
- 39) Jaký je vztah ekologie k biologii ochrany přírody?

- 40) Co zahrnuje termín sustainability?
- 41) Jaké znáte deriváty ekologie?
- 42) Co zahrnuje obor biologie ochrany přírody?
- 43) Co zahrnuje tak zvaná restoration ecology?
- 44) Co zahrnuje aplikovaná ekologie?
- 45) Co je globální ekologie?
- 46) Jaké jsou hlavní nástroje ochrany přírody?
- 47) Koncept biodiverzity, co zahrnuje?
- 48) Jaké jsou faktory ovlivňující biodiverzitu?
- 49) Jaká jsou prostorová a časová měřítka globální a regionální diverzity?
- 50) Proč je evoluce hlavní zdroj biodiverzity?
- 51) Jaké jsou hlavní faktory ovlivňující variabilitu?
- 52) Jak probíhá stabilizace variant?
- 53) Vyjmenujte hlavní typy konceptů druhu.
- 54) Vyjmenujte koncepty druhu zaměřené na procesy.
- 55) Vyjmenujte koncepty druhu zaměřené na patterns.
- 56) Proveďte základní srovnání počtu druhů organismů.
- 57) Uveďte základní metody odběru vzorků pro měření diverzity.
- 58) Jaké jsou základní úrovně měření diverzity?
- 59) Jaké jsou hlavní rozdíly při sběru dat u flóry a fauny?
- 60) Na čem jsou založeny indexy druhové diverzity?
- 61) Jaké jsou klady a zápory indexů druhové diverzity při měření?
- 62) Co je druhová pestrost a jak ji měříme?
- 63) Uveďte základní vzorce indexů pro spočítání druhové pestrosti.
- 64) Uveďte základní vzorce indexů pro spočítání druhové diverzity.
- 65) Co je equitabilita a co nám ukazuje?
- 66) Co jsou indexy podobnosti společenstev?
- 67) Uveďte základní indexy pro spočítání podobnosti společenstev!
- 68) Jaké znáte metody měření diverzity na úrovni populace?
- 69) Co to je evolučně významný unit?
- 70) Jaké znáte metody měření diverzity na úrovni společenstva?
- 71) Co je to měření funkční diverzity, uveďte příklady?
- 72) Co je to diverzita nik a jak se měří?
- 73) Co je to diverzita životních forem a strategií a jak se měří?
- 74) Uveďte příklady měření diverzity v gradientech!
- 75) Uveďte příklady měření diverzity na úrovni krajiny!
- 76) Co je index diverzity krajiny?
- 77) Co jsou hot spots diverzity? Uveďte příklady od nás i ze světa!
- 78) Jak se určují hot spots biodiverzity?
- 79) Co je alfa-, beta- a gama- diverzita?
- 80) Jak lze vysvětlit biodiverzitu?

- 81) Vyjmenujte ekologické teorie vysvětlující počet druhů!
- 82) Jak vysvětluje evoluční teorie počet druhů?
- 83) Jak vysvětluje katastrofická hypotéza počet druhů?
- 84) Jak vysvětluje teorie sukcese počet druhů?
- 85) Jak vysvětluje rovnovážná teorie ostrovní biogeografie počet druhů?
- 86) Jak vysvětluje hypotéza pasivního vzorkování (Coleman) počet druhů?
- 87) Jak vysvětluje hypotéza limitované produktivity (Connell, Orians) počet druhů?
- 88) Jak vysvětluje hypotéza intenzity toku energie počet druhů?
- 89) Jak vysvětluje hypotéza balíčku druhů (MacArthur) počet druhů?
- 90) Jak vysvětluje hypotéza intenzity predace (Paine) počet druhů?
- 91) Jak vysvětluje hypotéza konkurence semen počet druhů?
- 92) Jak vysvětluje hypotéza mutualistických vlivů počet druhů?
- 93) Jak vysvětluje hypotéza vztahů v sítích počet druhů?
- 94) Jak vysvětluje hypotéza diverzity biotopů (Lack) počet druhů?
- 95) Jak vysvětluje hypotéza genetické diverzity počet druhů?
- 96) Jaký je vztah mezi diverzitou a stabilitou podle klasiků padesátých let (Elton, MacArthur, Margalef).
- 97) Jaká je kritika klasiků padesátých let (Elton, MacArthur, Margalef) vyjadřujících se ke vztahu mezi diverzitou a stabilitou?
- 98) Jaké jsou nejasnosti mezi vztahem diverzity a stability na různých úrovních pozorování?
- 99) Co jsou náhlé změny v ekosystémech a uveďte příklady!
- 100) Co je vzácnost u druhů?
- 101) Jaká jsou hlavní kritéria vzácnosti druhů?
- 102) Jaké jsou hlavní kombinace mezi kritérii vzácných druhů a které z toho jsou extrémní?
- 103) Jaký je vztah citlivosti druhů k vnějším vlivům a jejich vymíráním?
- 104) Jaké jsou hlavní příčiny poklesu velikosti populace u druhů?
- 105) Je vymírání druhů přirozený proces?
- 106) Uveďte hlavní epizody masového vymírání druhů před současnou krizí?
- 107) Jaká je rychlost vymírání druhů v současnosti?
- 108) Jaké jsou hlavní příčiny vymírání druhů?
- 109) Uveďte vnitřní a vnější příčiny vymírání druhů.
- 110) Jaká je rychlost vymírání druhů v současné době u různých taxonů?
- 111) Ve kterých geografických oblastech probíhá nejintenzivnější vymírání druhů v současnosti?
- 112) Jaké jsou hlavní příčiny současného vymírání druhů?
- 113) Jaké biotopy jsou z hlediska biodiverzity nejvíce destruovány člověkem?
- 114) Jak ovlivňuje fragmentace biotopů (vyjmenuj mechanismy) biodiverzitu?
- 115) Jak ovlivňuje znečištění prostředí biodiverzitu?
- 116) Co je to kaskádový efekt?
- 117) Jak ovlivňuje kyselá depozice ekosystémy v Evropě?
- 118) Jaké znáte invaze druhů do střední Evropy?

- 119) Uveďte specifika ochrany biodiverzity rostlin.
- 120) Uveďte specifika ochrany biodiverzity obratlovců.
- 121) Uveďte příklady ochrany druhů a populací ex situ.
- 122) Uveďte specifika ochrany biodiverzity bezobratlých.
- 123) Jaká je hodnota biodiverzity?
- 124) Co jsou Vavilovova centra kulturních rostlin a jaký je jejich význam pro oceňování biodiverzity?
- 125) Uveďte příklady hodnoty biodiverzity pro ochranu a funkci biologických systémů.
- 126) Uveďte hlavní argumenty pro ochranu biodiverzity.
- 127) Jaké jsou základní metody ekonomického hodnocení biodiverzity?
- 128) Co jsou metody hodnocení environmentálních investic?
- 129) Co jsou tak zvané návratné environmentální investice?
- 130) Co jsou tak zvané nenávratné environmentální investice?
- 131) Co jsou tak zvané neefektivní environmentální investice?
- 132) Co je analýza nákladů a užítku a co zahrnuje?
- 133) Jaké jsou přístupy k měření efektů při absenci trhu?
- 134) Co je to metoda hodnocení cestovních nákladů a jak se dá využít při hodnocení biodiverzity?
- 135) Co je to metoda oceňování požitků a jak se dá využít při hodnocení biodiverzity?
- 136) Co je to metoda hodnocení eventualit a jak se dá využít při hodnocení biodiverzity?
- 137) Co je to metoda oceňování lidského kapitálu a jak se dá využít při hodnocení biodiverzity?
- 138) Jaké jsou nepřímé měření efektů při absenci trhu?
- 139) Jaké jsou principy metody REMEDE EU při oceňování ekologické újmy?
- 140) Jaké mezinárodní dokumenty zajišťují ochranu biodiverzity v globálním a mezinárodním měřítku?
- 141) Co je CITES?
- 142) Co je konvence o biologické diverzitě?
- 143) Jaké jsou hlavní směrnice Evropského společenství pro ochranu biodiverzity?
- 144) Jaké hlavní biogeografické regiony z hlediska sítě NATURA 2000 můžete najít v ČR?
- 145) Co je to směrnice o ochraně volně žijících ptáků?
- 146) Co je to směrnice o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin?
- 147) Co obsahuje konvence o ochraně tažných ptáků (nástroje a výhled úspěchu)?
- 148) Co obsahuje konvence o regulaci lovu kytovců (nástroje a výhled úspěchu)?
- 149) Co obsahuje konvence World Heritage Convention (nástroje a výhled úspěchu)?
- 150) Uveďte vybrané přírodní památky podle World Heritage Site.
- 151) Jaké jsou základní právní normy týkající se ochrany přírody v Česku?
- 152) Jaké jsou problémy ekologické výchovy a povědomí v ČR?

Doporučená literatura

Boháč J., 2011: Implementace metody náhrady přírodních zdrojů v ČR – dlouhodobá těžba a její následky. In: Brtnický M., Brtnická H., Foukalová J., Kynický J. (eds.), 2011. Degradace a regenerace krajiny. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 2011, 186-193.

Buchar J., 1983: Zoogeografie. SPN, Praha, 199 pp.

Hendrych R., 1984: Fytogeografie. SPN, Praha, 220 pp.

Chernov J. I., 2008: Ecology and biogeography. Russian Academy of Sciences, Moscow, 580 pp.

Jeník J., 1997: Biosférické rezervace. MaB, MŽP ČR, Praha, 160 pp.

Lepš J., 1996: Biostatistika. Skripta. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 166 pp.

Magurran A. E., 2004: Measuring biological diversity. Blackwell Publishing, Malden, Oxford, Carleton, 215 pp.

Mordkovich V. G., 2005: Fundamentals of biogeography. Moscow, KMK, 236 pp.

Prach K., Štech M., Říha P., 2009: Ekologie a rozšíření biomů na Zemi. Scientia, Praha, 151 pp.

Primack R. B., Kindlmann P., Jersáková K., 2001: Biologické principy ochrany přírody. Portál, Praha, 349 pp.

Primack R. B., Kindlmann P., Jersáková K., 2011: Úvod do biologie ochrany přírody. Portál, Praha, 472 pp.

Vačkář D. (ed.), 2005: Ukazatele změn biodiverzity. Academia, Praha, 298 pp.

Seják J., Dejmal I., 2003: Hodnocení a oceňování biotopů České republiky. Dostupné online: <http://fzp.ujep.cz/Projekty/VAV-610-5-01/HodnoceniBiotopuCR.pdf> .

Seják J., 2010: Hodnocení funkcí a služeb ekosystémů České republiky. Dostupné online: <http://fzp.ujep.cz/projekty/HodnoceniFunkciASluzebEkosystemuCR.pdf>.

Informační systém úmluvy o biologické rozmanitosti Ministerstva životního prostředí ČR (<http://www.chm.nature.cz/>).

Participativní management chráněných území. (www.infodatasys.cz).

Management biodiverzity v Krkonoších a na Šumavě. (www.infodatasys.cz).

Červené seznamy ohrožených druhů České republiky různých autorů.