



umb UNIVERZITA
MATEJA BELA
V BANSKEJ BYSTRICI

NP NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM
PC VÝSKUMNÝ ÚSTAV PÔDOZNALECTVA
A OCHRANY PŮDY

NP NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM
PC VÝSKUMNÝ ÚSTAV TRÁVNÝCH PORASTOV
A HORSKEHO POĽNOHOSPODÁRSTVA

Radoslava Kanianska a kolektív

Ekosystémové služby



BELIANUM

2016

EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY

RADOSLAVA KANIANSKA A KOLEKTÍV



BANSKÁ BYSTRICA

2016

Publikácia vznikla v rámci riešenia projektu APVV-0098-12 „Analýza, modelovanie a hodnotenie agroekosystémových služieb“ financovaného Agentúrou na podporu výskumu a vývoja.

Názov:

Ekosystémové služby

Autorský kolektív:

Ing. Radoslava Kanianska, CSc.

Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Fakulta prírodných vied

RNDr. Jana Jaďuďová, PhD.

Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Fakulta prírodných vied

RNDr. Jarmila Makovníková, CSc.

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy Bratislava

Ing. Miriam Kizeková, PhD.

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica

doc. Ing. Ján Tomaškin, PhD.

Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Fakulta prírodných vied

Recenzenti:

prof. Ing. Ivan Vološčuk, DrSc.

prof. Ing. Jozef Vilček, PhD.

doc. RNDr. Pavel Cudlín, CSc.

Vedecký editor:

prof. RNDr. Peter Andráš, CSc.

© Belianum. Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici

© Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum

© Ing. Radoslava Kanianska, CSc., RNDr. Jana Jaďuďová, PhD., RNDr. Jarmila Makovníková, CSc.,

Ing. Miriam Kizeková, PhD., doc. Ing. Ján Tomaškin, PhD.

Edičná rada Fakulty prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici schválila *Ekosystémové služby* ako vysokoškolskú učebnicu.

ISBN 978-80-557-1129-4

OBSAH

ÚVOD	8
1 EKOSYSTÉM	9
1.1 ŠTRUKTÚRA EKOSYSTÉMU	10
1.1.1 Biocenóza	10
1.1.2 Biotop	14
1.2 TYPY EKOSYSTÉMOV	16
1.2.1 Morské a oceánické ekosystémy	17
1.2.2 Sladkovodné ekosystémy	18
1.2.2.1 Ekosystémy tečúcich vôd	18
1.2.2.2 Ekosystémy stojatých vôd	19
1.2.3 Zamokrené ekosystémy	20
1.2.3.1 Ekosystémy rašelinísk	20
1.2.3.2 Ekosystémy mokradí	20
1.2.4 Suchozemské ekosystémy	21
1.2.5 Umelé ekosystémy	23
1.2.5.1 Agroekosystémy	24
1.2.5.2 Lesné ekosystémy	26
Kľúčové slová, otázky a úlohy na overenie znalostí	28
Literatúra	28
2 EKOSYSTÉMOVÉ VLASTNOSTI, PROCESY, FUNKCIE A SLUŽBY	31
2.1 KONCEPT EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB	31
2.2 EKOSYSTÉMOVÉ VLASTNOSTI	35
2.3 EKOSYSTÉMOVÉ PROCESY (PODPORNÉ EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY)	38
2.3.1 Fotosyntéza a dýchanie	40
2.3.2 Tvorba primárnej produkcie	41
2.3.3 Kolobeh vody	42
2.3.4 Kolobeh uhlíka	44
2.3.5 Kolobeh dusíka	45
2.3.6 Kolobeh síry	48
2.3.7 Kolobeh fosforu	49
2.4 EKOSYSTÉMOVÉ FUNKCIE	50
2.5 EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY	50
2.5.1 Užívatelia ekosystémových služieb	51
2.5.2 Klasifikácia ekosystémových služieb	51
2.5.3 Vzájomné vzťahy a kompromisy medzi ekosystémovými službami	59
2.5.4 Časové a priestorové aspekty ekosystémových služieb	60
Kľúčové slová, otázky a úlohy na overenie znalostí	61
Literatúra	62

3	BIODIVERZITA AKO PREDPOKLAD PLNENIA EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB	65
3.1	BIOSFÉRA A BIODIVERZITA	65
3.2	CHARAKTERISTIKA A TYPY BIODIVERZITY	68
3.2.1	Faktory ovplyvňujúce biodiverzitu.....	73
3.3	STAV BIODIVERZITY	75
3.3.1	Stav biodiverzity vo svete	75
3.3.2	Stav biodiverzity na Slovensku	77
3.4	BIODIVERZITA A EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY.....	79
3.4.1	Príspevok biodiverzity k plneniu zásobovacích ekosystémových služieb	83
3.4.2	Príspevok biodiverzity k plneniu podporných a regulačných ekosystémových služieb.....	84
3.4.3	Príspevok biodiverzity k plneniu kultúrnych ekosystémových služieb	84
3.5	TLAK NA BIODIVERZITU.....	85
3.6	OCHRANA BIODIVERZITY	86
3.6.1	Politické a legislatívne nástroje na ochranu biodiverzity	86
3.6.2	Ochrana biotopov	88
3.6.3	Praktická ochrana biodiverzity	90
	Kľúčové slová, otázky a úlohy na overenie znalostí	93
	Literatúra	93
4	PÔDA A JEJ POSTAVENIE V EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽBÁCH	97
4.1	PÔDOTVORBA.....	97
4.1.1	Pôdotvorné faktory a podmienky	98
4.1.2	Pôdotvorné procesy	100
4.2	ZLOŽKY PÔDY	101
4.3	VLASTNOSTI, PROCESY, FUNKCIE A SLUŽBY PÔDY	104
4.3.1	Vlastnosti pôdy	104
4.3.2	Procesy pôdy	105
4.3.2.1	Podporné pôdne procesy	105
4.3.2.2	Degradačné pôdne procesy.....	106
4.3.3	Funkcie pôdy.....	107
4.3.4	Podiel pôdy na plnení ekosystémových služieb.....	108
4.4	TLAK NA PÔDU	110
4.5	STAV PÔDY.....	111
4.5.1	Stav pôdy v Európskej únii	112
4.5.2	Fyzikálna degradácia pôdy na Slovensku	113
4.5.3	Chemická degradácia pôdy na Slovensku.....	113
4.5.4	Biologická degradácia pôdy na Slovensku	115
	Kľúčové slová, otázky a úlohy na overenie znalostí.....	116
	Literatúra	117

5	ZÁSOBOVACIE EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY	120
5.1	BIOMASA	120
5.1.1	Potrava	122
5.1.2	Vlákná	124
5.1.3	Palivo	125
5.1.4	Genetické zdroje	127
5.1.5	Prírodné liečivá	128
5.1.6	Ozdoby	128
5.1.7	Zásoby sladkej vody	129
5.2	ABIOTICKÝ MATERIÁL.....	130
5.2.1	Soľ	130
5.3	ABIOTICKÉ OBNOVITEĽNÉ ZDROJE ENERGIE.....	130
5.3.1	Slnčná energia.....	130
5.3.2	Vodná energia	131
5.3.3	Veterná energia	132
5.3.4	Geotermálna energia	132
5.4	TRENDY VO VYUŽÍVANÍ ZÁSOBOVACÍCH EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB	133
5.5	HNACIE SILY VO VYUŽÍVANÍ ZÁSOBOVACÍCH EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB.....	135
	Kľúčové slová, otázky a úlohy na overenie znalostí	137
	Literatúra.....	137
6	REGULAČNÉ EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY	141
6.1	REGULÁCIA VODNÉHO REŽIMU	142
6.1.1	Regulačné služby vodných ekosystémov	144
6.1.2	Regulačné služby terestrických ekosystémov	144
6.2	REGULÁCIA KLÍMY	146
6.2.1	Regulácia klímy vodnými ekosystémami	148
6.2.2	Regulácia klímy terestrickými ekosystémami	148
6.3	REGULÁCIA ERÓZIE.....	150
6.3.1	Regulácia erózie vodnými ekosystémami.....	152
6.3.2	Regulácia erózie terestrickými ekosystémami	152
6.4	BIOLOGICKÁ REGULÁCIA.....	153
6.4.1	Regulácia patogénov, škodcov a chorôb	154
6.4.2	Opeľovanie.....	154
6.5	FILTRAČNÉ SLUŽBY	154
6.5.1	Čistenie pôdy.....	155
6.5.2	Čistenie vody	158
6.5.3	Čistenie ovzdušia	159
6.6	DÔSLEDKY ZMIEN EKOSYSTÉMOV NA PLNENÍ REGULAČNÝCH SLUŽIEB	160
	Kľúčové slová, otázky a úlohy na overenie znalostí	162
	Literatúra	163

7	KULTÚRNE EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY.....	167
7.1	POZNATKOVÁ ZÁKLADŇA A VEDA.....	167
7.2	ESTETICKÉ HODNOTY.....	171
7.3	PRÍRODNÉ A KULTÚRNE DEDIČSTVO.....	173
7.3.1	Svetové prírodné a kultúrne dedičstvo	175
7.3.2	Krajina poskytujúca kultúrne ekosystémové služby	177
7.4	REKREÁCIA, EKOTURIZMUS A GEOTURIZMUS.....	178
7.4.1	Vplyv cestovného ruchu na ekosystémy, ich služby a životné prostredie	181
7.4.2	Manažérske opatrenia vedúce k ochrane kultúrnych ekosystémových služieb.....	183
7.5	PROBLÉMY A PERSPEKTÍVY HODNOTENIA KULTÚRNYCH EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB	184
	Kľúčové slová, otázky a úlohy na overenie znalostí.....	186
	Literatúra.....	186
8	HODNOTENIE A OCEŇOVANIE EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB.....	190
8.1	PRÍRODNÝ KAPITÁL.....	190
8.2	EKONOMICKÉ HODNOTENIE	192
8.2.1	Ekonomická hodnota	192
8.2.2	Metódy ekonomického hodnotenia	196
8.2.2.1	Priame hodnotiace metódy	198
8.2.2.2	Nepriame hodnotiace metódy.....	200
8.2.2.3	Expertné hodnotiace metódy	203
8.3	EKOLOGICKÉ HODNOTENIE – BIOFYZIKÁLNE METÓDY	204
8.4	SOCIÁLNO-KULTÚRNE HODNOTENIE	207
	Kľúčové slová, otázky a úlohy na overenie znalostí.....	209
	Literatúra.....	209
9	MANAŽÉRSTVO EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB.....	213
9.1	ZÁKLADNÉ PRINCÍPY MANAŽÉRSTVA EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB	213
9.2	STRATEGICKÉ DOKUMENTY V OBLASTI MANAŽÉRSTVA EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB.....	217
9.3	MANAŽÉRSTVO TERESTRICKÝCH EKOSYSTÉMOV.....	219
9.3.1	Manažérstvo agroekosystémov	219
9.3.1.1	Manažérstvo ekosystému orných pôd	221
9.3.1.2	Manažérstvo ekosystému trávnych porastov.....	223
9.3.2	Manažérstvo lesných ekosystémov	226
9.4	MANAŽÉRSTVO VODNÝCH EKOSYSTÉMOV	228
	Kľúčové slová, otázky a úlohy na overenie znalostí	230
	Literatúra.....	230

ZOZNAM TABULIEK.....	235
ZOZNAM ORÁZKOV.....	236
ZOZNAM VYBRANÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV	238
REGISTER	240

ÚVOD

Ľudská existencia je závislá od ekosystémov, ich tovarov a služieb. Tovary poskytované ekosystémami zahŕňajú potraviny, krmoviny, textilné materiály, farmaceutické látky. Ekosystémové služby nevyhnutné pre ľudskú spoločnosť predstavujú napríklad udržiavanie hydrologického cyklu, filtráciu vody a vzduchu, reguláciu klímy, ukladanie a kolobeh živín, poskytovanie biotopov, kultúrnych či duchovných hodnôt. Bez týchto a mnohých ďalších tovarov a služieb nie je reálny ľudský život a už vôbec nie ekonomický rozvoj.

Žijeme v období, kedy sa tlak na využívanie prírodných zdrojov, t.j. ekosystémových tovarov, ako aj služieb, stále stupňuje. Obdobie antropocénu, v ktorom žijeme, zanecháva výraznú ekologickú stopu na mnohých ekosystémoch sveta. Akoby hranice ich využiteľnosti a zraniteľnosti ani neboli známe. Pritom obmedzenosť prírodných zdrojov, zníženie biodiverzity či narušené ekosystémy začínajú predstavovať riziká aj v podnikateľských aktivitách.

Takáto situácia evokuje domnienku, že doterajšia aplikácia vedeckých poznatkov do vzdelávania, manažérskych postupov a rozhodovacích procesov je nedostatočná. Na národnej, ale aj medzinárodnej úrovni sa hľadajú nové metódy a postupy, zohľadňujúce vysokú hodnotu produktov a procesov, prirodzene generovaných ekosystémami pre blaho človeka. Jedným z konceptov, vytvárajúcim nový pohľad na ekosystémy je koncept ekosystémových služieb. Tento koncept začal byť akceptovaný na medzinárodnej úrovni pomerne nedávno, v 90-tych rokoch minulého storočia. Vďaka nemu začínajú byť ekosystémové služby zahŕňané do politik a legislatívy. Stávajú sa súčasťou obchodu či účtovníctva. V koncepte ekosystémových služieb má popri ekosystémoch kľúčové postavenie človek a potreba uspokojovania jeho životných potrieb a blahobytu. Pre ľudský blahobyť sú faktory ako zdravie, estetické zážitky, rekreácia, zásobovanie potravou či ekonomická prosperita nenahraditeľné. Poskytované sú ekosystémami.

Aby bol tento koncept úspešne realizovaný v praxi, je potrebné vychovať odborníkov, ktorí budú rozumieť podstate a fungovaniu ekosystémov, ich službám poskytovaným ľudskej spoločnosti, nevyhnutným aj pre ekonomické procesy. Preto je cieľom tejto vysokoškolskej učebnice zosumarizovať základné východiská a podstatu ekosystémových služieb. Tie sú predstavené v zmysle kategorizácie ekosystémových služieb podľa Miléniového posudzovania ekosystémov, ktoré rozlišuje štyri hlavné kategórie ekosystémových služieb: zásobovacie, regulačné, kultúrne a podporné. Osobitná pozornosť je venovaná hodnoteniu a oceňovaniu ekosystémových služieb, ktoré vytvárajú oporu ich efektívneho manažérstva, s cieľom komplexnej ochrany ekosystémov a ich služieb pre budúce generácie.

Vysokoškolská učebnica je určená študentom vysokých škôl so zameraním na environmentálny manažment, ekológiu či environmentalistiku, ako aj všetkým záujemcom o túto problematiku.

Autori

1 EKOSYSTÉM

Termín ekosystém zaviedol anglický ekolog **Tansley** v roku 1935. Chápal ho ako systém, v ktorom sú vo vzájomných vzťahoch všetky spoločenstvá organizmov (rastlinných aj živočíšnych) spolu s komplexom všetkých fyzikálnych a chemických faktorov, ktoré vytvárajú prostredie týchto organizmov. Rokmi bol význam termínu ekosystém upravovaný a aj v súčasnosti je možné stretnúť sa s rôznymi definíciami. Napríklad podľa **Ellenberga et al.** (1992) je ekosystém štrukturálny a funkčný celok **biocenózy** a jeho prostredia, **biotopu**. **Dohovor o biologickej diverzite** definoval ekosystém ako dynamický komplex spoločenstiev rastlín, živočíchov a mikroorganizmov a ich neživého prostredia, ktoré vzájomne pôsobia ako funkčná jednotka. Na Slovensku **Vološčuk** (2001) definoval ekosystém ako heterogénny (hybridný) systém, zložený z biologického subsystemu (obyčajne biocenózy) a subsystemu prostredia (ekotopu). Látková výmena organizmov s prostredím prebieha v prírode jedine v rámci ekosystému. Ak však látkovú výmenu sledujeme ako jeden z mnohých procesov prebiehajúcich v určitom priestore, hovoríme o geosystémovom prístupe. V **zákone č. 17/1992 Z. z. o životnom prostredí** ekosystém predstavuje funkčnú sústavu živých a neživých zložiek životného prostredia, ktoré sú navzájom spojené výmenou látok, tokom energie a odovzdávaním informácií a ktoré sa vzájomne ovplyvňujú a vyvíjajú v určitom priestore a čase. V **zákone č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny** sa za zložky ekosystému považujú horniny, nerasty, reliéf, pôdy, voda, ovzdušie, rastlinstvo, živočíšstvo a antropické objekty a látky. Zložky sa skladajú z prvkov ekosystémov, ktorými sú najmä jedince druhov rastlín, živočíchov, nerastov a skamenelín, ich časti a vývinové štádiá, tvary reliéfu, pôdne typy, jazerá, vodné toky, pramene, ponory, gejzíry, formy osídlenia a využitia krajiny.

Podstatou definície ekosystému je slovo systém a teda je aj potrebné jeho systémové chápanie. **Seják et al.** (2010) zdôrazňujú potrebu správneho chápania systému, ktorý je viac ako suma jeho častí. Zmysel každej jednotlivéj časti živého systému je možné pochopiť, len ak je posudzovaný v kontexte celého systému. Je potrebné uvedomiť si, že ekosystém vyjadruje funkčnú prepojenosť, vzájomnú závislosť a vzájomné vytváranie foriem či druhov života s ich neživým prostredím. Pritom pod pojmom ekosystémy je potrebné rozumieť nielen vymedzené priestory na povrchu Zeme, ale aj jednotlivé organizmy, pretože tie sú spoločenstvami mikrobiálnych foriem fungujúcich v rámci ekosystému daného organizmu.

Ekosystém je termodynamicky otvorený systém. Medzi živou a neživou súčasťou ekosystému prebieha trvalá výmena hmoty a energie. Všetky premeny látok, ako aj tok energie v ekosystémoch, sa uskutočňujú v procesoch syntézy a rozkladu. **Syntéza** organických látok (vytváranie biomasy) je proces, ktorý je energeticky náročný a je k nemu potrebný katalyzátor, pričom veľké množstvo energie sa viaže vo forme chemických väzieb. **Rozklad** je proces, pri ktorom sa energia viazaná v biomase uvoľňuje, pričom dochádza k rozkladu organických látok.

Každý ekosystém závisí od energie importovanej do ekosystému, čo predstavuje energiu slnečného žiarenia, vody, minerálnych látok z pôdy, ovzdušia. Na druhej strane dochádza ku strate energie z ekosystému predovšetkým vyžarovaním, premenou skupenstva, prenosom

prostredníctvom turbulencie vzduchu, biochemickými procesmi, najmä respiráciou a stratou hmoty, napr. živín, priesakom zrážkovej vody alebo odtokom, exportom organickej hmoty (Križová et al., 1992).

1.1 ŠTRUKTÚRA EKOSYSTÉMU

Ekosystém je štruktúrálny a funkčný celok biocenózy a biotopu, kde neustále prebiehajú interakcie medzi živými a neživými zložkami. **Vzťahy a vzájomné princípy biotopu a biocenózy** sú charakterizované tromi základnými biocenotickými princípmi:

- **1. biocenotický princíp** (Thienemann, 1918): Čím sú životné podmienky biotopov rozmanitejšie, tým viac druhov biocenóza obsahuje, pričom hustota populácií jednotlivých druhov je pomerne nízka. V takom prípade je biotop veľmi členitý a poskytuje viac možností pre výskyt väčšieho počtu druhov, ako je tomu napríklad v tropickom dažďovom pralesi.
- **2. biocenotický princíp** (Thienemann, 1918): Čím väčší sa životné podmienky biotopu odchyľujú od stavu optimálneho (pre danú biocenózu), tým je biocenóza druhovo chudobnejšia, pričom populácie niekoľko málo druhov dosahujú vysokú hustotu. Druhovo chudobné biocenózy sú typické napríklad pre tundru, znečistené vody, slané jazerá, vysokohorské biotopy.
- **3. biocenotický princíp** (Franz, 1952): Čím sú životné podmienky v biotope stabilnejšie, tým je biocenóza druhovo bohatšia, vyrovnanejšia a stabilnejšia.

1.1.1 Biocenóza

Biocenóza, resp. cenóza, čiže spoločenstvo, je súborom populácií organizmov žijúcich v danom čase na danom priestore. Pojem zaviedol Moebius v roku 1877 na základe štúdia ustricových lavíc, keď zistil, že sa skladajú z rôznych druhov žijúcich v stabilných vzájomných vzťahoch a v zhode s podmienkami daného biotopu. Biocenózu definoval ako spoločenstvo žijúcich organizmov, ktoré zložením a počtom druhov i jedincov vzájomne sa podmieňujúcich zodpovedá priemerným vonkajším podmienkam, a ktoré sa rozmnožovaním trvalo udržiava vo vymedzenom priestore.

Biocenóza sa rozlišuje:

- **fytocenóza** – spoločenstvo rastlín, ktoré môže mať niekoľko štruktúr podľa:
 - životných foriem rastlín závislých od podmienok stanovišťa,
 - ekologických skupín druhov,
 - priestorovej štruktúry spoločenstva určujúcej základné procesy celého ekosystému, ako tok energie, hmoty, živín, tvorbu pôdnych horizontov. Rozlišuje sa:
 - **horizontálna štruktúra** - mozaika rôzne rozmiestnených jedincov a celých populácií v smere pôdneho povrchu. Je výrazom druhovej pestrosti a plošnej a priestorovej veľkosti populácií.

- **vertikálna štruktúra** – usporiadanie nadzemných a podzemných častí rastlín vo vertikálnej rovine, ide o stratifikáciu – rozvrstvenie do poschodí, etáží (E – z francúzskeho étage – poschodie), napríklad stromová, krovinná, bylinná etáž atď.
- **zoocenóza** – spoločenstvo živočíchov viacerých druhov v určitom prostredí a čase, líšiace sa podľa rôznych znakov:
 - **kvalitatívnych** – druhová alebo skupinová skladba,
 - **kvantitatívnych** – početnosť, hustota druhov, abundancia, biomasa, produkcia, dominancia,
 - **štruktúrálnych** – frekvencia, konštancia, druhová identita, diverzita, ekvitabilita,
 - **korelačných alebo vzťahových** – fidelita, koordinácia.
- bakteriocenóza – spoločenstvo baktérií,
- mykocenóza – spoločenstvo húb.

V biocenózach sa nachádzajú rôzne skupiny organizmov, ktoré sa rôznym spôsobom zúčastňujú na toku energie v ekosystéme. Podľa spôsobu získavania potravy sa rozlišujú organizmy:

- autotrofné,
- heterotrofné,
- mixotrofné.

Na základe rozdielnej účasti na hromadení organickej hmoty fotosyntézou, chemosyntézou, alebo spotreby tejto hmoty sa rozlišuje niekoľko hierarchických stupňov:

- **producenti** - patria sem všetky autotrofné organizmy a chemosyntetické baktérie,
- **konzumenti** - heterotrofné organizmy, živočíchy, vyššie nezelené rastliny, organizmy živiace sa rastlinnou alebo živočíšnou potravou, v rámci ktorých sa rozlišujú:
 - konzumenti prvého rádu - živiaci sa producentmi (bylinožravce, parazitické organizmy zelených rastlín)
 - konzumenti druhého rádu - živiaci sa konzumentmi prvého rádu, bylinožravcami, označované aj ako primárne mäsožravce,
 - konzumenti tretieho rádu - živiaci sa konzumentmi druhého rádu, primárnymi mäsožravcami a označované ako sekundárne mäsožravce (karnivory)

Samostatné postavenie majú **všežravce** (omnivory), **nekrofágy** (živiace sa uhynutými alebo mierne rozloženými telami živočíchov), **dekompozítory**.

Pohyb látok v ekosystéme prebieha cez trofické potravné reťazce:

- **pastevo-koristnícky (herbivorný)**, kde producenti vytvárajú biomasu, v ktorej je viazaná energia. Konzumenti prevádzajú biomasu a energiu do inej podoby.
- **rozkladný (detritový)**, v ktorom reducenti zabezpečujú rozklad zvyškov z predchádzajúceho reťazca až na jednoduché minerálne látky.
- **parazitický**, v ktorom je prvým článkom telo hostiteľa.

Vo vyspelých ekosystémoch transformácia biomasy prebieha po zložitých prepletajúcich sa dráhach tvoriacich **potravné siete**. Čím sú ekosystémy druhovo bohatšie, tým zložitejšie sú ich potravné siete. Ak trofickú štruktúru určitého ekosystému zobrazíme pomocou plošného diagramu, dostaneme obraz ekologickej pyramídy. Medzi za sebou nasledujúcimi trofickými úrovňami sústavne klesá objem biomasy, resp. energie.

K charakteristickým znakom každej biocenózy patrí:

- stálosť,
- nezávislosť,
- autoregulácia.

Clements (1916) sformuloval názor, že spoločenstvo je vlastne jeden veľký superorganizmus. Podľa tejto koncepcie spoločenstvo tvorí systém, resp. jednotka, ktorá sa tvorila dlhodobou ko-evolúciou druhov, ktoré spoločenstvo tvoria. Druhy spoločenstva sú potom viazané vzájomnými funkčnými vzťahmi a v dôsledku toho je zloženie spoločenstva stabilné, funguje a reaguje ako celok. Jednotlivé spoločenstvá sa v zmysle tejto koncepcie dajú od seba dobre odlíšiť, lebo sú ostro ohraničené. Fytocenológ Gleason (1939) neskôr prišiel s odlišným ponímaním spoločenstva, ktoré bolo založené na individualistickom koncepte. Podľa neho ideálne spoločenstvo (t.j. spoločenstvo so stálou štruktúrou, druhmi, vzťahmi) neexistuje. Spoločenstvo predstavuje funkčný systém, ale veľmi otvorený a tiež premenlivý. Do spoločenstva vždy vstupujú tie druhy, ktoré nachádzajú v danom biotope v danom čase vhodné podmienky pre svoju existenciu. Ako sa tieto podmienky menia, tak sa mení aj druhové zloženie spoločenstva, pričom nemožno hovoriť o fixných jednotkách, ale skôr o postupnej zmene spoločenstva. Oba tieto koncepty sa uplatňujú aj dnes, hoci v súčasnosti dominuje v ekologickom výskume skôr individualistický prístup (Kováč et al., 2006).

Všetky spoločenstvá podliehajú zmenám v čase i priestore. Časové zmeny spoločenstiev možno rozdeliť na:

- **Periodické zmeny**, ktoré sa pravidelne striedajú. Môže ísť o krátkodobé cykly, čiže cirkadiánny (24-hodinový) cyklus, alebo sezónne cykly, t.j. cykly podliehajúce ročným obdobiam. Cirkadiánne zmeny sa prejavujú najmä u živočíchov, ale aj rias či siníc.
- **Sezónne zmeny** v spoločenstvách vyplývajúce zo striedania ročných období sa prejavujú v podobe fenologických aspektov.
- **Komplexné zmeny** sú dlhodobejšie zmeny spoločenstiev, ktoré môžu mať charakter cyklických zmien, fluktuácií alebo sukcesíí.
- **Cyklické zmeny** súvisia s vekom spoločenstva a s rozdielnymi nárokmi rastlín v inom období rastu.
- **Fluktuácie** predstavujú dlhodobé kolísanie v zložení spoločenstva, ktoré nemajú cyklický charakter. Spoločenstvo podliehajúce fluktuáciám nemá fixné zloženie.

Sukcesia je vývoj spoločenstva, ktorý smeruje k určitému ustálenému stavu, pričom nejde o cyklický, ale jednosmerný vývoj, ktorý dokonca vieme s istou presnosťou predvídať.

Sukcesia prebieha v dôsledku zmien fyzického prostredia, pričom tieto zmeny sú vyvolané pôsobením spoločenstva ako takého. Sukcesia je kontrolovaná spoločenstvom. Biocenózy sa vyvíjajú určitým smerom k vrcholovému štádiu v daných prírodných podmienkach, **klimaxu. Podľa rázu rozhodujúceho faktora** vývojového procesu sa rozlišuje sukcesia:

- **autogénna**- vyvoláva pôsobenie organizmov na abiocén, napr. skala postupne zarastá lišajníkmi, machom, trávou, bylinami, až napokon sa uchytiť stromy,
- **alogénna** - vyvolávajú geomorfologické procesy a klimatické činitele, napr. preloženie koryta rieky zmení v jej okolí výšku hladiny spodnej vody a polohu inundačného pásma. Zmenený vodný režim územia zapríčini zmeny v druhovej skladbe aj biomase suchozemskej vegetácie, čo sa následne odrazí na štruktúre zoocenózy. Alogénnu sukcesiu spoločenstiev vyvoláva i **zmena pôvodnej krajiny na krajinu kultúrnu** (antropogénny subklimax).

Ďalšie delenie sukcesie je na:

- **primárnu** - pionierske štádiá,
- **sekundárnu** - keď nové spoločenstvo vzniká na substráte, ktorý bol predtým obývaný a zlikvidovaný, **napr. orbou**.

Spoločenstvá, ktoré nasledujú v sukcesii za sebou, sa označujú termínom **série**, ktoré sa rozlišujú na:

- **hydričné** – začínajú sa vo vode. Ak sa napríklad vybagruje štrkové jazero, séria má spravidla nasledujúcu podobu: mikroorganizmy, riasy, sinice, pri brehu rastliny - v dôsledku toho sa na dne hromadí organická hmota a jazero sa postupne zazemňuje - vodná plocha sa mení na mokrad', v ktorej sa postupne uchytiť prvé dreviny - napr. vrbu a jelše. Tie spôsobujú zvýšené vyparovanie vody a vysušenie substrátu, až napokon vznikne suchozemské prostredie.
- **xéricke** série začínajú suchozemským prostredím.

Terminálnym štádiom sukcesie je **klimax** – stabilizované spoločenstvo, ktoré je teoreticky stabilizované v čase za daných klimatických podmienok. Prvky, ktoré ho tvoria, sú ustálené, preto spoločenstvo už nepostupuje do nijakého ďalšieho štádia. Rozlišuje sa niekoľko typov klimaxu:

- **klimatický** - typ klimaxu, ktorý je v súlade s makroklimou,
- **edafický** - podmieňujú miestne pôdne podmienky – napríklad lužné lesy, ktoré získavajú opakovane živiny prostredníctvom záplav,
- **extrazonálny** - typ spoločenstva v stave klimaxu, ktoré sa nachádza v inej klimatickej oblasti - napr. relikt,
- **katastrofický** - vzniká v oblasti s pravidelným výskytom katastrofických javov (napr. periodické požiare), čiastočne sem môžu patriť aj lužné lesy,
- **disklimax** - stabilizované spoločenstvá nie klimaxového charakteru, ale udržiavané človekom alebo domácimi hospodárskymi zvieratami – napr. kosené lúky, pasienky.

1.1.2 Biotop

Biotop (habitat) je prostredie, v ktorom sa biocenóza vyvinula. Súbor abiotických faktorov prostredia vo vzťahu k živej zložke sa podľa Zlatníka et al. (1973) označuje ako **ekotop** a je synonymum biotopu, častokrát vysvetľovaného ako ekotop ovplyvnený činnosťou organizmov alebo ako priestorové vymedzenie biosféry. Duvigneaud (1988) definuje biotop ako sumu faktorov, ktoré podmieňujú existenciu určitých populácií alebo biocenóz v prírode. Biotop pokladá za životné prostredie biocenózy.

Podľa Smernice Rady 92/43/EHS o ochrane biotopov, voľne žijúcich živočíchov a voľne rastúcich rastlín, biotop znamená suchozemskú alebo vodnú oblasť vymedzenú geografickými, abiotickými a biotickými charakteristikami bez ohľadu na to, či sú úplne prirodzené alebo poloprirodzené. **Biotopom druhu** je prostredie, určené špecifickými abiotickými a biotickými faktormi, v ktorom druh žije v ktorejkoľvek fáze svojho biologického cyklu.

Biotop je možné deliť na:

- klimatop – prevládajúca klíma (mezoklíma),
- edafotop (edatop) – substrát, pôda,
- hydrotop – voda (prítomná vo všetkých biotopoch).

V ekológii, botanike a fytoecológii je ďalej často používaný termín stanovište. **Stanovište** je individuálny biotop, presne topograficky a geograficky vymedzený, v ktorom organizmy žijú. **Lokalita** je konkrétne geograficky vymedzené miesto výskytu sledovaného druhu.

Stanovištia sa triedia na základe ich premenlivosti v čase a priestore. **V čase** môže byť stanovište z hľadiska organizmu:

- **trvalé** (ak sú podmienky neobmedzene dlho priaznivé alebo nepriaznivé),
- **predvídateľne sezónne** (ak dochádza k pravidelnému striedaniu priaznivých a nepriaznivých období),
- **nepredvídateľné** (ak rôzne dlhé priaznivé obdobia sú prerušované rovnako premenlivými nepriaznivými obdobiami) alebo
- **efemérne** (ak po predvídateľne krátkom priaznivom období nasleduje neobmedzene dlhé nepriaznivé obdobie).

V priestore môže byť stanovište:

- **súvislé** – ak je priaznivá oblasť väčšia, ako môže organizmus pokryť, aj vtedy, ak použije zvláštne mechanizmy šírenia,
- **mozaikovité** – plôškové – ak sa priaznivé a nepriaznivé oblasti prekrývajú, ale organizmus sa môže ľahko šíriť z jednej priaznivej oblasti do inej,

- **izolované** – ak je obmedzená priaznivá oblasť tak vzdialená od iných nepriaznivých oblastí, že sa organizmus, až na ojedinelé prípady a náhody, medzi nimi nemôže šíriť (Begon et al., 1997).

Faktory prostredia sa rozdeľujú z rôznych hľadísk:

- abiotické - fyzikálne a chemické,
- biotické - činnosť organizmov vrátane človeka, kedy niektorí autori vymedzujú činnosť človeka osobitne ako faktory antropické.

Abiotické prostredie môže mať na biocenózu vplyvy:

- **chemické** - chemické zloženie pôdy, ovzdušia, vody,
- **fyzikálne** - teplota, vlhkosť vzduchu, tlak vzduchu, vietor, žiarenie, hluk.

Existencia organizmov a ich druhové rozmiestnenie je ovplyvňované všetkými zložkami životného prostredia, atmosférou, pedosférou, hydrosférou, litosférou aj biosférou. Z **abiotických faktorov** sú dôležité **klíma a substrát**. Najdôležitejšími prvkami klímy pre existenciu živých organizmov sú **svetlo, teplota, vlhkosť**.

Topografické faktory (sklon povrchu, expozícia) sa označujú vo vzťahu k organizmom ako faktory nepriamo pôsobiace, nakoľko modifikujú faktory priamo pôsobiace, ako sú klimatické a edafické.

V rôznych častiach biotopu vznikajú miesta, na ktorých sa organizmy koncentrujú viac ako na iných miestach, pretože väčšmi vyhovujú ich požiadavkám. Také miesta sa nazývajú **choriotopy** a v podstate predstavujú horizontálnu stratifikáciu biotopu. Spoločenstvá organizmov, ktoré ich osídľujú, nazývame **choriocenózy**. Ďalším subsystémom biocenózy môžu byť **merocenózy** – cenózy viazané na istú štrukturálnu jednotku v spoločenstve, napríklad na korene stromov, listy, dutiny. Zoskupenie rovnakých životných foriem sa označuje termínom **synúzie**. Patria medzi ne napríklad synúzie machov na kameňoch, synúzie rastlín bylinnej etáže dubového lesa. Tam, kde sa stretávajú dve rôzne spoločenstvá, vznikajú často prechodné spoločenstvá, ktoré sa nazývajú **ekotony**. Ekosystém má spravidla územie hlavného výskytu biocenózy a perifériu vykazujúcu prechodne prvky k susediacej biocenóze. Prechodné pásmo medzi ekosystémami (ekoton) sa vyznačuje značne variabilnými podmienkami, napr. okraje lesov tvorí pásmo krov, do ktorého prenikajú prvky flóry i fauny z oboch hraničiacich ekosystémov. Ekotony môžu byť rôzne široké, vyznačujú sa zvýšenou druhovou pestrosťou. Ide o jav nazývaný okrajový efekt (edge effect). Na pomerne malej ploche ekotonu sa môžu striedať jednotlivé vývojové stupne biocenóz, napr. jazero - trasovisko - mokrá lúka - les. Takéto navzájom súvisiace sukcesívne série nazývame **biocenotický komplex**. Ekosystém môže mať aj vyčlenené **fragmenty**, ktoré od neho oddeľujú buď prirodzené bariéry (voda, skaly) alebo antropogénne zásahy (sídlišká, obrábané plochy, vodné stavby). Z fragmentov sa po redukcii materskej biocenózy stávajú **refúgiá**, napr. poľné lesíky.

1.2 TYPY EKOSYSTÉMOV

Vernadský (1926) nazýva najväčší ekosystém Zeme **biosférou**. Je to súbor prírodných ekosystémov existujúcich na súši, v moriach a oceánoch, alebo na ich hraniciach. Biosféra zahŕňa všetky živé organizmy našej planéty, celosvetovú biocenózu - **holobióm**. Biosféra Zeme ako superekosystém predstavuje veľmi vysoký, ale konečný počet ekosystémov, zahrňujúcich v jednote prepojené siete všetkého, od jednobunečného organizmu s jeho okolím až po celú biosféru.

Človek vyvíja neustále väčší tlak svojou ekonomickou činnosťou na životné prostredie, čím mení charakter jeho zložiek. Postihnutá je už takmer celá naša planéta. Preto je pojem biosféra zamieňaný novým termínom - **noosféra** (pozmenená biosféra ľudskou činnosťou).

Podľa veľkosti sa rozlišujú mikroekosystémy, mezoekosystémy a makroekosystémy. Ellenberg (1973) delí ekosystémy na:

- **prírodné alebo prírodným ekosystémom blízke**, v ktorých je hlavným zdrojom energie slnečné žiarenie. Vznikli prirodzenou cestou, bez vplyvu človeka. Vyznačujú sa schopnosťou autoregulácie, autoreprodukcie a evolúcie. Vedia si udržiavať vnútornú rovnováhu (homeostázu). Sú schopné rezistencie (zotrvania v určitých podmienkach istý časový interval) aj reziliencie (pružnej, elastickej reakcie na nejakú zmenu vonkajšieho prostredia) (Storch, Mihulka, 2000). Delia sa na:
 - **morské** (marinné - M), ktorých médiom je slaná voda,
 - **sladkovodné** (limnické - L), ktorých médiom je sladká voda,
 - **zamokrené** (semiterestrické - S), ktorých médiom je zaplavovaná, mokrá pôda a vzduch (patria sem močariská, rašeliniská),
 - **suchozemské** (terestrické - T), ktorých médiom je prevzdušnená pôda a vzduch.
- **umelé** (zmenené) - urbanisticko-industriálne ekosystémy, umelo vytvorené človekom, napr. agroekosystémy, niektoré lesné ekosystémy, mestá, sídliská. Spoločenstvá týchto ekosystémov potrebujú k svojej existencii dodatkovú podpornú energiu (orbu, kosenie, umelé hnojivá), ktorou sú udržiavané.

Niektoré triedenia ešte vymedzujú medzi prírodnými a umelými ekosystémami kategóriu tzv. **prírodných ekosystémov**, na ktorých sú ekologické nároky spoločenstiev v súlade s podmienkami stanovišťa, ale sú aspoň čiastočne ovplyvňované hospodárskymi zásahmi, majú jednoduchšiu štruktúru, ale pritom zachovanú autoreprodukčnú schopnosť.

V kultúrnej krajine sú významnou zložkou **synantropné spoločenstvá**, tvorené rastlinami šíriacimi sa činnosťou človeka, napr. burinami, ruderálnymi druhmi. Synantropné spoločenstvá vznikajú spontánne na miestach s veľkou koncentráciou obyvateľstva a majú viacero dôležitých funkcií v krajine, ako pôdoochrannú a mikroklimatickú, hygienickú (zachytávajú prach, čistia ovzdušie), funkciu zvukovej clony (najmä pozdĺž komunikácií) a estetickú. V rámci synantropnej vegetácie sa rozlišujú:

- **apofyty** - naše druhy spontánne sa šíriace činnosťou človeka (napr. *Urtica dioica*, *Elytrigia repens*)
- **antropofyty** - rastliny cudzieho pôvodu úmyselne alebo náhodne šírené činnosťou človeka,
- **adventívne rastliny** - zavlečené k nám až v novoveku (15. st.) a ich početnosť neustále narastá (napr. *Impatiens parviflora*, *Acorus calamus*),
- **karanténne buriny** - tvoria kategóriu veľmi nebezpečných druhov, ktoré majú vysoký reprodukčný potenciál, veľkú rýchlosť šírenia, širokú ekologickú valenciu, veľkú adaptabilitu, expanzivnosť šírenia.

1.2.1 Morské a oceánické ekosystémy

Z celkového objemu 1,4 miliárd km³ vody **na Zemi 97 % predstavuje slaná voda**, čiže morské a oceánické ekosystémy a len **3 % sladká voda** (Shiklomanov, 1993).

Chemické a fyzikálne vlastnosti oceánov sa menia v závislosti **od hĺbky a zemepisnej šírky**. So zmenou hĺbky sa mení svetlo, tlak, teplota a dostupnosť živín, čo ovplyvňuje výskyt oceánických organizmov. Vo vzťahu k zemepisnej šírke rozmanitosť druhov postupne klesá so vzdialenosťou od rovníka (podobne ako na súši). Zemepisná šírka veľmi ovplyvňuje aj povrchovú teplotu a pretože oceány sú v stálom pohybe, teplo a soľ sa presúvajú v oceánickom povodí. Prírodné vlnenie spôsobuje zmiešavanie na hladine a absorbované svetlo sa dostáva do hĺbky, takže v dôsledku toho je celkový rozsah teplôt v oceánickom prostredí oveľa menší ako na súši.

V závislosti od hĺbky sa najvýraznejšie mení rozptyl svetla. Zóna, kde je možná fotosyntéza, sa obmedzuje na vrstvu blízko pri hladine. **Do hĺbky vyše 100 m preniká iba modré svetlo a hlbšie ako do 250 m nepreniká takmer nijaké svetlo**. Primárna produkcia však nie je jednotná v hladinových vodách všetkých oceánov. Napríklad väčšina otvorených oceánov je pre obmedzenú prítomnosť živín na hladine morským ekvivalentom púšte s malým množstvom foriem života, no existujú tzv. oázy. Pozdĺž línií zlomu a poklesu skalných chrbtov uprostred oceánu vyvierajú oceánske sopúchy, kde podmorské sopky vylievajú prehriatu vodu a lávu na dno oceánu. Tieto miesta s vyšším obsahom síry lákajú chemotrofické baktérie a tie tvoria základ zložitého potravinového reťazca vrátane spoločenstva filtrujúcich mäkkýšov, červov a ostnatokožcov. Dusík a fosfor sa môžu dostať na hladinu v zónach, kde z hĺbok stúpajú spodné vody, takže v oblastiach najproduktívnejších lovísk je vysoká produktivita.

Pobrežné a priľahlé oblasti, v ktorých sa usádzajú živiny zo súše, patria tiež k veľmi produktívnym zónam. Obsah živín sa však môže meniť podľa miestneho úhrnu zrážok, objemu odplavovania zo súše a charakteru pôdy a geologického podložia. Pre produkciu fytoplanktónu je veľmi významná teplota vody. V miernych pásmach po jarnom rozmachu fytoplanktónu nasleduje pokles produktivity, pretože vo vode ubúda živín. V zime sa produkcia zastaví, alebo sa minimálne obmedzí. Miera prísunu živín a ich uvoľňovania do vody je väčšia ako miera ich príjmu fytoplanktónom. Produkcia fytoplanktónu narastá, keď na jar opäť stúpne teplota, a znovu dochádza k jeho rozmachu, pretože má dostatok živín.

Podľa zemepisnej polohy sa mení aj **salinita morskej vody**. Pre oblasti s veľkým povrchovým vyparovaním a nízkym úhrnom zrážok je charakteristická vyššia slanosť ako v oblastiach s nízkym povrchovým vyparovaním a vysokým úhrnom zrážok. Salinita, hustota a teplota vody navzájom súvisia, no tieto faktory sa na hladine oceánov značne odlišujú.

V rôznych hĺbkach oceánu možno rozlíšiť **vodné vrstvy** podľa ich fyzikálno-chemických vlastností a podľa rýchlosti a smeru toku a v každej z nich sa nachádzajú odlišné spoločenstvá organizmov. Oceánické vody sú natoľko veľké, že tlmia vplyv vonkajších faktorov. Na širom oceáne sa zmeny sezóny takmer neprejavia. Stabilita v morskom a oceánickom prostredí je udržiavaná nepretržitou výmenou energie medzi hlbokomorskými studenými vrstvami a teplejšou hladinou.

1.2.2 Sladkovodné ekosystémy

Dve tretiny z celkových zásob sladkej vody na Zemi sú v tuhom skupenstve uložené v **ľadovcoch** a len jedna tretina je v kvapalnom stave, pričom väčšina predstavuje vodu podzemnú. Z celkových zásob sladkej vody na Zemi len asi **0,3 % predstavujú vodu povrchovú** (Shiklomanov, 1993), na ktorú sa viažu sladkovodné a zamokrené ekosystémy. Len časť z nej, asi 200 000 km³ predstavuje vodu v jazerách (90 000 km³), mokradiach (11 000 km³), riekach (2 000 km³), pôde a permafroste (90 000 km³), atmosfére (13 000 km³), a živých organizmoch (1 000 km³) (Pearce, 2006). Sladkovodné ekosystémy sa rozdeľujú na:

- **vody podzemné,**
- **vody povrchové:**
 - tečúce vody (pramene, pramenné toky, horské potoky, rieky, veľtoky)
 - stojaté vody:
 - veľké prirodzené a umelé nádrže, jazerá, rybníky ,
 - trvalé alebo periodické drobné vodné nádrže (dažďové mláky a tône),
 - vody zo zvýšeným obsahom solí (slaniská),
 - zazemňované a prechodné biotopy (močariská a rašeliniská).

Vodná bilancia určitého územia a jeho vodných biotopov je výsledkom interakcie dažďových zrážok, odtoku, výparu, transpirácie rastlín a priesaku pôdou. Kontinentálne sladkovodné nádrže a toky majú väčšinou malú hĺbku, preto zaberajú malý objem biosféry, na druhej strane majú veľmi bohaté a pestré druhové zastúpenie vzhľadom k veľkej rozmanitosti životných podmienok.

1.2.2.1 Ekosystémy tečúcich vôd

Základným znakom tečúcich vôd je **jednosmerné prúdenie vody** (turbulentné a laminárne), stály odsun a transport rozpustených alebo suspendovaných látok a relatívne vyrovnaný teplotný režim vody.

Biotoxy prúdiacej vody sa označujú ako **lotické**. V rámci nich rozoznávame úseky s prudkými prúdmi (kaskády, pereje). Sú to **torentilné** úseky tokov. Úseky s pokojnejšou prúdiacou vodou sa označujú ako **fluviatilné**. Časti nížinných tokov s takmer stojatou hladinou sa nazývajú **lenitické**.

Množstvo druhov všetkých organizmov závisí od rozmanitosti životných podmienok, preto sa rozlišujú spoločenstvá organizmov kamenitého, štrkovitého, piesčitého dna a podobne. Ekosystémy tečúcich vôd sa delia na:

- pramene a studničky,
- bystriny (horné úseky tokov),
- potoky (stredné úseky tokov),
- veľtoky (dolné úseky tokov riek),
- tečúce prechodné vody – a statické vody a kanály.

1.2.2.2 Ekosystémy stojatých vôd

Fyziograficky sa životný priestor každej nádrže člení na:

- **pelagiál** - oblasť voľnej vody, je obývaný dvomi skupinami organizmov:
 - planktónom – jeho organizmy sú pasívne sa vznášajúce alebo obmedzene plávajúce vo voľnej vode (baktérie, riasy, prvoky, mnohonôžky),
 - nektónom – jeho živočíchy aktívne plávajú vo vode (ryby, vodné cicavce).
- **bentál** – oblasť dna, predstavuje celý areál dna vodnej nádrže alebo toku. Člení sa na:
 - **litorál** - pobrežná presvetlená zóna bentálu s bohatým osídlením, horizontálne aj vertikálne členená na viac stupňov.
 - **profundál** - začína v pásme, kde sa vyrovnáva fotosyntetická bilancia s respiráciou. Prevládajú tu disimilačné procesy nad asimilačnými. Cenózy sú tvorené konzumentmi aj veľkým podielom chemoautotrofných organizmov. Zoocenózy profundálu rôznych nádrží, ich druhová diverzita aj kvantitatívny rozvoj populácií sú podstatnou mierou regulované množstvom a kvalitou potravy dopadajúcej na dno a kyslíkovým režimom.

Pelagiál a bentál sa vertikálne aj horizontálne člení podľa svetelného gradientu. **Vo vrchnej presvetlenej vrstve vody (epipelagiále)** prevláda fotosyntetická produkcia, **v spodných vrstvách (batypelagiále)** pri nedostatku svetla fotosyntetická produkcia chýba. Prevládajú rozkladné procesy organickej hmoty a dýchanie všetkých organizmov vrátane rastlín. Hranicou medzi obidvomi vrstvami je kompenzačná hladina, kde sa vyrovnáva efekt fotosyntézy a dýchania. Presvetlená zóna dna hlavne pri brehoch tvorí litorálne pásmo a nepresvetlená tmavá zóna dna tvorí profundálne pásmo. Prechod medzi litorálom a profundálom sa označuje ako **sublitorál**. Charakter a rozsah všetkých spomínaných zón je určený morfológiou nádrže a priepustnosťou vody na svetlo.

1.2.3 Zamokrené ekosystémy

V zamokrených ekosystémoch je médiom zaplavovaná mokrá pôda a vzduch. Patria sem rašeliniská a močiare.

1.2.3.1 Ekosystémy rašelinísk

Rašeliniská zaberajú často rozsiahle územia s vysokými zrážkami, vyššou vlhkosťou vzduchu a veľkou rastlinnou biomasou, v ktorej dominujú rôzne druhy rašelinníkov rodu *Sphagnum*. Rašelinník prerastá staršie odumierajúce rastlinné porasty a za anaeróbných podmienok vytvára humifikovanú pôdu - rašelinu. Voda rašelinísk má nedostatok kyslíka a vysoký obsah oxidu uhličitého, má malú pufračnú kapacitu a reakcia vody je kyslá. Podľa svojho pôvodu a zdroja vody, ktorou sú rašeliniská zásobované, sa rozoznávajú dva typy:

- **slatiny** - vznikajú zazemnením jazier a iných nádrží a sú **zásobované podzemnou vodou**. Hladina podzemnej vody je vysoko a prenáča pôdu, pH vody sa pohybuje v rozmedzí 5 - 6.
- **vrchoviská** - sú **zásobované zrážkovou vodou**, ktorú drží na povrchu nepriepustné podložie, pH vody sa pohybuje v rozmedzí 3,5 až 4,5.

Sú zaujímavé svojou mumifikačnou funkciou, sú v nich dobre uchované semená rastlín a zbytky živočíšnych tiel. Peľovými analýzami rašelinných horizontov je možné so značnou historickou presnosťou sledovať nielen premeny okolitých terestrických porastov, ale aj vývoj osídlenia pôvodných vodných ekosystémov. Vek príslušných vrstiev je možné stanoviť rádioizotopovou metódou.

1.2.3.2 Ekosystémy mokradí

Mokrade sa vyskytujú na celej planéte, od polárnych oblastí po trópy, pozdĺž pobreží aj vo vnútri kontinentov. Zaberajú veľmi rozsiahle územia, ale môžu vytvoriť aj malé ostrovy v relatívne suchej krajine. Všetky typy mokradí majú jeden spoločný znak, a to ten, že ich biologické, fyzikálne a chemické vlastnosti **obsahujú vodné aj suchozemské prvky**. Fauna a flóra mokradí musí byť schopná prežiť ustavičné zmeny od úplného zaplavenia vodou až po vysychanie.

Rozličné vegetačné pásma sa zvyčajne dajú rozlíšiť na čiare známej ako **hydroséria**, ktorá ťahá od suchej zeme do stredu mokrade. Na okrajoch bývajú bežnejšie tie **rastlinné druhy**, ktoré sa adaptovali na suchšie podmienky, zatiaľ čo uprostred mokrade prevládajú pravé vodné rastliny. Keď sa rastliny usídlia v mokradi, často sa začína vytvárať sediment a ekosystém tvorí sukcesia rastlín adaptovaných na čoraz suchšie podmienky. Zvyčajne sa to začína plávajúcimi rastlinami, napríklad lekom, za ktorými nasledujú takzvané **emergenty**, ktoré zakoreňujú v plytčinách. Emergenty rastú rýchlo a nahusto a produktivita biomasy môže byť rovnaká ako v tropických dažďových pralesoch. V miernom pásme je často iba jeden emergent, napríklad

pálka širokolistá alebo marica pílkatá. **Živočíchy** mokradí žijú buď na súši, vo vode, alebo v oboch prostrediach. V inundačnom území močiarov sa počas vysokého stavu vody vyskytujú veľké húfy rýb, ktoré, keď voda opadne, nahradia stáda pasúcich sa byľinožravcov. Cicavce mokradí sú vo všeobecnosti malé, pričom pozoruhodnú výnimku tvorí africký hroch. Sezónne zmeny mávajú výrazné účinky a sú nesmierne dôležité pri udržiavaní stability ekosystémov. Všetky ekosystémy mokradí sa prispôbili stálym zmenám prostredia, tieto zmeny už ekosystémy nenarúšajú, ale naopak udržujú ich stabilitu a produktivitu.

1.2.4 Suchozemské ekosystémy

Hlavným médiom terestrických ekosystémov je **prevzdušnená pôda**. Vertikálne ich ohraničuje výška cievnatých rastlín. Najväčšiu biomasu tu tvoria autotrofné rastliny, hlavne cievnaté rastliny, ale tiež machorasty a lišajníky. Rozhodujúci vplyv na štruktúru terestrických ekosystémov majú heterotrofné organizmy. Faktormi zastúpenými minimálnou mierou sú často voda, teplota, dusík, fosfor a iné minerálne živiny. Pre druhové zloženie, štruktúru a produktivitu ekosystémov v prírodných podmienkach je významnejšie zásobenie vodou a dĺžka vegetačnej doby ako zásobenie živinami. Minerálne látky sú zväčša zabezpečené samotným kolobehom živín a sú doplňované z hlbších vrstiev pôdy. Iba pri odoberaní látok zberom rastlín, pastvou, eróziou, požiarimi, teda najmä pôsobením človeka, môže dochádzať k ochudobneniu ekosystému, a tak aj k poklesu produkcie, pokiaľ sa straty prirodzenými vstupmi alebo dodatočnou energiou nevyrovnajú. Terestrické ekosystémy je možné členiť podľa výšky, hustoty a trvalosti olistenia vegetácie a podľa dĺžky vegetačnej doby podľa Ellenberga (1973):

- T1: zapojené lesy, výšky nad 5m, koruny zapojené, listnaté aj ihličnaté lesy,
- T2: nezapojené riedke lesy - tajga, lesostep,
- T3: kroviny, zapojené aj nezapojené krovinné porasty, kosodrevina,
- T4: kričkovité formácie s výškovým priemerom pod 0,5m, vresovišťa,
- T5: travinové porasty často s výskytom ojedinelých stromov a skupinami krov,
- T6: travinové porasty na nezaplavovaných pôdach s hlboko položenou hladinou spodnej vody, výskyt drevín je vylúčený nedostatkom vody (stepi, prérie)/, alebo krátkou vegetačnou dobou a chladom (alpínske lúky),
- T7: polopúšte a púšte,
- T8: ekosystémy skál, sutín a viatych pieskov,
- T9: ekosystémy kultúrnych rastlín,
 - T9,1: lignokultúry (topoľ, smrek, borovica, veľkoškôlky, semenné plantáže, škôlky),
 - T9,2: plantáže ovocných stromov (sady),
 - T9,3: plantáže ovocných krov (napríklad vinič),
 - T9,4: plantáže vysokých bylín (banánovník) a vysokých tráv (cukrová trstina),
 - T9,5: plantáže polokríkov (levanduľa),
 - T9,6: krmoviny,
 - T9,7: obilniny,
 - T9,8: okopaniny,
 - T9,9: záhrady a parky.

Rozdiely v teplote, množstve zrážok a rôzne vlastnosti pôdy v rôznych oblastiach sveta určujú polohu hlavných svetových terestrických ekosystémov – **biómov**, označovaných tiež ako **zonálne ekosystémy**. Bióm je ekosystém širšieho priestoru až regionálneho rozsahu. Niektoré typické vegetačné formácie biómov sveta sa vyskytujú aj mimo hlavnej oblasti ich rozšírenia. Tieto ekosystémy sa nazývajú **azonálne**. Väčšinou sú súčasťou zložitej vegetácie hôr všetkých zemepisných šírok. Vo vysokých polohách hôr sa vyskytuje bezlesná alpínska oblasť podobná tundre. Nižšie leží pásmo ihličnatých lesov, podobné tajge (Jeník, 1998).

Medzi hlavné biómy sveta patrí:

- **Tundra** - je nelesná krajina s porastom machov, lišajníkov, odolných tráv s ojedinele sa vyskytujúcimi krovitými vrbami alebo brezami. Rozprestiera sa v studenom pásme pri severnom polárnom kruhu, kde teplota vystupuje nad bod mrazu len niekoľko desiatok dní v roku. Pôdy (nazývané tiež permafrost) sú premrznuté do veľkej hĺbky a rozmrzajú len na povrchu aj to len v teplejších obdobiach. Zrážky nie sú veľmi vysoké. Z veľkých cicavcov tu žijú soby, z menších polárne líšky a zajace.
- **Tajga** – je oblasť ihličnatých lesov v severných oblastiach na Sibíri, Kanady a Aljašky. Teplota vystupuje nad bod mrazu 3-4 mesiace v roku. Zrážok je málo, pôdy sú zväčša kyslé s hrubou vrstvou ťažko rozložiteľnej opadanky ihličnatých stromov. Častý je tu výskyt rašelinísk.
- **Stepi chladného a mierneho pásma** - vyskytujú sa od Čierneho mora až po Mongolsko a Čínu, v strede Severnej Ameriky nazývané prérie) a miestami na severe Južnej Ameriky (nazývané pampy). Pôdy sú tu vysychavé, bohaté na vápnik a živiny. Rozprestierajú sa tu černoze, vysoko produkčné pôdy využívané v poľnohospodárstve. Tuhé zimy a nízke zrážky umožňujú prežitie travinných spoločenstiev. Žijú tu veľké stáda bylinožravcov.
- **Listnaté lesy mierneho pásma** – ide o pôvodný typ lesa, ktorý sa vyskytoval na väčšine územia našej republiky pred príchodom človeka. Oblasť je charakteristická striedaním ročných období s väčším množstvom zrážok. Pôdy sú zväčša hnedozeme a luvizeme. Najviac zastúpené tu boli listnaté (buky, duby, javory) a čiastočne ihličnaté (jedle, borovice, smrek) stromy. Väčšina ich bola zmenená na kultúrne lesy určené na ťažbu.
- **Tvrdomoriské krovinaté lesy** - vyskytujú sa v Európe, hlavne v Stredomorí, ale aj v Kalifornii, v Čile, južnej Afrike a južnej Austrálii. Je to oblasť suchšia a teplejšia, s dostatočnými zrážkami, hlavne v období miernych zím. Rastliny sú zväčša krovinaté, s tuhými listami (niektoré duby, olivy). Rastliny majú často dlhé korene, ktoré aj v období letného sucha čerpajú vlahu z veľkých hĺbok. Pôdy sú sfarbené do hnedočervena a obsahujú dostatok vápnika. Vďaka paseniu v Európe tieto krovinaté lesy takmer vymizli.
- **Púšte a polopúšte** - sú v oblastiach trópov s veľmi nízkymi zrážkami, s kamenitými alebo piesčitými pôdami. Tvoria okolo 20 % celkovej rozlohy pevnín. Život na nich je obmedzený na niekoľko málo odolných rastlín a živočíchov. Medzi najväčšie patrí Sahara a Arabská púšť. Vyskytujú sa aj v Mexiku, južnej Amerike a Austrálii. Polopúštne oblasti sú vhodné aj na chov dobytka (hlavne v Afrike).
- **Tropické opadavé lesy a savany** - sú rozšírené v strednej Afrike, južnej Amerike a čiastočne v južnej Ázii a Austrálii. Rok sa tu rozdeľuje na obdobie dažďov a obdobie sucha. Na rozsiahlych plochách trávín a krovín rastú osamotené stromy alebo háje,

prípadne riedke lesy. Pôdy majú často dostatočne hrubý humusový horizont. Typickými živočíšnymi predstaviteľmi sú veľké cicavce – slony, nosorožci, žirafy, zebry, antilopy, levy.

- **Tropické dažďové lesy:** - v tropických rovníkových oblastiach Afriky, južnej Ameriky a Ázie sa rozkladá jeden z najzaujímavejších a druhovo najbohatších ekosystémov. Vysoké zrážky zaisťujú vlahu. Väčšina živín je v opadanke, a nie v pôde. Tá je na živiny veľmi chudobná. Prebiehajú v nej procesy laterizácie.

1.2.5 Umelé ekosystémy

Ekosystémy podliehajú vývoju a zmenám v časopriestore. Okrem toho sú neustále pod vplyvom činnosti človeka. Najviac sú postihnuté oblasti vhodné pre život človeka. Využívanie pôdy je jedným z hlavných faktorov určujúcich povahu umelých ekosystémov. V celosvetovom meradle je najrozšírenejšie využívanie pôdy na poľnohospodárske účely, čoho dôsledkom je **dominancia agroekosystémov na Zemi** v rámci terestrických ekosystémov. **Nasledujú lesné ekosystémy** a čoraz väčší nárast zaznamenávajú urbánne ekosystémy. Keďže väčšina lesných ekosystémov v našej krajine je v súčasnosti poznačená ľudskými aktivitami, sú zaradené v tejto kapitole o umelých ekosystémoch, hoci vo všeobecnej rovine predstavujú významné prirodzené suchozemské ekosystémy.

V umelých ekosystémoch sú **porasty prirodzenej vegetácie** niekedy úplne **nahradené synantropnou vegetáciou** ako výsledok poľnohospodárskej činnosti, urbanizácie a industrializácie. Umelé alebo antropogénne ekosystémy sú človekom vytvorené alebo ovplyvňované (obhospodarované) ekosystémy využívané na:

- pestovanie kultúrnych plodín (polia), ovocných drevín (sady, vinohrady),
- bývanie a sociálno-ekonomické aktivity človeka (sídla, sídelné a priemyslové objekty),
- prepravu materiálu, tovaru a osôb (cestné a železničné komunikácie),
- ťažbu stavebného a priemyselného materiálu (kameňolomy, štrkovne, pieskovne),
- ukladanie odpadu (skládky, haldy, výsypky) apod.

Antropogénne ekosystémy človek vytvára pre účely trvalého využívania zámerné, iné vznikajú ako dôsledok ľudskej činnosti v krajine a majú dočasný charakter (napr. lomy, štrkoviská), alebo sú vedľajším (často neželaným) produktom ľudskej činnosti (odpad).

Prirodzená flóra a fauna existuje na plochách, ktoré sú obývané a obrábané extenzívnym a tradičným spôsobom. Divé rastliny môžu rásť medzi kultúrnymi porastmi, v kroví, pozdĺž ciest, na múroch a na opustených poliach (úhoroch). Mnohé druhy živočíchov sa adaptovali na tieto človekom vytvorené stanovištia.

Celková **výmera plochy všetkých kontinentov** tvorí viac ako 145 mil. km². Z tejto výmery zhruba 40 mil. km², čiže asi 30 % zaberajú **lesné ekosystémy**. Viac ako 19 % súše (vyššie 27 mil. km²) tvorí orná pôda a menej ako 10 % trávne porasty (**agroekosystémy**).

Zastavané plochy na kontinentoch zaberajú viac ako 260 tis. km² (Hill, Aspinall, 2000). V EÚ v roku 2012 lesné ekosystémy zaberali 41,2 % z celkovej plochy územia, orná pôda takmer 24,7 % a trávne porasty takmer 19,5 %. Zastavané plochy pokrývali 4,6 % z celkovej výmery (EUROSTAT, 2015). Na Slovensku dominujú agroekosystémy (49 %). V roku 2016 výmera poľnohospodárskej pôdy na Slovensku predstavovala 23 896 km², lesná pôda pokrývala 20 201 km². Najväčší podiel z poľnohospodárskej pôdy tvorila orná pôda (1 411 294 ha), nasledovali trvalé trávne porasty (858 601 ha), záhrady (76 287 ha), vinice (26 359 ha), ovocné sady (16 565 ha) a chmeľnice (511 ha) (ÚGKKS SR, 2016).

1.2.5.1 Agroekosystémy

Poľnohospodárstvo je dominantnou formou hospodárenia vo svete. To predurčuje agroekosystémy na najrozšírenejšie terestrické ekosystémy súčasnosti. FAO (2009) uvádza, že agroekosystémy zaberajú takmer 40 % svetovej súše.

Agroekosystémy sú vo všeobecnosti podmienené a modifikované ľudskou intervenciou. Sú výsledkom dlhodobého obhospodarovania za účelom zabezpečenia potravinovej bázy pre ľudskú spoločnosť, ktoré zahŕňa zmeny takmer každej zložky pôvodnej geobiocenózy, z ktorej boli jednotlivé agroekosystémy odvodené. Agrárne ekosystémy sa môžu všeobecne charakterizovať ako antropogénne ekosystémy závislé od faktorov prostredia a od ekonomických a sociálnych faktorov (Duvigneaud, 1988).

Funkčnosť jednotlivých typov agroekosystémov je závislá od celej rady faktorov, z ktorých prvoradá sa javia najmä klimatické faktory, v úzkej väzbe na edafické faktory, nakoľko pôda je stanovišťom kultúrnych rastlín a je predmetom bezprostredného antropogénneho ovplyvňovania. Všeobecne sa jednotlivé ekologické faktory rozčleňujú na :

- **abiotické faktory**, medzi ktoré sa zaraďuje žiarenie (svetlo), teplo, vlhkosť a základné zložky ako pôda, voda, ovzdušie,
- **biotické faktory**, kde sa sledujú najmä potravné, vnútrodruhové a medzidruhové vzťahy,
- **antropogénne** – vstupy človeka a ovplyvňovanie jednotlivých procesov v agroekosystémoch (pozitívne, negatívne). (Kočík, 1998).

V závislosti na intenzite antropogénneho vplyvu na agrárne ekosystémy sa vo väčšej alebo menšej miere zachovávajú prirodzené zložky ekosystémov, ktoré boli determinované najmä klimatickými, pôdnymi a biologickými faktormi. Na druhej strane je výsledkom dlhodobého pozmeňovania týchto systémov kvalitatívne a kvantitatívne diferencované odprírodnenie (pôda, rastlinstvo, živočíšstvo, energo-materiálové bilancie a pod.). Spoločenstvá agroekosystémov, kultúrne lúky alebo polia, tvoria spoločenstvá druhotné, ktoré nahradili spoločenstvá pôvodné. Nazývajú sa aj náhradnými spoločenstvami.

Z ekologického pohľadu hodnotenia vplyvu obhospodarovania sa ekosystémy môžu diferencovať na základe intenzity hemeróbie. Môžu sa tak definovať **typy agrárnych ekosystémov (manažmentové typy)** v rámci gradientu obhospodarovania:

- **orná pôda (jednoročné plodiny)** – ide o ekosystémy každoročne obhospodarované, s poľnými kultúrami ako obilniny, olejniny, okopaniny, strukoviny a pod. Ostatné rastliny sa považujú za nežiaduce a označujú sa ako buriny. Intenzifikáciou poľnohospodárskej výroby a chemizáciou ochrany kultúr sa počet druhov výrazne redukoval. Niektoré druhy prežívajú a iné sa premnožujú na okrajoch polí (medze). Pravidelné prevrstvovanie a zúrodňovanie vrchného pôdneho horizontu určuje charakter vegetácie a fauny (agrobiocenózu). Kvalita a diverzita spontánnej flóry a fauny závisí od intenzity poľnohospodárskeho využívania a blízkosti prirodzenej vegetácie.
- **kultúry viacročných plodín** – patria sem ekosystémy chmeľníc, vinogradov a ovocných sádov. Chmeľnice predstavujú špeciálne kultúry chmeľu obyčajného na ornej pôde. Vinohrady sú trvalé kultúry viniča hroznorodého, v ktorých je vinič vysadený v radoch vo viničných honoch. Vinič sa pestuje na výslnných, teplých a výhrevných polohách. Ovocné sady tvoria trvalé kultúry ovocných drevín. Dreviny sú obvykle vysadené v radoch, vytvárajú pritom riedky porast. Extenzívne sady a vinohrady môžu obsahovať bohatú flóru a faunu (Eliáš, 1992).
- **trvalé trávne porasty** - tvoria bylinné porasty s prevahou tráv, ktoré väčšinou vznikli a udržiavajú sa ako produkt ľudskej činnosti. Vyskytujú sa od nížin po subalpínske pásmo, od vlhkých po suché stanovištia. Ich kvalita je silne ovplyvnená spôsobom a intenzitou ich obhospodarovania. Predstavujú najväčšiu diverzitu druhov a ekosystémov. Rozdeľujú sa na:
 - **prírodné** - sú na stanovištiach primárne bezlesných, jednak na druhotných, na ktorých je dnes zásah človeka taký malý, že neovplyvňuje ani stanovištné podmienky, ani druhové zloženie porastov.
 - **poloprírodné** – sú lúky a pasienky obhospodarované dlhšie obdobie (viac ako 20 rokov), zásah človeka je pravidelný, ale nie taký výrazný, aby spôsobil zmenu ich druhového zloženia.
 - **umelé** - sa intenzívne hnoja, kosia sa viackrát do roka, pasú sa veľkými stádami (Ružičková, Maglocký, 1992).

Poľa intenzity využívania sa trávne porasty delia na:

- **extenzívne**, čo je ekologicky priaznivá forma využívania krajiny predovšetkým pre rastliny a živočíchy s primeranou a nižšou kvalitou krmu, spojená s estetickou hodnotou krajiny, oddychom a ochranou podzemných vôd,
- **polointenzívne** - sú prechodom medzi extenzívnymi a intenzívnymi porastmi. Produkcia nadzemnej biomasy je na týchto plochách pri dostatočnom hnojení a využívaní pomerne vysoká.
- **intenzívne** (poloprírodné alebo siate) - sú s rýchlym nárastom fytomasy s vysokým obsahom živín. Kosia sa niekoľkokrát do roka (Novák, 2008).

Na Slovensku sa prirodzené (prírodné) lúky vyskytujú iba v alpínskom pásme pohorí nad hornou hranicou lesa a predstavujú najstabilnejší lúčny ekosystém. Tieto lúky boli rozširované do nižších pásiem na úkor lesnej vegetácie a majú charakter poloprírodných (poloprírodných) lúk. Vyžadujú už značný podiel ľudskej energie na ich udržiavanie. V súvislosti s opúšťaním tradičných foriem hospodárenia najmä vo vysokohorských územiach dochádza k degradácii týchto ekosystémov, znižovaniu ich biodiverzity. Z hľadiska biodiverzity sú cenné aj lúčne ekosystémy v zátopových oblastiach nížinných

riek. Sezónna dynamika prírodných procesov (zátopy, podmáčanie, suché obdobie a pod.) dáva týmto lúkam osobitné postavenie, ktoré má význam nielen z hľadiska druhovej biodiverzity lúčnych ekosystémov, ale aj ako potravinová základňa pre veľké množstvo vtákov a divej zveri. Mimoriadny význam majú aj pre ochranu vodných zdrojov.

1.2.5.2 Lesné ekosystémy

Les je najvyššie organizovanou a najzložitejšou fytocenózou. Jeho najvýznamnejším znakom sú stromy, ktoré ho odlišujú od nelesných cenóz. Les ako každá cenóza vznikol behom dlhého vývoja, neodráža teda pôdne a klimatické podmienky (prostredia) jedného roka alebo určitého okamihu, ale ich pôsobenie za celú dlhú dobu. K základným rysom lesa patrí výška, veľkosť plochy, korunný zápoj stromov a ich stavba (tvar) (Vološčuk et al., 2011).

Lesný porast je súbor, združenie, spoločenstvo alebo lesná cenóza, ktorá je zložená z jedincov toho istého druhu dreveniny alebo z rozličných druhov drevín (Korpel' et al., 1991). Súbor lesných stromov v spojení s ostatnou vegetáciou a prostredím sa pokladá za **les** vtedy, keď je natoľko početný a zaujíma takú súvislú plochu, že stromy, ktoré ho tvoria, sa navzájom ovplyvňujú, spôsobujú zmeny vlastností prostredia, čo sa spätne prejavuje vo vývoji stromov a ostatných zložiek lesnej vegetácie.

Les ako bioekologický systém vytvárajú stromovité, krovité dreveniny, nedrevnaté rastlinné a živočíšne druhy, pôda s jej hydrologickým a vzdušným režimom a faktormi jeho vzdušného prostredia. Vyznačuje sa tromi základnými vlastnosťami:

- jedince dreveninových zložiek sú v úzkom vzájomnom vzťahu a za spolupôsobenia ostatných rastlinných druhov sa vzájomne ovplyvňujú,
- zložky lesa existenčne a svojimi vlastnosťami závisia od podmienok prostredia, ale zároveň prostredie ovplyvňujú, vytvárajú vlastnú mikroklimu, špecifický priebeh pôdnych procesov,
- les má schopnosť vlastnej reprodukcie, zabezpečovania výmeny generácií.

Lesné ekosystémy sú významným krajinoekologickým a ekostabilizačným faktorom. Plnia mnohé mimoprodukčné funkcie.

Zloženie lesov sa mení v závislosti od klímy, základnej horniny a s ňou súvisiaceho pôdneho typu, reliéfu terénu, expozície a nadmorskej výšky. V dôsledku veľkej geografickej rôznorodosti Slovenska na relatívne malom území nachádzame širokú škálu lesných vegetačných stupňov a v rámci nich pestrú paletu lesných typov. Lesy zaberajú na Slovensku asi 41 % z celkového územia. Na juhozápadnom Slovensku nedosahuje lesnatosť ani 10 %, v kotlinách iba 10 – 15 %, ale na severovýchodnom a severnom Slovensku viac ako 50 %.

Z hľadiska pôvodnosti, resp. zmien spôsobených ľudskou činnosťou sa rozlišujú:

- **pralesy** – lesy človekom nedotknuté (u nás neexistujú),
- **prírodné lesy** – lesy s druhovou skladbou, priestorovou a vekovou štruktúrou pralesa. Človek v nich zasahoval v stredoveku tzv. túlavou ťažbou (výbernou) pre získanie dreveného uhlia a potaše.
- **prírodné lesy** – majú prírodnú druhovú skladbu, nie však štruktúru, prípadne v druhovej skladbe je zastúpená aj drevina nepôvodná, avšak pre svoju ekologickú konštitúciu v súčasnom súbore drevín sa chová ako prirodzená a prirodzene sa obnovuje,
- **neprirodné lesy** s drevinami stanovištne nevhodnými, vznikli umelou obnovou (Miadok et al., 1992).

Z výmery všetkých lesných ekosystémov na Slovensku asi 40 – 45 % patrí medzi poloprirodné (prírodné) lesy, ktoré sa prirodzene obnovujú a ich druhové zloženie je blízke prírodným lesom.

Podľa účelu hospodárenia sa rozlišujú tri kategórie lesov:

- **hospodárske**, zamerané na produkciu dreva (67 %),
- **ochranné**, ktorých úlohou je ochrana lesných stanovišť (15 %),
- **osobitného určenia**, v ktorých prevládajú verejnoprospešné funkcie (zdravotná, vodohospodárska, funkcia ochrany prírody a pod.) (18 %) (MŽP SR, 1998).



Obrázok 1.1 Agroekosystém lemovaný lesným ekosystémom, Tajov (Kanianska, 2015)



KLÍČOVÉ SLOVÁ

Ekosystém, biocenóza, biotop, ekotop, terestrický ekosystém, agroekosystém, lesný ekosystém

OTÁZKY NA OVERENIE ZNALOSTÍ

- Aké definície pojmu ekosystém poznáte? Aká je štruktúra ekosystému, ktoré sú jeho hlavné zložky?
- Čo je to biocenóza, aké má znaky, vlastnosti?
- Čo je to biotop, aké má znaky?
- Aké delenie ekosystémov poznáte, podľa akých kritérií?
- Čím sa vyznačujú morské a oceánické ekosystémy?
- Čím sa vyznačujú sladkovodné ekosystémy?
- Čím sa vyznačujú zamokrené ekosystémy?
- Čím sa vyznačujú suchozemské ekosystémy a hlavné biómy sveta?
- Čím sa vyznačujú umelé ekosystémy a aké je ich rozšírenie vo svete?
- Aké sú typické znaky agroekosystému a lesného ekosystému?

ÚLOHY NA OVERENIE ZNALOSTÍ

- Vo vybranej lokalite priestorovo vymedzte existujúce ekosystémy. Zistite, prípadne odhadnite rozlohy a percentuálne zastúpenie jednotlivých ekosystémov. Zistenia spracujte formou tabuľky a grafu.
- Vyberte si jeden ekosystém a spracujte jeho detailnú charakteristiku - biotopu aj biocenózy.

LITERATÚRA

- Begon, M., Harper, J.L., Townsend, C.R. 1997. *Ekologie – jedinci, populace a společenstva*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 949 p. ISBN 80-7067-695-7.
- Clements, F.E. 1916. *Plant succession, an analysis of the development of vegetation*. Washington: Carnegie Institution of Washington, 658 p.
- Duvigneaud, P. 1988. *Ekologická syntéza*. Praha: Academia Praha, 414 p.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulissen, D. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, 3. *Auf. Scripta Geobotanica* 18, Göttingen.
- Ellenberg, H. 1973. Ziele und Stand der Ökosystemforschung. In: *Ökosystemforschung*. Ellenberg, H. (ed.). Berlin-Heidelberg-New York: Springer, p. 1-31.
- Eliáš, P. 1992. Antropogénne biotopy. In: Ružičková, H., Halada, L., Jedlička, L. (eds.): *Biotypy Slovenska*. Príručka k mapovaniu a katalóg biotopov ÚKE SAV Bratislava a Nitra, BÚ SAV Bratislava, SOP Banská Bystrica a Liptovský Mikuláš, ÚEL SAV Zvolen, ÚZE SAV Bratislava, s. 108-121.
- EUROSTAT. 2015. *Land cover, land use and landscape*. EUROSTAT, 5p. [on-line] [cit. 2015-02-02]http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Land_cover,_land_use_and_landscape
- FAO. 2009. *FAO Statistical database*. Italy.

- Franz, H. 1952. Dauer und Wandel der Lebensgemeinschaften. Schr. Ver. Verbr.Naturs. Kenntnisse Wien, Ber. 93, *Vereinsjahr*, 1952/53: 27-45.
- Gelason, H.A. 1939. *Disputed community ecology*. 267 p.
- Hill, M.J., Aspinall, R.J. 2000. *Spatial Information for Land Use Management*. Gordon and Breach Science Publishers. ISBN 90-5699-315-1.
- Jeník, J. 1998. *Ekosystémy: úvod do organizace zonálních a azonálních biomů*. Praha: Karolinum – nakladatelství Univerzity Karlovy, 135 p. ISBN 382-004-98.
- Kočík, K. 1998. *Agroekológia*. Zvolen: TU Zvolen, 167 s. ISBN 80-228-0665-X.
- Korpeľ, Š., Peňaz, J., Saniga, M., Tesár, V. 1991. *Pestovanie lesa*. Bratislava: Príroda, 465 s.
- Kováč, V. 2008. *Ekológia. Učebné texty 2008*. Bratislava: Katedra ekológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, 74 s.
- Križová, E., Kropil, R., Čaboun, V., Midriak, R. 1992. *Všeobecná ekológia*, Zvolen: TU Zvolen, 180 s. ISBN 80-228-0219-0.
- Miadok, D., Kontriš, J., Kontrišová, O., Stanová, V., Jurko, A., Maglocký, Š. 1992. Lesy. In: Ružičková, H., Halada, L., Jedlička, L. (eds.): *Biotoxy Slovenska*. Príručka k mapovaniu a katalóg biotopov ÚKE SAV Bratislava a Nitra, BÚ SAV Bratislava, SOP Banská Bystrica a Liptovský Mikuláš, ÚEL SAV Zvolen, ÚZE SAV Bratislava, s. 25-60.
- MŽP SR. 1998. *Národná správa o stave a ochrane biodiverzity na Slovensku*. SR 1998, 79 s. ISBN 80-88833-09-4.
- Novák, J. 2008. *Pasienky, lúky a trávniky*. Prievidza: Patria I, spol. s.r.o., 708 s. ISBN 978-80-85674-23-1.
- Pearce, F. 2006. *When the Rivers Run Dry. Water: the Defining Crisis of the Twenty-first Century*. Boston: Beacon Press.
- Ružičková, H., Maglocký, Š. Lúky a pasienky. In: Ružičková, H., Halada, L., Jedlička, L. (eds.): *Biotoxy Slovenska*. Príručka k mapovaniu a katalóg biotopov ÚKE SAV Bratislava a Nitra, BÚ SAV Bratislava, SOP Banská Bystrica a Liptovský Mikuláš, ÚEL SAV Zvolen, ÚZE SAV Bratislava, s. 71-81.
- Seják, J., Cudlín, P., Pokorný, J., Zapletal, M., Petříček, V., Guth, J. et al. 2010. *Hodnocení funkcí a služeb ekosystémů České republiky*. Ústí nad Labem: Fakulta životního prostředí UJEP, 198 p. ISBN 978-80-7414-235-2.
- Shiklomanov, I.A. 1993. World fresh water resources. In: Gleick, P.H. (ed.). *Water in Crisis: A Guide to the World fresh water resources*. New York: Oxford University press.
- Smernica Rady 92/43/EHS o ochrane biotopov, voľne žijúcich živočíchov a voľne rastúcich rastlín
- Storch, D., Mihulka, S. *Úvod do súčasnej ekologie*. Portál, s.r.o., 156 p. ISBN 80-7178-462-1.
- Tansley, A.G. 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, 16: 284-307.
- Thienemann, A. 1918. Lebensgemeinschaft und Lebensraum. *Naturwissenschaftliche Wochenschrift*, 17: 282-290.
- ÚGKKS. 2016. Štatistická ročenka o pôdnom fonde v SR podľa údajov katastra nehnuteľností k 1. januáru 2016. Bratislava: ÚGKKS.
- Vernadský, V.I. 1926. *The Biosphere*. Copernicus, Springer Verlag.
- Vološčuk, I., Tomaškin, J., Bačkor, P. 2011. *Ekológia suchozemského prostredia*. FPV UMB v Banskej Bystrici, 366 s. ISBN 978-80-557-0253-7.

- Vološčuk, I. 2001. *Teoretické a praktické problémy stability lesných ekosystémov*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 90 s. ISBN 80-228-1050-9.
- Zlatník, A., Pelikán, J., Stolina, M.. 1973. *Základy ekologie*. Praha: SZN Praha, 280 p.
- Zákon č. 17/1992 Z.z. o životnom prostredí
- Zákon č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny

2 EKOSYSTÉMOVÉ VLASTNOSTI, PROCESY, FUNKCIE A SLUŽBY

2.1 KONCEPT EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB

Koncept ekosystémových služieb vznikol ako reakcia na celosvetový vývoj minulého storočia, spojený s rastúcim tlakom na ekosystémy, zásoby prírodných zdrojov a kvalitu životného prostredia. V priebehu 20. storočia vzrástla celosvetová populácia štvornásobne, hospodárska produkcia dvadsaťdvanásobne a spotreba fosílnych palív štrnásťnásobne (UNEP, 2011). Pritom v súčasnosti žije na Zemi 7 miliárd ľudí a podľa predpovedí Organizácie spojených národov svetová populácia presiahne v roku 2050 9 miliárd. To znásobí už existujúci tlak vyvíjaný na ekosystémy, životné prostredie, či prírodné zdroje poskytované ľudskej populácii. Stúpne dopyt po potravinách a krmovinách, vode, energii, nerastných surovinách, ale aj iných službách a komoditách poskytovaných ekosystémami, v súčasnosti považovaných za samozrejmosť.

Kritériá kvality životného prostredia, ekosystémov a reálnej vyčerpatelnosti zásob prírodných zdrojov sú determinantami nielen kvality bežného života, ale aj hospodárskeho rastu. Tento fakt si v súčasnosti uvedomujú nielen ekológovia a environmentalisti, ale aj politici a ekonómovia. Obmedzenosť prírodných zdrojov, zníženie biodiverzity či narušené ekosystémy začínajú predstavovať riziká v podnikateľských aktivitách.

Zásahy ľudí, ľudskej činnosti do ekosystémov môžu rozšíriť ich využívanie a rozsah výhod pre ľudskú spoločnosť. Na druhej strane, ako sme toho svedkami v posledných desaťročiach, antropogénna činnosť má negatívne účinky a vplyvy na ekologické systémy na celom svete a oprávnene vyvoláva obavy z priestorových i časových dôsledkov ekosystémových zmien, ktoré sú pre človeka nežiadúce (Eliáš, 2010). Uvedomujúc si túto situáciu sa aj politici snažia zahrnúť ekosystémové služby do politik a legislatívy. Stávajú sa súčasťou obchodu (napr. trh s emisiami) (Waage, Stewart, 2008). Trhový prístup však môže byť pre ochranu prírody aj kontraproduktívny (Chobotová, 2010) a môže viesť k posunu myslenia a konania človeka od toho, čo sa považuje za všeobecne vhodné a potrebné, k tomu, čo je najlepšie a najvýhodnejšie pre neho samého (Vatn, 2000). Utilitárne a mechanistické chápanie sveta, nášho životného prostredia, je najhlbšou príčinou všetkých súčasných krízových javov, v ktorých sa prejavuje systémový rozpor medzi túžbou ľudí v tržných systémoch po rýchлом zbohatnutí a globálnou potrebou udržania aspoň minima nevyhnutných životodarných ekosystémov (Capra, 2004).

Koncept ekosystémových služieb začal byť akceptovaný na medzinárodnej úrovni pomerne nedávno, v 90-tych rokoch minulého storočia. Začiatkom tohto tisícročia generálny tajomník OSN schválil návrh projektu **Miléniové hodnotenie ekosystémov** (Millenium Ecosystem Assessment, známe pod skratkou MA), ktorý uplatnil koncept **ekosystémových služieb (ecosystem services)**. Na jeho spracovaní participovalo vyše 1 300 vedcov z celého sveta.

Napriek súčasnému medzinárodne akceptovanému konceptu ekosystémových služieb jeho zásadné princípy boli známe už v minulosti. Vedelo sa, že príroda a/alebo ekosystémy poskytujú ľuďstvu bezplatné služby. Poukazovali na to stúpenci antických škôl, ázijského taoizmu, budhizmu, európskeho panteizmu, ale aj romantizmu či naturalizmu. V súčasnosti sa tejto problematike venuje množstvo vedcov na celom svete, ako aj etablovaných medzinárodných environmentálnych inštitúcií, napríklad v rámci UNESCO, FAO, UNDP, WHO, OECD (Kušíková, 2013).

V **ekonomickej terminológii služba** je druh ekonomickej aktivity. Je to akákoľvek činnosť alebo úžitok, ktoré môže jedna strana poskytnúť druhej a ktoré sú v podstate nemateriálneho charakteru a ich výsledkom nie je nadobudnutie vlastníctva (Kotler, Armstrong, 1992). Služby v ekonomickom ponímaní **majú nehmotnú povahu** a výsledkom ich poskytnutia je **užitočný efekt**. Užitočným efektom sa rozumie výsledok, úžitok, vyjadrený v nehmotnej podobe (zdravie, estetický zážitok a pod.).

Uvedené, týkajúce sa ekonomických systémov, je možné aplikovať aj na ekosystémy, poskytujúce úžitky aj ľuďom, z ktorých mnohé podmieňujú ich existenciu. **Ekosystémy poskytujú ľuďom okrem služieb aj rôzne tovary**. Medzi tovar produkovaný ekosystémami patria napríklad potraviny (mäso, ryby, zelenina a pod), voda, palivá, drevo, zatiaľ čo služby zahŕňajú zásobovanie vodou, čistenie ovzdušia, prirodzenú recykláciu odpadu, tvorbu pôdy či opeľovanie rastlín. Ekosystémy navyše zabezpečujú regulujúce mechanizmy, s pomocou ktorých sú riadené klimatické podmienky či populácie živočíchov a iných organizmov.

Samotný výraz **ekosystémová služba bol zavedený** Ehrlichom a Mooneym (1983). Podobné, ale inak označované koncepty už existovali skôr. Išlo o koncept prírodného potenciálu, či globálny ekologický model (Grunewald, Bastian, 2015), ktorý bol ďalej rozpracovaný do podoby ekosystémových služieb de Grootom (1992) či Dailym (1997).

V literatúre autori **definujú ekosystémové služby** rôzne, napríklad ako:

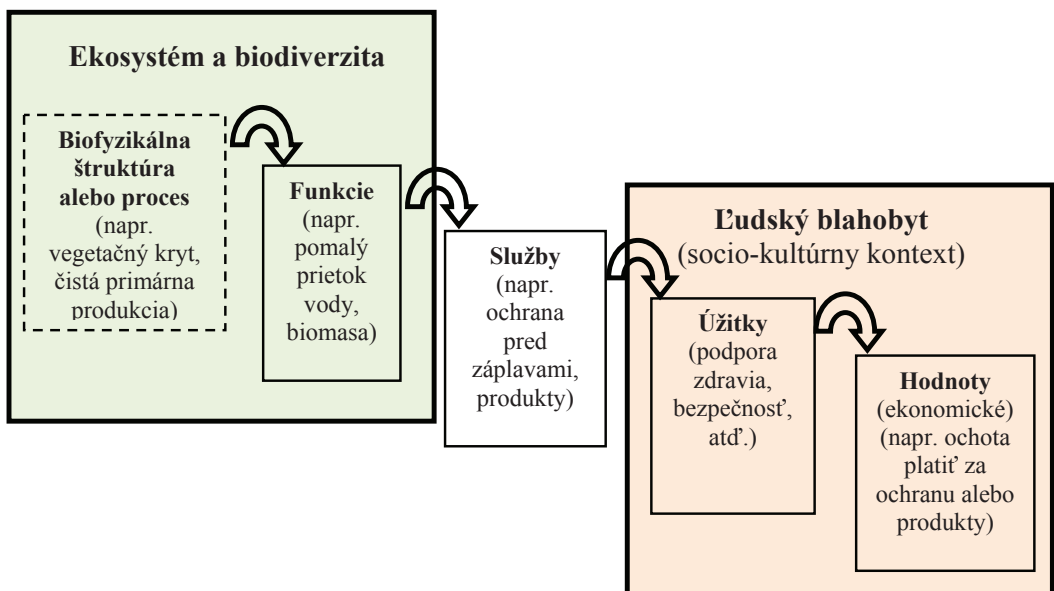
- **výhody a benefity** ekologických systémov pre ľudí (Costanza et al, 1997),
- **podmienky a procesy**, pomocou ktorých prírodné ekosystémy a ich druhy udržiavajú a zabezpečujú ľudský život (Daily, 1997),
- **priamy alebo nepriamy príspevok** ekosystémov k ľudskému blahobytu (de Groot et al., 2010).

V rámci **Miléniového hodnotenia ekosystémov** boli **ekosystémové služby** definované ako **úžitky poskytované ľudskej spoločnosti prírodnými ekosystémami, širšie chápané ako ekosystémové procesy, ktorými je udržiavaný ľudský život** (MEA, 2005).

Tak ako v ekonomike služba, čiže poskytnutie užitočného efektu, je výsledkom súboru rôznych čiastkových procesov, tak aj ekosystémové služby sú výslednicou základných

ekosystémových funkcií a procesov, ktoré je potrebné vysvetliť a funkčne zaradiť v rámci modelu ekosystémových služieb.

Nakoľko ide o prepojenie prírodného systému reprezentovaného ekosystémom a sociálneho systému reprezentovaného človekom, vytvorenie základného modelu je pomerne komplikované. Interdisciplinárny charakter problematiky ekosystémových služieb spôsobuje nielen terminologickú, ale aj koncepcnú a metodologickú nejednotnosť a rozpory. Existujú rôzne modely, vychádzajúce z rôznych teórií. Medzi často prezentovaný v odbornej literatúre patrí tzv. **kaskádový model ekosystémových služieb** podľa Haines-Younga a Potschina (2009) a Maltbya (2009), prevzatý aj s TEEB (2010), zobrazený na obrázku 2.1. Model znázorňuje prepojenie medzi ekosystémami (prírodnou sférou) a ľudským blahobytom (sociálnou sférou). V realite vzťahy vyjadrené týmto modelom nie sú také jednoduché. Napriek tomu je tento model vedeckou obcou akceptovaný a uznávaný (Bastian, Grunewald, 2015).

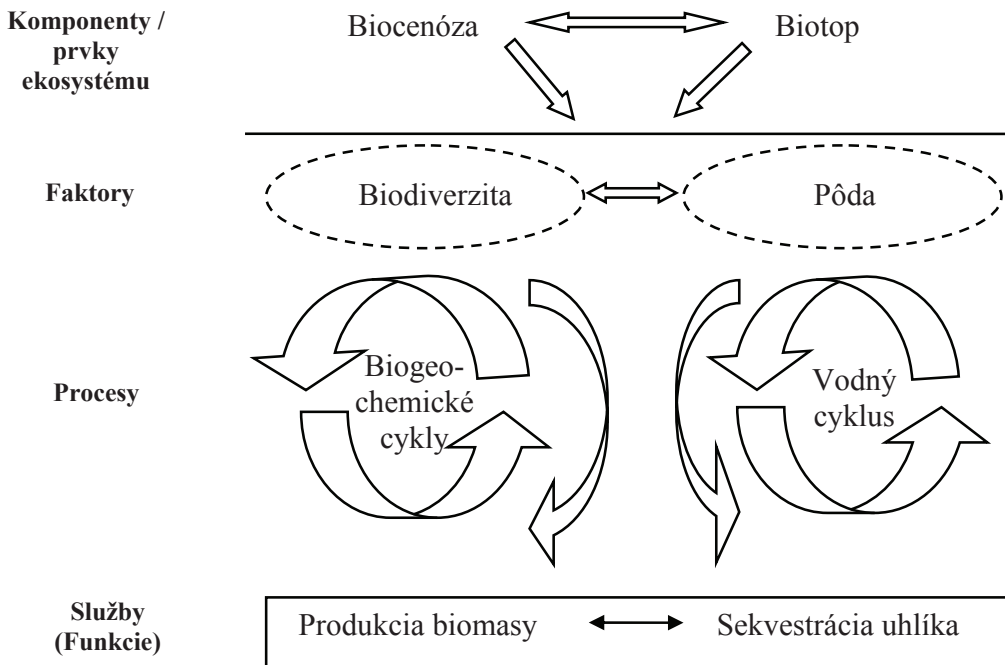


Obrázok 2.1 Kaskádový model vyjadrujúci vzťah medzi ekosystémami a ľudským blahobytom (Haines-Young, Potschin, 2009; Maltby, 2009)

Kaskádový model ekosystémových služieb zobrazuje ekosystémové služby ako prostredníka medzi štruktúrami, procesmi a funkciami ekosystémov na jednej strane a úžitkami, ktorými prispievajú k ľudskému blahobytu, na strane druhej. Termíny ako ekosystémové vlastnosti, procesy či funkcie sú v literatúre často chápané rozdielne, charakterizované z rôznych hľadísk, prípadne splývajú (Jax, 2005). Keby sme ich mali zoradiť hierarchicky, postupovali by sme od **ekosystémových vlastností tvoriacich štruktúru ekosystému k procesom podmieňujúcim ekosystémové funkcie**, ktoré sú v prípade poskytnutia úžitku ľuďom považované za ekosystémové služby.

Ekosystémové vlastnosti sú väčšinou chápané ako zložky, t. j. prvky alebo komponenty prírody/ekosystému, ktoré by sa mali dať zmerať či vyjadriť pomocou indikátorov. Mali by opísať, charakterizovať ekosystém a jeho zložky, biotop a biocenózu. Forman a Gordon (1986) za **ekosystémové funkcie** pokladajú interakcie medzi priestorovými prvkami ekosystému umožňujúcimi tok energie, látok a druhmi v ekosystéme. Pritom základným predpokladom alebo faktorom týchto interakcií je práve prítomnosť biotickej a abiotickej zložky. Tú biotickú najlepšie charakterizuje **biodiverzita**. Z abiotických faktorov má v suchozemských ekosystémoch dominujúcich aj u nás špecifické postavenie **pôda**. Ekosystémové funkcie poskytujúce úžitky ľuďom sú považované za ekosystémové služby.

Zjednodušená schéma usporiadania a hierarchie ekosystémových vlastností, faktorov, procesov, funkcií a služieb v terestrickom ekosystéme zobrazuje obrázok 2.2.



Obrázok 2.2 Hierarchické usporiadanie ekosystémových prvkov, faktorov, procesov, funkcií a služieb (upravené podľa Brussaarda et al., 2006)

Problematika ekosystémov, ich vlastností, procesov, funkcií a služieb je veľmi komplexná a zložitá už z pohľadu ich samotného pochopenia. O to náročnejšie je ich manažovanie. Na Slovensku sú do praxe postupne zavádzané modely uplatňované v EÚ a zahraničí. Praktické uplatnenie prebieha najmä v sektore lesného hospodárstva, poľnohospodárstva a vodného hospodárstva. Pričom ide zväčša o vybrané služby (Belaňová et al., 2014).

Na základe uvedeného budú v ďalšej kapitole zvlášť predstavené ekosystémové vlastnosti, procesy (označované v niektorých kategorizáciách ako podporné ekosystémové služby), funkcie a služby. Následne bude samostatne rozobraná problematika biodiverzity a pôdy ako základných faktorov plnenia ekosystémových služieb, na čo nadviažu kapitoly zaoberajúce sa konkrétnymi kategóriami ekosystémových služieb.

2.2 EKOSYSTÉMOVÉ VLASTNOSTI

Podľa van Oudenhovena et al. (2012) sú **ekosystémové vlastnosti** súborom ekologických podmienok, štruktúr a procesov podmieňujúcich realizáciu ekosystémových služieb. Bastien a Grunewald (2015) za ekosystémové vlastnosti pokladajú všetky komponenty (zložky) prírody (ekosystému) poskytujúce ekosystémové služby. Tak ekosystémové vlastnosti môžu byť napríklad všetky zložky ekosystému zabezpečujúce, resp. zapojené do poskytnutia primárnej produkcie, regulácie záplav a pod.. Všetky tieto **zložky, t. j. prvky alebo komponenty prírody (ekosystému) by mali mať materiálnu povahu**, mali by sa dať zmerať a vyjadriť pomocou indikátorov. Indikátory sú veľmi nápomocné práve pri vyjadrovaní zložitých vzťahov fungujúcich v ekosystémoch (Walz, 2011). Medzi často používané indikátory patria aj bioindikátory, organizmy, ktorých životné funkcie sú závislé od konkrétnych environmentálnych faktorov do takej miery, že môžu byť použité na ich charakteristiku.

Po materiálnej stránke je ekosystém tvorený zložkami biotickej a abiotickej povahy. Ich povaha je ovplyvnená rôznymi faktormi prostredia.

Biocenóza je predstaviteľom biotickej zložky. Biotické materiály sa v ekosystémoch vyskytujú v niekoľkých stupňoch organizácie, ktoré sú čoraz komplexnejšie: bunka – jedinec (organizmus) – populácia (demos) – spoločenstvo (cenóza). Biocenóza sa pritom vyznačuje rôznymi vlastnosťami, ako je:

- **druhovú zložku** alebo spektrum – je empiricky zostavený súpis druhov na určitej ploche, vyjadruje, z koľkých druhov sa spoločenstvo skladá, relatívnu druhovú početnosť cenózy, označuje sa pojmami druhovo veľmi chudobné, chudobné, bohaté a veľmi bohaté,
- **druhovú denzitu (hustotu)** spoločenstva – počet druhov danej cenózy na jednotku plochy alebo objemu,
- **abundancia** – počet všetkých jedincov spoločenstva na jednotku plochy bez ohľadu na druhovú príslušnosť,
- **dominancia** – je relatívna kvantitatívna charakteristika cenózy, ktorou sa vyjadruje percentuálne zastúpenie druhových populácií vrátane štruktúry spoločenstva. Vypovedá o významnosti jednotlivých druhov v spoločenstve, pričom vo fytoecológii sa používa pojem pokrývnosť. Veľkosť hodnoty dominancie závisí od druhového zloženia spoločenstva, pričom platí, že s rastúcim počtom druhov sa hodnota dominancie znižuje, preto v druhovo početnejších cenózach je nižšia a v druhovo chudobnejších naopak vyššia. Podľa Tischelera (1955) sa rozlišuje 5 tried dominancie:

- eudominantný druh (nad 10 %),
- dominantný druh (5-10 %),
- subdominantný druh (2-5 %),
- recedentný druh (1-2 %),
- subrecedentný (pod 1 %).

Okrem dominancie početnosti je možné zistiť aj hmotnostnú dominanciu. Častokrát je vzťah medzi druhovou a hmotnostnou dominanciou nepriamo úmerný, v každej biocenóze sú totiž zastúpené drobné druhy s vysokým počtom a naopak veľké dosahujú nízku početnosť.

- **frekvencia** – udáva, ako často sa jednotlivé druhy vyskytujú v sérii vzoriek odobratých z tej istej cenózy, čiže ako často sa podieľajú na celkovej štruktúre spoločenstva. Závisí na rozptyle jedincov v priestore, no i napriek tomu možno na základe nej predpokladať početnosť druhov. Je priamo závislá na dominancii a obyčajne dominantné druhy dosahujú aj najvyššie hodnoty frekvencie.
- **konštantnosť (stálosť)** – vyjadruje stálosť druhového zloženia určitého typu cenózy, či už v kontexte priestorovom alebo časovom. Zisťuje sa odberom vzoriek v rôznom časovom období alebo z rôznych oblastí v biotopoch rovnakého typu v tom istom čase, či sa zistí stálosť jednotlivých druhov cenózy. Podľa hodnôt konštantcie sa rozdeľujú druhy cenózy do tried podľa výskytu:
 - akcidentálny druh (0-25 %),
 - akcesorický druh (25-50 %),
 - konštantný druh (50-75 %),
 - eukonštantný druh (75-100 %).
- **diverzita (rôznorodosť)** – je štruktúralno-quantitatívna vlastnosť každého spoločenstva, ktorá vyjadruje pomer počtu druhov k počtu jedincov, čo sa vyjadruje indexom druhovej diverzity, napríklad Shannon-Weaverov index - H' . Je priamo závislý na počte druhov cenózy a ich početnosti. S rastom hodnoty druhovej diverzity rastie i počet druhov cenózy a celkový počet jedincov je rozložený na viacero druhov. Najnižšiu hodnotu (nulovú) dosahujú monocenózy tvorené jediným druhom.
- **ekvitabilita (vyrovnanosť)** – vyrovnanosť, ktorá sa zisťuje ako pomer zisteného indexu diverzity k maximálnemu možnému indexu diverzity. Pri rovnomernom rozdelení početnosti (početnosť všetkých druhov je rovnaká) dosahuje cenóza najvyššie hodnoty vyrovnanosti, a naopak pri nerovnomernom rozdelení (početnosť jedného alebo niekoľkých druhov je maximálna a ostatných druhov minimálna) dosahuje spoločenstvo najnižšie hodnoty vyrovnanosti.
- **podobnosť** – sa používa na porovnanie zloženia dvoch alebo viacerých cenóz a na zistenie ich vzájomnej identity sa používa index podobnosti, napr. Sørensenov index podobnosti – QS alebo Jaccardov index podobnosti (Ja).
- **produkcia** – vyjadruje sa sčítaním produkcie všetkých populácií druhu tvoriacich cenózu,
- **fidelita** – je stupeň viazanosti alebo vernosti druhov k určitému typu spoločenstva. Cenózu tvoria druhy vlastné, ktoré najlepšie charakterizujú spoločenstvo a vyskytujú sa v cenóze buď trvalo (homocénne druhy), alebo len v určitom období (heterocénne druhy). Do cenózy sa dostávajú aj druhy cudzie (hospites) za účelom získavania potravy, či hľadania úkrytov, alebo zatúlanci (vicini). Základné druhy fidelity druhov sú:

- eucenné (charakteristické) druhy – vlastné, verné, vhodne charakterizujúce cenózu,
 - tyhocénne druhy – majú voľný vzťah k cenóze a sú členmi rôznych spoločenstiev,
 - acénne druhy – ide o veľmi nenáročné a všade sa vyskytujúce druhy,
 - xenocénne druhy – sú cudzie druhy, vyskytujúce sa v spoločenstve len náhodne a vzácné.
- **koordinácia (cenologická afinita)** – udáva stupeň spoločenského výskytu dvoch a viac druhov v určitom type spoločenstva. Podstata tejto charakteristiky spočíva v interšpecifických vzťahoch. Spoločné druhy tvoria tzv. korelačné (koordinačné) skupiny. Stupeň koordinácie sa vypočíta podľa Agrellovho indexu (Ag).

Existencia organizmov a ich druhové rozmiestnenie v ekosystémoch je ovplyvňované vzájomnými vzťahmi medzi nimi a súčasne všetkými **abiotickými zložkami** prostredia (atmosférou, pedosférou, hydrosférou, litosférou), charakterizovanými ako faktory prostredia. Termín prostredie nie je vždy jednoznačne vymedzený. V najširšom zmysle slova predstavuje súhrn všetkých faktorov, na ktorých závisí existencia jedinca alebo jedincov, ktorí v ňom žijú.

Z abiotických faktorov sú nosné zložky **klíma a substrát**. Substrátom, resp. pôvodným prostredím živých organizmov bola voda, neskôr sa život rozšíril na pevninu, kde je hlavným substrátom pôda a litosféra. Ich znaky a charakteristiky prispievajú k vlastnostiam ekosystému. Pôde je venovaná samostatná kapitola.

Najdôležitejšími prvkami prostredia, dôležitými pre existenciu živých organizmov, sú svetlo, teplota, vlhkosť, čiže **faktory klímy**. Klimatické faktory rozhodujú aj o základnom formovaní zemského povrchu do klimatických oblastí a o geografickom rozšírení biologických druhov. Od pólu k rovníku sú rozložené čoraz teplejšie klimatické pásma, ktorým zodpovedajú zóny vegetácie. Bioklíma sa mení nielen so zemepisnou šírkou, ale aj s nadmorskou výškou, na základe čoho sa rozlišujú klimatické stupne.

Svetlo je dôležité pre takmer všetky živé organizmy. Zvláštny význam má však pre zelené rastliny. Významná je nielen jeho kvantita, ale aj kvalita, pretože napríklad ultrafialové svetlo brzdí činnosť rastových buniek. Potreba svetla u rastlín, ako aj pri ich jednotlivých orgánoch, je rôzna. Svetlo je nutné pre tvorbu 90 % rastlinnej sušiny, je faktorom tvorby rastových látok a súčasne aj faktorom dĺžkového rastu, pôsobí na periodicitu rastlín. Nedostatok svetla spôsobuje tzv. etiolizáciu rastlín. Pre tvorbu kvetov je potrebné svetlo určitej intenzity. So svetelnou intenzitou stúpa vnútorná reakcia bunkovej šťavy. Svetlo nepriamo pôsobí na mechanizmus zvieravých buniek a na dýchanie. Je podmienkou tvorby spór a plodníc niektorých húb. K niektorým prejavom rastlín nestačí iba určitá intenzita a kvalita svetla alebo jeho suma, ale je potrebné určité striedanie svetla a tmy (tzv. fototropizmus). Aj živočíchy sa líšia svojimi nárokmi na svetlo, sú druhy svetlomilné, žijúce na plnom svetle, tieňomilné a tmavomilné. Afotné druhy žijú napríklad v jaskyniach, dutinách, v pôde a pod. Svetlo má vplyv aj na sfarbenie živočíchov. Kým afotné druhy sú obyčajne bezfarebné alebo mliečnej farby, u ostatných druhov živočíchov sa pozoruje od nenápadného po výrazné sfarbenie, plniace napríklad úlohu výstražného faktora. Aj niektoré biologické rytmy sú u živočíchov závislé na svetle.

Teplota patrí k najdôležitejším podmienkam života, je hlavným faktorom mnohých fyziologických procesov. Závislosť životných funkcií rastlín na teplote je rôzna a druhovo špecifická. Každá životná funkcia rastliny má svoje teplotné hranice. Väčšina našich terestrických cievnatých rastlín znáša pomerne široký rozsah teploty. Z hľadiska adaptácie a rezistencie rastlín k teplote sa rozlišujú termofyty (znášajúce vysoké teploty), psychrofyty (znášajúce nízke teploty) a kryofyty (rastúce na snehu). Podobne aj živočíchy potrebujú teplo, a to k udržaniu vitality. Hlavný biologický význam tepla pre živočíchy spočíva v stimulácii plazmatických, nervových a hormonálnych procesov. Živočíchy sú schopné metabolických a základných životných funkcií len v určitom rozmedzí teploty, pričom šírka teplotného rozpätia je špecifická pre jednotlivé druhy. Živočíchy mierneho pásma sa nízkym teplotám v priebehu zimy prispôbili zimným spánkom.

Voda je pre existenciu živých organizmov nevyhnutná. Zabezpečuje, aby boli v činnosti základné funkčné procesy, t. j. minerálna výživa, fotosyntéza a rast. Veľká rozdielnosť a premenlivosť pôdnej a vzdušnej vlhkosti a celého komplexu stanovištnej vlhkosti vyvolala množstvo ekologických adaptácií, ktoré sú súčasne funkčné, morfológické aj anatomické. Podobne u živočíchov hrá voda ako faktor prostredia významnú úlohu. Pre akvatické živočíchy predstavuje existenčné médium, pre terestrické môže jej nadbytok alebo nedostatok limitovať samotnú existenciu.

Aj **vzduch**, hlavne jeho zložky, kyslík a oxid uhličitý, sú základnou podmienkou existencie života v biosfére. Ako faktory prostredia pôsobia aj ďalšie chemické a fyzikálne zložky vzduchu, najmä jeho hustota a prúdenie. Atmosférický tlak vzniká v dôsledku pôsobenia hmotnosti stĺpca vzduchu. Lokálne zmeny tlaku sú zvyčajne malé a organizmy sa s nimi vedia ľahko vyrovnáť. Ekologicky významnejší je pokles tlaku vzduchu so stúpajúcou nadmorskou výškou. Prúdenie vzduchu (vietor) sa vyskytuje v základných formách prevažne ako vodorovné alebo vertikálne. Vzdušné prúdenie využívajú anemofilné rastliny na opelenie, aeroplanktón na priestorové rozširovanie. Vietor ovplyvňuje aj orientáciu živočíchov.

Topografické faktory (sklon povrchu, expozícia) sa označujú vo vzťahu k organizmom ako faktory nepriamo pôsobiace, nakoľko modifikujú faktory priamo pôsobiace, ako sú klimatické a edafické. Na severnej pologuli dostávajú svahy obrátené k juhu oveľa viac priameho slnečného žiarenia ako roviny alebo severné svahy. Modifikácia klímy môže byť tak významná, že sa niekedy hovorí o zvláštnych typoch klímy (topoklíma, regionálna klíma). Miestne topografické modifikácie sa označujú ako mezoklíma alebo mikroklíma. Utváranie reliéfu povrchu môže vyvolať aj inverziu vegetačných stupňov alebo klimatických pásiem. Z edafických faktorov je expozíciou a sklonom najviac ovplyvnený režim vody.

2.3 EKOSYSTÉMOVÉ PROCESY (PODPORNÉ EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY)

Ekosystémové vlastnosti, t. j. zložky, prvky alebo komponenty ekosystémov a ich faktory sú podmienkou alebo súčasťou ekosystémových procesov, prejavujúcich sa fungovaním ekosystému. Podľa Costanza et al. (1997) a MEA (2005) fungovanie ekosystémov môže

podporiť ekosystémové služby. De Groot (1992) charakterizoval **ekosystémové funkcie** ako schopnosť prirodzených procesov a komponentov (zložiek, prvkov) ekosystémov plniť ekosystémové služby pre ľudstvo a ďalšie formy života. Ako prirodzené procesy označil komplexné súbory interakcií medzi biotickými a abiotickými zložkami ekosystému, podporovaných cyklickými tokmi energie a látok, teda biogeochemickými cyklami.

Ekosystémové procesy sú prejavom fungovania (činnosti) ekosystému. Toto fungovanie nie je závislé na vôli človeka, zatiaľ čo funkciu ekosystému určuje človekom nie ekologický proces v ekosystéme. Ekosystémové procesy sú prirodzené procesy prebiehajúce v ekosystémoch s **dlhodobými alebo nepriamymi vplyvmi na človeka, ktoré si bežne človek neuvedomuje**, no bez nich by sa nevyvinul a jeho existencia by dnes i v budúcnosti bola okamžite ohrozená. Uvedené procesy sú niektorými autormi zaradené do kategórie **podporných ekosystémových služieb**, t. j. služieb nevyhnutných na produkciu ostatných troch ekosystémových služieb (zásobovacích, regulačných a kultúrnych). Medzi ekosystémové procesy patrí:

- fotosyntéza,
- primárna produkcia,
- produkcia atmosférického kyslíka,
- kolobeh vody,
- kolobeh živín,
- pôdotvorba (viac vid' kap. 4.1).

Fotosyntéza je jedinečný dej, výsledkom ktorého je produkcia organických látok a kyslíka procesom viazania slnečnej energie a jej premeny na energiu chemickej väzby. Proces fotosyntézy je zviazaný s procesmi dýchania, biologickej oxidácie. Okrem procesu fotosyntézy a dýchania na úrovni buniek prebieha množstvo ďalších **biochemických procesov**. Pre priebeh týchto procesov sú nevyhnutné biogénne prvky a voda. Ich zdrojmi - zásobníkmi sú všetky zložky životného prostredia (litosféra, pedosféra, hydrosféra, atmosféra) odkiaľ prúdia do biosféry a následne sa vracajú späť. So vznikom a existenciou živej hmoty je neoddeliteľne spojených najmä šesť hlavných biogeochemických cyklov – uhlíka, kyslíka, vody, dusíka, fosforu a síry. Pojem **biogeochemický cyklus** vyjadruje fakt, že cirkulácia týchto prvkov sa odohráva ako v neživom, tak aj v živom prostredí – prvky prechádzajú cez anorganické aj organické zložky, t. j. z neživého prostredia do organizmov a späť. Základným zdrojom stavebného materiálu živej hmoty sú tzv. prekursori, ktoré sa nachádzajú v zásobníkoch. V nich dochádza k rýchlej výmene medzi organizmami a ich bezprostredným okolím. Cykly nemusia mať vždy pravidelný priebeh, môžu aj stagnovať alebo sa dočasne zastaviť. Navyše **do týchto prirodzených cyklov výrazne vstúpil aj človek**, a to priamo alebo nepriamo. Výsledný ľudský vplyv na globálne cykly dosiahol bezprecedentnú úroveň v dejinách planéty, stal sa hnacím mechanizmom globálnych environmentálnych zmien (Crutzen, 2002). Vplyv antroposféry sa začal prejavovať devastačne v mnohých smeroch, napríklad:

- využívanie fosílnych palív na báze **uhlíka** stúplo v priebehu 20. storočia 12-násobne a koncentrácie niekoľkých skleníkových plynov v atmosfére značne stúpili, napr. oxid uhličitý o viac ako 30 % a metán o viac ako 100 %,

- viac **dušika** sa dnes zachytáva synteticky a aplikuje vo forme hnojív v poľnohospodárstve, než sa zachytáva prirodzeným spôsobom vo všetkých suchozemských ekosystémoch a emisie oxidu dusného zo spaľovania fosílnych palív a biomasy sú vyššie než vstupy z prírodných zdrojov,
- globálne toky **fosforu** do biosféry sa strojnásobili v porovnaní s úrovňou, ktorá existovala pred industrializáciou, v dôsledku rastu využívania hnojív a živočíšnej výroby,
- emisie oxidu **siričitého** z celosvetového spaľovania uhlia a ropy sú dnes aspoň dvakrát tak vysoké ako prírodné emisie (ktoré sú hlavne v podobe morského dimetylsulfidu uvoľňovaného z oceánov) (EEA, 2015).

2.3.1 Fotosyntéza a dýchanie

Fotosyntéza je biochemický proces zachytávania energie slnečného žiarenia, ktoré je využité na fixáciu oxidu uhličitého v zelených rastlinách a niektorých prokaryotoch za vzniku sacharidov.

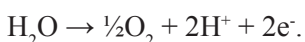
Proces fotosyntézy u vyšších rastlín prebieha v chloroplastoch, kde sa na membránach tylakoidov nachádza chlorofyl *a* a chlorofyl *b*. Okrem chlorofylu sa fotosyntézy zúčastňujú aj iné farbivá, napr. karotenoidy. Hlavným asimilačným farbivom je chlorofyl *a*, ktorý ako jediný má schopnosť absorbovať dopadajúci fotón a je označovaný ako aktívny chlorofyl. Ostatné asimilačné farbivá sú pomocné. Tvoria akúsi „sieť“, do ktorej zachytávajú dopadajúce fotóny, ktoré vedú k molekule chlorofylu *a*. Chemický priebeh fotosyntézy možno zapísať sumárnou rovnicou:



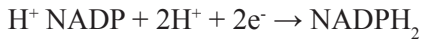
Rozlišujú sa dva druhy systémov:

- fotosystém I – uplatňuje sa pri pohlcovaní svetla s vlnovou dĺžkou 700 nm a väčšou,
- fotosystém II – uplatňuje sa pri absorbovaní svetla s vlnovou dĺžkou 680 nm a kratšou.

Proces fotosyntézy zahŕňa dva hlavné procesy, fotochemickú a termochemickú. **Fotochemická fáza**, označuje primárne procesy fotosyntézy vyžadujúce prítomnosť svetla. Ich podstatou je premena žiarivej energie na energiu chemických väzieb. Počas primárnych procesov prebieha fotofosforylácia a fotolýza vody. Fotofosforylácia začína pohltením svetelnej energie molekulou chlorofylu. Z chlorofylu sa tým uvoľnia elektróny, ktoré zachytí oxidačno-redukčný enzým ferredoxín. Z neho sa elektróny prenášajú späť na chlorofyl reťazou oxidačno-redukčných enzýmov. Energia, ktorú pritom elektrón vyžiari, sa využíva na tvorbu makroergických fosfátových väzieb v molekule adenzíntrifosfátu (ATP). Fotolýza vody je dej, pri ktorom nastáva svetelný rozklad vody a uvoľnený kyslík sa dostáva do atmosféry:



Vzbudené elektróny sa prenesú na ferredoxín, ktorý redukuje koenzým nikotínamidadenindinukleotidfosfát (NADP) za spotreby iónov:



Výsledkom primárnych procesov fotosyntézy je vznik ATP a NADPH₂, ktoré sa využívajú v sekundárnych procesoch fotosyntézy v termochemickej fáze.

Termochemická fáza nevyžaduje prítomnosť svetla. Počas týchto procesov dochádza k fixácii CO₂ a vzniku sacharidov. Zdrojom energie na túto premenu je ATP a redukovanlom NADPH₂. Existujú dva mechanizmy fixácie CO₂:

- C₃-rastliny – primárnym akceptorom CO₂ je ribulóza-1,5-bisfosfát,
- C₄-rastliny – primárnym akceptorom CO₂ je fosfoenolpyruvát

Procesy fotosyntézy, čiže asimilácie, sú v organizmoch zviazané s procesmi disimilácie, čiže dýchania. **Aeróbne dýchanie (oxidácia)**, úplná oxidácia, prebieha v mitochondriách za pomoci enzýmov, kedy dochádza k postupnému štiepeniu kyseliny pyrohroznovej v procese nazvanom oxidačná dekarboxylácia na medzi produkty až k úplnému rozkladu na CO₂ a H₂O. Dôležitý medzi produkt, aktivovaná kyselina octová – acetylCoA, vstupuje do ďalších reakcií. Krebsov cyklus a dýchací reťazec je sled biochemických reakcií, pri ktorých dochádza k postupnému odbúraniu CO₂ a H₂O a k uvoľneniu energie 36 molekúl ATP. Pri dýchaní teda dochádza k strate biomasy a v nej obsiahnutej energii. Je to trvalo negatívna zložka bilancie biomasy primárnych aj sekundárnych producentov. Je to vysoko intenzívny proces a strata biomasy ním spôsobená sa pohybuje pri bylinných porastoch od 30 do 40 %.

Produkcia ekosystémov, ktorá zostáva po stratách dýchaním, sa využíva na:

- **zvýšenie biomasy primárnych producentov** ako priemerný ročný prírastok, pričom veľkosť prírastku závisí od veku porastu,
- **zvýšenie zásob organickej hmoty v pôde** odumretými nadzemnými aj podzemnými časťami rastlín,
- **potravové a iné socioekonomické účely**.

2.3.2 Primárna produkcia

Výsledkom procesov fotosyntézy je produkcia zelenej hmoty, biomasy. Na úrovni zelených rastlín – primárnych producentov je produkcia syntetická práca asimilujúcej rastliny. Produktom tejto práce je **biomasa primárnych producentov, označovaná ako fytomasa**. **Produkcia** je schopnosť systému osvojiť si, viazať energiu v procese fotosyntézy, ako aj schopnosť hromadiť organické látky. Vyjadruje sa množstvom energie alebo biomasy za časovú jednotku, to znamená **prírastok produkcie za určité obdobie**. Biomasa je označovaná všetka organická hmota v ekosystéme v určitom čase. Vyjadrená môže byť počtom jedincov – hustotou alebo

ich hmotnosťou (najčastejšie suchou hmotnosťou – sušinou) a obsahom energie. Dôležitou súčasťou biomasy je odumretá organická hmota, nazývaná nekromasa.

Primárna produkcia sa rozlišuje hrubá a čistá. **Hrubá primárna produkcia (brutto – BPP)** je celkový produkt činnosti fotosyntetického aparátu (celková asimilácia), vrátane predýchaných asimilátov. Je to úplné množstvo látok vytvorených asimiláciou vrátane energie viazanej v týchto látkach. Jej hodnoty sa vyjadrujú súčtom čistej primárnej produkcie a dýchania. Rastliny sa nesprávajú čisto ako producenti, pretože aj ony potrebujú energiu na vlastné procesy, takže časť energie z fotosyntézy sa ihneď spotrebuje. Ak sa od množstva asimilovanej organickej hmoty, tvorenej hrubou produkciou, odpočítajú straty vzniknuté dýchaním, získa sa tzv. **čistá primárna produkcia (netto – NPP)**.

NPP závisí od mnohých prírodno-klimatických faktorov a jej hodnoty sa v rôznych ekosystémoch a biómoch značne odlišujú (tab. 2.1). Celkovo je **na Zemi** ročne vyprodukovaná asi 220 miliárd ton suchej hmoty biomasy.

Tabuľka 2.1 Čistá primárna produkcia a množstvo biomasy (suchej hmoty) v rôznych biómoch sveta ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{r}^{-1}$, $\text{Pg}\cdot\text{r}^{-1}$) (Huston, Wolverton, 2009)

Bióm	Biomasa ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Čistá primárna produkcia ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{r}^{-1}$)	Globálna čistá primárna produkcia ($\text{Pg}\cdot\text{r}^{-1}$)
Tropický les	240-388	1 566-2 502	27,4-43,8
Les mierneho pásma	114-268	1 250-1 558	13,0-16,2
Boreálny les	84-128	380-468	5,2-6,4
Tropická savana a trávny porast	58	1 080-1 282	29,8-35,4
Trávne porasty mierneho pásma a kroviny	14-26	596-786	10,6-14,0
Púšť	4-8	102-252	2,8-7,0
Tundra	8-12	178-358	1,0-2,0
Plodiny	4-6	608-1 008	8,2-13,6
Mokrade	86	2 458	8,3

2.3.3 Kolobeh vody

Voda je jednou zo základných podmienok existencie živých organizmov a ich významnou stavebnou zložkou. Navyše je abiotickým základom kolobehu látok a energie prírodných spoločenstiev, pričom vytvára veľmi špecifické podmienky. Je podmienkou fungovania mnohých procesov prebiehajúcich v ekosystémoch.

Voda v kvapalnom stave pokrýva 70,7 % zemského povrchu (Grafton, Hussey, 2011). Z celkového objemu 1,4 miliárd km^3 vody na Zemi **97 % predstavuje slaná voda a 3 % sladká voda**. Podrobné členenie uvádza tabuľka 2.2.

Tabuľka 2.2 Rozdelenie vody podľa zdrojov (km³, %) (Shiklomanov, 1993)

Vodný zdroj	Objem vody (km ³)	% zo sladkej vody	% z celkovej vody
Oceány a moria	321 000 000	-	96,54
Ľadovce, večný sneh, ľadové vrcholce hôr	24 064 000	68,70	1,74
Podzemná voda	23 400 000		1,69
sladká	10 530 000	30,1	0,76
slaná	12 870 000	-	0,93
Pôdna vlhkosť	16 500	0,05	0,001
Pôdny ľad, permafrost	300 000	0,86	0,022
Jazerá	176 400	-	0,013
sladké	91 000	0,26	0,007
slané	85 400	-	0,006
Atmosféra	12 900	0,04	0,001
Mokrade	11 470	0,03	0,0008
Rieky	2 120	0,006	0,0002
Biologická voda	1 120	0,003	0,0001

Voda je v neustálom kolobehu. Jej množstvo je konštantné, iba jej skupenstvo sa mení v priestore a čase, pričom malý a veľký kolobeh vody udržiavajú medzi skupenstvami vody rovnováhu. Nepretržitá cirkulácia vody (kolobeh) je vyvolaná slnečnou energiou a zemskou gravitáciou. Rozlišuje sa veľký a malý kolobeh vody.

Veľký kolobeh sa uskutočňuje medzi oceánom a pevninou. Začína výparom vody z mora, pokračuje prenosom vodnej pary nad pevninu, kondenzáciou a vypaďnutím vody z oblakov vo forme zrážok a končí odtokom vody späť do mora. Má rozhodujúci význam v zásobovaní zrážkovou vodou vo väčšine oblastí zemského povrchu.

Malý kolobeh (pevninský) sa odohráva nad pevninou a má tieto zložky: výpar, kondenzácia, zrážky a opätovný výpar vody.

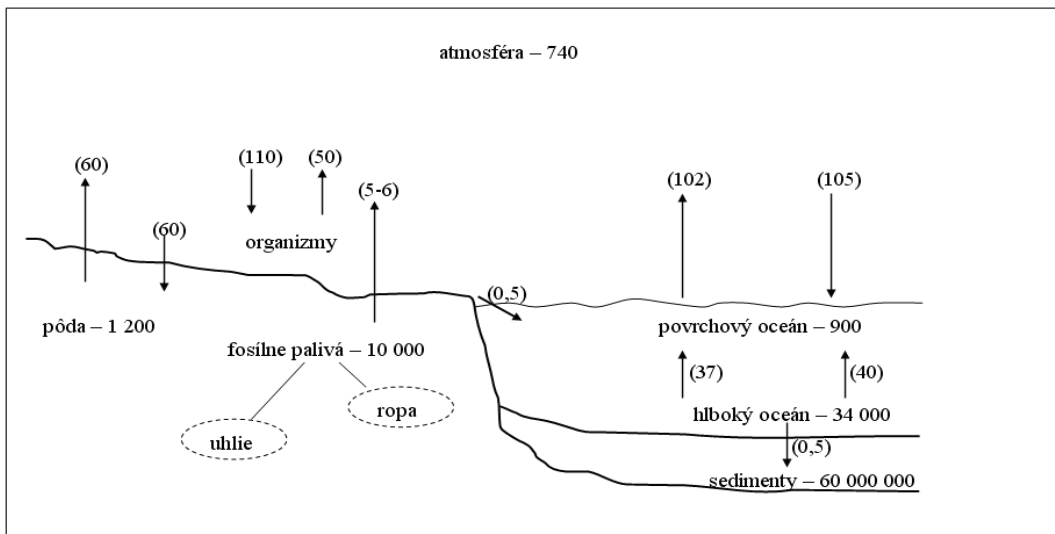
Údaj zachytávajúci všetky zložky príjmu a výdaja vody v určitej oblasti je vodná bilancia. Medzi zložky príjmové patria zrážky (vertikálne – dážď, sneh, krúpy, rosa, horizontálne – hmla, námraza) a prítok vody. Medzi výdajové zložky patrí výpar (fyzikálny jav), transpirácia (dýchanie), povrchový a podzemný odtok vody. Ľudský zásah do niektorej z uvedených zložiek môže viesť k porušeniu dlhodobo vytvorenej rovnováhy, a tým rovnako ako u iných cyklov k nahromadeniu látky (vody) na strane jednej a nedostatku vody na strane druhej. Príkladom môže byť odvodňovanie poľnohospodárskych pozemkov, vysušovanie močiarov a rašelinísk, úpravy (skrakovanie) tokov alebo odlesňovanie krajiny (Stonawski, 1997).

2.3.4 Kolobeh uhlíka

Uhlík je základným prvkom všetkých organických látok, ktoré vytvárajú nielen bunkovú, tkanivovú a orgánovú štruktúru živých systémov, ale aj zlúčeniny, ktorých premenou sa získava energia a realizuje sa koordinácia látkového metabolizmu. Okrem toho aj pôdy sú obrovskou zásobárňou uhlíka. Odhaduje sa, že v organických látkach pôdy je viazaných okolo $2 \cdot 10^{12}$ ton uhlíka. Dve tretiny z tohto množstva sa nachádza vo vrstve pôdy do hĺbky 1 m (Brady, Weil, 1999).

Pre kolobeh uhlíka (obr. 2.3) sú dôležité dva procesy:

- **Viazanie (asimilácia) oxidu uhličitého z atmosféry**, kde je jeho obsah relatívne konštantný (0,03 %). Vzdušná vrstva Zeme má určitú zásobu CO_2 . Keby však nebolo mineralizácie organických látok, rastlinstvo by túto zásobáreň vyčerpalo za niekoľko desiatok rokov. Zatiaľ čo je koncentrácia CO_2 v atmosfére nízka, v rastlinnej hmote tvorí približne 40 – 50 %, z čoho vyplýva nevyhnutnosť sústavného dopĺňania atmosféry oxidom uhličítym, aby sa zachovala jeho stála zásoba. Uhlík je z ovzdušia asimilovaný v procesoch fotosyntézy autotrofnými organizmami. Pri fotosyntéze rastliny z oxidu uhličitého a vody vytvárajú organické látky, ktoré slúžia ako stavebné látky pre výživu pletív a orgánov, ale zároveň slúžia ako potrava pre bylinožravce a všežravce.
- **Uvoľňovanie (disimilácia) viazaného uhlíka do atmosféry** je proces, pri ktorom uhlík uniká z pôdy, vôd a živých organizmov do ovzdušia. Na uvoľňovaní sa podieľajú všetky živé organizmy, a to tak, že v ich telách sa organické látky rozkladajú, pričom vzniká CO_2 , ktorý sa vracia do kolobehu. Podiel živých organizmov na uvoľňovaní viazaného uhlíka do atmosféry je rôzny:
 - dýchaním rastlín sa ročne uvoľní zhruba 9,16 Tg CO_2 , čo predstavuje 15,3 %,
 - dýchaním živočíchov sa ročne uvoľní zhruba 2,93 Tg CO_2 , čo predstavuje 4,9 %,
 - dýchaním a kvasením mikroorganizmov sa ročne uvoľní zhruba 47,91 Tg CO_2 , čo predstavuje 79,8 %.



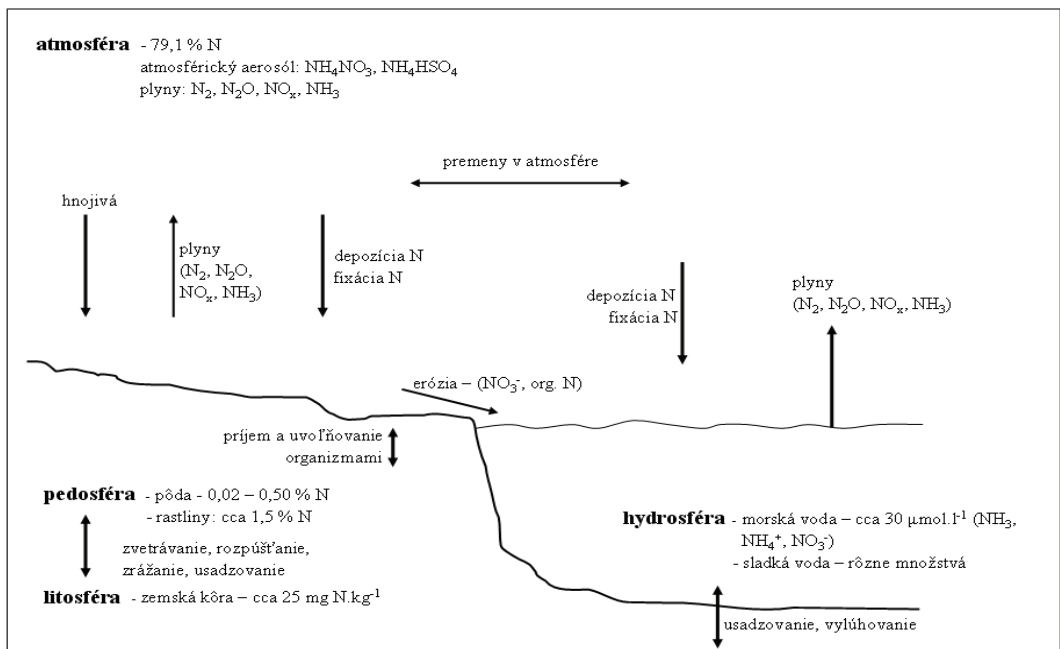
Obrázok 2.3 Kolobeh uhlíka (množstvá uhlíka sú uvedené v 10^9 t, resp. pri prenosoch v 10^9 t.rok⁻¹) (Šimek, 2003)

Medzi viazaním a uvoľňovaním CO_2 je biologická rovnováha, ktorá má oveľa zložitejší charakter. Časť viazaného uhlíka sa kumuluje v pôdnom humuse (približne polovica atmosférickej zásoby CO_2), časť sa rozpúšťa v pôdnej vode na kyselinu uhličitú (až 1/3 z pôdnej produkcie CO_2). Na druhej strane sa zvyšuje návrat CO_2 do atmosféry najmä činnosťou človeka a spaľovaním fosílnych palív. Obidve zložky kolobehu uhlíka, fixácia aj uvoľňovanie, sú dynamické, premenlivé, závislé od biotických a abiotických faktorov ekosystému alebo konkrétneho stanovišťa a ich vzájomnej väzby. Rôzna intenzita viazania CO_2 fotosyntézou závisí od typu vegetácie a pôdno-klimatických podmienok, v ktorých sa vegetácia nachádza. Výška produkcie biomasy vegetácie je určujúcim činiteľom aj pre uvoľňovanie CO_2 . Zelené rastliny dýchajú samotné, ale sú aj potravou pre dýchajúce živočíchy. Po ich odumretí nastupuje mikroflóra rozkladajúca mŕtve organické substancie až na CO_2 a H_2O .

2.3.5 Kolobeh dusíka

Dusík predstavuje dôležitú zložku bielkovín, aminokyselín, ribonukleových a deoxyribonukleových kyselín, chlorofylu a mnohých ďalších zlúčenín, vrátane enzýmov. Dusík je veľmi pohyblivý prvok, cirkulujúci medzi atmosférou, pedosférou a biosférou. Viac ako 98 % všetkého dusíka na Zemi obsahuje litosféra, avšak väčšina tohto dusíka sa nezúčastňuje globálneho cyklu. Hlavnou zásobárňou dusíka v rámci jeho kolobehu je atmosféra, ktorá je primárnym zdrojom väčšiny dusíka, ktorý cirkuluje v biosfére.

Kolobeh dusíka (obr. 2.4) bez zásahov človeka pozostáva z viazania molekulového dusíka atmosféry do organických a anorganických väzieb a spätného uvoľňovania z týchto väzieb do atmosféry.



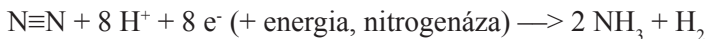
Obrázok 2.4 Kolobeh dusíka (Šimek, 2003)

Atmosféra je najväčším rezervoárom molekulového dusíka (78 %). Postupne, ako sa na našej planéte objavili prvé formy života, sa dusík v organizmoch biologicky viazal **nitrogénnymi baktériami**. To bol hlavný mechanizmus prechodu molekulového dusíka atmosféry do viazanej formy biosféry. V atmosfére vznikli a vznikajú jednoduché anorganické zlúčeniny dusíka elektrickými, fotochemickými mechanizmami. Človek prispieva do atmosféry emisiami dusíka z dopravy, priemyslu a iných činností. Tieto zlúčeniny sa s dažďovou vodou dostávajú na zemský povrch. Z biosféry sa uvoľňuje späť do atmosféry hlavne ako molekulový dusík **denitrifikáciou**. Časť organicky viazaného dusíka zostáva v pôde vo forme humusu. Medzi viazaním N_2 a jeho spätným uvoľňovaním existuje dynamická rovnováha, v súčasnosti intenzívne narušovaná činnosťou človeka. Prirodzený kolobeh narúša spaľovanie fosílnych palív, čím sa dostávajú do atmosféry plynné formy dusíka.

Procesy viazania a uvoľňovania dusíka v jeho kolobehu sú charakteristické celým radom mechanizmov podmienených činnosťou mikroorganizmov. Tieto procesy sa rozdeľujú do troch hlavných skupín (Bielek, 1998):

- **syntetické procesy,**
- **rozkladné procesy,**
- **premeny minerálnych zlúčenín dusíka.**

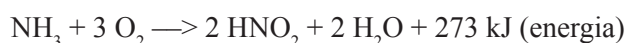
Syntetickými procesmi vznikajú organické dusíkaté látky (viazanie atmosférického dusíka, biologická sorpcia dusíka). Biologická fixácia molekulárneho dusíka je proces redukcie plynného dusíka N_2 na amoniakálnu formu NH_3 , ktorá prebieha podľa všeobecnej schémy:



Fixácia dusíka sa všeobecne považuje po fotosyntéze za druhý najdôležitejší biologický proces na Zemi. Je to proces, pri ktorom sa **pre organizmy nedostupná forma dusíka (N_2) mení na minerálnu formu (NH_3)**, ktorá je metabolizovaná všetkými rastlinami a mikroorganizmami. Mnoho autorov predpokladá, že väčšina dusíka viazaného v biomase organizmov, ale aj v odumretej organickej hmote, humusových látkach a v nerastoch organického pôvodu (uhlie, živice, rašelina), bola v minulosti fixovaná z atmosféry biologickou cestou. Biologická fixácia molekulárneho dusíka je možná len tými mikroorganizmami, ktoré sú na to vybavené príslušnými enzýmami. Fixovať dusík zo vzduchu môžu mnohé sinice a baktérie. Niektoré z nich môžu žiť voľne, nezávisle na iných organizmoch, iné zasa tvoria symbiotické vzťahy s inými mikroorganizmami, rastlinami, ale i živočíchmi. Pri biologickú fixácii dusíka sa využíva enzymatický aparát, ktorého centrálnou zložkou je **enzým – nitrogenáza**. Reakcia redukcie plynného dusíka na amoniak je relatívne zložitá a náročná na energiu, ktorá je potrebná na rozštiepenie trojitej väzby medzi atómami dusíka $N \equiv N$. **Voľne žijúce baktérie v pôde (rodu *Azotobacter*, *Clostridium* a iné)** dokážu fixovať 5 – 50 kg N.ha⁻¹.rok⁻¹. **Symbiotická biologická fixácia** dusíka sa v pôdach Slovenska uskutočňuje predovšetkým **baktériami druhu *Rhizobium***, ktoré tvoria symbiózu s koreňmi vikovitých plodín (leguminóz).

Rozkladnými procesmi sa uskutočňuje **mineralizácia** organických dusíkatých látok (**amoniifikácia**). Mineralizácia patrí k najvýznamnejším, najrozšírenejším a kvantitatívne najrozsiahlejším **procesom sprístupňovania dusíka v pôde**, ale aj v prírode celkom. Je to biologický rozklad organických látok so sprievodným uvoľňovaním minerálneho dusíka v amoniakálnej forme. Východiskovým materiálom pre rozklad sú dusíkaté látky typu proteínov – bielkoviny. Ich deštrukcia sa začína roztrhnutím zložitej bielkovinovej molekuly na peptóny a polypeptidy. Nasleduje ich hydrolýza a uvoľňovanie aminokyselín. Poslednou etapou je biochemická deaminácia, ktorá uvoľňuje amoniak a radikál aminokyselín. **Amonifikácia** je univerzálny proces, ktorý prebieha vo veľmi rozdielnych stanovištiach aj klimatických podmienkach. Zúčastňujú sa ho **anaeróbne, ako aj aeróbne druhy baktérií**, predovšetkým **baktérie druhu *Clostridium***.

Premeny minerálnych zlúčenín dusíka predstavuje nitrifikácia a denitrifikácia. **Nitrifikácia** je biologický proces, pri ktorom sa oxidujú redukované dusíkaté látky s prechodným uvoľňovaním dusitanov a ich následnou oxidáciou na dusičnany (nitráty). Je to aeróbny autotrofný alebo heterotrofný proces. Amoniak, ktorý sa uvoľňuje mineralizáciou organických dusíkatých látok do prostredia, podlieha biologickej oxidácii – nitrifikácii. Nitrifikácia prebieha v dvoch samostatných krokoch. V prvej etape sa amoniak oxiduje na dusitany (nitrity):



V tejto etape sa premeny zúčastňujú prevažne baktérie rodu *Nitrosomonas*, ale aj iných rodov (*Nitrosocystis*, *Nitrospira*, *Nitrosoglea*, *Nitrosococcus*, *Nitrosovibrio*). Tieto baktérie využívajú ako zdroj energie anorganickú látku (NH_4^+). V druhom kroku sa nitrity oxidujú na nitráty (dusičnany) za účasti baktérií najmä rodu *Nitrobacter*, v menšej miere baktérie rodov *Nitrospira*, *Nitrococcus*, využívajú ako zdroj energie NO_2^- :



Nitráty predstavujú zlúčeniny dusíka v najoxidovanejšom stave. Sú veľmi mobilné, ľahko prijateľné rastlinami, v pôde sa príliš nehromadia, podliehajú ďalším zmenám a procesom prebiehajúcim v pôde. Okrem vyplavovania nitrátov je to aj opačná reakcia k nitrifikácii – denitrifikácia.

Denitrifikácii dusíka sa najčastejšie označuje proces, ktorým sú oxidované formy dusíka (NO_3^- , NO_2^-) redukované na plynné dvojatómové zlúčeniny N_2O a N_2 . V tomto prípade ide o disimilačnú reakciu slúžiacu k zisku energie. Existujú v podstate dva spôsoby denitrifikácie:

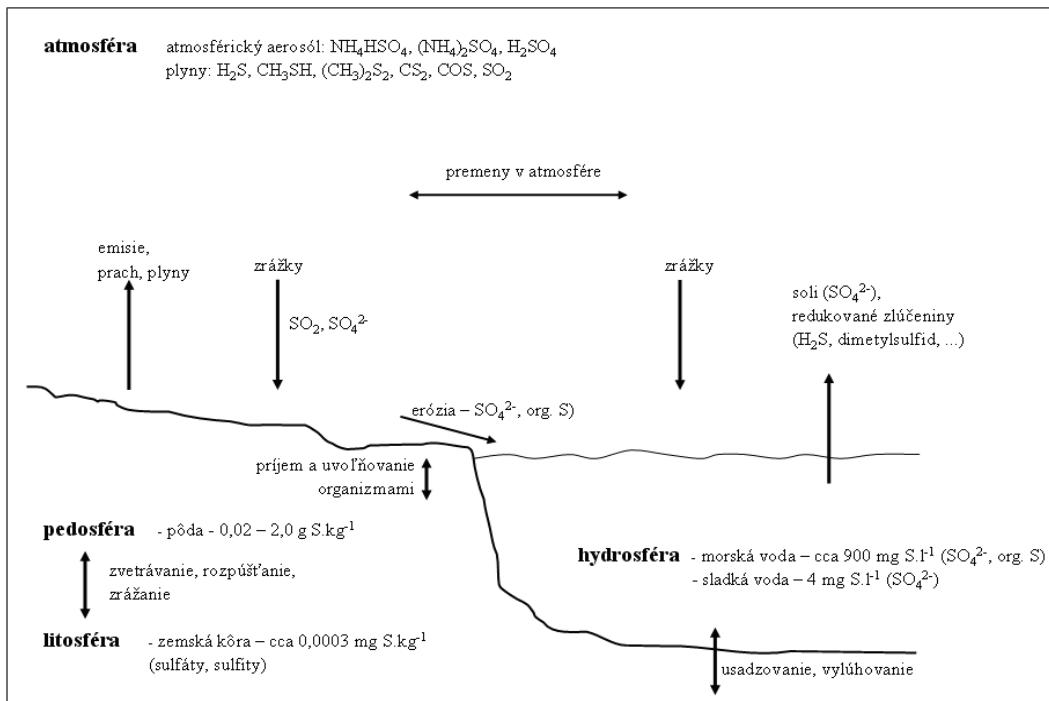
- **nepriama denitrifikácia** prebiehajúca fyzikálno-chemickými reakciami a
- **priama redukcia dusičnanov**, nazývaná **biologická denitrifikácia**. Za typickú biologickú denitrifikáciu je považovaná respiračná denitrifikácia. Pri tomto procese vystupujú nitráty alebo nitrity ako konečný akceptor elektrónov v celom reťazci respiračných reakcií. Prítom sa generuje energia, ktorá môže byť využitá pre tvorbu

novej alebo zachovanie starej biomasy. Túto reakciu možno schematicky znázorniť takto: $\text{NO}_3^- \longrightarrow \text{NO}_2^- \longrightarrow \text{NO} \longrightarrow \text{N}_2\text{O} \longrightarrow \text{N}_2$

Každá z uvedených reakcií je katalyzovaná špecifickým enzýmom alebo skupinou enzýmov. Pre tento typ reakcií je typické, že nitrity sa v pôde nehromadia, ale sú rýchlo redukované na NO a N_2O , z ktorých časť je redukovaná až na plynný dusík. Schopnosť respiračne denitrifikovať dusičnany má mnoho druhov baktérií. Väčšina izolovaných baktérií z pôdy však patrí do rodu aeróbnych baktérií *Pseudomonas*, *Micrococcus* a *Alcaligenes*. Okrem baktérií môžu denitrifikovať dusičnany aj mnohé mikroskopické huby.

2.3.6 Kolobeh síry

Síra je nenahraditeľným prvkom pre všetky živé organizmy, je nutná pre syntézu niektorých aminokyselín (cysteín a metionín), je súčasťou mnohých vitamínov, hormónov a ďalších biologických látok. Vyskytuje sa vo všetkých sférach životného prostredia, medzi ktorými dochádza k jej kolobehu (obr. 2.5).



Obrázok 2.5 Kolobeh síry (Šimek, 2003)

Procesy, ktorými sa uskutočňujú premeny síry majú cyklický charakter a rozdeľujú sa do dvoch hlavných skupín:

- **mineralizácia organických zlúčenín síry,**
- **mikrobiálne premeny anorganických zlúčenín:**

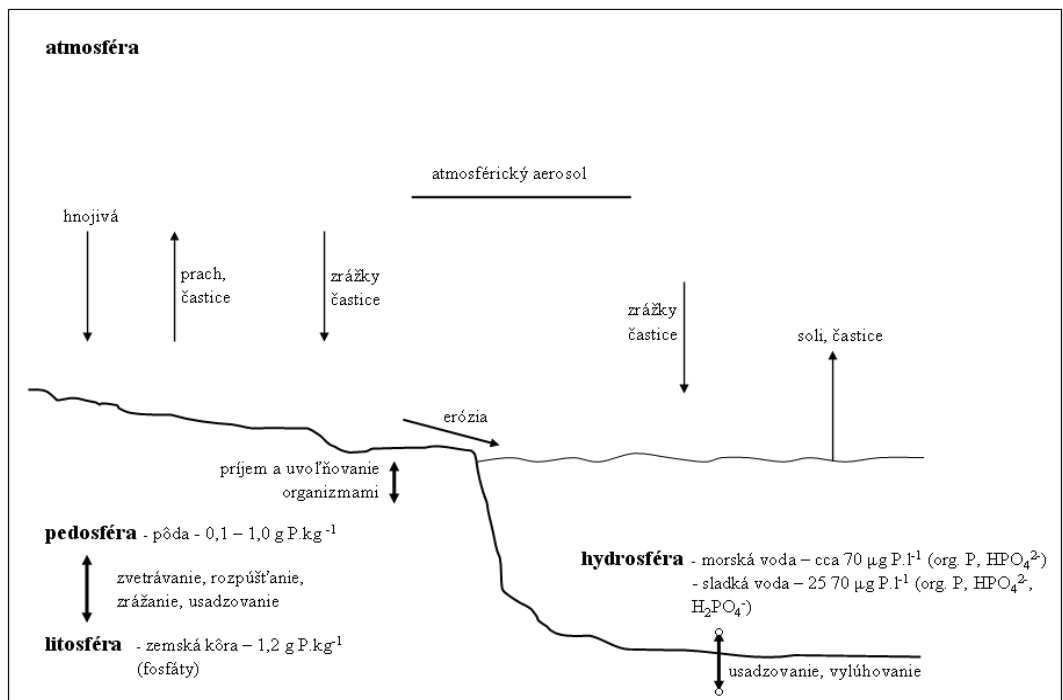
- **sulfurikácia** - oxidácia H_2S a iných redukovaných zlúčenín síry až na H_2SO_4 ,
- **desulfurikácia** - redukcia síranov a iných oxidačných stupňov síry na sulfidy, prípadne sírovodík,
- **imobilizácia** – asimilačná redukcia síranov.

2.3.7 Kolobeh fosforu

Fosfor patrí k dôležitým prvkom, limitujúcim produkčné procesy v ekosystéme (Orolínová, 2009). Fosfor je nevyhnutne potrebný pre rast a funkcie buniek všetkých organizmov. Je zložkou dôležitých biomolekúl, vrátane adenosindifosfátu, adenosinotriposfátu, ribonukleových a deoxyribonukleových kyselín a mnohých iných látok. Fosfor sa zúčastňuje na procesoch transformácie CO_2 , ktoré sú materiálnou i energetickou podmienkou existencie fauny na Zemi. Prístupnosť fosforu pre rastliny a mikroorganizmy je daná obsahom fosforu v pôdnom roztoku (Barančíková a kol., 2009).

Kolobeh fosforu (obr. 2.6) sa od kolobehu C,N, a S odlišuje v niektorých znakoch:

- Najväčšie zásoby fosforu sú v morských a oceánskych sedimentoch. Svojím výskytom je viazaný na litosféru, pedosféru, živé organizmy a minimálne sa vyskytuje v atmosfére.
- Pri premenách nemení svoj oxidačný stupeň tak podstatne ako uhlík, dusík alebo siera. Vyskytuje sa takmer vždy vo svojom najvyššom oxidačnom stupni, t.j. vo forme päťmocného fosforu P^{5+} , spravidla ako anión kyseliny trihydrogénfosforečnej PO_4^{3-} .



Obrázok 2.6 Kolobeh fosforu (Šimek, 2003)

Premeny fosforu v pôde sú veľmi zložité, na mnohých sa podieľajú hlavne pôdne mikroorganizmy. Ide predovšetkým o:

- **mobilizáciu prijateľného P** z anorganických aj organických zlúčenín (sprístupňovanie P pre rastliny),
- **imobilizáciu**, kedy mikróby asimilujú prístupný fosfor z prostredia a stávajú sa konkurentmi vyšších rastlín.

2.4 EKOSYSTÉMOVÉ FUNKCIE

Interakcie medzi priestorovými prvkami ekosystému umožňujúcimi tok energie, látok a druhmi v ekosystéme sa prejavujú ako fungovanie ekosystému. Ekosystémová funkcia je poslanie, úloha určená človekom. **Ekosystémové funkcie** poskytujúce priamo úžitky ľuďom sú považované za **ekosystémové služby**. Ľudské potreby a požiadavky sú teda príčinou toho, že ekosystémové funkcie sa stávajú službami. Dokonca pojem (sociálna) funkcia je považovaná za synonymum termínu služba. Hoci sú ekosystémové funkcie zväčša interpretované ako ekologické, už Eliáš (1983) ich rozdelil na:

- **ekologické** – potrebné pre existenciu ekosystému bez ohľadu na konkrétne sociálne úžitky a
- **sociálne** – odrážajúce sociálne potreby.

Neskôr Bastian, Grunewald (2015) ekosystémové funkcie rozdelili do troch kategórií, zásobovacích, regulačných a sociálnokultúrnych, ktoré sa už veľmi zhodujú s kategorizáciou ekosystémových služieb uznávanou v súčasnosti.

2.5 EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY

V koncepte ekosystémových služieb má popri ekosystéme **klúčové postavenie človek** a potreba uspokojovania jeho životných potrieb a blahobytu. Ekosystémové služby sú službami len vtedy, ak prinášajú úžitok pre ľudí. Pre ľudský blahobyt sú faktory ako zdravie, estetické zážitky, rekreácia, zásobovanie potravou či ekonomická prosperita nepostrádateľné. Poskytované sú ekosystémami. Úžitky, ktoré ľudia z ekosystémov získavajú, prispievajú k sociálno-kultúrnemu a ekonomickému blahobytu, to jest prispievajú ku kvalite zdravia ľudí, k zamestnanosti a príjmom. Všetky úžitky, ktoré služby poskytujú, musia mať priamy vzťah k ľudskému blahobytu (Fisher, Turner, 2008). Je možné ich vyčíslit', hodnotiť či oceniť. Ľudský pohľad na funkcie ekosystémov je vyjadrený práve pridelením ich hodnoty či ceny. Analýza ekosystémových služieb vždy zahŕňa proces hodnotenia, v ktorom sú vedecké zistenia pretransformované do ľudských hodnotových kategórií. Monetárna hodnota môže v procese ekonomického hodnotenia napomôcť aj k **internalizácii tzv. externalít** (nepriaznivých dôsledkov či vedľajších efektov). Tie potom môžu byť lepšie zohľadnené v procesoch rozhodovania na všetkých úrovniach. Avšak nie všetky dimenzie ľudského

blahobytu môžu byť vyjadrené v peňažných jednotkách, napríklad kultúrne alebo duchovné hodnoty je monetárne ťažké vyjadriť. Navyše, hoci je koncept ekosystémových služieb zameraný na úžitky, ktoré služby prinášajú, zahŕňajú aj negatívne sociálne či ekonomické efekty, nazývané „disservices“ (kontra služby) (Lyytimäki, Sipilä, 2009; Dunn, 2010).

2.5.1 Užívatelia ekosystémových služieb

Bez **užívateľov (beneficientov)**, čiže ľudí, ktorí majú zo služieb úžitok, nie sú ani ekosystémové služby (Fisher et al., 2009). Užívateľov konkrétnej ekosystémovej služby je niekedy ťažké určiť a existujú rôzne pohľady a ich triedenia. Kettunen et al. (2009) rozlišujú týchto užívateľov:

- **miestna verejnosť**, pre ktorú ekosystémy poskytujú napríklad služby podporujúce lokálnu identitu, vytvárajú podmienky na rekreáciu, poskytujú netržné lesné produkty a pod.,
- **miestni súkromní podnikatelia** – v sektore vodárenstva využívajú napríklad prirodzenú samočistiacu schopnosť vôd, čím šetria výdavky spojené s dodávkou vody pre verejnosť,
- **miestny verejný sektor** – využíva služby ekosystémov napríklad zmierňujúcich záplavy, čo prispieva k šetreniu potenciálnych nákladov vynaložených na protipovodňové opatrenia a /alebo povodňové škody,
- **regionálni cezhraniční beneficianti** – parciálne využívajú služby spojené napríklad s reguláciou klímy a záplav, zmierňovaním lesných požiarov, poskytovaním a čistením vody v medzinárodných povodiach,
- **medzinárodná/globálna verejnosť** – parciálne využívajú služby spojené napríklad s poskytovaním biotopov pre migračné druhy živočíchov, reguláciou klímy (sekvestrácia a ukladanie uhlíka), uchovanie druhovej a genetickej diverzity,
- **medzinárodní súkromní podnikatelia** – využívajú napríklad nové farmaceutické alebo medicínske produkty.

2.5.2 Klasifikácia ekosystémových služieb

Vzhľadom na diverzitu a komplexitu ekosystémov a služieb, ktoré poskytujú, je ťažké vytvoriť takú klasifikáciu ekosystémových služieb, ktorá je jasná, všeobecne akceptovaná a spĺňa všetky požiadavky. Existuje veľké množstvo kategorizácií.

Niemann rozlišoval 4 skupiny funkcií, produkčné, krajnotvorné (ekologické), humánno-ekologické a estetické. Van der Maarel a Dauvellier rozlišovali produkčné, informačné, regulačné funkcie ako spoločenské funkcie fyzickej krajiny (Bastian, Grunewald, 2015). De Groot et al. (2002) definovali regulačné, produkčné, biotopové a informačné funkcie. TEEB (2010) zvlášť vyčlenili skupinu služieb spočívajúcich v poskytovaní biotopov a génovej ochrany.

Na medzinárodnej úrovni je široko akceptovaná kategorizácia podľa Costanza et al. (1997) a Miléniového posudzovania ekosystémov (MEA, 2005), rozlišujúca štyri hlavné kategórie:

- **Zásobovacie služby** (provízne služby, ekosystémové statky) sú produkty získané z ekosystémov. Je to potrava (kultúrne plodiny, hospodárske zvieratá, ryby atď.), palivo, sladká voda, genetické zdroje, biochemikálie významné vo farmácii alebo ľudovom/ prírodnom liečiteľstve a ozdobné zdroje.
- **Regulačné služby** sú úžitky vytvorené samoudrżujúcimi schopnosťami ekosystémov, t.j. z regulácie ekosystémových procesov. Je to najmä regulácia kvality vzduchu, regulácia vody (časovanie a rozsah záplav, odtoku a pod.), čistenie vody, odstraňovanie znečistenín, regulácia chorôb, kontrola prírodných škodcov (biologická kontrola ako odolnosť proti inváziám a regulácia škodlivých činiteľov), opeľovanie, kontrola erózie, ochrana pred prírodnými katastrofami (pobrežné búrky a pod.), regulácia klímy.
- **Kultúrne služby** vytvárajú nemateriálne úžitky odvodené z ekosystémov. Sú to estetické hodnoty, duchovné/religiózne hodnoty, rekreácia a turizmus, vzdelávacie a inšpiračné hodnoty, vedecké hodnoty, hodnoty kultúrneho dedičstva (kultúrna rôznorodosť a spoločenské vzťahy), cítenie miesta..
- **Podporné služby** sú nevyhnutné na produkciu (udrżanie) všetkých iných ekosystémových služieb, sú nepriame a majú veľké časové škály. Sem patrí fotosyntéza, primárna produkcia, obeh vody a živín, tvorba pôdy a udrżiavanie úrodnosti, produkcia atmosférického kyslíka a zloženie atmosféry.

V uvedenom členení je najdiskutovanejšie začlenenie podporných služieb do celkového rámca. Mnohí autori (Burkhard et al., 2009; Hein et al., 2006, OECD 2008) poslednú skupinu nepokladajú za služby, ale základné procesy prebiehajúce v ekosystémoch, tvoriace predpoklad fungovania ostatných služieb. Vychádzajú aj z toho, že ani neposkytujú úžitok priamo človeku. Ich vyčlenením z kategorizácie môže vzniknúť základné trojpilierové rozdelenie služieb na:

- **produkčné = ekonomické,**
- **regulačné = ekologické,**
- **sociálne.**

Odborníci často diskutujú aj o tom, či ekosystémové služby poskytujú len prirodzené a semi-prirodzené ekosystémy alebo aj umelé (Cowling et al., 2008). Diskutovaným prípadom sú agroekosystémové služby. Agroekosystémy totiž tvoria biotopy zväčša len pre niekoľko rastlinných a živočíšnych druhov a z pohľadu biodiverzity sú veľmi chudobné práve kvôli cielenému pestovaniu monokultúr. Na druhej strane orná pôda má lepšiu infiltračnú rýchlosť, čím významne prispieva k plneniu regulačných služieb. Agroekosystémové služby sú špecifické aj tým, že človek služby agroekosystémov nielen využíva, ale aj sám prispieva rôznou činnosťou alebo vstupmi (dodávkou živín, ľudskou prácou a pod.), aby takýto systém vôbec fungoval. Aj udrżiavanie poloprirodných lúk s ich ekosystémovými službami, ktoré poskytujú, závisí od pravidelného kosenia. V takýchto prípadoch, kedy k poskytnutiu úžitkov z ekosystémov sú potrebné nielen prirodzené procesy, ale aj ľudské vstupy a pričinenie, sa ekosystémové služby zvyknú označovať aj ako **služby environmentálne**.

V rámci tohto základného rozčlenenia ekosystémových služieb je možné charakterizovať ďalších asi 30 služieb (tab. 2.3 – 2.5)

Tabuľka 2.3 Klasifikácia zásobovacích ekosystémových služieb
(Bastian, Grunewald, 2015)

Názov ekosystémovej služby	Definícia / Opis	Príklad	Vybraný indikátor
I. Potrava (poskytovanie rastlinných a živočíšnych látok)			
1/ Plodiny a krmoviny	Pestované plodiny/ krmoviny na výživu ľudí/zvierat	Obilniny, ovocie, zelenina, olejniný, seno	Zberaná úroda (t.ha ⁻¹)
2/ Dobytok	Produktívny a porazený dobytok	Hovädzí dobytok, ošípané, hydina	Dobytčie jednotky (dobytčie jednotky na ha)
3/ Divo rastúce rastliny a zver	Jedlé rastliny a živočíchy z prírody	Hríby, čučoriedky, divina	Poľovnícke kvóty (zvieratá na ha)
4/ Voľne žijúce ryby	Ryby a morské plody ulovené vo vodách	Slede, krevety, mušle	Rybárske kvóty a počet ulovených kusov (t.ha ⁻¹)
5/ Akvakultúra	Ryby, mušle a riasy chované v rybníkoch a na farmách	Krab, krevety, ustrice	Vyprodukované množstvo (t.ha ⁻¹)
II. Obnoviteľné prírodné materiály			
6/ Drevo a produkty stromov	Surovina zo stromov v lesoch, plantážach	Drevo, celulóza, rezivo, prírodná guma	Zásoba, ťažba (m ³ .ha ⁻¹ , t.ha ⁻¹)
7/ Rastlinné vlákna	Vlákna z bylín (prírodných alebo pestovaných)	Bavlna, ľan, konope, sisal	Úroda (t.ha ⁻¹)
8/ Obnovené energetické zdroje	Biomasa z energetických plodín a odpadu	Drevené uhlie, kukurica, hnoj	Úroda (t.ha ⁻¹), množstvo energie (MJ.ha ⁻¹)
9/ Ostatné prírodné materiály	Materiál z priemyslu, remesiel, umeleckých činností, výroby suvenírov	Koža, perly, perie, okrasné ryby	Predané kusy (napr. kožušiny za rok)
III. Ostatné obnoviteľné prírodné zdroje			
10/ Genetické zdroje	Gény a génové informácie pre šľachtenie a biotechnológie	Sadivo, rezistentné gény	Počet druhov
11/ Biochemikálie, prírodná medicína	Suroviny pre medicínu, kozmetiku a iné v záujme zlepšenia zdravia a blahobytu	Éterické oleje, echinacea, cesnak, potravinové prídavky	Úroda, množstvo substancií (kg.ha ⁻¹), zisk (€.ha ⁻¹)
12/ Voda	Čistá voda – podzemná a povrchová, zo zrážok a využívaná v priemysle či poľnohospodárstve	Dážď, prameň	Surová voda, pitná voda (m ³ .plocha)

Tabuľka 2.4 Klasifikácia regulačných ekosystémových služieb (Bastian, Grunewald, 2015)

Názov ekosystémovej služby	Definícia / Opis	Príklad	Vybraný indikátor
I. Klimatologické a vzduch čistiace služby			
1/ Regulácia kvality ovzdušia	Čistenie ovzdušia, výmena plynov	Filtrový efekt (jemný prach, aerosoly), produkcia kyslíka	Podiel lesov (%), index listovej plochy
2/ Regulácia klímy	Dopad na udržanie prirodzených klimatických procesov a znižovanie rizika extrémnych udalostí	Produkcia chladného vzduchu, humifikácia, znižovanie teploty vegetáciou, oslabenie extrémnych teplôt a búrok	Podiel lesov a nepokrytých oblastí (%), albédo
3/ Sekvestrácia uhlíka	Zachytávanie oxidu uhličitého z atmosféry a jeho uskladnenie v zásobníkoch	Fotosyntéza, fixácia vo vegetácii a pôde	Podiel plôch s vegetáciou (%), pôdne formy (napr. rašelina)
4/ Ochrana pred hlukom	Redukcia hluku vegetáciou a povrchovými nerovnosťami	Protihlukový efekt vegetácie	Vitalita, hustota vegetácie
II. Hydrologické služby			
5/ Regulácia vody	Zabezpečovanie vyrovnanosti vodných tokov, zabránenie povodňam či suchám, ochrana pred prílivovými záplavami, voda ako transportné médium, vodná sila	Prírodné zavlažovanie, uchovávanie pôdnej vody, podzemné zdroje	Využívanie pôdy, krajinná pokrývka (%), pôdne typy
6/ Čistenie vody	Filtračný efekt, zásoba živín, rozklad odpadu	Retencia dusíka, denitrifikácia, sebačistenie riek a jazier	Krajinná pokrývka (%), pôdne typy, štruktúra vôd
III. Pôdne služby			
7/ Ochrana pred eróziou	Vplyv vegetácie na pôdnu eróziu, sedimentácia, zanášanie	Ochrana pred zosuvmi a lavínami, vetrolamy	Sklon (°), pôdny typ, využívanie pôdy, striedanie plodín
8/ Udržiavanie pôdnej úrodnosti	Regenerácia pôdnej kvality edafónom (pôdnymi organizmami), tvorba pôdy (pedogenéza), živinový cyklus	Fixácia dusíka, rozklad odpadu, tvorba a zásoby humusu	Diverzita plodín, pôdny typ, odstraňovanie pozberových zvyškov
IV. Biologické služby (biotopové funkcie)			
9/ Regulácia škodcov a chorôb	Zmierňovanie vplyvu škodcov a rozširovania nákaz	Spevavé vtáky, parazitické osy, kliešte	Aplikované biocídy, prirodzenosť a vitalita vegetácie, podiel prirodzenej vegetácie (%), spektrum druhov (parazitov, predátorov, škodcov)
10/ Opeľovanie	Rozširovanie peľu a semien divých a domestikovaných druhov rastlín	Med a divé včely, čmeliaky, motýle	Podiel prirodzenej vegetácie (%), aplikované biocídy, podiel kvitnúcich rastlín, geneticky modifikované organizmy

11/ Udržiavanie biodiverzity	Ochrana divých druhov a vyšľachtených rastlín a plemien	Poskytnutie biotopov a útočísk pre divé rastliny a zvieratá, migrujúce druhy, rôzne plemená	Podiel prirodzenej vegetácie (%), zloženie biotopov, počet druhov, ohrozenosť
------------------------------	---	---	---

Tabuľka 2.5 Klasifikácia sociokultúrnych ekosystémových služieb (Bastian, Grunewald, 2015)

Názov ekosystémovej služby	Definícia / Opis	Príklad	Vybraný indikátor
I. Psychosociálne tovary a služby			
1/ Etické, duchovné a náboženské hodnoty	Možnosť žiť v harmónii s prírodou, sloboda voľby, generačná rovnosť	Bioprodukty, posvätné miesta	Podiel prirodzenej vegetácie (%), vyhynutie/ ohrozenosť GMO, aplikované biocídy
2/ Estetické hodnoty	Diverzita, krása, jedinečnosť, prirodzenosť prírody a krajiny	Kvitnúce horské lúky, harmonická krajina	Využívanie pôdy, vegetačné typy, diverzita plodín, diverzita reliéfu
3/ Identifikácia	Osobné puto, pocit domova v krajine	Prírodné a kultúrne dedičstvo, pamätné miesta, tradičné hodnoty	Prírodné a kultúrne pamätihodnosti, historické krajinné prvky, architektonický štýl
4/ Možnosť rekreácie a (eko)turizmu	Podmienky pre šport, rekreáciu a voľný čas v prírode a krajine	Dostupnosť, bezpečnosť, podnety	Úroveň dostupnosti, zaťaženie územia, snehová pokrývka, vodné plochy, atraktívne druhy, počet návštevníkov
II. Informačné služby			
5/ Vzdelávanie, vedecké poznatky	Príležitosť získať znalosti o prírodných vzťahoch, procesoch a vývoji, vedecký výskum, technologické inovácie	Prírodné pôdne profily, fungujúce ekosystémy, vzácne druhy, tradície	Prírodné a kultúrne pamätihodnosti, formy využívania krajiny, prirodzenosť
6/ Mentálne, spirituálne a umelecké inšpirácie	Stimulovanie fantázie, inšpirácie v architektúre, výtvarníctve, fotografovaní, hudbe, tanci, óde, folklóre	Pôsobivá krajina, rieky, útesy, staré stromy	Prírodné a kultúrne pamätihodnosti, diverzita krajiny
7/ Environmentálne indikátory	Získavanie znalostí o environmentálnych podmienkach, zaznamenávanie zmien a ohrození vizuálnou percepciou štruktúr, procesov a druhov	Lišajníky ako indikátory čistoty ovzdušia, rastliny ako indikátory	Druhové spektrum (ekologické skupiny), počet druhov lišajníkov, prirodzenosť

Prepojenie vybratých ekosystémových služieb s vlastnosťami – parametrami ekosystému a ekosystémovými procesmi vyjadruje tabuľka 2.6 (Prokopová, 2010).

Tabuľka 2.6 Súhrn ekosystémových služieb a ich vzťah ku konkrétnemu ekosystémovému procesu, úloha rastlinných spoločenstiev v tomto procese a merateľné vlastnosti (indikátory), vzťahujúce sa k rastlinným spoločenstvám, ktoré tieto procesy ovplyvňujú (Prokopová, 2010)

Typ ekosystémovej služby	Služba ekosystému	Ekosystémový proces	Úloha rastlinných spoločenstiev	Indikátory ovplyvňujúce proces	
Zásobovacia	Zásobovanie vodou	Infiltrácia	Vedenie vody koreňovým systémom, zdrsnenie povrchu zeme (spomalenie povrchového odtoku, podpora vsakovania), vytváranie vrstvy organického opadu, humusu	Hustota koreňového systému, pokrývnosť	
		Malý kolobeh vody, miestne zrážky	Zadržanie odparenej vody korunou a jej vracanie do kolobehu	Pokrývnosť, etážovitosť, LAI, plocha a objem koruny stromu	
		Retencia vody	Vytváranie živých a mŕtvych pletív a materiálov, schopných nasávať a zadržiavať vodu a dotovať toky v období sucha, vytváranie vrstvy organického opadu, humusu	LAI, etážovitosť, tvar a drsnosť listov, plocha a objem koruny stromu	
		Intercepcia	Zachytenie vody povrchom listov	LAI, biomasa, produkcia, exergy	
	Zásobovanie potravinami, materiálmi a energiou	Fotosyntéza, primárna a sekundárna produkcia	Fotosyntéza, zachytenie slnečnej energie povrchom listov a premena anorganických látok na organické	LAI, biomasa, produkcia, exergy	
	Zásobovanie biochemickým a genetickým materiálom	Diferenciácia druhov, zachovanie diverzity	Vznik a zachovanie rastlinných druhov	Biodiverzita na úrovni spoločenstiev, populácií a génov	
Podporné	Cyklus uhlíka	Fotosyntéza a tvorba organických látok	Fotosyntéza, zachytávanie slnečného žiarenia povrchom listov a premena anorganických látok na organické	LAI, biomasa, produkcia, exergy	
		Hunifikácia	Tvorba opadu, ktorý sa hromadí na povrchu pôdy a humifikuje	Obsah humusu, typ humusu a frakcie	
	Cyklus dusíka	Dekompozícia	Tvorba opadu, ktorý je zdrojom živín pre dekompozítory	Obsah humusu, typ humusu a frakcie, rýchlosť rozkladu, pomer C/N	
		Vyrovňovanie presýtenosťou kyselinou uhličitou v mokradiach	Povrch mokrad'ových rastlín je dostatočne členitý a umožňuje zvýšenú komunikáciu medzi ovzduším a vodou	Množstvo mokrad'ových makrofýtov	
	Cyklus dusíka	Fixácia plynného dusíka	Leguminózy (baktérie, hrčkotvorné baktérie)	Príjem NO_3^- iónov koreňovým systémom rastlín a ich fixácia vo forme organických látok (aminokyselín), obmedzenie rýchlosti nitrifikácie vďaka zadržovaniu vody (anaeróbne prostredie) a tým tiež vyrovňovanie teplôt	Pokrývnosť, biomasa, produkcia a vitalita vegetačného krytu, množstvo organického materiálu a obsah vody v pôde (plus vyrovnanosť)
		Ochrana pred vyplavovaním rozpustných NO_3^- iónov pri nitrifikácii			

	Odvedenie prebytočného dusíka v mokradiach (denitrifikácia a anamox – vznik plynného N a jeho únik do atmosféry, odber dusíka vodnými a mokraďovými rastlinami)	Výskyt a množstvo vodných a mokraďových rastlín	Obsah N vo vode
Cyklus fosforu	Ochrana pred vyplavovaním a stratou fosforu	Prijímanie rozpustných foriem fosforečných aniónov koreňovým systémom rastlín	Pokryvnosť, biomasa, produkcia a vitalita vegetačného krytu
	Zrážanie bázičných látok v mokradiach	Mokraďové rastliny počas produkcie odoberajú kyselinu uhličitú, čím podporujú vyzrážanie bázičných katiónov	Biomasa vodných a mokraďových rastlín
Cyklus bázičných iónov	Fixácia báz v pôdných organických látkach	Vyrovnanie obsahu vody v pôde (zabránenie zvýšenej mineralizácie a následnému vyplaveniu živín počas dažďa; k mineralizácii dochádza pri aktivite rastlín – nasávaním vody – nasleduje čiastočné okysličovanie a mineralizácia a okamžité využitie (fixácia) báz rastlinami	Vyrovnaný prietok, pokryvnosť a etážovitosť porastu, obsah vody v pôde a jej kolísanie v závislosti od zrážok, obsah opadu, humusu a pôdných organických látok
	Regulácia vyplavovania živín	Príjem rozložených živín koreňovým systémom, ich fixácia a vracanie do kolobehu po odumretí (ochrana pred vyplavovaním)	Obsah živín vo vodných tokoch a nádržiac
Cyklus vody	Evapotranspirácia	Príjem vody koreňovým systémom a jej výdaj do atmosféry cez prieduchy	Teplota porastu, teplotný priebeh, Bowenov pomer, meranie evapotranspirácie, plocha a objem korún stromov Pokryvnosť, etážovitosť, hustota porastu, LAI, drsnosť listov, plocha a objem korún stromov
	Kondenzácia	Podpora kondenzácie vodnej pary na listoch	Pokryvnosť, etážovitosť, hustota porastu, LAI, drsnosť listov, plocha a objem korún stromov
	Malý vodný cyklus	Zadržanie odparenej vody korunou a jej návrat do kolobehu	Pokryvnosť, etážovitosť, hustota porastu, LAI, drsnosť listov, plocha a objem korún stromov
	Intercepcia	Zachytenie vody povrchom listov	Pokryvnosť, etážovitosť, hustota porastu, LAI, plocha a objem korún stromov

		Retencia vody	Vytváranie živých a mŕtvych pletív a materiálov, schopných nasávať a zadržiavať vodu a dotovať toky v období sucha, tvorba pôdnych koloidov, ktoré viažu vodu, ochrana pôdy pred vysychaním a eróziou	Množstvo opadu, množstvo humusu, pokrývnosť, etážovitosť, prítomnosť určitých typov mokrad'ových biotopov
	Tvorba pôdy	Pedogenéza	Tvorba humusu, dodanie dusíka (leguminózy), tvorba pôdnej štruktúry, opad – živiny pre dekompozítory, zadržiavanie vody	Obsah humusu, obsah dusíka a iných živín, pomer C/N, opad – množstvo a rýchlosť rozkladu
	Tvorba kyslíka	Fotosyntéza	Štiepenie vody na H ⁺ a O ₂	Biomasa, produkcia
Regulácia klímy	Evapotranspirácia (regulácia teplôt a následne energetických tokov)	Nasávanie vody koreňovým systémom a jej výdaj do atmosféry cez prieduchy		Teplota porastu, teplotné priebehy, Bowenov pomer, meranie evapotranspirácie, plocha a objem korún stromov, šírka tracheí dominantných druhov
	Viazanie CO ₂ (zmiernenie skleníkového efektu)	Fotosyntéza, zachytávanie slnečnej energie povrchom listov a premena anorganických látok na organické, viazanie uhlíka v rastlinách a v pôde		Biomasa, produkcia, obsah uhlíka v biomase a v pôde
	Odraz slnečného žiarenia späť do atmosféry	Albédo povrchu porastov		Meranie albéda
Regulačné	Zadržovanie vody (regulácia teplôt)	Vytváranie živých a mŕtvych pletív a materiálov, schopných nasávať a zadržiavať vodu a dotovať toky v období sucha, tvorba pôdnych koloidov, ktoré viažu vodu, ochrana pôdy pred vysychaním a eróziou		Množstvo opadu, množstvo humusu, pokrývnosť, etážovitosť, prítomnosť určitých typov mokrad'ových biotopov
	Podpora malého vodného cyklu (zvýšenie počtu zrážok)	Zadržanie odparenej vody korunou a jej návrat do kolobehu		Pokrývnosť, etážovitosť, hustota porastu, LAI, drsnosť listov, plocha a objem korún stromov
	Toky minerálnych aerosolov	Výmena častíc medzi listami a atmosférou		Rýchlosť toku aerosolov do listov
	Ovplyvnenie prúdenia vzduchu	Turbulencie		Drsnosť povrchu porastov, drsnosť listov
Regulácia záplav	Retencia vody v pôde	Vytváranie dostatočného množstva organických látok pre tvorbu humusu a opadu, ktoré sú schopné nasávať vodu a zadržiavať ju, tvorba koloidných častíc v pôde		Množstvo opadu, množstvo humusu, pokrývnosť, etážovitosť, prítomnosť určitých typov mokrad'ových biotopov

	Retencia vody v porastoch a transpirácia	Zadržiavanie vody povrchom rastlín, nasávanie vody koreňovým systémom a jej transpirácia	Pokryvnosť, etážovitosť, LAI, plocha a objem korún stromov, množstvo prieduchov, šírka tracheí, existencia určitých typov mokrad'ových a nivných biotopov, existencia prírode blízkych riečnych korýt
	Vsakovanie	Koreňový systém umožňuje rýchlejšie vsakovanie vody, štruktúra pôdy umožňujúca rýchlejšie vsakovanie	Koreňový systém, množstvo organických látok v pôde
Regulácia čistoty ovzdušia	Fotosyntéza (štiepenie vody a výroba molekulárne čistého kyslíka), zachytávanie prachových častíc a iných polutantov	Proces fotosyntézy, zachytenie častíc povrchom rastlín, vytváranie turbulencií	Listová plocha – LAI, hustota porastu, objem korún stromov, drsnosť povrchu rastlín, drsnosť listov
Regulácia čistoty vody	Zachytávanie živín, vstrebávanie látok koreňovým systémom, zadržiavanie odtoku vody	Akumulácia živín, nárast biomasy, fotosyntéza, protierózna funkcia (zadržania plošného splachovania)	Produkcia biomasy, CN krivky
Regulácia chorôb	Biologická ochrana	Biotop pre rôzne organizmy, ekosystémové väzby, negatívne spätné väzby	Biodiverzita, zrelosť ekosystému
Regulácia erózie	Zadržanie, spomalenie plošného odtoku pri zrážkach, zamedzenie tvorby erózných rýh a odnosu pôdy	Spomalenie toku vody vďaka hustote porastu, podpora vsakovania, intercepcia vody rastlinami	CN krivky, pokryvnosť rastlín v priebehu roka

2.5.3 Vzájomné vzťahy a kompromisy medzi ekosystémovými službami

Nenarušené ekosystémy poskytujú celú paletu ekosystémových služieb, medzi ktorými existujú **vzájomné vzťahy**. Niektoré služby sú vyslovene prepojené a zmeny jednej služby sa môžu pozitívne alebo negatívne odraziť na tej druhej (napríklad zvýšenie úrod poľnohospodárskych plodín na ornej pôde zníži regulačné služby, ako sekvestráciu uhlíka či biotopové služby).

Willemen (2010) opísal rôzne vzťahy medzi funkciami v krajine, ktoré je možné aplikovať aj na ekosystémové služby. Ide o tri kategórie vzájomných vzťahov či pôsobenia služieb:

- **konfliktné spolupôsobenie** – ktoré je výsledkom kombinácie spolupôsobenia viacerých služieb, kedy dochádza k súčasnému zhoršeniu jednej a zlepšeniu druhej poskytovanej služby,
- **synergické spolupôsobenie** – ktoré je výsledkom kombinácie spolupôsobenia viacerých služieb, kedy dochádza plnením jednej služby k následnej podpore druhej služby,
- **kompatibilné spolupôsobenie** – ktoré je výsledkom kombinácie spolupôsobenia viacerých služieb, kedy nedochádza k ovplyvňovaniu jednotlivých služieb ani v pozitívnom, ani v negatívnom zmysle.

Početné vzťahy a rôzne prepojenia medzi rôznymi ekosystémovými službami sú príčinou nutnosti prijímania **kompromisov** (nazývaných **trade-offs**) v rozhodovaní a pri manažovaní ekosystémov. Častokrát je potrebné sa rozhodnúť, ktorá služba bude „uprednostnená“ pred inou. Napríklad v poľnohospodárstve je výroba potravín postavená na zásobovacej službe agroekosystémov, ktorá je podporovaná a využívaná človekom na úkor iných služieb, ktoré sa zhoršujú (Kanianska et al., 2015; Ring et al., 2010). Aj Moldan a Hák (2010) vidia základný problém manažmentu ekosystémových služieb práve vo **vzájomnej konkurencii medzi rôznymi typmi služieb** jednotlivých ekosystémov, medzi ktorými je potrebné **nájsť rovnováhu**. Napríklad pri hospodárení v povodiach vodárenských tokov sa stretávajú požiadavky ochrany vôd s oprávnenými nárokmi poľnohospodárov na čo najväčšiu produkciu. Často sa pri manažmente týchto služieb stretávajú hľadiská a záujmy rôznych záujmových subjektov (stakeholderov), napríklad rozdielny pohľad turistu a poľnohospodára na poľnohospodársku krajinu.

TEEB štúdia (2009) rozlišuje rôzne **formy kompromisov** medzi službami:

- **časové kompromisy** medzi službami, obrazne vyjadrené „výhody teraz – výdavky potom“,
- **priestorové kompromisy** medzi službami, obrazne vyjadrené „výhody tu – výdavky inde“,
- **kompromisy medzi užívateľmi**, obrazne vyjadrené „jedni berú – druhí strácajú“,
- **kompromisy medzi službami**, obrazne vyjadrené „podpora jednej služby je na úkor inej služby“.

2.5.4 Časové a priestorové aspekty ekosystémových služieb

Všetky služby môžu byť analyzované a posudzované z časového alebo priestorového hľadiska.

Z **časového hľadiska** je častým problémom stret krátkodobého úžitku a dlhodobého efektu, pričom prírodné procesy majú obvykle dlhodobý charakter. V čase dochádza k funkčným zmenám v ekosystémoch, čo sa odráža aj na kvalite plnenia ekosystémových služieb. Ekosystémy podliehajú veľkým zmenám, pričom ak dôjde k prekročeniu prahových či limitných hodnôt, môže dôjsť až ku kolapsu ekosystému.

Tieto zmeny sú zvlášť v súčasnosti akcelerované hnacími silami, ktoré Artner et al. (2005) rozdeľujú na:

- **stále hnacie sily** (faktory) – napríklad globalizácia, demografické zmeny,
- **premenlivé hnacie sily** (faktory) – napríklad ekonomický rozvoj, vzorce spotreby.

Mnohí autori predpokladajú zhoršenie plnenia mnohých ekosystémových služieb v budúcnosti. Medzi hlavné príčiny patrí využívanie pôdy, najmä intenzifikácia.

Z **priestorového hľadiska** môže dochádzať k rôznym javom, prípadne aj k stretom časového a priestorového hľadiska. Fisher et al. (2009) navrhli klasifikáciu vzťahov medzi miestom poskytovania služieb a miestom, kde sa prejaví úžitok, nasledovne:

- oboje, služba aj úžitok z nej sa prejavia **na tom istom mieste** (napr. pôdotvorba),
- služba je poskytovaná **všetkými smermi** (omni-directionally) a úžitok prospieva okolitej krajine (napr. opeľovanie),
- úžitok je viazaný **na špecifické miesto** (napr. v horských územiach, dole lokalizované územia majú úžitok z hore lokalizovaných oblastí, ktoré napríklad poskytovaním regulačných služieb tlmia negatívne dôsledky záplav),
- služba je poskytovaná **veľkoplôšne**, ale úžitok z nej prospieva len malej, obmedzenej lokalite (napr. určitej usadlosti).



KLÚČOVÉ SLOVÁ

Ekosystémová vlastnosť, ekosystémový proces, ekosystémová funkcia, ekosystémová služba

OTÁZKY NA OVERENIE ZNALOSTÍ

- Prečo bol sformulovaný koncept ekosystémových služieb?
- Čo znamená termín služba v ekonomike a akým spôsobom bol tento termín uplatnený pre ekosystémy?
- Aký je vzťah medzi ekosystémami a ľudským blahobytom, zakomponovaný do kaskádového modelu ekosystémových služieb?
- Aké definície pojmu ekosystémové služby poznáte?
- Ako boli zadefinované a kategorizované ekosystémové služby v rámci Miléniového hodnotenia ekosystémov?
- Aké skupiny užívateľov ekosystémových služieb poznáte?
- Aké ekosystémové vlastnosti poznáte?
- Aké ekosystémové funkcie a služby poznáte, aký je medzi nimi rozdiel?
- Prečo vzniká konkurencia medzi jednotlivými ekosystémovými službami a aké kompromisy sa pri ich manažovaní prijímajú?
- Aký je princíp fungovania fotosyntézy a aký je jej vzťah s produkciou atmosférického kyslíka a primárnou produkciou?

ÚLOHY NA OVERENIE ZNALOSTÍ

- Schematicky znázorníte a opíšete kolobeh vybraného prvku.
- Vyberte si ľubovoľný ekosystém a skúste vymenovať podľa jednotlivých kategórií jeho ekosystémové služby. Zamyslite sa nad ich možnou vzájomnou konkurenciou, uveďte príklady konkurujúcich si ekosystémových služieb.

LITERATÚRA

- Artner, A., Frohnmeyer, U., Matzdorf, B., Rudolph, I., Rother, J., Stark, G. 2005. *Future Landscapes*. Bonn.
- Barančíková, G., Fazekašová, D., Manko, P., Torma, S. 2009. *Chémia životného prostredia*. Prešovská univerzita v Prešove, 2009, 255 s., ISBN 978-80-555-0082-9.
- Bastian, O., Grunewald, K. 2015. Conceptual Framework. In: Grunewald, K., Bastian, O. (eds.): *Ecosystem Services – Concept, Methods and Case Studies*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, ISBN 978-3-662-44142-8, p. 35-73.
- Belaňová E., Kanianska R., Kizeková M., Makovníková J., Jaďuďová J., Zelený J., Kočická E., Vaľková V., Wagner J., Mitterpach J., Samešová D., 2014: „Quo Vadis“ – čo a ako možno integrovať?. In: Diviaková A. (ed.), *Stav a trendy integrovaného manažmentu životného prostredia*, s. 46 – 97, Zvolen: Vydavateľstvo TU vo Zvolen.
- Bielek, P. 1998. *Dusík v poľnohospodárskych pôdach Slovenska*. VÚPOP Bratislava, 1998, 256 s., ISBN 80-85361-44-2.
- Brady, N.C., Weil, R.R. 1999. *The nature and properties of soils*. Prentice Hall, 1999, 881 s.
- Brussaard, L., Ruiten, P.C., Brown, G.G. 2006. Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 121: 233-244.
- Burkhard, B., Kroll, F., Müller, F., Windhorst, W. 2009. Landscapes' capacities to provide ecosystem services-a concept for land-cover based assessment. *Landscape Online*, 15: 1-22.
- Capra, F. 2004. Tkáň života. Nová syntéza mysli a hmoty. Praha: Academia.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R.S., Farber, S., Grasso, M., et al. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387: 253-260.
- Cowling, R.M., Egoh, B., Knight, A.t., O'Farrel, P.J., Reyers, B., Rouget, M., Roux, D.J., Welz, A., Wilhelm-Rechman, A. 2008. An operational model for mainstreaming ecosystem services for implementation. *Proc Natl Acad Sci USA*, 105: 9483-9488.
- Crutzen, P.J. 2002. Geology of mankind. *Nature*, 415: 23
- Daily, G. 1997. Nature's services: societal dependence on natural ecosystems. Washington DC.: Island Press.
- De Groot, R., Fishcer, B., Christie, M., Aronsn, J., Braat, L et al. 2010. Integrating the Ecological and Economic Dimensions in Biodiversity and Ecosystem Services Valuation. In: Kumar, P. (ed.): *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. London, Washington: Earthscan, p. 9-40.
- De Groot, R.S., Wilson, M., Boumans, R. 2002. A typology for description, classification and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecol Econ*, 41: 393-408.
- De Groot, R.S. 1992. Functions of nature: evaluation of nature in environmental planning, management and decision making. Groningen: Wolters-Nordhoff.
- Dunn, R.R. 2010. Global mapping of ecosystem disservices: the unspoken reality that nature sometimes kills us. *Biotropica*, 42: 555-557.
- EEA, 2015. *The European Environment – State and Outlook 2015*. Copenhagen: EEA.
- Ehrlich, P.R., Mooney, H.A. 1983. Extinction, substitution, and the ecosystem services. *BioScience*, 33: 248-254.
- Eliáš, P. 2010. Ekosystémové služby a kvalita života ľudí vo vidieckych oblastiach. *Životné prostredie*, 44/2: 88-91.

- Eliáš, P. 1983. Ecological and social functions of vegetation. *Ekológia*, 2: 93-104.
- Fisher, B., Turner, R.K., Morlin, P. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision-making. *Ecol Econ*, 68: 643-653.
- Fisher, B., Turner, R.K. 2008. Ecosystem services: classification for evaluation. *Biol Conserv*, 141: 1167-1169.
- Forman, R.T.T., Gordon, M. 1986. *Landscape ecology*. New York: Wiley.
- Grafton, R.Q., Hussey, K. 2011. *Water resources planning and management*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Grunewald, K., Bastian, O. 2015. Development and Fundamentals of the ES Approach. In: Grunewald, K., Bastian, O. (eds.): *Ecosystem Services – Concept, Methods and Case Studies*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, p. 13-34. ISBN 978-3-662-44142-8,
- Haines-Young, R.H., Potschin, M.B. 2009. *Methodologies for defining and assessing ecosystem services*. Final Report, JNCC, 69 p.
- Hein, L., van Koppen, K., de Groot R.S., van Ireland, E.C. 2006. Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services. *Ecol Econ*, 57: 209-228.
- Huston, M.A., Wolverton, S. 2009. The global distribution of net primary production: resolving the paradox. *Ecol. Monogr.*, 79: 343-77.
- Chobotobá, V. 2010. Trhový prístup k ekosystémovým službám. *Životné prostredie*, 44/2: 92-95.
- Jax, K. 2005. Functions and „functioning“ in ecology“ what does it mean? *OIKOS*, 111: 641-648.
- Kanianska, R., Kizeková, M., Makovníková, J. 2015. Quantification of present and past biomass productivity as a support to effective biomass management. *Journal of Environmental Planning and Management (on-line)*, p. 1-18.
- Kettunen, M., Bassi, S., Gatioler, S., ten Brink, P. 2009. *Assessing socioeconomic benefits of Natura 2000 – a toolkit for practitioners*. London, Brussels: Institute for European Environmental Policy.
- Kotler, P., Armstrong, G. 1992. *Marketing*. Bratislava: SNP 1992, 407 s.
- Kušiková, A. 2013. Využitelnosť environmentu a ekosystémové služby. *Enviromagazín*, 3: 4-6.
- Lyytimäki, J., Sipilä, M. 2009. Hopping on one leg-The challenge of ecosystem disservices for urban green management. *Urban for Urban Green*, 8: 309-315.
- Maltby, E. 2009. *Functional assessment of wetlands: towards evaluation of ecosystem services*. Cambridge: Woodhead Publishing.
- MILENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. 2005. *Ecosystem and Human Well-being. Synthesis*. Washington DC.: Island Press, 155 p.
- Moldan, B., Hák, T. 2010. Klíčové prvky dobrého rozhodování při managementu ekosystémových služeb. *Životné prostredie*, 44/2: 70-73.
- OECD. 2008. *Strategic environmental assessment and ecosystem services*. Paris: DAC Network on environment and Development Co-operation.
- Orolínová, M. 2009. *Chémia a životné prostredie*. Trnavská univerzita v Trnave, 120 s., ISBN 978-80-8082-298-9.
- Pearce, F. 2006. *When the Rivers Run Dry. Water: the Defining Crisis of the Twenty-first Century*. Boston: Beacon Press.

- Prokkopová, M. 2010. *Hodnocení revitalizačních akcí z hlediska biodiverzity a plnění ekosystémových služeb*. Disertační práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 223 p.
- Ring, I., Hansjürgens, B., Elmqvist, T., Wittmer, H., Sukhdev, P. 2010. Challenges in framing the economics of ecosystems and biodiversity: the TEEB initiative. *Curr Opin Environ Sustain*, 2: 15-26.
- Shiklomanov, I.A. 1993. World fresh water resources. In: Gleick, P.H. (ed.). *Water in Crisis: A Guide to the World fresh water resources*. New York: Oxford University press.
- Stonawski, J. 1997. *Základy ekologie*. Praha: Karolinum, nakladatelství Univerzity Karlovy, 218 s., ISBN 80-7066-736-2.
- Šimek, M. 2003. *Základy nauky o půdě. Biologické procesy a cykly prvků*. České Budějovice: JU České Budějovice, 151 p., ISBN 80-7040-630-5.
- TEEB, 2010. *The economics of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations*. London, Washington: Earthscan.
- TEEB, 2009. *The economics of Ecosystems and Biodiversity. An interim report*. Brussels: Europ. Comm.
- Tischler, W. 1955. *Synökologie der Landtiere*. Stuttgart: Fischer Vlg.
- UNEP. 2011. *Towards a Green Economy: Pathway to Sustainable Development and Poverty reduction. A synthesis for Policy Makers*. UNEP Nairobi. [on-line] [cit. 2013-11-20] http://www.unep.org/greeneconomy/portals/88/documents/ger/GER_synthesis_en.pdf
- Van Oudenhoven, A.P.E., Petz, K., Alkemande, R., Hein, L., de Groot, R.S. 2012. Framework for systematic indicator selection to assess effects of land management on ecosystem services. *Ecol Indicators*, 21: 110-122.
- Vatn, A. 2000. The Environment as a Commodity. *Environmental Value*, 9: 493-509.
- Waage, S., Stewart, E. 2008. *Ecosystem services management: A briefing on relevant public policy developments and emerging tools*. Fauna and Flora International. 2008.
- Waltz, U. 2011. Landscape structure, landscape metrics and biodiversity. *Living Rev Landsc Res*, 5: 3-23.
- Willemsen, L. 2010. *Mapping and modelling multifunctional landscapes*. PhD. Thesis. Wageningen, 152 p.

3 BIODIVERZITA AKO PREDPOKLAD PLNENIA EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB

3.1 BIOSFÉRA A BIODIVERZITA

Zem je živá planéta – takto by sme mohli charakterizovať jej určujúci rys. Živé organizmy existujú na Zemi už okolo 3,8 miliardy rokov (prvé prejavy života sa objavili v oceánoch), čo predstavuje približne dve tretiny jej histórie (vznik Zeme datujeme do obdobia pred 4,56 miliardami rokov, vznik vesmíru pred asi 13 – 14 miliardami rokov). V priebehu asi dvoch miliárd rokov mikroorganizmy výrazne zmenili zloženie plynov v atmosfére, a to najmä produkciou kyslíka. Od tých čias sa organizmy rozšírili nielen v moriach, ale aj na väčšine súše a prispôbili sa meniacim sa podmienkam. Ich prítomnosť ovplyvnila prírodu našej planéty, ktorá je výsledkom nespočetných vzájomných pôsobení medzi neživou a živou prírodou (Luhr et al., 2004).

Priestor, ktorý obsadili živé organizmy, sa nazýva biosféra. Život organizmov pomáhajú definovať mnohé znaky a vlastnosti. Na určitom stupni života sa organizmus vyznačuje vnútornými chemickými pochodmi, pri ktorých sú látky rozpustné vo vode mobilizované a menia sa chemickými reakciami. Hnacou silou týchto chemických procesov je **príjem a výdaj energie**. Pre svoj **rast** organizmus prijíma živiny a ďalšie stavebné látky. Najdôležitejšou vlastnosťou živých organizmov je ich schopnosť **rozmnožovať sa** (reprodukcia).

Biosféra je v zjednodušenej podobe chápaná ako **súbor všetkých druhov organizmov, ktoré na Zemi žijú**. Systematickí biológovia predpokladajú, že počet druhov najrôznejších organizmov sa na Zemi pohybuje medzi 10 až 100 miliónmi, a to od primitívnych mikroskopických vírusov až po zložité a obrovské organizmy, ako sú niekoľko desiatok metrov vysoké stromy sekvoje alebo desiatky ton vážiace najväčšie cicavce – veľryby (*Cetacea*). Počty predpokladaných vyskytujúcich sa druhov sú nepresné preto, že doposiaľ bolo vedcami popísaných asi 1,6 mil. druhov a zároveň sa predpokladá, že skutočný počet existujúcich druhov organizmov by mohol byť desaťkrát a možno aj viackrát vyšší. Triezve odhady predpokladajú, že na Zemi v dnešnej dobe žije okolo 11 – 15 miliónov druhov organizmov, z toho vyplýva, že o druhoch, ktoré tvoria biosféru Zeme, máme veľmi malé znalosti. Z celkového počtu poznáme a vieme určiť asi okolo 10 %, z čoho väčšina patrí do triedy hmyzu (*Insecta*). Badridze et al. (2004) publikoval údaje o počtoch popísaných a odhadovaných druhov hlavných skupín organizmov na Zemi (tab.3.1).

Novšie údaje o počte druhov na našej planéte uvádza Mora et al. (2011) a konštatuje, že 86 % všetkých suchozemských druhov a 91 % z morských druhov ešte nebolo skatalogizovaných (tab. 3.2). Odhaduje, že na Zemi sa vyskytuje asi 7,8 milióna živočíšnych druhov, 298 000 rastlinných, 611 000 druhov húb, 36 400 prvokov a 27 500 druhov rias. Uvádza, že iba 7 % húb a 12 % živočíchov bolo identifikovaných, v porovnaní so 72 % rastlín. Odhaduje, že na Zemi existuje 8,75 milióna suchozemských druhov a 2,2 milióna morských druhov, spolu teda približne 11 miliónov druhov. Táto metodológia vylučuje

mikroorganizmy a vírusy. Autori uvedenej štúdie konštatujú, že: „Diverzita života je jedným z najpozoruhodnejších aspektov našej planéty.“

Tabuľka 3.1 Počty popísaných a odhadovaných hlavných skupín organizmov na Zemi (Badridze et al., 2004)

Skupina	Popísané druhy	Odhadovaný počet druhov
Huby	70 000	1 000 000
Riasy	40 000	200 000
Cievnaté rastliny	250 000	300 000
Mäkkýše	70 000	200 000
Kôrovce	40 000	150 000
Pavúkovce	75 000	750 000
Hmyz	950 000	8 000 000
Stavovce	45 000	50 000

Tabuľka 3.2 Katalogizované a odhadované celkové počty druhov na zemi a v oceáne (Mora et al., 2011)

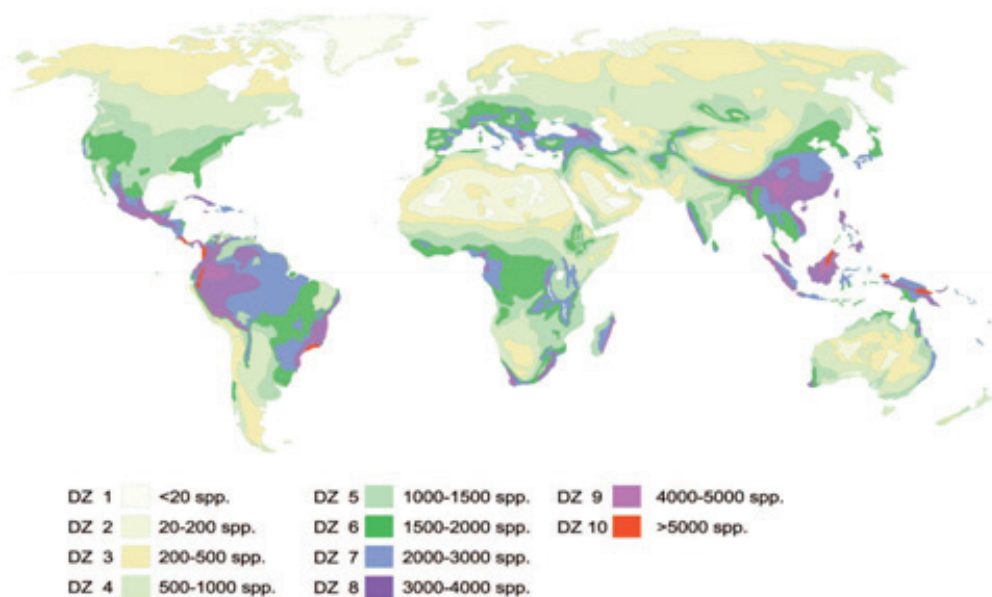
Druhy	Zem			Oceán		
	Katalogizovaný počet	Odhadovaný počet	δ	Katalogizovaný počet	Odhadovaný počet	δ
Eukaryotické organizmy:						
Živočíchy	953 434	7 770 000	958 000	171 082	2 150 000	145 000
Chromista	13 033	27 500	30 500	4 859	7 400	9 640
Huby	43 271	611 000	297 000	1 097	5 320	11 100
Rastliny	215 644	298 000	8 200	8 600	16 600	9 130
Prvky	8 118	36 400	6 690	8,118	36 400	6 690
Spolu	1 233 500	8 740 000	1 300 000	193 756	2 210 000	182 000
Prokaryotické organizmy:						
Archeóny	502	455	160	1	1	0
Baktérie	10 358	9 680	3 470	652	1 320	436
Spolu	10 860	10 100	3 630	653	1 320	436
Spolu	1 244 360	8 750 000	1 300 000	194 409	2 210 000	182 000

Druhová rozmanitosť na Zemi je najvyššia v oblastiach, v ktorých sa uskutočnil dlhodobý nerušený vývoj (niektoré časti trópov), v oblastiach, kde sa pretínali rôzne migračné prúdy (európsky mediterán, Kalifornia) a na izolovaných dostatočne veľkých a členitých ostrovoch či v horách (Andy, Kaukaz), pokiaľ neležia v príliš vysokých zemepisných šírkach.

Dobre známym, ale pritom dôležitým rysom biologickej diverzity je skutočnosť, že druhy nie sú na našej planéte rozšírené rovnomerne. Najzreteľnejším rysom svetovej druhovej

diverzity je jej tendencia vzrastať smerom k rovníku. V jednoduchom vyjadrení to znamená, že v trópoch existuje ako celkovo, tak i na jednotku plochy viac druhov ako v miernych pásmach, kde ich je zase viac ako v polárnych oblastiach. Tieto rozdiely v počte druhov sú značne závislé na globálnej premenlivosti dostupných zdrojov energie a vody. Tieto faktory potenciálne vedú k zvýšeniu čistej primárnej produkcie fotosyntetizujúcich organizmov, takže možným vysvetlením pre kolísanie počtu druhov je to, že táto širšia základňa prírodných zdrojov umožňuje koexistenciu vyššieho počtu druhov.

Rozmanitosť cievnatých rastlín a ich rozloženie na planéte dokumentuje obr. 3.1. Všetkých päť regiónov, ktoré dosahujú druhovú bohatosť viac ako 5000 druhov/10 000 km² (Costa Rica-Choco, Brazílsky atlantický lesný región, Tropické východné Andy, severné Borneo, Nová Guinea), pokrýva iba 0,2 % zemského povrchu. Na druhej strane približne 18 500 druhov sú v týchto centrách endemické a tvoria 6,2 % podiel zo všetkých cievnatých rastlinných druhov (z počtu 300 000 druhov). Väčšina z globálnych centier biodiverzity sa nachádza v horských oblastiach vlhkých trópo s vysokou rozmanitosťou abiotických podmienok.



Obrázok 3.1 Globálna biodiverzita: Zóny diverzity (DZ) cievnatých rastlín (počet druhov na 10 000 km²) (Barthlott et al., 2005)

Najdôležitejšie **svetové taxonomické databázy** popísaných druhov rastlín, živočíchov, húb a mikróbov sú dostupné v databázach:

- Species 2000 (<http://www.sp2000.org/>), Catalogue of Life (<http://www.catalogueoflife.org/>) - katalogizuje viac ako 1,6 milióna druhov organizmov zo 158 databáz,
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS) (<http://www.itis.gov/>),
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF) (<http://www.gbif.org/>),
- Encyclopedia of Life (EOL) (<http://eol.org/>).

Wilson (1995) konštatuje, že rozsiahla inventarizácia druhov umožňuje bioekonomickú analýzu, celkové ocenenie ekonomického potenciálu ekosystémov.

Na Slovensku je vysoká biologická rozmanitosť druhov podmienená geografickou polohou krajiny na hranici Karpát a Panónskej nížiny. V Aktualizovanej národnej stratégii ochrany biodiverzity do roku 2020 (MŽP SR, 2013) sa uvádza, že v SR bolo doposiaľ opísaných viac ako 11 270 rastlinných druhov (vrátane nižších rastlín), viac ako 28 800 živočíšnych druhov (vrátane bezstavovcov) a viac ako 1 000 druhov prvokov. Odhady sú však vyššie, napríklad počet živočíšnych druhov sa odhaduje na 40 000. Veľký význam má aj rozmanitosť mikroorganizmov, ktoré sú dôležitým zdrojom pre biotechnologické procesy a produkty. V súčasnosti sa registruje približne 4 760 druhov baktérií, ich celkový počet sa však odhaduje až na 40 000. Z doposiaľ odhadovaného počtu 130 000 vírusov sa na Slovensku zistilo približne 5 000. Ako endemity - karpatské i panónske (ide o druhy, ktoré vznikli v špeciálnych podmienkach na relatívne malom území a nikde inde na svete sa nevyskytujú) je klasifikovaných 92 a 161 ako nepôvodné druhy prirodzeného pôvodu.

Druhová diverzita rastlinstva tvorí 3 008 taxónov siníc a rias, 1 295 nižších a 2 469 vyšších húb, 1 508 lišajníkov, 909 machorastov a 3 352 vyšších cievnatých rastlín. Živočíšnu diverzitu tvorí 277 druhov mäkkýšov, 934 pavúkov, 132 efemérov, 75 vážok, 118 rovnokrídlovcov, 801 bzdôch, 6 498 chrobákov, 5 779 blanokrídlovcov, 3 500 motýľov, 5 975 dvojkřídlovcov, 4 mihule, 79 rýb, 18 obojživelníkov, 12 plazov, 219 vtákov (hniezdiče) a 90 druhov cicavcov (Klinda, Lieskovská et al., 2007).

3.2 CHARAKTERISTIKA A TYPY BIODIVERZITY

Rozmanitosť druhov na Zemi sa často zahŕňa pod pojem biologická diverzita alebo tiež **biodiverzita**. Pred rokom 1985, keď sa začal termín biodiverzita častejšie používať, sa používali termíny ako **biologické** alebo **prírodné zdroje** a **genofond**. Z toho dôvodu prišla IUCN s návrhom koncepcie, ktorá by zjednotila všetky čiastkové dohovory dotýkajúce sa ochrany prírody. Termín biodiverzita, ako vyplýva z koncepcie, je *neutrálny vo vzťahu k človeku* a jeho záujmom, ide viac o vedecký a biologický termín. Tým sa odlišuje od termínov *biologické zdroje* a *genofond*, v ktorých je a priori zabudovaný záujem človeka o využitie živej prírody. Dohovor OSN o biodiverzite striktné rozlišuje biologické zdroje a biodiverzitu. Biologické zdroje definuje ako „*genetické zdroje, organizmy alebo ich časti, populácie alebo akékoľvek iné biotické zložky ekosystémov so skutočným alebo potenciálnym využitím alebo hodnotou pre ľudstvo*.“ Biologické zdroje poskytujú úžitky, ktoré možno čitateľne preniesť do monetárnych termínov. V prípade biodiverzity to nie je vždy také jednoduché (napríklad ekologické funkcie ekosystémov). Dohovor definuje aj genetické zdroje: „*genetické zdroje znamenajú genetický materiál skutočnej alebo potenciálnej hodnoty*“. Termíny *genofond* (fytogenofond, zoogenofond), ale aj *cenofond*, majú v základe antropocentrický pohľad na živú prírodu ako fond, ktorý má človek k dispozícii na využitie.

Definícia biodiverzity ako biologickej rozmanitosti alebo mnohotvárnosti je vo veľmi všeobecnej rovine a pripúšťa rôzne interpretácie. Z tohto dôvodu uvádzame najzákladnejšie

definície, ktoré vyzdvihujú jedinečnú vlastnosť živých systémov – ich premenlivosť v priestore a čase prejavujúcu sa na rôznych hierarchických úrovniach, nielen na úrovni druhov, ale aj vnútri druhov i v naddruhových systémoch.

Dohovor OSN o biologickej diverzite (CBD 1992, ŠOP SR, 2016) definuje biodiverzitu ako „premenlivosť všetkých žijúcich organizmov vrátane inter alia, suchozemských, morských a iných vodných ekosystémov a ekologických komplexov, ktorých sú súčasťou; zahŕňa mnohotvárnosť v rámci druhov, medzi druhmi i medzi ekosystémami“. IUCN (1991) uvádza nasledujúcu definíciu: „Mnohotvárnosť života a biodiverzita (alebo biologická rozmanitosť) znamená to isté. Referujú o mnohotvárnosti celého života, divého i domestikovaného, na všetkých úrovniach“. FAO vysvetľuje biologickú diverzitu ako „rozmanitosť génov, genotypov a genofondov a ich vzťah k prostrediu na molekulárnej, populačnej, druhovej a ekosystémovej úrovni“.

Vznik termínu biodiverzita z vedeckého hľadiska však treba hľadať v ekológii a populačnej genetike. Termín **diverzita** (niekedy **ekologická diverzita**) sa používa v ekológii ako **druhová diverzita spoločenstiev** a na jej vyjadrenie sa používajú rôzne indexy druhovej diverzity (Simpsonov, Shannonov). Je to ekologická charakteristika, založená na počte druhov a ich relatívnej početnosti (abundancii) v spoločenstve.

Všeobecný záujem o problematiku biodiverzity, jej udržateľné využívanie a ochranu sa prejavil na Konferencii OSN o životnom prostredí a rozvoji (Rio de Janeiro, 1992) prijatím Dohovoru. Na procese ratifikácie a implementácii Dohovoru sa zúčastnili takmer všetky krajiny sveta vrátane rozvojových, ktoré v ňom vidia možnosti spravodlivého rozdelenia prínosov (získov) z biodiverzity. Problematika biodiverzity sa stala významnou z teoretického i praktického hľadiska. Cieľom dohovoru je ochrana biodiverzity, udržateľný spôsob využívania jej zložiek, spravodlivé a rovnocenné podieľanie sa na prínosoch z využívania genetických zdrojov. Zároveň obsahuje požiadavky na inventarizáciu (identifikáciu), monitoring a výskum biodiverzity, ochranu *in situ* aj *ex situ*.

Biologická diverzita obsahuje rôznorodosť na troch hlavných úrovniach organizácie: **génov, druhov a ekosystémov**. Preto sa obvykle rozlišuje vnútrodruhová (genetická), druhová a naddruhová (ekosystémová) diverzita. V krajinnej ekológii sa rozlišuje tiež diverzita krajiny (typy prírodnej krajiny – geoekologické typy, resp. aj typy súčasnej krajiny). Rozlišujeme taktiež diverzitu ľudských kultúr.

Na poddruhovej úrovni (genetická diverzita) sa môže genetická rôznorodosť vyjadriť ako počet rôznych variet v rámci druhu, napr. počet krajových odrôd jednej plodiny, alebo ako počet a frekvencia alel prítomných v metapopulácii. V posledných rokoch sa na stanovenie genetickej diverzity využívajú molekulárne markery. Dedičná zložka biologickej diverzity sa reprodukuje na molekulárnej úrovni, vzniká v procese génovej mutácie (*sensu lato*). Mutácie generujú genetickú diverzitu a umožňujú život. Genetické rekombinácie tiež ovplyvňujú diverzitu jedincov a populácií. V populačnej genetike sa používa termín **genetická diverzita**, ktorá sa v súčasnosti považuje za podmienku adaptácie druhov na zmeny v prostredí a hrá

funkčnú úlohu v evolúcii. Genetická diverzita (diverzita génov, celková genetická diverzita) je charakteristika genetickej zmeny (variácie) vypočítaná z frekvencií alel a ich kombinácií.

Na druhovej úrovni (druhovú diverzitu) sa vyjadruje biodiverzita ako **počet a frekvencia rozličných druhov**, t. j. druhové bohatstvo – počet druhov rozlíšených a zaznamenaných v rámci určitej taxonomickej skupiny a vymedzeného územia. Diferenciácia a speciácia (evolučný proces vzniku nových druhov) organizmov vytvárajú diverzitu druhov. V týchto procesoch sa netvorí nová genetická informácia, skôr sa existujúca informácia rozdeľuje do diskretných jednotiek. Hoci sa zdá, že druhy existujú nezávisle, väčšina je funkčne spojená s inými druhmi a vytvárajú spoločenstvá a ekosystémy.

Na naddruhovej úrovni (ekosystémová diverzita) sa pozornosť zameriava na biologické spoločenstvá (biocenózy) a **ekosystémy**, ich rôznorodosť, početnosť a priestorové (plošné) rozšírenie. Zaujímame sa o počet a frekvenciu rozličných spoločenstiev organizmov a ich prostredí. Na globálnej úrovni sú to biómy alebo typy ekosystémov, ako najvyššie úrovne klasifikácie ekosystémov, napriek nejednotnostiam a ťažkostiam pri určovaní ich hraníc. Na ich mapovanie sa dnes využíva diaľkový prieskum Zeme, založený na rozlíšení ľahko identifikovateľných rastlinných (vegetačných) formácií podľa štruktúrnych optických vlastností teploty povrchov a obsahu chlorofylov.

Diverzita ľudských kultúr zahŕňa rozdiely jazyka, vierovyznania, zvykov, ľudových tradícií, krojov, hudby, využívania pôdy, zberu úrody, stravovania a mnoho iných vlastností a aktivít ľudskej spoločnosti – národov.

V niektorých ekologických prácach sa diverzita delí na tieto tri úrovne:

- **alfa-diverzita** sa vzťahuje na počet druhov v určitom, väčšinou malom území, najčastejšie v jednom spoločenstve, na jednom biotope. Môžeme ju preto využiť pri porovnaní počtu druhov v rôznych regiónoch alebo prírodných spoločenstvách (tab. 3.3 – dokumentuje, že prirodzené ekosystémy sa vyznačujú väčšou druhovou rozmanitosťou ako neprírodné, obyčajne umelé - človekom vytvorené ekosystémy),
- **beta-diverzita** vyjadruje zmenu druhového zloženia určitého spoločenstva v súvislosti zo zmenami niektorého gradientu prostredia,
- **gama-diverzita** sa podobne ako alfa diverzita týka rozmanitosti v rámci určitého, obyčajne rozlohou veľkého územia. Tiež vyjadruje obdobu beta diverzity, ale vo väčšom nadregionálnom meradle.

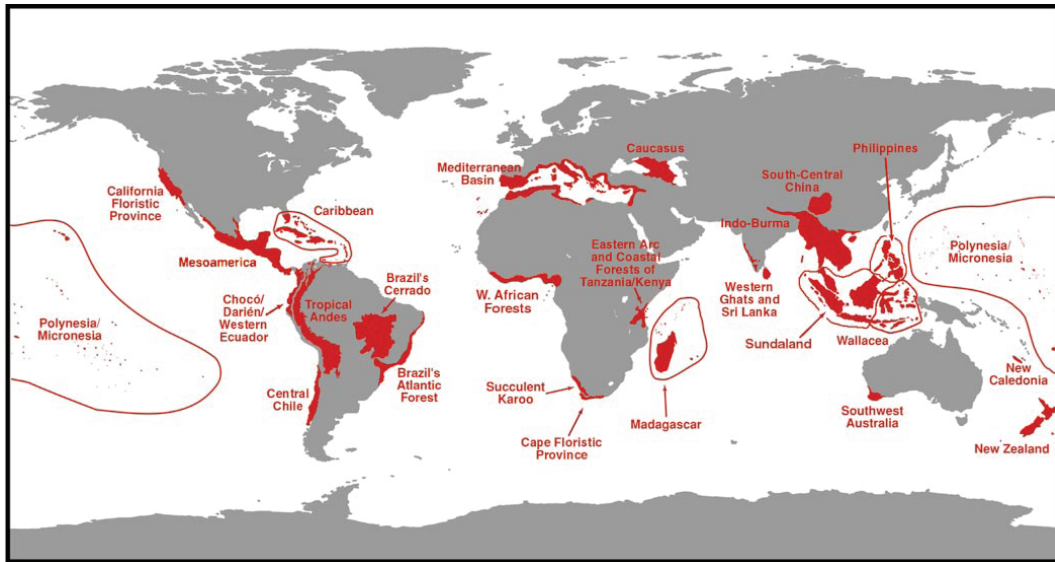
Platí vzťah: $\text{gama diverzita} = \text{alfa diverzita} \times \text{beta diverzita}$

Tabuľka 3.3 Druhovú bohatosť vybraných ekosystémov strednej Európy (Badridze et al., 2004)

Počet druhov	Ekosystém				
	Orná pôda	Lucernový porast	Pasienok	Mokraď	Listnatý les
	400	600	1 000	1 300	1 500

Urban et al. (2015) zdôrazňuje, že súčasťou biodiverzity je nielen druhové bohatstvo, ale aj vyváženosť. Kým druhová bohatosť predstavuje počet druhov (taxónov) nachádzajúcich sa v danej oblasti, vyváženosť vyjadruje variabilitu v abundancii (početnosti jednotlivých druhov). Jedným z najdôležitejších ukazovateľov biodiverzity je **endemizmus** – výskyt druhov v obmedzenom geografickom areáli. Mnohé druhy sú endemické pre určitú oblasť; ešte významnejšie sú tie, ktoré sú endemické pre jedno veľmi malé územie – horské úbočie, púšťovú oázu, ostrov alebo iný izolovaný biotop. Oblasti s početnými endemickými druhmi sa nazývajú **centrá endemizmu**. Oddelené oblasti so zložitou topografiou, obzvlášť v trópech, majú často vysokú úroveň endemizmu. Vo všeobecnosti však nie vždy platí, že oblasti s vysokým endemizmom majú aj vysokú druhovú diverzitu. Oblasti s významným endemizmom a najvyššou druhovou diverzitou sa označujú ako **megadiverzité** a majú obrovskú ochranársku hodnotu. Vysoké stupne endemizmu sú v typickom prípade výsledkom geografickej izolácie, napríklad na oceánskych skupinách ostrovov. Endemity sa vyvíjajú aj v biologicky izolovaných horských oblastiach, napr. naše tatranské endemity – kamzík vrchovský tatranský (*Rupicapra rupicapra tatrica*), svišť vrchovský tatranský (*Marmota marmota latirostris*) a iné.

V roku 1988 britský ekológ Norman Myers navrhol, aby sa priority medzinárodnej ochrany prírody určili na základe „**horúcich miest**“ – oblastí s výnimočne vysokým druhovým bohatstvom a endemizmom, pričom ide o ohrozené druhy. Myers najprv vyčlenil desať takýchto horúcich miest – všetky sa nachádzali v tropických regiónoch. Jeho myšlienky onedlho prijali svetové organizácie na ochranu prírody a identifikovali mnoho ďalších takýchto miest po celom svete. V roku 1998 vydala environmentálna organizácia Conservation International štúdiu nazvanú Megadiverzita: Biologicky najbohatšie štáty sveta. V tejto štúdii bolo identifikovaných 17 krajín, ktoré zahŕňajú viac ako 2/3 celosvetovej biodiverzity. Základným kritériom pre megadiverzitný status bol endemizmus. Organizácia Conservation International neskôr vybrala 25 horúcich miest biodiverzity (obr. 3.2, tab. 3.4). Z 25 horúcich miest diverzity 15 predstavujú tropické lesy, 5 patrí do stredomorskej (mediteránnej) klimatickej zóny a do niektorého z týchto horúcich miest boli zaradené takmer všetky tropické ostrovy. Najbohatším horúcim miestom z hľadiska rastlinnej rozmanitosti (so 45 000 druhmi) aj rastlinného endemizmu (20 000 druhov) sú tropické Andy. Organizácia World Wildlife Fund (WWF) publikoval ďalší zoznam svetových centier (ekoregiónov), nazvaných Global 200. Ide o ekoregióny s bohatými a jedinečnými prejavmi biologickej rozmanitosti od Everglades, sladkovodnej mokrade na Floride v USA, po Veľkú koralovú bariéru v Austrálii. Tieto územia pokrývajú 1,4 % zemského povrchu a zahŕňajú 44 % zo všetkých druhov rastlín. Podľa definície organizácie Conservation International je horúce miesto biodiverzity taký región, ktorý obsahuje 1 500 endemických druhov (0,5 percenta z celkového počtu) a stratilo sa už vyše 70 % jeho biotopov.



Obrázok 3. 2 Horúce miesta biodiverzity (Myers et al., 2000)

- 1 Kalifornská floristická provincia (California Floristic Province)
- 2 Mezoamerika (Mesoamerica)
- 3 Karibik (Caribbean)
- 4 Chocó-Darién-západný Ekvádor (Chocó-Darién-Western Ecuador)
- 5 Tropické Andy (Tropical Andes)
- 6 Brazílske Cerrado (Brazil's Cerrado)
- 7 Brazílsky atlantický lesný región (Brazil's Atlantic Forest)
- 8 Centrálna Čile (Central Chile)
- 9 Stredomorie (Mediterranean Basin)
- 10 Guinejské lesy (West African Forests)
- 11 Východoafrické pobrežné lesy (Eastern Arc and Coastal Forests of Tanzania/Kenya)
- 12 Madagaskar (Madagascar)
- 13 Kapský floristický región (Cape Floristic Province)
- 14 Sukulentné Karoo (Succulent Karro)
- 15 Kaukaz (Caucasus)
- 16 Západný Ghát (India) a Srí Lanka (Western Ghats and Sri Lanka)
- 17 Juhozápadná Čína (South-Central China)
- 18 Indo-barmská oblasť (Indo-Burma)
- 19 Filipíny (Philippines)
- 20 Sundská oblasť (Sundaland)
- 21 Wallacea (Wallacea)
- 22 Juhozápadná Austrália (Southwest Australia)
- 23 Nová Kaledónia (New Caledonia)
- 24 Nový Zéland (New Zealand)
- 25 Mikronézia, Polynézia a Fidži (Polynesia, Micronesia).

Tabuľka 3.4 Horúce miesta biodiverzity s počtom jednotlivých druhov organizmov (Myers et al., 2000)

Horúce miesta biodiverzity	Počet rastlinných druhov	Počet endemických rastlinných druhov	Percento z celkového počtu druhov (z 300 000)	Počet druhov stavovcov	Počet endemických druhov stavovcov	Percento z celkového počtu druhov (z 27 298)
1	4 426	2 125	0,7	584	71	0,3
2	24 000	5 000	1,7	2 859	1 159	4,2
3	12 000	7 000	2,3	1 518	779	2,9
4	9 000	2 250	0,8	1 625	418	1,5
5	45 000	20 000	6,7	3 389	1 567	5,7
6	3 429	1 605	0,5	335	61	0,2
7	10 000	4 400	1,5	1 268	117	0,4
8	20 000	8 000	2,7	1 361	567	2,1
9	25 000	13 000	4,3	770	235	0,9
10	9 000	2 250	0,8	1 320	270	1,0
11	4 849	1 940	0,6	472	45	0,2
12	8 200	5 682	1,9	562	53	0,2
13	12 000	9 704	3,2	987	771	2,8
14	4 000	1 500	0,5	1 019	121	0,4
15	6 300	1 600	0,5	632	59	0,2
16	4 780	2 180	0,7	1 073	355	1,3
17	12 000	3 500	1,2	1 141	178	0,7
18	13 500	7 000	2,3	2 185	528	1,9
19	25 000	15 000	5,0	1 800	701	2,6
20	7 620	5 832	1,9	1 093	518	1,9
21	10 000	1 500	0,5	1 142	529	1,9
22	5 469	4 331	1,4	456	100	0,4
23	3 332	2 551	0,9	190	84	0,3
24	2 300	1 865	0,6	217	136	0,5
25	6 557	3 334	1,1	342	223	0,8

Druhovo najbohatšie ekosystémy Zeme sú tropické dažďové pralesy, koralové útesy, rozsiahle tropické jazerá a veľké tropické ostrovy.

3.2.1 Faktory ovplyvňujúce biodiverzitu

Medzi najvýznamnejšie faktory ovplyvňujúce biodiverzitu patrí:

- **geografická poloha a nadmorská výška územia** (diverzita sa spravidla znižuje s rastúcou zemepisnou šírkou / nadmorskou výškou),

- **klimatické faktory (najmä teplota, vlhkosť a prúdenie vzduchu)** (diverzita sa zvyšuje s intenzitou evapotranspirácie a primárnej produkcie a aj so stabilitou miestnej a regionálnej klímy),
- **geologický substrát a pôdne pomery** (diverzita rastlínstva je vyššia na vápencoch a dolomitoch; diverzita sa znižuje na kyslých pôdach pH 4 - 6,5, ale aj na alkalických pôdach pH 7,5 - 10),
- **typ ekosystému, typ krajiny a ich charakteristiky** (zložitejšia štruktúra vegetácie ako napr. brehový porast spravidla zvyšuje diverzitu; diverzita vzrastá so vzrastom heterogenity krajiny),
- **dlhodobý vývoj flóry a fauny na danom území** (dlhodobo sa vyvíjajúce spoločenstvo býva druhovo bohatšie),
- **areál rozšírenia druhov a existencia bariér pre šírenie a migráciu** (napr. po ústupe zaľadnenia sa mnohé druhy z trópop nestačili rozšíriť do mierneho pásma – dnes sa takto rozširuje napr. volavka chochlatá -*Bubulcus ibis*),
- **medzidruhové vzťahy** (tlak predátorov zvyšuje diverzitu druhov na nižšom trofickom stupni),
- **antropogénne zásahy** (Sabo et al. 2011, Smith 1996).

Hlavné faktory ovplyvňujúce biodiverzitu vo väčších geografických rozmeroch tvoria:

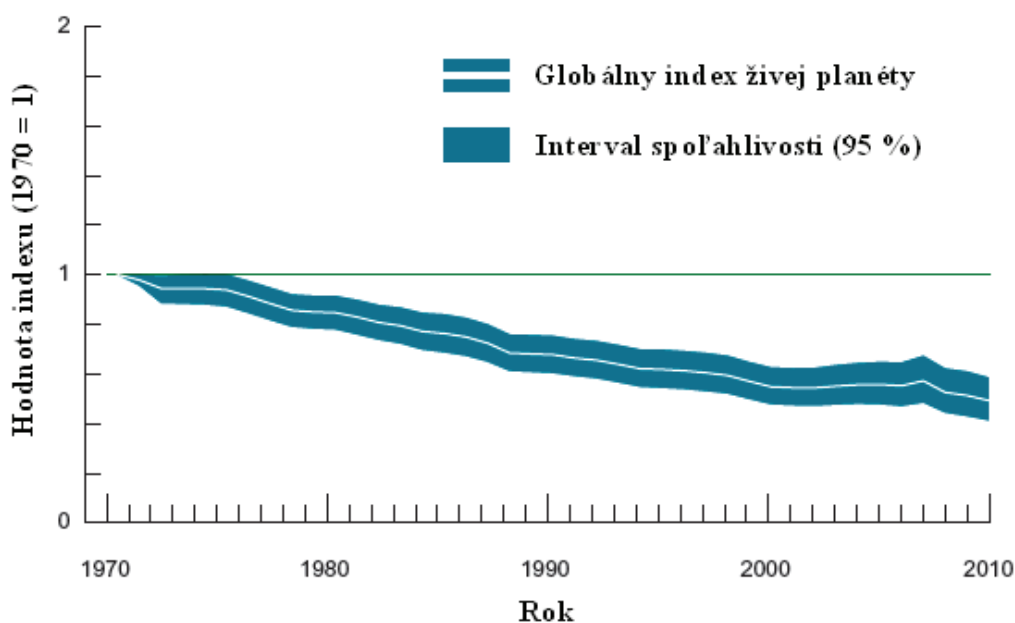
- **plocha** – počet druhov narastá s veľkosťou plochy, na ktorej počítame druhy. Tento vzťah je približne lineárny, keď vyjadříme ako plochu, tak počet druhov v logaritmickej mierke, a je tým strmšia, čím viac sú tieto plochy izolované (keď ide o ostrovy alebo dokonca jednotlivé kontinenty). Spôsobené je to tým, že na menších plochách môže všeobecne ľahšie dochádzať k lokálnemu vymieraniu druhov, a pokiaľ sú tieto plochy izolované, je tu obmedzená možnosť kompenzovať tieto straty druhov. S plochou taktiež rastie **heterogenita prostredia**, ktorá znižuje medzidrhovú konkurenciu a zvyšuje diverzitu, pretože umožňuje každému druhu nájsť svoje optimum.
- **produktivita** – množstvo zdrojov pozitívne ovplyvňuje druhové bohatstvo. Je primárne daná množstvom rastlinnej biomasy, ktorá sa na danej ploche vytvorí za jednotku času a závisí to predovšetkým od teploty a dostatku vody v kvapalnom skupenstve (vo vodnom prostredí taktiež od množstva živín – najmä dusíka a fosforu). Pozoruhodné je, že diverzita nerastie často s produktivitou lineárne, ale v oblastiach s najväčšou produktivitou klesá. Napríklad klesá diverzita afrických vtákov v najproduktívnejších, t. j. lesných oblastiach. Tento jav je záhadný, vedci ponúkajú najmenej tri vysvetlenia: 1, lesy sú síce produktívne, ale zároveň homogénne, takže si v nich druhy nenájdu dostatočné množstvo rozdielnych ekologických nik; 2, lesy boli v dobách ľadových – v Afrike obmedzené len na malé ostrovčeky v horách a pozdĺž veľkých riek, takže veľký počet lesných druhov vyhynul a ešte nestačili vzniknúť nové druhy; 3, väčšina produktivity afrických lesov je spotrebovaná iným spôsobom (mravce, huby, mikroorganizmy), takže nie je vôbec k dispozícii vtákom. Ďalšia záhada je, že produktivita často zvyšuje druhové bohatstvo a pritom nevedie k zvýšeniu celkového počtu jedincov. Možno teda usúdiť, že ani tak nejde o samotné množstvo zdrojov, ale skôr o teplotu, ktorá u studenokrvných organizmov urýchľuje všetky pochody, vrátane evolučných.

3.3 STAV BIODIVERZITY

Na hodnotenie stavu a zmien (trendov) biodiverzity sa používajú rôzne ukazovatele. K najčastejšie používaným patria: druhové bohatstvo, počet ohrozených a vymretých druhov, počet endemických druhov, trendy v početnosti určitých druhov, úbytok plochy ekosystémov a percento plochy chránených území.

3.3.1 Stav biodiverzity vo svete

Svetový fond na ochranu prírody World Wildlife Fund (WWF) pravidelne prináša štúdie o stave svetových ekosystémov, v ktorých popisuje meniaci sa stav globálnej biodiverzity a tlak na biosféru, vyplývajúci z vyčerpávania prírodných zdrojov. V spolupráci so Zoologickou spoločnosťou v Londýne zaviedol indikátor „Index živej planéty“ (Living Planet Index – LPI). Index odráža zdravie ekosystémov, posudzuje stav globálnej biodiverzity a vychádza z populačných trendov vybraných živočíšnych druhov z celého sveta. **Od roku 1970 do 2010 klesla početnosť populácií voľne žijúcich živočíchov o 52 %** (obr. 3. 3). Tento údaj dokazuje, že ničíme prírodné ekosystémy tempom, ktoré nemá v histórii obdoba. Biologická kapacita Zeme zaostáva za tempom našej spotreby a produkcie odpadu. Tento rastúci tlak na ekosystémy ohrozuje biodiverzitu aj blaho ľudí.



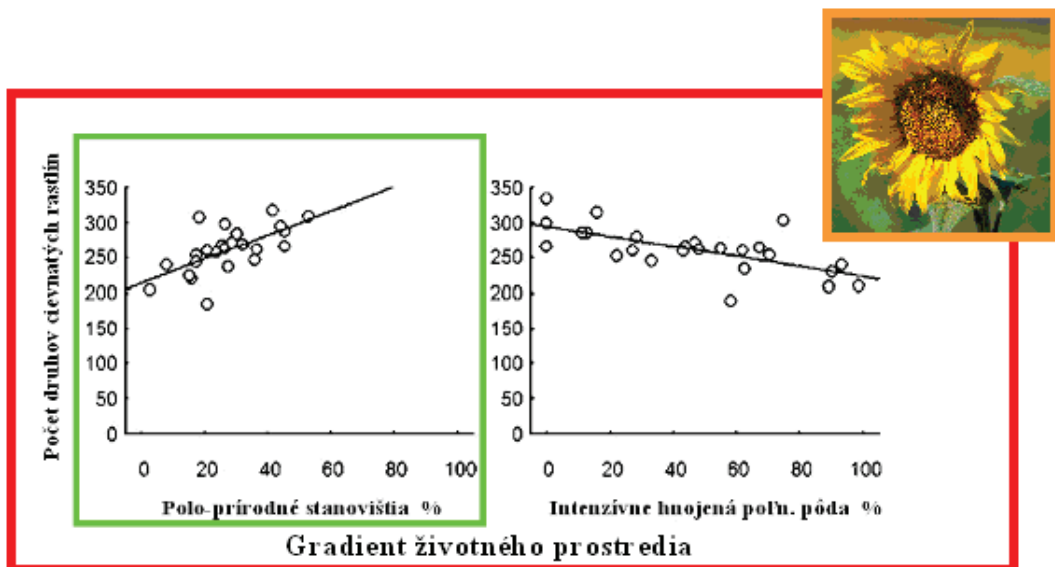
Obrázok 3.3 Globálny index živej planéty (WWF, 2014)

Strata biodiverzity je závažný globálny problém. Najmä v dôsledku ľudskej činnosti ubúdajú druhy rastlín a živočíchov (v súčasnosti hynú 100 až 1 000 krát rýchlejšie, ako by tomu bolo v prípade ich prirodzeného úhynu) a odolnosť a produkcia ekosystémov sa znižuje. I napriek

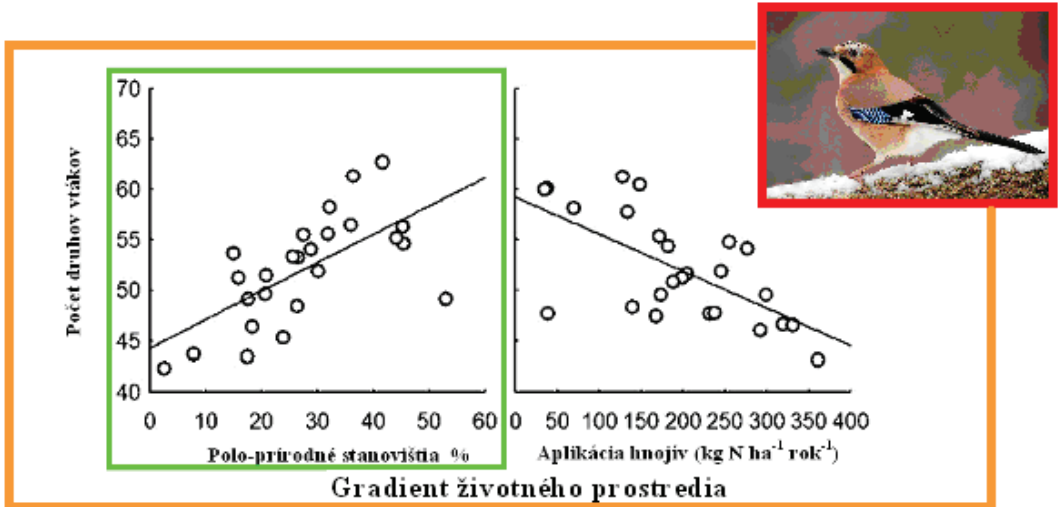
nenahraditeľnému významu, ktorý ekosystémy plnia v krajine, dochádza k ich neustálemu ohrozovaniu a degradácii. Napríklad v správe OSN „Miléniové hodnotenie ekosystémov“ (MEA, 2005) experti konštatujú, že až 60 % svetových ekosystémov je degradovaných a využívaných neudržateľne, 45 % pôvodných lesov Zeme navždy zaniklo, väčšina z nich v priebehu minulého storočia. Podľa údajov FAO (z r. 2010) sa 75 % populácií rýb nadmerne loví, alebo je výrazne vyčerpaných. V celosvetovom meradle došlo od roku 1990 k strate 75 % genetickej rôznorodosti poľnohospodárskych plodín. Podľa odhadov sa každoročne odlesní 13 miliónov hektárov tropických pralesov a 20 % tropických koralových útesov sveta sa už stratilo, zatiaľ čo 95 % takýchto útesov bude do roku 2050 hroziť zničením alebo extrémne poškodením, ak zmena klímy bude pokračovať v nezmenenej miere (EK, 2011).

Podľa posledných hodnotení stavu biodiverzity na celosvetovej úrovni početnosť živočíšnych a rastlinných druhov naďalej klesá a stúpa riziko ich vyhynutia, pokračuje strata prírodných biotopov, ich degradácia a fragmentácia. Takmer 30 % územia Európskej únie sa vyznačuje silnou fragmentáciou. V EÚ iba 17 % biotopov a druhov a 11 % kľúčových ekosystémov chránených európskou legislatívou vykazuje priaznivý stav. Značný podiel biotopov a druhov je v neznámom stave, pričom najmenej poznaný je stav morských biotopov a druhov.

Tým, že poľnohospodárska činnosť človeka je plošne veľmi rozsiahla, je potrebné monitorovať aj stav biodiverzity agroekosystémov. Billeter et al. (2008) uvádzajú výsledky rozsiahlej štúdie stavu biodiverzity 25 poľnohospodárskych typov krajín 7 európskych štátov. Druhová bohatosť druhov (uvádzame príklad cievnatých rastlín a vtákov obr. 3.4, 3.5) vzrastá s rozlohou poloprirodných biotopov (lesy, trvalé trávne porasty) v krajine a klesá s plochou intenzívne hnojených poľnohospodárskych pôd (orné pôdy, záhrady, sady).



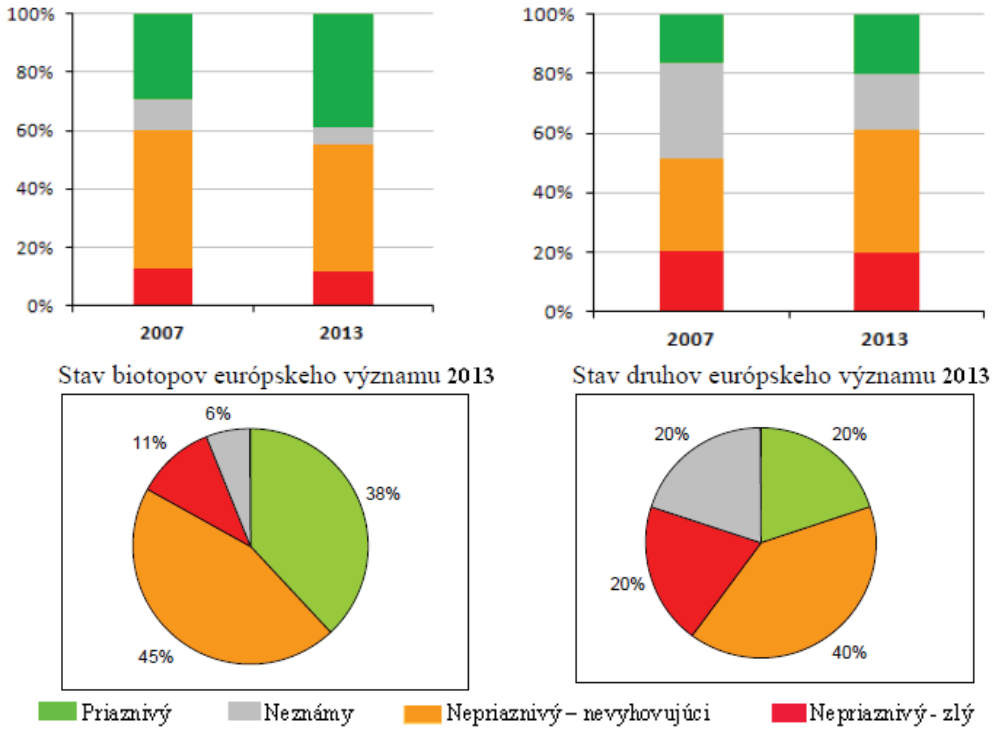
Obrázok 3.4 Druhová biodiverzita cievnatých rastlín (Billeter et al., 2008)



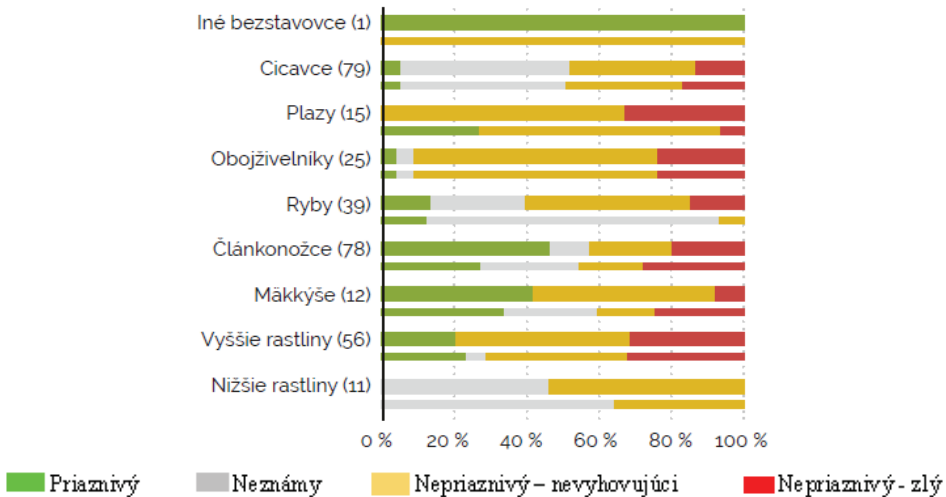
Obrázok 3.5 Druhová biodiverzita vtákov (Billetter et al., 2008)

3.3.2 Stav biodiverzity na Slovensku

Nepriaznivý stav pretrváva aj v stave biodiverzity na Slovensku (Lieskovská et al., 2015). Prvá správa o stave biotopov a druhov európskeho významu v SR bola spracovaná v roku 2007 a druhá v roku 2013. Podľa Černeckého et al. (2014) (obr. 3.6, 3.7) došlo medzi rokmi 2007 a 2013 k zlepšeniu poznania stavu, t. j. menej hodnotení vykazuje stav neznámy. V roku 2013 sa celkový podiel druhov s priaznivým hodnotením stavu zlepšil, čo je ale spôsobené najmä spomínaným zlepšením poznania. Podiel druhov nachádzajúcich sa v zlom stave sa viac-menej nezmenil, čo nasvedčuje tomu, že potrebné opatrenia na obnovu biotopov alebo populácií druhov, alebo revitalizáciu lokalít, na ktorých sa nachádzajú, sú stále aplikované nedostatočne. Stav biodiverzity – ohrozenosť rastlinných a živočíšnych organizmov na Slovensku (tab. 3.5) uvádza aj Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2014 (Lieskovská, Némethová et al., 2015).



Obrázok 3.6 Stav biotopov a druhov európskeho významu (%) (Černecký et al., 2014)



Poznámka: širšia línia v grafe zodpovedá perióde reportingu za roky 2007 – 2012, užšia línia zobrazuje údaje za roky 2004 – 2006. Počet v zátvorkách uvádza počet hodnotení stavu v jednotlivých bioregiónoch v perióde rokov 2007 – 2012.

Obrázok 3.7 Stav druhov európskeho významu podľa jednotlivých skupín (%) (Černecký et al., 2014)

Tabuľka 3.5 Prehľad ohrozenosti jednotlivých taxónov rastlín
(Lieskovská et al., 2015)

Skupina	Celkový počet taxónov			Ohrozené (kategórie IUCN)					Ed
	Svet (globálny odhad)	SR	EX	CR	EN	VU	LR	DD	
Sinice a riasy	50 000	3 008	0	7	80	196	0	0	0
Nižšie huby	80 000	1 295	0	0	0	0	0	0	0
Vyššie huby	20 000	2 469	5	7	39	49	87	90	0
Lišajníky	20 000	1 508	88	140	48	169	114	14	0
Machorasty	20 000	909	26	95	104	112	85	74	2
Vyššie rastliny	250 000	3 619	80	155	171	201	509	99	220

Vysvetlivky: EX - vyhynuté, vymiznuté, CR - kriticky ohrozené, EN – ohrozené, VU – zraniteľné, LR - menej ohrozené, DD - údajovo nedostatočné, Ed - endemické druhy

Ohrozenosť **nižších rastlín** v SR predstavuje v súčasnosti **11,4 %** (v kategóriách CR, EN a VU), pričom je ohrozená tretina machorastov a skoro štvrtina lišajníkov. Ohrozenosť **vyšších rastlín** činí **14,6 %**. Stav ohrozenosti jednotlivých taxónov živočíchov je spracovaný **podľa aktuálnych červených zoznamov**, spolu je ohrozených **1 636 bezstavovcov** a **100 taxónov stavovcov** (v kategóriách CR, EN a VU). **Ohrozenosť bezstavovcov** v SR predstavuje v súčasnosti okolo **6,6 %**, najviac ohrozené z nich sú šváby (44,4 %), podenky (34,2 %) a vážky (33,3 %) a tiež mäkkýše a pavúky (do 30 %). **Stavovcov** je ohrozených **24,2 %**, pričom najviac ohrozené sú mihule (100 %) a obojživelníky s plazmi (nad 40 %). Druhovú ochranu rastlín a živočíchov je upravená vyhláškou MŽP SR č. 24/2003 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny.

V intenzívne využívanej poľnohospodárskej krajine na Slovensku úbytok biodiverzity najviac postihol oblasť nížin a pahorkatín, najmä v dôsledku intenzívneho využívania a obhospodarovania krajiny, rozorávania trávnych porastov, odvodňovania mokradí a degradácie xerothermných stanovišť. Väčšina pôvodných poloprírodných biotopov tejto oblasti je dnes takmer úplne zničená alebo silne pozmenená. Došlo k úhynu mnohých druhov vtákov. Medzi kriticky ohrozené patrí napr. drop fúzatý (*Otis tarda*). Naopak, lepšie sú na tom horské a podhorské oblasti Slovenska, kde sa zachovali hodnotné územia s vysokou biologickou a krajinnou rozmanitosťou (vysoký podiel lesných a trávnych ekosystémov). Sú to najmä niektoré laznícke oblasti so zachovaným tradičným spôsobom hospodárenia a podhorské oblasti, ktoré sú súčasťou chránených území. Biodiverzita ostatného územia je znížená podobnými procesmi ako na nížinách. V porovnaní s nížinami v horských oblastiach intenzívnejšie pôsobia procesy pustnutia poľnohospodárskej pôdy.

3.4 BIODIVERZITA A EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY

Biodiverzita – mimoriadna rozmanitosť ekosystémov, druhov a génov, ktorá nás obklopuje – je základom každého ľudského života a činnosti. Biodiverzita nám prostredníctvom zdravých ekosystémov poskytuje tovary a služby, ktoré sú životne dôležité pre udržanie blahobytu a pre budúci hospodársky a sociálny rozvoj.

Medzi úžitky, ktoré biodiverzita a ekosystémy poskytujú, patria napríklad potraviny, čistá voda, ochrana pred povodňami a suchom, drevo, čistý vzduch, tvorba pôdy, opelenie plodín, regulácia podnebia a ďalšie. Ľudská činnosť však ničí biodiverzitu a znižuje odolnosť a schopnosť zdravých ekosystémov poskytovať túto širokú škálu tovarov a služieb. Strácame druhy a biotopy, ako aj bohatstvo a pracovné príležitosti, ktoré získavame z prírody, čím ohrozujeme náš vlastný blahobyť (EK, 2011).

Skutočnú hodnotu biodiverzity po prvýkrát zdôraznili tri dohovory, tzv. Rio dohovory – o biodiverzite, o zmene klímy a boji proti dezertifikácii. Tieto dohovory vyplývajú priamo z Konferencie OSN o životnom prostredí a rozvoji (tzv. Summit Zeme), ktorá sa konala v roku 1992 v Rio de Janeiro. **Dohovor OSN o biologickej diverzite** predstavuje hlavný medzinárodný rámec pre opatrenia na zachovanie biodiverzity a udržateľné využívanie jej zložiek a pre spravodlivé a rovnocenné spoločné zdieľanie prínosov vyplývajúcich z používania genetických zdrojov. Nezanedbateľným posolstvom dohovoru o biodiverzite je aj nevyhnutnosť ochrany biodiverzity a biologických zdrojov z etických dôvodov, z úcty ku všetkým formám života a zodpovednosti voči nasledujúcim generáciám.

Eliáš (2007), Kanka (2010) a Vološčuk (2013) konštatujú, že biodiverzita patrí k najdôležitejším pojmom, ktoré výrazne ovplyvňujú a determinujú procesy v ľudskej spoločnosti. Poznanie a hodnotenie biodiverzity je o to dôležitejšie, o čo viac dochádza k jej strate vplyvom globálnych klimatických a spoločenských zmien. **Služby ekosystémov** predstavujú prínos pre ľudstvo, ktorý je priamo alebo nepriamo **odvodený od funkcií ekosystémov**, pričom funkcie ekosystémov sa vzťahujú na stanovištné, biologické alebo systémové vlastnosti alebo procesy ekosystémov. Biodiverzita a služby ekosystémov sú prirodzené aktíva a zohrávajú významnú úlohu v budúcich ekonomických stratégiách zameraných na podporu rastu a prosperity, predstavujú fyzické prepojenie medzi ekologickými systémami a ľudskými ekonomikami.

Profesor Nátr z Univerzity Karlovej v Prahe v súvislosti s ochranou biodiverzity a trvalo udržateľným využívaním prírodných zdrojov a ekosystémov pripomína údiv starogréckeho filozofa nad tým, že životne dôležitá voda je zadarmo, zatiaľ čo za drahokamy, ktoré sú pre život úplne bezvýznamné, sa platí vysoká cena. Uvádza tiež citát E. O. Wilsona, ktorý konštatuje, že ľudstvo si uvedomilo význam zachovania hodnôt umeleckých diel v Louvre alebo egyptských starožitností a je najvyšší čas, aby sme pochopili to isté aj vo vzťahu k biologickému dedičstvu. Veď je oveľa staršie ako naše vlastné kultúrne dedičstvo. Je podstatnou súčasťou nášho dedičstva, pretože zahŕňa životné prostredie, z ktorého sa človek vyvinul. Nátr (2005) konštatuje, že sme síce prijali za svoju etickú normu ochranu umeleckých diel, ale prírodu stále ešte považujeme za nekonečne obnoviteľnú, ľahko využiteľnú a každému dostupnú bez náhrady. Pýta sa: ako je možné, že nám nevádi toľkokrát zdôrazňovaný pokles biodiverzity, ktorý vlastne neznamená nič iné, len vyhubenie a konečnú stratu ďalších a ďalších živých organizmov? Dodáva, že ľudská spoločnosť veľmi málo doceňuje skutočnosť, že náš vysoký životný štandard je umožnený početnými službami ekosystémov, ktoré nám príroda poskytuje zadarmo.

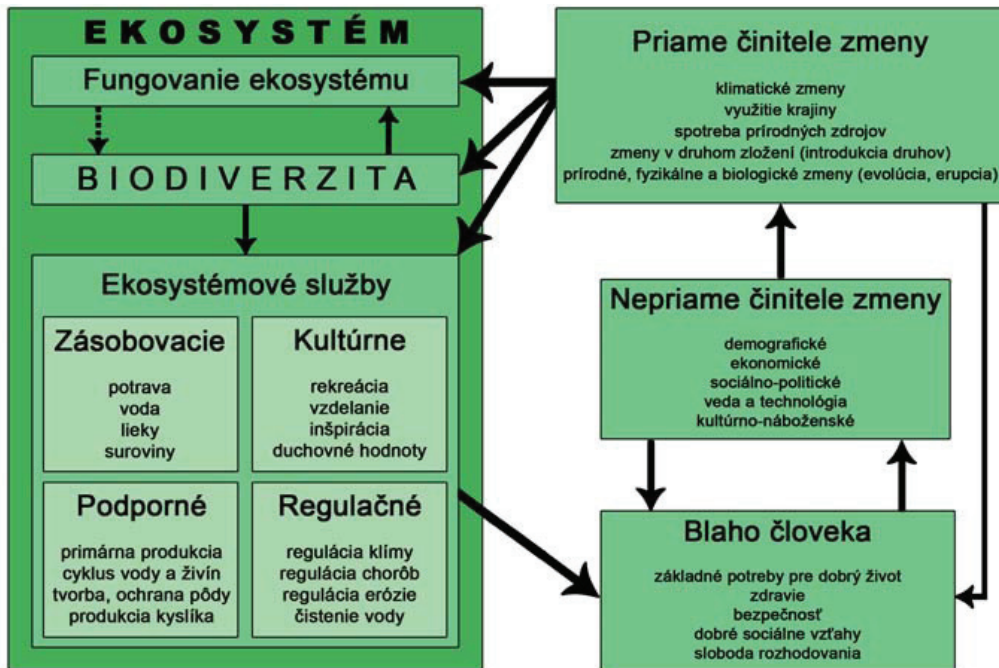
Vzťahmi medzi druhovou diverzitou a funkciami, následne službami ekosystémov sa zaoberá veľa autorov. Väčšina tvrdí, že **s rastúcou biodiverzitou rastie aj plnenie týchto funkcií a služieb** (Giller et al., 2004; Hooper et al., 2005). Spoločenstvá s vyššou diverzitou vykazujú vyššiu komplementaritu vo využívaní zdrojov prostredia (Loreau, 2010). Rovnako pozitívna interakcia medzi druhmi vedie k vyššej produktivite (Tilman et al., 2014). Aj Merganičová et al. (2009) konštatujú, že **biodiverzita predstavuje základný pilier, systém fungovania ekosystému**, ktorý determinuje jeho funkcie. Biologická diverzita udržiava rovnovážny stav ekosystému. Každý druh v ekosystéme, ako prvok jeho štruktúry, má bez ohľadu na svoju veľkosť dôležitú úlohu a práve ich kombinácia poskytuje ekosystému schopnosť predchádzať katastrofám alebo po nich regenerovať. Preto je biodiverzita dôležitá vo všetkých ekosystémoch, nielen v prírodných, ale aj v umelých, vytvorených a obhospodávaných človekom (agroekosystémy, urbánne ekosystémy a pod.).

Merganičová et al. (2009) uvádzajú význam troch základných zložiek biologickej diverzity:

- **Génová diverzita** predstavuje podstatu, ktorá garantuje prežitie bioty. Je dôležitá pre produkciu, odolnosť voči chorobám, zdravie a medicínu.
- **Druhová diverzita** je dôležitá, lebo poskytuje genetickú diverzitu a je základom stabilného poľnohospodárstva a lesníctva (zabezpečuje opeľovanie, a tým produkciu, rozmnožovanie a kontrolu škodcov a chorôb).
- **Ekosystémová diverzita** je rovnako nutná, pretože ekosystém poskytuje druhom miesto pre život a vytvorenie rôznorodého genofondu. Rôznorodý ekosystém umožňuje druhom existenciu tým, že plní dve funkcie: pôsobí ako prírodný filter a zároveň ako ochranná bariéra proti prírodným katastrofám.

Na druhej strane je potrebné poukázať aj na **názory stojace proti tvrdeniam, že druhová diverzita je podmienkou funkčnosti ekosystémov**. Niektorí autori (Hector, 2001; Stohlgren, 1999) tvrdia, že ekologické funkcie sú zabezpečované len malou skupinou tzv. kľúčových druhov zastupujúcich jednotlivé funkčné skupiny a ostatné druhy sú v ekosystémoch z hľadiska plnenia ekologických funkcií nadbytočné.

Biodiverzita ako stav ekosystémov má pre ľudskú spoločnosť, ako aj pre zachovanie života na Zemi mnohonásobný význam (obr. 3.8).



Obrázok 3.8 Biologická diverzita ako základný pilier fungovania a užitočnosti ekosystému (Merganičová et al., 2009 – upravené podľa MEA, 2005)

Ekosystémy poskytovaním svojich tovarov a služieb predstavujú základný pilier ľudského blahobytu. Ten je tvorený piatimi základnými zložkami:

- základný materiál pre dobrý život,
- zdravie,
- dobré medziľudské vzťahy,
- istoty a
- sloboda voľby a činu (MEA, 2005).

Úžitky biodiverzity ekosystémov pochádzajúce z priameho využitia jej biologických zdrojov sa niekedy súhrnne nazývajú ako tzv. **zásobovacie služby (úžitky) biodiverzity** (MEA, 2005). Okrem nich však biologická diverzita poskytuje prírodným, ako aj človekom zmeneným ekosystémom aj iné produkty a služby na to, aby správne fungovali (napr. regulácia klímy, úrodnosť pôdy). Tieto úžitky sú rovnako dôležité, zvyčajne sa delia na podporné, regulačné a kultúrne služby. Mace et al. (2012) konštatujú, že biodiverzita má kľúčové postavenie vo všetkých typoch ekosystémových služieb, či už z pohľadu regulácie ekosystémových procesov, alebo ako finálne služby či tovary. Význam biodiverzity, ktorá je predpokladom plnenia ekosystémových služieb, popisujú Merganičová et al. (2009), Tomaškin a Tomaškinová (2009), MEA (2005).

3.4.1 Príspevok biodiverzity k plneniu zásobovacích ekosystémových služieb

Z pohľadu zásobovacích ekosystémových služieb sa biodiverzita podieľa najmä na zásobovaní ľudskej populácie potravinami, liečivami, surovinami, vodou a genetickými zdrojmi.

Základnou potrebou ľudstva, ako aj každého živého organizmu, je príjem potravy. Biodiverzita ekosystémov je **zásobárňou potravín**. Všetky v súčasnosti kultivované rastliny pochádzajú pôvodne z divej prírody. Zo všetkých známych cievnatých rastlín je až 25 % jedlých, čo vyjadrené v absolútnych číslach predstavuje cca 60 000 druhov. Z nich sa však len malá časť využíva ako potrava. MEA (2005) uvádza, že doposiaľ človek na svoju obživu využíval len cca 7 000 druhov rastlín, pričom v súčasnosti len menej ako 20 druhov rastlín pokrýva viac ako 90 % potrieb výživy ľudstva. Podobne zo živočíšnych druhov bolo z asi 148 divých druhov s hmotnosťou nad 45 kg domestikovaných len 14 (Diamond, 2002). Biodiverzita zabezpečuje **pestrosť a výživnú hodnotu potravinových zdrojov človeka** (napr. zdroj bielkovín – rastliny z čeľade bôbovítých – *Fabacea*: sója, fazuľa, hrach, šošovica, bôb; živočíšne produkty – vajcia, mliečne výrobky, mäso; sacharidy – cukrová trstina, cukrová repa, ovocie; tuky rastlinného a živočíšneho pôvodu – slnečnica, repka olejná, živočíšne tuky; vláknina – ovocie, zelenina, cereálne plodiny – obilniny; vitamíny – ovocie a zelenina; biogénne a stopové prvky – všetky kultúrne organizmy). Tzv. divá, t. j. nekultivovaná biodiverzita poskytuje mäso z diviny, huby, med a korenie. Rôznorodosť živých foriem poskytuje aj pestrosť genetických zdrojov (krajových odrôd a pod.), ktoré je potrebné chrániť pre šľachtenie nových odrôd kultúrnych plodín.

Biologická diverzita ekosystémov je zdrojom extraktov, ktoré sa využívajú na **farmakologické a medicínske účely** (v súčasnosti extrakty z rastlín tvoria základ pre viac ako 40 % medicínskych prípravkov a liekov). Podľa Svetovej zdravotníckej organizácie WHO je až 80 % ľudí v rozvojových krajinách závislých na tradičnej medicíne, ktorá využíva predovšetkým rastliny. Každý druh má z hľadiska medicíny mimoriadnu hodnotu, pretože môže byť potenciálnym zdrojom nového prípravku na liečenie (v Číne identifikovali viac ako 5 000 druhov liečivých rastlín, z ktorých sa dodnes využíva 1700). Veľká skupina liekov má aj živočíšny pôvod a v súčasnosti asi najznámejšia skupina liekov – antibiotiká (penicilín) sú produktom huby rodu *Penicillium*. Organizmy žijúce vo voľnej prírode si vo svojom biologickom prostredí vytvorili rôzne stratégie prežitia, ktoré sa prejavujú produkciou biologicky aktívnych chemických látok, ktoré sú často užitočné aj pre človeka.

Biodiverzita zabezpečuje **biologický zdroj suroviny v priemyselnej výrobe, remeslách a iných hospodárskych odvetviach**. Biologické zdroje sú základom pre rôzne produkty, ako sú vlákna na výrobu odevov (textilné vlákna – bavlna, ľan, konope; živočíšne vlákna a kože (vlna oviec, vlákno priadky morušovej); stavebný materiál (drevná hmota stromov); farby (rastlinné farbivá – chlorofyl, xantofyl, karotenoidy, indigo, antokyany a živočíšne farbivá – purpur, karmín, sėpia). Medzi ďalšie materiály získané z jednotlivých zložiek biodiverzity ekosystémov patria gumy (latex z kaučukovníka), tuky, oleje (slnečnica, repka olejka, palma olejová), vosky a rôzne extrakty pre kozmetický priemysel (aloe vera, levanduľa) atď. Zoznam produktov sa neustále rozširuje o ďalšie produkty, ktoré sú objavované v procese

tzv. bioprospecting, t. j. v procese hľadania doposiaľ neznámych užitočných produktov poskytovaných biodiverzitou (napr. pesticídy na báze prírodných látok). V súčasnosti naberaá biodiverzita na význame aj ako dôležitý obnoviteľný zdroj energie v podobe rastlinnej a živočíšnej biomasy (slama, drevné štiepky, piliny, živočíšny odpad, bioplyn, bionafta).

Nevyhnutnou podmienkou pre život je okrem potravy aj **voda**. Biodiverzita prírodných ekosystémov pomáha udržiavať hydrologický cyklus tým, že reguluje a stabilizuje odtok vody a tlmí vplyv extrémnych javov, ako sú povodne alebo suchá.

3.4.2 Príspevok biodiverzity k plneniu podporných a regulačných ekosystémových služieb

Medzi podporné úžitky ekosystémov patrí napr. **kolobeh vody a živín** (biogénnych prvkov, predovšetkým kolobeh C, N, P), v ktorom hrá ich biodiverzita primárnu úlohu. Všetky tieto podporné služby sú základom pre plnenie ostatných ekosystémových úžitkov.

Ak ekosystém so svojou biologickou diverzitou plní podporné úžitky, je schopný poskytovať aj regulačné služby, medzi ktoré patrí **udržiavanie kvality vzduchu, vody a pôdy** (napr. vegetácia zabraňuje pôdnej erózii). Rastlinné druhy čistia vzduch a regulujú zloženie atmosféry, recyklujú kyslík a filtrujú škodlivé častice z priemyselných aktivít. Biologická diverzita ekosystémov pomáha pri **zachovaní štruktúry pôdy a pri udržiavaní pôdnej vlhkosti a živín**. Biologická diverzita ekosystémov plní významnú úlohu aj v procese **dekompozície odpadu**. Dekompozítory spracujú každý rok okolo 130 miliónov ton organického odpadu. Okrem toho mnohé živé organizmy od baktérií až po vyššie formy života detoxikujú a rozložia viacero znečisťujúcich látok vrátane škodlivých plynov, saponátov, olejov, kyselín a papiera, ktoré vznikajú pri rôznych ľudských činnostiach.

Vďaka svojej vnútornej previazanosti, kedy existencia každého druhu závisí na „službách“, ktoré mu poskytujú iné druhy, má biologická diverzita schopnosť **kontrolovať škodcov a choroby**, ktoré svojimi vplyvmi redukujú produkciu a výnosy ekosystémov. Dôležitou regulačnou službou je aj **opeľovanie rastlín a regulácia regenerácie ekosystémov** po prírodných katastrofách. Rastlinná biodiverzita má výrazný vplyv aj na **sekvestráciu uhlíka** (viazanie CO₂ rastlinnou biomasou v procese fotosyntézy). Lesný ekosystém (jeho drevnatosť zlepšuje fixáciu uhlíka, keďže drevnaté rastliny žijú dlhšie a rozkladajú sa pomalšie ako bylinné druhy), tiež trávne porasty (savany, stepi) viažu vyššie množstvá uhlíka (vďaka mohutnému koreňovému systému a trávnej mačine) a významne prispievajú k eliminácii skleníkového plynu CO₂ v atmosfére.

3.4.3 Príspevok biodiverzity k plneniu kultúrnych ekosystémových služieb

Biologická diverzita ekosystémov poskytuje ľuďstvu **estetické a duševné uspokojenie**. Naša duševná pohoda sa zlepšuje s blízkosťou prírodnej krásy. Prepojenie ľuďstva s

biodiverzitou sa odráža vo všetkých formách umení a architektúre (biodiverzita tvarov, farieb a pod., organizmov a krajiny je inšpirácia pre umeleckú tvorbu), náboženstve a tradíciách rôznych kultúr. Krása a rôznorodosť rôznych organizmov (vtákov, motýľov, rýb, rastlín, koralov atď.) láka ľudí k rôznym **turistickým aktivitám**. Ekoturizmus a agroturizmus patrí celosvetovo k najrýchlejšie rastúcim odvetviam turizmu v súčasnosti. Poskytuje priestor pre **oddych a rekreačno-športové aktivity** ľudí a znamená aj výrazný zdroj príjmov pre miestne obyvateľstvo. Obrovský potenciál má biologická diverzita ekosystémov aj v oblasti **vedy a výskumu**, keďže predstavuje dôležitý **zdroj nových poznatkov**.

3.5 TLAK NA BIODIVERZITU

Hoci sa diverzita vyskytuje na všetkých úrovniach biologickej hierarchie, najviac pozornosti sa doposiaľ venovalo problému miznutia (vymierania) druhov. V prípade agrobiodiverzity sa pozornosť zameriavala na redukciu genetickej diverzity, zmeny v počte génov a genotypov. Oba problémy sú pritom navzájom bezprostredne spojené. Biosozológovia i ochranársky orientovaní biológovia, ktorí skúmajú vzácne a ohrozené druhy, sa tiež zaujímajú o klesajúcu genetickú diverzitu s nasledujúcou stratou adaptívnych potenciálov a zvýšeným výskytom porúch kríženia. V poslednom období sa upozorňuje aj na redukciu diverzity krajiny.

Príčiny nepriaznivých vplyvov na biodiverzitu sú jednak prirodzeného pôvodu (živelné pohromy, prirodzený vývoj) a jednak spôsobené činnosťou človeka. V súčasnosti najvýznamnejší dopad na biodiverzitu a jej stratu má výrazná antropogénna činnosť ľudskej spoločnosti skoro vo všetkých oblastiach (likvidácia a výrub pralesov za účelom získania poľnohospodárskej pôdy, nadmerný rybolov, vysoko intenzívne poľnohospodárstvo – nadmerná chemizácia – pesticídy, nadmerné dávky hnojív, nadmerná pastva, strata mokradných ekosystémov nadmernou melioráciou, erózia pôdy, dezertifikácia, šírenie chorôb, znečistenie ovzdušia, vody, zmena klímy, budovanie infraštruktúry, urbanizácia, industrializácia, rozširovanie invázných nepôvodných druhov a pod.).

Tlak na biodiverzitu naprieč všetkými biómami a regiónmi sveta vyvoláva stále **menej miesta pre život** (úbytok, resp. zmena biotopov), predovšetkým vplyvom poľnohospodárskej činnosti, ale aj stavbou miest, infraštruktúry, nadmernou prepravou tovaru a ľudí, ako aj **drancovanie druhov** (nadmerný lov rýb, cicavcov tropických pralesov, nadmerná ťažba stavebného a palivového dreva, vedúca k ničeniu lesov a tam žijúcich rastlín a živočíchov).

V súčasnosti sa v najvšeobecnejšej rovine popri exploatácii (nadmernom využívaní) hovorí o troch hlavných príčinách straty biodiverzity:

- **Fragmentácia stanovišť** vedie k zvýšeniu ich ohrozenosti a postupnej izolácii (insularizácii). Izolované populácie a druhy sú vystavené riziku náhodných a nepredpokladaných zmien v prostredí, v štruktúre a dynamike malých populácií.

- **Klimatická zmena**, znečisťujúce látky v prostredí, zvyšovanie koncentrácie oxidu uhličitého (CO₂) v atmosfére a skleníkový efekt povedú k zmenám na rôznych úrovniach biodiverzity, ktoré dnes nevieme dostatočne presne odhadnúť.
- **Introdukované (a zavlečené) druhy organizmov**, ktoré sa naturalizovali a expanzívne sa šíria v nových územiach. Invázne správanie mnohých cudzích druhov ohrozuje pôvodnú (domácu) biodiverzitu vrátane ekosystémov. Eliáš (2014) uvádza, že ekologické dôsledky invázneho správania zavlečených (nepôvodných) organizmov sa prejavujú v ohrození pôvodnej biodiverzity (od génov až po ekosystémy), v zmenách druhového zloženia a štruktúry ekosystémov, v poskytovaní ekosystémových služieb, ale aj v ohrození životného prostredia i zdravia obyvateľstva. Invázne organizmy zvyšujú náklady na využívanie prírodných zdrojov a manažment a spôsobujú ďalšie hospodárske škody.

3.6 OCHRANA BIODIVERZITY

Strata alebo zníženie biologickej diverzity ekosystémov je teda veľmi závažný proces, pretože znamená nielen vyhynutie a ubúdanie živých organizmov na Zemi, ale aj znižovanie schopnosti Zeme poskytovať ľuďstvu úžitky a služby, ktoré uspokojujú základné požiadavky na živobytie, ako aj ďalšie ekonomické, kultúrne, sociálne, vedecké a duševné potreby, čo môže mať vážne negatívne vplyvy na ľudstvo, ako aj na život na Zemi. Tomaškinová (2013) uvádza, že ochrana biologickej diverzity a ekologickej stability zohráva dôležitú úlohu ekonomickej a sociálnej bázy miestnych (domorodých) komunit a národov.

Treba si uvedomiť aj skutočnosť, že druhy majú právo na existenciu, ktorá je založená na ich vnútornej hodnote, bez ohľadu na potreby človeka. Ľudia nemajú právo druhy ničiť a musia predchádzať ich vymieraniu, konštatuje Primack et al. (2001). Vološčuk (2013) uvádza, že z kozmocentrických pozícií vyplývajú dva postoje človeka k prírode a biodiverzite. Jednak je to presvedčenie o tom, že príroda a biodiverzita majú právo na prežitie a slušné zaobchádzanie. Spravidla je to postoj súčasných ochrancov prírody. Druhý postoj vyúsťuje do požiadavky, aby práva prírody v súdnych sporoch zastupovali jej ochrancovia a na tento účel povolané spoločenské organizácie s cieľom presunúť dôkazové povinnosti z obhajcu na narušovateľa prírody v sporných prípadoch. Ochrana biologickej diverzity na všetkých úrovniach je základom pre jej zachovanie.

3.6.1 Politické a legislatívne nástroje na ochranu biodiverzity

Na medzinárodnej úrovni boli prijaté viaceré dohovory vedúce k ochrane biodiverzity, prírody a krajiny. Slovenská republika pristúpila k dohovorom ŠOP SR (2016):

- Dohovor o biologickej diverzite,
- Natura 2000,
- **Dohovor o ochrane svetového kultúrneho a prírodného dedičstva,**
- **Dohovor o mokradiach majúcich medzinárodný význam, najmä ako biotopy vodného vtáctva (Ramsarský dohovor),**

- Dohovor o medzinárodnom obchode s ohrozenými druhmi voľne žijúcich živočíchov a rastlín (CITES, Washingtonský dohovor),
- Dohovor o ochrane európskych voľne žijúcich organizmov a prírodných stanovišť (Bernský dohovor),
- Dohovor o ochrane sťahovavých druhov voľne žijúcich živočíchov (Bonnský dohovor),
- Dohovor o ochrane svetového kultúrneho a prírodného dedičstva.

V rámci medzinárodného dohovoru o ochrane biologickej diverzity bol prijatý nový globálny záväzok do roku 2020. Zmluvné strany sa v roku 2010 v Nagoyi dohodli na prijatí aktualizovaného **Strategického plánu ochrany biodiverzity 2011 – 2020**. Víziou plánu je „žiť v harmónii s prírodou“ a v širšom časovom rámci do roku 2050 zabezpečiť „ohodnotenie, ochranu, obnovu a rozumné využívanie biodiverzity, ktorá udržiava ekosystémové služby, zdravú planétu a poskytuje prínosy nevyhnutné pre všetkých ľudí“.

Následne Európsky parlament v roku 2012 prijal svojím uznesením stratégiu EÚ **Naše životné poistenie, náš prírodný kapitál: stratégia EÚ v oblasti biodiverzity do roku 2020**, cieľom ktorej je zvrátiť stratu biodiverzity a urýchliť prechod EÚ na „zelené“ hospodárstvo, ktoré účinne využíva zdroje. Stratégia vytýčila (EK, 2011):

- **Hlavný cieľ pre rok 2020:** Do roku 2020 zastaviť úbytok biodiverzity a degradáciu služieb ekosystémov v EÚ, obnoviť ich v čo najväčšom možnom rozsahu a zároveň zvýšiť príspevok EÚ k zamedzeniu straty biodiverzity v globálnej mierke.
- **Víziu pre rok 2050:** Biodiverzita EÚ a ekosystémové služby, ktoré poskytuje – prírodný kapitál EÚ – sú chránené, cenené a primerane obnovené z dôvodu vnútornej hodnoty biodiverzity a pre ich zásadný prínos pre blaho ľudstva a ekonomickú prosperitu a aby sa tak zabránilo katastrofickým zmenám, spôsobeným stratou biodiverzity.

Na Slovensku sú základnými dokumentmi pre implementáciu Dohovoru o biologickej diverzite:

- Národná stratégia ochrany biodiverzity na Slovensku (1997),
- Aktualizovaná národná stratégia ochrany biodiverzity do roku 2020 (MŽP SR, 2013),
- Akčný plán pre implementáciu opatrení vyplývajúcich z Aktualizovanej národnej stratégie ochrany biodiverzity do roku 2020.

Aktualizovaná národná stratégia ochrany biodiverzity do roku 2020 obsahuje 9 cieľov pre rôzne oblasti biodiverzity od ochrany prírody a ekosystémov cez integráciu biodiverzity do sektorových politík a riešenie nepôvodných invázných druhov až po komunikáciu a medzinárodnú ochranu biodiverzity. **Kľúčovým cieľom** stratégie je „zastaviť stratu biodiverzity a degradáciu ekosystémov a ich služieb v SR do roku 2020, zabezpečiť obnovu biodiverzity a ekosystémov vo vhodnom rozsahu a zvýšiť náš príspevok k zamedzeniu straty biodiverzity v celosvetovom meradle.“

K zlepšeniu stavu biodiverzity prispievajú aj opatrenia **Programu rozvoja vidieka SR na programové obdobie 2014 – 2020** (MPRV SR, 2015) napr. agroenvironmentálne-klimatické opatrenie, lesnícko-environmentálne a klimatické služby a ochrana lesov, ochrana biotopov NATURA 2000.

Legislatívna ochrana je implementovaná najmä v zákone č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny. Na ochranu biologických taxónov, ktorých populácie sa zmenšujú a sú ohrozené zánikom, slúžia **národné červené zoznamy vzácnych, zriedkavých a ohrozených druhov rastlín a živočíchov**. Predstavujú východiskový dokument druhovej ochrany, slúžiaci na hodnotenie stupňa ohrozenosti a vyhlásenie osobitne chránených druhov a nadväznú vypracovanie a realizovanie programov záchran, resp. programov starostlivosti. Vypracovávajú sa aj **regionálne a lokálne červené zoznamy**, ktoré sú významným zdrojom informácií a spresňujú znalosti o ohrození rastlinných taxónov z celonárodného hľadiska. **Celosvetové červené zoznamy** vydáva IUCN na podporu záujmu odbornej a laickej verejnosti o druhy, ktorým hrozí vyhynutie a upozorňuje na stav ohrozenia niektorých druhov. Predstavujú systém hodnotenia stupňa ohrozenosti druhov, odrážajúci súčasné znalosti o populačnej biológii vo vzťahu k ochranárskemu záujmu a svojím objektívnym prístupom zameriavajú pozornosť na príčinné faktory znižovania areálu, znižovania početnosti populácií a jedincov, ktoré charakterizujú ohrozenosť mnohých druhov. **Cieľom červených zoznamov** je:

- poskytnúť vedecky podložené informácie o statuse druhov a poddruhov,
- vyvolať záujem o rozsah a význam ohrozenosti biodiverzity,
- ovplyvňovať národnú a medzinárodnú politiku a rozhodovanie,
- poskytnúť informácie pre aktivity na ochranu biologickej diverzity.

3.6.2 Ochrana biotopov

V súvislosti s ochranou biodiverzity si zvláštnu pozornosť vyžaduje ochrana biotopov, ktoré biodiverzitu podmieňujú. Seják et al. (2010) stručne definujú **biotop (habitat)** ako špecifické prostredie (stanovište) pre špecifické formy života. Ide o kategóriu dôležitú predovšetkým z hľadiska územného členenia krajiny. Naproti tomu pojem ekosystém, ktorý je rovnako ako biotop funkčnou sústavou živých a neživých zložiek, primárne vyjadruje funkčný pohľad na krajinu ako živý systém prepojený tokom energie, látok a informácií.

Udržanie druhovej biodiverzity ako ekosystémovej funkcie sa donedávna dávalo do súvislosti najmä s tokmi látok a energie. Súčasný manažment ekosystémov kladie stále väčší dôraz na postavenie biotopov, resp. na poskytovanie biotopov ako prostredia pre organizmy (Jones, Lawton, 1995). V súvislosti s tým bola špecifikovaná aj samostatná ekosystémová funkcia - **poskytovanie biotopu ako prostredia pre organizmy (habitat provision)**. Termín poskytovanie prostredia pre organizmy (habitat provision) bol používaný hlavne v oblasti ochrany prírody. Je spájaný s biodiverzitou, ktorá závisí od druhového bohatstva biotopu a súčasne je táto funkcia biodiverzitou podporovaná (Wright et al., 2002). Pojem poskytovanie biotopu (habitat provision) bol prvýkrát použitý Turnerom et al. (1994) ako jedna z kategórií ekosystémových služieb. Costanza et al. (1997) tiež použili tento pojem

vo vzťahu k ekosystémovým službám, sústredili sa však na hodnotu biotopu ako refúgie pre organizmy. De Groot (2006) použil výraz biotopové funkcie (habitat functions) pre súhrnné procesy a charakteristiky podmieňujúce službu poskytovania biotopov. Funkciu biotopu vnímali v poskytnutí úkrytu a prostredia na rozmnožovanie organizmov.

Prírodné ekosystémy poskytujú a reprodujú biotopy pre voľne žijúce druhy rastlín a živočíchov, a tak prispievajú k ochrane biologickej a genetickej diverzity a evolučnému procesu. Dostupnosť a stav týchto funkcií je založený na fyzikálnych vlastnostiach ekologickej niky. Tieto nároky sú rôzne pre rôzne skupiny druhov, ale môžu byť opísané pomocou nosnej kapacity a minimálnej potrebnej plochy ekosystému, ktorý ich poskytuje (De Groot et al., 2002). Akceptovanie takéhoto pohľadu zvýšilo pozornosť, ktorá je venovaná biotopom, ale aj štruktúre ekosystémov. Ekosystémová funkčnosť je daná integritou štruktúry, vzťahov a procesov, prejavujúcou sa nielen výškou, ale aj stabilitou plnenia ekosystémových funkcií a následne poskytovania ekosystémových služieb (Cudlín, 2012).

Štruktúra (pattern) ekosystému opisuje rôzne fyzikálne a biologické časti ekosystému, ako je biomasa, zloženie druhov v konkrétnom čase (Zedler, 1996). V závislosti od zvoleného meradla môže opísať druhovú pestrosť, druhovú diverzitu, výskyt druhov alebo ich skupín, zloženie biotopov a ich usporiadanie alebo kategórie využitia krajiny (Lindenmayer, Franklin, 2003). Pritom štruktúra sa nevzťahuje len k jednotlivým prvkom systému, ale dôležité je ich trojdimenzionálne priestorové usporiadanie. Štruktúra ekosystému v zmysle usporiadania rastlinných a živočíšnych druhov a ich skupín je výsledkom procesov, ako sú rýchlosť disperzie, rýchlosť reprodukcie, interakcie medzi jedincami a druhmi, zmeny edafických podmienok, zmeny klímy a iných abiotických faktorov (Parker, 1997). Odborníci, ktorí preferujú výskyt bioty ako indikátora kvality ekosystému, vychádzajú z predpokladu, že vysoko organizovaný ekosystém s veľkou diverzitou druhov prispôbených danému stanovištiu a ich typickým zoskupením, je sám o sebe zárukou kvalitného plnenia ekosystémových funkcií (Peterson, Lipcius, 2003). Usporiadanie bioty a ekosystémové funkcie sa vzájomne ovplyvňujú, funkcie ekosystému sú závislé na rastlinách, ich biomase a produkcii organickej hmoty. Fyzikálne a chemické charakteristiky prostredia ovplyvňujú zloženie a štruktúru vegetácie, čo ďalej ovplyvňuje živočíšne a mikrobiálne zložky ekosystémov (Seják et al., 2010). Takto vysoký stupeň biodiverzity je nielen dôsledkom bohatého výskytu rôznych štruktúr, ale aj meniacich sa environmentálnych ník poskytovaných ich priestorovým usporiadaním (Franklin, van Pelt, 2004). Ekosystémové funkcie sú ovplyvnené priestorovou heterogenitou naprieč celým systémom od rizosféry po celú biosféru. Napriek uvedenému, práve tento význam priestorovej štruktúry ekosystémov nie je ešte stále dostatočne docenený (Franklin, 2005). Pritom krajina je dôležitá nielen ako zdroj zásobovacích služieb, ale aj ako množina vzájomne prepojených biotopov, na báze ktorých funguje ekosystém plniaci základné životodarné funkcie a služby (Seják, 2009). Hodnotenie ekologickej kvality na krajinnej úrovni sa týka najmä diverzity stanovišť, prirodzenosti biotopov či ich integrity s abiotickými podmienkami, priechodnosti krajiny a fragmentácie biotopov.

Integrovaná ochrana biotopov je zabezpečená na národnej aj medzinárodnej úrovni. Na národnej úrovni aj ochranu biotopov zabezpečuje zákon č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody

a krajiny, ktorý implementuje aj smernice Rady Európskych spoločenstiev č. 79/409/EHS o ochrane voľne žijúcich vtákov a č. 92/43/EHS o ochrane biotopov, voľne žijúcich živočíchov a voľne rastúcich rastlín. Tento zákon vymedzuje biotop národného, európskeho významu, ako aj prioritný biotop. **Biotopom národného významu** je biotop, ktorý nie je biotopom európskeho významu, ale je v SR ohrozený vymiznutím, alebo má malý prirodzený areál, alebo predstavuje typické ukážky biogeografických oblastí SR. Takými biotopmi sú napríklad pionierske porasty na silikátových pôdach, vegetácie vysokých ostríc, vrbové kroviny stojatých vôd a ďalšie. **Biotop európskeho významu** je biotop, ktorý je v Európe ohrozený vymiznutím, alebo má malý prirodzený areál, alebo predstavuje typické ukážky jednej alebo viacerých biogeografických oblastí Európy. Ide napríklad o biotopy vnútrozemských slanísk a slaných lúk, Karpatské travertínové slaniská, vnútrozemské panónske pieskové duny a pod. Špecifické postavenie majú **prioritné biotopy**, biotopy európskeho významu, ktorých ochrana má zvláštny význam vzhľadom na podiel ich prirodzeného výskytu v Európe.

3.6.3 Praktická ochrana biodiverzity

Ochrana sa uskutočňuje *in-situ* – v mieste výskytu alebo *ex-situ* – mimo miesta prirodzeného výskytu. Priority pre ochranu zložiek biologickej diverzity sa určujú na základe poznania ich stavu, ktorý sa musí identifikovať a následne sledovať, vrátane procesov, ktoré môžu spôsobiť zmeny stavu.

Ochrana biologickej rozmanitosti *in situ* znamená:

- starostlivosť o zložky biologickej rozmanitosti priamo v ich prirodzenom prostredí, na mieste. Cieľom je taká ochrana ekosystémov, ktorá zabezpečí, že procesy, stanovišťa a druhy sa môžu vyvíjať prirodzeným spôsobom,
- „ochrana ekosystémov a prirodzených stanovišť, ako aj udržiavanie a obnovenie životaschopných populácií druhov v ich prirodzenom prostredí, alebo v prípade domestikovaných alebo pestovaných druhov v prostredí, kde nadobudli svoje charakteristické vlastnosti.“

Ochrana biodiverzity *ex situ* predstavuje:

- formu ochrany zameranú na udržiavanie vybraných organizmov (semená, peľové zrná) žijúcich mimo ich pôvodných stanovišť alebo prirodzeného prostredia pre rozmnožovanie v zajatí, rozširovanie a potenciálne pre neskoršie reštitúcie alebo reintrodukcie,
- ochranu zložiek biologickej diverzity mimo ich prirodzených stanovišť.

Napriek tomu, že má *ex-situ* druh ochrany nesporný význam pre zachovanie biologickej rozmanitosti na úrovni génov, jedincov, druhov a populácií, mal by byť chápaný ako posledný krok v prípade, že nie je možné uplatniť metódy ochrany *in situ*. Ochrana biodiverzity *ex situ* v konečnom ciele smeruje k obnove alebo podpore populácií cieľových druhov vo vhodnom prostredí a čase. Ochrana *ex-situ* je drahšia ako ochrana *in-situ* a navyše ochrana *ex-situ* nesie so sebou aj riziko, že môže vyvolať stratu genetickej diverzity.

Jednou z národných priorít SR je **posilnenie národných kapacít na ochranu *ex-situ***. Životaschopné populácie väčšiny organizmov sa môžu udržiavať aj mimo miesta ich prirodzeného výskytu (možno ich pestovať alebo chovať v zajatí). Rastliny sa môžu udržiavať okrem botanických záhrad a arborét aj v bankách semien a v zbierkach zárodočnej plazmy. Niektoré zložitejšie techniky, ako napr. skladovanie embryí, vajíčok alebo spermií, majú za cieľ uchovanie genofondu živočíchov.

Ex-situ uchovávanie rastlinných genetických zdrojov získava v súčasnosti prioritnú pozornosť. Jedinečná a cenná diverzita v génových bankách a zbierkach rastlinných genetických zdrojov je zameraná na ohrozené a vhodné materiály. Ich rozmnožovanie a dlhodobé uchovávanie je v pôsobnosti Výskumného ústavu rastlinnej výroby v Piešťanoch podľa medzinárodných noriem. Podobne Výskumný ústav živočíšnej výroby v Nitre podporuje ochranu *ex-situ* živočíšnych genetických zdrojov.

Na Slovensku je veľa rôznych zariadení, v ktorých sa rastliny a živočíchy chovávajú a chránia *ex-situ*. Najtradičnejšie sú zoológické a botanické záhrady a arboréta. V minulosti sa zriaďovali hlavne pre vedecké, kultúrne a vzdelávacie ciele, ale postupne sa stali aj miestom ochrany vzácnych a ohrozených druhov flóry a fauny.

Štyri **zoológické záhrady** na Slovensku v súčasnosti chovajú približne 390 druhov a poddruhov živočíchov, z toho pripadá asi 110 druhov na cicavce, 145 na vtáky, 63 na ryby a 56 na plazy. Z celkového počtu druhov sa tu nachádza 19 druhov zapísaných v Červenej knihe IUCN v kategórii kriticky ohrozených druhov, z nich sa 7 druhov rozmnožuje. Zoológické záhrady sa významným spôsobom podieľajú na záchrane celosvetovo alebo celoeurópsky ohrozených druhov voľne žijúcich živočíchov a v niektorých prípadoch aj na ich repatriácii do pôvodných biotopov alebo do vhodného prostredia mimo pôvodný areál rozšírenia. Na Slovensku postupne vznikla aj pomerne rozsiahla sieť **rehabilitačných staníc pre handicapované živočíchy**. Ich pracovníci sa v nich starajú o zranené alebo trvalo poškodené jedince voľne žijúcich živočíchov s cieľom navrátiť ich, pokiaľ je to možné, opäť do prírody. Na Slovensku vykonáva 6 **inseminačných staníc *ex-situ*** uchovávanie ohrozených plemien. Na dlhodobé skladovanie embryí a spermií sa využívajú medzinárodne kompatibilné technológie. V súčasnosti je uchovávaných *ex-situ* viac ako 40 000 dávok spermií plemena Slovenského strakatého a 20 000 dávok Slovenského pinzgauškého dobytká.

Botanickým záhradám predchádzali kláštorné záhrady, napr. v 14. storočí pestovali v Červenom Kláštore liečivé a aromatické rastliny. Neskôr boli zriadené botanické záhrady: v roku 1942 Prírodovedeckou fakultou Univerzity Komenského v Bratislave, v roku 1950 Prírodovedeckou fakultou Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach a Strednou poľnohospodárskou školou v Nitre. V roku 1990 sa pestovalo v botanickej záhrade Univerzity Komenského v Bratislave približne 2 000 taxónov vrátane 600 druhov drevín. Väčšina z nich sa zapojila do záchranu ohrozených druhov a poddruhov voľne rastúcich rastlín, vyskytujúcich sa na území SR. Úlohu a poslanie botanických záhrad a arborét definuje zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny ako zariadení, ktoré sa špecializujú na pestovanie vybraných druhov ohrozených, zriedkavých, vzácnych alebo inak významných

chránených rastlín, získavajú semená a rastlinný materiál chránených rastlín, realizujú vzdelávanie a výchovu obyvateľstva so zameraním na ochranu chránených rastlín.

Génová banka je zariadenie, ktoré zhromažďuje a rozširuje génové kolekcie vybraných druhov alebo populácií, hodnotí genetické zdroje, realizuje dokumentáciu o genetických zdrojoch v podobe databáz a slúži na uchovávanie genetickej diverzity živých organizmov vo forme semien, peľu, embrií, kryogénnych alebo *in vitro* kultúr, alebo (v prípade poľných génobánk) vo forme živých jedincov. Génová banka dlhodobo uchováva genetické zdroje v životaschopnom stave pre ich prípadné šľachtiteľské využívanie. Osobitné postavenie v uchovávanom genofonde majú staré a krajové odrody, ktorých špecifické využívanie je späté s človekom od prvopočiatku, a preto sa právom považujú za významnú súčasť nielen genetickej diverzity, ale aj prírodného bohatstva každej krajiny, a za kultúrne dedičstvo každého národa. Génová banka SR (pri Výskumnom ústave rastlinnej výroby - VÚRV) v Piešťanoch bola otvorená v roku 1996 a zohráva rozhodujúcu úlohu pri uchovávaní semenných druhov rastlín. Okrem nej sa uchovávaníu genotypov kultúrnych rastlín venuje aj Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva v Banskej Bystrici, v ktorom sa tvorí kolekcia pôvodných ekotypov tráv a ďatelinovín. Ďalším pracoviskom, ktoré sa zaoberá zberom a uchovávaním genotypov kultúrnych rastlín, je Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. Pracovníci Katedry genetiky a šľachtenia rastlín realizujú program záchranu ohrozeného genofondu rastlín na Slovensku.

Ministerstvo lesného a vodného hospodárstva SR v roku 1987 zriadilo **banku semien lesných drevín**. Semenná banka sa nachádza v Liptovskom Hrádku a spravuje ju Výskumná stanica Lesníckeho výskumného ústavu. Sú v nej uskladnené semená z porastov smreka obyčajného, smrekovca opadavého, kosodreviny, borovice sosny a borovice čiernej. Pre zachovanie najcennejších genotypov majú kľúčovú úlohu **klonové archívy**. Centrálny klonový archív Ostrá lúka bol založený Lesníckym výskumným ústavom v roku 1986 na ploche 10,5 ha.

Svetová banka semien je umiestnená **na súostroví Svalbard** vzdialeného od Severného pólu približne 1 000 km a jej vlastníkom je Nórsko. Všetky krajiny sveta si môžu v tejto banke semená rastlín uschovať bez poplatkov a disponujú právom využiť tieto zásoby v prípade núdze. Táto banka zrn a semien má podľa vedcov zabrániť nielen **vymiznutiu dôležitých poľnohospodárskych plodín a vzácnych rastlinných druhov, ale aj základov ľudskej civilizácie v dôsledku klimatických zmien a ďalších zdrojov ohrozujúcich biodiverzitu (prírodné katastrofy, vojenské konflikty a pod.)**. Svetová banka je vybudovaná v ťažko prístupnej oblasti pokrytej permafrostom (vrstva večne zmrznutej pôdy), v hĺbke približne 130 m pod zemským povrchom a má vynikajúce podmienky, aby dokázala odolať silnému zemetraseniu či jadrovému výbuchu (podzemný kryt vydrží zemetrasenie s magnítudou 6,2 a aj priamy nukleárny výbuch). Špecializovaným klimatizačným zariadením v nej vytvorili teplotu – 18 °C, čo odborníci považujú za optimálny stav, pri ktorom sa vzorky semien môžu zachovať na 1 000 rokov. Podzemný betónový kryt dokáže uskladniť približne 1,5 miliónov vzoriek semien 300 000 rastlín z celého sveta a zabezpečiť ich ochranu voči prírodným katastrofám a vojenským konfliktom. Celý projekt financovala organizácia Global Crop Diversity Trust, ktorú založila Organizácia Spojených národov pre výživu a poľnohospodárstvo (FAO) a v Ríme sídliaca spoločnosť Biodiversity International. Mnoho ďalších podobných komplexov sa nachádza v zraniteľnejších oblastiach, napr. v Iraku a Afganistane, ktoré zanikli v dôsledku vojenských konfliktov.



KLÚČOVÉ SLOVÁ

Biodiverzita, biologická rozmanitosť, stav biodiverzity, podiel biodiverzity na ekosystémových službách, ochrana biodiverzity, biotop

OTÁZKY NA OVERENIE ZNALOSTÍ

- Aký je rozdiel medzi biosférou a biodiverzitou?
- Čo je to biodiverzita a aké typy biodiverzity poznáte?
- Ktoré ekosystémy majú vysokú a ktoré nízku biodiverzitu?
- Čo sú horúce miesta biodiverzity a kde sa geograficky nachádzajú?
- Aký je stav biodiverzity na Slovensku, v EÚ a vo svete?
- Ako sa podieľa biodiverzita na zásobovacích ekosystémových službách?
- Ako sa podieľa biodiverzita na podporných a regulačných ekosystémových službách?
- Ako sa podieľa biodiverzita na kultúrnych ekosystémových službách?
- Čo charakterizuje globálny index živej planéty a aký má dlhodobý trend?
- Ktoré metódy ochrany biodiverzity poznáte?
- Ktoré faktory vytvárajú tlak na biodiverzitu?
- Čo sú to biotopy, aké majú postavenie v ekosystéme a prečo je nutná ich ochrana?

ÚLOHY NA OVERENIE ZNALOSTÍ

- Vypracujte SWOT analýzu stavu druhovej biodiverzity pre vybraný biotop a navrhnete opatrenia pre zachovanie priaznivého stavu populácií hodnotených druhov.
- Zaznamenajte alfa biodiverzitu rastlinných druhov vybraného urbánneho ekosystému a porovnajte ju s plošne rovnako veľkým poľnohospodárskym ekosystémom na ornej pôde a trvalým trávny m porastom.

LITERATÚRA

- Badridze, J. et al. 2004. *Biologická rozmanitosť na Zemi: stav a perspektívy*. Montreal, Praha: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Scientia, spol. s.r.o, 261 s. ISBN 80-7183-331-2.
- Barthlott, W., Mutke, J., Rafiqpoor, M. D., Kier, G., Kreft, H. 2005. Global centres of vascular plant diversity. *Nova Acta Leopoldina*. NF 92, 342: 61-83.
- Billetter, R. et al. 2008. Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan-European study. *Journal of Applied Ecology*, 45(1): 141-150.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso M., Hannon, B., Naeem, S., Limburk, K., Paruelo, J., O'Neil, R.V., Raskin, R., Sutton, P., van den Belt, M. 1997. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. *Nature*, 387/6630: 253-260.
- Cudlín, O. 2012. *Plnění ekosystémových funkcí pro zvýšení ekologické stability v narušené krajině*. Disertační práce. Praha: Česká zemědělská univerzita, 215 p.
- Černecký, J. et al. 2014. *Správa o stave biotopov a druhov európskeho významu za obdobie rokov 2007 – 2012 v Slovenskej republike*. Banská Bystrica: Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky. 1626 s. ISBN 978-80-89310-79-1.

- De Groot, R. S., Wilson, M. A., Boumans, R. M. J. 2002. A Typology for the Classification, Description and Valuation of Ecosystem Functions, Goods and Services. *Ecological Economics*, 41(3): 393-408.
- De Groot, R., 2006. Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 75: 175-186.
- Diamond J. 2002. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature*, 418: 700-707.
- EK. 2011. *Naše životné poistenie, náš prírodný kapitál: stratégia EÚ v oblasti biodiverzity do roku 2020*. Oznámenie Komisie Európskemu parlamentu, Rade, Európskemu hospodárskemu a sociálnemu výboru a výboru regiónov. KOM(2011) 244 z 3. 5. 2011. 17 s.
- Eliáš, P. 2007. Biodiverzita – predstava a jej uplatnenie. *Životné prostredie*, 41(1): 5-12.
- Eliáš, P. 2014. Integrated Management of Alien Species. *Životné prostredie*, 48(2): 67-75.
- Franklin, J.F., van Pelt, R. 2004. Spatial aspects of structural complexity in old-growth forests. *J.Forestry*, 102/3: 22-27.
- Franklin, J.F. 2005. Spatial pattern and ecosystem function: reflections on current knowledge and future directions. In: Lovett, G.M., Jones, C.G., Turner, M.G., Weathers, K.C. (eds.): *Ecosystem function in heterogeneous landscapes*. New York: Springer, p. 427-441.
- Giller, P.S., Hillebrand, H., Berninger, U.G., Gessner, O., Hawkins, S., Inchausti, P., Inglis, Ch. et al. 2004. Biodiversity effects on ecosystem functioning: emerging issues and their experimental test in aquatic environments. *OIKOS*, 104: 423-436.
- Hector, A., Joshi, J., Lawler, S.P., Spehn, E.M., Wilby, A. 2001. Conservation implications of the link between biodiversity and ecosystem functioning. *Oecologia*, 129: 624-628.
- Hooper, D.U., Chapin, F.S., Ewel, J.J., Hector, A., Inchausti, S., Lavorel, J.H., Lawton, H. et al. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75(1): 3-35.
- IUCN. 1991. *Caring for the Earth*. Gland: IUCN, 1991.
- Jones, C.G., Lawton, J.H. 1995. Linking species and ecosystems. New York: Chapman & Hall, 387 p.
- Kanka, R. 2010. Support of the Biodiversity and Ecosystem Services Research by the Research Centers of the Network of Excellence. *Životné prostredie*, 44(6): 286-288.
- Klinda, J., Lieskovská, Z. et al. 2007. *Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2006*. Bratislava, Banská Bystrica: Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, Slovenská agentúra životného prostredia, 2007. 320 s. ISBN 80-88833-47-5.
- Lieskovská, Némethová et al. 2015. *Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2014*. Bratislava, Banská Bystrica: MŽP SR, SAŽP, 2015. 208 s. ISBN 978-80-88833-67-3.
- Lindenmayer, D.B., Franklin, J.F. 2003. *Conserving forest biodiversity: a comprehensive multiscaled approach*. Washington, DC: Island Press, 351 p.
- Loreau, M. 2010. Linking biodiversity and ecosystems: towards a unifying ecological theory. *Philosophical Transcriptions of the Royal Society*, 365: 49-60.
- Luhr, J. F. et al. 2004. *Zem*. Bratislava: Ikar, a.s., 520 s. ISBN 80-551-0796-3.
- Mace, G.M., Norris, K., Fitter, A.H. 2012. Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. *Trends in Ecology & Evolution*, 27(1): 19-26.

- Merganičová, K., Merganič, J., Tutka, J. 2009. Čo je a v čom je biodiverzita užitočná pre biotu. *Enviromagazín*, 14(5): 28-30.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC , 155 s. ISBN 1-59726-040-1.
- Mora, C., Tittensor, D. P., Adl, S., Simpson A. G. B., Worm, B. 2011. How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? *PLoS Biology*. 9(8): 1-8.
- MPRV SR. 2015. *Program rozvoja vidieka SR na programové obdobie 2014 – 2020* [on-line] [cit. 2015-09-10]
<http://www.mpsr.sk/index.php?navID=935&navID2=935&sID=43&id=8644>.
- Myers, N. et al. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- MŽP SR. 2013. *Aktualizovaná národná stratégia ochrany biodiverzity do roku 2020* [on-line] [cit. 2015-09-10]
<http://www.minzp.sk/sekcie/temy-oblasti/ochrana-prirody-krajiny/medzinarodne-dohovory/dohovor-biodiverzite/aktualizovana-narodna-strategia-ochrany-biodiverzity-do-roku-2020/>.
- Nátr, L. 2005. *Rozvoj trvale neudržiteľný*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Nakladatelství Karolinum, 102 p. ISBN 80-246-0987-8.
- Parker, T.V. 1997. The scale of successional models and restoration objectives. *Restoration Ecology*, 5/4: 301-306.
- Peterson, C.H., Lipcius, R.N. 2003. Conceptual progress towards predicting quantitative ecosystem benefits of ecological restoration. *Marine Ecology Progress Series*, 264: 297-307.
- Primack, R. B., Kindlmann, P., Jersáková, J. 2001. *Biologické princípy ochrany prírody*. Praha: Portál, 352 p. ISBN 80-7178-552-0.
- Sabo, P., Urban, P., Turisová, I., Považan, R., Herian, K. 2011. *Ohrozenie a ochrana biodiverzity. Vybrané kapitoly z globálnych environmentálnych problémov*. Banská Bystrica: Centrum vedy a výskumu, FPV UMB v Banskej Bystrici, 321 s. ISBN 978-80-557-0077-9.
- Seják, J. 2009. *Studium multifunkčného využitia krajiny – agregace biotopů modelového území Podkrušnohoří. Aktivita „A414“*. Fakulta životního prostředí UJEP Ústí nad Labem, 36 p. [on-line] [cit. 2015-09-10]
<http://fzp.ujep.cz/projekty/wd-44-07-1/dokumenty/aktivity/A414.pdf>
- Seják, J., Cudlín, P., Pokorný, J., Zapletal, M., Petříček, V., Guth, J. et al. 2010. *Hodnocení funkcí a služeb ekosystémů České republiky*. Fakulta životního prostředí UJEP Ústí nad Labem, 198 p. ISBN 978-80-7414-235-2.
- Smith, R. L. 1996. *Ecology and Field Biology*. New York: HarperCollins Publishers, 740 p.
- Stohlgren, T.J., Binkley, D., Chong, G.W., Kalkhan, M.A., Schell, L.D., Bull, K.A., Otsuki, Y. 1999. Exotic plant species invade hot spots of native plant diversity. *Ecological Monographs*, 69(1): 25-46.
- ŠOP SR. 2016. *Dohovory na úseku ochrany prírody*. [on-line] [cit. 2015-09-10]
<http://www.sopsr.sk/web/?cl=34>.
- TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity). 2008. *European Communities*, 2008, 68 p. ISBN -13978-92-79-08960-2.

- Tilam, D., Isbell, F., Cowles, M. 2014. Biodiversity and ecosystem functioning. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 45: 471-493.
- Tomaškin, J., Tomaškinová, J. 2009. *Ochrana prírody a krajiny*. Banská Bystrica : Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, 2009, 171 s. ISBN 978-80-8083-928-4.
- Tomaškinová, J. 2013. Hodnotenie prípravnej fázy a fázy plánovania v životnom cykle Heritage Park Dwejra, Gozo (Malta). *Acta Universitatis Matthiae Belii séria Environmentálne manažérstvo*, XV(2): 39-47.
- Turner, R.K., Pearce, D., Bateman, I. 1994. *Environmental economics: An elementary Introduction*. Baltimore: Johns Hopkins University, 39 p.
- Urban, P. et al. 2015. *Všeobecné aspekty ochrany prírody a krajiny*. Banská Bystrica: Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici Belianum, 2015, 186 s. ISBN 978-80-557-0959-8.
- Vološčuk, I. 2013. *Teoretické princípy ekologických procesov, funkcií a služieb ekosystémov*. Banská Bystrica: Inštitút výskumu krajiny a regiónov FPV UMB v Banskej Bystrici, Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici Belianum, 2013, 266 s. ISBN 978-80-557-0633-7.
- Vyhláška MŽP SR č. 24/2003 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny.
- Wilson, E. O. 1995. *Rozmanitosť života*. Praha: Nakladatelství Lidové noviny, 1995, 444 p. ISBN 80-7106-113-1.
- Wright, J.P., Jones, C.G., Flecker, A.S., 2002. An ecosystem engineer, the beaver, increases species richness at the landscape scale. *Oecologia*, 132: 96-101.
- WWF. 2014. *Living Planet Report 2014: species and spaces, people and places*. McLellan, R., Iyengar, L., Jeffries, B. and Oerlemans, N. (Eds). Gland, Switzerland: WWF, 180 p., ISBN 978-2-940443-87-1.
- Zákon NR SR č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny, v znení neskorších predpisov.
- Zedler, J.B. 1996. Ecological issues in wetland mitigation: an introduction to the forum. *Ecological Applications*, 6: 33-37.

4 PÔDA A JEJ POSTAVENIE V EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽBÁCH

Pôda je **nevyhnutnou podmienkou existencie a fungovania terestrických ekosystémov**. Je prostredím pre existenciu asi tretiny všetkých živých organizmov na Zemi. Jeden gram pôdy obsahuje kilometre hubových vlákien, viac ako 10^9 bakteriálnych a archeálnych buniek a organizmov, patriacich k desiatkam až tisíckam rôznych rodov. Tým, že poskytuje biotop pre existenciu a vývoj živých organizmov, je možné hodnotiť ju aj ako samostatný ekosystém (Voroney, Heck, 2015).

Význam pôdy bol donedávna zdôrazňovaný najmä vo vzťahu k procesom tvorby primárnej produkcie, poskytovania biomasy na potravinové účely. Vo svetle súčasných poznatkov a prístupov pôda začína byť doceňovaná aj z pohľadu účasti či samotného poskytovania rôznych ekosystémových služieb. V terestrických ekosystémoch väčšina ekosystémových služieb pochádza práve z pôdných funkcií vo väčšom či menšom rozsahu závislých od interakcií medzi organizmami, organickou a minerálnou frakciou pôdy (Kibblewhite et al., 2008).

Existuje mnoho definícií pôdy v závislosti od vedného odboru či disciplíny. *Podľa Rady Európy (1992) pôda je integrálnou súčasťou ekosystémov Zeme situovanou medzi povrchom a materskou horninou. Je rozdelená na horizonty so špecifickými fyzikálnymi, chemickými a biologickými charakteristikami a rozdielnymi funkciami.* Podľa Bieleka a kol. (2000) je pôda živý, dynamický a neustále sa vyvíjajúci trojrozmerný prírodno-historický útvar, ktorý vznikol vplyvom pôsobenia a na styku atmosféry, biosféry, hydrosféry a litosféry. **Pôda predstavuje neobnoviteľný prírodný zdroj.**

4.1 PÔDOTVORBA

Pôdotvorba je významnou ekosystémovou službou. Jej výslednicou je pôda, základňa suchozemských ekosystémov. Tvorba pôdy je pomalý, dlhotrvajúci a stále prebiehajúci proces. Podobne aj regenerácia či obnova pôdy trvá stovky až tisícky rokov. Z tohto dôvodu je pôda zaradená medzi **neobnoviteľné prírodné zdroje**, čo núti k jej dôslednej ochrane.

Vznik a formovanie pôdy je nielen dlhotrvajúci, ale aj zložitý dej. Brady (1990) pôdu definuje ako zmes štyroch hlavných komponentov, a to látok anorganickej a organickej povahy, vody a vzduchu. V procese tvorby a vývoja pôdy dochádza k rôznym vzájomným interakciám medzi týmito zložkami, ako aj k interakciám s okolitou litosférou, biosférou, hydrosférou a atmosférou. **Anorganická časť** sa nazýva aj **minerálna frakcia pôdy**. Pôvodné horniny a minerály sú ako vstupný geologický materiál rozrušované v procesoch zvetrávania na skeletnaté a jemnejšie častice ako piesok, prach a íl. **Organická zložka** je tvorená odumretými alebo rozloženými telami rastlín a živočíchov, humusom a jeho zložkami

(napr. humínovými kyselinami a fulvokyselinami). **Voda** ako tretia zložka je médiom umožňujúcim priebeh väčšiny chemických reakcií v pôde. Pôdna vlhkosť sprostredkúva rastlinám aj mikroorganizmom výživu z pôdy. **Pôdny vzduch**, štvrtá zložka, je zásobárňou kyslíka a koreňmi rastlín a mikroorganizmami vydýchaného oxidu uhličitého. Mnohé aeróbne a rozkladné procesy v pôde sú závislé od obsahu kyslíka v nej (Tan, 2011).

Povaha vstupných pôdnych zložiek, aktivita pôdnych organizmov, faktory a podmienky prostredia ovplyvňujúce rôzne pôdne procesy, vedú k vytvoreniu pôdy s charakteristickou stavbou a štruktúrou. **Skelet** pôdy tvorí hrubozrnný materiál (≤ 2 mm), ktorý môže mať anorganickú (napr. primárne minerály) a organickú (fragmenty odumretých koreňov či rôznych organizmov) povahu. Ostatný jemný materiál ($< 0,002$ mm) sa nazýva **pôdna plazma alebo pôdny matrix** a môže byť tiež anorganickej (ílová anorganická frakcia) alebo organickej (jemné humusové frakcie) povahy (Osmond, 1958). Integrálnou súčasťou štruktúry pôdy sú aj póry a dutiny podmieňujúce spôsob, akým je skelet a plazma uložená. Zrná skeletu sú pritom relatívne imobilné a málo premiestňované. Naopak plazma je pohyblivá, chemicky aktívna a podlieha procesom translokácie či akumulácie, patriacim k základným pôdotvorným procesom.

4.1.1 Pôdotvorné faktory a podmienky

Pôda sa tvorí v pôdotvorných procesoch za **pôsobenia pôdotvorných faktorov**, ktoré sú pre pôdu zdrojom látok a s ktorými je spojená výmena látok a energií. Sú to:

- organizmy,
- klimatické podmienky,
- materské horniny.

Okrem týchto faktorov sú dôležité aj **podmienky tvorby pôd**, reliéf a vek, ktoré tvorbu ovplyvňujú, ale nie sú pre ňu zdrojom látok. Osobitné postavenie v pôdotvorných procesoch zaujíma **človek**.

Organizmy sa zúčastňujú pôdotvorného procesu priamo alebo nepriamo. **Priama účasť** spočíva v **tvorbe a premene organických a minerálnych zlúčenín** pôdy a v ich **biologickej migrácii**. Na tvorbe a akumulácii organickej hmoty majú hlavnú zásluhu vyššie rastliny. Od charakteru rastlínstva závisí zloženie rastlinných zvyškov a spôsob ich transportu do pôdy. Dreviny dodávajú väčšiu časť produkovanej hmoty odumretých zvyškov povrchu pôdy, bylinná vegetácia (koreňmi) zase priamo do vrchnej vrstvy pôdy. Na premene odumretých zvyškov a mnohých minerálnych zlúčenín sa podieľajú predovšetkým mikroorganizmy. Od zloženia mikroflóry a mikrofauny závisí spôsob a rýchlosť rozkladu organických látok. Organizmy **nepriamo ovplyvňujú** pôdotvorný proces účasťou na formovaní vzdušného, vodného a tepelného režimu pôd a ochranou povrchu pôdy.

Klíma je dôležitým pôdotvorným činiteľom. Na tvorbu pôd vplýva najmä slnečné žiarenie a dynamické javy v atmosfére, určujúce množstvo zrážok, výpar a zmeny tepla. **Slnečné žiarenie** je významným zdrojom energie pre rôzne deje, prebiehajúce na zemskom

povrchu, vrátane tvorby pôd. Denný a ročný rytmus pôsobenia slnečnej energie sa odráža v rytme pôdotvorného procesu v opakujúcich sa zmenách teploty, vlhkosti a v biologickej aktivite pôdy. Slnečná energia sa na pôdotvornom procese zúčastňuje priamo (tepelný režim pôdy) a nepriamo (ako slnečná energia transformovaná rastlinami pri fotosyntéze prispieva k tvorbe organickej hmoty v pôde) (Šály, 1996). Pri tvorbe pôdy je rovnako významný aj **vplyv atmosféry** a jej meteorologických javov. Cirkulácia tepla a vody podmieňuje hydrotermický režim pôdy. Ten ovplyvňuje všetky pôdne procesy, biologickú aktivitu, priebeh chemických a fyzikálnochemických reakcií, fyzikálne javy, vlastnosti. Voda a vodný režim rozhodujú o vertikálnom premiestňovaní produktov premeny organického a minerálneho pôvodu, o diferenciácii pôdneho profilu, o tvorbe genetických horizontov. **Humidnejšie podnebie**, spojené s nadbytkom vody, najvýraznejšie ovplyvňuje preplachovanie pôdneho profilu vodou, rozpúšťanie, hydrolýzu a translokáciu látok v pôde. Prebytok vody zapríčiňuje presun látok smerom nadol, ochudobňovanie vrchných vrstiev, vymytie rozpustných solí. Pôdny roztok pôd humidných oblastí je obyčajne zriedený a kyslý, chemické zvetrávanie a tvorba ílu je intenzívnejšia. **Arídnejšie podnebie** má za následok hromadenie látok, ktoré vznikli chemickým zvetrávaním, alebo prenikli kapilárnym príivodom pri výpare vody z podložných vrstiev. Pôdne vrstvy sú nedostatočne preplachované a ľahko rozpustné soli sa v nich hromadia. Pôdny roztok pôd je obyčajne koncentrovanejší, neutrálny až zásaditý, chemické zvetrávanie a tvorba ílu je slabá. Za najdôležitejšie charakteristiky klímy, sledované vo vzťahu k tvorbe pôd, patrí **teplota a vlhkosťné pomery** (Kanianska, 2012).

Materská hornina pôsobí priamo na tvorbu prevládajúcej zložky pôdnej hmoty. Podmieňuje petrografické, mineralogické a chemické zloženie pôdy. Ovplyvňuje fyzikálne vlastnosti a zrnitostné zloženie pôd, priestorové usporiadanie pôdnej hmoty a hydrotermický režim. Od charakteru materskej horniny závisí aj formovanie reliéfu, podzemných vôd a ich hĺbka.

Reliéf pôsobí ako pôdotvorný faktor nepriamo, podmieňuje mikroklimu, vegetáciu, podzemnú vodu. Na usmerňovanie podmienok pôdotvorného procesu vplýva najmä nadmorská výška a geomorfologické tvary územia.

Dĺžka procesu tvorby pôdy je podmienená najmä klimatickými podmienkami a typom geologického substrátu, z ktorého sa tvorí. V miernom klimatickom pásme tvorba asi 1 m pôdy z materského hlinitokremičitanového substrátu trvá zhruba 20 000 rokov. V prípade, že materským substrátom je hornina bohatá na karbonátovú zložku, čas vzniku pôdy sa môže skrátiť zhruba o polovicu (Chesworth, 1992). Väčšina pôd severnej Európy a Ameriky, sformovaných po ústupe ľadovcov pred 20 000 rokmi, patrí do skupiny relatívne mladých pôd. Naopak za staršie pôdy sa považujú pôdy v Austrálii alebo v niektorých častiach Afriky, ktoré sa začali tvoriť už pred niekoľkými miliónmi rokov (Fyfe et al., 1983).

Človek svojimi zásahmi môže meniť, urýchľovať alebo spomaľovať pôdne procesy. Takto vznikajú kultúrne pôdy. Tie sa viac alebo menej odlišujú od prírodných. Kultivácia zasahuje do pôdotvorného procesu na určitom stupni vývoja ľudskej spoločnosti, s ktorým je späté využitie pôdy v poľnohospodárstve. Kultivácia prostredníctvom obrábania pôd znamenala novú etapu vo vývoji prirodzených pôd. Začali vznikať pôdy s rôznym stupňom

skultúrnenia. Agrotechnickými opatreniami zasahuje človek s rôznou intenzitou do látkovej a energetickej bilancie pôdotvorného procesu, do stavby pôdneho profilu, skladby pôdnej hmoty a iných vlastností (Demo, Bielek a kol., 2000). Obhospodarovaním pôd človek zmenil prirodzený porast, vytvoril agroceózy, ktoré určili výrazné zmeny vo vývoji kultúrnych pôd. Zintenzívnením procesu mineralizácie a zmenšením zdroja humusotvorného materiálu sa znížil obsah humusu. Mechanickými zásahmi do pôdy sa vytvorili v profile nové súčasti – kultúrne vrstvy – ornica a podornica. Zmena porastu a stavby pôdneho profilu podmienili aj ďalšie zmeny vodného, vzdušného a tepelného režimu (Bedrna, 2002).

4.1.2 Pôdotvorné procesy

Pôdotvorný proces je biogeochemický proces nadväzujúci na proces zvetrávania pokryvných hornín. Je neoddeliteľnou zložkou biologického a geologického kolobehu látok s vzostupným, špirálovitým, sezónnym, ročným a periodickým cyklom výmeny látok a energie.

Hlavnou súčasťou pôdotvorného procesu sú procesy (Sotáková, 1988):

- **rozkladu** východiskovej hmoty (zvetrateľné nerasty a organické zvyšky),
- **syntézy** nových zlúčenín z organických (tvorba humusu) a anorganických látok (tvorba ílových frakcií) a ich **akumulácia**,
- ich neustálej **premeny** a
- **translokácie** (s vodou stekajúcou po povrchu pôdy i s vodou vsakujúcou do pôdy alebo vzlínajúcou sa translokujú buď látky vo vode rozpustné alebo vo vode suspendované).

Z uvedeného vyplýva, že pôdotvorný proces je výsledkom viacerých protichodných dejov a pôdny materiál môže byť veľmi rozmanitý (Šály, 1978)

Bedrna (1977) rozlišuje **sedem tried hlavného pôdotvorného procesu** a v rámci nich ďalšie typy a subtypy:

- primitívny pôdotvorný proces,
- proces vnútro pôdneho zvetrávania,
- translokačný pôdotvorný proces,
- organogénny pôdotvorný proces,
- hydromorfný pôdotvorný proces,
- halogénny pôdotvorný proces,
- antropogénny pôdotvorný proces.

V pôdotvornom procese sa pôvodne homogénny substrát rozčleňuje na **genetické horizonty**, ktorých súbor predstavuje celkový profil pôdy. Základnou kategóriou pre identifikáciu pôdnej jednotky je **pôdny typ**. Rôzne pôdne typy charakteristické určitou stavbou profilu vytvárajú **skupiny pôd**.

Pôdny typ je základnou identifikačnou kategóriou genetickej a morfogenetickej klasifikácie pôd. Je charakteristický určitou stratigrafiou pôdneho profilu, t.j. určitou kombináciou diagnostických horizontov. Je výsledkom vývoja kvalitatívne špecifického typu pôdotvorného procesu, prebiehajúceho v rovnorodých hydrotermických podmienkach pod približne rovnakou vegetáciou. Pôdne typy sú definované súborom diagnostických horizontov a ich najdôležitejších vlastností, získaných dlhodobým vývojom v prírodných podmienkach, ale aj kultiváciou (VÚPOP, SPS, 2000).

4.2 ZLOŽKY PÔDY

Pôda je komplikovaný ekosystém, oživený mnohými organizmami a skupinami živočíchov, navzájom pospájaných rôznymi väzbami. Je to zložitý systém, v ktorom prebieha množstvo biologických, chemických a fyzikálno-chemických procesov s vysokým stupňom vnútornej regulácie a s veľkou citlivosťou na okolité prostredie. **Len zdravá pôda pri rovnovážnom fungovaní tohto systému je schopná zabezpečiť svoje funkcie a služby.**

Pôda je otvorený termodynamický systém, v ktorom dochádza k výmene látok a energií medzi pôdou, litosférou, biosférou, atmosférou a hydrosférou. **Vstupy** do pôdy pochádzajú z atmosférickej depozície, z rozkladajúcej sa biomasy, z agrochemikálií alebo depozície sedimentov z ovzdušia, alebo vody počas záplav, alebo pôdnej erózie. **Výstupy** z pôdy sú prostredníctvom vylúhovania, zberom biomasy a pôdnej erózie. Stabilné ekosystémy s minimálnym využívaním biomasy vykazujú len malé vstupy a výstupy materiálu na rozdiel od orných pôd. Tie sú typické neustálymi vstupmi priemyselných či organických hnojív, vápenatých hmôt, pesticídov a niekedy závlahovej vody. Na druhej strane je z ornej pôdy zberaná a následne zo systému exportovaná biomasa. Vylúhované sú soli, najmä dusíka, a bikarbonáty (Hansen et al, 2001).

Z termodynamického hľadiska sú živé systémy, vrátane ekosystémov, otvorené a pri dodávaní slnečnej energie sa samovoľne dostávajú do stavu dynamickej rovnováhy. Táto je podľa Prigoginovej teóremy charakterizovaná produkciou entropie, ktorá je zo všetkých možností najnižšia (Rosenau et al., 2015)

Pôda je zároveň disperzný systém, ktorý pozostáva z troch fáz, z pevnej (50 %), kvapalnej (20 až 30 %) a plynnej (25 – 30 %) fázy, alebo z abiotickej a biotickej zložky. Abiotická zložka, minerálny podiel pôd, sa formuje z rozličných hornín, nachádzajúcich sa v povrchovej časti zemskej kôry. Poľnohospodárske pôdy Slovenska sa vytvorili na troch hlavných skupinách hornín:

- magmatických (vyvretých), nachádzajúcich sa približne na 19 % výmery Slovenska,
- sedimentárnych (usadených), nachádzajú sa asi na 73 % výmery Slovenska,
- metamorfovaných (premenených), nachádzajú sa približne na 8 % výmery Slovenska.

Zložky pôdy môžeme rozdeliť do niekoľkých základných skupín (Čurlík, 2012):

- hrubozrnné anorganické látky,
- anorganické koloidy,
- organické látky,
- živé organizmy,
- pôdny roztok,
- pôdny vzduch.

Hrubozrnné anorganické látky sú tvorené úlomkami hornín a minerálov rôznej veľkosti cez štrk, piesok až po prach (Čurlík 2012). Piesočnatá a prachová frakcia obsahuje kryštalické minerálne častice pôvodom z hornín alebo ich fragmentov, ale i mikrokryštalické agregáty, prípadne amorfné zložky tvorené z CaCO_3 , hydroxidov Al a Fe alebo Si, ktoré vznikli z produktov zvetrávania (Hanes, 1997).

Anorganické koloidy sú v pôde zastúpené ílovými minerálmi a jemnodisperznými oxidmi a hydratovanými oxidmi Fe, Al, Ti a Mn.

Organické látky v pôde môžu byť rastlinného alebo živočíšneho pôvodu, pozostávajú z nerozloženého a čiastočne rozloženého organického materiálu a úplne rozloženého organického materiálu. Konečným produktom rozkladu organických látok sú humusové látky (humus). Humus sa rozdeľuje na niekoľko frakcií: humínové kyseliny, fulvokyseliny, hymátomelánové kyseliny a humíny, z ktorých najväčší význam majú humínové kyseliny a fulvokyseliny. Pomer humínových kyselín a fulvokyselín v pôde závisí od pôdotvorného procesu a vegetačného pokryvu.

Organické látky v pôde spolu so **živou zložkou** (pôdnym edafónom) sú hybným činiteľom pôdotvorných procesov. Pôsobením na minerálny podiel v biogeochemickom procese podmieňujú pôdotvorbu. Obidve zložky organického podielu pôdy sú vzájomne prepojené. Živé organizmy sú zdrojom látok pre neživú organickú hmotu, ktorá zase je nevyhnutnou podmienkou existencie živých organizmov poskytovaním živín a energie.

Pôdny edafón sa delí na:

- **fytoedafón** - organizmy rastlinného pôvodu,
- **zoosedafón** - organizmy živočíšneho pôvodu.

Podľa veľkosti organizmov rozlišujeme mikroedafón, mezoedafón a makroedafón.

Mikrofytoedafón (baktérie, huby, aktinomycéty a riasy) je najvýznamnejší z hľadiska kolobehu látok v ekosystémoch. Baktérie tvoria najpočetnejšiu skupinu. Ich množstvo sa odhaduje na niekoľko miliónov až miliard jedincov v 1 g pôdy. Rozkladajú a transformujú odumreté organické zvyšky, ich jednotlivé chemické zložky. Zúčastňujú sa na biochemických reakciách v závislosti od ich spôsobu výživy a nárokov na prostredie. Huby (heterotrofné mikroorganizmy) sa v aeróbných podmienkach zúčastňujú na procesoch rozkladu cukrov, bielkovín, lignínu, tukov a iných zlúčenín. Aktinomycéty majú hlavný podiel spolu s baktériami aj pri tvorbe humusu. Riasy (fotoautotrofné mikroorganizmy) sa zúčastňujú na

zvetrávaní hornín a minerálov. Zelené riasy tým, že spotrebovávajú CO₂ na tvorbu organickej hmoty a uvoľňujú kyslík, pomáhajú prevzdušňovať pôdy v zamokrených ekosystémoch.

Mikrozoedafón je v pôde zastúpený skupinou aeróbnych heterotrofných organizmov, nachádzajúcich sa predovšetkým v povrchových vrstvách pôdy (napríklad prvoky). Ich množstvo značne kolíše v závislosti od vlhkosti a zásoby organických látok.

Mezozoedafón tvorí pomerne veľký počet živočíchov, ktoré sú buď trvale, alebo čiastočne odkázané na pôdne prostredie. Väčšina živočíšnych organizmov zaradených do mezoedafónu vyžaduje dostatočnú zásobu organických zvyškov, priaznivú pôdnu reakciu, vlhkosť a teplotu. Patria sem napríklad dážďovky, ktoré sa podieľajú na miešaní pôdnej hmoty, na vynášaní jemných zložiek pôd k povrchu, na tvorbe pôdnej štruktúry, tvorbe biopórov (Čurlík, 2012). Tráviacim traktom dážďoviek prejde ročne až 40 – 50 ton pôdy na ha (Pišút, 2010). Článkonožce (pavúky, roztoče, hmyz) sa zapájajú do procesov obohacovania pôdy o organickú hmotu, podieľajú sa na tvorbe štruktúry, na aerácii, prenikaní a infiltrácii vody do pôdy. **Makrozoedafón** je zastúpený predovšetkým stavovcami (krty, myši, hraboše, sysle, škrečky a iné), ktoré sa podieľajú na kyprení a premiestňovaní pôdnej hmoty.

Vzájomné **vzťahy** organizmov v pôde môžu byť **symbiotické** alebo **antagonistické**. Príkladom symbiózy je spolunažívanie hrčkotvorných baktérií (poskytujú rastlinám dusík, ktorý pútajú zo vzduchu) s koreňmi vikovitých rastlín (poskytujú baktériám ostatnú potrebnú výživu). Príkladom antagonistického pôsobenia sú niektoré skupiny húb a aktinomycét, ktoré vylučujú do pôdy antibiotiká zabraňujúce rozvoju inej skupiny mikroflóry. Ďalším typom vzťahov medzi organizmami je **metabióza** (napr. vzájomne podmienená činnosť azotobaktera a celulolytických baktérií) (Hanes, 1997).

Pôdny edafón sa podieľa aj na **kolobehu biogénnych** prvkov v ekosystémoch, a to na kolobehu uhlíka, dusíka, síry, fosforu a draslíka.

Pôdny roztok je kvapalná fáza v pôde. V pôde sa nachádza gravitačná voda (odnáša živiny z pôdy do podzemných vôd), kapilárna voda (prístupná pre rastliny) a hygroskopická voda (nie je dostupná pre rastliny). Pôdna voda je nevyhnutná pre rastliny a pôdny edafón, ako aj pre biologický kolobeh látok, rozpúšťa a privádza prístupné živiny a kyslík ku koreňom a rozvádza ich po celom rastlinnom organizme. Zdrojom vody pre pôdny roztok sú zrážkové, povrchové a podzemné vody. **Zloženie pôdneho roztoku** (rozpustené soli, organické zlúčeniny s dispergovanými látkami rozličného pôvodu) je výsledkom biologických, fyzikálno-chemických, fyzikálnych a chemických procesov a závisí od teploty, vlhkosti a prevzdušnenia pôdy. Z anorganických látok prevládajú v pôdnom roztoku rozpustné soli, ako sú chloridy, dusičnany, uhličitan, sírany a fosforečnany, z organických zlúčenín sú v pôdnom roztoku zastúpené predovšetkým nízkomolekulové látky, fulvokyseliny a rozpustné organominerálne zlúčeniny typu chelátov. Koncentrácia vodorozpustných solí v pôdnom roztoku nezasolených pôd je veľmi nízka a predstavuje niekoľko desiatín až niekoľko gramov na 1 liter (t.j. niekoľko stotín percenta). V zasolených pôdach môže obsah solí predstavovať niekoľko desiatok gramov na 1 liter pôdneho roztoku (t.j. niekoľko desiatín percenta), zriedkavo môže byť koncentrácia pôdneho roztoku vyššia než 1 % (Hanes, 1997).

Pôdny vzduch je zmes plynov nachádzajúcich sa v póroch, ktoré nie sú zaplnené vodou. Vzduch sa dostáva do pôdy z atmosféry pôsobením teploty, pohybu vzduchu a barometrického tlaku. V pôdnom vzduchu je vyšší podiel CO_2 (0,5 – 5 %) a nižší podiel kyslíka (5 – 10 %) v porovnaní s ovzduším, najvyšším podielom je v pôdnom vzduchu zastúpený dusík. Pri znižovaní obsahu kyslíka (napríklad v dôsledku zamokrenia) v pôde dochádza k zníženiu až obmedzeniu rastu rastlín, vznikajú redukčné podmienky, zvyšuje sa činnosť anaeróbných pôdnych baktérií a do ovzdušia môže unikáť vznikajúci metán. Redukčné podmienky v agroekosystéme degradujú jeho zásobovacie služby, ako aj niektoré regulačné služby, napríklad čistenie ovzdušia.

4.3 VLASTNOSTI, PROCESY, FUNKCIE A SLUŽBY PÔDY

Vlastnosti pôdy sú odrazom vplyvu špecifického typu pôdotvorného procesu prebiehajúceho pod určitou vegetáciou pri určitom využívaní pôdy. Sú podmienkou alebo súčasťou **procesov** prebiehajúcich v pôde (napr. procesy rozkladu či syntézy). Interakcie medzi zložkami pôdy umožňujúcimi tok látok a energie sa prejavujú ako pôdne **funkcie**. Pokiaľ je táto funkcia prospešná a napĺňa ľudské potreby, je označovaná ako **služba**.

Z funkcie je odvozená **služba** ako prospešný tok plynúci z prírodných kapitálových zásob a naplňajúci ľudské potreby (tok = množstvo za určitý čas).

4.3.1 Vlastnosti pôdy

Základné vlastnosti pôdy sú:

- chemické,
- fyzikálne,
- biologické,
- environmentálne.

Chemické vlastnosti pôdy sú výsledkom pomerne zložitých reakcií, ktoré neustále prebiehajú medzi jednotlivými fázami pôdy, najmä medzi pôdnym roztokom a koloidnou časťou pôdy, ako aj medzi pôdou a koreňovou sústavou rastlín. Medzi **základné chemické vlastnosti pôd** patrí pôdna reakcia, obsah živín, kvantita a kvalita humusu, vlastnosti sorpčného komplexu, chemické zloženie minerálneho podielu pôdy.

Fyzikálne vlastnosti pôdy sú podmienené zastúpením a priestorovým usporiadaním pôdnych častíc, vzájomnými vzťahmi medzi pevnými časticami, pôdnym roztokom a pôdnym vzduchom. Medzi **základné fyzikálne vlastnosti** patrí merná a objemová hmotnosť, pórovitosť, textúra, štruktúra, farba pôdy. Podľa vzťahu k pôde a funkciám pôdy môžeme fyzikálne vlastnosti podľa Hanesa (1997) ešte rozdeliť na dve podskupiny:

- základné (merná a objemová hmotnosť, štruktúrnosť, pórovitosť),
- funkčné (vzdušný, tepelný a vodný režim, súdržnosť, lepivosť, konzistencia, vláčnosť, plasticnosť, napučívanie, usadanie, orbový odpor, stabilita pôdných agregátov, zrelosť pôdy a pôdny prísušok).

K dôležitým **biologickým vlastnostiam pôdy** patrí pôdna biodiverzita či obsah organického uhlíka v pôde. **Environmentálne vlastnosti pôdy** zahŕňajú ich odolnosť, citlivosť, pružnosť a náchylnosť na vonkajšie vplyvy.

4.3.2 Procesy pôdy

Vo vzťahu k ekosystémovým službám môžeme pôdne procesy rozdeliť na:

- **podporné** a
- **degradačné** (Dominati et al., 2010).

4.3.2.1 Podporné pôdne procesy

K **podporným procesom patria** procesy základných biogeochemických cyklov prvkov prebiehajúcich v pôde, z ktorých najdôležitejšie sú cykly **uhlíka, dusíka, fosforu a síry** (viac vid' kap. 2.2.2.4 – 7), ako aj draslíka, vápnika a horčíka. Jednotlivé prvky, ako aj ich obsah v pôde sú výsledkom vývoja pôdy, pôsobenia pôdotvorných faktorov a využívania pôdy. V prirodzenom ekosystéme sa obsah prvkov udržiava na relatívne ustálenej hladine.

Najrozšírenejšími **procesmi premeny uhlíka** a jeho zlúčenín v pôde sú mineralizácia a humifikácia. **Mineralizácia** je proces rozkladu organických látok, ktorý vedie ku vzniku anorganických, minerálnych foriem. **Humifikácia** je zložitý proces premeny organických zvyškov prevažne biochemického charakteru, ktorý vedie k tvorbe humusu. Procesy mineralizácie a humifikácie sú podmienené určitými podmienkami, teplotnými, vlhkosťnými a mikrobiálnymi. Optimálna teplota pre činnosť pôdných mikroorganizmov je v rozmedzí 25 – 30 °C, optimálna vlhkosť 60 – 80 % maximálnej vodnej kapacity. V prípade nepriaznivých podmienok, ktoré obmedzujú mikrobiálnu činnosť, prevládajú procesy rašelinenia - ulmifikácie (v prípade nadbytku vlahy) alebo procesy uhoľnatenia – karbonizácie (v prípade nedostatku vlahy).

K základným procesom premien **draslíka** v pôde patrí jeho imobilizácia a uvoľňovanie. Imobilizácia znamená fixáciu (sorpciu) draslíka, kedy sa dostáva do nevýmenného stavu a je pre rastliny a mikroorganizmy neprístupný. Naopak pri procese uvoľňovania dochádza k uvoľňovaniu draslíka zvetrávaním pôdných minerálov. V prirodzených agroekosystémoch je väčšina draslíka prijatého rastlinami vrátená späť do pôdy, a to vo forme koreňových výlučkov, exkrementov, odumretých buniek, opadnutých listov. Uvoľnený draslík môže byť z vrchných vrstiev pôdy odplavený vodnou eróziou alebo povrchovým odtokom, prípadne vyplavený do spodnejších horizontov pôdy.

Pri procesoch premien **vápnika a horčíka** v pôde ide predovšetkým o reakcie vápenatých hmôt (aj s obsahom horčíka) s pôdou, resp. s pôdnou vodou. Vápenaté hmoty sú prakticky vápenaté uhličitan, oxidy alebo hydroxidy, pričom najvýznamnejším materiálom používaným na úpravu pôdnej kyslosti je vápenec - uhličitan vápenatý (CaCO_3). Tento uhličitan je vo vode takmer nerozpustný, ale v prostredí s prítomnosťou CO_2 (teda aj v pôde) sa rozpustnosť vápenca výrazne zvyšuje. Po aplikácii do pôdy vápenec, ale aj iné formy vápenatých hmôt, pod vplyvom oxidu uhličitého, ktorý je prítomný v pôdnej vlaha, postupne reaguje a mení sa na rozpustný hydrouhličitan vápenatý (Fazekašová, 2009).

Bilancii živín (predovšetkým vápnika, horčíka, draslíka), ktorá je výsledkom prebiehajúcich procesov v pôde, sa v poslednom období prikladá stále väčší význam, uplatňuje sa ako indikátor a odporúča sa aj ako podklad posúdenia záťaž životného prostredia (Kováč et al., 2014).

4.3.2.2 Degradačné pôdne procesy

Pôda je vystavená mnohým procesom degradácie. Degradácia môže byť prirodzená alebo zapríčinená človekom. Niektoré procesy vedúce k degradácii pôdy prebiehajú v prírode prirodzene, človek ich však môže svojimi aktivitami podporiť (napr. erózia pri nevhodnom obrábaní pôdy). K hlavným degradačným procesom pôdy patrí acidifikácia, salinizácia, kontaminácia, erózia, kompakcia, strata organickej hmoty a strata biodiverzity.

Acidifikácia, zníženie hodnoty pôdnej reakcie (pH), predstavuje jeden zo závažných procesov chemickej degradácie. Pôdna reakcia indikuje acido-bázické reakcie v pôde a je výsledkom celkovej bilancie iónov v pôdnom roztoku. Optimálna hodnota pôdnej reakcie patrí ku kľúčovým aspektom pri hodnotení kvality a zdravia pôdy. Hodnota pôdnej reakcie významne ovplyvňuje produkčné a filtračné ekosystémové služby poskytované pôdou. Acidifikácia je odrazom pôsobenia pôdnych faktorov a faktorov stanovišťa. Je vratným procesom, avšak dôsledky acidifikácie v agroekosystéme sú aj nevratné (Makovníková, 2007).

Salinizácia je proces akumulácie neutrálnych sodných solí v pôde, **sodifikácia** je proces viazania výmenného sodíka na sorpčný komplex pôd. Vysoký obsah solí v pôde výrazne znižuje produkciu biomasy, prispieva ku kompácii pôdy a negatívne vplýva aj na vodný režim pôd. Salinizácia a sodifikácia ovplyvňujú produkčné a filtračné ekosystémové služby poskytované pôdou.

Kontaminácia, znečistenie pôdy rizikovými prvkami, je jedným z najvýznamnejších environmentálnych problémov, ktorý zasahuje všetky zložky životného prostredia. Pôdny systém je veľmi špecifický a do istej miery dokáže účinne detoxikovať cudzorodé látky. Pri nadmernom zaťažení pôd dochádza ku kontaminácii pôdy (Makovníková et al., 2006), kedy sa pôda stáva zdrojom znečistenia ostatných zložiek životného prostredia a potravinového reťazca. Kontaminácia pôdy významne ovplyvňuje kvalitu a kvantitu biomasy, ako aj regulačné agroekosystémové služby (filtráciu a transformáciu rizikových látok).

Erózia pôdy (vodná, veterná) patrí medzi významné environmentálne degradačné procesy, vplyvom ktorých dochádza k znižovaniu produkčnej schopnosti pôd. Erózia odnáša najúrodnejšiu humusovú vrstvu pôdy, výrazne znižuje obsahy živín a organickej hmoty v pôde, zhoršuje pôdnu štruktúru, ohrozuje kvalitu vodných zdrojov, znižuje úžitok z pôdy a krajiny (Kobza et al., 2014). Erózia pôdy znižuje kvantitu a kvalitu pôdy, negatívne ovplyvňuje produkčné služby a regulačné služby pôdy (akumulácia uhlíka).

Kompakcia, zhutnenie pôdy, ovplyvňuje produkčné služby pôdy, ale aj jej náchylnosť na iné degradačné procesy pôdy a krajiny (erózia pôdy, záplavy). **Strata organickej hmoty** z pôdy spôsobená jej intenzívnym využívaním má negatívny dopad na celkový fyzikálny, chemický a biologický stav pôdy. Znižuje produkciu biomasy, regulačné služby (filtráciu rizikových látok), prispieva ku kompakcii pôdy. **K strate biodiverzity**, spôsobenej znížením rozmanitosti druhov a génov či zmenami biotopov, dochádza vplyvom mnohých faktorov, napríklad dôsledkom nadmerného využívania pôdy, šírením invázií druhov či zmenou klímy.

Strata organickej hmoty z pôdy, spôsobená jej intenzívnym využívaním, má negatívny dopad na celkový fyzikálny, chemický a biologický stav pôdy. Znižuje produkciu biomasy, regulačné služby (filtráciu rizikových látok), prispieva ku kompakcii pôdy.

K strate biodiverzity, ktorá je spôsobená znížením rozmanitosti druhov a génov či zmenami biotopov, dochádza vplyvom mnohých faktorov, napríklad dôsledkom nadmerného využívania pôdy, šírením invázií druhov či zmenou klímy.

4.3.3 Funkcie pôdy

Funkcia pôdy je jej schopnosť zabezpečovať alebo podieľať sa na niektorých ekologických, environmentálnych a sociálno-ekonomických javoch odohrávajúcich sa v životnom prostredí (Bedrna, 2002). Východiskom pri hodnotení funkcií pôd sú pôdne vlastnosti a procesy ovplyvňujúce kvalitu pôdy. Doran a Parkin (1996) definovali kvalitu pôdy ako kapacitu pôdy fungovať v rámci ekosystému tak, aby sa trvalo udržala biologická produktivita, udržala kvalita životného prostredia a aby sa podporovalo zdravie rastlín a živočíchov. V súčasnej literatúre je možné nájsť rôzne definície pôdnej kvality, jednou z nich je Karlenova definícia (Karlen a i. 1997), podľa ktorej **kvalita pôdy je schopnosť pôdy vykonávať funkcie**. Zdravá pôda, ktorá plní všetky svoje funkcie v optimálnom rozsahu pri konkrétnom spôsobe jej využitia, je základným predpokladom pre stabilitu ekosystému.

Existuje mnoho vymedzení a triedení pôdných funkcií v prácach Bluma (1990), Bujnovského et al. (2009), Bujnovského a Jurániho (1999); de Groota (2002), Vilčeka et al. (2005). Zo širšieho, nielen poľnohospodárskeho hľadiska Blum (1990) uvádza 6 pôdných funkcií vo vzťahu k ochrane pôdy:

- produkcia biomasy,
- filtračná, pufračná a transformačná funkcia,

- génová rezerva a biologické stanovište pre rastliny a živočíchy,
- priestor pre rozvoj infraštruktúry,
- zdroj neobnoviteľných surovín (štrky, piesky, tehliarske hliny, rašelina, lignit),
- zdroj archeologických a paleontologických nálezov,

ktoré sú veľmi príbuzné rozdeleniu funkcií podľa Lovelanda a Thompsona (2002). Návrh rámcovej smernice EÚ pre ochranu pôdy (European Commission, 2006) kategorizuje ekologické, socioekonomické a kultúrne funkcie pôdy, bližšie určené ako:

- produkcia biomasy,
- akumulácia, filtrácia a transformácia živín, látok a vody,
- rezervoár uhlíka (vo vzťahu k riešeniu problému klimatickej zmeny),
- rezervoár biodiverzity (prostredie pre živočíchy, druhy a gény),
- fyzické a kultúrne prostredie pre ľudí a ľudské aktivity,
- zdroj surovín,
- uchovávanie geologického a archeologického dedičstva.

Akumulácia vody v pôde je jedna z najdôležitejších funkcií pôdy, ktorá ovplyvňuje reguláciu kolobehu vody v ekosystéme, ako aj produkciu biomasy. Schopnosť pôdy **imobilizovať rizikové prvky, filtrácia polutantov**, patrí k dôležitejším funkciám pôdy z hľadiska ochrany hydrosféry a rastlinnej produkcie pred kontamináciou (Makovníková et al., 2007). **Filtračná funkcia pôdy** je založená na mechanickom odfiltrovaní (t.j. zadržaní/imobilizácii), adsorbovaní alebo absorbovaní niektorých organických a anorganických látok, ktoré môžu byť dokonca rozložené a transformované. **Transformačná schopnosť pôdy** zahŕňa premenu látok fyzikálnymi, chemickými a biologickými procesmi, pričom organický kontaminant v pôde môže podľahnúť úplnej mineralizácii alebo čiastočnej degradácii. Schopnosť pôdy regulovať zmeny pôdneho prostredia - pôdnej reakcie spočíva v schopnosti pufrovať (tlmiť) vplyv chemických látok na pôdu (Makovníková et al., 2006). V zúženom vnímaní, vo vzťahu k zmenám pôdnej reakcie, je to schopnosť pôdy odolávať pôsobeniu kyselín alebo zásad pri udržaní určitého rozpätia pH, zjednodušene povedané, je to tlenie acidifikácie alebo alkalizácie pôd. Pôdy predstavujú aj hlavný **rezervoár organického uhlíka** v terestrických ekosystémoch.

4.3.4 Podiel pôdy na plnení ekosystémových služieb

Pôda sa významnou mierou podieľa na **plnení ekosystémových služieb** najmä prostredníctvom funkcií, ktoré plní. Tie prinášajú **priamy**, ako aj **nepriamy úžitok** pre ľudí, čím naplňujú ich potreby. Pôda sa podieľa na rôznych ekosystémových službách, najmä na:

- produkcii biomasy,
- regulácii klímy (ukladaním uhlíka), kolobehu vody (akumulácia vody),
- filtrácii znečistenia (čistenie vody, samočistiaca schopnosť pôdy),
- bioremediácii odpadových a toxických látok,

- ochrane pred eróziou,
- regulácii patogénov a škodcov rastlín, živočíchov, ľudí,
- uchovaní génových zdrojov.

Podľa Dominatiho et al. (2010) sa pôda zúčastňuje týchto ekosystémových služieb:

- **zásobovacích:**
 - produkcii biomasy,
 - zdroji surovín,
 - fyzickom prostredí,
- **regulačných:**
 - filtračných,
 - regulácii záplav,
 - biologickej regulácii,
 - recyklácii odpadov, akumulácii uhlíka,
- **kultúrnych:**
 - rekreácii,
 - estetických hodnotách,
 - poznatkovej základni.

Podiel jednotlivých funkcií pôdy na rôznych ekosystémových službách s priamym alebo nepriamym úžitkom uvádza tabuľka 4.1.

Tabuľka 4.1 Funkcie pôdy a ich priamy alebo nepriamy podiel na plnení ekosystémových služieb (Tóth et al., 2013)

Funkcia pôdy	Podiel	Ekosystémové služby			Podporné procesy
		Zásobovacie	Regulačné	Kultúrne	
Produkcia biomasy	priamy nepriamy	x			
Filtračná, pufračná a transformačná funkcia	priamy nepriamy		x		
Prostredie pre biodiverzitu	priamy nepriamy		x	x	x
Fyzické a kultúrne prostredie pre ľudí a ich aktivity	priamy nepriamy				x
Zásobáreň uhlíka	priamy nepriamy		x		
Zdroj surovín	priamy nepriamy	x			

Tým, že pôda podmieňuje mnohé ekosystémové služby, odráža sa na nej konflikt ich synergického spolupôsobenia. Napríklad plnenie zásobovacích služieb je často v konflikte s plnením regulačných či kultúrnych služieb. Vysokú produkciu biomasy je často možné dosiahnuť len na úkor jej znečistenia ťažkými kovmi alebo organickými polutantami vnášanými do pôdy minerálnymi hnojivami či pesticídmi, negatívne ovplyvňujúcimi kvalitu

pôdy, ale aj vody. Takéto spolupôsobenie vytvára na pôdu zvýšený tlak, prejavujúci sa zhoršením jej kvality, čo následne znižuje jej schopnosť poskytovať ekosystémové služby.

4.4 TLAK NA PÔDU

OSN vyhlásila rok 2015 za Medzinárodný rok pôdy. Pôdy na planéte hrozivo rýchlo ubúda, pričom ani Slovensko nie je výnimkou (Sobocká, 2015). Rozširovanie urbanizovaných území na úkor poľnohospodárskych území spolu s tlakom intenzifikácie sa odráža v zhoršovaní stavu kvantity a kvality pôdy a znižovaní jej biodiverzity. V dôsledku tlaku na pôdu dochádza k zníženiu kapacity pôdy poskytovať ekosystémové služby.

Podľa Sobockej (2015) sú **tri základné ohrozenia pôdy**:

- **zábery a nepriepustné pokrytie** pôdy – tlak na kvantitu,
- **degradácia pôdy** – tlak na kvalitu,
- **globálne ohrozenia.**

Zábery pôd predstavujú rozširovanie urbanizovaných území na úkor poľnohospodárskych i lesných území. Nepriepustné **pokrytie pôdy** umelým materiálom, ako je napríklad asfalt, betón, dlažba, je súčasťou záberov pôd (Sobocká, 2015). Spôsobuje stratu pôdy, jej zastavenie vedie k úplnej a nenávratnej strate pôdy ako prírodného zdroja.

Degradácia pôdy je znižovanie kvantitatívnych a kvalitatívnych vlastností pôdy. Podľa zákona č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy je degradácia pôdy fyzikálne, chemické a biologické poškodenie a znehodnotenie poľnohospodárskej pôdy, ako je vodná erózia a veterná erózia, zhutnenie, acidifikácia, kontaminácia rizikovými látkami, škodlivými rastlinnými organizmami, živočíšnymi organizmami a mikroorganizmami, zníženie obsahu humusových látok v pôde, obmedzenie tvorby mikrobiálnej biomasy a neprirodené zníženie biologickej aktivity v pôde. Z ekonomických sektorov sa na degradácii pôdy najviac podieľa intenzívne poľnohospodárstvo, priemysel, energetika, doprava.

Globálne ohrozenia, ako sú dopady klimatickej zmeny, môžu mať za následok stratu biodiverzity a dezertifikáciu (Sobocká, 2015). Dôsledkom klimatickej zmeny sa rozširujú územia postihnuté suchom alebo extrémnymi udalosťami (prívalové dažde, povodne). Zvyšovanie priemernej teploty vzduchu podmieňuje tiež šírenie patogénov, ako aj lepšie prezimovanie poľnohospodárskych škodcov, čo súvisí s vyšším stupňom chemizácie v poľnohospodárskej výrobe. Vo svete bolo identifikovaných dvanásť hlavných syndrémov globálnej zmeny, pomenovaných podľa oblastí, pre ktoré sú typické a priamo alebo nepriamo sa týkajú aj pôdy:

- Alpský syndróm – degradácia pôdy turizmom,
- Aralský syndróm – poškodenie krajiny dôsledkom veľkých projektov,
- Bitterfeldský syndróm – lokálne zamorenie škodlivými a odpadovými látkami z environmentálnych záťaží,

- Dust-bowleský syndróm – neudržateľné využívanie pôdy industriálnym poľnohospodárstvom,
- Huang-heský syndróm – zmena tradičných foriem využívania poľnohospodárskej pôdy,
- Katangský syndróm – zničenie krajiny ťažbou a vyhľadávaním surovinových zdrojov,
- Losangelský syndróm – nadmerná urbanizácia a rozširovanie infraštruktúry,
- Sahelský syndróm – neúmerné zaťaženie okrajových oblastí,
- Saopaulský syndróm – živelná výstavba miest,
- Saravacký syndróm – koristnícka ťažba lesov a nadmerné využívanie ekosystémov,
- Syndróm kyslých dažďov – diaľkový transport živín a acidifikačných polutantov,
- Syndróm spálenej zeme – degradácia pôdy v dôsledku vojenských akcií.

4.5 STAV PÔDY

Vzhľadom na fakt, že pôda je neobnoviteľný prírodný zdroj, je potrebný monitoring a hodnotenie jej stavu. Manažérske postupy by mali viesť k ochrane pôdy, čo sa týka jej výmery, ako aj kvality.

Celková výmera plochy všetkých kontinentov tvorí viac ako 145 mil. km². Z tejto výmery zhruba 40 mil. km², čiže asi 30 % zaberá lesná pôda. Viac ako 18 % súše (vyše 27 mil. km²) tvorí orná pôda a menej ako 10% trávne porasty. Zastavané plochy na kontinentoch zaberajú viac ako 260 tis. km² (Hill, Aspinall, 2000). V roku 2012 predstavovala celková plocha EÚ-28 4,3 mil. km². Lesná pôda zaberala 41,2 %, orná pôda takmer 24,7 % a trávne porasty takmer 19,5 %.

Na Slovensku v roku 2014 predstavovala celková výmera 49 035 km², z toho poľnohospodárska pôda 23 970 km² a lesné pozemky 20 171 km². Najväčšiu časť poľnohospodárskej pôdy zaberala orná pôda (58,9 %) a trvalé trávne porasty (36,1 %). Najmenšie zastúpenie mali chmeľnice (0,2 %), ovocné sady (0,7 %), vinice (1,1 %) a záhrady (3,2 %). Slovensko má zatiaľ dost pôdy, ktorá by svojou kvalitou aj rozsahom postačovala na sebestačnosť vo výrobe potravín (Sobocká, 2015). Pri porovnaní rokov 2000 až 2014 klesla výmera poľnohospodárskej pôdy na Slovensku o 43 626 ha (1,8 %), pričom tento **klesajúci trend** pretrváva už od roku 1990. Najväčší percentuálny pokles od roku 1990 zaznamenali chmeľnice, a to 74,4 %, ovocné sady 16,5 % a vinice 15,6 %. Trend poklesu pôdy je typický pre celú EÚ. Od roku 1990 do roku 2000 došlo v EÚ k strate najmenej 275 hektárov pôdy denne, čo predstavuje stratu vo výške 1 000 km² ročne. Polovica tejto pôdy je trvalo pokrytá nepriepustnými vrstvami budov, ciest a parkovísk. Tento trend sa v posledných rokoch znížil na 252 hektárov denne, ale miera spotreby pôdy je stále znepokojujúca. Od roku 1990 do roku 2006 sa rozloha umelo vytvorených plôch v EÚ zvyšovala v priemere o 3 %, pričom zodpovedajúce hodnoty dosahovali 14 % v Írsku a na Cypre a 15 % v Španielsku.

Monitorovanie stavu a vývoja degradačných procesov v pôde, od ktorých sa odvíja aj schopnosť pôdy plniť svoje funkcie a poskytovať ekosystémové služby, prebieha na Slovensku od roku 1993. Sieť monitorovacích lokalít je vytvorená na základe ekologického princípu, zohľadňuje všetky hlavné pôdne predstavitelne, všetky hlavné pôdotvorné substráty,

klimatické regióny, znečistené aj relatívne čisté oblasti, ako aj druhy pozemkov (Kobza et al., 2013). Monitoring pôd realizuje Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, ktorý je súčasťou Národného poľnohospodárskeho a potravinárskeho centra.

4.5.1 Stav pôdy v Európskej únii

Európska komisia v roku 2006 prijala Tematickú stratégiu o pôde, ktorej cieľom je brať do úvahy celý rad hrozieb a zabezpečiť, aby pôda v EÚ zostala zdravá aj pre budúce generácie. Stratégia zahŕňa spoločný a komplexný prístup k ochrane pôdy so zameraním na funkcie pôdy štruktúrovaných troch základných línií: identifikácia problému, preventívne a prevádzkové opatrenia orientované na každý z degradačných procesov.

V Európe dominuje **vodná erózia**, **veterná erózia** zasahuje len malú časť výmery pôd. Odhaduje sa, že 115 miliónov hektárov alebo až jedna osmina všetkých pozemkov v Európe je postihnutých vodnou eróziou a 42 miliónov hektárov je postihnutých veternou eróziou. Obzvlášť náchylná na eróziu je oblasť Stredozemia, predovšetkým pri prudkých dažďoch, ktoré nasledujú po dlhých obdobiach sucha.

Nedávne trendy vo využívaní pôdy a zmene klímy sa prejavili **úbytkom organického uhlíka** v pôde v miere, ktorá je ekvivalentom 10 % celkových emisií fosílnych palív pre Európu ako celok. Pôdy s nízkym obsahom organického uhlíka možno nájsť v teplých, suchých oblastiach. Pôdy s vyšším obsahom organického uhlíka možno nájsť v chladnejších a vlhkejších oblastiach. Takmer polovica pôd v Európe má nízky obsah organických látok, najmä v južnej Európe, ale aj v oblastiach Spojeného kráľovstva a Nemecka.

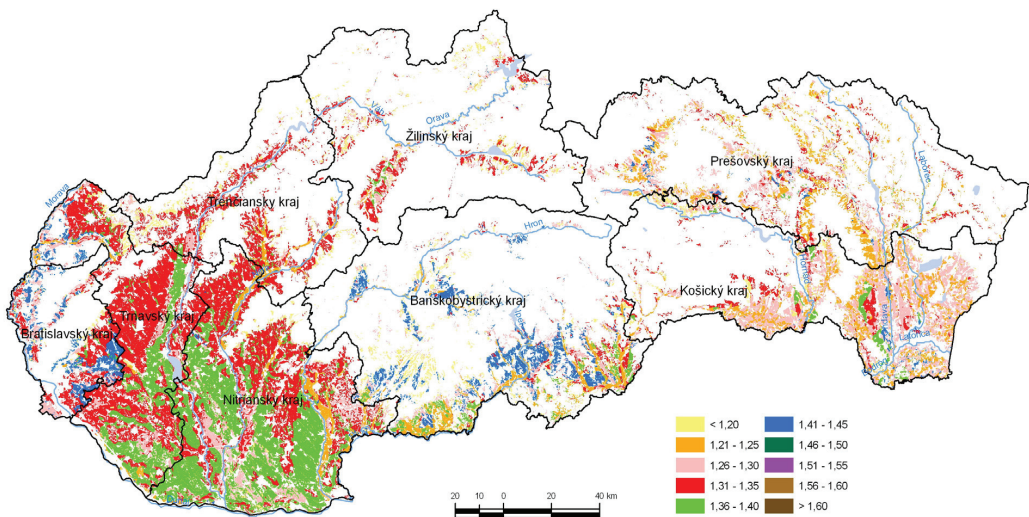
V Európe je identifikovaných viac ako 2 500 000 potenciálne kontaminovaných území, z ktorých 14 % vyžaduje remediáciu. Minerálne oleje a ťažké kovy sú hlavné znečisťujúce látky, ktoré prispievajú približne 60 % ku kontaminácii pôdy. Na základe monitoringu sa predpokladá rastúci trend území vyžadujúcich remediáciu. V niektorých častiach Európy je vážnym problémom kontaminácia pôdy pesticídmi (Belgicko, Dánsko, Holandsko, severné Francúzsko). K hlavným zdrojom kontaminácie patria komunálne a priemyselné odpady (podieľajú sa 38 % na celkovej antropogénnej kontaminácii), výrobné procesy v priemysle a obchode (34 %).

Acidifikácia je problémom najmä v oblasti severnej a strednej Európy (Holandsko, Fínsko, Belgicko), kde sa nachádzajú pôdy s nízkou schopnosťou eliminovať acidifikačný stres.

Salinizácia je jedným z najrozšírenejších procesov degradácie pôdy na svete. V Európe ňou trpia najmä pôdy v Maďarsku, Rumunsku, Grécku, Taliansku a na Pyrenejskom polostrove. V severných krajinách môže odstraňovanie ľadu z ciest pomocou solí viesť k lokalizovanej salinizácii. Odhaduje sa, že salinizáciou je postihnutých 1 až 3 milióny hektárov pôdy v EÚ.

4.5.2 Fyzikálna degradácia pôdy na Slovensku

Fyzikálna degradácia pôd (kompakcia a erózia pôd) patrí v súčasnosti medzi najintenzívnejšie degradačné procesy. Poľnohospodárska pôda potenciálne ohrozená procesmi vodnej **erózie** predstavuje 39,15 % z aktuálnej výmery poľnohospodárskej pôdy Slovenska, čo v plošnom vyjadrení činí 940 263 ha (Kobza, 2015). **Zhutnením** aktuálne trpí 200 tis. ha a potenciálne je zhutnených 500 tis. ha pôd. Kompakcia ako primárna, tak aj sekundárna znižuje infiltráciu zrážkovej vody, čo má za následok nielen zvýšenie povrchového odtoku a eróziu pôdy, ale najmä progresívnu tendenciu negatívnej bilancie vody v pôde (Kobza et al., 2014). Nepriamou charakteristikou na vyjadrenie zhutnenia pôdy je objemová hmotnosť, ktorá sa pri zhutnených pôdach vyznačuje nízkymi hodnotami (obr. 4.1).



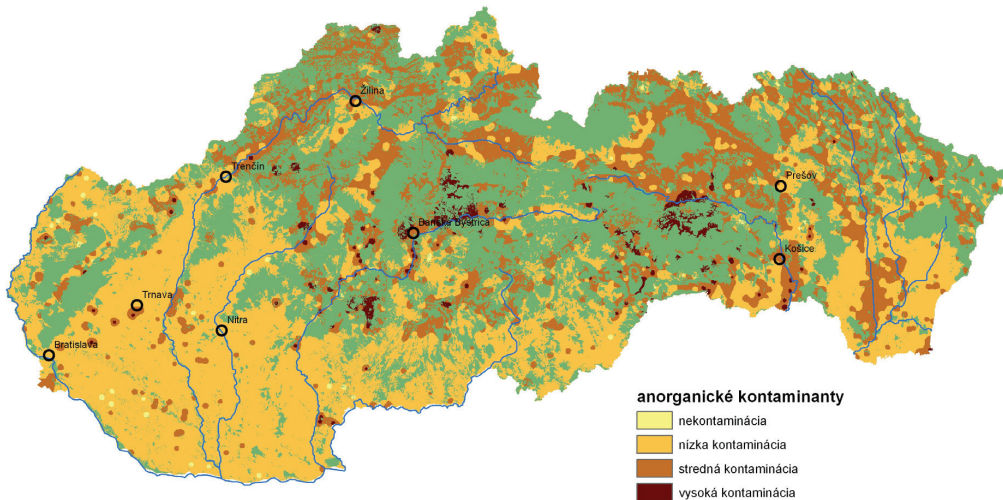
Obrázok 4.1 Mapa aktuálneho stavu objemovej hmotnosti orných pôd Slovenska v hĺbke 0-10 cm k roku 2007 (v $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) (Kobza et al., 2014)

4.5.3 Chemická degradácia pôdy na Slovensku

Z procesov chemickej degradácie pôd sú najdôležitejšie procesy kontaminácie, acidifikácie a salinizácie.

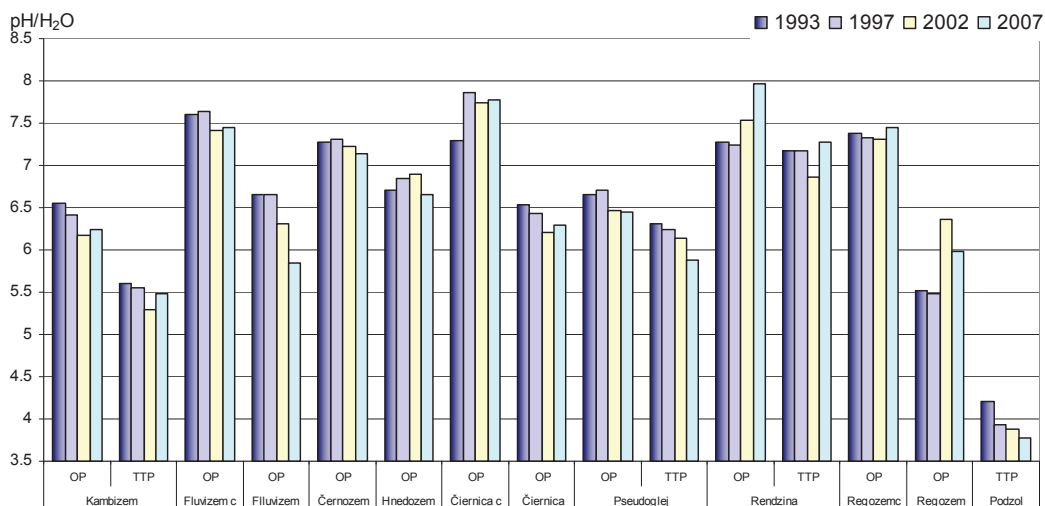
Z pohľadu **kontaminácie pôdy** ťažkými kovmi je väčšina poľnohospodársky využívaných pôd Slovenska hygienicky čistá (takmer 99 % poľnohospodárskeho pôdneho fondu). Zostávajúca časť kontaminovaných pôd je viazaná prevažne na oblasti vplyvu tzv. geochemických anomálií (najmä niektoré horské a podhorské oblasti prevažne pod extenzívnymi trávnyimi porastmi a lesmi) a priemyselnej činnosti (ide najmä o staré environmentálne záťaž z banskej činnosti). Pôdy Slovenska sú vystavené aj bodovej

kontaminácii z environmentálnych záťaží, najmä minerálnymi olejmi, aromatickými uhlíkovodíkmi a ťažkými kovmi. Vývoj kontaminácie poľnohospodárskej pôdy po roku 1993 je stabilizovaný, bez výraznejších zmien. Pôdy, ktoré boli už v minulosti kontaminované, sú kontaminované aj v súčasnosti. Globálne hodnotenie anorganickej kontaminácie je pomerne zložité a vyžaduje určité zovšeobecnenia. Zákon č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy definuje rizikové prvky ako Hg, Cd, Pb, Ni, Cr, As, Cu, Zn, Co. Potenciál kontaminácie pôd SR, hodnotený podľa celkových obsahov anorganických polutantov v súlade s vyhláškou č. 59/2013 MPRV SR, zobrazuje obrázok 4.2. Vysokú úroveň kontaminácie majú pôdy využívané ako trávne porasty (predovšetkým podzoly, kambizeme) juhozápadne a východne od Banskej Bystrice, východne od Banskej Štiavnice a východne od Spišskej Novej Vsi. Zväčša ide o geochemické anomálie, prípadne o kombináciu geochemickej a antropogénnej kontaminácie. Vyšší stupeň kontaminácie majú aj niektoré orné pôdy (fluvizeme) v povodí riek Váh, Hron, Bodrog, ktorá súvisí s antropogénnym znečistením. K potenciálne najčistejším pôdam patria černoze na Podunajskej nížine.



Obrázok 4.2 Mapa kontaminácie poľnohospodárskych pôd Slovenska (Makovníková et al., 2007)

Kyslé a slabo kyslé pôdy, potenciálne ohrozené **acidifikáciou**, tvoria 47 % z výmery poľnohospodársky využívaných pôd Slovenska. Monitorovanie vývoja hodnôt pôdnej reakcie poukazuje na znepokojivý trend predovšetkým v skupinách pôd na nekarbonátových sedimentoch (fluvizeme, čiernice) využívaných ako orné pôdy, v ktorých sa hodnoty aktívnej pôdnej reakcie dostávajú do slabo kyslej až kyslej oblasti. Je to predovšetkým dôsledok zníženia aplikácie agrotechnických opatrení zameraných na úpravu pôdnej reakcie kyslých a slabo kyslých pôd, ktoré sú využívané ako orné pôdy (Makovníková, 2007).



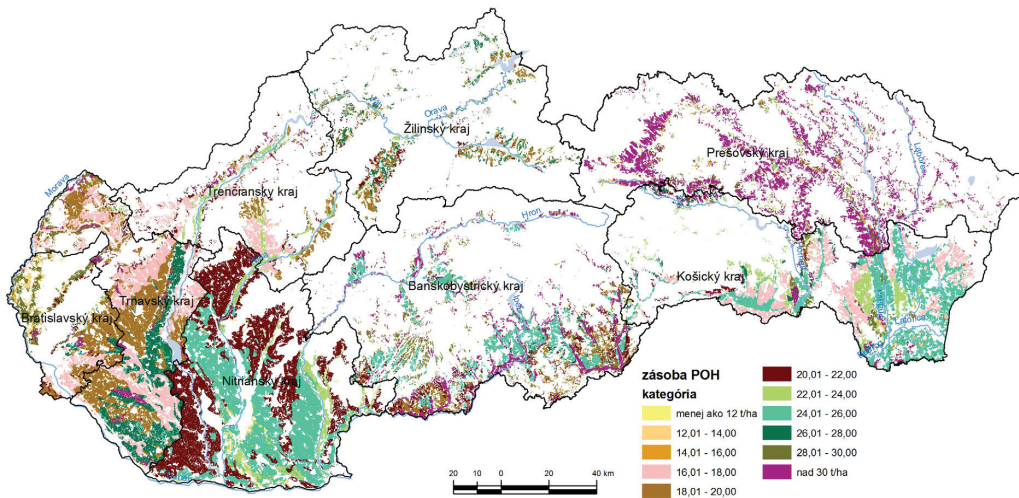
Vysvetlivky: Fluvizem c – fluvizeme vyvinuté na karbonátových fluvialných sedimentoch, Fluvizem - fluvizeme vyvinuté na nekarbonátových fluvialných sedimentoch, Čiernica c – čiernice vyvinuté na karbonátových fluvialných sedimentoch, Čiernica – čiernice vyvinuté na nekarbonátových fluvialných sedimentoch

Obrázok 4.3 Hodnoty indikátora acidifikácie (pH v H₂O) v hlavných skupinách poľnohospodárskych pôd Slovenska v rokoch 1993, 1997, 2002 a 2007 v hĺbke 0-10 cm

Na Slovensku je evidovaných celkom do 3 tis. ha **sol'ných pôd**. Z hľadiska rizikovosti vzniku a rozširovania sol'ných pôd, charakterizovaného chemickým zložením podzemných vôd, je takéto riziko najreálnejšie na dolnej časti Žitného ostrova v úseku Zlatná na Ostrove – Komárno (Kobza a kol., 2014).

4.5.4 Biologická degradácia pôdy na Slovensku

Najčastejšie využívaným indikátorom biologickej degradácie pôdy je obsah organickej hmoty v pôde. Obsah pôdnej organickej hmoty na orných pôdach a pod trávnyimi porastmi sa v súčasnom období udržiava na úrovni charakteristickej pre daný pôdny typ a využitie. Kvalitatívne parametre pôdneho humusu vykazujú určitú variabilitu v časovej následnosti, ich amplitúdy zatiaľ nevykazujú výraznejšiu charakteristickú tendenciu (Kobza et al., 2014). Zásoby pôdnej organickej hmoty v pôdach Slovenska vyjadruje obrázok 4.4.



Obrázok 4.4 Zásoby pôdnej organickej hmoty v poľnohospodárskych pôdach Slovenska k roku 2007 (Širáň et al., 2013)

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Pôda, pôdotvorba, pôdotvorné faktory, pôdotvorné procesy, vlastnosti pôdy, funkcie pôdy, ekosystémové služby, degradačné procesy, erózia, kompakcia, acidifikácia, kontaminácia, strata organickej hmoty pôdy

OTÁZKY NA OVERENIE ZNALOSTÍ

- Aké je postavenie pôdy v ekosystémoch a aké definície pojmu pôda poznáte?
- Čo je to pôdny skelet a pôdna plazma?
- Ktoré pôdotvorné faktory a podmienky sa podieľajú na tvorbe pôdy?
- Ktoré sú hlavné pôdotvorné procesy?
- Aké zložky pôdy poznáte?
- Aké môžu byť vzájomné vzťahy organizmov v pôde?
- Aké sú základné vlastnosti pôdy?
- Aké degradačné procesy prebiehajúce v pôde poznáte?
- Aké ekosystémové služby môže poskytovať pôda?
- Ktoré sú základné ohrozenia pôdy?
- Aký je stav pôdy na Slovensku a v Európe?

ÚLOHY NA OVERENIE ZNALOSTÍ

- V priestorovo vymedzenom ekosystéme spracujte charakteristiku pôdneho pokryvu – uveďte a opíšte najrozšírenejšie pôdne typy, faktory a spôsob ich vzniku.
- V priestorovo vymedzenom ekosystéme spracujte stav degradácie pôdy, popíšte funkcie pôdy a ekosystémové služby, ktoré môže pôda poskytovať.

LITERATÚRA

- Bedrna, Z. 2002. *Environmentálne pôdoznanectvo*. VEDA vydavateľstvo SAV, 2002, 352 s., ISBN 80-224-0660-0.
- Bedrna, Z. 1977. *Pôdotvorné procesy a pôdne režimy*. VEDA Bratislava, 1977, 129 s.
- Bielek, P. et al. 2000. *Jubilejná správa o pôde Slovenskej republiky a činnosti Výskumného ústavu pôdoznanectva a ochrany pôdy v Bratislave*. VÚPOP Bratislava, 2000, 123 s., ISBN 80-85361-72-8.
- Blum, W.E.H. 1990. The challenge of soil protection in Europe. *Environ. Conserv.*, 17: 72-74.
- Brady, N.C. 1990. *The Nature and Properties of Soils*. 10th edition. New York: MacMillan.
- Bujnovský, R., Balkovič, J., Barančíková, G., Makovníková, J., Vilček, J., 2009. *Hodnotenie a oceňovanie ekologických funkcií poľnohospodárskych pôd Slovenska*. VÚPOP, Bratislava, 2010, 72 s., ISBN 978-80-89128-56-3.
- Bujnovský, R., Juráni B. 1999. *Kvalita pôdy – jej vymedzenie a hodnotenie*. VÚPOP Bratislava, 1999, 42 s. ISBN 80-85361-49-3.
- Chesworth, W. 1992. Weathering systems. In Chesworth and Martini (eds.) *Weathering. Soils and Palaeosols*, p. 19-40, Amsterdam: Elsevier.
- Čurlík, J., Jurkovič. Ľ. 2012. *Pedogeochemia*. UK Bratislava, 228 s. ISBN 978-80-223-3210-1.
- De Groot, R. S., Wilson, M. A., Boumans, R. M. J. 2002. A Typology for the Classification, Description and Valuation of Ecosystem Functions, Goods and Services. *Ecological Economics*, 41(3): 393-408.
- Demo, M., Bielek, P. et al. 2000. *Regulačné technológie v produkčnom procese poľnohospodárskych plodín*. Bratislava, Nitra: SPÚ Nitra a VÚPOP Bratislava, 2000, 667 s. ISBN 80-7137-732-5.
- Dominati E., Patterson M., Mackay A. 2010. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. *Ecological Economics*, 69: 1858-1868.
- Doran, J.W., Parkin, T.B. 1996. Quantitative indicators of soil quality: A minimum data set. In Doran, J.W., Jones, A.J. (eds.), *Methods for assessing soil quality*. SSSA Spec. Publication 1996, No. 49, Madison : SSSA, p. 25-37. ISBN 0-89118-826-6.
- EUROPEAN COMMISSION. 2006. Proposal for a directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC. COM(2006) 232 final. Brussels : European Commission, 2006, 30 pp.
- Fazekašová, 2009. Základné chemické charakteristiky zložiek životného prostredia a procesy prebiehajúce v nich. Časť 1. In. Barančíková, G., Fazekašová, D., Manko, P., Torma, S. *Chémia životného prostredia*, ISBN 978-80-555-0082-9.
- Fyfe, W.S., Kronberg, B.I., Leonardos, O.H., Olorunfemi, N. 1983. Global tectonics and agriculture: a geochemical perspective. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 9: 383-399.
- Hanes, J. et al. 1997. *Pedológia*. Vysokoškolské skriptá. Nitra SPU: 1997, 118 s. ISBN -80-7137-390-7.
- Hansen, H.C.B., Kobza, J., Schmidt, R., Szakál, P., Borggaard, O.K., Holm, P.E., Kanianska, R., Bognarova, S., Makovníková, J., Matúšková, L., Mičuda, R., Styk, J. 2001. *Environmental Soil Chemistry*. 2001, 191 s. ISBN 80-88784-24-7.

- Kanianska, R. 2012. *Environmentálna pedológia a manažment ochrany pôdy*. Banská Bystrica: Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, 2012, 216 s. ISBN 978-80-557-0460-9.
- Karlen, D.L. et al. 1997. Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 61: 4-10.
- Kibblewhite, M.G., Titz, K., Swift, M.J. 2008. *Soil health in agricultural systems. Philosophical Transactions of the Royal Society, London B*, 363: 685-701.
- Kobza, J., Barančíková, G., Dodok, R., Hrivňáková, K., Makovníková, J., Pálka, B., Pavlenda, P., Schlosserová, J., Styk, J., Širáň, M. 2014. *Monitoring pôd SR. Súčasný stav a vývoj monitorovaných vlastností pôd ako podklad k ich ochrane a ďalšiemu využívaniu (2007-2012)*. Bratislava: NPPC-VUPOP Bratislava, 252 s. ISBN 978-80-8163-004-0.
- Kobza, J. 2015. Súčasný stav a vývoj vlastností poľnohospodárskych pôd SR v zmenených spoločensko-ekonomických podmienkach. In *Zborník vedeckých prác*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 2015, s. 10-66. ISBN 978-80-89408-20-7. [on-line] [cit. 2013-11-20] <http://www.savzv.sk/domain/b6/files/konferencie/ssplpvv/zbornik-zvolen.pdf>
- Kováč, K., Kucharovic, A., Žák, Š., Hašana, R., Bušo, R. 2014. *Bilancia energo-materiálových tokov v poľnom ekologicky citlivom agroekosystéme*. Nitra: NPPC 2014, 146 s. ISBN 978-80-89417-53-7.
- Loveland, P.J. and Thompson, T.R.E. (eds) 2002. *Identification and Development of a Set of National Indicators for Soil Quality. Environment Agency Research and Development Technical Report P5-053/2/TR*. Bristol: Environment Agency.
- Makovníková J., 2007. *Využitie indikátorov pri identifikácii rizikových oblastí acidifikácie pôdy*. Bratislava: VÚPOP, 2007, 30 s. ISBN 978-80-89128-37-2.
- Makovníková, J., Barančíková, G., Dercova, K., Dlapa, P. 2006. Anorganické kontaminanty v pôdnom ekosystéme. *Rewiev. Chemical Letters*, 100/6: 424-432.
- Makovníková, J., Barančíková, G., Pálka, B. 2007. Approach to the assessment of transport risk of inorganic pollutants based on the immobilisation capability of soil. *Plant, Soil and Environment*, 53/8: 365 – 373.
- Osmond, D.A. 1958. *Micropedology. Soils Fertil*, 21: 1-6.
- Pišút, P. 2010. *Pôda, ako ju nepoznáme. Geovedy pre každého*. Bratislava: UK Bratislava. 11 s. [on-line] [cit. 2013-11-20] <http://www.fyzickageografia.sk/geovedy/texty/pisut.pdf>
- Rada Európy. 1972. Európska charta o pôde. Rezolúcia (72)19. 1972.
- Rosenau, P., Watson, L., Vye-Rogers, L., Dobbs, M. 2015. Educating for Complexity In Nursing Practice: A Baccalaureate Curriculum Innovation. *Quality Advancement in Nursing Education - Avancées en formation infirmière*, 1/3.
- Sobocká, J. 2015. Medzinárodný rok pôdy 2015. In *Zborník vedeckých prác*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 2015, s. 4-9. ISBN 978-80-89408-20-7. [on-line] [cit. 2015-12-20] <http://www.savzv.sk/domain/b6/files/konferencie/ssplpvv/zbornik-zvolen.pdf>.
- Sotáková, S. 1988. *Pôdoznalectvo*. Nitra: Vysoká škola poľnohospodárska v Nitre, Bratislava: Príroda v Bratislava, 1998, 403 s.
- Šály, R. 1996. *Pedológia*. Zvolen: Katedra prírodného prostredia FEE, Technická univerzita vo Zvolene, 1996, 177 s.
- Šály, R. 1978. *Pôda základ lesnej produkcie*. Bratislava: Príroda Bratislava, 1978, 235 s.

- Širáň, M., Makovníková, J., Barančíková, G. 2013. Monitorovanie objemovej hmotnosti pôdy - podklad pre stanovenie zásob organickej hmoty v pôde. *Vedecké práce, 2013*: 166 – 173, ISBN 978-80-8163-003-3.
- Tan, K.H. 2011. *Principles of soil chemistry*. Fourth edition. London, New Yourk: CRC Press, Taylor & Francis Group, 362 p., ISBN978-1-4398-1392-8.
- Tóth, G., Gardi, C., Bodis, K., Ivits E., Aksoy, E., Jones, A., Jeffrey, S., Petursdottir, T, Montanarella, L. 2013. Continental-scale assessment of provisioning soil functions in Europe, *Ecological Processes* 2013, 2:32, p. 1-18. [on-line] [cit. 2015-12-20] <http://www.ecologicalprocesses.com/content/2/1/32>
- Úradný vestník Európskej únie. Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/28/ES, z 23. apríla 2009 o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov energie a o zmene a doplnení a následnom zrušení smerníc 2001/77/ES a 2003/30/ES.
- Vilček, J., Hronec, O., Bedrna, Z. 2005. *Environmentálna pedológia*. SPU Nitra, 2005, 299 s., ISBN 80-8069-501-6.
- Voroney, R.P., Heck, R.J. 2015. The Soil habitat. In Eldor, A.P.: *Soil microbiology, Ecology and Biochemistry*. UK, USA: Elsevier, p. 15-39. ISBN 978-0-12-415955-6.
- Vyhláška č. 59/2013 Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 508/2004 Z. z., ktorou sa vykonáva § 27 zákona č. 220/2004 Z. z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy.
- Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy v Bratislave, Societa pedologica slovac. 2000. *Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska*. Bazálna referenčná taxonómia. Bratislava: VÚPOP, 76 s., ISBN 80-85361-70-1.
- Zákon č.220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy

5 ZÁSOBOVACIE EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY

Coates et al. (2013) charakterizujú **zásobovacie ekosystémové služby** ako **hmotné produkty alebo tovary**, ktoré ľudstvo **priamo využíva**. Z tohto dôvodu sú tieto ekosystémové služby spoločnosťou najdlhšie oceňované.

Vymedzeniu a charakterizácii pojmu zásobovacích ekosystémových služieb sa začalo venovať niekoľko výskumných skupín a organizácií už v 90-tych rokoch minulého storočia, pričom tieto skupiny využívajú vo svojej práci rôzne metodológie a prístupy (De Groot et al., 2002; Fisher a Turner, 2008; TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity). Zásadný rozdiel medzi jednotlivými prístupmi je v tom, že podľa niektorých názorov môžu do skupiny zásobovacích ekosystémových služieb patriť len tie služby, ktoré sú generované životnými procesmi živých organizmov.

V Miléniovom hodnotení ekosystémov (MA, 2005) sa uvádza, že zásobovacie služby predstavujú **produkty získané z ekosystémov**. Podľa Spoločnej medzinárodnej klasifikácie ekosystémových služieb (CICES) (Haines-Young a Potschin, 2011) sú **zásobovacie ekosystémové služby** definované ako všetky **materiálové výstupy z ekosystémov, ktoré sa môžu vymieňať, s ktorými sa dá obchodovať a ktoré sa môžu priamo použiť vo výrobe**. Základným znakom tejto klasifikácie je, že produkčné funkcie ekosystémov sú postavené na **obnoviteľných prírodných zdrojoch** biologickej aj abiotickej povahy. To znamená, že v rámci produkčných ekosystémových služieb sú osobitné triedy a skupiny služieb pre biologické materiály aj nerastné suroviny (napr. soľ) a biologické (biomasa) a abiotické (napr. voda, vietor) zdroje energie. Spoločná klasifikácia rozdeľuje zásobovacie ekosystémové služby na **tri základné triedy** (tabuľka 5.1):

- **potrava** - zahŕňa všetky výstupy, ktoré sa priamo alebo nepriamo používajú ako požívatiny, potraviny (vrátane pitnej vody),
- **materiál** (biologický a abiotický), ktorý sa používa pri výrobe tovarov,
- **obnoviteľné zdroje energie** (biotické a abiotické).

Predpokladom plnenia zásobovacích ekosystémových služieb je teda existencia prírodných **biotických** (živých organizmov) a **abiotických** (nerastných) zdrojov, ktoré poskytujú všetky typy ekosystémov.

5.1 BIOMASA

Hlavnými producentami organických látok sú rastliny a riasy. Organické látky vznikajú v procese **fotosyntézy**. De Groot (2002) uvádza, že široká paleta sacharidov vytvorených v procese fotosyntézy slúži následne konzumentom (živočíchom) na produkciu ešte väčšieho množstva rôznych foriem živej biomasy, ktoré poskytujú veľa ekosystémových tovarov pre ľudskú spotrebu.

Biomasa je tvorená látkami biologického pôvodu. Zahŕňa rastlinnú biomasu rastúcu na pôde, vo vode či pestovanú hydroponicky a živočíšnu biomasu vrátane produktov živočíšneho pôvodu. Podľa pôvodu sa delí na rastlinnú (dendromasu a fytomasu) a živočíšnu biomasu (zoomasu). Terestrická rastlinná biomasa sa delí na podzemnú, nadzemnú a odumretú (Sessa et al., 2009).

Tabuľka 5.1 Rozdelenie zásobovacích ekosystémových služieb
(Haines-Young, Potschin, 2011)

Trieda	Skupina	Typ služby	Príklady a indikatívne úžitky
Potrava	Terestrické rastliny a živočíchy	Rastlinná výroba pre komerčné a samozásobiteľské účely	Obilniny, strukoviny kukurica, pohánka, zelenina, ovocie
		Živočíšna výroba - chov zvierat pre komerčné a samozásobiteľské účely	Mäso, mlieko, med, vajcia
		Zber divorastúcich rastlín, chov divých zvierat	Huby, lesné ovocie, zverina
	Sladkovodné živočíchy a rastliny	Lov sladkovodných rýb (divokých populácií) pre komerčné a samozásobiteľské účely	Rôzne druhy (pstruh potočný, zubáč veľkoušty)
		Akvakultúra – umelý chov sladkovodných rýb	Rôzne druhy (kapor rybníčný, štika severná)
		Pestovanie sladkovodných rastlín	Žerucha potočná
	Morské živočíchy a rastliny	Lov morských rýb (divokých populácií), zber ustríc a mäkkýšov pre komerčné a samozásobiteľské účely	Rôzne druhy (sled' obyčajný, sardinka obyčajná, ustrica jedlá..)
		Akvakultúra – umelý chov morských rýb, ustríc a mäkkýšov	Rôzne druhy (losos obyčajný, tilapia nílska tuniak modroplutvý, ..)
		Pestovanie morských rastlín	Morské riasy
	Pitná voda	Zásobovanie vodou	Potok, rieka, priehrada, studničná voda, jazero
Čistenie vody		Mokrad'	
Materiál	Biologický	Vlákná rastlinného pôvodu	Drevo, slama, ľan
		Vlákná živočíšneho pôvodu	Koža, kosti
		Ozdoby	Kvety, mušle, perie, ..
		Genetické zdroje	Využívanie divorastúcich druhov v šľachtiteľských programoch
	Abiotický	Prírodné liečivá	Bioaktívne látky
		Nerastné suroviny	Soľ
Energia	Biologické obnoviteľné zdroje energie	Obnoviteľné zdroje energie rastlinného pôvodu	Palivové drevo, energetické rastliny (napr. ozdobnica čínska), olej
		Obnoviteľné zdroje energie živočíšneho pôvodu	Hnoj, hnojovica, živočíšny tuk
	Abiotické obnoviteľné zdroje energie	Slnecná energia, vodná energia, veterná energia, geotermálna energia	

Biomasa je zdrojom veľkého množstva materiálov dennej spotreby. V anglickej odbornej literatúre sa jej z pohľadu využiteľnosti pripisuje „6 f“, pretože poskytuje potraviny (food), krmoviny (feed), palivá (fuel), suroviny (feedstock), vlákna (fibre), hnojivá (fertilizer) (Rossilo-Cale et al., 2008). Mnohé rastlinné aj živočíšne druhy majú multifunkčné využitie. Napr. obilniny majú najväčší význam z hľadiska ľudskej výživy. Avšak prevažná časť ich produkcie sa využíva na kŕmenie zvierat. Napr. z celosvetovej produkcie kukurice sa zhruba až 70 % využíva na kŕmenie, 20 % pre výživu obyvateľstva, 5 % na priemyselné spracovanie a 5 % ako osivo. Podobný stav je aj na Slovensku, kde sa z celkovej produkcie pšenice na potravinárske účely využíva len 30 - 37 % a okolo 60 % na kŕmenie (Hauptvogel a Žofajová, 2014).

Podľa **primárneho účelu využitia** biomasy vyprodukovanej v ekosystémoch je možné použiť definíciu zásobovacích ekosystémových služieb v **Miléniovom hodnotení ekosystémov** (MA, 2005) a rozdeliť biomasu na skupiny:

- **potrava** – široká škála požívatín získaných z rastlín, živočíchov a mikroorganizmov,
- **vlákna** – materiál, ako je drevo, juta, bavlna,
- **palivo** – drevo, trus a ďalšie biologické materiály, ktoré slúžia ako zdroj energie,
- **genetické zdroje** – gény a genetické informácie využívané pri šľachtení rastlín, živočíchov a v biotechnológiách,
- **prírodné liečivá**,
- **ozdoby** živočíšneho a rastlinného pôvodu,
- **sladká voda** – zásoby sladkej vody sa považujú za zásobovaciu funkciu.

Neobmedzeným zdrojom biomasy a vody sú prírodné a poloprírodné ekosystémy. Pretože tieto ekosystémy poskytujú spoločnosti predovšetkým podporné a regulačné služby, je snaha, aby sa v nich produkcia biomasy obmedzila na malé samozásobiteľské farmy a rybné hospodárstva. A tak sú v súčasnosti tieto ekosystémy najmä zdrojom lesného ovocia, zveriny, dreva, vodných živočíchov, genetického materiálu, bioaktívnych látok, vlákien a ozdôb.

Prevažná časť biomasy pochádza z umelých, človekom pozmenených ekosystémov, ku ktorým patria

- poľnohospodárske systémy – agroekosystémy,
- lesné hospodárstvo – lesné ekosystémy,
- rybné hospodárstvo - akvakultúra.

5.1.1 Potrava

Produkcia potravy je najdôležitejšou službou ekosystémov. Človek získava potravu z terestrických a vodných ekosystémov najmä pestovaním rastlín, chovom hospodárskych zvierat a rýb. **Rastlinné potravné zdroje** reprezentujú obilniny - cereálie, pseudocereálie, olejniný, strukoviny, okopaniny, zelenina, ovocie, vinič, krmoviny, koreniny.

Obilniny (cereálie) sa zaraďujú do čeľade *Poaceae* (trávy). Pestujú sa pre konzumovateľné zrná, ktoré sú bohatým zdrojom bielkovín, vitamínov, minerálov, sacharidov, tukov a olejov. Podľa údajov FAO (2013) **kukurica, ryža a pšenica** patria po cukrovej trstine k najrozšírenejším pestovaným plodinám na svete a v roku 2013 ich produkcia dosiahla 1 018 mil. ton. K ďalším obilninám, ktorých ročná produkcia dosahuje viac ako 500 tisíc ton, sa zaraďuje jačmeň, proso, cirok a ovos. Pseudocereálie nachádzajú uplatnenie v ľudskej výžive vzhľadom na vyšší obsah základných nutričných látok v porovnaní s obilninami, ako aj pre významný obsah **špecifických a zdravotne významných látok**, ako je rutín u pohánky a flavonoidy u laskavca (Čičová, 2014). Kukurica a pšenica predstavujú aj vysoko koncentrované **krmivá** a preto majú významné postavenie aj v chove hospodárskych zvierat.

Významné postavenie vo výžive obyvateľstva majú **zemiaky**. Zemiakový škrob sa využíva vo farmaceutickom, textilnom, drevospracujúcom a papierenskom priemysle ako lepidlo a plnivo. Zemiakový škrob je 100 % biologicky rozložiteľný. Táto jeho vlastnosť sa využíva pri výrobe jednorazových tanierov, príborov. Vo východnej Európe a Rusku sa zemiaky využívajú aj v chove zvierat. Vo svetovom meradle patrí tejto komodite 6. miesto (FAO, 2013), pričom najväčšími producentmi zemiakov sú krajiny Čína a India. V Európe sa ich výmera každý rok znižuje o 1 %. Na Slovensku v roku 2014 dosiahla výmera zemiakov len 8 976 ha, čo predstavuje 0,46 % poľnohospodárskej pôdy. V tropických oblastiach patrí k dôležitým a nutrične hodnotným okopaninám **maniok** (kasava). Okrem potravinárskeho využitia sa táto plodina využíva aj v kozmetickom, liehovarníckom a chemickom priemysle. Manioková múčka má svoje miesto vo výžive hospodárskych zvierat, hovädzieho dobytká, ošípaných oviec a kôz.

Význam **olejnatých plodín** spočíva v pestovaní a získavaní vysokokvalitného, dieteticky hodnotného oleja. K najviac pestovaným olejninám vo svete patria sója, podzemnica olejná, slnečnica, palma olejná a repka olejná. Okrem potravinárskeho priemyslu sa olej používa v kozmetickom, farmaceutickom a chemickom priemysle. **Cukrová trstina a cukrová repa** sa vyznačujú vysokým obsahom sacharózy a slúžia na výrobu cukru. Pri výrobe cukru vzniká niekoľko ďalších vedľajších produktov. Repné rezky sa používajú ako krmivo. Ďalším produktom je melasa, ktorá sa používa v potravinárskom priemysle. Podľa údajov FAO (FAO 2014) špeciálne rastlinné komodity ako banány, jablká, hrozno, vodový melón, rajčiaky, mrkva, cibuľa, cesnak patria do zoznamu komodít, ktorých ročná produkcia prevyšuje 23 mil. ton.

Popri plodinách na potravné účely majú dôležité postavenie v zásobovacích službách **krmoviny**. Krmné plodiny sú určené najmä pre výživu hospodárskych aj voľne žijúcich zvierat. Patria sem obligátne krmoviny, ktoré sa pestujú výlučne pre zabezpečenie výživy zvierat a fakultatívne plodiny pôvodne slúžiace na výživu obyvateľstva, ktoré sa však v skoršej rastovej fáze môžu používať ako objemové krmivo. V podmienkach mierneho pásma sa do kategórie obligátnych krmovín zaraďujú d'atelinoviny (d'atelina lúčna, d'atelina plazivá, lucerna siata), krmné trávy (mätonoh trváci, kostrava lúčna), lúky a pasienky. Do skupiny fakultatívnych krmných plodín patrí kukurica a ďalšie obilniny, strukoviny, kapustovité, krmné okopaniny a iné (Jančovič et al., 2005). K významným svetovým krmovinám sa zaraďujú aj také plodiny, ako je cirok a proso.

Vo výžive obyvateľstva majú nezastupiteľnú úlohu **potraviny živočíšneho pôvodu**. Sú dôležitým zdrojom esenciálnych aminokyselín, vysoko hodnotných bielkovín, vitamínov a minerálov (Howe, 1950). Živočíšne bielkoviny dosahujú 70 – 100 % stráviteľnosť v porovnaní s rastlinnými bielkovinami, ktorých stráviteľnosť dosahuje len 50 %. Požiadavky ľudí na bielkoviny živočíšneho pôvodu sú uspokojované najmä spotrebou mäsa, mlieka a vajec. Na svetovej produkcii mäsa sa podieľa asi 40 % bravčové mäso, 27 % hovädzie mäso, 24 % hydinové, 6 % baranie a kozacie mäso a 3 % ryby.

Výroba a spotreba mlieka a mäsa na obyvateľa je vo svete rozdielna, pretože sa tu uplatňujú vplyvy prírodné, klimatické podmienky, životná úroveň, náboženstvo, zvyky či úroveň poľnohospodárstva (Golian a Halaj, 2015). Najväčší nárast spotreby mäsa a mlieka je zaznamenávaný v rozvojových krajinách, kde hlavnou hnacou silou spotreby je rastúci počet obyvateľov. Svetoví producenti mlieka sú Európska únia (161 mil. ton), India (145 mil. ton), USA (94 mil. ton), Čína (45 mil. ton) a Pakistan (39 mil. ton). V podmienkach **Slovenska** sa do odvetvia živočíšnej výroby zaraďuje chov hovädzieho dobytku, hydiny, ošípaných, malých hospodárskych zvierat. V ostatnom období sa začína rozširovať aj farmový chov raticovej zveri, najmä jeleňovitých (jeleň európsky, daniel). Produkcia mlieka a mäsa má však od roku 1993 signifikantne klesajúcu tendenciu s výnimkou hydinového mäsa.

5.1.2 Vlákna

Poľnohospodárske rastliny, lesy, ako aj koža, rohovina a vlna sú najstarším zdrojom prírodných vlákien. Hlavnou stavebnou zložkou **rastlinných vlákien** je **celulóza** a do tejto skupiny sa zaraďuje bavlna, ľan, konopa, juta, sisal, vlákna z kokosovníka a banánovníka a drevné vlákna. Základnou stavebnou látkou **živočíšnych vlákien** je **bielkovina** a patrí sem hodváb, vlna, koža, kožušina a perie.

Bavlna je jedným z najdôležitejších textilných vlákien na svete a predstavuje viac ako 40 % celkovej svetovej produkcie. Vysoké nároky na vodu a hnojenie viedli k intenzifikácii a koncentrácii pestovania bavlny. Napriek skutočnosti, že pestovaniu bavlny sa venuje 80 krajín, pestovanie bavlny sa koncentruje v USA, Číne, krajinách bývalého Sovietskeho zväzu a južnej Európe (Gillham et al., 2003). Podľa najnovších výskumov sa vlákna **ľanu, konope, juty** môžu použiť v kompozitných plášťoch a náhradných dieloch v automobilovom priemysle. **Konopa siata** nachádza svoje uplatnenie pri výrobe potravinárskych obalov (Bénézet et al., 2012) v stavebníctve v podobe konopného betónu (De Bruin et al., 2009). **Sisal** sa získava z listov agávy sisalovej, ktorá sa pestuje v suchých tropických regiónoch. Sisalové vlákna sa vyznačujú pevnosťou a primárne sa využívajú pre výrobu povrazov.

Guľatina sa využíva v drevospracovateľskom priemysle. Z **drevnej celulózy** sa od roku 1890 vyrába **viskóza**, ktorá našla svoje uplatnenie najmä v textilnom priemysle. V roku 1991 vstúpilo na spotrebiteľský trh vlákno novej generácie - **lyocell**. Drevná celulóza sa získava ekologicky šetrným spôsobom z buka alebo duba. Lyocellové vlákno sa vyznačuje pevnosťou a okrem textilného priemyslu sa využíva pri výrobe dopravníkových pásov, brúsnych podložiek, ale aj obväzových materiálov v medicíne.

Hodváb je prírodné bielkovinové vlákno, ktoré vzniká z výlučkov snovacích žliaz húseníc priadky morušovej. V roku 2013 sa z celkovej ročnej produkcie 167 913 t vyprodukovalo až 98 % v Ázii. S nástupom používania syntetických materiálov sa požiadavky na dodávky **kože, rohoviny** a **vlny** z domestikovaných zvierat znížili. Avšak vlna podobne ako rastlinné vlákna nachádza v súčasnom období svoje využitie pri výrobe polymérnych kompozitov (Dulebová, 2013).

5.1.3 Palivo

Biomasa sa už od stredoveku využíva ako zdroj tepelnej a svetelnej energie. Tento tradičný spôsob využitia prírodných zdrojov tvorí v súčasnosti 35 % celkovej potreby energie pre tri štvrtiny svetovej populácie (Rossilo-Cale et al., 2008). V súčasnom období sa termín **biomasa** využíva najmä na označenie organickej hmoty používanej na energetické účely. Demirbas (2008) uvádza, že pojem biomasa sa vzťahuje na drevo, rýchlorastúce dreviny, poľnohospodárske odpady, rýchlorastúce byliny a trávy, odpad z drevospracovateľského a potravinárskeho priemyslu, tuhý komunálny odpad, vodné rastliny, riasy a rad ďalších materiálov. Hlavné kategórie vstupných surovín, ktoré slúžia ako palivá, sú uvedené v tabuľke 5.2.

Tabuľka 5. 2 Hlavné kategórie vstupných surovín využívaných na energetické účely (Cenek et al., 2001; Demirbas, 2008)

Kategória	Typ biomasy
Lignocelulóзовé energetické plodiny	Stromy, rýchlorastúce dreviny a byliny, trávy
Cukornaté energetické plodiny	Cukrová repa, cukrová trstina, sladký cirok
Škrobnaté energetické plodiny	Obilniny, kukurica
Olejnaté energetické plodiny	Sója, bavlník, repka olejná
Bio-obnoviteľné odpady	Odpady z poľnohospodárskej výroby, potravinárskeho a drevospracujúceho priemyslu, rastlinné zvyšky, komunálny organický odpad, odpad z údržby zelene
Vodné rastliny	Vodný hyacint, pálka širokolistá
Riasy	Prokaryotické riasy, eukaryotické riasy, hnedé riasy - chaluhy
Machy	Machorasty (<i>Bryophytae</i>)
Lišajníky	Lišajníky s kôrovitou stielkou (zemepisník mapovitý)

Palivové drevo je najstarším zdrojom energie a podľa údajov FAO (2007) je v rozvojových krajinách tento druh paliva primárnym zdrojom energie pre vykurovanie. Lindroos (2011) vo svojej štúdii poukazuje na vysokú spotrebu dreva aj v technologicky vyspelých krajinách s vysokou spotrebou energie, ako sú USA a Austrália. Dopyt po palivovom dreve je evidovaný aj na Slovensku. Dôvodom nárastu je rast ceny fosílnych palív a sprísňovanie emisných limitov (MPRV SR, 2014).

V ostatných 30 rokoch sa v záujme zvýšenia produkcie dendromasy pre energetické účely zakladajú **plantáže rýchlorastúcich drevín**, ktorých minimálna produkcia sušiny dendromasy je $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ za rok. Vhodnými drevinami sú vŕba biela, vŕba košíkárska, agát biely a topoľ. K energetickým plodinám **bylinného charakteru** sa zaraďujú rastliny, ktoré sa vyznačujú vysokou produkciou biomasy a adaptabilitou na pôdno-klimatické podmienky. K najviac pestovaným energetickým bylinám patrí láskavec, kŕmny štiavec, konopa siata, slnečnica hl'uznatá – topinambur. Obrovský potenciál majú aj **výbežkaté (rizomatické) trváce trávy**, najmä miskant obrovský, ozdobnica čínska, proso prútnaté.

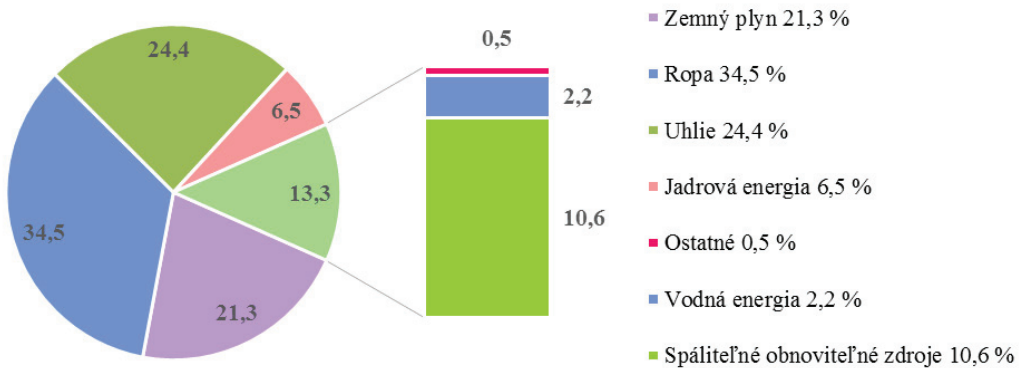
Cukornaté energetické plodiny sa používajú hlavne na výrobu **etanolu**. Viac ako 40 % svetovej produkcie etanolu sa vyrobí z **cukrovej trstiny**. Prvenstvo v pestovaní cukrovej trstiny patrí Brazílii. V Európe je významným zdrojom etanolu **cukrová repa**. Priemerná hektárová úroda cukrovej repy sa pohybuje od $53 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ v Nemecku do $58 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ v Holandsku. Najväčším producentom cukrovej repy je Francúzsko. K cukornatým energetickým plodinám patrí aj **cirok cukrový**, ktorý má svoje miesto najmä v suchých regiónoch s nedostatkom zrážok.

Škrobnaté energetické plodiny sa vyznačujú vyšším obsahom škrobu. Podľa obsahu sušiny v biomase sa môžu tieto plodiny používať na výrobu **bioplynu** alebo **etanolu**. Na výrobu **bioplynu** sa zberajú celé rastliny v skorších vegetačných fázach s **nižším obsahom sušiny**. Naopak na výrobu **etanolu** sú použiteľné **len dozreté zrná** obsahujúce škrob. Výroba etanolu zo škrobnatých rastlín je ekonomicky náročnejšia v porovnaní s cukornatými plodinami, a to z dvoch dôvodov. Pretože sa na výrobu etanolu môžu použiť len zrná, a nie celá rastlina, ako je to v prípade cukrovej trstiny, pre získanie porovnateľného množstva etanolu je potrebná dvojnásobná výmera pôdy pre pestovanie. Napr. v USA sa kukurica určená pre výrobu etanolu pestuje na výmere 5 mil. ha, zatiaľ čo v Brazílii potrebujú pre rovnaké množstvo etanolu pestovať cukrovú trstinu na cca. 3 mil. ha. Ďalším obmedzením je náročnosť výrobného procesu, kedy sa škrob zo zŕn musí najskôr hydrolyzovať na cukor, ktorý sa až potom fermentuje na etanol (Demirbas, 2008).

Olejnate energetické plodiny sú primárnou surovinou na výrobu bionafty. Vo svete má dominantné postavenie **repka olejná**. V roku 2013 bola najväčším producentom repky olejnej Kanada ($17,94 \text{ mil. t}\cdot\text{ha}^{-1}$), v Európe sa k významným pestovateľom radí Nemecko ($5,78 \text{ mil. t}\cdot\text{ha}^{-1}$), Francúzsko ($4,37 \text{ mil. t}\cdot\text{ha}^{-1}$), Poľsko ($2,68 \text{ mil. t}\cdot\text{ha}^{-1}$), Ukrajina ($2,35 \text{ mil. t}\cdot\text{ha}^{-1}$), UK ($2,18 \text{ mil. t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Ďalšie významné olejniny sú sója a bavlník.

Jednobunkové riasy, machy a lišajníky majú potenciál produkovať veľké množstvo lipidov, ktoré sú vhodné pre výrobu bionafty. Riasy rastú na celom svete a za optimálnych podmienok sa môžu pestovať v takmer neobmedzenom množstve. Demirbas (2008) uvádza ako vhodné arídne a semiarídne oblasti, kde sú veľmi chudobné pôdy. Majú schopnosť rásť aj v slanej vode.

V roku 2013 tvorili obnoviteľné zdroje energie 13,3 % z celkovej spotreby primárnych energetických zdrojov (IEA, 2015). Z toho takmer 74 % predstavovali biopalivá (obr. 5.1).



Obrázok 5.1 Podiel jednotlivých druhov palív na dodávke energie vo svete (IEA, 2015)

5.1.4 Genetické zdroje

V priebehu evolúcie sa v prírode vyvinulo množstvo rastlinných druhov a populácií, z ktorých človek vyberal a stále vyberá genotypy pre úžitok, šľachtenie, pestovanie rastlín a chov zvierat (Švec et al. 2010). Genetické zdroje sú biologickým základom ľudského blahobytu a majú nevyčísliteľnú hodnotu, či už sa používajú v poľnohospodárstve, spracovateľskom priemysle, tradičnom alebo modernom šľachtení alebo genetickom inžinierstve. Genetické zdroje sú unikátnym a nenahraditeľným zdrojom **génov a génových komplexov** rastlinného, živočíšneho, mikrobiálneho alebo iného pôvodu pre neustále zlepšovanie biologického a produkčného potenciálu organizmov. Genetické zdroje tvoria prírodné dedičstvo a bohatstvo biodiverzity každej krajiny. Zaraďujú sa sem **divorastúce / divožijúce druhy** rastlín a živočíchov, ako aj **domestikované formy**, ako sú vyšľachtené odrody a plemená, línie, krajové odrody, lokálne typy.

Vo všeobecnosti je známe, že najväčšou biologickou rozmanitosťou sa vyznačujú dažďové pralesy. Predpokladá sa, že tu žije viac ako 50 % všetkých biologických druhov. Pyramídu globálnej rozmanitosti tvorí flóra troch juhoamerických štátov: Kolumbie, Ekvádoru a Peru, kde sa na 2 % pevniny nachádza 40 000 druhov. Švec et al. (2010) uvádzajú, že v súvislosti s druhovou bohatosťou nie je možné povedať, že hodnota iných ekosystémov alebo regiónov má menšiu hodnotu ako dažďové pralesy. Je to dané aj skutočnosťou, že z hľadiska existencie ekosystému je dôležitejšia stabilita prevládajúcich druhov, a nie druhová bohatosť.

Podľa oblasti, v ktorej genetické zdroje nachádzajú svoje uplatnenie, sa rozdeľujú do nasledujúcich skupín:

- rastlinné genetické zdroje,
- živočíšne genetické zdroje,
- lesné genetické zdroje,

- vodné genetické zdroje,
- genetické zdroje mikroorganizmov a bezstavovcov.

Poškodzovaním alebo stratou genetického základu týchto zdrojov je znižovaná možnosť genetického zlepšovania poľnohospodárskych plodín, lesných drevín, hospodárskych zvierat a ich adaptácie k meniacim sa podmienkam prostredia.

5.1.5 Prírodné liečivá

Rastliny, stromy aj huby obsahujú veľa bioaktívnych zlúčenín ako sú flavonoidy (vrátane fenolických kyselín a tanínov), fytoestrogény, karotenoidy, steroly, ktoré majú protirakovinové, antialergénne a antioxidantné účinky (Karjalainen et al., 2010). Podľa údajov IUCN (Allen et al., 2014), až 50 % predpisovaných liekov obsahuje prírodné látky, liečivé vlastnosti má približne 15 000 druhov svetovej flóry. V Európe je známych asi tisíc druhov liečivých rastlín, z ktorých sa 800 používalo v tradičnom ľudovom liečiteľstve. V oficiálnej medicíne sa využíva približne 300 rastlinných druhov, na Slovensku sa používa 150 domácich a 70 dovážaných druhov liečivých rastlín (Čičová, 2014).

Podobne ako rastlinné prírodné zdroje, aj **zvieratá** a **produkty** ich **metabolizmu** sa dlhodobo používajú v medicíne ako zdroj prírodných liečiv. Alves et al. (2008) uvádzajú, že v Brazílii sa v ľudovom liečiteľstve využíva celkom 165 druhov plazov, ktoré patria do 104 rodov a 30 čeľadí. K najviac používaným skupinám patria hady (60 druhov), nasledujú jašterice (51 druhov), korytnačky (43 druhov) a krokodíly (11 druhov).

5.1.6 Ozdoby

Obrovská rozmanitosť ekosystémov determinuje aj veľkú rozmanitosť ornamentálnych zdrojov. V prírodných ekosystémoch sa prirodzene vyskytujú rôzne okrasné materiály, ktoré ľudstvo využíva ako dekoratívny materiál, na výrobu suvenírov a šperkov, v módnom priemysle, ale sú aj súčasťou náboženských rituálov a uctievania. Dekoratívny materiál prírodného pôvodu zahŕňa mnohé okrasné rastlinné druhy (kvety, trávy, stromy, kry a polokry), morskú faunu, ďalej sú to škrupiny, perly, koralové útvary (parohy, zuby).

Obchod s dekoratívnymi predmetmi prírodného pôvodu predstavuje významnú časť svetového obchodu. Podľa údajov ITC (2012) patrilo v roku 2010 k najväčším svetovým vývozcami Holandsko, ktorého export dosiahol 2,24 miliardy €. K ďalším významným exportérmi patrila Keňa (328 mil. €), Ekvádor (131 mil. €), Kolumbia (114 mil. €), Etiópia (100 mil. €). Rastúcim sektorom svetového obchodu je obchod s dekoratívnymi rybami a akvaristika. Predpokladá sa, že ročný obchod sa týka 14 – 30 miliónov rýb z 1 800 druhov, 1,5 mil. živých koralov a 9 – 10 mil. iných stavovcov. Viac ako 90 % druhov sa uloví v koralových útesoch 45 krajín vrátane Brazílie, Maldív, Vietnamu, Srí Lanky a USA. Hlavným dovozcom sú USA, Európska únia a Japonsko (Schwertner Máñez et al., 2014).

5.1.7 Zásoby sladkej vody

Voda je jednou zo základných podmienok existencie živých organizmov. Hrá významnú úlohu pri dosahovaní ľudského blahobytu, ovplyvňuje efektivitu ekonomických sektorov. Voda je tretí najviac zastúpený plyn v atmosfére. V kvapalnom stave pokrýva 70,7 % zemského povrchu (Grafton, Hussey, 2011). Z celkového objemu 1,4 miliárd km³ vody na Zemi 97 % predstavuje slaná a 3 % sladká voda. Dve tretiny z celkových zásob sladkej vody sú v tuhom skupenstve uložené v ľadovcoch a len jedna tretina je v kvapalnom stave, pričom väčšina predstavuje vodu podzemnú. Z celkových zásob sladkej vody na Zemi len asi 0,3 % predstavujú vodu povrchovú (Shiklomanov, 1993). Len časť z nej, asi 200 000 km³ predstavuje vodu v jazerách (90 000 km³), pôde a permafroste (90 000 km³), atmosfére (13 000 km³), mokradiach (11 000 km³), riekach (2 000 km³) a živých organizmoch (1 000 km³) (Pearce, 2006).

Napriek nízkemu zastúpeniu **povrchovej vody** na celkových zásobách podieľajú sa až 83 % na antropogénnom využívaní vody (WRG, 2009). S využitím súčasných technológií je možné zachytiť a využiť na antropogénne účely len asi 14 000 km³. Navyše využívanie tohto množstva je limitované výskytom tohto zdroja vody v oblastiach, kde nie je po vode dopyt (Pearce, 2006). Zásoby **podzemných vôd** kolíšu v priestore aj v čase. V regiónoch s nedostatkom povrchových vôd sú základným zdrojom sladkej vody. Ich celosvetové zásoby predstavujú zhruba 3 % z množstva vody nachádzajúcej sa vo svetových oceánoch. Významným, ale malým zdrojom vody sú aj pevninské vysokohorské ľadovce. V súčasnej dobe správa Medzivládneho panelu pre klimatickú zmenu (IPCC, 2007) uvádza ich 80 % úbytok.

Odbery povrchových a podzemných vôd sú určené na zavlažovanie, využívané v energetike, priemysle, pre potreby ľudí a ekosystémov. V roku 2003 bolo podľa AQUASTAT na rôzne účely odobratých 3 856 km³ vody. Väčšina (70 %) bolo využité v poľnohospodárstve, nasledoval priemysel (19 %) a domácnosti (11 %) (FAO, 2010). Predpokladá sa, že do roku 2050 spotreba vody na výrobu potravín vzrastie na 9 až 11 000 km³ ročne (IWMI, 2007). Účel využívania vody vo svete sa mení podľa regiónov. Napríklad v Ázii bolo v roku 2003 až 82 % vody odobratej pre účely v poľnohospodárstve a len 9 % v priemysle a pre potreby domácností. Naopak v Európe bola väčšina vody odobratej pre účely priemyslu (55 %), nasledovalo poľnohospodárstvo (29 %) a domáci sektor (16 %) (FAO, 2010). Na úrovni EÚ sú vo väčšine členských štátov odbery povrchových a podzemných vôd považované za udržateľné a stabilné (EEA, 2009).

Slovensko má priaznivé hydrologické a hydrogeologické podmienky aj pre tvorbu, obeh a akumuláciu podzemných vôd. Nevýhodou je ich nerovnomerné rozloženie. Najvýznamnejšie množstvá podzemných vôd sú evidované v Bratislavskom a Trnavskom kraji (46 %), naopak najmenšie v Prešovskom a Nitrianskom kraji. V roku 2013 bolo v SR na základe hydrologického hodnotenia a prieskumov k dispozícii 78 887 l.s⁻¹ využiteľných množstiev podzemných vôd. Pomer využiteľných množstiev podzemných vôd k odberným množstvám dosiahol hodnotu 7,55 l.s⁻¹ (SHMÚ, 2014).

5.2 ABIOTICKÝ MATERIÁL

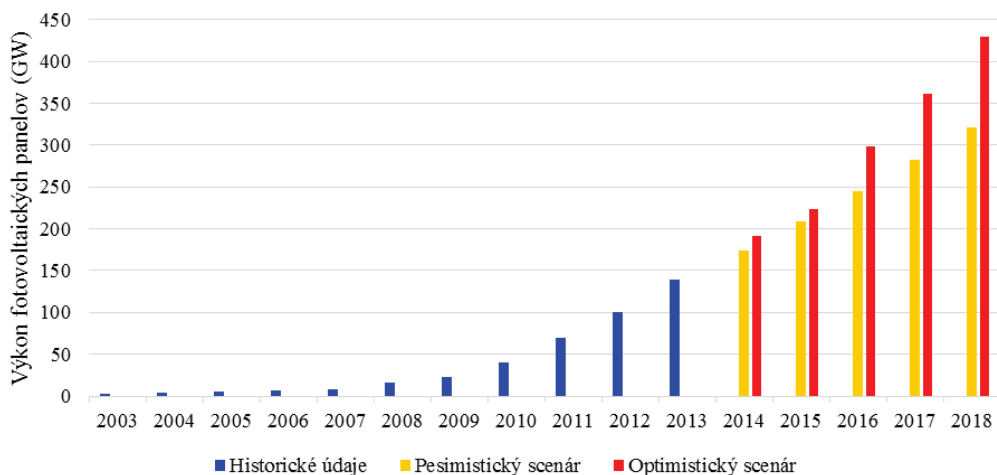
5.2.1 Soľ

Soľ je prírodný nerast, ktorý má dôležité miesto vo výžive obyvateľstva. Okrem jej nenahraditeľného využitia vnútorným prijímaním do organizmu v potrave je veľmi účinným liečivým prostriedkom pri výskyte množstva rôznych ochorení. Rovnako sa využíva v chemickom priemysle, stavebníctve a doprave. **Soľ** sa prirodzene vyskytuje v **mori** a v **sedimentárnych horninách**. V Európe sa najväčšie zásoby kamennej soli nachádzajú v Rakúsku (Hallstatt a Salzburg), Nemecku (Rheinberg, Berchtesgaden, Heilbronn), Poľsku (Wieliczka), Rumunsku (Slănic), Taliansku (Racalmut, Realmonte), Bosne (Tuzla). Ďalšie významné svetové ložiská sú v Pakistane (prevádzka Khewra Salt Mines má rozlohu viac ako 300 km), USA, Kanade a Rusku. Západný a stredný New York je najväčšou prevádzkou v USA s dennou produkciou 18 000 t. Na Slovensku je niekoľko ložísk kamennej soli. Najdôležitejšie sú v Solivare pri Prešove a v Zbudzi pri Michalovciach.

5.3 ABIOTICKÉ OBNOVITEĽNÉ ZDROJE ENERGIE

5.3.1 Slnčná energia

Slnčná energia je najdostupnejšia a najčistejšia forma obnoviteľnej energie. Počas dňa za bezoblačného počasia dopadne zo Slnka na zemský povrch v priemere 1000 Wm^{-2} a za 18 dní slnečného svitu obsahuje rovnaké množstvo energie, aké je uložené vo všetkých náleziskách uhlia, ropy a zemného plynu na svete. Na Slovensku za rok dopadne na vodorovnú plochu približne 950 – 1200 kWh na 1 m^2 . Existuje už mnoho princípov premeny slnečnej energie na inú formu energie, najčastejšie je to premena na elektrickú a tepelnú energiu.



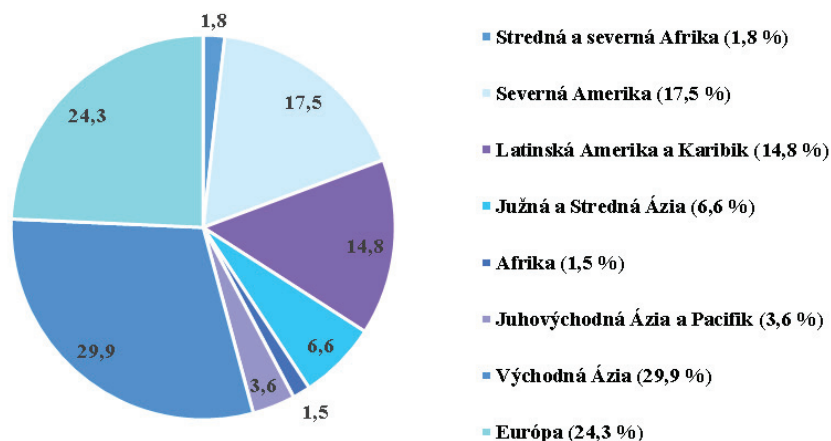
Obrázok 5.2 Celkový svetový inštalovaný výkon fotovoltaiických panelov (Solar Power Europe, 2016)

Pri premene slnečnej energie na elektrickú rozlišujeme priamu a nepriamu premenu. Princíp **nepriamej premeny slnečnej energie** na energiu elektrickú spočíva v premene energie Slnka na tepelnú energiu a následnej premene na elektrickú energiu pomocou vhodných zariadení. Účinnosť nepriamej premeny slnečnej energie je vyššia ako pri **priamej premene** prostredníctvom fotovoltaických systémov. Podľa údajov Európskej asociácie pre fotovoltaický priemysel (Solar Power Europe, pôvodný názov EPIA) solárna energia pokrýva asi 4 % spotreby elektrickej energie v Európe. V roku 2018 by svetový výkon fotovoltaických panelov mohol dosiahnuť 374 GW, čo je oproti roku 2013 takmer trojnásobný nárast (obr. 5.2). Najväčší nárast sa očakáva v Ázii (40 % svetového solárneho výkonu) a v Európe (35 % svetového solárneho výkonu).

5.3.2 Vodná energia

Voda je vo svetovom meradle druhým najväčším zdrojom energie. Energia vody je obsiahnutá v energii atmosférických zrážok, ľadovcov, vodných tokov, morí. Z uvedených druhov energie je veľmi málo využívaná energia morí. Energiu atmosférických zrážok a ľadovcov nie je možné efektívne premeniť na elektrickú energiu. Energia vody je v podstate premenenou slnečnou energiou.

Energia vody má však v porovnaní s priamou premenu slnečnej energie na elektrickú vyššiu technicky dosahovanú účinnosť premeny. Účinnosť malých vodných elektrární dosahuje 90 % a veľké zdroje môžu mať účinnosť vyššiu ako 90 %. Hydropotenciál vyspelých krajín je vo väčšej časti využitý a v tomto období nastáva nárast využívania vodnej energie v rozvojových krajinách Južnej Ameriky a Ázie (obr. 5.3).



Obrázok 5.3 Inštalovaný výkon vodných elektrární (World Energy Council, 2016)

V roku 2011 medzi najväčších producentov vodnej energie patrila Čína (61,4 Mtoe), Brazília (36,9 Mtoe), Kanada (29,9 Mtoe), USA (23 Mtoe) a Venezuela (7,45 Mtoe). Z európskych krajín sa k významným producentom hydroenergie zaradilo Francúzsko (4,33 Mtoe) a Taliansko (3,94 Mtoe). Na Slovensku je vodná energia najviac využívaným

obnoviteľným zdrojom na výrobu elektriny. Využitelný potenciál na výrobu elektrickej energie na báze vodnej energie predstavuje 7 361 GWh ročne, pričom sa v súčasnosti využíva na 57,5 %. Podiel veľkých vodných elektrární na vyrobenej energii predstavuje 92 % (Tauš et al., 2005).

5.3.3 Veterná energia

Vietor je forma slnečnej energie podobne ako vodná energia. Zohrievaním vzduchu a jeho následným stúpaním do výšky dochádza k prúdeniu vzdušnej masy okolo Zeme. V histórii ľudstva bol vietor významnejším zdrojom mechanickej energie využívanej veternými mlynmi, plachetnicami, resp. ďalšími strojmi používanými v poľnohospodárstve. Na premenu veternej energie na elektrickú sa využívajú turbíny. Technológie umožňujú v súčasnosti dosiahnuť výkon viac ako 3 MW. Inštalovaný výkon na otvorenom mori dosahuje viac ako 10 MW. Veterné elektrárne majú relatívne malý vplyv na životné prostredie. Veterná energia sa považuje za čistú energiu, pretože neprodukuje odpady, neznečisťuje ovzdušie, ak sa nepočíta celý životný cyklus výroby veterných turbín. K nepriaznivým vplyvom patrí hluk vznikajúci v prevodovej skrini, zmena estetického vzhľadu krajiny a úmrtnosť vtákov.

V Európskej únii hrá veterná energia významnú úlohu. Podľa údajov Európskej asociácie pre veternú energiu (EWEA, 2015) bol v roku 2014 v EÚ inštalovaný výkon 11 791 MW, čo predstavuje viac ako energia získaná spolu z uhlia a plynu. V súčasnosti môžu pokryť veterné elektrárne až 10,2 % dopytu po elektrickej energii. Na Slovensku je potenciál veternej energie malý a tvorí asi len 2 % z celkového energetického potenciálu (Tauš et al. 2005). Je to dané malou efektívnou plochou (približne 191 km², čo je len 0,39 % z celkovej rozlohy Slovenska) vhodnou pre výstavbu veterných elektrární (Rybár et al., 2004).

5.3.4 Geotermálna energia

Teplu pod povrchom Zeme je jedným z najväčších zdrojov, ktorý je takmer nevyčerpatelný. **Geotermálna energia** má pôvod v horúcom jadre Zeme, z ktorého uniká teplo cez vulkanické pukliny v horninách. Potenciál geotermálnej energie je obrovský. Avšak tento druh energie je len na miestne využite. Geotermálna energia sa môže využívať priamo a nepriamo. **Priame využitie** geotermálnej energie je využitie horúceho zdroja priamo bez použitia tepelných čerpadiel a turbín pre vykurovanie domácností, skleníkov, administratívnych budov, priemyselných a poľnohospodárskych stavieb a podobne. Na priame využitie sa používajú stredne teplotné (teplota zdroja 150 – 200 °C) a nízkoteplotné geotermálne zdroje (teplota zdroja pod 150 °C). Pri **nepriamom využití** sa prostredníctvom tepelných čerpadiel vyrába elektrická energia z vysoko teplotných (nad 200 °C) a stredne teplotných zdrojov.

Výhodou tohto druhu energie je stabilita premeny na elektrickú energiu. V porovnaní so slnečnou a veternou energiou sa geotermálna energia dokáže premieňať na elektrickú nepretržite celých 24 hodín bez výraznejších výkyvov alebo výpadkov. Geotermálna energia

sa vo všeobecnosti považuje za čistý energetický zdroj s nulovými dôsledkami pre životné prostredie z hľadiska emisií skleníkových plynov. Toto tvrdenie nie je úplne pravdivé, pretože parovodná zmes z geotermálnych zdrojov obsahuje rozpustené plyny, predovšetkým oxid uhličitý, sírovodík, metán a čpavok. V porovnaní s ostatnými zdrojmi sú však emisie vyprodukované na jednotku energie štatisticky výrazne nižšie, a preto je geotermálna energia ekologicky lepšou alternatívou. **Nevýhodou** geotermálnej energie je finančná a časová náročnosť. Samotná realizácia geotermálnych vrtov pokrýva viac ako polovicu nákladov a pri vrtoch hlbších ako 3 km výdavky rastú exponenciálnym spôsobom. Významným negatívnym faktorom využívania geotermálnej energie je riziko vyvolania seizmickej aktivity.

Geotermálne zdroje sú na svete veľmi nerovnomerne rozšírené. Vysokoteplotné zdroje sú v Európe obmedzené iba na Island, Taliansko, Grécko a Azory. Nízokoteplotné a stredne teplotné zdroje sú vo veľkých sedimentárnych panvách s väčšou mocnosťou sedimentov, v niektorých vulkanických a tektonicky aktívnych oblastiach, napr. vo Francúzsku, Maďarsku, v USA. **Slovenská republika** je relatívne bohatá na geotermálne zdroje. Geologické prieskumy naznačujú, že celkový potenciál geotermálnej energie Slovenskej republiky predstavuje cca 5,5 tis. MW výkonu. Evidovaných je 116 geotermálnych vrtov s teplotou v rozmedzí od 18 do 129 °C. Wittenberger et al. (2004) uvádzajú, že geotermálna voda sa na Slovensku používa v 35 oblastiach najmä na rekreačné a poľnohospodárske účely, menej pre vykurovanie domov. Najperspektívnejšou oblasťou z hľadiska využitia geotermálnej energie je Košická kotlina.

5.4 TRENDY VO VYUŽÍVANÍ ZÁSBOVACÍCH EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB

Výroba a spotreba potravín prispievajú priamo k zdraviu obyvateľstva, sú dôležitým aspektom kultúrnych a spoločenských vzťahov a nepriamo podporujú bezpečnosť a slobodu. V miléniovej správe **Hodnotenie ekosystémov** (Wood et al., 2005) sa uvádza, že za posledných 42 rokov sa produkcia potravín zvýšila o 168 %. Napriek výraznému rastu výroby potravín vo svete existuje veľká nerovnováha v umiestnení produkcie. V roku 2014 trpelo podvýživou 794,6 mil. ľudí, z ktorých 98 % žije v rozvojových krajinách (FAO, 2015). Produkcia **obilnín a cukornatých rastlín** akcelerovala v 60. a 70. rokoch minulého storočia. Od roku 1980 sa postupne znižuje najmä v priemyselných krajinách. Podobná tendencia je zaznamenaná aj pri strukovinách, kde sa produkcia na 1 obyvateľa znížila o 25 %. Nárast produkcie je podľa údajov FAO evidovaný pri zelenine a ovocí. Produkty **živočíšneho pôvodu** tvoria v priemyselných krajinách viac ako polovicu z celkovej poľnohospodárskej produkcie a v rozvojových krajinách asi tretinu. Význam chovu hospodárskych zvierat sa zvyšuje s rastom počtu obyvateľov a rastúcim príjmom v rozvojových krajinách. Živočíšna výroba má dopady na ekosystémy a ich služby, pretože v najväčšej miere využíva pôdu, a to jednak pre pasení zvierat alebo nepriamo prostredníctvom konzumácie krmív a krmných obilnín (Bruinsma, 2003). Výrazné zmeny nastali aj v produkcii a spotrebe rýb a morských živočíchov. Wood et al. (2005) uvádza tri hlavné trendy, ktoré ovplyvňujú **rybné hospodárstvo**: neustále rastúca priemerná spotreba rybieho mäsa na obyvateľa, zväčšujúca sa vzdialenosť miesta spotreby a miesta lovu rýb, a rastúci počet druhov rýb, ktorých zásoby sú kriticky vyčerpané. Za posledných 40 rokov sa spotreba rýb a plodov mora zvýšila z 9 kg na 16 kg ročne na obyvateľa.

Produkcia **dreva, paliva a vlákien** je spojená hlavne s **lesným ekosystémom**. V posledných troch storočiach sa výmera lesov znížila o 40 %, pričom tri štvrtiny tejto straty vznikli v posledných dvoch storočiach. Lesy úplne vymizli v 25 krajinách a v ďalších 29 krajinách bolo zničených viac ako 90 % lesného porastu (Shvidenko et al., 2005). Substitúcia dreva inými materiálmi prispieva k pomalšej spotrebe dreva v posledných rokoch. Napr. plasty nahradili drevo pri výrobe okenných rámov, v rozvojových krajinách sa stále viac využívajú kovové krytiny, na výrobu nábytku sa namiesto masívu používajú tenké dosky alebo preglejky. Tieto skutočnosti vedú k zvyšovaniu výmery lesov v severnej Amerike a Európe. Odlesňovanie prirodzených lesných porastov však pokračuje v tropickom pásme ročným tempom viac ako 10 mil. hektárov, čo predstavuje plochu väčšiu, ako je výmera Grécka. Predpokladá sa, že celosvetový dopyt po dreve bude v rokoch 2045/50 dosahovať 2 miliardy m³ a jeho dodávky budú približne v rovnakej výške. Požadovaný dopyt po dreve bude postupne napĺňaný ťažbou z hospodárskych lesov a plantáží rýchlorastúcich drevín (Sampson, et al., 2005). Produkcia rastlinných vlákien (bavlna, konopa, ľan, sisal) sa v posledných dvoch desaťročiach znížila o jednu tretinu až jednu polovicu (USDA-ERS, 2003). Naopak pri živočíšnych vláknach, ako je koža a vlna divých zvierat, sa dopyt zvyšuje, čo vedie k znižovaniu až vymieraniu populácií niektorých druhov, ako je napríklad antilopa tibetská (Leclerc et al., 2015).

Biodiverzita je základným zdrojom génov a druhov, ktoré sa využívajú vo farmaceutickom a kozmetickom priemysle, biologickej ochrane rastlín, šľachtení a ďalších výrobných odvetviach. Beattie et al. (2005) uvádzajú, že na Zemi existuje 5 až 30 mil. druhov, z ktorých každý obsahuje tisíce génov. Je známe, že menej ako 1 % z druhov žijúcich na Zemi poskytlo základné zdroje pre rozvoj civilizácie. Za najzávažnejšie ohrozenie biodiverzity sa v súčasnosti považujú vplyvy urbanizmu, poľnohospodárstva a akvakultúry, dopravy, výroby energie a ťažby nerastných zdrojov, modifikácie prírodných systémov, využívania biologických zdrojov, invazívne druhy a gény, znečistenie a klimatická zmena. Podľa Červeného zoznamu IUCN vyhynutie hrozí 12 % až 52 % študovaných druhov (Mace et al., 2005). Najnižšie ohrozenie bolo zaznamenané u vtákov (12 %). U cicavcov, ihličnanov a obojživelníkov je ohrozených 23 % až 32 %. K najviac ohrozeným patrí rad cykasorastov, kde až 52 % druhov hrozí vyhynutie.



Obrázok 5.4 Testovanie genetických zdrojov tráv (Reizer, 2007)



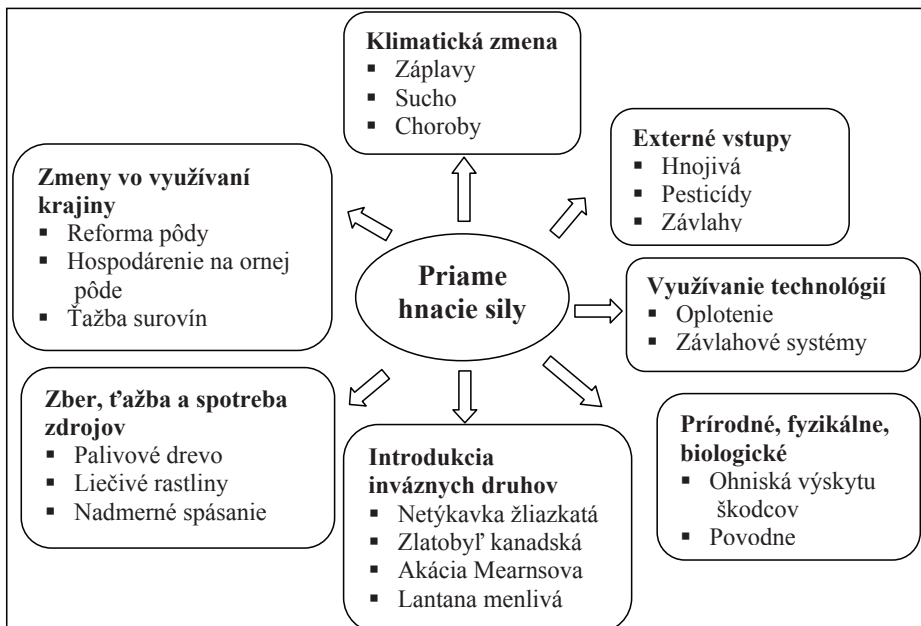
Obrázok 5.5 Testovanie genetických zdrojov d'atelinovín (Reizer, 2007)

Na ochranu biodiverzity slúžia legislatívne opatrenia, politické nástroje, ako sú stratégie, programy a akčné plány. Základným dokumentom je **Dohovor OSN o biologickej diverzite (CBD)**, ktorý bol podpísaný 5.6.1992 v Rio de Janeiro. K ochrane genetických zdrojov a biodiverzity patrí aj zhromažďovanie a zachovávanie genetických zdrojov. Na tieto účely slúžia génové banky. **Génová banka semenných kultúr Slovenskej republiky** je zriadená na NPPC – VÚRV Piešťany a **Národná génová banka živočíšnych genetických zdrojov** je zriadená na NPPC-VÚŽV Nitra.

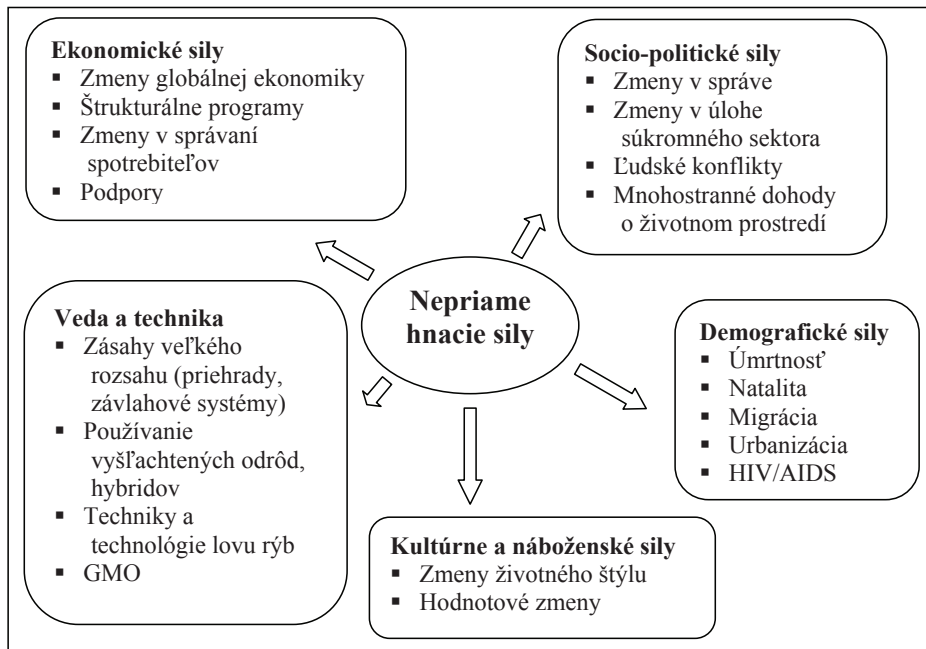
5.5 HNACIE SILY VO VYUŽÍVANÍ ZÁSODOVACÍCH EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB

Hnacie sily vytvárajú tlak na stav ekosystému a následne na plnenie zásobovacej funkcie. Biggs et al. (2004) definujú **hnacie sily** ako akýkoľvek iný faktor, ktorý môže zmeniť štruktúru a/alebo funkciu ekosystému. Zmeny v ekosystémoch môžu byť pozitívne alebo negatívne. Vplyv hnacích síl na zásobovacie ekosystémové služby závisí od stavu ekosystému. V prirodzených ekosystémoch hnacie sily vo väčšine prípadov spôsobujú negatívne zmeny a znižujú schopnosť ekosystému plniť zásobovacie služby. V degradovaných ekosystémoch môžu mať hnacie sily nepriaznivý vplyv a spôsobovať ďalšiu degradáciu, alebo naopak môžu zastaviť degradáciu a dokonca prispieť k zlepšeniu stavu ekosystému a jeho služieb.

Hnacie sily môžu byť priame alebo nepriame (obr. 5.6 a 5.7). **Priame hnacie sily** pôsobia na ekosystém priamo zatiaľ čo **nepriame hnacie sily** ovplyvňujú priame hnacie sily. Hnacie sily sa ďalej delia na endogénne a exogénne. **Endogénne hnacie sily** sú pod kontrolou tvorcov politik, **exogénne hnacie sily** sú mimo ich vplyvu. Nepriame hnacie sily sú komplexné, majú dlhodobý charakter a väčšinou sú antropogénneho pôvodu. Medzi priamymi a nepriamymi hnacími silami existujú interakcie, ktoré často vedú k nepredvídateľným zmenám v ekosystémoch.



Obrázok 5.6 Priame hnacie sily, ktoré ovplyvňujú ekosystémové zmeny (MA, 2005)



Obrázok 5.7 Nepriame hnacie sily, ktoré ovplyvňujú ekosystémové zmeny (MA, 2005)

K významným priamym hnacím silám, ktoré významnou mierou ovplyvňujú celý komplex ekosystémových služieb, patrí sucho. **Sucho** negatívne ovplyvňuje najmä ekosystémové služby, ktoré poskytujú terestrické a vodné ekosystémy. Primárne zasahuje zásobovacie ekosystémové služby (produkcia potravín, zásobenie vodou na zabezpečenie potravy aj energie) (tab. 5.3). Podľa údajov EÚ (EC, 2007) náklady vyvolané suchom dosiahli v členských štátoch EÚ za 30 rokov (1976 – 2006) zhruba 100 miliárd €. Najväčší dopad malo sucho na poľnohospodárstvo (napr. náklady na sucho dosiahli v Španielsku v roku 2005 hodnotu 2 500 mil. €), ale boli postihnuté aj ďalšie výrobné odvetvia, ako zásobovanie pitnou vodou či energetika.

Tabuľka 5.3 Rozsah zmien zásobovacích ekosystémových služieb ovplyvnených suchom (Morris et al., 2010)

Služby a tovary	Stakeholderi	Príklady zmien v hodnotách stakeholderov
Potrava	Farmári	Zmeny v trhových cenách v dôsledku sucha, prispôsobené daniam a dotáciám.
Vlákna	Rybári	
Palivá	Lesníci	Zmeny v produktivite (zmeny vo výstupoch a vstupoch).
Prírodné látky a liečivá	Domácnosti	Strata príjmov a zisku.
Ozdoby	Priemysel a obchod	Náklady na zmenu, náhradný tovar, napr. jedlo, drevo, krmivo pre zvieratá, alebo alternatívne dodávky, napr. energie a vody
Vodná energia	Energetické spoločnosti	



KLÚČOVÉ SLOVÁ

Zásobovacie ekosystémové služby, potrava, vlákna, palivo, genetické zdroje, ozdoby, prírodné liečivá, abiotické zdroje energie, slnečná energia, vodná energia, veterná energia, geotermálna energia, hnacie sily

OTÁZKY NA OVERENIE ZNALOSTÍ

- Čo sú zásobovacie ekosystémové služby a ako sa rozdeľujú?
- Ktoré sú hlavné potravné zdroje?
- Ktoré sú hlavné kategórie vstupných surovín využívaných na energetické účely?
- Čo sú genetické zdroje a ako sa rozdeľujú?
- Kde sú na pevnine uložené zásoby sladkej vody a na aké účely sa využíva?
- Ktoré nerasty sú zaradené do zásobovacích ekosystémových služieb a prečo?
- Ktoré sú abiotické obnoviteľné zdroje energie?
- Aké hnacie sily vo využívaní zásobovacích ekosystémových služieb rozlišujeme?

ÚLOHY NA OVERENIE ZNALOSTÍ

- Vo vybranej lokalite priestorovo vymedzte a označte existujúce ekosystémy. Definujte, ktoré zásobovacie služby tieto ekosystémy poskytujú.
- Vo vybranej lokalite uveďte zoznam hnacích síl, ktoré ovplyvňujú využívanie ekosystémových zásobovacích služieb. Hnacie sily uveďte v zostupnom poradí podľa sily vplyvu, ktorý v danom území majú.

LITERATÚRA

- Alves, R. R. N., da SilvaViera, W. L., Santana, G. G. 2008. Reptiles used in tradicional folk medicine: conservation implications. *Biological Conservation*, 17: 2037-2049.
- Allen, D., Bilz, M., Leaman, D.J., Miller, R.M., Timoshyna, A., Window, J. 2014. *European Red List of Medicinal Plants*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 63 p.
- Beattie A.J., et al. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends: New Products and Industries form Biodiversity*. Chap. 10. Island Press: Washington, 25 p.
- Bénézet, J. C., Stanojlovic-Davidovic, A., Bergeret, A., Ferry, L., Crespy, A. 2012. Mechanical and physical properties of expanded starch, reinforced by natural fibres. *Industrial Crops and Products*, 37: 435-440.
- Biggs, R et al. 2004. *Nature supporting people: The Southern African Millenium Ecosystem Assessment*. Integrated Report. Pretoria: CSIR, 68 p. ISBN 0-7988-5528-2.
- Bruinsma, J. et al. 2003. *World Agriculture: Towards 2015/2030. An FAO Perspective*. London and Rome: Earthscan and FAO, 43 p.
- Cenek a kol. 2001. *Obnoviteľné zdroje energie*. Praha: FCC PUBLIC, 2001. ISBN 80-901985-8-9.
- Coats D., Pert, P. L., Barron, J., Muthuri, C., Nguyen-Khoa, S., Boelee, E., Jarvis, D. I. 2013. Water related Ecosystem Services and Food Security. In: *Manging Water and Agroecosystems for food Security*, Boelee, E. (ed.). CAB International, p. 29-41. [online] [cit. 2016-03-02]

- http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/CABI_Publications/CA_CABI_Series/Managing_Water_and_Agroecosystems/chapter_3-water-related_ecosystem_services_and_food_security.pdf.
- Čičová, I. 2014. Minoritné pseudocereálie na farme. In. *Plodiny pre rodinné farmy*: Zborník z odborného seminára. [CD ROM]. Piešťany: NPPC, s. 40-46. ISBN 978-80-89417-58-2.
- Čičová, I. 2014. Liečivé rastliny v pestovateľskej praxi. In *Plodiny pre rodinné farmy*: Zborník z odborného seminára. [CD ROM]. Piešťany: NPPC, s. 34-39. ISBN 978-80-89417-58-2.
- De Briun, P. B., Jeppsson, K., Sandin, K., Nilsson, C. 2009. Mechanical properties of lime-hemp concrete containing shives and fibres. *Biosystems Engineering*, 103: 474-479.
- De Groot, R.S., Wilson, M.A., Boumans, R.M.J. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and service. *Ecological Economics*, 41: 393-408.
- Demirbas, A. 2008. *Biodisel: A realistic fuel alternative for diesel engines*. London: Springer, 208 p., ISBN 978-1-84628-994-1.
- Dulebová, Ľ. 2013. Progresívne vyvíjané polymérne kompozity v automotive. *Strojárstvo*, 17: 48-51.
- EC, 2007. *Addressing the challenge of water scarcity and droughts in the European Union. Impact assessment, COM (2007) 414. SEC 997*. European Commission: Brussels, 63 p.
- EEA. 2009. *Water resources across Europe – confronting water scarcity and drought*. Copenhagen: EEA, 60 p. ISBN 978-92-9167-989-8
- Eliáš, P. 2010. Ekologické služby = Ecological services. *Životné prostredie*, 44: 57-112.
- EWEA. 2015. *Aiming High. Rewarding ambition in wind energy. A report by the European Wind Energy Association*. 40 p.
- FAO, 2010. *AQUASTAT*. [on-line] [cit. 2016-08-03]. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>
- FAO. 2013. *FAOSTAT*. [on-line] [cit. 2016-08-03] http://faostat3.fao.org/browse/rankings/commodities_by_regions/E
- FAO. 2015. *The state of food security in the world. Meeting the 2015 international hunger targets: taking stock of uneven progress*. Rome: FAO, 68 p. ISBN 978-92-5-108785-5
- Fisher, B., Turner, K. 2008. Ecosystem services: Classification for evaluation. *Biological Conservation*, 141: 1167-1169.
- Gillham, F.E.M., T.M. Bell, T. Arin, G.A. Mathews, C. Le Rumeur, Hearn, B. 2003. *Cotton production prospects for the next decade*. World Bank Technical Paper no 287. [on-line] [cit. 2016-08-03] <http://www.icac.org>
- Golian, J., Halaj, M. 2015. Potraviny živočíšneho pôvodu a výživa ľudí. *Rolnícke noviny*, 42: 19-20.
- Grafton, R.Q., Hussey, K. 2011. *Water resources planning and management*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Haines-Young, R., Potschin, M. 2011. *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): 2011 Update*, November 2011. EEA Framework Contract No. EEA/BSS/07/007.
- Hauptvogel, P., Žofajová, A. 2014. Možnosti pestovania rôznych druhov pšeníc na rodinných farmách. In *Plodiny pre rodinné farmy: zborník z odborného seminára*. [CD ROM]. Piešťany: NPPC, s. 8-12. ISBN 978-80-89417-58-2.

- Howe, P. E. 1950. Foods of animal origin. *Jama*, 143: 1337-1342.
- IEA. 2015. *Key World Energy Statistics*. Paris: OECD/IEA, 81 p.
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007*. The Physical Science Basis: Contribution of Working Group 1 to the Fourth Assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva.
- ITC. 2012. *The Market News Service (MNS) Cut Flowers and Ornamental Plants*. Monthly report. 33 p.
- IWMI. 2007. *Water for Food, Water, for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*. London: Earthscan, Colombo: International Water Management Institute.
- Jančovič, J., Ďurková, E., Vozár, Ľ. 2005. *Krmoviny I. (Pestovanie poľných krmovín)*. Nitra: ÚVTIP, 100 p. ISBN 80-89088-40-6.
- Karjalainen, E., Sarjala, T., Raitio, H. 2010. Promotin ghuman health trough forests: overview and major challenges. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 15: 1-8.
- Leclerc, C., Bellard, C., Luque, G. M., Courchamp, F. 2015. *Overcoming extinction: understanding processes of recovery of the Tibetan Antelope*. *Ecospere*, art. 171. [on-line] [cit. 2016-08-03] <http://max2.ese.u-psud.fr/epc/conservation/PDFs/Shatoosh.pdf>
- Lindroos, O. 2011. Residential use of firewood in Northern Sweden and its influence on Forest biomass resources. *Biomass and Bioenergy*, 35: 385-390.
- Mace, G. et al. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends: Biodiversity*. Chap. 4. Island Press: Washington, 46 p.
- Millenium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press, 155 p. ISBN 1-59726-040-1.
- Morris, J., Graves, A., Daccache, A., Hess, T., Knox, J. 2010. Towards a framework for the economic assessment of drought risk. An ecosystem approach. In López-Francos, A. (comp.), López-Francos, A. (collab.). *Economics of drought and drought preparedness in a climate change context*. Zaragoza: CIHEAM / FAO / ICARDA / GDAR / CEIGRAM / MARM, 139-148 (Options Méditerranéenes : Série A. Séminaires Méditerranéenes , n. 95).
- MPRV. SR 2014. *Správa o lesnom hospodárstve v Slovenskej republike za rok 2013*. Bratislava: MPRV SR, 84 p.
- OECD. 2009. *Managing water for all. An OECD perspective on pricing and financing. Key messages for policy makers*. Paris: OECD, 2009, 34 p. [on-line] [cit. 2016-02-02] <http://www.oecd.org/env/resources/42350563.pdf>
- Pearce, F. 2006. *When the Rivers Run Dry. Water: the Defining Crisis of the Twenty-first Century*. Boston: Beacon Press.
- Rossilo-Cale, F., De Groot, P., Hemstock, S. L., Woods, J. 2008. *The biomass assessment handbook bioenergy for a sustainable environment*. London: Earthscan, 269 p. ISBN 978-1-84407-526-3.
- Rybár, R., Kudelas, D., Fisher, G. 2004. *Alternatívne zdroje energie III – Veterná energia*. Košice: AMS. ISBN 80-8073-114-6.
- Sampson, R.N. et al. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends: Timber, Fuel, and Fibre*. Chap. 9. Washington: Island Press, 27 p.

- Sessa, R. et al. 2009. *Biomass. Assessment of the status of the development of the standards for the terrestrial essential climate variables*. Rome: FAO – Global Terrestrial Observing System. 30 p.
- Seré, C. 2003. Not by bread alone: The next food revolution. In *The livestock revolution. A Pathway from poverty?* Proceedings of a conference held at the ATSE Crawford Fund. Canberra: ATSE Crawford Fund, p. 6-12.
- Schwerdtner Máñez, K., Dabdava, L., Ekau, W. 2014. Fishing the last frontier: The introduction of the marine aquarium trade and its impact on local fishing communities in Papua New Guinea. *Marine Policy*, 44: 279-286.
- Shiklomanov, I.A. 1993. World fresh water resources. In: Gleick, P.H. (ed.). *Water in Crisis: A Guide to the World fresh water resources*. New York: Oxford University Press.
- Shvidenko, A. et al. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends: Forest and Woodland*. Chap. 21. Island Press: Washington, 37 p.
- SHMÚ. 2014. *Správa o kvalite ovzdušia a podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečisťovaní v Slovenskej republike*. 2012. Bratislava: MŽP SR a SHMÚ, 73 s.
- Švec, M., Hauptvogel, P., Brestič, M., Mikulová, K. 2010. *Vyhľadávanie a identifikácia genetických zdrojov pšenice (Triticum spp. L.)*. Brno: Tribun EU, 139 p. ISBN 978-80-7399-966-7.
- Tauš, P., Rybár, R., Kudelas, D., Domaradský, D., Kuzevič, Š. 2010. Potenciál obnoviteľných zdrojov energie na Slovensku z hľadiska výroby elektrickej energie. *Acta Montanistica Slovaca*, 10: 317-326.
- Wittenberger, G., Pinka, J., Sidorová, M. 2004. Využitie geotermálnej energie na Slovensku a jej budúci vývoj. *Acta Montanistica Slovaca*, 9:348-351.
- WRG. 2009. *Charting our water future. Economic frameworks to inform decision-making*. 2009. 185 p.
- Zhang, W., Ricketts, T.H., Kremen, C., Carney, K., Swinton, S.M. 2007. Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological Economics*, 64, 253-260.

6 REGULAČNÉ EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY

V minulosti sa uprednostňovali prevažne zásobovacie ekosystémové služby, ktoré prinášali bezprostredný priamy úžitok (napr. vo forme poľnohospodárskych komodít). Počas posledných 50 rokov boli zmeny ekosystémov rýchlejšie a komplexnejšie než v akomkoľvek inom porovnateľnom období v ľudskej histórii, z dôvodu rýchlo rastúceho dopytu po potravinách, pitnej vode, dreve, vláknach a palivách s negatívnym dopadom na ekosystémy. Niektoré ekosystémové služby, ako je regulácia a stabilizácia klímy, prúdenie vody a pohyb živín, boli v minulosti slabšie vnímané (nedocenené) až do momentu narušenia prirodzenej odolnosti ekosystémov. Došlo k zníženiu (degradácii) plnenia týchto služieb, čo sa prejavilo zmenou klímy, eróziou pôdy alebo eutrofizáciou. Regulačné ekosystémové služby často neboli ani formálne začlenené (započítané) v ekonomických systémoch (prípadne len ako „externality“) až do doby, kým sa tieto „externality“ nestali významnou nákladovou záťažou pre spoločnosť (ako je napríklad obnovenie degradovaných riečnych systémov). V súčasnosti je prioritou začleniť regulačné ekosystémové služby spolu s ostatnými kategóriami služieb ekosystému do komplexného hodnotenia a oceňovania ekosystémov.

Regulačné služby sú úžitky zo samoudrżujúcich schopností ekosystémov, z regulácie ekosystémových procesov (Eliáš, 2010). Ako služby ekosystému sú funkčne prepojené nielen medzi sebou navzájom, ale sú úzko spojené aj s ostatnými kategóriami služieb, ktoré poskytuje konkrétny ekosystém, ako sú zásobovacie či kultúrne služby. Podmienkou ich plnenia sú podporné procesy prebiehajúce v ekosystéme a biodiverzita.

Regulačné služby poskytované ekosystémami sú veľmi rôznorodé. Patrí sem regulácia kvality ovzdušia, regulácia vodného režimu, čistenie vody, odstraňovanie znečisťujúcich látok, regulácia chorôb, kontrola prírodných škodcov (biologická kontrola ako odolnosť proti inváziám a regulácia škodlivých činiteľov), opelenie, kontrola erózie, ochrana pred prírodnými katastrofami, regulácia klímy. V literatúre sú najviac používané tri základné kategorizácie regulačných ekosystémových služieb: podľa **Millenium Ecosystem Assessment (MA)**, **The Economics of Ecosystem and Biodiversity (TEEB)** a **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)** (tab.6.1).

Klasifikácia podľa MA je celosvetovo uznávaná a používaná pri globálnom aj čiastkovom hodnotení a oceňovaní regulačných ekosystémových služieb. TEEB predstavuje aktualizovanú klasifikáciu na základe MA klasifikácie, ktorá sa využíva predovšetkým v národných štúdiách v rámci Európy. CICES poskytuje hierarchický systém v nadväznosti na TEEB klasifikáciu, aplikovaný najmä pri oceňovaní ekosystémov a v environmentálnom účtovníctve.

Tabuľka 6.1 Kategórie regulačných ekosystémových služieb (MA, 2005; Harison et al., 2014)

MA kategórie	TEEB kategórie	CICES kategórie
Regulácia kvality ovzdušia	Regulácia kvality ovzdušia	Mediácia fyzikálnych, chemických a biologických zložiek atmosféry, regulácia klímy
Čistenie vody	Čistenie vody	Čistenie odpadov a toxických látok biotou a ekosystémom
Regulácia vodného režimu	Regulácia vodných tokov, modelovanie extrémnych udalostí	Regulácia tokov vody
Regulácia erózie	Prevenencia erózie	Regulácia tokov hmoty
Regulácia klímy	Regulácia klímy	Zloženie atmosféry a regulácia klímy
Opeľovanie	Opeľovanie	Životné cykly, ochrana genofondu, opeľovanie
Biologická regulácia škodcov, regulácia chorôb	Biologická kontrola	Kontrola škodcov a chorôb

Podľa **Constanza** (2008) klasifikácia regulačných služieb závisí aj od ich **lokalizácie a dosahu**. Regulačné ekosystémové služby podľa dosahu delí na:

- služby s **globálnym dosahom** (regulácia klímy, regulácia vodného režimu),
- služby s **regionálnym a lokálnym dosahom** (napr. regulácia mikroklimy, regulácia erózie, filtračné služby, biologická kontrola, opeľovanie).

6.1 REGULÁCIA VODNÉHO REŽIMU

Voda je jedným zo základných činiteľov tvorby a premeny krajiny. V rôznych formách vytvára podmienky pre život a spolu s pôdou a ovzduším je nezastupiteľnou abiotickou zložkou životného prostredia.

Množstvo vody na Zemi je obrovské (tab. 6.2), Encyklopédia of Climate and Wheater (1996) uvádza 1 386 000 000 km³. Z uvedeného množstva však len veľmi nízke percento tvorí sladká voda, rozhodujúca pre život organickej prírody, pričom približne 3/4 objemu sladkej vody predstavuje tzv. večný sneh a ľadovce. Viac ako 20 % tvoria podzemné vody, z ktorých polovica je prakticky nedostupná. Dostupnosť sladkej vody pre ľudstvo predstavujú necelé 3 % z celkových zásob vody na zemeguli. Prístupnosť a zásoby vody sú nerovnomerné, napr. Európa a Ázia s približne 72 % všetkého obyvateľstva Zeme disponujú len 27 % využiteľných zásob vody.

Tabuľka 6.2 Odhad rozloženia svetových zásob vody
(Schneider, 1996; Kravčík et al., 2007)

Zdroj vody	Objem vody (km ³)	Percento z celkového objemu vody
Voda v oceánoch, moriach a zálivoch	1 338 000 000	96,5
Voda v ľadovcoch a večnom snehu	24 064 000	1,74
Podzemná voda	23 400 000	1,7
Sladká voda	10 530 000	0,76
Slaná voda	12 870 000	0,94
Pôdna vlhkosť	16 500	0,001
Suchozemský ľad a zmrznutá pôda	300 000	0,022
Voda v jazerách	176 400	0,013
Sladká voda	91 000	0,007
Slaná voda	85 400	0,006
Voda v atmosfére	12 900	0,001
Voda v bažinách	11 470	0,0008
Voda v riekach	2 120	0,0002
Voda v rastlinách	1 120	0,0001
Celkový objem vody	1 386 000 000	100

Kolobeh vody je biofyzikálny proces, ktorý významne ovplyvňuje fungovanie ekosystémov. Nepreržitý kolobeh vody je vyvolaný slnečnou energiou a zemskou gravitáciou. Rozlišujeme:

- **krátky (uzatvorený kolobeh) – malý vodný cyklus**, pri ktorom voda vyparená z pevniny spadne v podobe zrážok na tú istú pevninu, je charakteristický pre „hydrologicky zdravú“ krajinu, kde voda cirkuluje na pomerne krátke vzdialenosti. Väčšina vody, ktorá sa z určitého územia vyparí, sa opäť zráža a na tomto území dopadá späť. Malý vodný cyklus zodpovedá za väčšinu zrážok dopadajúcich na pevninu. V malom vodnom cykle teda prebieha cirkulácia vody aj horizontálne, ale na rozdiel od veľkého vodného cyklu je pre malý vodný cyklus charakteristický vertikálny pohyb.
- **dlhý (otvorený kolobeh)**, zahŕňa odparovanie vody nad oceánom a dažďové zrážky nad kontinentom. Do atmosféry sa každoročne vyparí približne 550 tisíc km³ vody, 86 % z celkového výparu zeme predstavuje voda vyparená z oceánov a 14 % z pevniny (Kravčík et al., 2007).

Prítomnosť alebo neprítomnosť vody v krajine výrazne ovplyvňuje zásobovacie služby, ostatné regulačné služby ekosystémov, ako aj podporné procesy a biodiverzitu. Na **regulácii vodného režimu** v krajine **sa podieľajú všetky ekosystémy**, ovplyvňujú hydrologický cyklus krajiny a tým aj stabilitu krajiny. Vodu regulujúce ekosystémové služby zahŕňajú:

- distribúciu vody,
- udržanie vody,
- kolobeh vody pre všetky ekosystémy,
- reguláciu záplav.

Prirodzené ekosystémy zohrávajú kľúčovú úlohu v kolobehu vody najmä cez:

- intercepciu - zachytenie vody na povrchu porastov a
- evapotranspiráciu - výdaj vody v podobe vodnej pary z povrchu pôdy (evaporácia) a povrchom rastlín, spravidla listami (transpirácia). Proces evapotranspirácie je energeticky najnáročnejší prírodný proces prebiehajúci na Zemi. Najvyššiu schopnosť transpirácie majú ekosystémy mokradí.

Veľký význam prirodzených ekosystémov spolu s vodnými nádržami sa prejavuje akumuláciou vody v čase maximálnych prietokov (topenie snehu, vysoké zrážky) a zvyšovaním prietokov v čase nedostatku vody (v období sucha). Protipovodňová ochrana je jednou z najdôležitejších ekosystémových služieb, ktorá môže zvýšiť alebo znížiť negatívne vplyvy katastrof súvisiacich s vodou.

Regulácia vodného režimu môže mať **preventívny charakter** alebo **zmiernujúci charakter**. V prvom prípade ekosystém (napríklad lesný ekosystém) mení smer alebo pohlcuje časť vstupnej vody (z dažďových zrážok), znižuje povrchový odtok, a tým aj množstvo vody, ktorá naplňa rieky. Zmierniť povodne sú schopné ekosystémy mokradí, ktoré poskytujú retenčný priestor pre prebytok vody k rozliatiu, čím sa zníži potenciál ničivej sily povodní.

6.1.1 Regulačné služby vodných ekosystémov

Vodné ekosystémy majú vysoký potenciál pre zadržiavanie a poskytovanie vody. Riečne ekosystémy, ekosystémy jazier a mokradí sú poskytovateľmi vody. Zamokrené ekosystémy, mokrade, sú citlivé ekosystémy, charakteristické výskytom hladiny podzemnej vody v blízkosti terénu alebo aj na jeho povrchu (Skálová et al., 2009). Majú vysoký potenciál pre zadržiavanie vody, podieľajú sa na zvyšovaní retenčnej schopnosti, ako aj na zabezpečení ekologickej stability povodia, na ochrane proti búrkovým prívalom, na stabilizácii brehov a ochrane proti erózii (napr. mangrovové porasty), na dopĺňaní zdrojov podzemných vôd (prechod vody z mokrade do podzemných zásobární), ako aj na uvoľňovaní podzemných vôd (pohyb vody z mokradí do povrchových vôd). Mokrade v záplavových oblastiach tak významnou mierou znižujú riziko záplav.

6.1.2 Regulačné služby terestrických ekosystémov

Jeden zo záverov Svetového vodného fóra v Istanbule hovorí, že suchozemské ekosystémy plnia v rámci vodného cyklu podstatné úlohy a poskytujú veľmi cenné služby pre manažment vody. Využívanie týchto služieb si vyžaduje iniciatívnu koordináciu manažmentu

vody a krajiny. Trvalo udržateľné využívanie ekosystémových služieb môže v porovnaní s investíciami do štrukturálnych opatrení znamenať lacnú stratégiu s mnohými výhodami pre krajinu, vodu a klímu (WWF, 2009).

Terestrické ekosystémy regulujú vodu predovšetkým akumuláciou vody v pôde. Pôdna voda patrí k podpovrchovej vode (bez ohľadu na skupenstvo), nevytvára súvislú hladinu a nevypĺňa všetky póry. Schopnosť pôdy akumulovať vodu závisí od parametrov pôdy (zrinitosť pôdy, mineralogické zloženie pôdy, kvalita a usporiadanie pôdnych horizontov, zhutnenie pôdy resp. objemová hmotnosť, štruktúra pôdy, obsah a kvalita organickej hmoty) a od vlastností prostredia (reliéf, svahovitosť, klíma, zrážky, hladina podzemnej vody) (Bujnovský et al., 2009). Veľmi významným parametrom je hĺbka pôdy, ktorá určuje celkové množstvo vody, ktoré pôda môže akumulovať. Pôda hlboká 1 m s 25 % podielom vody v pôde akumuluje až 250 L.m⁻², teda 25 000 hektolitrov na hektár.

Zo suchozemských ekosystémov spotrebúvajú **lesné ekosystémy** viac vody ako agroekosystémy (poľnohospodárske kultúry a pasienky). Korunová vrstva stromov pôsobí ako prirodzený dáždik a zadržiava časť zrážok (intercepcia). Časť zrážkovej vody sa vyparí z povrchu listov (tzv. straty intercepciou), časť vody spotrebuje lesná vegetácia na svoj rast (transpirácia) a časť sa vyparí z povrchu pôdy (evaporácia). Pritom aj tá časť zrážok, ktorá sa dostane na povrch, odteká pomalšie kvôli väčšej drsnosti povrchu a nadložnému humusu v porastoch. Takto zasakuje viacej vody do pôdy a povrchový odtok nedosahuje už v takom rozsahu vodný tok, čím eliminuje možnosť vytvorenia povodňových vln (Valtýni, 2002). Pri znižovaní plochy lesa (či už prechodnej, resp. trvalej) dochádza k zvyšovaniu odtoku zo spádového územia. Lesný ekosystém významne ovplyvňuje výšku hladiny podzemnej vody, množstvo a čistotu vody v prameňoch a kvalitu vodných zdrojov. Lesný ekosystém reguluje vodný režim cez zachytávanie zrážok (lesný porast v období sucha funguje ako zásobáreň vody), evaporáciu, akumuláciu a odtok vody. Pri zvýšených úhrnoch zrážok dokáže značné množstvo vody prijať a tým znížiť odtok vody po svahu, čím znižuje nebezpečenstvo povodní znižovaním povrchového odtoku vody zo spádového územia. Ekosystém lužných lesov, ktorý sa nachádza pozdĺž záplavových riek, významne pomáha adsorbovať prebytočnú vodu, a tak znižuje poškodenia spôsobené záplavami.

Agroekosystémy, predovšetkým orné pôdy, majú regulačnú schopnosť ovplyvnenú melioráciami a upravenými vodnými tokmi, čo spôsobuje zrýchlený odtok vody, vysychanie, ako aj nedostatočnú tvorbu podzemnej vody. Intenzívna meliorácia v minulosti spôsobila rad negatívnych zmien. Pokles hladiny podzemnej vody v dôsledku odvodnenia následne mení charakter a skladbu ekosystémov v širokom okolí odvodňovaných polí. Takto zmenená krajina nedokáže zadržiavať vodu pri intenzívnych zrážkach, riečna sieť premenená na zakryté alebo otvorené kanály urýchľuje odtok vody z krajiny a upravené korytá tokov umožňujú rýchly presun obrovských mäs vody, čo následne zvyšuje riziko záplav. Agroekosystém reguluje vodný režim predovšetkým cez akumuláciu vody v pôde a miera jeho schopnosti plniť túto regulačnú službu je výrazne ovplyvnená manažérskymi opatreniami v agroekosystémoch. Pri ich aplikácii je potrebné brať do úvahy aj to, že vegetačné obdobie kultúrnych plodín je relatívne krátke a časť roka nie je pôda pokrytá vegetáciou.

6.2 REGULÁCIA KLÍMY

Regulácia vodného režimu je v úzkom spojení s reguláciou klímy. Ekosystémy majú priamy vplyv na reguláciu klímy prostredníctvom fyzikálnych, biologických a chemických procesov, ktoré určujú toky vody, energie a zložiek atmosféry.

Klíma sa vyznačuje premenlivosťou a kolísaním. Jej zmeny sú prevažne prirodzeného charakteru (klimatické zmeny). Pridružili sa k nim aj zmeny vyvolané antropogénnou činnosťou (klimatická zmena). Zmena klímy na globálnej úrovni sa prejavuje stúpajúcim trendom povrchovej teploty Zeme. Svetová meteorologická organizácia, ktorá vyhodnocuje záznamy zo všetkých meteorologických staníc na svete od roku 1866, uvádza, že priemerná teplota zemského povrchu je o 0,74 °C vyššia, ako bola pred 100 rokmi (porovnanie rokov 1906 – 2005). Zatiaľ posledná správa Medzivládneho panelu o zmene klímy (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, 2014) zdokumentovala 12 najteplejších rokov v histórii meteorologických pozorovaní, ktoré sa vyskytli od začiatku 90. rokov 20. storočia. Európska pevnina zaznamenala zvýšenie teploty (do roku 2011) o 1,3 °C. Teplejšia atmosféra podmieňuje výskyt extrémnych prejavov počasia, ako sú búrky, krupobitia, hurikány a víchrice. Fakty súvisiace so zmenami a premenlivosťou klímy sa často dostávajú do centra pozornosti, a to najmä v obdobiach s výskytom rôznych anomálií počasia v porovnaní s dlhodobými priemermi.

Pecho et al. (2014) uvádza nasledovné dopady zmeny klímy na ekosystémy:

- zmena priestorového výskytu biotopov, úbytok biotopov, pokles biodiverzity ekosystémov, migrácia rastlinných a živočíšnych druhov, vymieranie druhov,
- výrazný pokles primárnej produktivity ekosystémov v reakcii na zvýšený teplotný a vodný stres,
- na druhej strane je pozorovaný rast produktivity lesov v niektorých regiónoch ako dôsledok predlžovania vegetačného obdobia,
- zhoršenie zdravotného stavu (kondície) rastlinných a lesných spoločenstiev miernych a subtropických šírok v dôsledku rastúceho teplotného a vodného stresu, ako aj invázie rastlinných škodcov z teplejších oblastí,
- väčší rozsah lesných požiarov,
- pokles produktivity oceánov o 6 % v období od začiatku 80. rokov (ide o najvýraznejší pokles za posledných 1400 rokov),
- zvýšená „úmrtnosť“ koralov v dôsledku vyššej priemernej teploty morskej vody,
- zvýšené množstvo rias v riekach a jazerách miernych šírok v dôsledku rastu teploty vody,
- skorší začiatok pestovania mnohých poľnohospodárskych plodín, zlepšenie podmienok pestovania vinnej révy v mnohých oblastiach miernych šírok,
- rozmázanie trvalo zamrzutej pôdy na Sibíri a v Kanade, čo predstavuje veľký zdroj skleníkových plynov a metánu.

Globálne otepľovanie sa na Slovensku prejavilo nárastom priemernej ročnej teploty vzduchu o 1,7 °C (porovnanie rokov 1881 – 2010) a poklesom ročných úhrnov atmosférických zrážok v priemere asi o 0,5 % (MŽP SR, 2014). Regionálne rozdiely boli

zaznamenané medzi južnou a severnou časťou územia. Na juhu Slovenska bol tento pokles 10 %, kým na severe a severovýchode 5%. Poklesla aj snehová pokrývka takmer na celom území Slovenska. Podrobnejšie výsledky analýz možno nájsť v prácach Lapin *et al.* (2009, 2012), Pecho *et al.* (2010).

Regulácia klímy je ekosystémová služba prebiehajúca na globálnej, regionálnej a lokálnej úrovni. Ekosystémy regulujú klímu prostredníctvom biogeochemických a biofyzikálnych efektov (účinkov) (MA 2005, tab. 6.3). Biogeochemické procesy pôsobia buď na regionálnej, alebo globálnej úrovni, zatiaľ čo biofyzikálne procesy majú len regionálny dosah. Ekosystémy regulujú aj mikroklimu tmením teplotných extrémov a poskytovaním tieňa a prístrešia.

Tabuľka 6.3 Biogeochemické a biofyzikálne efekty regulujúce klímu (MA, 2005)

Biogeochemické efekty	Zdroje skleníkových plynov ovplyvňujú radiáciu a vedú k otepleniu klímy Zdroje aerosolov môžu odrážať alebo zachytávať slnečné žiarenie (vplyvajú na oteplenie alebo ochladenie), ovplyvňujú tvorbu mrakov
Biofyzikálne efekty	Lokálne
	Poskytnutie tieňa pred teplom a UV žiarením Poskytnutie úkrytu pred vetrom a zrážkami Regulácia teploty Regulácia vlhkosti a zrážok
	Regionálne/globálne
	Albedo povrchu ovplyvňuje radiáciu a teplotu Evapotranspirácia ovplyvňuje radiáciu, tvorbu oblakov a zrážky Nerovnosť povrchu ovplyvňuje vetry

Medzi **procesy a javy zapojené do regulácie klímy** patria:

- **čiasťkové procesy kolobehu uhlíka:**
 - **sekvestrácia uhlíka** - transfer CO_2 alebo ďalších foriem C z atmosféry do iných, dlhodobých aktívnych rezervoárov, akými sú moria a oceány, pôda, geologické útvary a biota, s cieľom znížiť alebo zabrzdiť rýchlosť zvyšovania obsahu CO_2 v atmosfére, ktorý spolu s ostatnými skleníkovými plynmi ovplyvňuje procesy globálneho otepľovania a klimatické zmeny na Zemi.
 - **fotosyntéza**, ovplyvňujúca hladinu oxidu uhličitého v atmosfére,
 - **produkcia skleníkových plynov**, najmä CO_2 , N_2O , CH_4 , pričom potenciál globálneho otepľovania je u N_2O 298 krát a u CH_4 25 krát vyšší ako u CO_2 .
- **evapotranspirácia** z pôdy a rastlín, reguluje množstvo vodnej pary uvoľňovanej do atmosféry. Pri regulácii klímy má dvojnásobný efekt, ochladzuje výparom a ohrieva kondenzáciou (v noci).

- **albedo** hodnoty rôznych zložiek zemského povrchu, t.j. podiel prichádzajúceho slnečného žiarenia, ktoré sa odráža od zemského povrchu. Zmena albeda, napríklad prostredníctvom zmeny vegetácie, môže mať chladiaci alebo otepľujúci účinok na klímu.

6.2.1 Regulácia klímy vodnými ekosystémami

Voda a klíma sú úzko prepojené. Veľké **vodné útvary**, ako sú oceány a moria či rozsiahle jazerá majú zmierňujúci vplyv na globálnu, miestnu i regionálnu klímu, pretože slúžia ako veľké pohlcovače tepla. Voda zohráva dôležitú úlohu v klimatickom systéme prostredníctvom svojho kolobehu. Vyparovanie vody vyžaduje obrovské množstvá energie, ktoré pochádzajú výhradne zo Slnka. Keď vodná para kondenzuje do oblačnosti a zrážok, jej energia je uvoľnená späť do atmosféry. Takto voda slúži ako prostriedok prenosu a uskladnenia energie pre klimatický systém. Vodné ekosystémy, predovšetkým morské organizmy, predstavujú aj významné úložisko uhlíka. V globálnom meradle sú najvýznamnejšími zložkami pri fixácii uhlíka oceány, nasleduje pôda a vegetácia.

Zamokrené ekosystémy, ekosystémy **mokradí** (napr. rašeliniská), prispievajú ku stabilizácii regionálnej klímy, predovšetkým zrážok a teploty, znižujú odparovanie a ovplyvňujú tvorbu oblakov. Patria medzi dôležité zásobárne uhlíka na Zemi. V Spojenom kráľovstve Veľkej Británie a Severného Írska sa nachádza približne 15 % svetových rašelinísk. Je v nich uskladnený ekvivalent uhlíka rovnajúci sa priemyselným emisiám oxidu uhličitého, vyprodukovaným v tejto krajine počas viac ako dvadsať rokov. Kým nenarušené rašeliniská zadržiavajú a uskladňujú uhlík, zničené rašelinné biotopy uvoľňujú skleníkové plyny do atmosféry. Po odvodnení alebo inej zmene týchto biotopov (napr. na poľnohospodárske využitie) začnú rašeliniská veľmi rýchlo uvoľňovať zabudovaný uhlík vo forme skleníkových plynov, prispievajúcich ku globálnemu otepľovaniu. Rašeliniská prispievajú ku stabilizácii regionálnej klímy, predovšetkým zrážok a teploty, znižujú odparovanie, ovplyvňujú tvorbu oblakov.

6.2.2 Regulácia klímy terestrickými ekosystémami

Terestrické ekosystémy zohrávajú významnú úlohu pri **sekvestracii uhlíka** v nadzemnej a podzemnej biomase, v pôde a v mrtvej organickej hmote. CO₂ môže byť zachytávaný rastlinami (fotosyntéza) alebo priamo uchovávaný v pôde priamou alebo nepriamou fixáciou atmosférického CO₂.

V terestrických ekosystémoch predstavuje **hlavný rezervoár organického uhlíka pôda**. Sekvestraciu uhlíka v pôde, produkciu biomasy a mieru rozkladu organických látok ovplyvňujú zrážky, teplota, typ pôdy (textúra a mineralógia) a dostupnosť živín či vody. Odhadovaná celosvetová zásoba organického uhlíka v pôdach je 684-724 Pg vo vrstve 0-0,3 m a 1462-1578 Pg vo vrstve 0-1m (Batjes, 2014). Ročne dochádza respiráciou k strate asi 80 Pg uhlíka, čo sa rovná zhruba desaťnásobku ročne emitovaného množstva CO₂ zo spaľovania fosílnych palív (IPCC 2007). Pri respirácii zohrávajú okrem samotnej pôdy významnú úlohu

aj mikrobiálne spoločenstvá, ich aktivita, ako aj typ vegetácie. Napríklad lesné pôdy uvoľňujú počas letných mesiacov viac oxidu uhličitého ako lúčne porasty. Zvýšenie strát pôdneho organického uhlíka respiráciou môže byť spôsobené nielen vyššou teplotou, ale aj stratou vegetačnej pokrývky. V prípade intenzívne obrábaných pôd je pôdna respirácia vo veľkej miere ovplyvnená obrábaním pôdy. Takto je pokles množstva organického uhlíka v pôde najmä dôsledkom premeny prirodzených ekosystémov na agroekosystémy. Dochádza pri ňom k redukcii koreňovej zóny rastlín, znižovaniu vstupov rastlinných zvyškov do pôdy zberom úrody a zvýšeniu rozkladu humusu pri orbe. Zvyšovanie deficitu organických látok v pôde je jednou zo súčasných najväčších hrozieb pôdy (Blum, 2005).

Z uvedeného je zrejmé, že procesy toku a premien uhlíka v ekosystémoch sú výrazne ovplyvnené ľudskou činnosťou, využívaním krajiny predovšetkým **v agroekosystémoch**. V nich reprezentuje pôdna organická hmota viac ako 95 % (pastviny a trvalé trávne porasty) alebo až takmer 100 % (orné pôdy) celkového organického uhlíka akumulovaného v umelých ekosystémoch (Stolbovoy a Montanarella, 2008). Zmeny vo využívaní pôdy znamenajú zmenu podmienok pre transformáciu a akumuláciu organickej hmoty v pôde a tým aj zmenu celkových zásob pôdneho organického uhlíka. Pôdy ľahšie a rýchlejšie strácajú uhlík pri premene prírodných pôd na intenzívne využívané poľnohospodárske pôdy, ako je to naopak (zmena orných pôd na trvalé trávne porasty a lúky, resp. agrolesníctvo). Kultivácia pôd, predovšetkým zmena pasienkov na orné pôdy, vedie k významným stratám uhlíka v celkovej bilancii až 50 Pg (Janzen, 2006). Preto sú manažérske opatrenia terestrických ekosystémov dôležité aj z pohľadu regulácie klímy. Zmeny v sekvestracii uhlíka ovplyvňujú ďalšie ekosystémové služby, ako sú zásobovacie či filtračné.

V agroekosystémoch prispievajú k zvýšeniu skleníkového efektu aj **emisie dusíka a metánu**. Nárast emisií metánu súvisí s metanogénnymi procesmi v zamokrených podmienkach, ktoré sú zvyčajne spojené s produkciou ryže. Produkcia ryže sa podieľa 15 % na celkových emisiách CH_4 vo svete (IPCC, 2001). K zvyšovaniu emisií metánu prispievajú aj organické hnojivá. Ich aplikácia do pôdy má v porovnaní s anorganickými hnojivami potenciál zvýšiť emisie metánu o viac ako 50 % (Denier Vander, Neue, 1995). Ďalší príspevok predstavujú emisie metánu z enterickej fermentácie u zvierat. Emisie N_2O sa zvyšujú s rastúcimi dávkami dusíkatých hnojív do pôdy. Aj z tohto dôvodu majú agroekosystémy väčší podiel na celkových emisiách N_2O v porovnaní s lesnými a mokraďovými ekosystémami (Sozanska et al., 2002).

Lesné ekosystémy zohrávajú významnú úlohu v uhlíkovej bilancii. Brunner a Godbold (2007) uvádzajú, že lesy strednej Európy viažu približne 110 t uhlíka na jeden hektár, z toho je asi 27 t akumulovaných v ich podzemných častiach. Pôda lesných ekosystémov fixuje viac uhlíka v porovnaní s biomasou stromov. Narušenie funkčnosti lesného ekosystému spôsobuje zvýšenie emisie uhlíka do ovzdušia. K tomu môže dôjsť počas lesných požiarov alebo pri vetrových kalamitách.

Lesný ekosystém zohráva významnú úlohu v regulácii klímy aj **procesmi evapotranspirácie**. Napríklad v porovnaní s lúčnym ekosystémom má les vyššiu evapotranspiráciu. Les takto predstavuje zdroj vlhkosti pre ekosystém. Napríklad

v ekosystémoch dažďových pralesov vlhkosť uvoľnená do atmosféry zabezpečuje v danom regióne pravidelné výdatné zrážky, čím minimalizuje straty vody a pomáha kontrolovať teplotu zemského povrchu (UNDP, 2008).

Les reguluje teplotu a vlhkosť vzduchu, zmierňuje horúčavy, priaznivo vplýva na biologické, fyzikálne a chemické vlastnosti vzduchu. Zmeny klimatických parametrov, ako sú teplota a vlhkosť, majú vplyv aj na biodiverzitu ekosystémov, čo následne môže viesť k zmenám regulačných služieb ekosystému. Najvýraznejšie sa tieto zmeny môžu prejavovať v zmenách biodiverzity mokrad'ových ekosystémov.

6.3 REGULÁCIA ERÓZIE

Pod **eróziou** rozumieme **rozrušovanie pôdy** činnosťou vody, vetra a ľadu, odnos pôdnej hmoty zemského povrchu a jej premiestňovanie do iných polôh, kde nastáva jej hromadenie v podobe nánosu. Tento proces, ktorý prebieha v prirodzených podmienkach pomalšie, sa zintenzívňuje vo využívanej krajine a prináša celý rad nepriaznivých dôsledkov. Z hľadiska pôdotvorby je dôležitá intenzita erózie. Kritická hodnota straty pôdy eróziou je definovaná ako maximálna hodnota straty pôdy, ktorá dovoľuje trvale a ekonomicky udržiavať úrodnosť pôdy. Takto je erózia pôd považovaná za **závažný degradačný proces**, ktorý môže viesť k úplnému odnosu jemnozeme, a tým k zániku pôdy.

Podľa činiteľov, ktoré spôsobujú vznik erózie, rozoznávame:

- svahové pohyby,
- vodnú eróziu,
- ľadovcovú eróziu,
- veternú eróziu

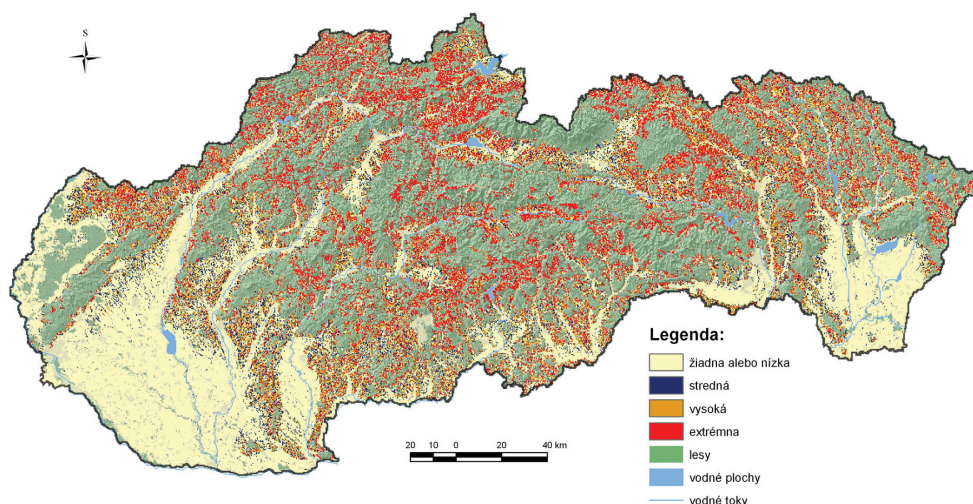
Svahové pohyby vyvolané gravitačnou silou spôsobujú pohyby hornín a sedimentov z vyšších miest na nižšie. Tento typ erózie prebieha v prírode nepretržite na všetkých svahoch, aj pod vodou.

Vodná erózia je vyvolaná kinetickou energiou dažďových kvapiek padajúcich na pôdny povrch a mechanickou silou povrchovo stekajúcej vody. Povrchový odtok spojený s eróziou vzniká aj pri jarnom topení snehovej pokrývky. Hoci je vodná erózia prirodzený proces, v poslednom období je výrazne akcelerovaná neuváženou činnosťou človeka. Riečna erózia spôsobuje vymývanie brehov riek, ktoré sú nedostatočne spevnené porastom. Unášané pôdne častice sú ďalej odplavované a akumulované na riečne dno v závislosti od ich veľkosti, hmotnosti a od intenzity prúdu vody.

Ľadovcovú eróziu podporuje intenzívne zvetrávanie v dôsledku mrazu. Ľadovec pri svojom stekaní do nižšie položených oblastí rozrušuje a odnáša so sebou veľké množstvo materiálu. Typickým znakom ľadovcovej erózie sú ryhy a škrabance na podložných horninách.

Veterná erózia pôsobí rozrušovaním pôdneho povrchu mechanickou silou vetra (abrázia), odnášaním rozrušovaných častíc vetrom (deflácia) a ukladaním týchto častíc na inom mieste (akumulácia). Veterná erózia spôsobuje škody nielen na poľnohospodárskej pôde a výrobe (odnosom ornice, hnojív, osív a ničením poľnohospodárskych plodín), ale aj zanášaním komunikácií, vodných tokov, vytváraním návejov a znečisťovaním ovzdušia (Ilavská et al., 2005). Veternú eróziu môžu ovplyvňovať aj zmeny klímy, buď prostredníctvom vplyvu na náchylnosť pôdy na erozivitu, alebo cez ich vplyv na erodibilitu. **Erozivita pôdy** je potenciálny odnos súčastí pôdneho povrchu ako funkcia sily vetra a vlhkosti povrchu pôdy. **Erodibilita** pôdy je ovplyvnená zrnitosťou pôdy a obsahom humusu a je určená vegetačným krytom a typom povrchu. So zvyšujúcou sa ariditou klímy sa znižuje mohutnosť a pokryvnosť vegetačného krytu, ktorý slúži na ochranu zemského povrchu a ovplyvňuje veterný režim. Klíma ovplyvňuje aj povahu povrchových materiálov, a to reguláciou vlhkosti, súdržnosti pôdy a podielu organickej hmoty. Pôdy, ktoré sú suché, majú nízky obsah ílu a málo humusu, sú vysoko náchylné na veternú eróziu (Alsharhan, 2003).

Podľa údajov FAO z celkového počtu 2 mld. hektárov degradovaných pôd na svete je až 56 % degradovaných vplyvom vodnej erózie a 28 % vplyvom veternej erózie. Zanášanie sedimentmi spôsobuje ročnú stratu objemu svetových nádrží asi o 50 km³, t.j. asi 1 % objemu za rok (EEA, 2003). V Európe je vodnou eróziou postihnutých približne 115 miliónov hektárov pozemkov a veternou eróziou 42 miliónov hektárov (EC, 2010). Erózia pôdy je najvýznamnejšia forma fyzikálnej degradácie pôdy aj na Slovensku, vysokou eróziou (odnos pôdy predstavuje 10 až 30 ton na hektár) je potenciálne ohrozených 14,78 % z poľnohospodársky využívaných pôd (Styk, 2013; Kobza et al., 2014) (obr. 6.1).



Obrázok 6.1 Potenciálne ohrozenie poľnohospodárskych pôd vodnou eróziou na Slovensku (Styk, 2013)

Vznik, priebeh a intenzita erózneho procesu sú ovplyvnené kombináciou prírodných a človekom ovplyvnených podmienok (Ilavská et al., 2005). K **dôsledkom** erózných procesov patrí:

- strata pôdy, pokles úrodnosti,
- transport a sedimentácia častíc,
- zanášanie vodných tokov, vodných stavieb,
- zvyšovanie dna splaveninami,
- transport chemických látok (priemyselné hnojivá, pesticídy, poľnohospodárske aj priemyselné odpady).

6.3.1 Regulácia erózie vodnými ekosystémami

Vodné ekosystémy môžu prispieť k stabilizácii pôdy a ochrane pred eróziou **brehovou vegetáciou** (rastlinami rastúcimi pozdĺž brehov) a ponorenou vegetáciou, ktorá ovplyvňuje následnú sedimentáciu. Pôdoochranné účinky brehovej drevinovej vegetácie sa prejavujú v ochrane brehov a vodných nádrží pred ich deštrukciou vymieľaním, resp. rozplavovaním a podmieľaním. Plstnatá koreňová sieť bylín a tráv zabraňuje vyplavovaniu pôdy v jej vrchných vrstvách (Čaboun et al., 2010).

Pri ochrane eróziou ohrozených pobreží majú významnú úlohu **pobrežné ekosystémy** (pláže, duny, prírodné ekosystémy). Degradácia týchto ekosystémov (zastavanie, koncentrácia infraštruktúry na pobreží) má negatívny dopad na reguláciu erózie. Z vodných ekosystémov sú to koralové útesy, ktoré chránia pobrežné oblasti pred vodnou eróziou.

6.3.2 Regulácia erózie terestrickými ekosystémami

V terestrických ekosystémoch sa na regulácii erózie podieľa predovšetkým **vegetácia**. Hlavnými faktormi, ktoré priamo ovplyvňujú reguláciu erózie, sú tie, ktoré ohrozujú integritu vegetačného krytu, konkrétne:

- v lesných ekosystémoch:
 - zvýšené riziko požiaru (spojené so zvýšeným turistickým ruchom a rozšírením siete turistických chodníkov),
- v ekosystémoch lúk a pasienkov:
 - intenzívne využívanie trávnych porastov (napríklad ako pasienkov), čo má za následok stratu vegetačného krytu a zhutnenie pôdy,
- v ekosystémoch orných pôd:
 - zvýšenie výmery ornej pôdy,
 - ponechanie ornej pôdy v zimnom období bez vegetačného krytu,
 - využívanie orných pôd aj na svahoch s vyšším sklonom,
 - odstránenie medzí, remízok, živých plotov.

Protierózna ochrana pôdy je komplex organizačných, agrotechnických, biologických a technických opatrení, ktorých hlavným cieľom je zabrániť vzniku škodlivej erózie na ohrozenej pôde. Antal (2005) a Fulajtár, Janský (2001) uvádzajú nasledovné druhy protieróznych opatrení pre pôdy:

- organizačné opatrenia:
 - protierózne rozmiestnenie kultúr a plodín,
 - veľkosť, tvar a usporiadanie pozemkov,
 - delimitácia pôdneho fondu,
- agrotechnické opatrenia:
 - vrstevnicová a pôdoochranná agrotechnika,
- biologické opatrenia:
 - ochranné zatrávňovanie a zalesňovanie,
 - stabilizujúce pásy, pásové pestovanie plodín,
 - protierózne oševné postupy,
- technické opatrenia:
 - protierózne priekopy,
 - terasy.

6.4 BIOLOGICKÁ REGULÁCIA

Biologická regulácia priamo ovplyvňuje ľudské zdravie a pohodu (v prípade ľudských škodcov a chorôb) a má potenciálne veľký vplyv na poskytovanie produkčných ekosystémových služieb, ako aj na podporné procesy a biodiverzitu ekosystémov. **Pojem biologická regulácia** ako potlačenie populácie hmyzu pôsobením jeho natívnych alebo cudzích nepriateľov použil ako prvý Harry Smith z Univerzity v Californii. Ďalšia definícia Van Drieschema a Bellowsoma rozumie pod biologickou reguláciou použitie parazitoïdov, predátorov, patogénov a antagonistov na potlačenie populácie škodcov s cieľom znížiť ich plodnosť, a tak aj ich celkový negatívny vplyv (Gramanickam, 2002). Biologická regulácia ako služba ekosystémov zahŕňa:

- reguláciu patogénov, škodcov a chorôb – najmä prostredníctvom predátorov,
- opelňovanie.

Biologickú reguláciu ovplyvňujú **faktory**:

- biotické (biodiverzita, dravce, patogény, konkurenti a hostitelia),
- abiotické (klimatické faktory, využívanie pôdy),
- socio-ekonomické (choroby alebo použitá ochrana proti škodcom).

Negatívny vplyv na biologickú reguláciu má:

- intenzifikácia poľnohospodárskej výroby,
- rast ľudskej populácie,

- náhodné zavlečenie škodcov a patogénov,
- hospodárenie s pôdou,
- klimatické zmeny, ktorých dopad sa výraznejšie prejaví v budúcich desaťročiach.

6.4.1 Regulácia patogénov, škodcov a chorôb

Prirodzenú reguláciu patogénov a škodcov zabezpečujú predovšetkým **prirodné ekosystémy** poskytovaním stanovišťa a potravy pre článkonožce a iné predátory, napr. hmyzožravé vtáky a netopiere, ktoré pôsobia aj ako prirodzení nepriatelia poľnohospodárskych škodcov. Podľa viacerých autorov (Stiling, Cornelissen 2005; Cardinale et al., 2006) zvýšenie rozmanitosti prirodzených nepriateľov posilňuje potlačenie škodcov a naopak. Vylúčenie predátorov môže mať za následok zníženie výnosov plodín.

Biologická regulácia škodcov v **agroekosystéme** je dôležitá ekosystémová služba s priamym dopadom na produkčnú službu. Biologická ochrana, napríklad rastlín, môže byť prirodzená – zabezpečená ekosystémom nezávisle od človeka alebo introdukovaná (vnesená) pomocou aplikácie užitočných mikroorganizmov (Molnárová et al., 2011). Biologická regulácia môže obmedziť populáciu škodcov a burín v agroekosystéme, čím sa znižuje potreba herbicídov a pesticídov. Herbicídy so širokospektrálnym účinkom negatívne ovplyvňujú biodiverzitu znížením zastúpenia aj relatívne neškodných burín.

6.4.2 Opeľovanie

Sedemdesiatpäť percent celosvetovo významných plodín je závislých buď čiastočne, alebo úplne **na opeľovaní** (Klein et al., 2007). Najvýznamnejším opeľovačom je hmyz, predovšetkým včely. Opelenie rastlín včelami (ako aj iným druhom hmyzu) je významná ekosystémová služba, ktorá ovplyvňuje výnos, kvalitu a stabilitu produkcie plodín. Nie všetky rastliny však potrebujú pre opelenie hmyz. Niektoré využívajú vietor (napr. ryža, kukurica, pšenica) alebo samoopeľovanie (napr. šošovica a fazuľa).

Zraniteľnosť agroekosystémov znížením opeľovania sa medzi jednotlivými typmi komodít, ako aj podľa geografickej oblasti, značne líši. Veľmi náchylné na zníženie stavu opeľovačov sú káva, kakao, čaj, orechy, ovocie a jedlé olejiny. Degradácia takejto biologickej regulácie - opeľovania by tak mohla mať podľa Gallaia et al. (2009) zničujúce dôsledky na ekonomiku západoafrických krajín v krátkodobom horizonte a viesť k významnej reštrukturalizácii svetových cien v dlhšom časovom horizonte.

6.5 FILTRAČNÉ SLUŽBY

Zdravá pôda, čistá voda a čisté ovzdušie sú základnými predpokladmi pre ľudské zdravie. Regulácia kvality pôdy, vody a ovzdušia patrí k zásadným regulačným službám, nevyhnutným pre život.

Znečisťujúce látky, ako sú anorganické a organické polutanty, nadmerné živiny a sedimenty, môžu byť ekosystémom zachytené, odfiltrované, akumulované alebo transformované. Zdravý ekosystém prostredníctvom procesu čistenia zabezpečuje čistú pôdu, čistú pitnú vodu, ako aj vodu pre priemyselné a rekreačné využitie a čisté ovzdušie. K hlavným filtračným službám ekosystémov patrí (MA 2005):

- čistenie pôdy,
- čistenie vody,
- čistenie ovzdušia.

6.5.1 Čistenie pôdy

Kvalita pôdy je previazaná buď priamo, alebo nepriamo so všetkými službami a podpornými procesmi (napr. kolobeh živín, produkcia biomasy, kvality vody, regulácia klímy, opel'ovanie, atď.). Ekosystémy sa podieľajú na regulácii kvality pôdy (čistení pôdy) na všetkých úrovniach. Majú prirodzenú schopnosť čistiť pôdy. **Samočistiaca schopnosť má** však svoje **limity**, po ich prekročení už dochádza k degradácii pôdy so všetkými dôsledkami pre celý ekosystém.

Filtrácia látok je prirodzená schopnosť ekosystému zadržať, resp. imobilizovať látky v pôdnom profile. Z antropického pohľadu je to schopnosť pôdy efektívne imobilizovať (meniť biopristupnú formu na formu potenciálne viazanú) rôzne imisie a odpady produkované človekom. Z ekologického hľadiska je to udržanie stability pôdneho prostredia voči toxickým látkam. Schopnosť pôdy imobilizovať rizikové prvky patrí k dôležitým službám pôdy z hľadiska ochrany hydrosféry a rastlinnej produkcie pred kontamináciou. Mechanizmus tejto schopnosti je založený na mechanickom odfiltrovaní (t.j. zadržení/imobilizácii), adsorbovaní alebo absorbovaní rizikových prvkov. Niektoré organické látky môžu byť rozložené a transformované (Makovníková et al., 2007). Pôda ako filter zachytáva cudzorodé látky **organického** aj **anorganického charakteru**. Pre človeka a potravinový reťazec bioty je zvlášť dôležité zachytávanie (eliminácia) toxických a zdraviu škodlivých polutantov, ktoré sa do pôdy môžu dostávať suchou, ale aj mokrou depóniou.

Procesy cudzorodých látok v pôdnom prostredí sú regulované:

- fyzikálno-chemickými vlastnosťami daného kontaminantu,
- vlastnosťami pôdneho prostredia (geologické podmienky danej lokality, pôdny typ),
- klimatickými faktormi,
- veľkosťou a pôvodom znečistenia.

Organické polutanty sú charakterizované ako xenobiotiká, čiže látky životnému prostrediu cudzie a prirodzene sa v ňom nevyskytujúce. Najdôležitejším mechanizmom retencie organických polutantov v pôde je ich sorpcia na organickú hmotu a na povrchy ílových minerálov. **Sorbentom** sa označujú tuhé látky, ktorých povrch je schopný viazať

plynné alebo kvapalné látky. **Biosorbentom** sa označuje biomateriál (napr. baktérie, kvasinky, mikroskopické huby), ktorý je schopný viazať toxické chemické prvky a iné anorganické či organické kontaminanty. Z environmentálnych parametrov tento proces ovplyvňuje najmä priemerný ročný úhrn zrážok, ale dominantný vplyv na tento proces má:

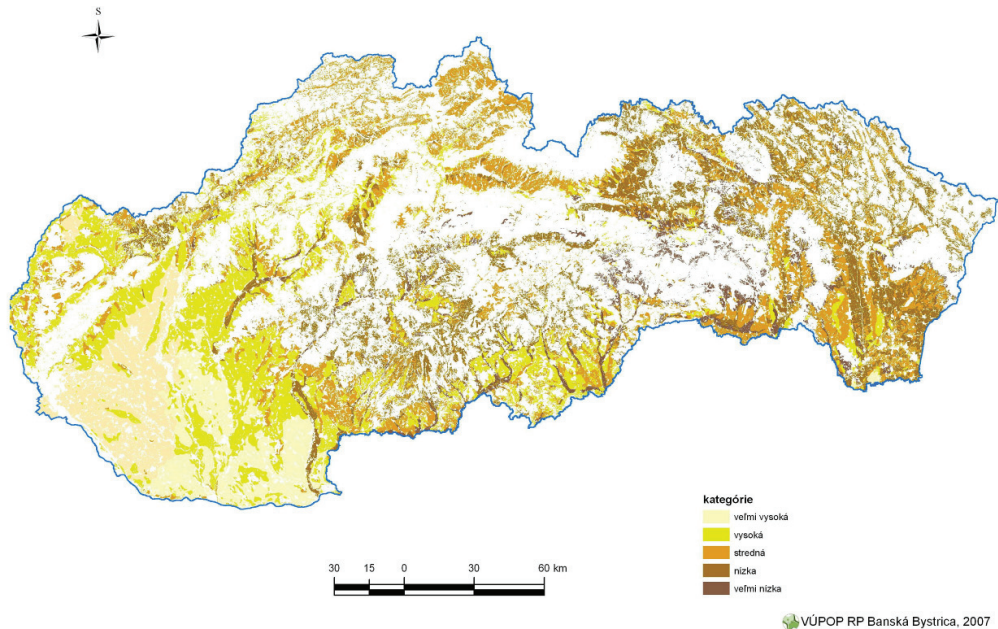
- množstvo a kvalita organického uhlíka v pôde,
- hrúbka humusového horizontu,
- množstvo ílu (častíc < 0,001 mm).

V pôde prebieha aj **biodegradácia organických** polutanov. Výsledkom biodegradácie je vznik jednoduchých organických alebo anorganických látok (oxid uhličitý, metán, sírovodík, vodík, voda, amoniak a i.), ktoré sú neškodné.

K anorganickým polutantom patria predovšetkým ťažké kovy, ktoré môžeme rozdeliť na nevyhnutné, životne dôležité prvky pre výživu organizmov (v optimálnom koncentračnom intervale) ako Cu, Fe, Mn, Zn, Co, Se, ako aj neesenciálne prvky – potencionálne toxické, ako Hg, Pb, Cd. Toxicita ťažkých kovov je rôzna, spočíva v substitúcii esenciálnych kovov v enzýmoch a iných životne dôležitých biomolekulách, čím dochádza k inhibícii ich funkcií. V závislosti od pôdneho substrátu sa ťažké kovy v určitej koncentrácii môžu prirodzene nachádzať v pôdnom prostredí. Zákon č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a vyhláška MPRV SR č. 59/2013 definujú nasledovné anorganické rizikové prvky: Hg, Cd, Pb, Ni, Cr, As, Cu, Zn, Co.

Dominantný vplyv na schopnosť pôdy imobilizovať anorganické rizikové prvky má:

- sorpčný potenciál pôdy (schopnosť pôdy viazať rizikové prvky),
- množstvo a kvalita organického uhlíka v pôde,
- hrúbka humusového horizontu,
- hodnota pôdnej reakcie,
- množstvo ílu (častíc < 0,001 mm) (Makovníková et al., 2007).



Obrázok 6.2 Potenciál poľnohospodárskych pôd Slovenska imobilizovať anorganické polutanty v pôde (Makovníková et al., 2007)

Schopnosť akumulovať rizikové prvky z pôdy a tým znižovať ich obsah v pôde, čistiť pôdu a znižovať stupeň degradácie má aj **vegetácia a pôdne baktérie a mikroorganizmy** (Hansen et al., 2001). Vegetácia sa podieľa na čistení pôdy predovšetkým:

- **fytoakumuláciou** – je to proces, ktorý zahŕňa nadviazanie kontaminantov na povrchu (**biosorpcia** je schopnosť biomasy viazať a koncentrovať rôzne látky z vodných roztokov), prechod kontaminantu do vnútra živých buniek (vakuoly, lyzozómy, endoplazmatické retikulum) a akumuláciu kontaminantu v nadzemných častiach. K typickým fytoakumulátorom patrí napríklad horčica, slnečnica, konope.
- **fytotransformáciou** – je proces, pri ktorom dochádza k absorpcii, premene a odbúraniu toxických **organických** látok vnútri rastliny, predovšetkým PAU, PCB, detergentov, herbicídov, dusičnanov, amoniaku, fosfátov. K typickým fytotransformátorom patria napríklad vrbý, topole, z tráv je to kostrava, d'atelina.
- **fytoštabilizáciou** – imobilizáciou pôdnych znečisťujúcich látok rastlinami, na ktorej sa podieľa predovšetkým koreňový systém (znižuje vymývanie znečisťujúcich látok).

Pôdne baktérie a mikroorganizmy sa podieľajú na čistení pôdy predovšetkým **rizodegradáciou (rizosféra bioremediácia)**. Je to proces zvýšenia množstva pôdnych baktérií v pôde vďaka koreňovému systému rastlín, ktorých korene vylučujú do pôdy rôzne látky (cukry, alkoholy) stimulujúce množenie mikroorganizmov a následná transformácia a odbúravanie znečisťujúcich látok mikróbmami, predovšetkým toxických organických látok (PAU, PCB), pesticídov. K typickým rizodegradátorom patria napríklad trávy (kostrava), vrbý, jablone, topole.

6.5.2 Čistenie vody

Čistenie vody je regulačná služba úzko prepojená s ostatnými ekosystémovými službami, ako sú čistenie pôdy, čistenie ovzdušia, regulácia klímy, kultúrne služby, ako aj s podpornými procesmi (kolobeh živín, biodiverzita). Znečisťujúce látky, ako sú napríklad kovy, vírusy, oleje, nadmerné živiny spôsobujúce eutrofizáciu a sedimenty, sú spracované a odfiltrované pohybom vody cez ekosystém. Tento proces čistenia zaisťuje čistú pitnú vodu, vodu vhodnú pre priemyselné využitie, pre rekreáciu a divú zver. K **procesom**, ktoré sa podieľajú na **čistení vody**, patrí:

- filtrácia nežiadúcich látok a mikroorganizmov,
- adsorpcia (proces viazania nežiadúcich látok na povrchu) a absorpcia (viazanie nežiadúcich látok vo vnútornom objeme) nežiadúcich látok a mikroorganizmov,
- biologické procesy (odbúravanie, rozklad organických polutantov, ktoré vykonávajú mikroorganizmy, baktérie a huby).

Proces čistenia vody ovplyvňuje:

- typ ekosystému,
- veľkosť ekosystému,
- vegetácia,
- rýchlosť prietoku vody cez ekosystém,
- stav (zdravie) ekosystému.

Vodné ekosystémy čistia vodu a zmierňujú dôsledky eutrofizácie pomocou mikrobiálnych spoločenstiev, ktoré odbúravajú toxické uhl'ovodíky do základných zložiek, ako je uhlík, dusík, fosfor a voda. **Zamokrené ekosystémy**, mokrade a lužné lesy, sú obzvlášť dôležité pre odstránenie jemných sedimentov z odtoku. Pri pohybe vody cez tieto ekosystémy je 80 až 90 % jemných častíc odfiltrovaných, alebo sa usadí na dne. Ďalšie znečisťujúce látky, ako sú organické látky, kovy a rádionuklidy (rádioaktívnych prvkov), sú často absorbované časticami ílu a akumulované v dnových sedimentoch (Molnar et al., 2009).

V **terestrických ekosystémoch**, napríklad pri prechode vody cez **lesné ekosystémy** a lesné pôdy, dochádza k čisteniu vody a tým k zlepšeniu jej kvality (Xue and Tisdell, 2001). **Lesné ekosystémy a ekosystémy prírodných lúk a pasienkov** spomaľujú pohyb vody z miesta zrážok k miestu, kde vstupuje do potokov, jazier a ústí riek. To je pre prirodzené čistenie dôležité, pretože mnohé procesy, ktoré sa podieľajú na čistení vody, potrebujú dostatok času, aby ich pôsobenie bolo čo najúčinnjšie. Predovšetkým pre biologické procesy, na ktorých sa podieľajú mikroorganizmy, baktérie a huby, platí, že čím dlhšie voda prechádza cez ekosystém, tým vyšší je účinok biologických procesov na čistenie vody. Schopnosť lesných ekosystémov a agroekosystémov akumulovať a filtrovať vodu tiež zvyšuje zásoby podzemnej vody, ktoré môžu byť využité ako rezervoáre pitnej vody pre obyvateľov miest a obcí.

Negatívny vplyv na čistenie vody ako ekosystémovú službu má:

- strata prirodzenej vegetácie (nahradenie nepriepustným povrchom, cesty, parkoviská, zastavané plochy),
- zmenené toky vody (voda odklonená z ekosystémov - napríklad pre poľnohospodársku alebo priemyselnú výrobu, čo znižuje efektívnosť čistenia vody),
- degradácia ekosystémov (degradácia mokradí, lužných lesov, lesných ekosystémov),
- invázia exotických rastlín a živočíchov, ktoré eliminujú pôvodné druhy, a tým znižujú schopnosť ekosystému účinne čistiť vodu,
- vysoký obsah dusíka vo vode (nadbytok dusíka môže mať za následok okyslenie, zmeny rastlinných a živočíšnych spoločenstiev a stratu biodiverzity) (Deily, 1997).

6.5.3 Čistenie ovzdušia

Ovzdušie je tvorené zmesou rôznych plynov a aerosólových častíc tuhého i kvapalného skupenstva. Znečistenie ovzdušia je globálnym, regionálnym aj lokálnym problémom. Znečisťujúce látky emitované do ovzdušia v jednej krajine sa môžu diaľkovým prenosom dostať na vzdialené miesta, kde môže zhoršiť kvalitu ovzdušia. Znečistenie ovzdušia, poškodenie ekosystémov a ľudského zdravia spôsobujú predovšetkým pevné častice:

- **produkty oxidácie síry** - oxid siričitý, sírový, kyselina sírová, sírany, dostávajúce sa do ovzdušia najmä spaľovaním a spracúvaním uhlia a ropy,
- **produkty oxidácie dusíka** - oxidy dusíka, kyselina dusitá a dusičnany dostávajúce sa do ovzdušia najmä ako produkty biologických procesov z bakteriálnej činnosti, ale aj cestou spaľovacích procesov v priemysle i v doprave,
- **oxid uhoľnatý** - vznikajúci pri spaľovacích procesoch, kde je nedostatočný prívod kyslíka k horiacemu palivu. Do ovzdušia sa dostáva výfukovými plynmi motorových vozidiel, lietadiel).
- **prízemný ozón**.

Znečistenie ovzdušia má negatívny vplyv aj na kvalitu vody a pôdy a poškodzuje ekosystémy aj prostredníctvom eutrofizácie (nadmerné znečistenie dusíkom) a kyslých dažďov. Eutrofizácia, ktorá je spôsobená nadmerným používaním niektorých hnojív a priesakom odpadových vôd, môže poškodiť ekosystémy tým, že vytvorí priaznivejšie podmienky pre rast určitých druhov rastlín, napríklad rias.

Regulačná služba, **čistenie ovzdušia**, ovplyvňuje atmosférickú koncentráciu znečisťujúcich látok v ovzduší. K **procesom**, ktoré sa podieľajú **na čistení ovzdušia**, patria:

- absorpcia,
- akumulácia,
- fotosyntéza,
- fyziologické procesy (rozklad znečisťujúcich látok).

Proces čistenia ovzdušia ovplyvňuje turbulencia vzduchu nad ekosystémom, vegetácia (výška vegetácie, typ vegetácie), typ ekosystému a zdravotný stav ekosystému.

Ekosystémy môžu mať **pozitívny vplyv** na kvalitu ovzdušia prostredníctvom filtrovania, ukladania a odstraňovania znečisťujúcich látok. Avšak, ak je rýchlosť depozície znečisťujúcich látok väčšia, ako je kapacita ekosystému, môže dôjsť k jeho degradácii s negatívnymi dôsledkami na ďalších ekosystémových službách. Ekosystémy môžu mať tiež **negatívny vplyv** na kvalitu ovzdušia v dôsledku emisií do ovzdušia, ktoré zvyšujú koncentráciu nežiadúcich látok v ovzduší buď priamo, alebo nepriamo prostredníctvom chemických reakcií v atmosfére. Ekosystémy môžu ovplyvňovať kvalitu vzduchu napríklad uvoľnením alergénov, spórov peľu.

Agroekosystémy prispievajú k znečisteniu ovzdušia priamo emisiami metánu, čo je spojené predovšetkým s chovom dobytka, intenzitou a množstvom pasúcich sa zvierat, s uskladňovaním a využívaním hnoja a používaním hnojív. Emisie z ekosystémov prispievajú k znečisteniu ovzdušia aj nepriamo cez chemické reakcie v atmosfére, emisiami reaktívnych prchavých organických zlúčenín, ktoré významne prispievajú k tvorbe ozónu, najmä v letnom období (AQEG 2009). Celosvetovo má poľnohospodárstvo na celkových antropogénnych emisiách skleníkových plynov podiel asi 10 %. Na Slovensku je tento podiel zhruba 8 %. Emisie skleníkových plynov zo živočíšnej výroby a poľnohospodárskej pôdy sú najvyššie v krajinách s vysokou hustotou hospodárskych zvierat (Holandsko, Belgicko) (Strmeňová, 2014).

Z terestrických systémov zohrávajú dôležitú úlohu predovšetkým **lesné ekosystémy** pri dekompozícii škodlivých látok z ovzdušia absorpciou SO_2 , HF a Cl_2 . Fyziologickými procesmi škodlivé látky rozkladajú, akumulujú v pôde, z ktorej sa následne konečný produkt rozkladných procesov (v podobe živín a anorganických chemických látok) vracia späť do rastlín. Lesné ekosystémy absorbujú oxid uhličitý a produkujú kyslík, zachytávajú poletujúce častice, absorbujú prízemný ozón, oxid uhoľnatý, oxid siričitý a ďalšie skleníkové plyny. Bublinec (2008) uvádza, že jeden hektár lesného porastu je schopný akumulovať z ovzdušia až 150 000 kg prachu, vrátane 600 až 700 kg zlúčenín železa alebo hliníka, akumulovať 100–150 kg mangánu, 90–100 kg síry, 80–100 kg fluóru, ako aj značné množstvo zlúčenín ťažkých kovov. Jeden dospelý strom (napríklad buk) vyprodukuje za jednu hodinu 1,7 kg kyslíka, jeden ha lesa za jeden rok 30 000 kg kyslíka a v rámci celého Slovenska je to za jeden rok až 59 miliónov ton kyslíka.

6.6 DÔSLEDKY ZMIEN EKOSYSTÉMOV NA PLNENÍ REGULAČNÝCH SLUŽIEB

Počas posledných niekoľkých desaťročí ľudská činnosť výrazne zmenila ekosystémy a ohrozila ich schopnosť poskytovať regulačné služby. V dôsledku toho došlo k zvýšeniu povodní, k znečisteniu ovzdušia a vody, ako aj zmenám v štruktúre ochorení a výskytu patogénov. V Miléniovom hodnotení ekosystémov sa zistilo, že až 70 % regulačných služieb je degradovaných, alebo sa využívajú neudržateľným spôsobom (MA 2005).

Ekosystémy regulujú klímu na miestnej úrovni, regionálnej úrovni, ako aj na celosvetovej úrovni. Na miestnej a regionálnej úrovni lesy pohlcujú a recyklujú významný podiel ročných zrážok späť do atmosféry cez proces evapotranspirácie, kedy je voda z pôdy a vegetácie transportovaná do atmosféry ako para. Rozsiahle **odlesňovanie znižuje evapotranspirácie**,

čo vedie k **zniženiu zrážok a k zmenám miestnej a regionálnej klímy**. Podľa analýzy, ktorú uvádza vo svojej práci Aragao (Aragao 2012; Spracklen et al., 2012), pri zachovaní súčasného tempa a miery odlesňovania v Amazónii, zníženie ročných zrážok v regióne by mohlo dosiahnuť 21 % do roku 2050. Degradácia vodných ekosystémov, zamokrených ekosystémov a pôdy vedie k zníženiu sekvestrácie uhlíka a v globálnom meradle ku globálnym zmenám klímy.

Regulačné služby poskytované ekosystémami zlepšujú kvalitu ovzdušia a vody. **Odlesňovanie významne zhoršuje kvalitu ovzdušia** (Melillo, Sala, 2008). Podľa analýzy, ktorú uverejnil Walsh (Walsh et al., 2011), odlesňovanie dažďových pralesov v juhovýchodnej Ázii a ich nahradenie plantážami olejových paliem malo za následok zvýšenie koncentrácie dusíka v ovzduší a zvýšenie koncentrácie prízemného dusíka, čo môže mať negatívny vplyv na zdravie obyvateľov.

Ekosystémy hrajú dôležitú úlohu aj pri zabezpečovaní **kvality vody**. Ako voda prechádza cez suchozemský ekosystém, viažu a odstraňujú sa z nej znečisťujúce látky. Napríklad koncentrácia dusíka vo vode, ktorá bola filtrovaná prechodom cez lesy v Novom Anglicku, sa znížila o takmer 90 %. Zamokrené ekosystémy, ako sú mokrade a ústia riek, sú veľmi účinné pri čistení vody. Prítomnosť živých mäkkýšov v ústí riek predstavuje veľmi aktívny filter pevných častíc. **Degradácia** týchto ekosystémov na celom svete pokračuje a **znižuje** sa ich schopnosť **poskytovať čistú vodu** (Melillo, Sala 2008, MA 2005).

Dôležitá je úloha ekosystémov pri **ochrane pred prírodnými katastrofami**, vrátane povodní a hurikánov. Degradácia lesov, mangrovníkov a koralových útesov na celom svete zvýšila zraniteľnosť voči prírodným katastrofám (MA 2005). Napríklad Haiti má jeden z najviac degradovaných ekosystémov na svete. Lesný ekosystém na Haiti zaberá plochu menej ako 1 % územia. V krajine sa výrazne zvýšilo riziko povodní s ničivými dôsledkami pre miestne obyvateľstvo. Haitská vláda, rovnako ako celý rad ďalších národných a medzinárodných organizácií, sa snažia aktívne obnoviť poškodené ekosystémy a ich pridružené ekosystémové služby (Williams, 2011).

Odlesňovanie a fragmentácia biotopov znižuje prirodzenú schopnosť ekosystémov **regulovať choroby** tým, že ovplyvňuje životný cyklus hmyzu, ktorý prenáša choroby. Napríklad odlesňovanie v Amazónii má za následok zmenu prírodných podmienok a následné zvýšenie populácie komárov prenášajúcich maláriu. **Opelenie** je ďalšou dôležitou regulačnou ekosystémovou službou. **Znečistenie ekosystémov, používanie pesticídov a zanesenie invazívnych druhov rastlín** malo v posledných desaťročiach výrazný negatívny dopad na opelovačov (Kremen et al., 2007).

Porovnanie trendov regulačných ekosystémových služieb v EÚ za obdobie rokov 1950 po súčasnosť je uvedené v tabuľke 6.4.

Tabuľka 6.4 Zmeny regulačných ekosystémových služieb v EU (EEA, 2015)

Regulačná služba	Agroekosystémy	Lesné ekosystémy	Ekosystémy lúk a trávnych porastov	Zamokrené ekosystémy	Vodné ekosystémy
Regulácia vodného režimu		≈	↑	↑	≈
Regulácia klímy		↑		≈	≈
Regulácia erózie	↓	≈	≈	≈	
Biologická regulácia	↑	↓	≈		
Filtračné služby - čistenie vody				≈	≈

Vysvetlivky: ↑ - pozitívna zmena, ↓ - negatívna zmena, ≈ bez zmeny



KLÍČOVÉ SLOVÁ

Regulačné služby ekosystému, regulácia vodného režimu, regulácia klímy, regulácie erózie, biologická regulácia, filtračné služby

OTÁZKY NA OVERENIE ZNALOSTÍ

- Čo je to regulačná služba? Aké regulačné služby ekosystému poznáte?
- Aké procesy sú zapojené do regulácie vodného režimu?
- Aké procesy sú zapojené do regulácie klímy?
- Aké sú druhy erózie, dôsledky erózných procesov na pôdu? Aké možnosti regulácie erózie poznáte?
- Čo zahŕňa biologická regulácia a čo ju ovplyvňuje?
- Ktoré služby ekosystému patria k filtračným službám?
- Cez aké procesy sa ekosystémy podieľajú na čistení vody?
- Čo ovplyvňuje proces čistenia vody v ekosystéme?
- Cez aké procesy sa ekosystémy podieľajú na čistení pôdy?
- Čím sa podieľa vegetácia na čistení pôdy?
- Cez aké procesy sa ekosystémy podieľajú na čistení vzduchu?
- Ktoré regulačné služby zabezpečujú vodné a zamokrené ekosystémy?
- Ktoré regulačné služby zabezpečujú terestrické ekosystémy?
- Ktoré regulačné služby zabezpečujú lesné ekosystémy?
- Ktoré regulačné služby zabezpečujú agroekosystémy?

ÚLOHY NA OVERENIE ZNALOSTÍ

- Vo vybranej lokalite priestorovo vymedzte existujúce ekosystémy. Odhadnite rozlohy lesných ekosystémov a agroekosystémov (osobitne agroekosystémov orných pôd a trávnych porastov). Aké regulačné služby poskytujú tieto ekosystémy? Zistenia spracujte formou tabuľky.
- Spracujte predpoklad, k akým zmenám regulačných služieb by došlo v prípade degradácie lesného ekosystému (odlesnením), ekosystému lúk a pasienkov (rozoraním), zmenou ekosystému orných pôd na ekosystém lúk a pasienkov (zatrávnením).

LITERATÚRA

- Antal, J. 2005. *Protierózna ochrana pôdy*. Nitra: SPU, 79 s. ISBN 80-8069-572-5.
- Alsharhan, A. S. 2003. Desertification in the third millenium: In *Proceedings of an international conference*, Dubai, 12-15 February 2000. Taylor & Francis. 489 p.
- Aragao, L. 2012. The rainforest's water pump. *Nature*, 489: 217-18.
- AQEG. 2009. *The Air Quality Expert Group Ozone in the United Kingdom*. [on-line] [cit. 2015-11-20] <http://www.defra.gov.uk/environment/airquality/aqeg>.
- Batjes N.H. 2014. *Total carbon and nitrogen in the soils of the world*. [on-line] [cit. 2015-11-20] http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ejss.12114_2/pdf
- Blum W.E.H., 2005. Functions of Soil for Society and the Environment. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 4 (3): 75-79.
- Brunner I., Godbold, D. 2007. Tree roots in a changing world. *J. For. Res.*, 12: 78-82.
- Bublinc, E. 2008. *Les-to nie sú len stromy*. Zvolen: Ústav ekológie lesa SAV. ISSN 1337-7655, ISBN 978-80-969525-5-7, 13 s.
- Bujnovský, R., Balkovič, J., Barančíková, G., Makovníková, J., Vilček, J., 2009. *Hodnotenie a oceňovanie ekologických funkcií poľnohospodárskych pôd Slovenska*. VÚPOP, Bratislava, 72 s. ISBN 978-80-89128-56-3.
- Cardinale, B. J., J. J. Weis, K. J. Tilmon, A. E. Forbes, A. R. Ives. 2006. Biodiversity as both a cause and consequence of resource availability: A study of reciprocal causality in a predator-prey system. *Journal of Animal Ecology*, 75:497-505.
- CICES. The Common International Classification of Ecosystem Services. [on-line] [cit. 2015-11-20] <http://cices.eu/>
- Costanza, R. 2008. Ecosystem services: multiple classification systems are needed. *Biological Conservation*, 141: 350-352.
- Čaboun, V., Tutka, J., Moravčík, M., a kol., 2010. *Uplatňovanie funkcií lesa v krajine*. Zvolen: NLC, 285 s. ISBN 978-8093-12-9
- Daily, G.C. (ed.) 1997. *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems*. Washington, D.C.: Island Press, 1997, 394 p. ISBN 1-55963-475-8.
- Deniervander Gon, H.A.C., Neue, H.U. 1995. Influence of organic mater incorporation on the methane emission from wetland ricefield. *Global Biogeochem. Cycles*, 9:11-22.
- EUROPEAN COMMISSION 2010. *The state of soil in Europe*. A contribution of the JRC to the European Environment Agency's Environment State and Outlook Report SOER 2010. [on-line] [cit. 2015-11-20] <http://www.eea.europa.eu/soer/europe-and-the-world/megatrends>
- EEA. 2015. *Ecosystem services in the EU*. [on-line] [cit. 2015-11-20] <http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/where-we-stand/ecosystem-services-in-the-eu>.
- EEA. 2003. *Assessment and reporting on soil erosion. Background and workshop report*. Technical report 94. Copenhagen. 2003. 103 p.
- Eliáš P. 2010. From Vegetation Functions to Ecosystem Services. *Život. prostr.*, 44(2): 59- 64.
- Fulajtár. E., Janský, L. 2001. *Vodná erózia pôdy a protierózna ochrana*. Výskumný ústav pôdoznectva a ochrany pôdy v Bratislave, 310 s. ISBN 80-85361-85-X.

- Gallai N., Salles J. M., Settele J., Vaissiere B. E. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecol. Econ.* 68, 810-821. (doi:10.1016/j.ecolecon.2008.06.014)
- Granamanickam, S. 2002. *Biological control of crop diseases*. New York: Marcel Dekker. 2002. 468 p. ISBN 0-8247-0693-5.
- Hansen, H. Chr. B., Kobza, J., Schmidt, R., Szakál, P., Borggaard, O.K., Holm, P.E, Kanianska, R., Bognarova, S., Makovniková, J., Matúšková, L, Mičuda, R., Styk, J. 2001. *Environmental Soil Chemistry*. Scriptum, 191 p. ISBN 80-88784-24-7.
- Harrison, P.A., Berry, P.M., Simpson, G., Haslett, J.R., Blicharska, M., Bucur, M., Dunford, R., Egoh, B., Garcia-Llorente, M., Geamănă, N., Geertsema, W., Lommelen, E., Meiresonne, L. & Turkelboom, F. 2014. Linkages between biodiversity attributes and ecosystem services: A systematic review. *Ecosystem Services*. 9: 191–20.
- Hlavská, B., Jambor ,P., Lazúr, R. 2005. *Metodická príručka: Identifikácia ohrozenia kvality pôdy vodnou eróziou a veternou eróziou a návrhy opatrení*, Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Bratislava, 60 s., ISBN 80 – 88128 – 22 – X.
- IPCC. 2001. *Third Assessment Report. Climate change 2001. The Scientific Basis*. [on-line] [cit. 2015-11-20] http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/pdf/wg1_tar-front.pdf
- IPCC. 2007. *IPCC Fourth Assessment Report. Working Group I Report „The Physical Science Basis“*. Oct. 2007. 996 p. [on-line] [cit. 2015-11-20] <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm>.
- IPCC. 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report*. [on-line] [cit. 2015-11-20] <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr>
- Janzen, H.H. 2006. The soil carbon dilemma: Shall we hoard it or use it? *Soil Biology and Biochemistry*, 38: 419-424.
- Klein A. M., Vaissiere B. E., Cane J. H., Steffan-Dewenter I., Cunningham S. A., Kremen C., Tscharntke T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. R. Soc. B*, 274: 303-313.
- Kobza, J., Barančíková, G., Dodok, R., Hrivňáková, K., Makovniková, J., Pálka, B., Pavlenda, P., Schlosserová, J., Styk, J., Širáň, M. 2014. *Monitoring pôd SR. Súčasný stav a vývoj monitorovaných vlastností pôd ako podklad k ich ochrane a ďalšiemu využívaniu (2007-2012)*. NPPC-VUPOP Bratislava, 252 s. ISBN 978-80-8163-004-0.
- Kravčík, M., Pokorný, J., Kohutiar, J., Kováč, M., Tóth, E. 2007. *Water for the recovery of the climate*. Praha 2007. 94 s. ISBN 978-80-89089-71-0.
- Kremen C, Williams NM, Aizen MA, Gemmill-Herren B, LeBuhn G, Minckley R, Packer L, Potts SG, Roulston T, Steffan-Dewenter I, et al. Pollination and other ecosystem services provided by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters* 2007; 10: 299-314. [on-line] [cit. 2015-11-20] <http://ecoplexity.org/files/pollination.pdf>
- Lapin, M, Bašták Ďurán, I., Gera, M., Hrvoľ, J., Kremler, M., Melo, M. 2012. New climate change scenarios for Slovakia based on global and regional general circulation models. *Acta Met. Univ. Comen.*, 37: 25-74.

- Lapin, M., Gera, M., Hrvol', J., Melo, M. & Tomlain, J. 2009. Possible impacts of climate change on hydrological cycle in Slovakia and results of observations in 1951-2007. *Biologia* 64(3): 454-459.
- MA, 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press.
- MEA, 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Our Human Planet: Summary for Decision Makers*. The Millennium Ecosystem Assessment Series, Volume 5, Washington DC: Island Press.
- Makovníková, J., Barančíková, G., Pálka, B. 2007. Approach to the assessment of transport risk of inorganic pollutants based on the immobilisation capability of soil. *Plant, Soil and Environment*, 53 (8): 365-373.
- Melillo J, Sala O. 2008. Ecosystem services. In: Chivian E, Bernstein A, editors. *Sustaining Life: How Human Health Depends on Biodiversity*. New York: Oxford University Press; 2008; p. 75-115. [on-line] [cit. 2015-11-20]
<http://chge.med.harvard.edu/resource/sustaining-life-how-our-health-depends-biodiversity>
- Molnárová, M., Šmelková, M., Kramarová, Z. 2011. *Antropogénne vplyvy na atmosféru, hydrosféru a pedosféru*. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave, ISBN: 978-80-223-3112-8 .
- Molnar M., Clarke-Murray,C., Whitworth, J., Tam, J. 2009. *Marine and Coastal Ecosystem Services: A report on ecosystem services in the Pacific North Coast Integrated Management Area (Pncima) on the British Columbia coast*, David Suzuki Foundation, 102 p. [on-line] [cit. 2015-11-20] www.pncimamatters.ca or www.healthyoceans.ca
- MŽP SR 2014. *Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy*, 2014. [on-line] [cit. 2015-11-20] <http://www.rokovania.sk/File.aspx/Index/Mater-Dokum-163003>.
- Pecho, J., Faško, P., Lapin, M., Kajaba, P., Mikulová, K., Šťastný, P. 2010. Extrémne atmosférické zrážky na jar a na začiatku leta 2010 na Slovensku. *Meteorologický časopis*, 13: 69-80.
- Pecho, J., Šťastný, P., Lapin, M. 2014. Zmena klímy a jej dopady. In: Hegyi, L., Šteiner, A. *Adaptácia na zmenu klímy-naliehavá úloha miest*. 2014. Karpatský rozvojový inštitút, Košice, 124 s. [on-line] [cit. 2015-11-20] http://www.kri.sk/web_object/427.pdf
- Skalová, J., Jaroš, B., Novák, V. 2009. The Influence of Different Canopies on groundwater. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*. 57/4: 276-285. ISSN (Print) 0042-790X, DOI: 10.2478/v10098-009-0024-y.
- Schneider, S.H. 1996. Water resources. In *Encyclopedia of Climate and Weather*, New York, Oxford: University Press, , vol. 2, p. 817-823.
- Sozanska, M., U. Skiba, and S. Metcalfe,. 2002. Developing an inventory of N₂O emissions from British soils, *Atmos. Environ.*, 36: 987-998.
- Spracklen DV, Arnold SR, Taylor CM. 2012. Observations of increased tropical rainfall preceded by air passage over forests. *Nature*, 489: 282-85. [on-line] [cit. 2015-11-20] <http://www.nature.com/nature/journal/v489/n7415/full/nature11390.html>.
- Stolbovoy V., Montanarella L. 2008. Application of Soil organic carbon status indicators for policy-decision making in the EU. In: Toth G., Montanarella L., Rusco E(eds): *Threats to Soil Quality in Europe*. JRC Scientific and Technical Reports, Ispra.

- Strmeňová, A., Palkovičová, Z., Knížatová, M., Jana Švenková, J., Karandušovská, I., Jurčík, R., Hanus, A., Bôžik, I., Jan Brouček, J. 2014. *Produkcia emisií škodlivých plynov z chovov hydiny a jej znižovanie*. Nitra: NPPC /Výskumný ústav živočíšnej výroby, 18 s. ISBN 978-80-89418-36-7.
- Stiling, P., Cornelissen, T. 2005. What makes a successful biological control agent? A meta-analysis of biological control agent performance. *Biological Control*, 34: 236-246.
- Styk, J., 2013. Monitoring vodnej erózie na poľnohospodárskych pôdach Slovenska. Water erosion monitoring on agricultural soils of Slovakia. *Vedecké práce*, 35: 155-165. ISBN 978-80-8163-003-3.
- TEEB 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB*. Prepared by Sukhdev, P., Wittmer, H., Schröter-Schlaack, C., Nesshöver, C., Bishop, J., ten Brink, P., Gundimeda, H., Kumar, P. and Simmons, B. *United Nations Environment Programme TEEB*. Office, Geneva, Switzerland. [on-line] [cit. 2015-11-20] <http://www.teebweb.org/wp-content/uploads/Study%20and%20Reports/Reports/Synthesis%20report/TEEB%20Synthesis%20Report%202010.pdf>.
- Valtýni, J. 2001. *Lesy a povodne*. Vedec. štúdie 5/2001/A. Zvolen: Techn. univerzita, 2002, 46 s.
- Walsh, RPD, Nussbaum, R, Fowler, D, Weilenmann, M, Hector A. 2011. Conclusion: applying South East Asia Rainforest Research Programme science to land-use management policy and practice in a changing landscape and climate. *Phil. Trans. R. Soc. B*. 366(1582): 3354-58. [on-line] [cit. 2015-11-20] <http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/366/1582/3354.long>
- Water resources. 1996. In *Encyclopedia of Climate and Weather*, edited. by S. H. Schneider, New York, Oxford: University Press, vol. 2, p.817-823.
- Williams, VJ. 2011. A case study of desertification in Haiti. *Journal of Sustainable Development*, 4(3): 20-31. [on-line] [cit. 2015-11-20] <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jsd/article/view/9646>.
- WWF. 2009. *Rezolúcia 3.3.1 - Zmena paradigmy: Ekosystémy pre vodu, voda pre ľudí, ekosystémy pre ľudí*, Istanbul, 2009.
- Xue D., Tisdell C. 2001: Valuing ecological functions of biodiversity in Changbaishan Mountain Biosphere Reserve in Northeast China. *Biodiversity and Conservation*, 10: 467-481.

7 KULTÚRNE EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY

Ľudská kultúra, poznatkový systém, náboženstvo, medziľudské vzťahy a služby ľudského pohodlia ovplyvňujú a formujú povahu ekosystémov. Ľudstvo samo zároveň ovplyvňuje a formuje svoje ekosystémy, aby zlepšilo dostupnosť určitých cenných služieb. Porozumenie a rešpektovanie vzájomných vzťahov vyžaduje starostlivý prístup analýzy interakcie ľudskej kultúry s prírodou. Existuje niekoľko príkladov vzájomnej interakcie, vrátane domácich záhrad, verejných zelených priestranstiev, vidieckej krajiny a pod.

Pojmy kultúrne služby a kultúrne hodnoty sú navrhnuté tak, aby poskytovali rámec pre pochopenie týchto vzťahov. V Miléniovom hodnotení ekosystémových služieb (MA, 2005) sú **kultúrne ekosystémové služby**, ako jedna z hlavných kategórií ekosystémových služieb, definované ako nehmotné úžitky, ktoré ľudia získavajú z ekosystémov prostredníctvom duchovného obohatenia, poznávaním, rekreáciou, estetickými a inými zážitkami.

7.1 POZNATKOVÁ ZÁKLADŇA A VEDA

Prírodné ekosystémy poskytujú neobmedzené možnosti pre duchovné obohatenie, mentálny vývoj a na využívanie voľného času. Pocit pohody z takto prijímaných hodnôt prostredia je silno viazaný na osobnú skúsenosť z prírodnej krajiny a druchovej rozmanitosti. Príroda je preto dôležitým zdrojom inšpirácie pre vedu, kultúru a umenie, poskytuje viacero príležitostí pre vzdelávanie a výskum. Forster už v 70. rokoch 20. storočia uviedol myšlienku, že prírodné prostredie poskytuje vysoko inšpiratívne a vzdelávacie formy tvorivej skúsenosti s príležitosťou na zamyslenie, duchovné obohatenie a kognitívny vývoj v dôsledku existencie prírodných systémov a procesov v nich prebiehajúcich (de Groot et al., 2002). Poznávanie kultúrnych dimenzií prírodného prostredia vyžaduje sústredenie pozornosti na dva okruhy problémov:

- Ako ľudia, členovia rôznych sociálnych skupín, interpretujú svoje pocity, skúsenosti a delia sa o vedomosti o prírodnom prostredí, nakoľko sú dôležitým zdrojom pre pochopenie kultúrneho významu prírody?
- Aké spoločenské zvyklosti ľudia vykonávajú, ktoré sú dôkazom kultúrnych posunov v hodnotovom vnímaní prírodného prostredia?

Ľudská spoločnosť sa po celú dobu vývoja vyvíjala v úzkej interakcii s prírodným prostredím, čím sa formovala jej kultúrna identita a hodnotové rebríčky. Miléniové hodnotenie kultúrnych služieb dospelo k poznaniu, že premena rozmanitých ekosystémov na vzájomne podobne obhospodarované systémy v spojení so spoločenskými a ekonomickými zmenami, ako je urbanizácia, rozpad širších rodín, rozvoj dopravy a rastúca ekonomická a spoločenská globalizácia, výrazne oslabili väzby medzi prírodným prostredím a kultúrnou identitou (Reid et al., 2005). Strata špecifických rysov ekosystémov spolu so zmienenými spoločenskými a ekonomickými premenami spoločnosti môže oslabiť zážitky, ktoré ľudia z ekosystémov získavajú pre svoje duchovné a estetické uspokojenie. Ľudia všetkých kultúr a regiónov

dve percentá venujú kultúrnym ekosystémovým službám, alebo štúdia TEEB (2010), ktorá poskytuje podrobnú ekonomickú analýzu ekosystémových služieb, ale absentuje zmienka o ich nehmotných kultúrnych hodnotách. Štyri hlavné ekosystémové služby (zásobovacie, regulačné, podporné, kultúrne) sú v miléniovej koncepcii vo vzájomnom vzťahu, ale v literatúre dominuje zreteľná tendencia oddeľovať tieto kategórie do špecializovaných oblastí výskumu. Vzhľadom k tomu poskytovanie ekosystémových služieb závisí na biofyzikálnych zmenách, ale v oveľa väčšej miere závisí od zmien vyvolaných človekom (kultúry spoločnosti), ktorý ovplyvňuje krajinnú pokrývku, využívanie krajiny, podnebie, ponuku a dopyt po službách, a preto je potrebný interdisciplinárny prístup k ich lepšiemu porozumeniu. Preto kultúrne ekosystémové služby nemôžu byť považované za nezávislé. Pre správne zachovanie rovnováhy ekosystému sú závislé na zásobovacích, regulačných a podporných procesoch (Makovníková et al., 2016).

Rôzne ekosystémy prírodného prostredia, v ktorom sa uskutočňujú všetky sociálne, ekonomické a kultúrne aktivity (tiež úpadkové protispoločenské, neekonomické a nekultúrne aktivity), poskytujú ľuďstvu rozličné služby. Na ich rozdelenie slúžia tri hlavné medzinárodné klasifikácie (Miléniové hodnotenie MA, TEEB, CICES), ktoré sa v mnohom prekrývajú, ale naopak aj odlišujú v zmysle sledovaného špecifického kontextu. Všetky zahŕňajú okrem zásobovacích a regulačných služieb aj kultúrne ekosystémové služby (tab. 7.1).

Tabuľka 7.1 Rozdelenie kultúrnych ekosystémových služieb podľa medzinárodných klasifikácií (Maes et al., 2013)

MA kategórie	TEEB kategórie	CICES skupiny
Duchovné a náboženské hodnoty	Duchovná skúsenosť	Duchovná a/alebo obrazná interakcia
Estetické hodnoty	Estetická informácia	Intelektuálna a reprezentatívna interakcia
Kultúrna diverzita	Inšpirácia pre kultúru, umenie a dizajn	Intelektuálna a reprezentatívna interakcia Duchovná a/alebo obrazná interakcia
Rekreácia a ekoturizmus	Rekreácia a turizmus	Fyzická a skúsenostná interakcia
Výchovné a vzdelávacie hodnoty	Informácia pre poznávací vývoj	Intelektuálna a reprezentatívna interakcia Ostatné kultúrne výstupy (existencia, dedičstvo)
<i>MA poskytuje klasifikáciu, ktorá je celosvetovo uznávaná a používaná v subglobálnom hodnotení.</i>	<i>TEEB poskytuje aktualizované triedenie na základe MA klasifikácie, ktoré je používané v národných TEEB štúdiách v celej Európe.</i>	<i>CICES poskytuje hierarchický systém vychádzajúci z MA a TEEB klasifikácie, ktorý je prispôbený pre potreby účtovníctva.</i>

Kultúrne ekosystémové služby boli spočiatku definované ako nemateriálne hodnoty a výhody ekosystémov. Costanza et al. (1997) ich definovali ako estetické, umelecké, výchovné, duchovné a vedecké hodnoty ekosystémov. Hodnotenie ekosystémov na konci tisícročia (MA, 2005b) rozšírilo túto definíciu o nemateriálne úžitky, získané ľuďmi z ekosystémov duchovným obohatením, kognitívnym vývojom, rekreáciou a estetickými skúsenosťami. V odbornej literatúre nachádzame viacero ekvivalentov pojmu kultúrne ekosystémové služby, z nich napr.: kultúrne služby (Costanza et al., 1997), funkcie uspokojujúce ľudské potreby (Daily, 1999), informačné funkcie (de Groot et al., 2002), občianska vybavenosť (Boyd a Banzhaf, 2007), kultúrne služby a služby občianskej vybavenosti (de Groot et al., 2010, Kumar, 2010) alebo služby socio-kultúrneho plnenia (Wallace, 2007).

Medzi úžitky týchto služieb možno zaradiť:

- **kultúrnu diverzitu** – dôsledok rozmanitosti ekosystémov (environmentálnej diverzity, biologickej diverzity, krajinskej diverzity),
- **znalostné systémy** – vyvinuté rôznymi kultúrami na základe vplyvu ekosystémov,
- **duchovné a náboženské hodnoty** – posvätnosť a mystika niektorých ekosystémov, ich zložiek a prvkov,
- **výchovné a vzdelávacie hodnoty** – ekosystémy, ich zložky a prvky ako základňa na formálne a neformálne vzdelávanie a osvetu,
- **estetické hodnoty** – vnímanie krásy ekosystémov, ich zložiek a prvkov,
- **rekreáciu, ekoturizmus a geoturizmus** – ekosystémy ako miesta na využívanie voľného času a regeneráciu síl,
- **sociálne vzťahy** – odlišnosť medziľudských vzťahov a správania v rôznych kultúrach determinovaná ekosystémami,
- **inšpiráciu** – vo vede, umení, architektúre, folklóre, symbolike, reklame a vnímaní genius loci,
- **hodnoty kultúrneho dedičstva** – vytvorené vplyvom ekosystémov, ich zložiek a prvkov,
- **vedecké objavy** – prírodné ekosystémy poskytujú neobmedzené možnosti pre prírodovedné štúdie, environmentálnu výchovu a vzdelávanie, fungujú ako „poľné laboratória“ pre vedecký výskum a slúžia ako dôležité referenčné plochy pre monitorovanie zmien prostredia.

Kultúrne ekosystémové služby sú zvyčajne chápané ako hodnoty priameho využitia. Problém nastáva pri ich ocenení, nakoľko nie všetky kategórie odrážajú ekonomické ukazovatele, s výnimkou rekreačných hodnôt a hodnôt kultúrneho dedičstva. Industrializované spoločnosti si veľakrát cenia kultúrne ekosystémové služby (vzrastajú najmä nároky na rekreáciu) viac ako ostatné služby, ktoré prostredie poskytuje, vzhľadom na ich nedostatok. Tradičné komunitné spoločnosti z kultúrnych služieb pripisujú význam hodnotám kultúrnej diverzity a identity. Akokoľvek vysoko sú kultúrne ekosystémové služby hodnotené v očiach verejnosti, z hľadiska rozhodovacích právomocí sú z ekonomických a ekologických dôvodov v úzadí v porovnaní s ostatnými ekosystémovými službami (Milcu et al., 2013). Ony poskytujú viacero významných výhod a úžitkov pre fyzickú a psychickú pohodu človeka. Aj keď zásobovacie služby, ako voda, liečivé rastliny, palivové drevo alebo

potrava, sú pre človeka veľmi dôležité, aj duchovné a posvätné prvky miestnej krajiny majú pre miestnych ľudí podľa miléniového hodnotenia (Reid et al., 2005) veľmi konkrétnu a vysokú hodnotu. Duchovné hodnoty sa pri hodnotení v niektorých prípadoch prekrývali s inými hodnotami, napr. biologickou rozmanitosťou, zásobami vody, prírodnými liečivami a palivom.

7.2 ESTETICKÉ HODNOTY

Vedecký záujem o estetické hodnoty ekosystémových služieb je motivovaný hlavne zhoršením stavu (vzhľadu) okolitého prostredia v dôsledku nevyhnutného rozvoja ľudskej spoločnosti. Výskum percepcie krajiny a s ním súvisiace otázky estetickú (vizuálnu) kvalitu krajiny môžeme podľa Barčákovej (2001) diferencovať do dvoch tematických skupín. Prvá skupina sa zameriava na problematiku obrazu mesta, vnímania a plánovania urbanistického priestoru, druhá skupina kladie dôraz na štúdium scenérie prírodnej (prírode blízkej), resp. vidieckej krajiny, na meranie vizuálnych vlastností, zmien kultúrnej krajiny a na jej manažment. Hodnotením krajinného obrazu a kvality scenérie prírodnej aj urbanizovanej krajiny sa zaoberajú odborníci, ktorí začlenením estetických kritérií do krajinného hodnotenia sformovali oblasť výskumu **environmentálnej estetiky** (*environmental aesthetics*) (Snacken, Antrop, 1983, Porteous, 1982, O'ahel', 1994, Drdoš, 1995).

De Groot et al. (2002) označujú estetickými hodnotami kultúrnych ekosystémových služieb informácie, ktoré ľudia získavajú pri pohľade na scenériu prírodných oblastí a krajiny. Vnímanie krajiny úzko súvisí s jej estetickou hodnotou, nakoľko krajina (nevynímajúc ekosystémy) vždy bola, je a bude hodnotená na základe toho, ako uspokojuje premenlivé ľudské potreby. Vyhodnotenie prírody ako objektu estetického vnímania je výsledkom dlhodobého kultúrneho vývoja. Pohľady na **estetickú hodnotu krajiny** boli v rôznych obdobiach rôzne, a preto estetická hodnota vždy závisela na estetickú normu, ktorá predstavuje určitý filter danej doby, kultúrneho prostredia a skúsenosti z minulosti. Podľa Svobodovej (2011) sa estetická hodnota prejavuje v zmyslovom vnímaní pozorovateľa, ktorý krajinu vníma ako priestor (priestorovú scenériu) všetkými zmyslami. Vníma tvar jednotlivých prvkov, ich usporiadanie, farebnosť, textúru, vníma vôňu, svetlo, cíti vlhkosť, chlad, vánok. Tieto vnemy sa odrážajú do tzv. emocionálnej hodnoty a vyvolávajú určité duševné pocity, ako ukľudnenie, úžas, prekvapenie. Každé miesto v krajine tak vykazuje určitú prítomnosť ducha – *genia loci*, ktorý vedome alebo podvedome ovplyvňuje každého človeka.

Pre vnímanie estetických hodnôt kultúrnych ekosystémových služieb je dôležitý obraz krajiny, ktorý v jednotlivcovi evokuje určité kladné, neutrálne a záporné hodnoty, ktoré sa premietajú aj do ekonomického hodnotenia. Estetická informácia, ktorú dotknuté územie obsahuje, môže mať značný hospodársky význam, napr. prostredníctvom jej vplyvu na reálne ceny nehnuteľností: napr. domy v blízkosti prírodného prostredia (park, zeleň, les) alebo s pekným voľným výhľadom na krajinu sú zvyčajne oveľa drahšie ako podobné domy v menej atraktívnych oblastiach.

Sklenička (2003) identifikoval štyri typy faktorov, ktoré narúšajú estetickú hodnotu krajiny a pôsobia negatívne aj na ekonomickú hodnotu:

- **vizuálne narušenie** – tzv. vizuálna „kontaminácia“ krajiny prvkami s negatívnymi estetickými hodnotami,
- **akustické narušenie** – zdroj hluku a jeho dominantné postavenie v dotknutom území,
- **pachové narušenie** – z hľadiska hygienických limitov sa jedná o ťažko postihnuteľný fenomén, ktorý sa v určitom území môže stať negatívne dominantným (subjektívne hodnotenie),
- **pacitové narušenie** – napr. výrub pamätného či inak významného stromu, či zneprístupnenie inak dostupných hodnotných miest pre využívanie voľného času.

Každá krajina plní viacero služieb, od vytvárania habitatu pre rôzne prírodné rastlinné a živočíšne druhy cez poskytnutie podmienok pre poľnohospodársku produkciu, kvalitné prostredie pre rekreáciu alebo vhodné územie pre priemyselnú výrobu a dopravnú infraštruktúru. Služby, ktoré krajina poskytuje, sa môžu značne líšiť v závislosti na tom, či sa jedná o krajinu prevažne prírodnú, poľnohospodársku alebo vysoko urbanizovanú oblasť. Prírodná krajina sa v dávnej minulosti podieľala na formulovaní povahy jednotlivých etník a etnických skupín a rovnako podmieňovala aj charakteristické rozdiely medzi územiaми v oblasti hospodárstva a kultúry. Dnešné urbanizované prostredie vedie naopak k odklonu od prírody, postupne sa vytrácajú väzby v krajine a ku krajine. Antropogénne zásahy dosahujú najvyššiu intenzitu a postupne nahrádzajú prírodné prostredie umelým. Všeobecne možno konštatovať, že sa plošný podiel s výskytom mestskej kultúrnej krajiny z roka na rok zvyšuje. Pri hodnotení a porovnávaní rôznych možností multifunkčného využívania krajiny je potrebné vziať do úvahy rôzne aspekty jej využitia.

V historickom priereze sa krajina dedí z generácie na generáciu a stáva sa tak kultúrnym dedičstvom ľudstva. Z charakteru každého územia sa dá podľa Švejdarovej a Cudlínovej (2013) veľmi presne vyčítať ekonomická podstata spoločnosti, ktorá ho obýva a jej kultúrne hodnoty. Každé územie nesie v sebe preukázateľné stopy minulého socio-ekonomického vývoja spoločnosti, ktorým bolo utvárané, nakoľko spôsob využívania územia bol vždy jedným z centrálnych bodov organizácie spoločnosti a tvorí do značnej miery príležitosti a limity pre ekonomické aktivity. Dobře vytvorená krajina uspokojuje všetky potreby obyvateľstva a plní svoje ekosystémové služby tak, že z nich profitujú súkromné a verejné subjekty, celá spoločnosť, ale aj samotná krajina. Ak je krajina v prvom rade harmonickou symbiózou výsledkov činnosti človeka a prírody, potom by malo ísť o symbiózu jedinečnú, ktorej hodnoty sa inde nevyskytujú, alebo sa vyskytujú v inej forme a zoskupení. Takéto hodnoty môžu významom presiahnuť hranice regiónu aj štátu, a sú dôležité z vedeckých, kultúrnych, historických, ekonomických a iných dôvodov. Takto koncipovaná krajina je v zmysle viacerých autorov (Cheshire, Sheppard, 2002; Prato, 2007; Whitehead et al., 2006) považovaná za ekonomický kapitál spoločnosti.

Podľa miléniového hodnotenia ekosystémových služieb (Reid et al., 2005) v hodnotenom období stúpalo využitie estetických hodnôt kultúrnych ekosystémových služieb. Dopyt po esteticky príjemných miestach rástol spolu s rozvojom urbanizácie. Na druhej strane dospeli k poznatku, že v hodnotených územiach klesá kvalita a množstvo miest, ktoré by tento dopyt uspokojili. Pokles dostupnosti a prístupu k prírodným oblastiam pre mestské obyvateľstvo môže mať podstatne škodlivé dopady na iné aspekty spoločnosti, ako je verejné zdravotníctvo, hospodárstvo.

Hodnotenie vizuálnej (estetickej) kvality krajiny nachádza uplatnenie v oblasti cestovného ruchu pri rozhodovaní o lokalizácii rekreačných zariadení a klasifikácii turistických trás podľa vyhlídkových možností a súvisí s ďalšou kategóriou kultúrnych ekosystémových služieb – rekreáciou, ekoturizmom a geoturizmom. Z estetických hodnôt sa vychádza aj pri zakladaní národných parkov, v krajinnom dizajne pri stavbe a rekonštrukcii záhrad a parkov a iných krajinárskych a urbanistických návrhov.

7.3 PRÍRODNÉ A KULTÚRNE DEDIČSTVO

V rámci miléniového prístupu ekosystémových služieb sú hodnoty prírodného a kultúrneho dedičstva dôležitým faktorom pre manažment ekosystémov vzhľadom k tomu, že viaceré kultúrne spoločnosti prikladajú vysokú hodnotu zachovaniu historicky významných oblastí alebo významných druhov fauny a flóry. Miléniové hodnotenie pristupuje k hodnotám dedičstva ako k historickým prvkom v krajine, ktoré nám pripomínajú naše kolektívne a individuálne korene, poskytujú pocit kontinuity a pochopenia miesta v našom prírodnom a kultúrnom prostredí (MA, 2005). Dedičstvo je teda koncipované ako krajina so svojimi prírodnými a kultúrnymi prvkami v súvislosti s odkazom minulých kultúrnych väzieb.

Problematika prírodného a kultúrneho dedičstva je priamo spätá s problematikou prírodnej a kultúrnej krajiny. Dnešné prostredie sa vyznačuje jednotvárnosťou. Rozmanitosť v ňom predstavujú zachované časti minulosti, pretože moderné prostredie ponúka veľmi málo nečakaných zjavov, ktoré premieňajú vnímanie prostredia na neobvyklý zážitok. Chýba im sídlo ako miesto v prírode.

Prírodné dedičstvo zahŕňa prírodu v najširšom zmysle, t.j. nielen faunu a flóru, ale aj neživú prírodu (geologická stavba, vodstvo) a vzájomné vzťahy v prírode. Špecifickou kategóriou je krajina, ktorá síce primárne patrí do prírodného dedičstva, avšak často je ovplyvnená a tvarovaná ľuďmi (najmä ich spôsobom hospodárenia a charakterom osídlenia), a tak často leží na rozhraní prírodného a kultúrneho dedičstva (antropogénna krajina). Podobnými kategóriami na rozhraní sú aj záhrady, parky, arboréta a pod. Možno teda povedať, že na území Slovenska tvoria prírodné dedičstvo veľkoplošné (chránené krajinné oblasti – CHKO, národné parky – NP) a maloplošné chránené územia, jaskyne a prírodné vodopády, chránené územia NATURA 2000, biosférické rezervácie (BR), mokrade medzinárodného významu (ramsarské lokality), chránené stromy, chránené nerasty a chránené skameneliny. Prírodnú hodnotu má aj druhová rôznorodosť (biodiverzita) rastlínstva a živočíšstva, termálne

a minerálne pramene. Legislatívnu ochranu prírodných hodnôt upravuje zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny.

Kultúrne dedičstvo zahŕňa akékoľvek prejavy kultúry z minulosti, uchovávané miestnou spoločnosťou. Každá doba vnáša do oblasti kultúrneho dedičstva nové skutočnosti, ktoré sa prejavujú na jeho kvalitatívnej a kvantitatívnej úrovni. Je to atribút každého národa, ktorý slúži na potvrdenie jeho identity a vyzdvihnutie špecifik. Kultúrne dedičstvo Slovenskej republiky je nenahraditeľným bohatstvom štátu a jeho občanov, je dokladom vývoja spoločnosti, filozofie, náboženstva, vedy, techniky, umenia, dokumentov vzdelanostnej a kultúrnej úrovne slovenského národa, iných národov, národnostných menšín, etnických skupín a jednotlivcov, ktorí žijú alebo v minulosti žili na území Slovenska. Za kultúrne dedičstvo možno považovať **kultúrne pamiatky**, ktoré môžu mať charakter nehnuteľný a hnutel'ný. Za kultúrne pamiatky sa vyhlasujú také hnutel'né a nehnuteľné veci, prípadne ich súbory, ktoré sú významnými dokladmi historického vývoja, životného spôsobu a prostredia spoločnosti od najstarších dôb po súčasnosť, ako prejavy tvorivých schopností a práce človeka z najrôznejších odborov ľudskej činnosti pre ich revolučné, historické, umelecké, vedecké a technické hodnoty, ktoré majú priamy vzťah k významným osobnostiam a historickým udalostiam (Klinda, 2000). Kultúrne dedičstvo má popri hmotnej povahe (nehnutel'né a hnutel'né pamiatky) častokrát aj nehmotný rozmer. Pod **nehmotným kultúrnym dedičstvom** sa chápu znalosti, praktiky, postupy, stvárnenia, prejavy, poznatky, schopnosti, ako aj nástroje, predmety, artefakty a s nimi spojené kultúrne miesta, ktoré spoločenstvá, skupiny, prípadne jednotlivci pokladajú za súčasť svojho kultúrneho dedičstva. Legislatívnu ochranu kultúrnych hodnôt Slovenska upravuje Deklarácia NR SR o ochrane kultúrneho dedičstva č. 91/2001 Z.z., Zákon č. 104/2014 Z.z. o ochrane pamiatkového fondu a ďalšie legislatívne predpisy, ktoré chránia jednotlivé formy kultúrneho dedičstva (archeologické, historické, umelecké, a pod.).

V súvislosti s kultúrnymi ekosystémovými službami sa v odbornej literatúre venuje pozornosť najmä kultúrnemu dedičstvu v spojitosti s kultúrnou identitou. Prostredníctvom daných kategórií sa deklarujú súčasné kultúrne väzby medzi ľuďmi a prostredím. Tengberg et al. (2012) navrhujú hodnotu kultúrneho dedičstva vnímať ako funkciu vo vnútri krajiny, nielen vrátane historických objektov alebo krajinných prvkov (kultúrnych i prírodných), ale aj nehmotných aspektov, ako sú zvyky, tradície a poznatkový systém človeka. Z prezentovaného vyplýva, že pre udržateľné hospodárenie krajiny je zásadný globálny prístup, nakoľko hmotná a nehmotná hodnota kultúrneho dedičstva pomáhajú v krajine udržiavať význam a zmysel pre kolektívnu identitu s dôrazom na intímne prepojenie medzi dedičstvom a identitou. Dedičstvo možno chápať ako fyzický objekt alebo miesto, niečo, čo sa dedí z generácie na generáciu, ale rovnako zahŕňa aj nehmotné aspekty, ako je jazyk alebo kultúrne správanie v širšom zmysle. Kultúrne dedičstvo je teda nielen to, čo vybudovali minulé generácie, ale aj spôsob, akým sú tieto hodnoty v súčasnej spoločnosti interpretované, oceňované a riadené. Nie je to statický fenomén, ale neustále sa meniaci a rôznymi subjektami rôzne interpretovaný a prehodnocovaný fenomén. Úloha ekosystémových služieb k ochrane hodnôt dedičstva sa bude výrazne líšiť medzi rôznymi zainteresovanými skupinami v rôznych dobách a rôznych častiach sveta, pretože prvky minulosti ocenené jednou sociálnou skupinou nemusia byť ocenené aj druhou skupinou.

7.3.1 Svetové prírodné a kultúrne dedičstvo

V rámci súčasnej teórie pamiatkovej starostlivosti a ochrany prírody a krajiny je prírodné a kultúrne dedičstvo komplexný termín, na význam ktorého v globálnom kontexte upozornila v roku 1972 organizácia UNESCO v Dohovore o ochrane svetového kultúrneho a prírodného dedičstva. Cieľom Dohovoru o ochrane svetového kultúrneho a prírodného dedičstva je ochrana, starostlivosť a zachovanie kultúrnych a prírodných pamiatok mimoriadneho významu ako spoločného dedičstva ľudstva. Základnou charakteristikou je výnimočná univerzálna kultúrna a/alebo prírodná hodnota pamiatky, ktorá reprezentuje najlepších predstaviteľov svojho druhu. Hodnota je taká mimoriadna, že presahuje národné hranice a je dôležitá pre súčasné a budúce generácie celého ľudstva. Uznanie výnimočnej univerzálnej hodnoty lokality podľa vybraných kritérií sa musí spájať so zabezpečením integrity a autenticity, s odpovedajúcou ochranou územia a jeho ochranného pásma a s adekvátnym riadiacim systémom pre zabezpečenie jej zachovania. Štát musí zabezpečiť, že primerané, udržateľné využitie nebude mať negatívny dopad na výnimočnú univerzálnu hodnotu, integritu a autenticitu objektu (Dvořáková, 2009).

Za prírodné dedičstvo (**svetové prírodné dedičstvo**) sa považujú prírodné javy a hodnoty tvorené fyzickými a biologickými útvarmi alebo skupinami takýchto útvarov, ktoré majú výnimočnú (svetovú) hodnotu z estetického alebo vedeckého hľadiska:

- **geologické a fyzickogeografické útvary** a presne vymedzené oblasti, ktoré tvoria miesto prirodzeného výskytu ohrozených druhov zvierat a rastlín, výnimočnej (svetovej) hodnoty z hľadiska vedy alebo starostlivosti o zachovanie prírody,
- **prírodné lokality** alebo presne vymedzené prírodné oblasti výnimočnej (svetovej) hodnoty z hľadiska vedy, starostlivosti o zachovanie prírody alebo prírodnej krásy (Tomaškin, Krišková et al., 2008).

Podľa dohovoru môže byť **svetové kultúrne dedičstvo** zastúpené pamiatkami, skupinami budov a sídlami:

- za **pamiatky** sa považujú diela architektúry, monumentálneho sochárstva a maliarstva, prvky alebo štruktúry archeologickej povahy, nápisy, skalné obydlia a kombinácie prvkov, ktoré majú výnimočnú svetovú hodnotu z hľadiska histórie, umenia alebo vedy,
- **skupiny budov** môžu predstavovať izolované alebo spojené budovy, ktoré pre svoju architektúru, homogenitu alebo umiestnenie v krajine majú z hľadiska histórie, umenia alebo vedy výnimočnú svetovú hodnotu,
- **sídla** predstavujú diela človeka alebo kombinované výtvyry človeka a prírody a územia s archeologickými lokalitami, ktoré majú z historického, estetického, etnografického alebo antropologického hľadiska výnimočnú svetovú hodnotu,
- od 90. rokov 20. storočia sa za kultúrne dedičstvo považuje aj **kultúrna krajina**.

Najvýznamnejšie kultúrne a prírodné hodnoty sú na základe Dohovoru o ochrane svetového kultúrneho a prírodného dedičstva zaradené do Zoznamu svetového dedičstva.

Podľa aktuálnych údajov organizácie UNESCO za rok 2016 (World Heritage List Statistics, 2016) je v Zozname zapísaných 802 kultúrnych, 197 prírodných a 32 zmiešaných pamiatok v 163 štátoch sveta. Najviac celosvetovo chránených pamiatok je zastúpených v Európe a Severnej Amerike (48 %) a najmenej v arabských štátoch (8 %) (tab. 7.2). Spomedzi štátov participujúcich na zápise má najviac zápisov Taliansko (51 zápisov), Čína (48 zápisov), Španielsko (44 zápisov), Francúzsko (41 zápisov), Nemecko (40 zápisov). Po jednom zápise má niekoľko štátov, napr.: Andorra, Barbados, Belize, San Marino, Singapur, Luxembursko, Haiti a pod. V porovnaní so susednými štátmi má Slovenská republika a Ukrajina 7 zápisov, Maďarsko 8 zápisov, Rakúsko 9 zápisov, Česká republika 12 zápisov a Poľsko 14 zápisov. V roku 2015 bolo podaných 44 návrhov na zápis do Zoznamu svetového dedičstva (38 kultúrnych, 5 prírodných, 1 zmiešané), z ktorých bolo oficiálne zapísaných 24 pamiatok (23 kultúrnych, 1 zmiešaná), napr.:

- akvadukt Padre Tembleque (Mexiko),
- séria 9 občianskych a náboženských stavieb v Arab-Norman Palermo (Taliansko),
- historická oblasť Baekje: 8 archeologických nálezísk s pevnosťou a kráľovskými hrobkami (Kórea),
- kresťanské pútnické miesto krstu Ježiša Nazaretského (Jordán),
- domy a vínne pivnice Champagne (Francúzsko),
- botanická záhrada (Singapur),
- hora Blue and John Crow: zmiešaná prírodná a kultúrna pamiatka – hotspot biodiverzity karibskej oblasti so silným duchovným prepojením domorodých obyvateľov (Jamajka).

Tabuľka 7.2 Zastúpenie svetového dedičstva UNESCO podľa regiónov v roku 2016 (World Heritage List Statistics, 2016)

Región	Kultúrne	Prírodné	Zmiešané	Spolu	%	Počet štátov
Latinská Amerika a Karibik	93	36	5	134	13	27
Európa a Severná Amerika	420	61	10	491	48	50
Ázia a Pacifik	168	59	11	238	23	35
Arabské štáty	73	4	2	79	8	18
Afrika	48	37	4	89	9	33
Celkovo	802	197	32	1 031	100	163

Slovenská republika má v Zozname svetového dedičstva zapísané:

- v prírodnom svetovom dedičstve:
 - Jaskyne Slovenského a Aggtelekského krasu a Dobšinská ľadová jaskyňa (Berlín, 1995; Cairns, 2000),
 - Karpatské bukové pralesy a staré bukové lesy Nemecka (Christchurch, 2007; Paríž 2011).

- v kultúrnom svetovom dedičstve:
 - Mestská pamiatková rezervácia Banská Štiavnica a technické pamiatky jej okolia (Cartagena, 1993),
 - Levoča, Spišský hrad a pamiatky okolia – Spišská Kapitula, Spišské podhradie, Kostol sv. Ducha v Žehre (Cartagena, 1993; Sevilla 2009),
 - Pamiatková rezervácia ľudovej architektúry Vlkolínec (Cartagena, 1993),
 - Historické jadro mesta Bardejov a židovské suburbium (Cairns, 2000),
 - Drevené kostoly slovenskej časti Karpatskej oblasti (Qebec, 2008).

Podľa pôvodných zámerov mal dohovor vytvoriť medzinárodnú platformu pre spoločné kampane za záchranu jedinečných a nenahraditeľných hodnôt. Dnes sa stal vyhľadávanou pomôckou pre turistov zaujímavujúcich sa o unikáty v jednotlivých krajinách. Popri spoločnom hľadaní spôsobu ochrany najmä ohrozených lokalít tak zároveň napĺňa jedno zo základných poslání UNESCO, pretože umožňuje rozširovať vzájomné poznanie často vzdialených kútov zemegule a napomáha k pochopeniu a uznaniu ich hodnôt a významu v kruhoch odbornej a laickej verejnosti. Na tomto príklade môžeme vidieť vzájomné prepojenie kategórií kultúrnych ekosystémových služieb, konkrétne prírodného a kultúrneho dedičstva s rekreáciou, ekoturizmom a geoturizmom. Pre účinný manažment hodnôt prírodného a kultúrneho dedičstva je dôležité identifikovať konkrétne ekologicky založené objekty krajiny (kultúrne i prírodné), ktoré sú spojené s konkrétnymi hodnotami dedičstva v danom kontexte, a následne vyhodnotiť, aké zmeny by mohli ovplyvniť ich funkcie.

7.3.2 Krajina poskytujúca kultúrne ekosystémové služby

Potenciál krajiny vyjadruje schopnosť krajiny poskytovať určité možnosti a predpoklady pre jej rôzne využívanie s cieľom uspokojiť potreby ľudskej spoločnosti. V súčasnosti na základe antropocentrického pohľadu sú to ekosystémové služby, ktoré predstavujú prínosy a úžitky pre spoločnosť a prírodu. Hodnotné časti krajiny je potrebné chrániť v súlade s udržateľným rozvojom územia. V tejto súvislosti bolo prijatých niekoľko dohovorov zameraných na ochranu vybraných častí krajiny. Ako jeden z prvých bol 7. novembra 1991 podpísaný **Dohovor o ochrane Álp** (Alpský dohovor), schválený rozhodnutím Rady 96/1991/ES z 26. februára 1996, ktorý nadobudol platnosť 4. apríla 1998. Alpský región je charakteristický svojím bohatstvom prírodných zdrojov vrátane vodných zdrojov, poľnohospodárskym potenciálom, historickým a kultúrnym významom, hodnotou kvality života a hospodárskych a rekreačných činností nielen pre lokálnu, ale aj širšiu populáciu, a preto je dôležité zabezpečiť jeho náležitú ochranu na medzinárodnej úrovni. K Alpskému dohovoru bolo vypracovaných niekoľko nadväzujúcich protokolov týkajúcich sa dopravy, udržateľného cestovného ruchu a poľnohospodárskej výroby (*Dohovor o ochrane Álp*, 1991).

Prvý z dohovorov, ktorý sa nezameriaval na ochranu vybraných územných častí, ale na ochranu všetkých typov krajín, bol zverejnený v talianskej Florencii v roku 2000 – **Európsky dohovor o krajine**. Cieľom dohovoru je zabezpečiť ochranu, manažment a plánovanie krajín a posilniť medzinárodnú spoluprácu v tejto oblasti. Európsky dohovor o krajine

chápe ochranu krajiny ako činnosť smerujúcu k zachovaniu a udržaniu významných alebo charakteristických čŕt krajiny vyplývajúcich z jej historického dedičstva a prírodného usporiadania alebo ľudskej aktivity (*Európsky dohovor o krajine*, 2000).

Rámcový dohovor o ochrane a trvalo udržateľnom rozvoji Karpát (Karpatský dohovor) podpísali ministri životného prostredia Slovenskej republiky, Českej republiky, Maďarska, Poľska, Rumunska, Srbska, Čiernej Hory a Ukrajiny 22. mája 2003 v Kyjeve, pričom platnosť nadobudol až 4. januára 2006. Karpaty boli vybrané ako jedno z najväčších európskych horských pásiem s jedinečným prírodným bohatstvom a krásou vrátane ekologických hodnôt (pramenná oblasť hlavných riek, dôležitý rezervoár biodiverzity a biotopov, útočisko mnohých ohrozených druhov rastlín a živočíchov, najväčšia európska oblasť prírodných lesov, posledné európske útočisko pre veľké cicavce). Karpaty s celkovou rozlohou 204 700 km² sú zaradené v zozname výnimočných ekoregiónov sveta „Global 200“, žije v nich približne 16-18 miliónov obyvateľov, pričom 16 % územia je pod nejakou formou ochrany. Práve vďaka medzinárodnej iniciatíve karpatského ekoregiónu založenej Dunajsko-karpatským programom WWF sa v roku 1999 podarilo zorganizovať summit na najvyššej úrovni, ktorý vyvrcholil podpisom Karpatského dohovoru. Karpatský dohovor sa zameriava na riešenie pomerne veľkého okruhu tém, od trvalo udržateľného využívania biologickej a krajinnej diverzity, územného plánovania, trvalo udržateľného a integrovaného manažmentu vôd, trvalo udržateľného lesného hospodárstva a poľnohospodárstva, dopravy, infraštruktúry, priemyslu, energetiky, cez cestovný ruch, ochranu kultúrneho dedičstva, zachovávanie tradičných hodnôt a znalostí, až po zvyšovanie povedomia, vzdelávania a aktívnu účasť verejnosti na napĺňaní jeho záväzkov. Z hľadiska zachovania a trvalo udržateľného využívania biologickej a krajinnej diverzity v celom karpatskom regióne sa zmluvné strany zaväzujú prijať opatrenia na zabezpečenie vysokej úrovne ochrany a trvalo udržateľného využívania prírodných a poloprírodných biotopov, ich kontinuity a spojitosti, a rastlinných a živočíšnych druhov typických pre Karpaty. Pre využívanie kultúrnych ekosystémových služieb má význam uznesenie ohľadne kultúrneho dedičstva a tradícií, v ktorom sa zmluvné strany zaväzujú zachovávať a propagovať kultúrne dedičstvo a tradície miestneho obyvateľstva, remeselnú výrobu a predaj miestnych výrobkov, umeleckých výrobkov a ručne vyrobených predmetov. Zaväzujú sa zachovávať tradičnú architektúru, tradičný spôsob obrábania pôdy, chov miestnych plemien domácich zvierat, pestovanie rastlinných druhov a trvalo udržateľné využívanie divo rastúcej fauny Karpát. Alpský dohovor a Karpatský dohovor majú za cieľ vytvoriť cezhraničnú sieť chránených území a oblastí s trvalo udržateľným obhospodarovaním krajiny.

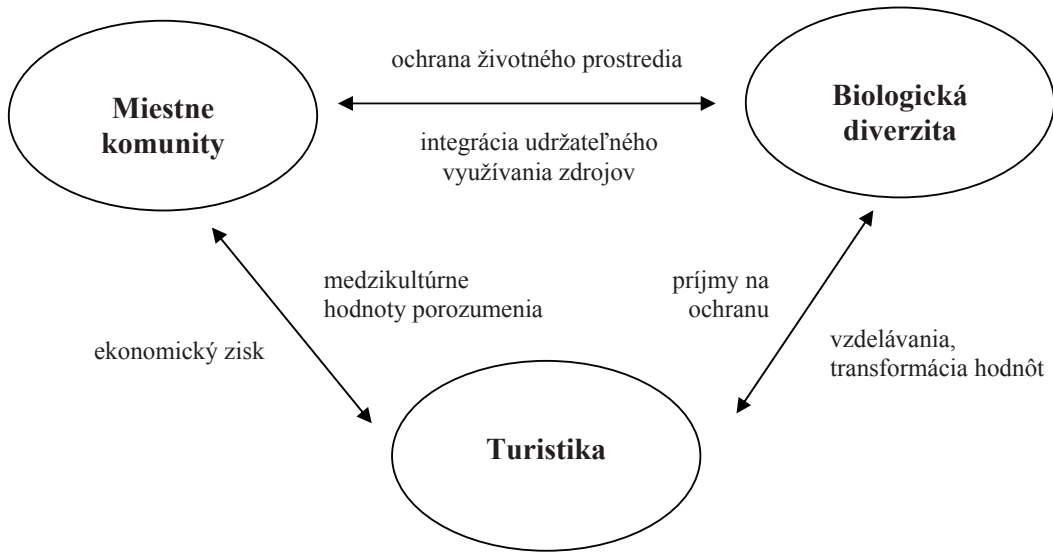
7.4 REKREÁCIA, EKOTURIZMUS A GEOTURIZMUS

Prírodné ekosystémy majú z pohľadu kultúrnych ekosystémových služieb významnú hodnotu pre ľudí, ako miesta na využívanie voľného času a regeneráciu síl. Prostredníctvom estetických kvalít a rozsiahlej škály krajinných prvkov poskytuje prírodné prostredie viacero príležitostí pre rekreačné aktivity, ako je chôdza, turistika, kempovanie, rybárčenie, kúpanie a pod. Využívaním daných služieb ekosystémov sa ľudia dostávajú do priamej

interakcie s prírodou a ako uvádzajú Daniel et al. (2012), majú možnosť vyskúšať výhody ekosystémových služieb priamo. Toto platí najmä pre ľudí, ktorí žijú v mestskom prostredí, kde kontakt s prírodným alebo čiastočne prírodným ekosystémom je veľakrát obmedzený.

Oblasť rekreácie, ekoturizmu a geoturizmu spadá do odvetvia cestovného ruchu, ktorý patrí medzi prosperujúce a dynamicky sa rozvíjajúce odvetvia. **Cestovným ruchom** Gučík et al. (2007) rozumejú súbor činností zameraných na uspokojovanie potrieb súvisiacich s cestovaním a pobytom osôb mimo miesta trvalého bydliska a zvyčajne vo voľnom čase. Ich cieľom je odpočinok, poznávanie, zdravie, rozptýlenie a zábava, kultúrne a športové vyžitie, ale aj služobné a pracovné cesty, t.j. získanie komplexného zážitku. Podľa definície Svetovej organizácie cestovného ruchu (World Tourism Organization, WTO) pojem cestovný ruch zahŕňa všetok pohyb človeka mimo miesta bydliska okrem jeho cesty do práce počas doby kratšej ako jeden ucelený rok s cieľom zotavenia, kúpeľnej liečby, poznávania, kultúrneho i športového vyžitia a služobných ciest. Cestovný ruch predstavuje mnohostranné odvetvie, ktoré zahŕňa najmä dopravu, turistické zariadenia poskytujúce ubytovanie a stravovanie, infraštruktúru cestovného ruchu, služby cestovných kancelárií, sprievodcovské služby, turistické informačné systémy a ďalšie služby spojené s tzv. sprievodnými programami (Otepka, Habán, 2007).

Veľakrát sa stretávame aj s inými pojmami na označenie cestovného ruchu, napr. zotavenie, turistika, rekreácia a pod. Aj keď sa vykonávajú vo voľnom čase a mimo miesta trvalého bydliska, nepokladáme ich za totožné s cestovným ruchom. **Zotavenie** predstavuje všetky činnosti spojené s odstránením únavy človeka. Zahŕňa zdravý spánok, zdravú výživu a všetky činnosti vykonávané vo voľnom čase, ktoré sa spájajú so zmenou každodenného stereotypu, napr. práca v záhradke a pod. **Rekreáciu** (z lat. zotavenie, oddych) možno považovať za činnosť, ktorou sa obnovujú fyzické a duševné sily človeka oslabené v životnom procese psychickou, ale najmä fyzickou formou. **Turistika** je skôr vnímaná ako súčasť športového cestovného ruchu (napr. horská turistika, pešia turistika a pod.). Turizmus (franc., aktívne cestovanie, cestovný ruch) je prostriedkom na uskutočnenie rekreácie, charakterizuje ho presun z miesta bydliska k cieľu rekreačného a turistického pobytu. Turizmus sa v priebehu času mimoriadne rozšíril a zahŕňa aj činnosti mimo voľného času, t.j. aj pracovné a služobné cesty a pod. V jeho rámci sa vzhľadom na objekt záujmu vyprofiloval pojem **ekoturistika** (*ecotourism*, vo Veľkej Británii *green travel*). Po celú dobu sa objavili rôzne definície charakterizujúce pojem ekoturistika a pokusy o jej čo najpresnejšie vymedzenie. Z nich najlepšie vystihuje jej obsahovú náplň v intenciách kultúrnych ekosystémových služieb definícia Pagea a Dowlinga (2002), ktorí ekoturistiku považujú za udržateľnú formu turistiky založenú na prírodnom bohatstve, ktorá je primárne zameraná na zážitky a štúdium prírody, ktoré je eticky riadené smerom k nízkemu dopadu, nulovej spotrebe, a ktoré je miestne orientované. Typicky sa objavuje v prírodných oblastiach a mala by prispievať k ochrane a zachovaniu týchto oblastí. Princípy ekoturistiky stoja na troch pilieroch (obr. 7.2), ktoré by sa mali vzájomne dopĺňať – miestne komunity, biologická diverzita (ochrana prírody a krajiny) a turistika. Výsledkom daných vzťahov je cestovanie do prírody, ktoré chráni životné prostredie a zlepšuje prosperitu miestnych ľudí.



Obrázok 7. 2 Piliere ekoturistiky (Page, Dowling, 2002)

Špecifickou formou turizmu je tzv. **geoturizmus**, ktorý je orientovaný na geologické dedičstvo, t.j. na tie oblasti Zeme, ktoré majú z geologického aspektu výnimočnú hodnotu. Sú spravidla kľúčovými svedkami vývoja určitej časti zemského povrchu a významnou mierou sa podpísali na rozvoji ľudskej spoločnosti. Na prezentáciu geologického dedičstva slúžia tiež geologicky a banícky zamerané náučné lokality, náučné chodníky, múzeá a expozície v prírode, sprístupnené opustené banské diela a iné technické diela súvisiace s baníctvom, historické cesty a predovšetkým geoparky.

Približne dve tretiny územia Slovenska má vidiecky charakter, čo je predpokladom rozvoja vidieckeho cestovného ruchu, ktorý sa súčasne s agroturistikou stáva relatívne novou formou cestovného ruchu na Slovensku. Poskytnúť výstižnú a úplnú definíciu vidieckeho turizmu vôbec nie je jednoduché. Existuje ich viac, ale nepostihujú komplexnosť všetkých súvislostí a znakov vidieckeho turizmu. **Vidiecky cestovný ruch** možno podľa Tomaškina, Kriškovej et al. (2008) definovať ako využívanie voľného času na vidieku rôznymi rekreačnými činnosťami s možnosťou ubytovania v rodinách, vo vidieckych domoch alebo v účelových komerčných ubytovacích zariadeniach postavených v tomto prostredí. **Vidiecka turistika** je forma cestovného ruchu, ktorej aktivity sú bezprostredne späté s prírodou, krajinou a vidieckym prostredím. Niekedy je označovaná ako „zelená turistika“. Zahŕňa súbor prírodných a kultúrnych aktivít: šport, kultúru, remeslá, školy v prírode a ďalšie špeciálne ponuky služieb (Čaboun, 2001). Vidiecku turistiku chápeme ako súbor rekreačných aktivít alebo aktivít voľného času, ktoré sa viažu na prostredie vidieckeho osídlenia a sú odlišné od civilizačných rekreačných aktivít. Znamenajú istý návrat k prírode a k činnostiam, ktorými sa bezprostredne zaoštarávajú základné potreby na živobytie.

Využívanie ekosystémov pre rekreáciu a turistiku podľa Správy miléniového hodnotenia ekosystémov (Reid et al., 2005) rastie v dôsledku zvýšeného počtu populácie, väčších možností využívania voľného času u bohatších ľudí a vďaka rozvoju infraštruktúry. Objem cestovania do prírody na začiatku 90. rokov 20. storočia odhadom vzrástol o 10 – 30 % ročne a na konci 20. storočia predstavoval približne 20 % podielu na celkovom medzinárodnom cestovnom ruchu. Zvýšený dopyt po daných službách ekosystémov súvisí s fyzickými a psychickými výhodami, ktoré z nich ľudia získavajú. Na druhej strane prírodovedci upozornili, že rekreácia a turizmus predstavujú hrozbu pre prírodné a prírodným blízke ekosystémy priamo, napr. prostredníctvom rušenia voľne žijúcich živočíchov, narušením biotopov, alebo nepriamo cez emisie dopravy a infraštruktúru. Viaceré štúdie (Hartig et al., 2003, Karmanov et al., 2008, Bowler et al., 2010) ukázali, že aj krátky kontakt človeka s prírodou (zelenou plochou) má pozitívny vplyv na jeho zdravie. Najvýraznejšie sa tento pozitívny vplyv prejavuje u ľudí žijúcich v mestskom prostredí, kde akékoľvek prvky mestskej zelene zvyšujú psychickú a fyzickú pohodu ľudí. Botkin, Beveridge (1997) vyzdvihujú dôležitosť verejných parkov, ktoré by mali v mestskom prostredí predstavovať najdôležitejší prvok a mali by byť koncipované tak, aby spĺňali základné psychologické a sociálne potreby mesta. Bolund, Hanhammar (1999) vo svojej analýze uvádzajú, že občania si veľmi vážia zelené plochy v meste. Ako vyplýva z výsledkov analýzy, 90 % občanov navštevuje park aspoň raz v priebehu roka, 45 % každý týždeň a 17 % viac ako trikrát do týždňa. Z tohto dôvodu pre kategóriu kultúrnych ekosystémových služieb majú význam aj mestské zelené plochy, kde si ľudia môžu krátkodobo oddýchnuť a zregenerovať sily.

Väčšina rekreačných služieb závisí od vybudovanej infraštruktúry, prístupnosti a ďalších podmienok, ale nezanedbateľný význam má práve prírodný potenciál daného územia. Fuller et al. (2007) svojou štúdiou preukázali, že psychická pohoda návštevníkov pozitívne korelovala s druhovou a biotopovou diverzitou územia. Pre pozitívne úžitky ľudí je nevyhnuté, aby ekosystémy určené na rekreáciu a turizmus vykazovali kvalitné prírodné, kultúrne a spoločenské prostredie s bohatosťou druhov, kultúrnych a duchovných hodnôt.

7.4.1 Vplyv cestovného ruchu na ekosystémy, ich služby a životné prostredie

Priestorové aktivity cestovného ruchu ovplyvňujú životné prostredie, ekosystémy a následne ich služby, ktoré poskytujú. Vplyvy cestovného ruchu na životnom prostredí môžu byť:

- **pozitívne** - majú formu kvalifikovaných úprav, aby umožnili alebo uľahčili prístup účastníkov cestovného ruchu na určitom území. Zmena prírodného prostredia je možná len podľa návrhov špecialistov, aby sa minimalizovalo narušenie prírody (napr. sprístupňovanie jaskýň, vysokohorské chodníčky, vybudovanie lyžiarskych tratí). Pozitívne vplyvy spočívajú aj v príleve finančných prostriedkov, ktoré môžu byť využité na vybudovanie vhodnej infraštruktúry a iných kompenzačných opatrení na zmiernenie negatívnych vplyvov na prírodné hodnoty týchto ekosystémov a v záchrane a následnej podpore pôvodných prírodných a kultúrnych hodnôt navštevovaných území.

- **negatívne** - zahŕňajú predovšetkým spotrebu prírodných zdrojov (energia, voda, pôda, záber priestoru), produkciu odpadov, nárast turistickej dopravy a zvyšovanie intenzity využívania dostupnej turistickej infraštruktúry. Dôsledkom môže byť napríklad vymiznutie jednotlivých druhov fauny, flóry, trvalé poškodenie ekosystému alebo erózia.

Vplyvy cestovného ruchu možno pozorovať v oblasti: kvality ovzdušia (výfukové plyny, hluk, tepelné znečistenie), kvality vody, vyčerpávania prírodných zdrojov, fauny a flóry, dopravy.

Nepriaznivý vplyv na **ovzdušie** má predovšetkým doprava, ktorá spôsobuje zmenu zloženia ovzdušia, a to hlavne výfukovými plynmi. Čím je krajina atraktívnejšia, tým je výraznejšie zhoršenie kvality ovzdušia. Okrem všeobecných negatívnych vplyvov, ktoré doprava spôsobuje (napr. hluk, výfukové plyny, záber pôdy pre parkoviská), to znamená i smerovanie dopravy do oblastí, ktoré boli týchto vplyvov ušetrené. Okrem dopravy sa na hlukovej záťaž podieľa i celý rad športových a rekreačných zariadení a činností. V prírode aj nižšia hladina hluku môže narušiť miesto výskytu určitého organizmu a prirodzené (najmä reprodukčné) správanie živočíchov.

Vodné zdroje sú využívané na zásobovanie pitnou vodou pre ubytovacie zariadenia, športové a relaxačné komplexy, a iné doplnkové služby pre turistických návštevníkov. Na druhej strane tieto turistické komplexy produkciou odpadových vôd znečisťujú vodné toky. Produkcia odpadových vôd spôsobená nadmernou turistickou návštevnosťou môže spôsobovať lokálne a sezónne problémy súvisiace s manažmentom zabezpečujúcim jeho zneškodňovanie. Nároky na spotrebu vody a produkcia odpadových vôd v sektore cestovného ruchu alebo jednotlivých turistických oblastiach sa vyznačujú spravidla značnými rozdielmi medzi hlavnou turistickou sezónou a mimosezónnym obdobím. Cestovný ruch kladie značné nároky na manažment vodných zdrojov, zásobovanie pitnou vodou a zneškodňovanie odpadových vôd, predovšetkým na lokálnej a regionálnej úrovni. Dané nároky spôsobujú aj značné problémy ekosystémov pri zabezpečovaní zásobovacích služieb. Potenciálne riziko znečistenia povrchových vôd je vysoké predovšetkým v prípade prírodných vodných plôch s malou plošnou rozlohou, kde nadmerná a živelná koncentrácia návštevníkov môže viesť k negatívne ovplyvneniu kvality vody (Gajdoš, 2013).

Vybíralová et al. (2008) uvádzajú, že **pôda** je významnou zložkou životného prostredia, predstavuje nevyhnutnú podmienku existencie ľudstva a na druhej strane tvorí aj základ cestovného ruchu. Pešia turistika patrí spoločne s cykloturistikou k najviac uplatňovaným formám dynamických foriem turistiky v letnom období. Horská cyklistika má v prípade absencie regulačných opatrení (pohyb len po značených cykloturistických trasách) v území okrem iných škodlivých faktorov predovšetkým vplyv na rozšírenie erózie. Turisticky značované chodníky síce na jednej strane prispievajú k priestorovej regulácii a usmerneniu pohybu návštevníkov v prírodne najhodnotnejších lokalitách, na druhej strane pri nesprávnom trasovaní alebo príliš veľkej hustote siete týchto chodníkov v území sa môžu stať katalyzátorom erózných vplyvov, spojených často s nedisciplinovanosťou návštevníkov. Z hľadiska hustoty trás pre bežecké lyžovanie, turisticky značených chodníkov a značených cyklotrás na Slovensku sú vzhľadom na svoju rozlohu v najväčšej miere fragmentované

územia Pieninského národného parku, Národného parku Muránska planina a Národného parku Slovenský raj. Kritická erózia pôdy na turisticky značených chodníkoch sa podľa Gajdoša (2013) prejavuje na území NP Nízke Tatry, NP Malá Fatra a NP Muránska planina.

Biodiverzita je v najväčšej miere zasiahnutá v environmentálne citlivých územiach, nakoľko sa cestovný ruch sústreďuje predovšetkým do oblastí, ktoré sú zatiaľ relatívne málo zmenené antropickou činnosťou. Tlaky na prostredie vyvolané turistickými aktivitami veľakrát nerešpektujú podmienky a požiadavky na ochranu prírody a krajiny. Trend k aktívnemu tráveniu voľného času spôsobujú sklony cykloturistov i peších turistov rozptyľovať sa na väčších plochách. Dopadom týchto aktivít je fragmentácia krajiny a znižovanie pokojných zón pre život voľne žijúcich živočíchov narušením regeneračnej schopnosti ekosystémov najmä v areáloch aktívnej rekreácie a športu (napr. lyžiarske areály, horská cyklistika, vodné športy), i ohrozovanie biodiverzity neúnosnou návštevnosťou. Koncentrovaný cestovný ruch mení diverzitu rastlinných spoločenstiev najmä v týchto smeroch:

- ochudobnenie (redukcia) biodiverzity,
- obohatenie biodiverzity o druhy cudzie danému rastlinnému spoločenstvu (introdukcia inváznych druhov),
- podpora/brzdzenie rozvoja určitých druhov zmenou podmienok biotopu.

Zmeny biodiverzity živočíchov v závislosti na turistike a s ňou spojených rekreačných aktivitách odporúča Spellerberg (2005) pozorovať na vyšších stavovcoch, špeciálne na vtákoch a cicavcoch, pretože ich spôsob reakcie na typ a intenzitu turistického tlaku môže pozorovať aj laik. Najvyššia miera ohrozenosti chránených území vplyvom aktivít cestovného ruchu (koncentrácia návštevníkov, hlučnosť, znečisťovanie prírodného prostredia, erózia turistických chodníkov) sa na Slovensku prejavuje na území Tatranského národného parku, NP Nízke Tatry, NP Malá Fatra, a NP Slovenský raj i CHKO Dunajské luhy, CHKO Malé Karpaty, CHKO Strážovské vrchy, CHKO Poľana, CHKO Cerová vrchovina a CHKO Vihorlat (Gajdoš, 2013).

7.4.2 Manažérske opatrenia vedúce k ochrane kultúrnych ekosystémových služieb

Každý región má svoje špecifická a svoj historický vývoj, ktorý z hľadiska poskytovania kultúrnych ekosystémových služieb môže významne pomôcť k profilácii týchto regiónov v rámci rozvoja cestovného ruchu. Politika Európskej únie vo vzťahu k cestovnému ruchu uplatňuje zásadu, že cestovný ruch je predovšetkým v kompetencii národných štátov. Európska politika sa okrem iného zaoberá aj podporou trvalo udržateľného rozvoja cestovného ruchu, ktorý má smerovať k efektívnemu využívaniu ekosystému pri zachovaní jeho prírodných a kultúrnych hodnôt. Z manažérskych opatrení implementovaných na ochranu kultúrnych ekosystémových služieb v súvislosti s udržateľným cestovným ruchom v Európskej únii možno spomenúť:

- **Oznámenie Komisie Európa ako popredná svetová destinácia cestovného ruchu** – nový politický rámec pre európsky cestovný ruch (KOM 2010/352), v ktorom Komisia konštatuje, že kvalita oblastí cestovného ruchu je vo veľkej miere závislá od ich prírodného a kultúrneho prostredia, a preto je nevyhnutné zodpovedné využívanie prírodných zdrojov, zohľadnenie dosahu činností na životné prostredie, využívanie „čistých“ energií, ochrana dedičstva a zachovanie prírodnej a kultúrnej integrity územia.
- **Madridská deklarácia** (apríl 2010) obsahuje opatrenia smerujúce k začleneniu udržateľnosti do odvetví súvisiacich s cestovným ruchom (doprava, pevný odpad, čistenie odpadových vôd) s cieľom podporovať zodpovedný cestovný ruch, najmä jeho environmentálnu, ekonomickú a kultúrnu udržateľnosť.
- **Manuál indikátorov udržateľného cestovného ruchu** (2006) stanovil metodologický postup na ich meranie.

V praxi sa realizujú mnohé projekty podporované zo zdrojov EÚ. Napríklad projekt **EDEN** (European Destinations of Excellence) zameraný na excelentné európske turistické destinácie, ktorých ekonomický rast je dosahovaný spôsobom zabezpečujúcim sociálne, kultúrne a environmentálne udržateľný rozvoj. Jedným z cieľov je aj vysporiadať sa s preľudnenosťou v turistických centrách, prerozdeliť turistické toky smerom k netradičným a menej známym oblastiam a motivovať ostatné oblasti, aby uplatňovali stratégiu udržateľného rozvoja turizmu. Jednou zo špecifických tém je „turizmus a chránené územia“. Projekt **Energetické riešenia pre hotely** (Hotel Energy Solutions – HES) je zameraný na uľahčenie využívania obnoviteľných energií a energeticky efektívnych systémov v malých a stredne veľkých hoteloch. Môže byť nápomocný pri redukcii prevádzkových nákladov a zmierňovaní vplyvu hotelového sektora na klimatické zmeny.

Z pohľadu navrhnutých manažérskych opatrení v súlade s ochranou ekosystémov a ich služieb by mali byť podporované formy využívania územia šetrné k životnému prostrediu (napr. vidiecka turistika, agroturistika, pobyt v prírode a pri vode, cykloturistika po spevnených a vyznačených trasách, jazda na koni, ekoturistika, využívanie hromadných dopravných prostriedkov a pod.). Cestovný ruch je prostriedkom regionálneho rozvoja a v záujme ochrany hodnotných prírodných a kultúrnych prvkov je žiadúce vytvárať podmienky a predpoklady na ich ochranu.

7.5 PROBLÉMY A PERSPEKTÍVY HODNOTENIA KULTÚRNYCH EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB

Význam kultúrnych ekosystémových služieb bol vo viacerých štúdiách jednoznačne rozpoznávaný, ale problém je s **kvantifikáciou a ocenením** týchto **nemateriálnych výstupov**, ktoré majú zväčša symbolický, kultúrny alebo intelektuálny význam. S cieľom vyriešiť tento problém je hodnotenie kultúrnych ekosystémových služieb založené do značnej miery na poznatkoch získaných prostredníctvom vedeckej teórie a praxe a neformálnych poznatkoch (nazývaných aj tradičné znalosti), spojených s každodennou skúsenosťou ľudí, s ich zvykmi a vierou. Satz et al. (2013) identifikovali tri okruhy problémov hodnotenia kultúrnych ekosystémových služieb v rámci hodnotenia ekosystémov:

- prepojenie a nesúmernosť s inými ekosystémovými službami,
- väčší počet hodnôt, ktoré ľudia pripisujú ekosystémovým službám,
- integrované hodnotenie kultúrnych a ekologických hodnôt ekosystémov.

Kultúrne hodnoty ekosystémov sú výsledkom miestnych podmienok a historickej doby. Maes et al. (2013) rozoznávajú v rámci kultúrnych ekosystémových služieb z hľadiska ich oceňovania dve hlavné kategórie:

- fyzické interakcie s ekosystémom, krajinou a biotou,
- duchovné, symbolické a ďalšie interakcie s ekosystémom, krajinou a biotou.

Tengberg et al. (2012) upozorňujú, že je potrebné vzdialiť sa od sektorového a uplatniť integrovaný prístup hodnotenia vychádzajúci z príslušných medzinárodných nástrojov. Jednou z hlavných výziev je zachovanie kultúrnych hodnôt ekosystémov vymedzením priestorového rozsahu konkrétnej kultúrnej služby. Globálne hodnotenie kultúrnych ekosystémových služieb podáva Správa miléniového hodnotenia (Reid et al., 2005). Všeobecne možno konštatovať, že kultúrne ekosystémové služby sa v globálnom pohľade zhoršujú mierne a v pozícii sily výrazne, a to z dôvodu nedostatku osobných skúseností s prírodou a kvôli nižšej kultúrnej rozmanitosti. Z navrhnutých programových riešení vyberáme niektoré (tab. 7.3).

Tabuľka 7.3 Účinnosť hodnotených riešení kultúrnych ekosystémových služieb podľa MA (Reid et al., 2005)

Riešenie	Účinnosť			Poznámky
	Účinné	Sľubné	Problémové	
Od obnovy krajiny k oceňovaniu kultúrnej krajiny		X		Krajina podlieha vplyvu ľudského vnímania a politických a ekonomických záujmov, čo ovplyvňuje rozhodovanie vo veciach ochrany prírody a krajiny.
<i>Uznanie posvätných území</i>	X	X		Prepojenie posvätných území a ochrany prírody nie je novinkou. V súčasnosti sa koncept posvätnosti častejšie objavuje v právnych dokumentoch, čo vychádza z pozemkového vlastníctva.
<i>Integrácia miestnych a domorodých vedomostí</i>		X	X	Miestne a domorodé vedomosti sa rozvíjajú v špecifickom prostredí a malo by sa dôsledne dbať na to, aby tohto prostredia neboli zbavené. Konvenčné metódy nemusia byť pre ich zachovanie vhodné.
<i>Ekoturistika a kultúrna turistika</i>		X		Ekoturistika môže byť zdrojom ekonomických alternatív premeny ekosystému, môže viesť k vzniku konfliktov medzi využívaním zdrojov a estetickou hodnotou určitých ekosystémov. Niektoré druhy ekosystémov sú turisticky atraktívnejšie ako iné. Tržná hodnota ekosystémov sa preto môže meniť v závislosti na spoločenskom vnímaní prírody.

Viacere služby prírody poskytujú súčasne materiálne aj nemateriálne úžitky, ktoré je veľakrát ťažké pri hodnotení oddeliť. Chan et al. (2012) uvádzajú ako príklad lov zveri, ktorý poskytuje materiálny úžitok v podobe potravy, ale môže byť pripojený aj k náboženským obradom a spôsobu života ľudí prírodných kultúr v podobe nemateriálnych úžitkov. Na tomto príklade demonštrovali problém **dvojitého započítavania a oceňovania služby**, ktorú ekosystém poskytuje. Aby sa minimalizovalo dané riziko, je potrebné jasne definovať služby, identifikovať procesy a vzťahy v ekosystémoch. Boyd (2007) odporúča zamerať pozornosť na tzv. „finálne ekosystémové služby“, ktoré sú obsiahnuté v konečnom výstupe (produkte) ekosystému, ktorý hodnotíme. Tento prístup, ako konštatujú Satz et al. (2013), môže byť viac komplikovaný v prípade kultúrnych ekosystémových služieb než iných ekosystémových služieb, ktoré sú výsledkom vzájomnej interakcie prírody a človeka.



KLÚČOVÉ SLOVÁ

Kultúrne ekosystémové služby, kultúrna krajina, estetické hodnoty, prírodné a kultúrne dedičstvo, rekreácie a turizmus

OTÁZKY NA OVERENIE ZNALOSTÍ

- Ako definuje miléniové hodnotenie ekosystémov pojem kultúrne ekosystémové služby?
- Aké kategórie kultúrnych ekosystémových služieb poznáme?
- Čím sa vyznačujú estetické hodnoty krajiny?
- Ktoré faktory narúšajú estetickú hodnotu krajiny?
- Ako by ste definovali pojmy prírodné dedičstvo, kultúrne dedičstvo?
- Aké objekty prírodného a kultúrneho dedičstva má Slovenská republika zapísané na Zozname svetového dedičstva UNESCO?
- Ako by ste definovali pojem ekoturistika?

ÚLOHY NA OVERENIE ZNALOSTÍ

- Vo vybranej lokalite identifikujte kultúrny potenciál územia. Zistite zastúpenie objektov prírodného a kultúrneho dedičstva a objektov na rekreáciu.
- Dané zistenia porovnajte v čase a zaznačte do mapy.

LITERATÚRA

- Barčáková, I. 2001. Prístupy k hodnoteniu estetickej (vizuálnej) kvality krajiny. *Geografický časopis*, 53 (4): 343-356.
- Bolund, P., Hunhammar, S. 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29 (2): 293 - 301.
- Botkin, D. B., Beveridge, C. E. 1997. Cities as environments. *Urban Ecosystems*, 1 (1): 3-19.
- Bowler D.E. et al. 2010. A systematic review of evidence for the added benefits to health of exposure to natural environments. *BMC Public Health*, 10: 456.

- Boyd, J. 2007. The nonmarket benefits of nature: What should be counted in green GDP? *Ecological Economics*, 61 (4): 716-723.
- Boyd, J., Banzhaf, S. 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics*, 63: 616-626.
- Costanza, R. et al. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387: 253-260.
- Čaboun, V. 2001. Vplyv a význam ekoagroturistiky a rekreácie na prírodnú a kultúrnu krajinu. In Jančura, P. (ed.): *Krajina, človek, kultúra*. Banská Bystrica : SAŽP, 2001. s. 208 – 210.
- Daily, G.C. 1999. Developing a scientific basis for managing earth's life support systems. *Conservation Ecology*, 3(2): 14.
- Daniel, T.C. et al. 2012. Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda. *PNAS*, 109 (23): 8812-8819.
- De Groot, R.S. et al. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological economics*, 44: 393-408.
- Drdoš, J. 1995. Krajinný obraz a jeho hodnotenie. *Životné prostredie*, 29: 202-205.
- Dvořáková, V. 2009. *Kultúrne krásy Slovenska : Svetové kultúrne dedičstvo UNESCO*. Bratislava: DAJAMA, 128 s. ISBN 978-80-89226-76-4.
- Fuller, R.A. et al. 2007. Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. *Biolett*, 3: 390-394.
- Gajdoš, L. 2013. *Cestovný ruch a jeho vplyv na životné prostredie v Slovenskej republike k roku 2011 : indikátorová sektorová správa*. Banská Bystrica: SAŽP, 63 s.
- Gučík, M. et al. 2007. *Metodická príručka pre podnikanie vo vidieckom cestovnom ruchu a agroturistike*. Banská Bystrica: Banskobystrický samosprávny kraj, Odbor cestovného ruchu a kultúrneho dedičstva, 2007. 51 s.
- Hartig T, et al. 2003. Tracking restoration in natural and urban field settings. *Journal of Environmental Psychology*, 23: 109–123.
- Chan, K., A. et al. 2012. Integrating 'cultural' and 'social' into ecosystem services: A framework for value-based ecosystem decision-making. *BioScience* 62: 744-756.
- Cheshire, P., Sheppard, S. 2002. The welfare economics of land use planning. *Journal of Urban Economics*, 52: 242-269.
- Church, A., Burgess, J., Ravenscroft, N. s.a. *Chapter 16 : Cultural Services*. UK National ecosystem assessment : technical report. p. 633-692.
- Church, A., Burgess, J., Ravenscroft, N., Bird, W., Brady, E., Crang, M., Fish, R. et al. 2011. Cultural services. Chapter 16. In: *UK National Ecosystem Assessment: Technical report*. 94 p.
- Karmanov D, et al. 2008. Assessing the restorative potential of contemporary urban environment(s): Beyond the nature versus urban dichotomy. *Landscape and Urban Plan*, 86: 115–125.
- Klinda, J. 2000. *Terminologický slovník environmentalistiky*. Bratislava: MŽP SR, 2000. 764 s. ISBN 80-88833-22-1.
- Kumar, P. (ed.). 2010. *The economics of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations. The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)*, United Nations Environment Programme. Switzerland: Geneva.

- Kušíková, A. 2013. Využitelnost environmentu a ekosystémové služby. *Enviromagazín*, 3: 4-6.
- MA. 2005. Ecosystems and human well-being: current state and trends: Findings of the Conditions and trends Working Group. In Hassan, R., Scholes, R. (eds.): *Millenium Ecosystem Assessment*. Washington: Island Press.
- MA. 2005b. Millenium ecosystem assessment. In *Ecosystems and Human Well-being: biodiversity Synthesis*. Washington, D.C.: World Resources Institute.
- Maes, J. et al. 2013. *Mapping and assessment of ecosystems and their services : an analytical framework for ecosystem assessments under action 5 of the EU biodiversity strategy 2020*. Publications Office of the European union. Luxembourg: European union, 66 p. ISBN 978-92-79-29369-6.
- Makovníková, J. et al. 2016. An Approach to Mapping the Potential of Cultural Agroecosystem Services. *Soil and Water Research*, 11 (1): 44-52.
- Miadok, D., Kontriš, J., Kontrišová, O., Stanová, V., Jurko, A., Maglocký, Š. 1992. *Lesy*. In: Ružičková, H., Halada, L., Jedlička, L. (eds.): *Biotopy Slovenska. Príručka k mapovaniu a katalóg biotopov ÚKE SAV Bratislava a Nitra, BÚ SAV Bratislava, SOP Banská Bystrica a Liptovský Mikuláš, ÚEL SAV Zvolen, ÚZE SAV Bratislava*, s. 25-60.
- Milcu, A. et al. 2013. Cultural ecosystem services: a literature review and prospects for future research. *Ecology and Society*, 18(3): 44.
- O'ahel', J. 1994. Visual landscape perception research for the environmental planning. *Geographia Slovaca*, 6: 97-103.
- Otepka, P., Habán, M. 2007. *Vidiecky turizmus a agroturizmus*. Nitra: Ústav vedeckotechnických informácií pre pôdohospodárstvo v Nitre. 120 s. ISBN 978-80-89088-52-2.
- Page, J. S., Dowling, R. K. 2002. *Ecotourism: Theme in Tourism*. Pearson Education: Essex.
- Porterous, J. D. 1982. Urban environmental aesthetics. University of Victoria, *Western Geographical Series*, 20: 67-95.
- Prato, T. 2007. Evaluating land use plans under uncertainty. *Land Use Policy*, 24: 165-174.
- Reid, W.V. et al. 2005. *Ecosystem and human well-being: Synthesis. Millenium ecosystem assessment – Ekosystémy a lidský blahobyt. Syntéza. Zpráva hodnocení ekosystémů pro otázku životního prostředí*. Praha: Univerzita Karlova v Prahe. 138 s.
- Satz, D. et al. 2013. The Challenges of Incorporating Cultural Ecosystem Services into Environmental Assessment. *AMBIO*, 42 (6): 675-684.
- Sklenička, P. 2003. *Základy krajinného plánování*. 2. Vyd. Praha: Naděžda Skleničková, 321 s. ISBN 80-903-2061-9.
- Snacken, F., Antrop, M. 1983. Structure and dynamics of landscape systems. In. Drdoš, J. (ed.): *Landscape synthesis. Geoecological foundations of the complex landscape management*. Bratislava: Veda, p. 10-30.
- Spellberg, I. 2005. *Monitoring ecological changes*. Cambridge: Cambridge University Press, 391 s. ISBN 13 978-0-521-82028-8.
- Svobodová, K. 2011. *Krajina a krajinný ráz ve strategickém plánování : podklad pro samostatné rozširující studium v oboru prostorového plánování*. Praha: Fakulta architektury ČVUT v Praze, Ústav prostorového plánování. 22 s.
- Švejdarová, H., Cudlínová, E. 2013. Ekonomická hodnota kulturní krajiny, neprodukční služby území a netržní metody oceňování. *Acta Oeconomica Pragensia*, 21 (5): 64-81.

- TEEB. 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach*, Conclusions and Recommendations of TEEB.
- Tengberg, A. et al. 2012. Cultural ecosystem services provided by landscapes : Assessment of heritage values and identity. *Ecosystem Services*, 2: 14-26.
- Tomaškin, J., Krišková, Z. et al. 2008. *Prírodné a kultúrne dedičstvo v krajine*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Fakulta prírodných vied, 196 s. ISBN 978-80-8083-687-0.
- Vybíralová, J., Füziová, L., Polačko, V. 2008. *Tvorba a ochrana životného prostredia*. Bratislava: Ekonóm, 234 s. ISBN 978-80-225-2639-5.
- Wallace, K. J. 2007. Classification of ecosystem services: problems and solutions. *Biological Conservation*, 39: 235-246.
- Whitehead, T., Simmonds, D., Preston, J. 2006. The effect of urban quality improvements on economic activity. *Journal of Environmental Management*, 80: 1-12.
- World Heritage List Statistics [on-line] [cit. 2016-04-18] <<http://whc.unesco.org/en/list/stat/>>

8 HODNOTENIE A OCEŇOVANIE EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB

Vyčíslenie hodnoty konkrétnych ekosystémových služieb je náročné. Stretávame sa tu, ako uvádzajú Belaňová et al. (2014), s dvomi príbuznými pojmami – oceňovaním a hodnotením, ktorých významové vymedzenie je rozdielne používané viac v zahraničí ako u nás. Terminológia hodnotenia a oceňovania ekosystémových služieb pochádza prevažne z anglofónnej vedeckej a odbornej literatúry.

Oceňovanie je určitý proces, pomocou ktorého zistíme a posudzujeme užitočnosť tovarov a služieb prírodných alebo umelo vytvorených. V prípade tovarov a služieb obchodovateľných na trhu býva tento proces prirovnávaný k ponuke a dopytu, resp. ako porovnanie nákladov potrebných na vytvorenie tovaru a služby (cena ponuky) k očakávaným úžitkom, či ochoty za ne platiť (cena dopytu). Zložitejšia situácia je v prípade oceňovania tých tovarov a služieb, pre ktoré neexistuje trh, ako je tomu v prípade tovarov a služieb poskytovaných ekosystémami. Dnes už je zrejmé, že príroda a jej ekosystémy sú nenahraditeľnou podmienkou existencie života, ale v ponímaní neoklasickej ekonómie nemajú žiadnu ekonomickú hodnotu, nakoľko spotrebiteľia nevnímajú úlohu ekosystémov ako svoj bezprostredný úžitok. Podľa neoklasického modelu je ekonomický výstup (výrobok alebo služba) funkciou práce a kapitálu. Neskôr boli do modelu doplnené ďalšie dva faktory, úroveň technického pokroku v spoločnosti a ľudský kapitál. Daný model nezohľadňuje úlohu a význam životného prostredia, a preto nemožno oceňovanie ekosystémových služieb postaviť na jeho základe.

Oceňovanie ekosystémových služieb dnes patrí do oblasti **environmentálnej ekonómie**, ktorá skúma, ako a prečo sa subjekty pôsobiace na ekonomickej scéne rozhodujú tak alebo inak o použití vzácnych zdrojov. V ponímaní Xepapadeasa (2009) vyžaduje integráciu dvoch modelov – ekologického (opisujúceho vývoj stavu ekosystémov a spôsoby, ako ekonomické faktory ovplyvnia tento vývoj) a ekonomického (opisujúceho v širšom slova zmysle výhody plynúce hospodárskym subjektom z využívania služieb ekosystémov). Ak súčasná environmentálna ekonómia rozlišuje štyri základné služby ekosystémov (zásobovaciú, regulačnú, kultúrnu, podpornú), potom ekonómia oceňuje iba tie ekosystémové služby, ktoré poskytujú bezprostredný ekonomický úžitok. Seják (2005) zdôrazňuje, že nie sú oceňované vlastné prírodné zdroje, ale sú oceňované čisté výnosy z ich budúcich služieb (napr. oceňovanie prírodných zdrojov ako ekonomicky využívaných častí prírody). V danej súvislosti je potrebné integrovať ekológiu a ekonómiu do rámca, kde by ekológia mala dodať potrebné informácie o vytváraní ekosystémových služieb, zatiaľ čo ekonómia poskytne nástroje na odhad ich hodnôt.

8.1 PRÍRODNÝ KAPITÁL

Prírodu a jej zdroje môžeme rozdeliť na dve hlavné skupiny. Jednu skupinu tvoria materiálne zdroje, vyskytujúce sa na zemskom povrchu alebo pod ním (pôda, voda, lesy, ložiská nerastných surovín) a druhú skupinu tvoria zdroje, ktoré slúžia ako prostredie

a zdroj udržiavania života (ekosystémy, oceány, slnečný svit, genetická pestrosť rastlinných a živočíšnych druhov). Prvú skupinu tvoria tzv. prírodné zdroje, ktoré predstavujú jeden z hlavných vstupov ekonomických aktivít a v tržnej ekonomike sú využívané od nepamäti ako ekonomické statky s kladnou tržnou hodnotou. Druhú skupinu tvoria tzv. environmentálne zdroje (prirodzené životné prostredie a jeho kvalita), ktoré sú využívané ako bezplatné a voľne prístupné zdroje, t.j. verejné tovary a služby (Seják et al., 2003).

Prírodné zdroje sú tie časti živej alebo neživej prírody, ktoré človek využíva alebo môže využiť na uspokojenie svojich potrieb. Ich využívanie spôsobuje celý rad závažných dopadov z environmentálneho, sociálneho i ekonomického hľadiska, ako uvádzajú Hák et al. (2015). Z environmentálneho hľadiska súvisia s regeneračnou kapacitou životného prostredia a so záťažami v dôsledku ťažby nerastných surovín. Ďalej tieto environmentálne dôsledky súvisia s vypúšťaním odpadových látok, ktoré prispievajú ku globálnej zmene klímy, acidifikácii, eutrofizácii, záberu pôdy pre skládky, uvoľňovaniu toxických látok do životného prostredia a pod. Zo sociálneho hľadiska má využívanie prírodných zdrojov väzbu na zamestnanosť, ľudské zdravie a na spravodlivé využívanie dostupných zdrojov z časového (medzigeneračná spravodlivosť) a priestorového hľadiska (prístup k zdrojom pre obyvateľov jednotlivých štátov a sociálnych skupín). Z ekonomického hľadiska predstavujú prírodné zdroje materiálny základ ekonomiky, a preto je nevyhnutné zabezpečiť ich čo najefektívnejšie využívanie, čo sa týka nákladov a prínosov výroby a spotreby. Pojem prírodné zdroje považuje Vološčuk (2013) za analytickú koncepciu, vyjadrujúcu úžitkovú hodnotu jednej, ale i viacerých krajinných zložiek, resp. ich prvkov s cieľom uspokojenia spoločenských potrieb.

Environmentálne zdroje, resp. tzv. **prírodný kapitál** tvoria tri základné skupiny:

- **človekom vytvorený kapitál** (domy, továrne, cesty atď.) možno ľubovoľne zvyšovať alebo znižovať v závislosti na ľudských potrebách.
- **kriticky ohrozený prírodný kapitál** (ozónová vrstva, globálna klíma, biodiverzita, globálne ekosystémy Zeme, jednotlivé regionálne ekosystémy atď.) je zložený z tých významných častí prírody, ktoré tvoria základné podmienky života a nie je ich možné nahradiť človekom vytvoreným kapitálom. Tento prírodný kapitál je nenahraditeľný, a preto aj jeho cena je nekonečne vysoká (resp. stojí nad systémom oceňovania) a musí byť zabezpečená jeho ochrana, čo predstavuje stanovenie limitov jeho využívania a obmedzenie ekonomických aktivít, ktoré ho zaťažujú.
- **ostatný prírodný kapitál**, ktorý zahŕňa obnoviteľné prírodné zdroje a niektoré neobnoviteľné minerálne a fosílné zdroje, ktoré možno celkom alebo čiastočne vyčerpať či nahradiť človekom vytvoreným kapitálom (Seják et al., 2003).

Hlavným ekonomickým opatrením vo vzťahu k prírodnému kapitálu je zaviesť primerané ceny za jeho využívanie. Nakoľko podstatné časti prírody majú charakter tzv. verejných tovarov a služieb, ktoré sú charakterizované tým, že ich spotreba je verejná, t. j. ich spotreba jedným jednotlivcom nevylučuje zo spotreby ostatných, je potrebné rozšíriť súčasné metódy oceňovania vychádzajúce z trhovej ekonomiky. V súvislosti s intenzívnym ekonomickým rozvojom stúplo znečistenie týchto častí prírody, ktoré sa v niektorých častiach sveta stali výrazne obmedzené. Turner et al. (1994) upozorňujú na skutočnosť, že príroda a jej systémy poskytujú ľudstvu široké spektrum ekonomicky cenných funkcií a služieb:

- sú zásobárňou prírodných zdrojov (obnoviteľných a neobnoviteľných),
- sú množinou prírodných krajinných krás a krajinných prvkov,
- majú schopnosť asimilovať odpady z ľudskej činnosti,
- predstavujú systém podpory života na Zemi.

Vzhľadom k týmto užitočným službám sa snažia aplikovať princíp obmedzenosti a vzácnosti a princíp efektívnej alokácie zdrojov, čoho výsledkom je hľadanie metód merania a hodnotenia verejných tovarov a služieb.

Viacere služby prírody poskytujú súčasne materiálne aj nemateriálne úžitky, ktoré je veľakrát ťažké pri hodnotení oddeliť. Chan et al. (2012) uvádzajú ako príklad lov zveri, ktorý poskytuje materiálny úžitok v podobe potravy, ale môže byť pripojený aj k náboženským obradom a spôsobu života ľudí prírodných kultúr v podobe nemateriálnych úžitkov. Na tomto príklade demonštrovali problém **dvojitého započítavania a oceňovania služby**, ktorú ekosystém poskytuje. Aby sa minimalizovalo dané riziko, je potrebné jasne definovať služby, identifikovať procesy a vzťahy v ekosystémoch. Boyd (2007) odporúča zamerať pozornosť na tzv. „finálne ekosystémové služby“, ktoré sú obsiahnuté v konečnom výstupe (produkte) ekosystému, ktorý hodnotíme. Tento prístup, ako konštatujú Satz et al. (2013), môže byť v prípade kultúrnych ekosystémových služieb viac komplikovaný než u iných ekosystémových služieb, ktoré sú výsledkom vzájomnej interakcie prírody a človeka. Tengberg et al. (2012) upozorňujú, že je potrebné sa vzdialiť od sektorového prístupu a uplatniť integrovaný prístup hodnotenia vychádzajúci z príslušných medzinárodných nástrojov, ako sú relevantné dohovory, akčné plány a konvencie ochrany prírody a krajiny a kultúrnych hodnôt.

8.2 EKONOMICKÉ HODNOTENIE

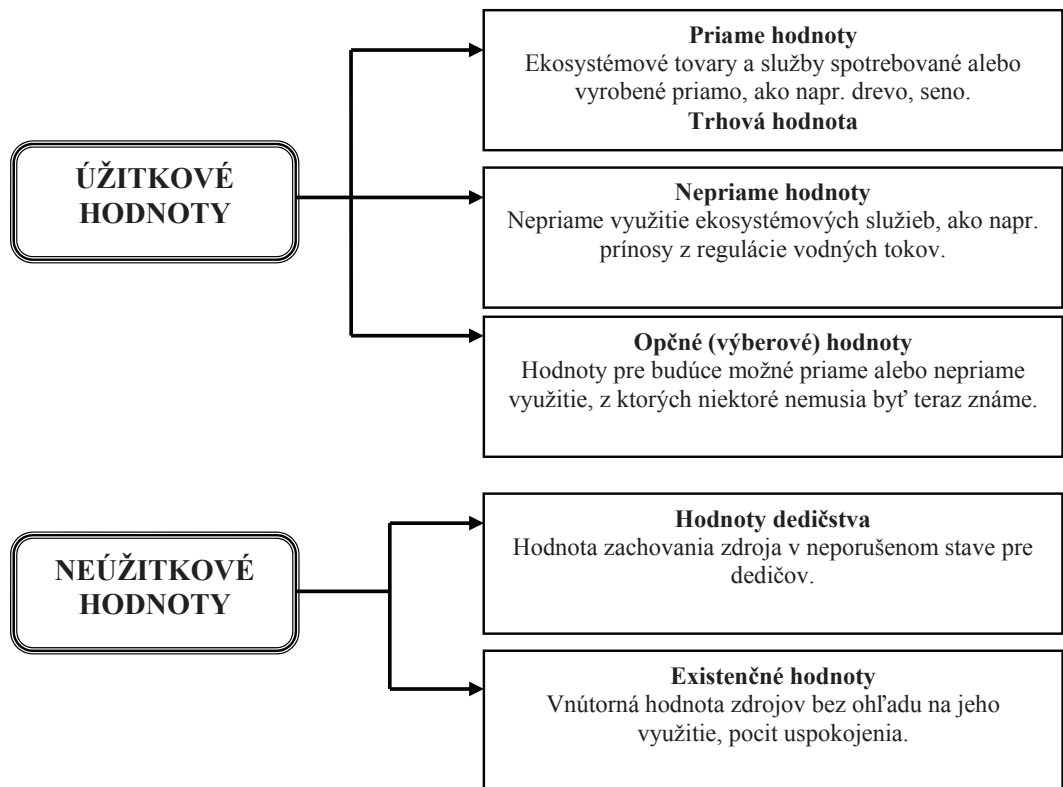
Ekonomické hodnotenie ekosystémových služieb vychádza podľa neoklasickej teórie z hodnotového systému jednotlivca, ktorý je závislý na jeho preferenciách. Základom hodnotenia je vyjadrenie tzv. účelovej hodnoty, t.j. **ochoty jednotlivca platiť** (willingness to pay, WTP) za tovar alebo službu, či ochoty platiť za vylúčenie nejakých nákladov (napr. zdravotných rizík vyplývajúcich zo znečisteného životného prostredia). Seják et al. (2003) označujú druhý prístup peňažného vyčíslenia osobných preferencií ako **ochotu prijímať** (willingness to accept, WTC) kompenzáciu za zhoršené životné prostredie. Daný prístup je založený na otázke, koľko peňazí je ochotný jednotlivec prijať, aby pri zhoršení stavu životného prostredia zostala jeho životná úroveň rovnaká.

8.2.1 Ekonomická hodnota

Ekonomické hodnotenie je podľa Melichara (2010) zakotvené v ekonomickej perspektíve, kedy oceňovanie vychádza z transakcií na trhu a ekosystémové služby považuje za obchodovateľné položky s antropocentricky stanovenou hodnotou. V ekonomickom zmysle slova je potom **ekonomická hodnota** výsledkom vzájomného pôsobenia subjektu (človeka)

a objektu (služby, ktorú poskytuje príslušný ekosystém). Predstavuje peňažne vyjadrenú veličinu, ktorú Seják (2002) spája s ocenením ochoty jednotlivca platiť za niečo, za nejakú užitočnú hodnotu či úžitok. Koncepciu celkovej ekonomickej hodnoty (total economic value, TEV) považujú Považan et al. (2014) za široko používaný rámec pre posudzovanie úžitkovej hodnoty ekosystémov. V tomto rámci sa celková ekonomická hodnota člení na dve hlavné kategórie:

- úžitkové hodnoty (use values) a
- neúžitkové hodnoty (non-use values) (obr. 8.1).



Obrázok 8.1 Klasifikácia ekosystémových služieb podľa hodnoty (Pearce et al., 1993)

Úžitkové hodnoty sa vzťahujú na tie hodnoty ekosystémových služieb, ktoré človek využíva pre svoju spotrebu alebo výrobné účely. Zahrňajú hmotné aj nehmotné služby, ktoré sa buď priebežne priamo alebo nepriamo spotrebúvajú, alebo tie, ktoré majú potenciál v budúcnosti poskytovať úžitkové hodnoty. Ako vyplýva z obr. 8.1 rozlišujú sa tri typy úžitkových hodnôt:

- **Priame úžitkové hodnoty** patria podľa Sejáka et al. (2003) k najbežnejším a najčastejším zdrojom ekonomickej hodnoty. Vo vzťahu k prírode znamenajú ekonomicke hodnotu

odvodenú priamo z aktuálneho (súčasného) využívania prírody, t. j. z využívania a ťažby prírodných a environmentálnych zdrojov. Považan et al. (2014) ich vnútorne členia podľa spôsobu užívania na:

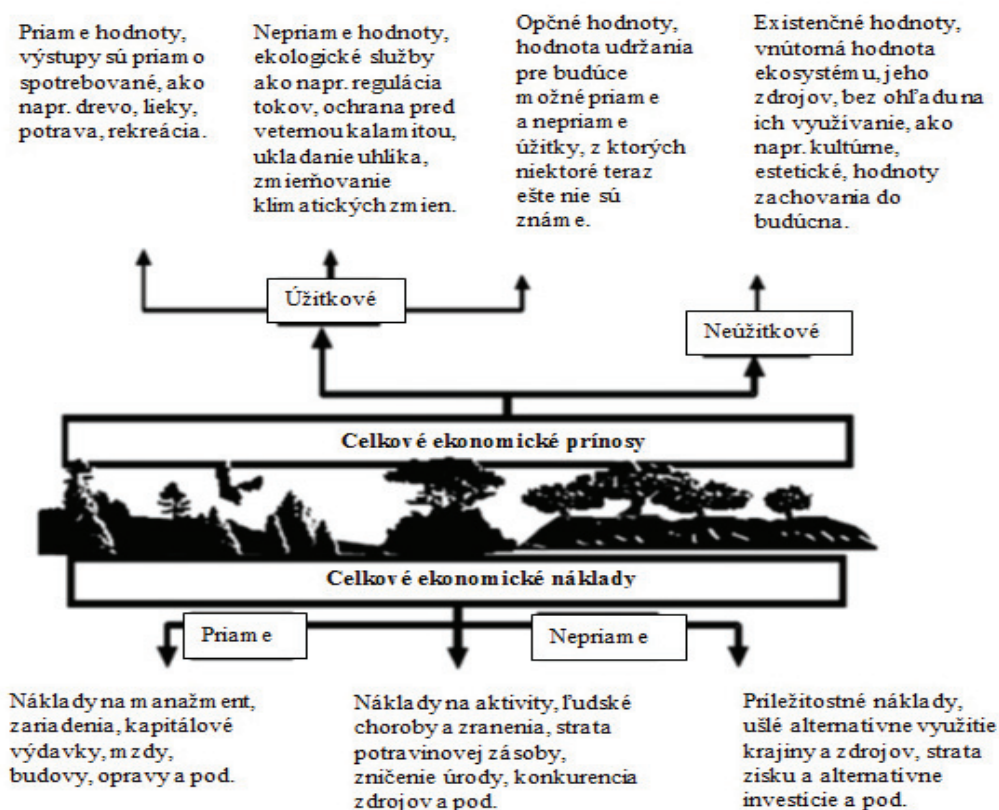
- **konzumné využitie** (spotrebitelia priamo „berú“ určité množstvo disponibilných zdrojov, napr. zber potravinových produktov, palivového dreva, zber rastlín pre použitie v medicíne, poľovná zver v prirodzených alebo manažovaných ekosystémoch za účelom spotreby) a
- **nekonzumné využitie** (nedochádza k redukcii alebo odstráneniu zdrojov, napr. pôžitky z rekreácie a kultúry, ako je fotografovanie voľnej prírody, vodné športy, pozorovanie voľne žijúcej zveri a vtáctva, duchovné a sociálne pôžitky, ktoré si nevyžadujú zber alebo odstraňovanie prírodných zdrojov).
- **Nepriame úžitkové hodnoty** sa vzťahujú k primárnym ekologickým funkciám, ktoré príroda a jej ekosystémy poskytujú. Sú k nim priradené hodnoty, ktoré sú dôležité pri vytváraní a udržiavaní určitých služieb ekosystému a ktoré priamo uspokojujú ľudské potreby, alebo v zmysle Baumgärtnera (2002) podporujú také ekonomické procesy, ktoré slúžia na uspokojovanie potrieb. Nepriame úžitkové hodnoty sa teda týkajú prospechov vyplývajúcich z funkcií ekosystémov. Patria medzi ne napr. protierózna, protipovodňová ochrana, ochrana proti škodcom, regulácia klímy alebo kolobehu vody či iných prvkov, čistenie vody a vzduchu (Merganič, Merganičová, 2007). Okrem pojmu nepriame hodnoty sa v literatúre vyskytujú aj iné termíny, napr. podporné, primárne a infraštruktúrne hodnoty.
- **Opčné (výberové) hodnoty** vyplývajú z neistoty vzťahujúcej sa k budúcej ponuke a dopytu po ekosystémových službách. Napriek tomu, že v súčasnosti ľudia nemôžu čerpať úžitok z týchto hodnôt, viaceré ekosystémové služby sú stále hodné ochrany z dôvodu ich využitia v budúcnosti, buď jednotlivcami (opčné hodnoty, option values), alebo ďalšími generáciami (hodnoty zachovania, bequest values). Baumgärtner (2002) ich vníma ako poistné hodnoty, ktoré je človek ochotný zaplatiť za to, že sa do budúcnosti zabezpečí možnosť využiť známe, ale aj doposiaľ nepoznané zdroje. Veľmi podobnými hodnotami sú podľa Merganiča, Merganičovej (2007), Považana et al. (2014) tzv. kvázi-výberové (quasi-option) hodnoty, ktoré vyjadrujú extra hodnoty priradené budúcim informáciám, ktoré sa budú dať získať vďaka súčasnej ochrane zdroja informácií.

Neúžitkové hodnoty sú úplne nezávislé od akéhokoľvek súčasného či potenciálneho využitia. V literatúre sa zvyknú označovať aj ako vnútorné (intrinsic) či pasívne úžitkové hodnoty (passive-use), ktoré vznikajú z rôznych motívov, napr. z etických, morálnych, duševných či duchovných túžob zanechať prírodu pre budúce generácie, z pocitu zodpovednosti zachovať a chrániť určité vlastnosti prírodných zdrojov, resp. z pocitu straty v prípade ich vymiznutia. Baumgärtner (2002) vyčleňuje dve kategórie neúžitkových hodnôt:

- **Hodnoty dedičstva** (bequest values) reprezentujú hodnotu zachovania zdroja v neporušenom stave pre dedičov. Získava ju súčasná generácia z poznatku, že sa zachová pre budúce generácie.
- **Existenčné hodnoty** (existence values) vyplývajú len z pocitu uspokojenia, ktorý pramení z poznatku, že určitá hodnotná zložka prírody existuje.

Seják et al. (2003) a Považan et al. (2014) spájajú neúžitkové hodnoty len s existenčnými hodnotami, ktorých hodnota vyplýva z potreby zachovať prírodu a rôzne formy života bez toho, aby daný zdroj bol priamo využívaný. Okrem týchto dvoch kategórií neúžitkových hodnôt rozoznávajú Christie et al. (2004) aj tzv. **altruistické (altruistic) hodnoty**, pod ktorými rozumejú úžitok získaný ako dôsledok ochrany pre potešenie druhých v súčasnosti. Jednotlivci pripisujú ekonomickú hodnotu aj tým častiam prírody, ktoré im priamo ani nepriamo neprinášajú ani súčasný, ani budúci úžitok. Seják et al. (2003) uvádzajú ako príklad altruistickej hodnoty ochotu ľudí platiť za zachovanie tropických dažďových pralesov, či za zachovanie slona afrického, aj keď vedia, že ani jedno, ani druhé v ich pôvodnom prostredí nikdy nenavštívia.

Súbor všetkých úžitkových a neúžitkových hodnôt vytvára celkovú ekonomickú hodnotu, ktorá sa niekedy označuje aj ako ekonomický úžitok a dáva sa do protiváhy s celkovými ekonomickými nákladmi (obr. 8.2). Považan et al. (2014) zdôrazňujú, že celková ekonomická hodnota prezentuje približnú hodnotu ceny tokov tovarov a služieb, ale nereprezentuje hodnotu zásob ekologického kapitálu (druhy a ekosystémy ako hlavné zložky), ktoré sa nedajú zmerať.



Obrázok 8.2 Celkový ekonomický úžitok vs. celkové ekonomické náklady (ICEM, 2003)

8.2.2 Metódy ekonomického hodnotenia

Pre oceňovanie ekosystémových služieb bolo vo svete zavedených mnoho systémov oceňovania. Známym je proces **TEEB** (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) zameraný na vyčíslenie tzv. celkovej ekonomickej hodnoty (Total Economic Value – TEV) pre ekosystémy a biodiverzitu vrátane vyčíslenia ekonomickej hodnoty straty biodiverzity (TEEB, 2010). Jeho cieľom bolo upozorniť na globálne ekonomické úžitky biodiverzity a narastajúce náklady spojené s jej stratou a degradáciou ekosystémov. Nakoľko biodiverzita a ekosystémové služby majú ekonomickú hodnotu, ich poškodzovanie vyvoláva spoločenské náklady, čo je dôležitý ekonomický argument pre ich ochranu.

De Groot et al. (2002) rozdeľujú ekonomické hodnotenie ekosystémových služieb do štyroch základných skupín:

1. priame trhové hodnotenie,
2. nepriame trhové hodnotenie,
3. kontingenčné hodnotenie,
4. skupinové hodnotenie.

Iný prístup k oceňovaniu podávajú Seják et al. (2003), ktorí rozlišujú dva hlavné prístupy:

1. **Preferenčný prístup** (metódy) – založený na zisťovaní ochoty jednotlivca platiť za udržanie či zlepšenie kvality prostredia alebo prostredníctvom ochoty prijímať kompenzáciu pri zhoršení podmienok životného prostredia. Daný prístup býva označovaný aj ako prístup prostredníctvom dopytovej krivky:
 - a. **preferenčný prístup založený na stanovených preferenciách = nepriame metódy** (stated preferences) prostredníctvom existujúcich trhov,
 - b. **preferenčný prístup vychádzajúci z prejavenej preferencie = priame metódy** (revealed preferences) obsahujúce metódy kontingenčného oceňovania, t. j. vychádza z priameho dopytovania jednotlivca.
2. **Nepreferenčný prístup** (metódy) – založený na experimentálnom zisťovaní nákladov a rizík. Podľa Sejáka et al. (2010a) sa práve expertné metódy ako jediné snažia o objektívne, na trhovom mechanizme nezávislé hodnotenia podporných, životodarných a regulačných služieb.

Preferenčné metódy v oboch prípadoch vychádzajú len z dopytovej stránky oceňovaného problému. Hlavný rozdiel medzi vyššie zmienenými podskupinami preferenčných metód (stanovené preferencie – prejavenej preferencie) je zdroj údajov a spôsob, akým boli získané. Údaje o stanovených preferenciách sú odporované zo správania spotrebiteľov v minulosti, zatiaľ čo údaje o prejavenej preferencii sú získané prostredníctvom účelovo realizovaných prieskumov v súčasnosti. V priebehu posledných rokov bolo odskúšaných niekoľko metód pre zisťovanie údajov preferenčného prístupu oceňovania ekosystémových služieb. Všetky tieto metódy sú podľa Tutku et al. (2010) založené na kladení otázok respondentom, týkajúcich sa jednej alebo viacerých hypotetických situácií o vyjadrení ich preferencie prostredníctvom prieskumu.

Prvý preferenčný prístup označuje Seják (2002) ako metódu „súvisiacich trhov“, t. j. metódu nepriameho oceňovania ekosystémových služieb prostredníctvom skúmania správania jednotlivca na trhoch súvisiacich so životným prostredím. Oceňovanie tovarov a služieb netrhovej povahy sa realizuje prostredníctvom odvodenia ceny na existujúcom trhu, napr. z trhu s nehnuteľnosťami môžeme odvodiť ceny súvisiace s kvalitou okolitého životného prostredia. Tento prístup sa najčastejšie spája s metódami hedonického oceňovania, ktoré budú popísané v ďalšej časti.

Druhý preferenčný prístup spočíva v priamom opytovaní jednotlivcov, koľko sú ochotní zaplatiť za určité zlepšenie životného prostredia. Sú to tzv. metódy priameho oceňovania ekosystémových služieb. Tieto metódy sú známe ako metódy kontingenčného oceňovania a podľa Sejáka et al. (2003) patria k najčastejšie používaným metódam netrhového oceňovania. Bližšie sa im budeme venovať v nasledujúcej časti.

Nepreferenčné metódy založené na zisťovaní nákladov a rizík sú určené pre hodnotenie zmien tokov služieb environmentálnych zdrojov a pre hodnotenie škôd na týchto zdrojoch. Prostredníctvom rôznych nákladových kategórií (náklady na obnovu, alternatívne náklady a pod.) sa odhadujú náklady na odstránenie vzniknutej škody (tzv. náklady na obnovu kvality životného prostredia) a zároveň tieto náklady slúžia pre vyjadrenie úrovne škody. Medzi nepreferenčné metódy býva zaraďovaná aj riziková analýza (metóda dávka-reakcia, funkcia škody), ktorá považuje životné prostredie za médium prenosu antropogénnych externalít, spôsobujúcich spoločenskú škody. Suma týchto antropogénnych škôd sa používa k hodnoteniu zmeny kvality poškodených environmentálnych zdrojov (Seják et al., 2003).

Voľba metódy oceňovania ekosystémových služieb je závislá od konkrétnej situácie ekosystému v kontexte špecifických stanovených cieľov a rámcových podmienok oceňovania. Vzhľadom na čo najvyššiu metodickú senzitivitu výsledkov oceňovania Tutka et al. (2011) odporúčajú súčasne veľakrát použiť najmenej dve rozličné metódy alebo v rámci jedného prístupu viaceré varianty. Vačkář et al. (2014) konštatujú, že pri použití ktoréhokoľvek prístupu ekonomického hodnotenia ekosystémových služieb by mali byť dodržané nasledovné kroky:

1. **Stanovenie východiskového stavu ekosystému a jeho služieb** – musíme si stanoviť priority, nakoľko v niektorých prípadoch môže ekosystém poskytovať niekoľko služieb súčasne, a naopak v iných prípadoch si môžu jednotlivé služby vzájomne konkurovať. Stanovenie východiskového stavu a určenie priorít jeho služieb vyžaduje biofyzikálne hodnotenia a mapovanie jednotlivých ekosystémov a ich služieb.
2. **Identifikácia a kvalitatívne posúdenie možných dopadov politík na ekosystémové služby** – vyžaduje sa využitie rôznych scenárov, napr. dopad politiky klimatickej zmeny, regionálnych a sektorových politík.
3. **Kvantifikácia dopadov politík na konkrétne ekosystémové služby** – základom je využitie konkrétnych softwérových modelov (napr. InVEST – Integrated Evaluation of Environmental Services and Tradeoffs, ktorý poskytuje nástroje napr. pre ukládanie uhlíka či zadržiavanie dusíka v ekosystémoch), ktoré sú založené na kvantifikácii zmien príslušných hnacích síl. Softwérové programy pracujú s mapovými podkladmi.

4. **Posúdenie dopadu na kvalitu ľudského života** – cieľom je zhodnotiť dôsledky zmien ekosystému a jeho služieb na kvalitu ľudského života, t. j. zhodnotenie možných dopadov z hľadiska koncových bodoch kvality ľudského života, ktoré nemusia byť nutne vyčíslené monetárne.
5. **Hodnotenie zmien ekosystémových služieb** – zahrnuje ekonomické hodnotenie zmien rozsahu peňažných úžitkov poskytnutých ekosystémami.

8.2.2.1 Priame hodnotiace metódy

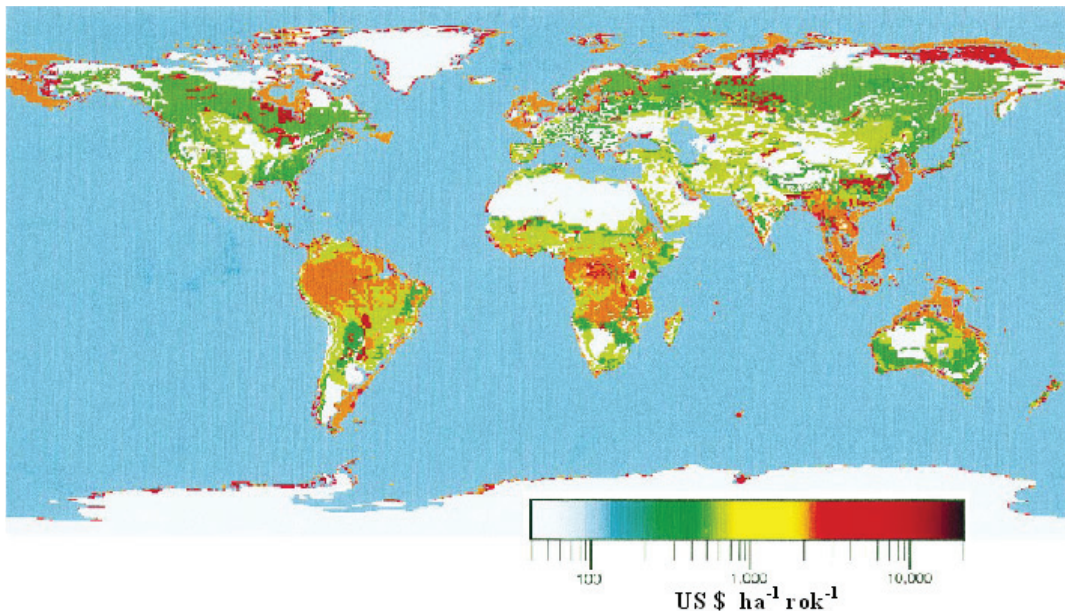
Metóda kontingenčného oceňovania (**Contingent Valuation Methods, CVM**) bola objavená v Spojených štátoch amerických a patrí k doposiaľ najčastejšie používaným metódam pri oceňovaní ekosystémových služieb. Postup pochádza od ekonóma Ciriacy-Wantrupa, ktorý ho navrhol už v roku 1947. Už začiatkom 60-tych rokov 20. storočia sa CVM v Amerike systematicky uplatňovala, najmä v súvislosti s oceňovaním rekreačných účinkov a manažmentu zveri v určitých (lesných) regiónoch, ako uvádzajú Moravčík et al. (2008). Základným princípom kontingenčných metód hodnotenia ekosystémových služieb je podľa Mitchella a Carlsona (1989) popísať respondentom hypotetickú situáciu na trhu pre určitý oceňovaný statok a prostredníctvom štrukturovaného dotazníka zistiť následne ich maximálnu ochotu platiť za túto službu. Respondent sa dostáva do pozície kupujúceho, pričom Seják et al. (2003) zdôrazňujú, že na zlepšený stav nemá právo, toto právo sa musí kúpiť. Na druhej strane respondent môže toto právo aj vlastniť, a potom sa dostáva do pozície predávajúceho, kedy je dotazovaný na výšku kompenzácie, ktorú by bol ochotný akceptovať v prípade, že by sa musel tohto práva vzdať. Skutočnosť, že metóda kontingenčného hodnotenia sa zakladá na tom, ako respondenti ocenia verejný statok (tovar alebo službu), je zdrojom najväčších predností, ale aj nedostatkov tejto metódy. Pre získanie spoľahlivých a relevantných výsledkov je potrebné overiť niektoré detaily pri návrhu jednotlivých otázok dotazníka.

V literatúre je uvedených mnoho prvkov, ktoré je potrebné splniť:

- **voľba platobného mechanizmu** – tak, aby sa respondentom fiktívne peňažné transakcie javili ako skutočné (napr. poplatky za vstup do chránených území, environmentálne dane a pod.),
- **formulácia otázok hodnotenia** – napr. otázky s voľnou škálou hodnotenia, otázky áno/nie, licitačné hry a pod.,
- **voľba WTP (ochota platiť), resp. WTA (ochota akceptovať kompenzáciu)** – postavená na vlastníckych právach respondentov k oceňovanému verejnemu statku,
- **odvodenie rozsahu ankety** – zohľadniť výber vzorky, aby výsledky mohli byť presne projektované na rozsiahlu populáciu,
- **d ďalšie aspekty anketového prieskumu** – stanovenie socio-ekonomických otázok, od ktorých sa odvíja cena oceňovaného verejného statku (napr. príjem osôb a domácností, vek respondentov, vzdelanie a pohlavie, bydlisko a veľkosť obce, využívanie hodnoteného statku a pod.) (Mitchell, Carlson, 1989; Bateman at al., 1997).

Okrem základnej CVM metódy rozlišujú Tutka et al. (2011) aj tzv. podmienenú kontingenčnú metódu (**Contingent Choice Method, CCM**), kde sú respondenti nie priamo dotazovaní na stanovenie ceny, ale tá je odvodená od ich hypotetických volieb alebo porovnaní. Účelom je to, aby vyjadrili svoje preferencie medzi skupinou environmentálnych služieb na základe danej ceny alebo nákladov pre jednotlivca a inou skupinou environmentálnych služieb v inej cene alebo nákladoch. Uvádzajú, že podmienená kontingenčná metóda je metódou prieskumu pre odhad spotrebiteľského akceptovania mnohoatribútových komodít a slúži na určenie špecifických preferencií respondentov medzi rozdielnymi úrovňami vlastností prvku ekosystému. Považan et al. (2014) ju označujú ako metódu pokusu a výberu.

Prvým známym príkladom globálneho hodnotenia ekosystémových služieb sveta kontingenčnou metódou je práca amerických ekologických ekonómov pod vedením Costanza. Široký tím autorov odhadol ročnú hodnotu sedemnástich ekosystémových služieb v šestnástich biómoch sveta na 16 – 54 biliónov USD (bilión = 10^{12}), priemerne 33 biliónov USD za rok, čo bol približne dvojnásobok svetového ročného hrubého dôchodku (Costanza et al., 1997). Finančnú hodnotu ekosystémových služieb na našej planéte dokumentuje obr. 8.3.



Obrázok 8.3 Finančná hodnota ekosystémových služieb (Costanza et al., 1997)

Niektorí autori (Seják et al., 2010) považujú tento údaj za podhodnotený, opierajúc sa o výsledky experimentálneho pokusu amerických vedcov Biosféra 2, ktorí dospeli k poznatku, že ľudia nie sú zatiaľ schopní vytvoriť vyvážené ekosystémy. Celkovú hodnotu ekosystémov sveta odhadli na 165 biliárd USD (165×10^{15}), pričom ročný odhad predstavuje 8 biliárd USD (8×10^{15}), čo znamená päťsto násobok svetového ročného hrubého domáceho produktu.

Kontingenčné metódy hodnotenia sa najčastejšie používajú pri neúžitkových hodnotách, ktoré nezahŕňajú trhové mechanizmy a priamu participáciu na ich využívaní. Tutka et al. (2011) uvádzajú, že zahŕňajú všetko od funkcií podpory základných životných funkcií spojených so zdravotným stavom ekosystému a biodiverzity až po skúsenosti v divočine, či ocenenie možností na rybolov, prípadne pozorovanie vtákov v budúcnosti, až po právo predať tieto možnosti svojim potomkom.

8.2.2.2 Nepriame hodnotiace metódy

Metódy nepriameho oceňovania ekosystémových služieb sú odvodené od správania ľudí na súvisiacich trhoch. Súvisiacim trhom označujú Seják et al. (2003) trh tých tovarov a služieb, u ktorých sú environmentálne aspekty posudzované ako jedna súčasť úžitkovej hodnoty.

Metóda hedonického oceňovania (Hedonic Price Method, HPM) vychádza z predpokladu, že trhové tovary a služby majú spoločné atribúty s environmentálnymi tovarmi a službami. Prostredníctvom HPM možno oceniť verejný tovar alebo službu (životné prostredie, ekosystém) tak, že sa meria efekt, ktorý má tento verejný tovar alebo služba na cenu trhových tovarov, napr. vzhľad krajiny na cenu pozemkov (Tutka et al., 2011). Aplikácia tejto metódy využíva na hodnotenie ekosystémových služieb najčastejšie miestne ceny na trhu s nehnuteľnosťami. Zakladá sa na predpoklade, že ľudia oceňujú vlastnosti tovarov alebo služby, ktorá sa poskytuje, na rozdiel od tovaru samotného. Ďalším variantom uplatnenia hedonickej metódy je podľa Sejáka et al. (2003) skúmanie rozdielu v mzdách medzi mestami s rozdielnou kvalitou životného prostredia, resp. s rozdielnou ponukou verejnej infraštruktúry. Kahn (1987) uvádza ako príklad výber jednotlivca medzi vyššie plateným pracovným miestom v meste s nižšou kvalitou vody a menej plateným pracovným miestom s vyššou kvalitou vody. Dané faktory navzájom korelujú a rozdiely v mzdových sadzbách ukazujú, aká dôležitá je kvalita vody pre daného jednotlivca. Táto metóda kombinuje prvky oceňovania trhovými cenami, zohľadnenie kvality ovzdušia a vody, hluku a estetickej hodnoty. Z hľadiska praktického využitia hedonickej metódy Seják et al. (2003) predpokladajú:

- **existenciu dostatočne variabilných podmienok** v komunálnej infraštruktúre a dostatočne rozdielných podmienok v kvalite životného prostredia medzi skúmanými regiónmi,
- trhy s nehnuteľnosťami, prípadne trhy práce predstavujú **trhy dokonalej konkurencie** a nachádzajú sa v rovnováhe,
- **účelnosť** použitia tejto metódy, ktorá vyžaduje vnímanie hodnotenej ekosystémovej služby jednotlivcami.

Metódu cestovných nákladov (Travel Cost Method, TCM) vytvorili v roku 1966 Clawson a Knetsch. Cocheba (1978), ako uvádzajú Moravčík et al. (2008), definoval túto metódu ako takú, ktorá využíva metódy odhadu dopytu po rekreačných aktivitách na to, aby sa mohla prisúdiť hodnota skupine existujúcich zdrojov na mieste, kde sa tieto aktivity uskutočňujú. Služi najmä pre **meranie hodnôt a úžitkov z rekreačných a krajinne**

estetických funkcií prírody. Je založená na hypotéze, že zmeny v prístupových nákladoch určitého miesta rekreácie majú rovnaký efekt ako zmeny trhových cien a rovnako množstvo návštev, resp. množstvo spotrebovaného verejného tovaru a služby sa znižuje zvyšujúcimi sa nákladmi na návštevu (Tutka et al., 2011). Ekonomická hodnota ekosystémovej služby je stanovená na základe **analýzy nákladov, ktoré jednotlivec vynakladá na cestu za danou službou** (Melichar, 2010). Medzi tieto náklady bývajú zarátané náklady na dopravu, stravu, vybavenie, ubytovanie, čas a pod. Metóda cestovných nákladov sa môže použiť na určenie ekonomických výhod alebo nákladov na základe:

- zmien vstupných nákladov do rekreačného územia,
- zmenšenia existujúceho rekreačného územia,
- pridania nového rekreačného územia,
- zmien environmentálnej kvality v rekreačnom území.

Moravčík et al. (2008) vyčleňujú dva hlavné prístupy danej metódy hodnotenia – zonálny a individuálny prístup. Obidva prístupy sú založené na rovnakých predpokladoch, ale rozlišujú funkčné hľadisko. Zonálny prístup berie do úvahy mieru frekvencie návštev z rôznych zón so vzrastajúcimi cestovnými nákladmi, individuálny prístup sleduje správanie jednotlivca v rozhodovaní o návšteve a počte návštev počas určitej časovej periódy na základe užitočnosti tohto miesta rekreácie. Podľa viacerých autorov (Seják et al., 2003; Tutka et al. 2011) ju možno považovať za teoreticky dobre zdôvodnenú metódu, pretože sa zakladá na štandardných ekonomických technikách na meranie hodnôt a využíva informácie o aktuálnom reálnom správaní, na rozdiel od reakcií na hypotetickú situáciu (kontingenčné hodnotenie), a v porovnaní s inými metódami aj za pomerne lacnú metódu.

Nákladové metódy oceňovania sa používajú na oceňovanie hodnôt ekosystémov založených na hypotetických prípadoch, kde je ekosystém poškodený alebo nemôže dostatočne poskytovať ekosystémové služby. De Groot et al. (2002); Považan et al. (2014) ich zaraďujú medzi nepriame hodnotiace metódy, na rozdiel od Sejáka et al. (2003), ktorí ich vyčleňujú ako samostatnú metódu tzv. nepreferenčných experimentálnych metód.

Medzi najbežnejšie aplikované nákladové metódy sa zaraďujú: substitučné náklady (alebo aj náklady prevencie, obnovy, náhrady), odvrátené náklady a metóda funkcie škody, známa aj ako metóda dávka-reakcia (close-response). Z dôvodu presnosti hodnotenia Tutka et al. (2011) zdôrazňujú ich súčasné použitie, nakoľko tieto metódy na seba nadväzujú. **Substitučné náklady** predstavujú náklady nevyhnutné na obnovenie ekosystémov a ich služieb alebo náklady na vytvorenie náhradných služieb (napr. investície do infraštruktúry na ochranu brehov riek namiesto udržania prirodzenej brehovej vegetácie). Na ocenenie sa využíva hodnota nákladov alternatívneho zabezpečenia ekosystémovej služby. Za **odvrátené náklady** sú považované náklady, ktoré by sa ušetrili, keby sa nerealizovali aktivity, ktoré vedú k znehodnoteniu a stratám ekosystémových služieb. Tieto náklady odzrkadľujú ekonomické straty, ktorým možno predísť efektívnou ochranou (napr. odvrátenie záplav a náklady na kompenzáciu škody vďaka existencii mokradí). Túto metódu možno použiť v prípade existencie referenčných hodnôt z minulých období za dodržania porovnateľných podmienok.

Metóda funkcie škody sa používa na odhad vplyvu zmeny kvality životného prostredia na receptora (napr. znečistenie ovzdušia na zdravie ľudí a korózia materiálov, vplyv kyslých dažďov na produkčné výnosy plodín a pod.). Niekedy táto metóda býva podľa Sejáka et al. (2003) zaradovaná medzi nepeňažné hodnotiace metódy, nakoľko primárne vychádza zo skúmania fyzikálnych veličín ekosystému a skúma vzťah medzi environmentálnou škodou (chápanou ako následok či reakcia) a určitými príčinami jej vzniku (dávka). Na zistené fyzikálne veličiny aplikuje preferencie jednotlivcov voči týmto škodám tým, že sa oceňujú škody prostredníctvom trhových cien alebo odhadom. Metóda funkcie škody sa využíva hlavne vtedy, keď si ľudská populácia nie je vedomá vplyvu znečistenia, pretože je nepriamy, v rozvojových krajinách, kde je nedostatok informácií o podobných oceňovaných metódach (Tutka et al., 2011). V poslednom období aj v USA (Seják et al., 2003).

Považan et al. (2014) zaradujú k nepriamym hodnotiacim metódam aj **metódu trhovej ceny**, ktorá predstavuje jednoduchý a priamy spôsob hodnotenia tovarov a služieb založený na trhových cenách. Trhové ceny uvádzajú, koľko je ochotný zaplatiť jednotlivec za tovar alebo službu, alebo z iného pohľadu ide o alternatívne náklady, ktorých je ochotný sa vzdať. Metóda trhovej ceny odhaduje ekonomickú hodnotu ekosystémových služieb, s ktorými sa obchoduje na komerčných trhoch. Tutka et al. (2011) vidia jej použitie pri hodnotení zmien kvality alebo kvantity tovarov a služieb, t. j. pre odhad ekonomických výhod predávaného tovaru alebo služby, čo závisí od kvantity spotrebiteľských nákupov a ponuky pri rôznych cenách. Typickými príkladmi jej použitia je oceňovanie dreva a iných (nedrevných) produktov. Trhové nástroje využívané pri hodnotení ekosystémových služieb možno podľa Chobotovej (2010) považovať za politické prostriedky, ktorých cieľom je pozitívne stimulovať starostlivosť o životné prostredie. Zaraduje sem tie ekonomické nástroje, ktoré používajú ceny alebo iné ekonomické ukazovatele ako finančné stimuly na redukovanie škôd, alebo na zabránenie poškodzovania, či na podporu vhodnejších environmentálnych praktík.

Indigo metóda (Agro-eco prístup) je výsledkom výskumu Girardina, Colmara in Girardin et al. (1999). Jej prístup vychádza z procesu publikovaného pod názvom **agro-eco s cieľom popísať a charakterizovať vzťah medzi poľnohospodárstvom a životným prostredím cestou indikátorov**. Základom tejto metódy je konštrukcia hodnotiacej matice, kde vo vertikálnom smere sú uvedené poľnohospodárske postupy (spôsob obhospodarovania: pesticídy, dusík, fosfor, voda, energia, organická hmota, pôda, oševný postup, pôdny kryt, neprodukčné elementy) a horizontálne sú uvedené environmentálne okruhy týkajúce sa životného prostredia (povrchová a podzemná voda, kvalita vzduchu, množstvo, štruktúra a chemické zloženie pôdy, neobnoviteľné zdroje, fauna a flóra, krajinný priestor). Každá bunka matice reprezentuje vzťah medzi poľnohospodárskymi postupmi a životným prostredím. Matica podľa Tutku et al. (2011) umožňuje konštrukciu dvoch typov indikátorov:

- **agroekologické indikátory** umožňujúce formulovať postupy s prihliadnutím na environmentálne efekty,
- **indikátory vplyvu na životné prostredie** umožňujúce formulovať vplyv súboru implementovaných poľnohospodárskych postupov na jednotlivé zložky životného prostredia.

Všetky indikátory sú konštruované tak, aby sa ich hodnoty pohybovali v rozmedzí 0-10, pričom hodnotiaci stupnica je usporiadaná tak, že hodnota 7 predstavuje minimálnu úroveň zachovania hodnoteného ekosystému. Priestorovou jednotkou pre výpočet indikátora je pôdny blok, preto je pre výpočet celej výmery poľnohospodárskeho subjektu potrebné indikátory agregovať (sčítaním indikátorov jednotlivých blokov so zohľadnením váhy ich výmery na celkovej výmere subjektu). Moravčík et al. (2008) vidia jej využitie najmä u poľnohospodárskych subjektov zameraných na rastlinnú produkciu.

8.2.2.3 Expertné hodnotiace metódy

Neúplnosť subjektívnych metód kontingenčného hodnotenia ekosystémových služieb viedla v poslednom období k snahám európskych vedcov hľadať nové, tzv. expertné formy, ktoré by detailnejšie pokryli vnútorné hodnoty ekosystémov. Pre praktické použitie sa vhodnejšou formou stal prístup hodnotenia ekosystémových služieb z územného hľadiska, pri ktorom je oceňovaným nositeľom týchto služieb napr. biotop (Seják, 2002).

Komplexnejší prístup k určeniu ekologickej hodnoty územia (biotopov) bol uplatnený na začiatku 80. rokov 20. storočia v Hesensku (Nemecko), tzv. **hesenská metóda**. Podstatou hodnotenia bolo bodové hodnotenie, ktoré realizovali ekológovia. Bodová hodnota pre určitý biotop bola získaná z 8 hodnotených faktorov odvodených od vtedajšej ekologickej situácie v štáte Hesensko, ako je zrelosť, prirodzenosť, diverzita štruktúr, diverzita druhov, vzácnosť biotopu, vzácnosť druhu tohto biotopu, citlivosť / zraniteľnosť biotopu, ohrozenie množstva a kvality biotopu. Každý hodnotený faktor bolo možné ohodnotiť v rozsahu od 1 – 6 bodov, pričom bolo vylúčené použitie čísla 0. Súčet bodov za prvé štyri charakteristiky (tzv. ekologicke) bol násobený súčtom bodov za druhé štyri charakteristiky (tzv. ekonomické) a výsledný počet bol vzťahnutý k maximálnemu možnému počtu (576). Získaný počet bodov pre každý jednotlivý biotop (3 – 80 bodov) bol prevedený do peňaznej podoby násobením bodu priemernými nákladmi potrebnými na obnovenie prírodných štruktúr (0,62 DM/hodnotový bod je hodnotou priemerných nákladov) (Seják et al., 2003). Hesenská metodika poskytuje škálu bodových hodnôt základných druhov biotopov (les, záhrady, vody, brehy, trávniky, močiare, lúky a pod.). Biela kniha európskej komisie o environmentálnej zodpovednosti (2000) ju odporúča pri hodnotení škôd na biodiverzite.

V **Českej republike** bola v rokoch 2001 – 2003 rozvinutá tzv. **hesenská metóda hodnotenia biotopov** (BVM), pričom bola prispôbená potrebám európskej siete NATURA 2000. Metóda sa dá použiť pre kvantifikáciu ekologickej ujmy premeny prirodzenej krajiny a pre hodnotenie ekologickej prínosov z revitalizačných opatrení a v spojení s mapovými podkladmi aj pre makroekonomické odhady vývoja prírodného kapitálu (Belaňová et al., 2014). Ako podklad pre biotopy, ktoré sa oceňujú, je použitý katalóg biotopov Českej republiky vypracovaný pre potrebu mapovania prírodných stanovišť Českej republiky, do ktorého boli doplnené človekom ovplyvnené biotopy. Táto metóda poskytuje hodnoteným biotopom škálu bodových hodnôt od 0 – 84 bodov. Autori českej úpravy (Seják, Dejmal) chceli lepšie identifikovať ekonomickú hodnotu tak, aby zahrnovala ekologicke hodnoty prírody, a preto do

procesu hodnotenia vložili ďalšiu fázu, tzv. individuálne hodnotenie biotopov na konkrétnych stanovištiach. Celková peňažná hodnota biotopu je daná ako súčin bodového typologického hodnotenia (zachovaná pôvodná hesenská metóda) s korekčným koeficientom vychádzajúcim z individuálneho hodnotenia a peňažnou hodnotou jedného bodu. Peňažná hodnota bodu bola v roku 2003 určená z priemerných nákladov na prírastok jedného bodu na ploche 1 m² zo 136 revitalizačných projektov, vo výške 12,36 Kč/m² (Seják, 2012).

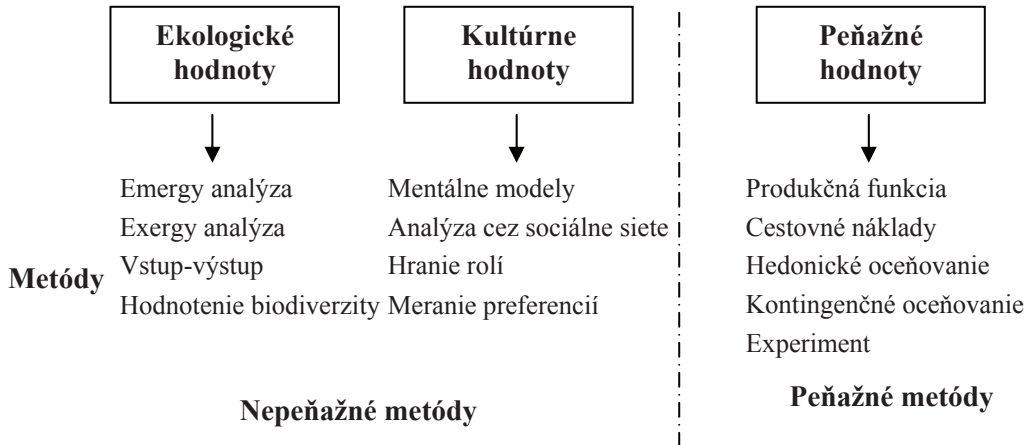
Ďalšou expertnou metódou je metóda založená na prístupe **Energia-Voda-Vegetácia** (EJV), odhadujúca hlavné formy prínosov, ktoré príroda a jej autotrofné súčasti poskytujú vo forme služieb spoločnosti (klimatizačná, vodoretenčná, produkcia kyslíka, biomasy a pod.) a ďalším heterotrofným organizmom (Seják et al., 2010a). EJV metóda, podporovaná metódou hodnotenia biotopov (BVM), odráža aspekty biodiverzity biotopov ako špecifického prostredia pre špecifické rastlinné a živočíšne druhy. Využitím týchto dvoch metód boli odvodené dve škály ekologickej hodnoty krajiny – hodnoty biotopov a hodnoty služieb ekosystémov (v podobe tokov a zásob). Tieto hodnoty možno porovnávať s tržnými cenami štandardného ekonomického využívania prírody, ako uvádzajú Seják et al. (2010b). Škála hodnôt biotopov ukazuje priemerné náklady, ktoré spoločnosť skutočne platí za udržanie ekologickej krajiny a jej biotopov. Škála hodnôt ekosystémových služieb odráža prínosy, ktoré spoločnosť využíva prevažne bezplatne, ale bez ktorých nemôže žiť. Zatiaľ čo hodnoty biotopov vyčíslujú náklady na udržiavanie kvalitných biotopov ako prostredia pre zdravé ekosystémy, metóda Energia-Voda-Vegetácia vyčísluje, koľko spoločnosť stojí nahradenie služieb ekosystémov technologickou cestou.

Prostredníctvom daných metód sa v Českej republike podarilo vyčíslit' hodnoty jednotlivých typov ekosystémov (napr. súvislá mestská zástavba, priemyselná a obchodná areály, haldy a skládky, mestské zelené plochy, lúky a pastviny, lesy, vodné plochy a pod.), ktoré sa, ako uvádza Seják (2012), pohybujú od nuly do približne 1 300 Kč/m². Rovnako škála hodnôt ekosystémových služieb začína blízko nuly v prípadoch celkom antropogenizovaných, ľuďmi znehodnotených biotopov, avšak v prípade prírodných a prírode blízkych ekosystémov dosahujú hodnoty ekosystémových služieb cez 80 000 Kč/m². U najhodnotnejších ekosystémov (lužné lesy, mokrade) sa ročné služby pohybujú na hladine cca 5 000 Kč/m², čo v súčte budúcich ekologických prínosov diskontovaných medzinárodne prijatou mierou 5 % predstavuje kapitálovú hodnotu až 100 000 Kč/m².

8.3 EKOLOGICKÉ HODNOTENIE – BIOFYZIKÁLNE METÓDY

Súčasná environmentálna ekonómia v prípade hodnotenia prírodného kapitálu rozlišuje dva prístupy, a to prístup založený na biofyzikálnych metódach a prístup založený na preferenciách. Preferenčný prístup hodnotenia, ktorý vychádza z modelov ľudského správania, sme popísali v predchádzajúcej kapitole. Biofyzikálne metódy vychádzajú z vyčíslenia výrobných nákladov, ktoré sú odvodené z nameraných fyzikálnych vstupov (napr. spotrebovaná práca, materiál, energia), potrebných na produkciu tovaru alebo služby. Dané metódy vychádzajú z tzv. ekologickej hodnoty ekosystémových služieb a Gómez-Baggethun

et al. (2014) ich zaraďujú medzi nepeňažné metódy. K nim priradujú aj tzv. sociálno-kultúrne metódy (charakterizované v nasledujúcej kapitole), ktoré vychádzajú z kultúrnej hodnoty ekosystémových služieb (obr. 8.4).



Obrázok 8.4 Rozdelenie metód hodnotenia ekosystémových služieb z hľadiska peňažnej a nepeňažnej povahy (Gómez-Baggethun et al., 2014)

Biofyzikálne hodnotenie ekosystémových služieb v zmysle Vačkára et al. (2014) zahŕňa kvantifikáciu tokov posudzovaných služieb v biofyzikálnych jednotkách. Predstavuje nemonetárne oceňovanie, nakoľko ekosystémové služby sú vyjadrené ako toky materiálov, energie, služby vzťahnuté k regulácii ekosystému a toky vzťahnuté ku kultúrnym službám (SEEA, 2013). Medzi tieto metódy Gómez-Baggethun et al. (2014) zaraďujú tzv. emergency a exergy analýzu, metódu merania ekologickej stopy či analýzu materiálových tokov.

Emergency analýza je kvantitatívnou analýzou, ktorá určuje hodnoty zdrojov, tovarov a služieb v bežných jednotkách solárnej energie. Vysvetľuje, ako sú systémy usporiadané v hierarchii pomocou energetických tokov a určuje, ktorý systém generuje najviac energie (L Hau, Bakshi, 2004). Emergency analýza predstavuje energetický základ pre kvantifikáciu a ocenenie ekosystémových tovarov a služieb. Pomocou nej možno podľa Bakshiho (2002) vyčíslit' prínos prírodného kapitálu pre udržanie ekonomickej aktivity. **Exergy analýza** je navrhnutá ako metóda, prostredníctvom ktorej možno kvantifikovať vyčerpatelnosť zdrojov, pretože všetky aktivity na zemi sa spoliehajú na dostupnosť energie. Exergia meria časť zdroja, ktorý bude potrebný na produkciu tovaru alebo služby a kvantifikuje rozdiely transformovanej energie (Zhang et al., 2010). Exergy analýza slúži pre posúdenie termodynamického účinnosti procesov v rámci ekosystémov, pričom nezvažuje vplyv emisií daných procesov (Ukidwe, Bakshi, 2005).

Medzi biofyzikálne metódy zaraďujú Ukidwe, Bakshi (2005) aj **metódu založenú na princípe hmoty**, ktorá bola populárna pre stanovenie fyzikálnej podstaty ekonomickej

aktivity a jej interakcie s ekosystémami. Daná metóda meria hmotnosť procesov, ale nezachytáva ich ďalšie vlastnosti (napr. energetický prínos ako pri emergy a exergy analýze), a preto má obmedzené použitie. Autori ďalej uvádzajú, že jej použitie je obmedzené aj pri hodnotení ekosystémových služieb, nakoľko nie každú ekosystémovú službu možno vyjadriť cez hmotnostné jednotky.

Ďalšou významnou metódou je metóda merania **ekologickej stopy**, ktorej koncept vyvinuli dvaja kanadskí vedci Mathis Wackernagel a William Ress v roku 1996. Je zaradovaná ako jeden z najuniverzálnejších a najpresvedčivejších nástrojov kvantifikácie ekologických zdrojov. Ekologická stopa vyjadruje, koľko plochy (zeme a vodných ekosystémov) je potrebnej k zabezpečeniu všetkých prírodných zdrojov, ktoré príslušná ľudská populácia využíva na zabezpečenie energetických a materiálových vstupov svojej existencie a na absorbovanie všetkých ňou produkovaných odpadov pri danej úrovni technológií, vyjadrená v tzv. globálnych hektároch (gha) (Wackernagel et al., 2005). Analýzou ekologickej stopy odhalíme tak, ako uvádza Melkusová (2013), koľko ekologicky produktívnej plochy potrebuje jedinec pre zabezpečenie svojho života. Na základe skúmania 52 krajín Wackernagel a Rees rozdelili prírodnú plochu Zeme na šesť základných kategórií:

- energetická zem – zem, ktorú by sme mali vyhradiť pre absorpciu CO₂,
- orná pôda – podľa dostupných údajov jej máme k dispozícii cca 0,25 ha na osobu,
- pasienky – predstavujú 0,6 ha na osobu,
- lesy – slúžiace na dodávku drevných produktov tvoria 0,6 ha na osobu,
- zastavané plochy – 0,03 ha na osobu celosvetovo,
- moria – z rozlohy morí pripadá na osobu 6 ha, ale len približne 0,5 ha z týchto šiestich hektárov poskytuje 95 % ekologickej produktivity mora.

Ak spočítame 0,25 ha ornej pôdy, 0,6 ha pastvín, 0,6 ha lesov a 0,03 ha zastavanej plochy, vyjde nám, že Zem poskytuje 1,5 ha ekologicky produktívnej plochy na osobu. Keď k tomuto číslu prirátame 0,5 ha morí, výsledok je 2 ha na osobu. Ale nie všetka táto plocha je k výhradnej dispozícii ľuďom, zdieľame ju s približne 30 miliónmi druhov rastlín a živočíchov, a preto minimálne 12 % tejto plochy nesmie byť využívaných a má byť chránených z dôvodu zachovania biodiverzity. Ak odrátame spomínaných 12 %, vyjde nám, že ľudstvo má k dispozícii 1,76 ha biologicky produktívnej zeme na obyvateľa, ako konštatuje Melkusová (2013).

Analýzu materiálových tokov (Material Flow Analysis, MFA) OECD (2008) definuje ako monitorig fyzických tokov materiálov prechádzajúcich určitým environmentálnym alebo socioekonomickým systémom (napr. administratívna jednotka – štát, mesto, región; ekonomická jednotka – ekonomika, sektor, podnik; prírodná jednotka – ekosystém, povodie). Zaraduje sa medzi prístupy environmentálneho účtovníctva. Prostredníctvom materiálových bilancií analyzuje vzájomné vzťahy medzi materiálovými tokmi, životným prostredím, ekonomikou a spoločnosťou. Medzi základné princípy MFA Háek et al. (2015) zaradujú:

1. **fyzické jednotky ako primárny predmet záujmu** pre kvantifikáciu materiálových interakcií medzi životným prostredím a socioekonomickým systémom,

2. **presne vymedzené hranice** posudzovaného systému,
3. **využitie bilančného princípu** založeného na prvom a druhom termodynamickom zákone, podľa ktorého nemôže dôjsť k vzniku ani zániku hmoty ani energie, len k ich vzájomnej premene (pre daný systém v určitom časovom období musí byť fyzické množstvo materiálov, ktoré do tohto systému vstupujú, rovné súčtu množstva materiálu, ktoré zo systému vystupuje a množstva materiálu, ktorý sa v danom systéme nanovo akumuluje),
4. **celostný (holistický) prístup**, pri ktorom dochádza ku kvantifikácii všetkých tokov.

Za najvýznamnejších zakladateľov analýzy materiálových tokov sú považovaní R. U. Ayres a A. Kneese, ktorí vo svojej štúdií z roku 1969 a v jej pokračovaní z roku 1974 udali smer vývoja sledovania materiálových tokov na úrovni národných ekonomík. K danému problému pristupovali z ekonomického hľadiska, t. j. nízka cena surovín a verejného prírodného kapitálu (ako je voda, vzduch) smeruje k ich neefektívnemu využívaniu, čo na druhej strane spôsobuje zvyšujúcu sa mieru tvorby emisií a odpadov. Metódy analýzy materiálových tokov možno rozdeliť na dva prístupy – **prístupy zamerané na detoxifikáciu** a prístupy zamerané na dematerializáciu. Prvý prístup vychádza z princípu rozriedenia a rozptýlenia emisií za účelom zníženia kritickej úrovne znečistenia životného prostredia. Stratégia druhého prístupu **dematerializácie** (odhmotnenie, resp. zníženie náročnosti socioekonomickej sféry na materiály) spočíva v prenesení ekonomického vývoja od maximalizácie materiálových prietokov smerom k zvýšeniu efektivity využívaných vstupov. Cieľom je zvýšenie spoločenských prínosov prírodného kapitálu. Dematerializácia vedie k zníženiu využívania zdrojov, čím sa redukuje záťaž životného prostredia, a vedie k zvyšovaniu environmentálnej efektivity, ako uvádzajú Hák et al. (2015). Súčasný metodický štandard analýzy materiálových tokov najmä na makroekonomickej úrovni (Economy-Wide Material Flow Analysis, EW-MFA) je zahrnutý aj do systému environmentálnych ekonomických účtov (SEEA). V rámci neho je kvantifikovaná fyzická výmena medzi národným hospodárstvom, životným prostredím a cudzím hospodárstvom, a to na základe celkového hmotnostného množstva materiálov, ktoré každý rok prejdú cez hranice národného hospodárstva. Daná analýza uvažuje s materiálovými tokmi medzi národným hospodárstvom a domácim životným prostredím (ťažba primárnych surovín, emisie do zložiek životného prostredia) a materiálovými tokmi medzi národným hospodárstvom a ostatnými časťami sveta (dovoz a vývoz tovarov a služieb).

8.4 SOCIÁLNO-KULTÚRNE HODNOTENIE

Nakoľko hodnota ekosystémových služieb je značne široká, nie je možné ich niekedy vyčíslieť ekonomicky. Ekosystémové služby majú veľa sociálno-kultúrnych hodnôt, ktoré sa ťažko kvantifikujú, najmä pri kultúrnych ekosystémových službách (napr. vzťah k miestu, náboženské hodnoty, vzdelávacie hodnoty). Mace, Bateman (2011) v štúdií národného hodnotenia ekosystémov Veľkej Británie identifikovali aj tzv. zdieľané spoločenské hodnoty, t. j. kultúrne hodnoty založené na etickom a estetickom úsudku o prínosoch prírodného prostredia, ktoré možno veľmi obmedzene kvantifikovať prostredníctvom ekonomických metód hodnotenia. Okrem týchto kultúrnych hodnôt priradujú Vačkář et al. (2014) k ekonomicky nevyčísliteľným hodnotám ekosystémových služieb aj tzv. zdravotné prínosy.

Pri hodnotení ekosystémových služieb okrem tradičných prístupov neoklasickej ekonómie hlavného prúdu zdôrazňujú Seják et al. (2003) i využitie tzv. participatívneho prístupu, ktorý sa zameriava na sociálno-kultúrny charakter environmentálnych problémov. Tieto prístupy vychádzajú zo zisťovania preferencií subjektov špecifickými postupmi, ktoré sa používajú v demokratických štátoch. Spoločným znakom týchto hodnotení je práca v skupine, ktorá umožňuje vzájomné ovplyvňovanie názorov jednotlivých účastníkov. Z tohto dôvodu bývajú označené aj ako transformačné metódy hodnotenia, nakoľko hodnoty vyjadrené na začiatku procesu hodnotenia sa môžu výrazne odlišovať od tých na konci celého procesu. Seják et al. (2003) upozorňujú na riziko, že výsledný názor môže byť výrazne ovplyvnený osobnosťou dominantnou či komunikatívnejšou, ktorá sa v skupine bude vyskytovať. Medzi zaužívané metódy sociálno-kultúrneho hodnotenia ekosystémových služieb možno zaradiť:

- **Stredové skupiny** – pozostávajú zo 6 – 12 osôb vybraných z cieľového súboru. Priority sú stanovené na základe rokovania, kedy jednotliví účastníci konfrontujú svoje názory pod vedením zodpovednej osoby, ktorá diskusiu usmerňuje.
- **Občianske poroty** – reprezentujú vzorku jednotlivcov, pričom by ich počet nemal byť vyšší ako 12. Ich úlohou je posudzovať určitý problém, kedy im predseda občianskej poroty poskytuje rôzne dôkazy a svedectvá o danom probléme.
- **Súhlasné konferencie** – zahŕňajú približne 12 osôb, ktorým sú položené špecifické otázky týkajúce sa širších vedeckých a technologických problémov. S občianskymi porotami majú veľa spoločných charakteristík, ale na rozdiel od nich sa súhlasné poroty odohrávajú bez účasti predsedu a ich výstupy slúžia širšej verejnosti. Prvé súhlasné konferencie boli usporiadané v Dánsku.
- **Poradné hlasovanie** – býva realizované na väčšej výskumnej vzorke, približne 500 osôb, ktoré sú pozvané na niekoľko dní na určité miesto, kde sa hlasovanie bude konať. Celá vzorka osôb je rozdelená do menších skupín. Na začiatku aj na konci sú účastníkom rozdávané dotazníky, aby bol zaistený posun v názoroch počas procesu hlasovania. Poradné hlasovanie vyžaduje účasť predsedu.

Sociálno-kultúrne metódy hodnotenia ekosystémových služieb pripomínajú podľa Sejáka et al. (2003) tzv. delfskú metódu. Rôznym expertom sú v rôznych časových okamihoch opakovane položené otázky a ich odpovede a reakcie sú vyhodnocované z hľadiska časového a z hľadiska argumentov. V určitých časových obdobiach sú usporiadané aj konferencie za účasti týchto expertov (tzv. delfské panely), kde sú jednotliví účastníci zoznámení s argumentami ostatných. Usporiadateľ delfského panelu alebo delfskej ankety (písomná forma panelu) rozvíja proces učenia každého účastníka a vyzýva ich, aby obhájili svoje pôvodné stanovisko, resp. aby ho pod váhou nových poznatkov zmenili. Proces sa opakuje niekoľko kôl. Na záver sú všetci účastníci v názore na hodnotený problém jednotní.



KLÚČOVÉ SLOVÁ

Oceňovanie, ekonomická hodnota, prírodný kapitál, ekonomické hodnotenie, biofyzikálne hodnotenie, sociálno-kultúrne hodnotenie

OTÁZKY NA OVERENIE ZNALOSTÍ

- Ako by ste definovali pojem hodnotenie a oceňovanie ekosystémových služieb?
- Z akých hodnôt sa skladá celková ekonomická hodnota ekosystémových služieb?
- Aké delenie ekonomických metód hodnotenia ekosystémových služieb poznáte, podľa ktorých autorov?
- Čím sa vyznačuje metóda kontingenčného oceňovania?
- Čím sa vyznačuje metóda hedonického oceňovania?
- Čím sa vyznačuje metóda cestovných nákladov?
- Aké expertné metódy hodnotenia ekosystémových služieb poznáte?
- Čím sa vyznačuje analýza materiálových tokov?
- Aké sociálno-kultúrne metódy hodnotenia ekosystémových služieb poznáte?

ÚLOHY NA OVERENIE ZNALOSTÍ

- Vo vybranej lokalite priestorovo vymedzte existujúce ekosystémy. Na vybranom modelovom ekosystéme použitím dvoch metód ekonomického hodnotenia ohodnoťte vybranú ekosystémovú službu. Zistenia vyjadrite finančne.

LITERATÚRA

- Bakshi, B. R. 2002. A thermodynamic framework for ecologically conscious process systems engineering. *Computers and Chemical engineering*, 24: 1767-1773.
- Bateman, I., Munro, A., Rhodes, B., Starmer, CH., Sugden, R. (1997): A test of the theory of reference dependent preferences. *Quarterly journal of economics*, 112/2: 479-505.
- Baumgärtner, S. 2002. Der ökonomische Wert der biologischen Vielfalt. In: *Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege* (ed.) : Grundlagen zum Verständnis der Artenvielfalt und seiner Bedeutung und der Maßnahmen, dem Artensterben entgegen zu wirken (Laufener Seminarbeiträge 2/02), Laufen/Salzach, p. 73-90.
- Belaňová, E., Kanianska, R., Kizeková, M., Makovníková, J., Jaďuďová, J., Zelený, J. et al. 2014. „Qou Vadis“ – čo a ako možno integrovať? In. Diviaková, A. (ed.): *Stav a trendy integrovaného manažmentu životného prostredia*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. ISBN 978-80-228-2711-9, s. 45-97.
- Biela kniha európskej komisie o environmentálnej zodpovednosti*. 2000.
- Boyd, J. 2007. The nonmarket benefits of nature: What should be counted in green GDP? *Ecological Economics*, 61 (4): 716-723.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso M., Hannon, B., Naem, S., Limburk, K., Paruelo, J., O'Neil, R.V., Raskin, R., Sutton, P., van den Belt, M. 1997. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. *Nature*, 387/6630: 253-260.

- De Groot, R.s., Wilson, M. A., Boumans, R.M.J. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem function, goods and services. *Ecological Economics*, 41/3: 393-408.
- Girardin, P., Bockstaller, C., Van der Werf, H.M. 1999. Indicators: Tools to evaluate the environmental impacts of farming systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, 13/4: 5-21.
- Gómez-Baggethun, E. et al. 2014. *EU FP7 openNESS project deliverable 4.1.: State of the art report on integrated valuation of ecosystem services*. European Commission FP7, 2014.
- Hák, T., Kovanda, J., Nondek, L., Vačkář, D., Weinzettel, J. 2015. *Metabolismus společnosti: materiály, energie a ekosystémy*. Praha: Karolinum, 289 s. ISBN 978-80-246-2799-1.
- Chan, K., Guerry, A., Statterfield, T., Balvanera, P., Bostrom, A., Chuenpagdee, R., Klain, S., Ruckelshaus, M. et al. 2012. Integrating 'cultural' and 'social' into ecosystem services: A framework for value-based ecosystem decision-making. *BioScience* 62: 744–756.
- Chobotová, V. 2010. Trhový prístup k ekosystémovým službám. *Životné prostredie*, 44/2: 92-95.
- Christie, M., Warren, J., Hanley, N., Murphy, K., Wright, R., Hyde, T., Lyons, N. 2004. *Developing measures for valuing changes in biodiversity*: Final Report. London: DEFRA, 134 p.
- ICEM, 2003. *Lessons learned for global experience. Review of protected areas and development in the Lower Mekong River Region*. Indooroopilly, Queensland: ICEM, X, 166 p. ISBN 0-975033-27-1.
- Kahn, J.R. 1987. Measuring the economics damages associated with terrestrial pollution of marine ecosystems. *Marine Resource Economics*, 4/3: 193-209.
- L Haus, J., Bakshi, B. R. 2004. Promise and problems of emergy analysis. *Ecological Modelling*, 178/1-2: 215-225.
- Mace, G. M., Bateman, I. 2011. Conceptual framework and methodology. Chapter 2. In *The UK National Ecosystem Assessment Technical Report*. Cambridge: UNEP – WCMC, p. 11- 26.
- Melichar, J. 2010. Ekonomické hodnotenie ekosystémových služieb. *Životné prostredie*, 44/2: 78 – 83.
- Melkusová, H. 2013. Reflexia environmentálnej politiky v stratégii udržateľného rozvoja : oceňovanie environmentálnej kapacity územia, ekologická stopa. *Annales Scientia Politica*, 2/1: 63-70.
- Merganič, J., Merganičová, K. 2007. *Funkcie biodiverzity a jej nepeňažná a ekonomická kvantifikácia*. Čiastková správa pre APVT projekt APVV-27-019805 „Hodnotenie verejnoprospešných funkcií lesných a poľnohospodárskych ekosystémov a služieb v odvetví“, 25 s.
- Mitchell, R.C., Carson, R.T. 1989. *Using Survey to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*. Washington D.C.: Resources for the Future, 463 p.
- Moravčík, M., Čaboun, V., Tutka, J. et al. 2008. *Výskum, klasifikácia a uplatňovanie funkcií lesa v krajine*: Správa pre priebežnú oponentúru úlohy výskumu a vývoja, Zvolen: Oddelenie reprografie NLC, 179 s.
- OECD, 2008. *The OECD guide: Measuring material flows and resource productivity*. Paris: OECD.

- Pearce, D. W., Warford, J. J. 1993. *World Without End: Economics, Environment and Sustainable Development*. Oxford: Oxford University Press.
- Považan, R., Getzner, M., Kadlečík, J. 2014. Hodnotenie ekosystémových služieb v chránených územiach Karpát so zameraním na Slovensko – metodický postup pre rýchle hodnotenie. *Quaestiones rerum naturalium*, 1/ 2: 7-44.
- Satz, D., Gould, R.K., Chan, Kai M. A., Cuerry, A., Norton, B., Satterfield, T., Halpern, S et al. 2013. The Challenges of Incorporating Cultural Ecosystem Services into Environmental Assessment. *AMBIO*, 42 (6): 675-684.
- Seják, J. 2002. Principy a metody oceňování životního prostředí. *Životné prostredie*, 36/1: 10-13.
- Seják, J. 2005. Oceňování ekonomických a environmentálních funkcí krajiny. *Acta Regionalia et environmentalica*, 1: 4.
- Seják, J. 2012. Oceňování ekosystémů, ekosystémové služby a ochrana přírody. In *Ochrana přírody a krajiny v České republice. Výbrané aktuální problémy a možnosti jejich řešení*. I. díl. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, ISBN 978-80-244-3041-6.
- Seják, J., Cudlín, P., Pokorný, J., Zapletal, M., Petříček, V., Guth, J., Chuman, T. et al. 2010a. *Hodnocení funkcí a služeb ekosystému České republiky*. Ústí nad Labem: FŽP UJEP, ISBN 978-80-7414-235-2.
- Seják, J., Pokorný J., Cudlín, P. 2010b. Možnosti hodnocení ekosystémových služeb. *Životné prostredie*, 44/ 2: 74-77.
- Seják, J., Dejmal, I., Petříček, V., Cudlín, P., Michal, I., Černý, K., Kučera, T. et al. 2003. *Hodnocení a oceňování biotopů České republiky*. Praha, 428 s.
- System of Environmental-Economic Accounting 2012 – central framework*, 2014. New York: United Nations, 2014. 346 p. ISBN 978-92-1-161563-0.
- System of National Accounts 2008*. 2009. New York: United Nations, 2009. 662 p. ISBN 978-92-1-161522-7.
- TEEB, 2010. *The Economics of ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundation*. Edited by Pusham Kumar. Earthscan, London and Washington, ISBN 978-1-84971-212-5.
- Tengberg, A., Fredholm, S., Eliasson, I., Knez, I., Saltzman, K., Wetterberg, O. 2012. Cultural ecosystem services provided by landscapes: Assessment of heritage values and identity. *Ecosystem Services*, 2: 14-26.
- Turner, K., Pearce, D., Bateman, I. 1994. *Environmental Economics. An elementary introduction*. Hemel Hempstead: Harvester Wheatsheaf, 1994. ISBN 0-7450-1083-0.
- Tutka, J., Kovalčík, M., Sarvašová, Z. 2011. *Hodnotenie verejnoprospešných funkcií lesných ekosystémov : metódy a metodické prístupy*. Zvolen: Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen, 87 s. ISBN 978-80-8093-147-6.
- Ukidwe, N. U., Bakshi, B. R. 2005. Input-output analysis of economic and ecological systems with application to the U.S. economy. *Emergy Synthesis 3 : Theory and applications of the emergy methodology. Proceedings from the third biennial emergy conference*. Florida: University of Florida, 2006. p. 259-270.
- Vačkář, D., Frélichová, J., Lorencová, E., Pártl, A., Harmáčková, Z., Loučková, B. 2014. *Metodologický rámec integrovaného hodnotení ekosystémových služeb v České republice*. Brno : Centrum výzkumu globální změny Akademie věd ČR, v.v.i. 2014. 35 s.

- Vološčuk, I. 2013. *Teoretické princípy ekologických procesov, funkcií a služieb ekosystémov*. Banská Bystrica: Inštitút výskumu krajiny a regiónov Fakulty prírodných vied, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, 244 p. ISBN 978-80-557-0683-2.
- Wackernagel, M., Monfreda, Ch., Moran, D., Wermer, P., Goldfinger, S., Deumling, D., Murray, M. 2005. *National footprint and biocapacity accounts 2005: The underlying calculation method*, Global footprint network, 2005. 33 p.
- Xepapadeas, A. 2009. Ecological economics: principles of economic policy design for ecosystem management, In *The Princeton guide to ecology* [online]. New York: Princeton university Press, 2012. p. 740-747. [on-line] [cit. 2015-12-18] <http://press.princeton.edu/chapters/s7_8879.pdf>.
- Zhang, Y., Singh, S., Bakshi, B. R. 2010. Accounting for ecosystem services in life cycle assessment. Part I: A critical review. *Environmental Science and Technology*, 44: 2232-2242.

9 MANAŽÉRSTVO EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB

9.1 ZÁKLADNÉ PRINCÍPY MANAŽÉRSTVA EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB

Udržateľné využívanie prírodných zdrojov je predpokladom udržateľného rozvoja spoločnosti a dosahovania ľudského blahobytu. Trvalo udržateľný rozvoj a riadenie prírodných zdrojov je súčasťou národných politík. V Slovenskej republike je trvalo udržateľný rozvoj právne vymedzený § 6 zákona č. 17/1992 Zb. o životnom prostredí, podľa ktorého ide o taký „rozvoj, ktorý súčasným i budúcim generáciám zachováva možnosť uspokojovať ich základné životné potreby a pritom neznižuje rozmanitosť prírody a zachováva prirodzené funkcie ekosystémov.“

Trvalo udržateľným rozvojom sa rozumie cielený, dlhodobý (priebežný), komplexný a synergický proces, ovplyvňujúci podmienky a všetky aspekty života (kultúrne, sociálne, ekonomické, environmentálne a inštitucionálne), na všetkých úrovniach (lokálnej, regionálnej, globálnej) a smerujúci k takému funkčnému modelu určitého spoločenstva (miestnej a regionálnej komunity, krajiny, medzinárodného spoločenstva), ktorý kvalitatne uspokojuje biologické, materiálne, duchovné a sociálne potreby a záujmy ľudí, pričom eliminuje alebo výrazne obmedzuje zásahy ohrozujúce, poškodzujúce alebo ničiace podmienky a formy života, nezaťažuje krajinu nad únosnú mieru, rozumne využíva jej zdroje a chráni kultúrne a prírodné dedičstvo (Uznesenie vlády č. 978/2001, Národná stratégia trvalo udržateľného rozvoja).

Christensen et al. (1996) uvádzajú, že v praxi sú však riadiace prístupy zamerané viac na maximalizáciu krátkodobých výnosov a ekonomických ziskov ako na dlhodobú udržateľnosť. K tejto nerovnosti prispievajú nasledovné faktory:

- nedostatočné informácie o biologickej diverzite prostredia,
- neznalosť funkcií a dynamiky ekosystémov,
- otvorenosť a prepojenosť ekosystémov v miere, ktorá presahuje hranice riadenia,
- prevažujúci verejný názor, že okamžitá hospodárska a sociálna hodnota obnoviteľných zdrojov nepreváži riziko budúceho poškodenia ekosystémov alebo výhody alternatívneho prístupu manažmentu.

Zabezpečenie udržateľného rozvoja spoločnosti a udržateľného využívania prírodných zdrojov si vyžaduje eliminovanie existujúcich a predchádzanie vzniku nových environmentálnych problémov (Izakovičová a Kozová, 2008). Prvú komplexnú definíciu manažérstva ekosystémov charakterizoval Grumbine (1994), podľa ktorého **manažérstvo ekosystémov** (ME) je integrácia vedeckých poznatkov o ekologických vzťahoch vo vnútri socio-politického a hodnotového komplexu, ktorá smeruje k ochrane ekosystémov v dlhodobom horizonte.

Hlavným cieľom **manažérstva ekosystémových služieb** je *podpora realistických a vedecky podložených stratégií pri výrobe potravín, vlákien a energie, ktoré prispievajú k*

zachovaniu ekosystémových služieb a zaisteniu potravinovej bezpečnosti. Podľa Szara et al. (1998) cieľom ekosystémového manažmentu je obnovovať a udržiavať kvalitu, produktivitu a biodiverzitu ekosystémov a celkovú kvalitu života prostredníctvom takého manažérstva prírodných zdrojov, ktoré je úplne integrované so sociálnymi a ekonomickými potrebami.

Podľa UNEP (2009) **manažérstvo ekosystémov** je integrovaný proces smerovaný k zachovaniu a zlepšeniu zdravia ekosystémov a zachovaniu ekosystémových služieb pre zabezpečenie ľudského blahobytu. V tomto procese sa kladie dôraz na integráciu ľudských potrieb s ochranou ekosystémov a súčasne sa berie na vedomie vzájomné prepojenie ekologických, socio-kultúrnych, ekonomických a inštitucionálnych štruktúr.

Manažérstvo ekosystémov reprezentuje holistický prístup k riadeniu a správe ekosystémov, ktorý je založený na určitých princípoch a zásadách. Desať dominantných princípov ME prezentoval Grumbine v roku 1994 nasledovne: 1) hierarchický kontext, 2) ekologické hranice, 3) ekologická integrita, 4) zber údajov a dát, 5) monitoring, 6) adaptívny manažment, 7) spolupráca s verejnou správou, 8) organizačné zmeny, 9) človek ako súčasť prírody, 10) hodnoty.

Pretože problematika manažérstva ekosystémov, jeho princípov a zásad je aktuálna od 90. rokov minulého storočia, existuje niekoľko ďalších definícií, ktoré reprezentujú rôznorodý prístupov k manažérstvu prírodných zdrojov a ekosystémov. Na základe publikovaných prác a výskumu ekosystémov Quinn (2002) definoval a opísal základné **vlastnosti manažérstva ekosystémov** (tab. 9.1).

Tabuľka 9.1 Základné vlastnosti manažérstva ekosystémov (Quinn, 2002)

Vlastnosť	Opis
Hranice ekosystému	<ul style="list-style-type: none"> Manažment ekosystému v rámci ekologických hraníc, a nie v rámci administratívnych hraníc. Hranice sú napr. povodia. Spolupráca medzi rôznymi inštitúciami, ktoré sú zodpovedné za manažment prírodných zdrojov v dotknutej oblasti.
Udržateľnosť ekosystému	<ul style="list-style-type: none"> Zmenený prístup k dosahovaným cieľom od trvalého výnosu (napr. dreva) k dlhodobej udržateľnosti ekosystému, ktorý produkuje služby. Dynamický charakter ekosystémov. Zachovanie ekologickej integrity. Zachovanie ekosystémových služieb, ktoré je nevyhnutné pre naplnenie medzigeneračných požiadaviek.
Adaptívny manažment	<ul style="list-style-type: none"> Využívanie vedy a výsledkov monitoringu a inventarizácie. Uvedomenie si obmedzení súčasného výskumu. Pri manažérstve ekosystémov treba uplatniť experimentálny prístup, z ktorého sa manažéri môžu učiť. Použiť princíp predbežnej opatrnosti, ktorý je definovaný ako opatrenie na zníženie potenciálnej škody vyplývajúcej z ľudskej činnosti alebo zmeny životného prostredia.
Ľudský rozmer	<ul style="list-style-type: none"> Ľudia sú súčasťou ekosystému. Dôležitá je spolupráca naprieč administratívnymi hranicami (regionálnymi, štátnymi). Ľudia vyžadujú riadenie, a nie ekosystémy.

Pre dosiahnutie udržateľného manažérstva ekosystémov a zabezpečenia ich služieb je preto potrebné, aby sa využívali **vedecké poznatky**, pokročilé teórie aplikovanej systémovej analýzy, **nové informačné technológie** (IIASA, 2016) a aby sa manažment riadil 10 zásadami (Vološčuk, 2003):

1. Účel manažmentu je vecou spoločenskej objednávky (antropocentrický aspekt).
2. Ekosystémy musia byť riadené v ľudských (humánnych) súvislostiach (antropocentrizmus).
3. Ekosystémy musia byť riadené v rámci prírodných limitov (príklon k ekocentrizmu).
4. Manažérstvo musí rozpoznať, ktoré zmeny sú nevyhnutné (kauzálne súvislosti).
5. Manažérstvo ekosystémov sa musí chápať v primeranej miere (ekonomický aspekt).
6. Manažérstvo ekosystémov musí myslieť globálne a konať lokálne (ekologicko-environmentálny aspekt).
7. Manažérstvo ekosystémov sa musí snažiť udržať alebo zlepšiť charakter ekosystému a funkčnosť na primeranej úrovni podľa spoločenskej objednávky výberu (antropocentricko-ekocentrický aspekt).
8. Výkonné orgány sa vo svojom rozhodovaní musia riadiť primeranými poznatkami vyplývajúcimi z vedeckých výskumov (gnozeologický aspekt).
9. Manažéri ekosystémov musia konať so zárukou (profesionálny etický aspekt).
10. Potrebný je multidisciplinárny prístup (scientologický aspekt).

V súčasnom období sa riadenie ekosystémov a manažérstvo ekosystémových služieb zameriava na riešenie štyroch hlavných problémov:

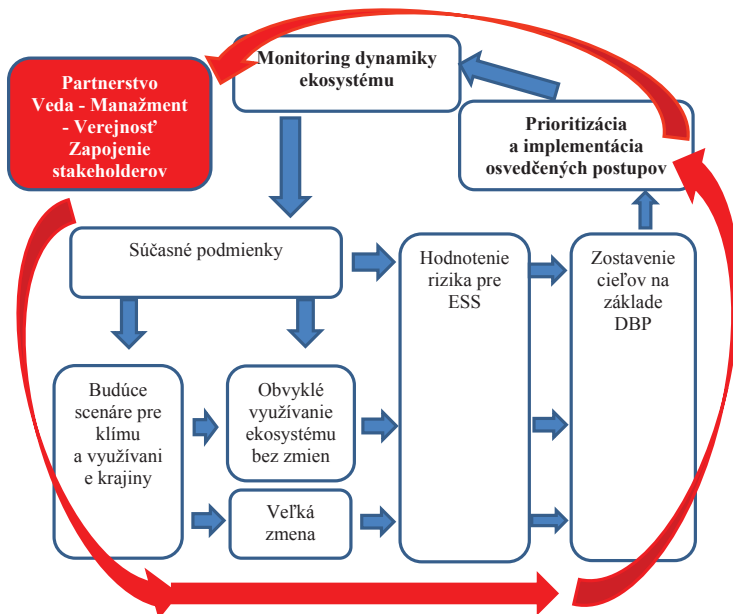
- **ekologických problémov** vrátane straty biodiverzity, invázie exotických druhov, fragmentácie biotopov a krajiny,
- **ekonomických problémov**, ktoré vznikajú v dôsledku znižovania účinnosti ekosystémových služieb vrátane zníženia ekonomickej efektívnosti lesníctva, poľnohospodárstva a rybolovu,
- **neefektívnych rozhodovacích procesov** vrátane prístupu zhora nadol, ktoré obmedzujú kreatívne stratégie,
- **sociálnych problémov** vrátane odlúčenia ľudí od pôdy.

Rozvoj spoločnosti a zmeny v jej potrebách ovplyvňujú zmeny ekosystémov a ich schopnosti plniť ekosystémové služby. Rýchlosť a rozsah environmentálnych a sociálno-ekonomických zmien v nasledujúcich desaťročiach si vyžadujú aplikáciu nových a inovatívnych prístupov v manažérstve ekosystémov a ich služieb (Hobbs et al., 2014). Nové prístupy sú prezentované v oblasti lesných ekosystémov, kde Golladay et al. (2016) upozorňujú na skutočnosť, že tradičné prístupy k zachovaniu lesných ekosystémov a hospodárenia v lesoch budú v najbližšom období neprimerané skutočnému stavu vzhľadom na predpokladanú mieru sociálno-ekonomických a biofyzikálnych zmien v 21. storočí.

Nové prístupy v manažérstve ekosystémov akceptujú skutočnosť, že zmena je nevyhnutná a niekedy aj nezvratná a že udržanie ekosystémových služieb čiastočne závisí od nových ekosystémov. Golladay et al. (2014) definovali nasledovné kľúčové prvky udržateľnej stratégie manažérstva ekosystémov a ich služieb:

1. **Partnerstvo veda – manažment – verejnosc'**, ktoré je základom úspešných stratégií riadenia zachovania a ochrany ekosystémov. Spoločnosť závisí od ekosystémov a ich služieb. Nedostatočná komunikácia medzi vedcami, manažérmi a verejnosc'ou v priestore a čase limituje možnosť stanoviť kompromisy, ktoré pozitívne ovplyvnia zachovanie ekosystémových služieb.
2. **Analýza, posúdenie a riadenie rizika.** V súčasnosti sú ciele manažerstva ekosystémových služieb zamerané na zachovanie a udržanie existujúcich štruktúr ekosystémov a ich funkcií. Avšak hnacie sily, ako sú napr. klimatická zmena a zmeny vo využívaní krajiny, výrazne ovplyvňujú štruktúru ekosystémov a poukazujú na skutočnosť, že historické štruktúry a podmienky budú postupne prekonané. **Súčasný stav** sa preto chápe ako **východisko** pre plánovanie budúcich scenárov a vypracovanie stratégií riadenia rizík (obr. 9.1). Posúdenie a vyhodnotenie rizika pomáha definovať následky ohrozenia a následne riadiť prioritizáciu potenciálnych problémov a stratégií ochrany a zachovania ekosystémov.
3. **Dosiahnuteľné budúce podmienky** sú základom pre vytvorenie priorít v manažerstve zachovania ekosystémov. Identifikácia dosiahnuteľných budúcich ekosystémových služieb zahŕňa:
 - súčasný stav ekosystému,
 - súčasné bio-fyzikálne obmedzenia ekosystému,
 - sociálno-ekonomické požiadavky spoločnosti,
 - súčasné a plánované využívanie krajiny,
 - vlastníctvo pôdy.

Rámec pre manažment zachovania ekosystémov je uvedený na obrázku 9.1. Z obrázka je zreteľné, že zapojenie všetkých záujmových skupín je nepretržitý proces (červené šípky) a očakáva sa, že aktéri z partnerstva **veda – manažment – verejnosc'** vstupujú kedykoľvek do tohto procesu (Golladay et al., 2014).



Obrázok 9.1 Rámec pre manažment zachovania ekosystémov (Golladay et al., 2014)

9.2 STRATEGICKÉ DOKUMENTY V OBLASTI MANAŽÉRSTVA EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB

Na **globálnej úrovni** je manažérstvo ekosystémov a ekosystémových služieb zakotvené v niekoľkých strategických dokumentoch:

- **Svetová stratégia ochrany prírody a pamiatok** (IUCN, 1980),
- **Dohovor o biologickej diverzite** (OSN, 1992),
- **Agenda 21** (UN, 1992),
- **Strategický plán pre biodiverzitu v období 2011-2020** (UNEP/CBD, 2010).

Na **európskej úrovni** je udržateľné využívanie ekosystémových služieb integrované do nasledovných dokumentov (Maes et al., 2013):

- **Stratégia Európa 2020**: Stratégia pre inteligentný, udržateľný a inkluzívny rast (EC, 2010),
- **Stratégia EÚ v oblasti biodiverzity do roku 2020** (EC, 2011a),
- **Politika súdržnosti Európy 2020** (EC, 2011b),
- **Zelená infraštruktúra – zvelaďovanie prírodného kapitálu Európy** (EC, 2013),
- **Spoločná poľnohospodárska politika**.

Efektívne využívanie prírodných zdrojov (EC, 2011c) je hlavnou iniciatívou v rámci stratégie **Európa 2020**. Cieľom tejto iniciatívy je, aby Európa bola efektívna z hľadiska využívania zdrojov. Iniciatíva ustanovuje dlhodobý rámec činností v mnohých oblastiach, pričom podporuje politické programy týkajúce sa zmeny klímy, energetiky, dopravy, priemyslu, surovín, poľnohospodárstva, rybníctva, biodiverzity a regionálneho rozvoja. V pláne efektívneho využívania prírodných zdrojov (EC, 2011) sú zakotvené ukazovatele a legislatívne nástroje EÚ, ktoré smerujú k ochrane a zachovaniu ekosystémových služieb.

Na úrovni EÚ je manažérstvo agroekosystémov a lesných ekosystémov ovplyvňované spoločnou poľnohospodárskou politikou (SPP, CAP) už od päťdesiatych rokov minulého storočia. V pôvodnej podobe bola SPP koncipovaná na riešenie problémov, ktoré mali zakladajúce štáty v období po 2. svetovej vojne, kedy bol všeobecný nedostatok potravín (Kotulič, Adamišin, 2009). Rímska zmluva zakladajúca *Spoločnú poľnohospodársku politiku* v roku 1957 definovala snahu vlád zabezpečiť primeranú životnú úroveň poľnohospodárskeho spoločenstva, stabilizovať trhy a zabezpečiť riadne zásobovanie. Vplyvom podpory intenzifikácie poľnohospodárstva sa po dvadsiatichpiatich rokoch začali vytvárať prebytky poľnohospodárskych produktov. Rastúci záujem obyvateľstva o kvalitu a bezpečnosť potravín a nespokojnosť s nepriaznivým vplyvom poľnohospodárstva na životné prostredie viedol tvorcov SPP k reformám. Zásadná reforma SPP, ktorá zaviedla povinné krížové plnenia, bola prijatá v roku 2003. **Krížové plnenie** je súhrnné označenie pre **zákonné požiadavky hospodárenia (ZPH)** (Statutory Management Requirements – SMR) podľa článku 4 a prílohy III nariadenia Rady (ES) č. 1782/2003 a štandardy **dobrých poľnohospodárskych a environmentálnych podmienok** (Good Agricultural and Environmental Conditions – GAEC) podľa článku 5 a prílohy IV toho istého nariadenia. Zákonné požiadavky

hospodárenia sa vzťahujú na 18 legislatívnych noriem v oblasti životného prostredia, bezpečnosti potravín, zdravia zvierat a rastlín a životných podmienok zvierat. Legislatívne normy v oblasti životného prostredia sú uvedené v tabuľke 9.2.

Tabuľka 9.2 Legislatívne normy krížového plnenia v oblasti životného prostredia platné v EÚ a SR

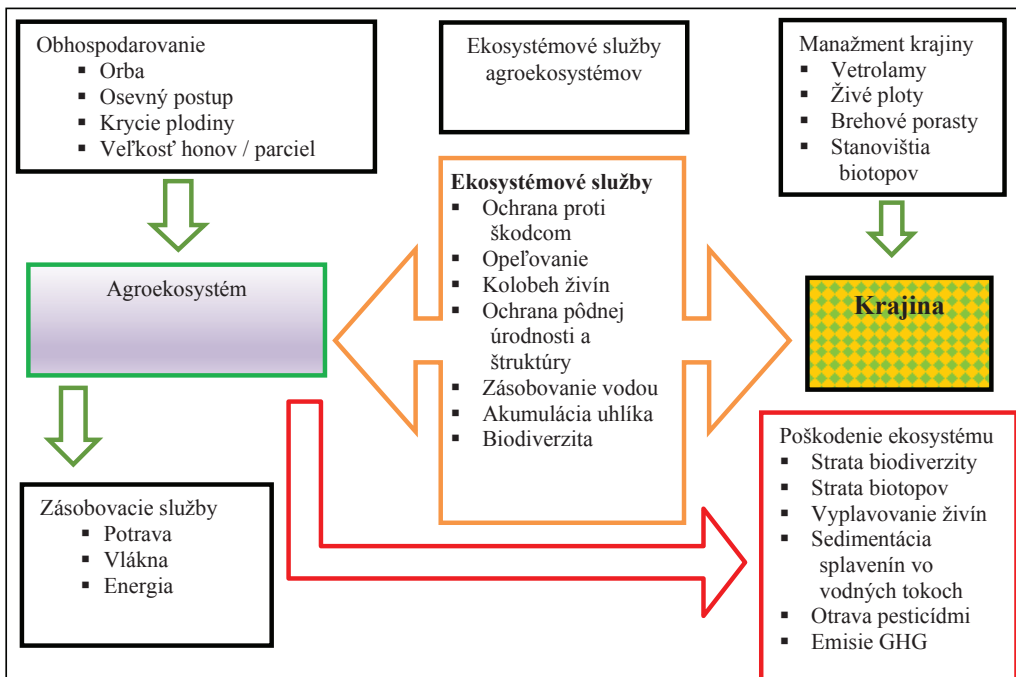
Legislatíva EÚ	Legislatíva SR
<p>Smernica Rady č. 79/409/EHS o ochrane voľne žijúcich vtákov</p> <p>Smernica Rady č. 92/43/EHS o ochrane biotopov, voľne žijúcich živočíchov a voľne rastúcich rastlín</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zákon č. 506/2013 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny • Zákon č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny • Vyhláška MŽP SR č. 24/2003, ktorá je vykonávacou vyhláškou k zákonu č. 543/2002 Z.z.
<p>Smernica Rady č. 80/68/EHS o ochrane podzemných vôd pred znečistením niektorými nebezpečnými látkami</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zákon č. 409/2014 Z.z. o vodách ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 364/2004 Z.z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon) a ktorým sa dopĺňa zákon č. 401/1998 Z.z. o poplatkoch za znečisťovanie ovzdušia v znení neskorších predpisov (vodný zákon)
<p>Smernica Rady Európy č. 86/278/EHS o ochrane životného prostredia, predovšetkým pôdy v prípade, ak sa používajú kaly v poľnohospodárstve</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zákon č. 203/2009, ktorým sa dopĺňa zákon č. 188/2003 Z.z. o aplikácii čistiarenskeho kalu a dnových sedimentov do pôdy a o doplnení zákona č. 223/2001 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov v znení zákona č. 364/2004 Z. z. a o zmene a doplnení zákona č. 136/2000 Z. z. o hnojivách v znení neskorších predpisov
<p>Smernica Rady č. 91/676/EHS o ochrane vôd pred znečistením dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov (dusičnanová smernica)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zákon č. 409/2014 Z.z. o vodách (vodný zákon) • Zákon č. 394/2015 Z.z. ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 136/200 o hnojivách • Nariadenie vlády č. 617/2004 Z. z., ktorým sa ustanovujú citlivé oblasti a zraniteľné oblasti
<p>Smernica Rady č. 91/414/EHS o uvádzaní prípravkov na ochranu rastlín na trh</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zákon č. 45/2009 Z.z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 193/2005 Z. z. o rastlinolekárskej starostlivosti v znení zákona č. 295/2007 Z. z. a o zmene a doplnení niektorých zákonov

9.3 MANAŽÉRSTVO TERESTRICKÝCH EKOSYSTÉMOV

Spomedzi terestrických ekosystémov sú globálne plošne najrozšírenejšie lesné ekosystémy. Potom nasledujú agroekosystémy, ktoré na Slovensku dominujú. Významné, hoci v porovnaní so spomínanými ekosystémami nie až tak plošne rozšírené, sú urbánne ekosystémy. Urbánne prostredie je charakterizované vysokou koncentráciou obyvateľstva, nadmernou industrializáciou a nízkym zastúpením prírodných a poloprírodných ekosystémov. Dochádza v nich k nadmernému využívaniu ekosystémových služieb, čo následne výrazne zvyšuje ekologickú stopu a prehľbuje jej ekologický deficit. Na tlmenie negatívnych dopadov vysokej ekologickej stopy je možné použiť vegetačné a sadovnícke úpravy a výsadbu plôch zelene. Tieto plochy úspešne supľujú chýbajúce prírodné ekosystémy, prispievajú k trvalo udržateľnému rozvoju mesta, posilňujú územný systém ekologickej stability a zvyšujú biodiverzitu sídelno-priemyselnej krajiny. Nasledujúce kapitoly sa venujú manažérstvu agroekosystémov a lesných ekosystémov.

9.3.1 Manažérstvo agroekosystémov

Vznik agroekosystémov súvisí s potrebou obyvateľstva zabezpečiť dostatok potravín pre výživu obyvateľstva a materiálov pre priemyselné spracovanie. V celosvetovom meradle je pre agroekosystémy charakteristická veľká variabilita v štruktúre aj vo funkciách. Je to spôsobené rôznorodosťou sociálno-ekonomických, environmentálnych a klimatických podmienok (Power, 2010) (obr. 9.2).



Obrázok 9.2 Vplyv manažérstva poľnohospodárskeho podniku a krajiny na tok ekosystémových služieb a poškodenia ekosystému (Power, 2010)

Patria sem jednoročné monokultúry poľnohospodárskych plodín, trvalé kultúry, trávne porasty a systémy chovu hospodárskych zvierat v oblastiach mierneho pásma, pasienkové systémy chovu hospodárskych zvierat v aridných oblastiach, plantáže v tropických oblastiach (palma olejná, kávovník, kakaovník), systémy pestovania ryže, poľnohospodársko-lesnícke systémy (systémy spásaných lesov, systémy zmiešaných kultúr stromov a poľnohospodárskych plodín).

V našich podmienkach je možné agroekosystémy rozdeliť na:

- ekosystémy na ornej pôde,
- ekosystémy trvalých kultúr – sady, vinice a chmeľnice,
- ekosystémy trávnych porastov, a to dočasných trávnych porastov na ornej pôde alebo trvalých trávnych porastov.

Poľnohospodárstvo a poľnohospodárske systémy od svojich začiatkov predstavovali hlavne technické východiská a technologické postupy v rastlinnej a živočíšnej výrobe. Pert et al. (2013) uvádzajú, že v súčasnom období je pre poľnohospodársku produkciu charakteristická multifunkčnosť, čo znamená, že poľnohospodárska produkcia nadobudla sociálnu, kultúrnu, politickú a ekonomickú dimenziu.

Agroekosystémy poskytujú okrem zásobovacích ekosystémových služieb spoločnosti celý rad ďalších regulačných a kultúrnych ekosystémových služieb (napr. retencia a kvalita vody, akumulácia uhlíka, podpora biodiverzity, rekreácia a turistika, vzdelávanie). Maximalizácia poľnohospodárskej produkcie však na druhej strane prináša veľa negatívnych vplyvov (napr. kontaminácia vody a pôdy, strata biodiverzity, produkcia skleníkových plynov, pôdna erózia), ktoré sú neprijateľné pre spoločnosť (Tilman et al., 2002). V agroekosystémoch sú ľudskou manipuláciou pozmenené nasledovné kľúčové vlastnosti ekosystémov (Gliessman, 2004):

- **tok energie** vplyvom využívania fosílnych palív,
- **kolobeh živín** vplyvom zvýšeného používania najmä dusíkatých a fosforečných hnojív,
- **regulačné mechanizmy** populácií, ktoré sú narušené ako dôsledok znižovania biodiverzity,
- **dynamická rovnováha**.

Hlavné nepriaznivé environmentálne dopady poľnohospodárstva sú výsledkom **premeny prirodzených ekosystémov** na agroekosystémy, používania **hnojív a pesticídov**, ktoré znečisťujú vodné a terestrické ekosystémy. Pre elimináciu nepriaznivých dopadov sa **manažérstvo agroekosystémov** zameriava na tri hlavné zložky životného prostredia (pôda, voda, ovzdušie), ktorých dobrý stav a kvalita determinujú schopnosť agroekosystémov poskytovať ekosystémové služby. V roku 2002 vedecký kolektív profesora Tilmana publikoval návrhy opatrení vhodných pre elimináciu environmentálnych problémov spojených s poľnohospodárskou výrobou. Opatrenia zahŕňajú potrebu:

- zvýšiť produkčný potenciál hlavných obilnín zabezpečujúcich výživu obyvateľstva,
- zvýšiť účinnosť živín, najmä dusíka a fosforu,

- znížiť uvoľňovanie živín z anorganických aj organických hnojív,
- využívať technologické postupy precízneho poľnohospodárstva,
- zaraďovať krycie plodiny do osevných postupov, čím sa minimalizuje vyplavovanie živín a znižuje sa riziko erózie,
- používať minimalizačné technológie obrábania pôdy,
- dodržiavania osevných postupov a integrovanej ochrany rastlín,
- zavádzania systémov zmiešaných kultúr stromov a poľnohospodárskych plodín (agroforestry), ktoré umožňujú lepšiu využiteľnosť živín, zvýšenie sekvestrácie uhlíka a zníženie rizika erózie,
- začleňovania nárazníkových zón a ochranných pásov v podobe remízok, poloprirodných biotopov v blízkosti monokultúr poľnohospodárskych plodín, ktoré vytvárajú priestor pre zachovanie diverzity flóry a fauny a významne prispievajú k zachovaniu prirodzených opelovačov a prirodzených nepriateľov škodcov kultúrnych plodín.

9.3.1.1 Manažérstvo ekosystému orných pôd

Ekosystémy orných pôd sú nestabilné spoločenstvá krátkodobého charakteru. Okrem kultúrnych plodín sa tu vyskytujú jednoročné druhy rastlín, väčšinou burín a rôzne druhy živočíchov potravovo viazaných na pestovanú plodinu. Ekosystémy orných pôd sú najzraniteľnejšie ekosystémy. Dosahovanie vysokých úrod je podmienené obrábaním pôdy, aplikáciou hnojív a používaním chemických prostriedkov na ochranu pred chorobami, škodcami a burinami (fungicídov, pesticídov a herbicídov). V záujme zachovania prirodzenej úrodnosti pôdy a vyrovnanej bilancie organických látok a živín v pôde a ich strát v systémoch rastlinnej výroby sa manažment zameriava na:

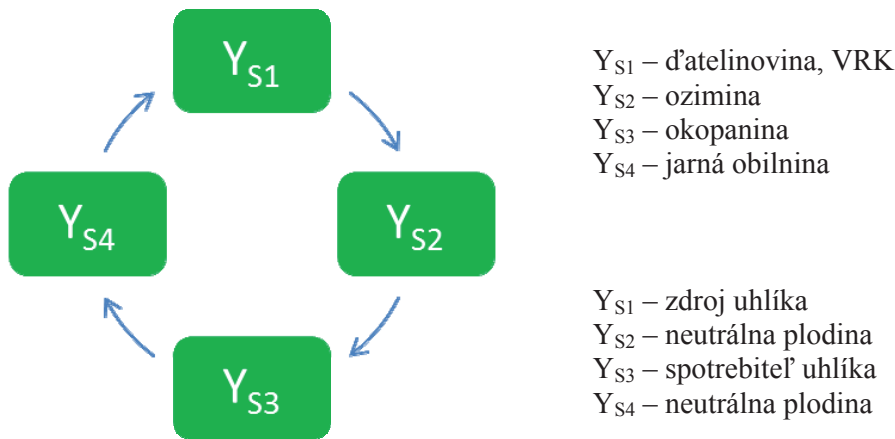
- osevný postup a striedanie plodín,
- využívanie vhodných technológií prípravy a obrábania pôdy,
- zaraďovanie krycích plodín,
- výživu rastlín (dávka, frekvencie a typ hnojiva),
- ochranu rastlín.

Osevný postup je vlastne správne striedanie plodín v priestore a čase, rešpektujúce biologické nároky plodín. Predstavuje jedno z najúčinnějších agrotechnických opatrení zvyšujúcich produkciu optimálnym využitím prírodných podmienok pri zachovaní a zvyšovaní pôdnej úrodnosti. Osevný postup plní úlohy výrobné, organizačné, ekologické, environmentálne a predstavuje ekonomickú základňu rastlinnej výroby v poľnohospodárskom subjekte (Líška a kol., 2008). Podľa Kováča et al. (2014) je osevný postup bázou rastlinnej výroby, ktorá integruje vzájomné vzťahy medzi plodinami, systémom kultivácie a výživy, manažérstvom plodiny, integrovanou ochranou a inými agrotechnickými a ekonomickými opatreniami, ktoré vyúsťujú v racionálny systém obhospodarovania pôdy. Pre udržanie úrodnosti je dôležité udržať vyrovnanú bilanciu pôdnej organickej hmoty s cieľom, aby straty pôdnej organickej hmoty, ku ktorým dochádza v procese rozkladu, mineralizácie a humifikácie organických látok v pôde, boli plne nahradené vstupmi organickej hmoty do pôdy.

Z hľadiska bilancie uhlíkatých látok sa plodiny uplatňujú podľa toho, aké množstvo hmoty sa z nich vracia do pôdy v podobe organických hnojív a rozdeľujú sa na plodiny, ktoré sú:

- **zdrojom** uhlíkatých látok (viacročné krmoviny na ornej pôde - VRK a mašinový fond),
- **spotrebiteľom uhlíkatých látok** (okopaniny, slnečnica, kapusta repková pravá, mak, priadne rastliny, chmeľ, ovocné dreviny, vinič hroznorodý),
- **neutrálne** plodiny (obilniny, strukoviny, ktoré vyrovnávajú vplyv zdrojov a spotrebiteľov).

V celkovej bilancii uhlíka v oševnom postupe má byť medzi zdrojmi a spotrebiteľmi uhlíka rovnováha. Ich vplyv má byť v oševnom postupe vyrovnaný a ekvivalentný. Príklad elementárneho oševného postupu je znázornený na obrázku 9.3.



Obrázok 9.3 Elementárny oševný postup (Pospíšil et al., 1999)

Hlavným cieľom **obrábania** je pripraviť pôdu do stavu, aby pestovaným plodinám poskytovala dobré podmienky pre rast a vývoj. Súčasne sa požaduje minimalizácia negatívnych dopadov na stanovište a okolie. Rôzne systémy hospodárenia a technológie obrábania majú odlišný vplyv na vlastnosti pôdy (Halmo et al., 2015). **Minimalizačné a pôdoochranné technológie** priaznivo vplyvajú na štruktúrny stav pôdy, lepšie hospodárenie s pôdnou vlhkosťou (zníženie strát vody pri nižšej intenzite spracovania pôdy, zvýšenie vododržnosti pôdy, obmedzenie neproduktívneho výparu vody z pôdy mulčom), redukciu vodnej a veternej erózie, obmedzenie vyplavovania pohyblivých foriem dusíka (Vach, Javůrek, 2011). Na druhej strane množstvo negatívnych dôsledkov, najmä nahromadenie pôdou a strniskom prenášaných rastlinných chorôb, náklady spojené so zakúpením techniky, rezíduá herbicídov, ktoré obmedzujú výber plodín, nahromadenie odolných burín, obavy z účinkov herbicídov na životné prostredie a ľudské zdravie obmedzujú širšie použitie bezorbových technológií (Thomas et al., 2007). Podľa Buša (2010) sú ochranné systémy obrábania pôdy vhodné najmä do **suchších podmienok** s nerovnomerným rozložením zrážok a do oblastí ohrozených eróziou. Minimalizačné technológie vrátane technológie priamej sejby nachádzajú uplatnenie

predovšetkým pri pestovaní hustosiatych obilnín, kukurice, strukovín a olejní. V poslednom období sa začínajú uplatňovať technológie tzv. vertikálneho spracovania pôdy, pri ktorom sa pôda prekypruje do hĺbky, avšak v porovnaní s orbou sa neotáča.

Zvýšenie koncentrácie plodín v oševnom postupe alebo ich pestovanie v monokultúre jednostranne ovplyvňuje pôdnu mikroflóru. Viacročný prísun organických zvyškov rovnakej kvality spôsobuje potlačanie niektorých významných skupín mikroorganizmov, ako aj intenzívny rozvoj iných skupín. Narušuje sa tým rovnováha v druhovom zastúpení pôdnych mikroorganizmov. **Striedanie plodín** je osobitne dôležité v špecializovaných poľnohospodárskych podnikoch, zameraných na pestovanie jednej alebo dvoch hlavných plodín, uplatňujúcich tzv. voľný osevný postup, ktorý sa pružne podriaďuje trhovým mechanizmom doby (Babulicová, 2015).

Z agronomického hľadiska hlavnou úlohou **krycej plodiny** je vytvorenie krytu pre pomaly sa vyvíjajúci podsev, potlačovanie buriny a zároveň umožnenie rastu a vývoja podsevu. Jensen et al. (2015) uvádzajú, že krycie plodiny sú základnými zložkami pestovateľských systémov na ornej pôde osobitne v ekologickom poľnohospodárstve. Krycie plodiny sa významne podieľajú na zachovaní úrodnosti pôdy, pôdnej organickej hmoty, zabráňujú vyplavovaniu živín a kontaminácii vôd, prispievajú k ochrane proti erózii, chorobám, škodcom, k zachovaniu biodiverzity.

Ochrana (konzervácia) a podpora prirodzených nepriateľov je pre pestovateľov nepochybne najvýznamnejšou a ihneď prístupnou stratégiou biologickej regulácie. Prirodzení nepriatelia sa vyskytujú prakticky všade, začínajúc malými záhradkami až po veľké polia, a sú adaptovaní na miestne podmienky a cieľových škodcov. Ich podpora a ochrana je vo všeobecnosti jednoduchá a cenovo prístupná. Optimálne zvládnutie tejto „najekologickejšej“ regulačnej stratégie predpokladá dokonalú znalosť životných cyklov škodcov a ich prirodzených nepriateľov, ako i miestneho ekosystému (Tóthová et al. 2011).

9.3.1.2 Manažérstvo ekosystémov trávnych porastov

Trávny bióm sa rozprestiera na jednej štvrtine zemského povrchu, nachádza sa na každom kontinente okrem Antarktídy. Po lesoch patrí k najrozšírenejším ekosystémom na svete. Trávne porasty poskytujú spoločnosti dôležité ekosystémové služby na lokálnej, regionálnej aj globálnej úrovni (Blair et al., 2014). Značné rozšírenie trávnych formácií na zemskom povrchu poukazuje na ich mimoriadny význam pre prosperitu ľudskej spoločnosti, pretože ovplyvňujú hospodársky rozvoj rozvinutých aj rozvojových krajín.

Schopnosť trávnych porastov poskytovať celý rad ekosystémových služieb je determinovaná základnými vlastnosťami, ktorými trávne porasty disponujú:

- vytvárajú celoročný pokryv pôdy,
- veľkú časť biomasy akumulujú pod povrchom pôdy,

- vyznačujú sa vysokou diverzitou flóry, fauny a mikroorganizmov (najmä trvalé trávne porasty).

Pretože trávne porasty sú multifunkčné komplexné spoločenstvá, rozdeľujú sa do niekoľkých kategórií podľa pôvodu, spôsobu a intenzity a dĺžky obdobia využívania. Z hľadiska **pôvodu** sa rozdeľujú na:

- prírodné (prirodzené),
- poloprírodné,
- umelé.

Z hľadiska **dĺžky obdobia** využívania sa trávne porasty rozdeľujú na:

- dočasné trávne porasty (DTP) = viacročné krmoviny na ornej pôde (VRK),
- trvalé trávne porasty (TTP):
 - lúky - TTP využívané kosením, slúžia na výrobu objemového krmiva na zimné obdobie,
 - pasienky - TTP využívané počas vegetačného obdobia pasením.

Z hľadiska intenzity využívania môžu byť:

- intenzívne a
- extenzívne trávne porasty.

Viacročné krmoviny na ornej pôde (VRK), nazývané aj **dočasné trávne porasty** (DTP), sú intenzívne poľnohospodárske kultúry a ich hlavným účelom je výroba objemových krmív pre prežúvavcov. Z agronomického hľadiska majú významné postavenie v oševnom postupe, keďže vplyvajú na zachovanie pôdnej úrodnosti a sú vhodnou predplodinou pre ďalšie plodiny oševného postupu. VRK sú väčšinou d'atelinotrávne miešanky, kde základnou zložkou sú **bôbovité** druhy. Lucerna siata je vhodná do nížin, d'atelina lúčna a d'atelina plazivá sa uplatňujú v podhorských a horských oblastiach. Význam týchto plodín spočíva vo:

- vynikajúcej **výživnej hodnote** z pohľadu výživy **zvierat**,
- ekologicko-ekonomickej hodnote **fixovať vzdušný dusík**. Odhady množstva fixovaného dusíka ročne sa pohybujú okolo 170 - 180 kg na hektár pri d'ateline lúčnej a lucerne, 92 kg na hektár pri ľadenci rožkatom (Frame, 2005).
- **obohacovaní pôdy o živiny**. Koreňový systém bôbovitých rastlín sa vyznačuje vysokou metabolickou aktivitou a je schopný prijímať živiny z ťažko prístupných foriem a hlbokých vrstiev pôdy. Z celkového množstva prijatých živín zostáva v pôde 20 – 25 % (Jančovič et al., 2005).
- zvyšovanie obsahu **pôdnej organickej hmoty**. Zanechaním pôdnych a strniskových zvyškov sa vyrovnajú 10 t maštalného hnoja.
- zlepšovanie **štruktúrneho** stavu pôdy intenzívnym prekorením,
- **biodegradácii** rezíduí rezistentných pesticídov,
- **fytosanitárnom** účinku. Bôbovité znižujú výskyt chorôb a škodcov v pôde (víjačka kukuričná, háďatko repné).

Pestovanie VRK má popri pozitívnom vplyve aj nasledovné **negatívne** účinky:

- vysoká metabolická aktivita koreňov,
- vysoká **potreba vápnika** na tvorbu úrody, pretože hrčkotvorné baktérie sú citlivé na kyslú pôdnu reakciu,
- zostatková organická hmota (korene, strnisko) môže **inhibovať** vzchádzanie ozimín,
- pri nevhodnom termíne a spôsobe zaorania môže dôjsť k stratám a **vyplavovaniu dusíka**,
- **vysušovanie** pôdy v prípade pestovania lucerny siatej.

Porasty VRK sa zakladajú na 2 až 4 roky a počas vegetácie sa využívajú viackrát kosením. Prosperita týchto porastov je daná výberom vhodných vyšľachtených vysokovýkonných odrôd tráv a d'atelinovín (Ilavská et al, 2016). Schopnosť bôbovitych viazať vzdušný dusík umožňuje VRK dosahovať vysokú produkciu kvalitného krmiva bez aplikácie dusíkatých hnojív počas pestovania. Dusíkaté hnojivá sa používajú len pri zakladaní porastov, pretože hrčkotvorné baktérie, ktoré žijú v symbióze s bôbovitými, potrebujú pre inicializáciu svojej aktivity dostatok dusíka v pôde. Ďalej sa pri ich pestovaní používajú fosforečné, draselné a vápenaté hnojivá. Výška hnojenia sa odvíja od zásoby týchto živín v pôde na konkrétnej lokalite. Výmera pestovaných VRK na ornej pôde úzko súvisí s počtom hospodárskych zvierat, pre ktoré sa chovajú. Za posledných 25 rokov počet kusov hovädzieho dobytku na Slovensku poklesol o viac ako 70 % a zberové plochy VRK na ornej pôde sa z úrovne 200 tisíc v roku 1989 znížili na súčasných 140 - 150 tisíc hektárov (Kováč a Jakubová, 2013).

Trvalé trávne porasty sú zložité spoločenstvá jednoklíčnolistových a dvojklíčnolistových rastlín. Popri dominantných druhoch z čeľade lipnicovitých (*Poaceae*) sa v trávnych formáciách uplatňujú šachorovité (*Cyperaceae*) a sitinovité (*Juncaceae*) druhy. Z dvojklíčnolistových sú najpočetnejšie zastúpené druhy z čeľadí astrovitých (*Asteraceae*), iskerníkovitých (*Ranunculaceae*), ružovitých (*Rosaceae*), bôbovitých (*Fabaceae*), borákovitých (*Boraginaceae*) a mrkvovitých (*Apiaceae*). Pôvodné trávne formácie sa v Európe vyskytujú v obmedzenom rozsahu, prevažne na extrémnych stanovištiach. Všetky ostatné trávne porasty sú výsledkom vplyvu človeka na krajinu a výsledkom poľnohospodárskeho využívania územia.

Trvalé trávne porasty podľa definície uvedenej v Nariadení Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 1307/2013 predstavujú pôdu využívanú na pestovanie tráv alebo iných rastlinných krmív (samovysiatych) alebo pestovaných (siatych), ktorá nebola zahrnutá do systému striedania plodín v podniku **päť alebo viac rokov**; môžu sem patriť aj iné druhy ako kry a/alebo stromy, ktoré sa môžu spásať, pod podmienkou, že trávy a iné rastlinné krmivá prevládajú, a tiež ak členské štáty rozhodnú, môže sem patriť pôda, ktorú možno spásať a ktorá je súčasťou zaužívaných miestnych postupov, pri ktorých trávy a iné rastlinné krmivo tradične na spásaných plochách neprevládajú.

Intenzívne trávne porasty sú určené na produkciu objemového krmiva pre hospodárske zvieratá. Využívajú sa niekoľkokrát ročne pasením alebo kosením. Pre dosahovanie vyššej úrody objemového krmiva sa na TP aplikujú dusíkaté, fosforečné a draselné hnojivá.

Botanické zloženie sa tiež podriaďuje produkčnému účelu a do porastov sa prisievajú kultúrne a vyšľachtené druhy tráv a bôbovítých. Napriek tomu, že pri intenzívnych trávnych porastoch je potlačená diverzita flóry i fauny, aj tieto porasty pri zachovaní platnej legislatívy poskytujú významné regulačné a produkčné ekosystémové služby.

V súčasnom období sa pozornosť venuje najmä **extenzívnym poloprírodným trávnyim porastom**. Vačkár et al. (2012) uvádzajú zistenia, že niektoré prírodné trávne biotopy môžu vytvárať vyššiu hodnotu ekosystémových služieb na jednotku plochy než produkčné lúky a pasienky (prevaha významu regulačných ekosystémových služieb nad službami zásobovacími). Zachovanie poloprírodných trávnych porastov s vysokou prírodnou a ekologickou hodnotou sa stalo súčasťou koncepcie ochrany druhovej diverzity na európskej a národnej úrovni a agroenvironmentálnych schém (Scimone et al., 2007). Obhospodarovanie biotopov trávnych porastov je definované v Programe rozvoja vidieka SR na roky 2014 - 2020. Extenzívne využívanie, ktoré podporuje zachovanie biodiverzity, sa častokrát nepriaznivo prejavuje na kvalite objemového krmiva (Kizeková et al., 2015, Hanzes et al., 2012). Táto skutočnosť potom spôsobuje, že pri nedostatku podpory zo strany štátu dochádza k opúšťaniu a následnej degradácii týchto trávnych porastov.

Degradácia, opúšťanie a zánik trvalých trávnych porastov je aktuálnym celoeurópskym fenoménom. V súčasnosti sa preto diskutuje o ich uplatnení ako perspektívneho producenta fytohmoty pre energetické účely v procese výroby energie v bioplynových staniciach, ale tiež ako materiálu pre výrobu peliet a brikiet (Daniel a Pollák, 2014, Kanianska et al., 2011).

9.3.2 Manažérstvo lesných ekosystémov

Les je najvyššie organizovanou a najzložitejšou fytoocenózou. Jeho najvýznamnejším znakom sú stromy, ktoré ho odlišujú od nelesných cenóz. Les vznikol behom dlhého obdobia, neodráža teda pôdne a klimatické podmienky (prostredia) jedného roka alebo určitého okamihu, ale ich pôsobenie za celú dlhú dobu. Lesný ekosystém je aj výslednicou historického vývoja. Dôležitým činiteľom pri jeho tvorení bol tiež postup šírenia drevín, závislý od klimatických dejín zeme a faktorov migračných a osídľovacích (Vološčuk, 2011). Lesné hospodárstvo predstavuje jedno z dôležitých odvetví ovplyvňujúcich ekonomický, sociálny a environmentálny aspekt udržateľného rozvoja spoločnosti.

Charakteristickým znakom lesov na Slovensku je veľká pestrosť prírodných podmienok a stanovíšť, na ktorých rastú (Kamenský a Štefančík, 2011). Preto je nevyhnutné uplatňovať **diferencovaný prístup** k štruktúre lesných porastov, spôsobu pestovania a uplatňovaniu metód používaných pri pestovaní lesa. **Poslaním hospodárskej úpravy lesov** je zisťovanie stavu lesa, sledovanie a hodnotenie vývoja lesov a plánovanie hospodárenia v nich tak, aby bolo zabezpečené plnenie všetkých ich funkcií pri zachovaní súladu verejnospoločenských záujmov a záujmov vlastníkov lesa (Čaboun et al., 2008). Medzi najdôležitejšie činnosti v lesnom hospodárstve patrí pestovanie lesa. Pestovanie lesa je súborom dômyselne skĺbenej činnosti lesného hospodárstva so zámerom dať lesným porastom taký stav, pri ktorom sa

trvalo a podľa možnosti v optimálnej miere využívajú produkčné schopnosti drevín, vlastnosti a účinky lesa v prospech spoločnosti, pri primeranej živej práci a finančných nákladoch.

Pestovanie lesa zahŕňa niekoľko činností, ktoré možno rozčleniť na:

- činnosti pri **zakladaní lesa** (semenárstvo, škôlkárstvo, zalesňovanie, šľachtenie lesných drevín),
- činnosti pri **usmerňovaní rastu a vývoja lesa** (výchova lesa, obnova lesa, zlepšovanie účinku lesa).

Štefančík et al. (2007) uvádzajú, že manažérstvo lesných porastov zahŕňa celý rad technologických opatrení, z ktorých je potrebné vytvoriť systém na seba naväzujúcich činností vytvárajúcich jeden biotechnický celok, rešpektujúci ekologické požiadavky jednotlivých zložiek biocenózy, najmä drevín, ich vzájomné vzťahy a zákonitosti prirodzeného vývoja, ale aj požiadavky spoločnosti na plnenie požadovaných funkcií. Pre správny manažment lesného porastu je nevyhnutné poznať:

- stanovištné pomery a drevinovú skladbu porastu vrátane jeho ohrozenosti škodlivými činiteľmi,
- ekologické požiadavky drevín, ktorými je porast tvorený, a ich vzájomné vzťahy, prirodzené rastové tendencie a schopnosti, disponovanosť na poškodenie škodlivými činiteľmi, schopnosť plniť požadované funkcie a pod.,
- požiadavky na funkčnosť porastov, ktoré sa v súčasnosti vyjadrujú najmä kategóriou, resp. subkategóriou lesa a súčasným alebo očakávaným tvarom lesa.

Pri plánovaní manažérskych opatrení sa odporúča nasledovný postup (Pavlík et al. 2010):

- definovanie manažérskych cieľov. Dôraz sa kladie na jasné formulovanie cieľov. Manažérskym cieľom môže byť napríklad zachovanie prítomnosti určitých druhov organizmov alebo zabezpečenia plnenia určitých funkcií.
- identifikovanie hlavných ohrození. Ohrozenia môžu mať interný charakter (vznikajú pri vlastnej lesohospodárskej činnosti) alebo externý charakter (z vonkajšieho prostredia, na ktoré nemá lesný hospodár priamy dosah – napr. nelegálna ťažba).
- zmiernenie ohrození. Ohrozenia vznikajúce pri vlastnej lesohospodárskej činnosti je možné zmierniť rôznymi opatreniami: uplatnením jemnejších spôsobov hospodárenia, zmenou technológie ťažby a približovania, zmenou času vykonania opatrenia. Na externé ohrozenia nemá obhospodarovateľ síce priamy dosah, ale môže vykonať niektoré opatrenia na ich zmiernenie (napr. preventívne opatrenia proti nelegálnej ťažbe, komunikácia a upozornenie investorov pri plánovaní líniových stavieb).
- stanovenie manažérskych opatrení. Pri stanovovaní manažérskych opatrení sa uplatňuje princíp preventívnej opatrnosti. Ak existuje predpoklad alebo informácia, ktorá indikuje, že plánované manažérske opatrenie by mohlo poškodiť alebo zničiť environmentálnu alebo sociálnu hodnotu územia aj napriek uplatneniu zmierňujúcich opatrení, nemožno dané opatrenie vykonať. Veľký význam pre stanovenie správnych manažérskych opatrení majú konzultácie so záujmovými skupinami a expertmi.

Lesné hospodárstvo SR prešlo za posledné roky výraznými zmenami. Vonkajšie a vnútorné podmienky ovplyvňujúce stav lesov a rozvoj lesného hospodárstva sú základnými limitujúcimi faktormi ďalšieho manažérstva a politiky SR v oblasti lesníctva (Toma, 2007). Rozhodujúcim dokumentom ovplyvňujúcim lesnícku politiku členských štátov EÚ je Akčný plán Európskej únie v oblasti lesného hospodárstva. Na úrovni SR je platný Akčný plán Národného lesníckeho programu Slovenskej republiky na obdobie rokov 2015-2020, zákon č. 326/2005 Z. z. o lesoch a zákon č. 182/2014, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 326/2005 Z. z.

9.4 MANAŽÉRSTVO VODNÝCH EKOSYSTÉMOV

Voda je kľúčový prírodný zdroj, na ktorom sú závislé všetky ekosystémy i sociálna a hospodárska prosperita ľudstva. Manažérstvo vodných zdrojov si preto vyžaduje náležitú pozornosť na globálnej, národnej a lokálnej úrovni (Connor et al., 2012). Integrované manažérstvo vodných zdrojov (IMVZ) je definované ako proces, ktorý pomáha koordinovať rozvoj a riadenie vodných zdrojov, krajiny a iných prírodných zdrojov za účelom maximalizovať výsledný ekonomický a sociálny prospech v spravodlivej miere, a bez ústupkov podporuje živé ekosystémy. To znamená, že všetky spôsoby využívania vodných zdrojov sa posudzujú spoločne. IMVZ je v rozpore so sektorovým prístupom k manažérstvu vodných zdrojov. Nedostatočné prierezové väzby vedú k rozvoju nekoordinovaného riadenia, konfliktom medzi rôznymi záujmovými skupinami a plytvaniu vodnými zdrojmi.

Legislatívny rámec pre komplexnú ochranu vôd a na vode závislých vodných a suchozemských ekosystémov tvorí smernica č. 2000/60/ES Európskeho Parlamentu a Rady, ktorou sa ustanovuje rámec pôsobnosti pre opatrenia spoločenstva v oblasti vodného hospodárstva (rámcová smernica o vode - RSV). **Cieľom** smernice je okrem iného dosiahnuť **dobrý stav/potenciál vôd, zabrániť zhoršovaniu stavu vodných útvarov** a dosiahnuť súlad s legislatívnymi normami.

Rámcové úlohy na ochranu vôd a na vode závislých ekosystémov, ako aj na ich udržateľné a hospodárne využívanie určuje **vodný plán Slovenska**. Prvá verzia tohto dokumentu bola vypracovaná v roku 2009 (MŽP SR, 2009). Vodný plán zahŕňa plán manažmentu národnej časti správneho územia povodia Dunaja vrátane čiastkových povodí riek Morava, Váh, Hron, Ipel', Slaná, Bodva, Hornád, Bodrog a plán manažmentu správneho územia povodia Visly vymedzeného čiastkovým povodím riek Dunajec a Poprad. Hlavným cieľom vodného plánu je na základe prehodnotenia a aktualizácie prvého plánu manažmentu povodí aktualizovať program opatrení zameraný na dosiahnutie environmentálnych cieľov Rámcovej smernice o vodách. Plány manažmentu povodí sa prehodnocujú a aktualizujú každých **šest' rokov** a sú podkladom na vypracovanie medzinárodných plánov povodí. V roku 2016 NR SR schválila aktualizáciu vodného plánu Slovenska z roku 2009 (MŽP, 2015).

Hlavným environmentálnym cieľom vodného plánu je dosiahnutie dobrého stavu vody. Vo vodnom pláne sú identifikované významné vodohospodárske problémy, ku ktorým v oblasti **povrchových vôd** patrí:

- organické znečistenie,
- znečistenie živinami,
- znečistenie prioritnými látkami a chemickými látkami relevantnými pre SR,
- hydromorfologické zmeny.

Významné vodohospodárske problémy v oblasti **podzemných vôd** sú:

- zmena kvality podzemných vôd,
- zmena kvantity podzemných vôd.

Okrem uvedených aktuálnych významných vodohospodárskych problémov sa začínajú plánovacie dokumenty vodného hospodárstva zaoberať adaptáciou na klimatickú zmenu (Szolgay a Lapin, 2007). Klimatická zmena vnáša do tohto procesu manažmentu povodí mnoho doteraz nevídaných a závažných výziev. Vzhľadom na komplexnosť problematiky **adaptačných opatrení** v integrovanom manažmente vôd nie je v súčasnosti možné navrhovať všeobecne použiteľné postupy, ale treba mať k dispozícii množstvo metodík, ktorých kombinácia môže v každom konkrétnom prípade vystihnúť riešený problém. Komplexnosť úloh si vyžaduje riešenia, ktoré majú interdisciplinárny charakter. V súčasnosti sa odporúča adaptačný postup preferujúci rozhodnutia, ktoré znižujú hrozbu negatívnych dôsledkov klimatickej zmeny, a zároveň zohľadňujú preferencie integrovaného hospodárenia s vodou.

Ku základným opatreniam na zmiernenie možných negatívnych dôsledkov na vodné hospodárstvo dotýkajúcich sa viacerých oblastí podľa Szolgaya et al. (1997) patria:

- priame opatrenia na riadenie spotreby vody,
- inštitucionálna zmena pre lepšie hospodárenie s vodou a nepriame nástroje ovplyvňujúce správanie spotrebiteľov,
- koordinácia koncepcnej a plánovacej činnosti v oblasti využívania krajiny a vodných zdrojov,
- zlepšenie prevádzky existujúcich vodohospodárskych sústav.



KĽÚČOVÉ SLOVÁ

Manažérstvo ekosystémových služieb, agroekosystém, orné pôdy, trávne porasty, lesný ekosystém, vodný ekosystém, legislatíva

OTÁZKY NA OVERENIE ZNALOSTÍ

- Ktoré sú hlavné strategické dokumenty manažerstva ekosystémových služieb?
- Ktoré legislatívne normy krížového plnenia v oblasti životného prostredia sú platné v EÚ a v SR?
- Ktoré opatrenia sú vhodné na elimináciu environmentálnych problémov spojených s poľnohospodárskou výrobou?
- Ktoré hlavné charakteristiky trávnych porastov ovplyvňujú ich schopnosť poskytovať ekosystémové služby? Aké sú rozdiely medzi VRK a TTP, ich pozitívne aj negatívne vlastnosti?
- Čo je poslaním hospodárskej úpravy lesov?
- Aký je postup pri plánovaní manažérskych opatrení lesa?
- Ako je definovaný integrovaný manažment vodných zdrojov? Ktorá smernica tvorí legislatívny rámec pre komplexnú ochranu vôd?

ÚLOHY NA OVERENIE ZNALOSTÍ

- Vo vybranom okrese si vyberte ľubovoľný ekosystém a skúste navrhnúť manažérske opatrenia vhodné na zachovanie a podporu ekosystémových služieb.

LITERATÚRA

- Babulicová, M. 2015. Vplyv rôzneho podielu obilnín v osevných postupoch na produkčnú schopnosť pšenice letnej formy ozimnej. In. *Pestovateľské technológie a ich význam pre prax: Zborník príspevkov zo 6. medzinárodnej vedeckej konferencie*. Piešťany: NPPC-VÚRV Piešťany, s. 29-34. ISBN 978-80-89417-66-7.
- Blair, J., Nippert, J, Briggs., J. 2014. Grassland ecology. In. Russell, K.M. (eds.) *Ecology and the Environment*, New York: Springer, p. 389-424. ISBN 978-1-4514-7500-2.
- Bouwman, L., Goldewijk, K.K., Van der Hoekc, K., Beusena, A.H.W., Van Vuuren , D.P., Willems, J., Rufino, M.C., Stehfest, E. 2011. *Exploring global changes in nitrogen and phosphorus cycles in agriculture induced by livestock production over the 1900-2050 period*. Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 110:20882-20887. doi:10.1073/pnas.1012878108.
- Bušo, R. 2010. Minimalizačné technológie sú rozhodne ekonomickou alternatívou konvenčnou. *Agromagazín*, 22-25.
- Connor et al., 2012. Water management, institutions and capacity development. In WWAP (World Water Assessment Programme). *The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk* (Vol. 1), p. 133 – 171. e-book ISBN 978-92-3-001045-4

- Čaboun, V. et al. 2008. *Lesy a lesníctvo na Slovensku*. Zvolen: Národné lesnícke centrum Zvolen, 90 p. ISBN 978-80-8093-063-9.
- Christensen, N.L. et al. 1996. The Report of the Ecological Society of America Committee on the Scientific Basis for ecosystem Management. *Ecological Applications*, 6: 665-691.
- Daniel, J., Pollák, Š. 2014. *Využitie biomasy z trávnych porastov a vrby na energetické účely*. Nitra: NPPC, 68 s. ISBN 978-80-89417-60-5.
- European Commission. 2010. *Europe 2020. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth*. COM (2010) Brussels.
- European Commission. 2011a. *Our life insurance, our capital: an EU biodiversity strategy to 2020*. COM(2011) 244, Brussels.
- European Commission. 2011b. *Regional policy contributing to sustainable growth in Europe 2020*. COM (2011) 92. Brussels.
- European Commission. 2013. *Green Infrastructure (GI) – Enhancing Europe's Natural Capital*. COM (2013) 249. Brussels.
- Európska únia. 2013. Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 1306/2013 zo 17. decembra 2013, ktorým sa ustanovujú pravidlá priamych platieb pre poľnohospodárov na základe režimov podpory v rámci spoločnej poľnohospodárskej politiky a ktorým sa zrušuje nariadenie Rady (ES) č. 637/2008 a nariadenie Rady (ES) č. 73/2009
- Frame, J. 2005. *Forage legumes for temperate grasslands*. 1. vyd. Rome: FAO, 309 p. ISBN 92-5-105043-0.
- Grumbine, R. E. 1994. What is ecosystem management? *Conservation Biology*, 8: 27-38.
- Hanzes, L., Martincová, J., Britaňák, N., Michalec, M., Ilavská, I. 2012. *Racionálne obhospodarovanie trávnych porastov v environmentálnom a ekologickom poľnohospodárstve*. Piešťany: CVRV, 38 s. ISBN 978-80-89417-47-6.
- Národné lesnícke centrum. 2015. *Akčný plán Národného lesníckeho programu Slovenskej republiky na obdobie rokov 2015-2020*, 49 s.
- Gliessman, R. 2004. Agroecology and Agroecosystems. In *Agroecosystems Analysis*. Madison: American Society of Agronomy, p. 19-30.
- Golladay, S.W., Martin, K.L., Vose, J.M., wear, D. N., Covich, A. P., Hobbs, R.J., Klepzig, K.D., Likens, G.E., Najman, J., Shearer, A.W. 2016. Achievable future conditions as a framework for guiding forest conservation and management. *Forest Ecology and Management*, 360: 80-96.
- Halmo, S., Szlováková, T., Šimanský, V., Chlpík, J., Polláková, N. 2015. Porovnanie miery zhutnenia hnedozeme obrábanej bezorbovou a konvenčnou technológiou. In *Pestovateľské technológie a ich význam pre prax : Zborník príspevkov zo 6. medzinárodnej vedeckej konferencie*. Piešťany : NPPC-VÚRV Piešťany, 45-48. ISBN 978-80-89417-66-7.
- Hobbs, R.J. et al. 2014. Managing the whole landscape: historical hybrid, and novel ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12: 557-564.
- Holford, I.C.R. 1997. Soil phosphorus. Its measurement, and its uptake by plants. *Australian Journal of Soil Research*, 35: 227-239.
- Izakovičová, Z., Kozová, M. 2008. Integrovaný manažment krajiny nástroj podporujúci udržateľný rozvoj územia. *Enviromagazín*, 3: 8-11.
- Ilavská, I., Hanzes, L., Britaňák, N., Jančová, M. 2015. *Pestovanie a využitie trávnych a d'atelinotrávnych porastov na ornej pôde podhorských a horských oblastí*. Nitra: NPPC, 72 p. ISBN 978-80-89800-08-7.

- Jančovič, J., Ďurková, E., Vozár, L. 2005. *Krmoviny I. (Pestovanie poľných krmovín)*. Nitra: ÚVTIP, 100 p. ISBN 80-89088-40-6.
- Jensen, E. S., Bedoussac, L., Carlsson, G., Journet, E. P., Justes, E., Hauggaard-Nielsen, H. 2015. Enhancing yields in organic crop production by eco-functional intensification. *Sustainable Agriculture Research*, 4: 42-50.
- Kamenský, M., Štefančík, I. 2011. *Zásady diferencovaného pestovania lesa v rozdielnych ekologických podmienkach*. Zvolen: Národné lesnícke centrum Zvolen, 161 p. ISBN 978-80-8093-138-4.
- Kanianska, R., Guštafiková, T., Kizeková, M., Kovanda, J. 2011. Use of material flow accounting for assessment of energy savings: A case of biomass in Slovakia and the Czech Republic. *Energy Policy*, 39: 2824-2832.
- Kizeková, M., Dugátová, Z., Čunderlík, J., Jančová, L., Kanianska, R., Makovníková, J. 2015. Výskum ekosystémových služieb trvalých trávnych porastov. In Klikušová, Z., Sviček, M. (eds) *Environmentálne indexy, oblasti ekologického záujmu a ekosystémové služby v krajine*. Bratislava: NPPC, s. 15-18. ISBN 978-80-8163-009-5
- Kotulič, R., Adamišin, P. 2009. Analýza vývoja spoločnej poľnohospodárskej politiky Európskej únie. In *Prosperita poľnohospodárskej výroby pre zabezpečenie trvaloudržateľného rozvoja regiónov: zborník vedeckých prác z riešenia projektu VEGA č. 1/0403/09*. Prešov: Prešovská univerzita v Prešove, s. 90-98. ISBN 978-80-555-0103-1.
- Kováč, L., Jakubová, J. 2013. Náklady pestovateľského procesu viacročných krmovín. *Agroporadenstvo* [on-line], [cit. 2016-04-20] <http://www.agroporadenstvo.sk/rastlinna-vyroba-krmoviny?article=180>
- Kováč, K., Kucharovic, A., Žák, Š., Hašana, R., Bušo, R. 2014. *Bilancia energo-materiálových tokov v poľnom ekologicky citlivom agroekosystéme*. Piešťany: NPPC-VÚRV, 146 s. ISBN 978-80-89417-53-7.
- Líška, E et al.. 2008. *Všeobecná rastlinná výroba*. Nitra: SPU Nitra, 452 s. ISBN 978-80-552-0016-3
- Maes, J. et al. 2013. Mainstreaming ecosystem services into EU policy. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5: 128-134.
- Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR. 2013. *Program rozvoja vidieka SR na obdobie 2014 – 2020*. Bratislava: MPRV, 691 s.
- Ministerstvo životného prostredia SR. 2009. *Vodný plán Slovenska*. Bratislava: MŽP SR, SAŽP, 140 s. ISBN 978-80-89503-16-2.
- Ministerstvo životného prostredia SR. 2015. *Vodný plán Slovenska. Plán manažmentu správneho územia povodia Dunaja*. Aktualizácia. Bratislava: MŽP SR, 496 s.
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 1307/2013, ktorým sa ustanovujú pravidlá priamych platieb pre poľnohospodárov na základe režimov podpory v rámci spoločnej poľnohospodárskej politiky a ktorým sa zrušuje nariadenie Rady (ES) č. 637/2008 a nariadenie Rady (ES) č. 73/2009.
- Nariadenie vlády č. 617/2004 Z. z., ktorým sa ustanovujú citlivé oblasti a zraniteľné oblasti.
- Quinn, M.S. 2002. *Ecosystem-based management. Tools for environmental management*. Gabriola Island: New Society Publishers, pp. 370-382.

- Pert, P.L., Boelee, E., Jarvis, D.I., Coates, D., Bindraban, P., Barron, J., Tharme, R.E., Herrero, M. 2013. Challenges to Agroecosystem Management. In: Boelee, E. eds. *Managing Water and Agroecosystems for Food Security*. CAB International. ISBN 978- 1-78064-088-4.
- Pavlík et al. 2010. *Lesy s veľkým spoločenským významom. Príručka pre identifikáciu, obhospodarovanie a monitoring*. Liptovský Hrádok: A-projekt, n.o. Liptovský Hrádok, 32 s. ISBN 978-80-89293-04-9.
- Pospíšil, R., Líška, E., Kováč, K. 1999. *Osevné postupy*. Nitra: ÚVTIP-NOI Nitra, 79 s. ISBN 80-85330-61-X.
- Power, A. G. 2010. Ecosystem services and agriculture tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 365: 2959-2971.
- Scimone, M., Rook, A.j., Garel, J.P., Sahin, N. 2007. Effects of livestock breed and grazing intensity on grazing systems: 3. Effects on diversity of vegetation. *Grass and Forage Science*, 62: 172 – 184.
- Smernica Európskeho parlamentu a Rady č. 2009/147/ES o ochrane voľne žijúceho vtáctva.
- Smernica Európskeho parlamentu a Rady č. 2006/118 /ES o ochrane podzemných vôd pred znečistením a zhoršením kvality.
- Smernica Európskeho parlamentu a Rady č. 92/43/EHS o ochrane biotopov, voľne žijúcich živočíchov a voľne rastúcich rastlín.
- Smernica Rady č. 91/676/EHS o ochrane vôd pred znečistením dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov.
- Smernica Rady č. 91/414/EHS o uvádzaní prípravkov na ochranu rastlín na trh.
- Szolgay, J., Hlavčová, K., Parajka, J., Čunderlík, J. 1997. Vplyv klimatickej zmeny na odtokový režim na Slovensku. In *Klimatické zmeny – hydrológia a vodné hospodárstvo SR*. Zväzok č. 6 Národného klimatického programu. Bratislava: MŽP SR a SHMÚ, s. 11 – 110.
- Szolgay, J., Lapin, M. 2007. Integrovaný manažment povodí a ochrana klimatického systému. *Životné prostredie*, 41: 188 – 193.
- Štefančík, I., Kamenský, M., Bruchánik, R. 2007. *Výchova a obnova lesných porastov v rozdielnych ekologických podmienkach*. Zvolen: Národné lesnícke centrum Zvolen, 140 s. ISBN 978-80-8093-027-1.
- Thomas, G.A. , Titmarsh, G.W., Freebairn, D.M., Radford, B.J. 2007. No-tillage and conservation farming practices in grain growing areas of Queensland – a review of 40 years of development. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47: 887–898.
- Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R. Polasky, S. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418: 671-677.
- Toma, P. 2007. Lesné hospodárstvo a trvalo udržateľný rozvoj. *Enviromagazín*, 12: 15-17.
- Tóthová et al. 2011. *Zelená ochrana rastlín, e-learning v ekologickom poľnohospodárstve*. Nitra: SPU v Nitre, 137 s. ISBN 978-80-552-0725-4.
- UN. 1992. *Agenda 21. Conference on Environment and Development*. New York: UN, 300 p.
- UNEP. 2009. *The role of Ecosystem management in Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction*.
- UNEP/CBD/COP/DEC/X/2. 2010. *The Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 and the Aichi Biodiversity Targets*.
- Uznesenie vlády č. 978/2001. Národná stratégia trvalo udržateľného rozvoja.

- Vačkář, D., Melichar, J., Lorencová, E., Hönišová, I. 2012. Hodnocení ekosystémových služeb na příkladu travinných biotopů v ČR. *Ochrana přírody*, 67: 19-21.
- Vach, M., Javůrek, M. 2011. *Efektivní technologie obdělávání půdy a zakládání porostů polních plodin*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 25 p. ISBN 978-80-7427-079-6.
- Vološčuk, I. 2003. *Ochrana přírody a krajiny*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 235 s. ISBN 80-228-1255-2.
- Vološčuk, I. 2011. Ekológia lesného ekosystému. In. Vološčuk, I., Tomaškin, J., Bačkor, P. *Ekológia suchozemského prostredia*. Banská Bystrica: FPV UMB, s. 12-170. ISBN 978-80-557-0253-7.
- Vyhláška MŽP SR č. 24/2003, ktorá je vykonávacou vyhláškou k zákonu č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny.
- Zákon č. 394/2015 Z.z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 136/200 o hnojivách.
- Zákon č. 409/2014 Z.z. o vodách, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 364/2004 Z.z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov.
- Zákon č. 182/2014 Z.z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 326/2005 Z. z. o lesoch.
- Zákon č. 506/2013 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny.
- Zákon č. 203/2009 Z.z., ktorým sa dopĺňa zákon č. 188/2003 Z.z. o aplikácii čistiarenskeho kalu a dnových sedimentov do pôdy.
- Zákon č. 45/2009 Z.z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 193/2005 Z. z. o rastlinolekárskej starostlivosti v znení zákona č. 295/2007 Z. z. a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- Zákon č. 326/2005 Z. z. o lesoch.
- Zákon č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny.
- Zákon č. 17/1992 Z. z. o životnom prostredí.

ZOZNAM TABULIEK

- Tabuľka 2.1 Čistá primárna produkcia a množstvo biomasy (suchej hmoty) v rôznych biónoch sveta ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{r}^{-1}$, $\text{Pg}\cdot\text{r}^{-1}$) (Huston, Wolverton, 2009)
- Tabuľka 2.2 Rozdelenie vody podľa zdrojov (km^3 , %) (Shiklomanov, 1993)
- Tabuľka 2.3 Klasifikácia zásobovacích ekosystémových služieb (Bastian, Grunewald, 2015)
- Tabuľka 2.4 Klasifikácia regulačných ekosystémových služieb (Bastian, Grunewald, 2015)
- Tabuľka 2.5 Klasifikácia sociokultúrnych ekosystémových služieb (Bastian, Grunewald, 2015)
- Tabuľka 2.6 Súhrn ekosystémových služieb a ich vzťah ku konkrétnemu ekosystémovému procesu, úloha rastlinných spoločenstiev v tomto procese a merateľné vlastnosti (indikátory), vzťahujúce sa k rastlinným spoločenstvám, ktoré tieto procesy ovplyvňujú (Prokopová, 2010)
- Tabuľka 3.1 Počty popísaných a odhadovaných hlavných skupín organizmov na Zemi (Badridze et al., 2004)
- Tabuľka 3.2 Katalogizované a odhadované celkové počty druhov na zemi a v oceáne (Mora et al., 2011)
- Tabuľka 3.3 Druhovú bohatosť vybraných ekosystémov strednej Európy (Badridze et al., 2004)
- Tabuľka 3.4 Horúce miesta biodiverzity s počtom jednotlivých druhov organizmov (Myers et al., 2000)
- Tabuľka 3.5 Prehľad ohrozenosti jednotlivých taxónov rastlín (Lieskovská, Némethová et al., 2015)
- Tabuľka 4.1 Funkcie pôdy a ich priamy alebo nepriamy podiel na plnení ekosystémových služieb (Tóth et al., 2013)
- Tabuľka 5.1 Rozdelenie zásobovacích ekosystémových služieb (Haines-Young, Potschin, 2011)
- Tabuľka 5.2 Hlavné kategórie vstupných surovín využívaných na energetické účely (Cenek et al., 2001, Demirbas, 2008)
- Tabuľka 5.3 Rozsah zmien zásobovacích ekosystémových služieb ovplyvnených suchom (Morris et al., 2010)
- Tabuľka 6.1 Kategórie regulačných ekosystémových služieb (MA, 2005; Harison et al., 2014)
- Tabuľka 6.2 Odhad rozloženia svetových zásob vody (Schneider, 1996; Kravčík et al., 2008)
- Tabuľka 6.3 Biogeochemické a biofyzikálne efekty regulujúce klímu (MA, 2005)
- Tabuľka 7.1 Rozdelenie kultúrnych ekosystémových služieb podľa medzinárodných klasifikácií (Maes et al., 2013)
- Tabuľka 7.2 Zastúpenie svetového dedičstva UNESCO podľa regiónov (World Heritage List Statistics, 2016)
- Tabuľka 7.3 Účinnosť hodnotených riešení kultúrnych ekosystémových služieb podľa MA (Reid et al., 2005)
- Tabuľka 9.1 Základné vlastnosti manažérstva ekosystémov (Quinn, 2002)
- Tabuľka 9.2 Legislatívne normy krížového plnenia v oblasti životného prostredia platné v EÚ a SR

ZOZNAM OBRÁZKOV

- Obrázok 1.1 Agroekosystém lemovaný lesným ekosystémom, Tajov (Kanianska, 2015)
- Obrázok 2.1 Kaskádový model vyjadrujúci vzťah medzi ekosystémami a ľudským blahobytom (Haines-Young, Potschin, 2009; Maltby, 2009)
- Obrázok 2.2 Hierarchické usporiadanie ekosystémových vlastností, faktorov, procesov, funkcií a služieb
- Obrázok 2.3 Kolobeh uhlíka (množstvá uhlíka sú uvedené v 10^9 t, resp. pri prenosoch v 10^9 t.rok⁻¹) (Šimek, 2003)
- Obrázok 2.4 Kolobeh dusíka (Šimek, 2003)
- Obrázok 2.5 Kolobeh síry (Šimek, 2003)
- Obrázok 2.6 Kolobeh fosforu (Šimek, 2003)
- Obrázok 3.1 Globálna biodiverzita: Zóny diverzity (DZ) cievnatých rastlín (počet druhov na 10 000 km²) (Barthlott et al., 2005)
- Obrázok 3.2 Horúce miesta biodiverzity (Myers et al., 2000)
- Obrázok 3.3 Globálny index živej planéty (WWF, 2014).
- Obrázok 3.4 Druhovú biodiverzitu cievnatých rastlín (Billeter et al., 2008)
- Obrázok 3.5 Druhovú biodiverzitu vtákov (Billeter et al., 2008)
- Obrázok 3.6 Stav biotopov a druhov európskeho významu (%) (Černecký et al., 2014)
- Obrázok 3.7 Stav druhov európskeho významu podľa jednotlivých skupín (%) (Černecký et al., 2014)
- Obrázok 3.8 Biologická diverzita ako základný pilier fungovania a užitočnosti ekosystému (Merganičová et al., 2009 – upravené podľa MEA, 2005)
- Obrázok 4.1 Mapa aktuálneho stavu objemovej hmotnosti orných pôd Slovenska v hĺbke 0-10 cm k roku 2007 (v g.cm⁻³) (Kobza et al., 2014)
- Obrázok 4.2 Mapa kontaminácie pôd Slovenska (Makovníková et al., 2007)
- Obrázok 4.3 Hodnoty indikátora acidifikácie (pH v H₂O) v hlavných skupinách pôd Slovenska v rokoch 1993, 1997, 2002 a 2007 v hĺbke 0-10 cm
- Obrázok 4.4 Zásoby pôdnej organickej hmoty v pôdach Slovenska k roku 2007 (Širáň et al., 2013)
- Obrázok 5.1 Podiel jednotlivých druhov palív na dodávke energie vo svete (IEA, 2015)
- Obrázok 5.2 Celkový svetový inštalovaný výkon fotovoltaických panelov (Solar Power Europe, 2016)
- Obrázok 5.3 Inštalovaný výkon vodných elektrární (World Energy Council, 2016)
- Obrázok 5.4 Testovanie genetických zdrojov tráv (Reizer, 2007)
- Obrázok 5.5 Testovanie genetických zdrojov d'atelinovín (Reizer, 2007)
- Obrázok 5.6 Priame hnacie sily, ktoré ovplyvňujú ekosystémové zmeny (MA, 2005)
- Obrázok 5.7 Nepriame hnacie sily, ktoré ovplyvňujú ekosystémové zmeny (MA, 2005)
- Obrázok 6.1 Potenciálne ohrozenie pôd vodnou eróziou na Slovensku (Styk, 2013)
- Obrázok 6.2 Potenciál pôd Slovenska imobilizovať anorganické polutanty v pôde (Makovníková et al., 2007)
- Obrázok 7.1 Nastavenie prírodného prostredia pre vzájomnú interakciu s ľudskými potrebami (Church et al., 2011)

Obrázok 7. 2 Piliere ekoturistiky (Page, Dowling, 2002)

Obrázok 8.1 Klasifikácia ekosystémových služieb (Pearce, Warford, 1993)

Obrázok 8.2 Celkový ekonomický úžitok vs. celkové ekonomické náklady (ICEM, 2003)

Obrázok 8.3 Finančná hodnota ekosystémových služieb (Costanza et al., 1997)

Obrázok 8.4 Rozdelenie metód hodnotenia ekosystémových služieb z hľadiska peňažnej a nepeňažnej povahy (Gómez-Baggethun et al., 2014)

Obrázok 9.1 Rámec pre manažment zachovania ekosystémov (Golladay et al., 2014)

Obrázok 9.2 Vplyv manažérstva poľnohospodárskeho podniku a krajiny na tok ekosystémových služieb a poškodenia ekosystému (Power, 2010)

Obrázok 9.3 Elementárny oševný postup (Pospíšil et al., 1999)

ZOZNAM VYBRANÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV

BPP	Brutto primary production (Hrubá primárna produkcia)
BR	Biosférická rezervácia
BVM	Biotop Valuation Method (Metóda hodnotenia biotopov)
CAP	Common Agriculture Policy (Spoločná poľnohospodárska politika)
CBD	Convention on Biological Diversity (Medzinárodný dohovor o biodiverzite)
CCM	Contingent Choice Method (Podmienená kontingenčná metóda)
CICES	Common International Classification of Ecosystem Services (Spoločná medzinárodná klasifikácia ekosystémových služieb)
CLC	Corine Land Cover (Corine krajinná pokrývka)
COM	Commission (Komisia)
CVM	Contingent Valuation Method (Kontingenčné oceňovanie)
DTP	Dočasný trávny porast
EC	European Commission (Európska komisia)
EEA	European Environmental Agency (Európska environmentálna agentúra)
EPIA	European Photovoltaic Industry Association (Európska asociácia pre fotovoltaický priemysel)
ES	Ekosystémová služba
EÚ	Európska únia
EVV	Energy-Water-Vegetation (Energia-Voda-Vegetácia)
EWEA	European Wind Energy Association (Európska asociácia pre veternú energiu)
EW-MFA	Economy-Wide Material Flow Analysis (Analýza materiálových tokov na makroekonomickej úrovni)
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organizácia spojených národov pre potravinárstvo a poľnohospodárstvo)
GMO	Geneticky modifikované organizmy
CHKO	Chránená krajinná oblasť
IIASA	International Institute for Applied Systems Analysis (Medzinárodný inštitút pre aplikovanú systémovú analýzu)
IEA	International Energy Agency (Medzinárodná energetická agentúra)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Medzivládny panel pre klimatickú zmenu)
ITC	International Trade Centre (Medzinárodné obchodné centrum)
IUCN	International Union for Conservation of Nature (Medzinárodná únia ochrany prírody)
IWMI	International Water Management Institute (Medzinárodný inštitút pre manažment vôd)
LAI	Leaf area index (Index listovej plochy)
LPI	Living Planet Index (Index živej planéty)
MA	Millenium ecosystem assessment (Miléniové hodnotenie ekosystémov)
MEA	Millenium Ecosystem Assessment (Miléniové hodnotenie ekosystémov)
MPRV SR	Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky
MŽP SR	Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky

NP	Národný park
NPP	Netto primary production (Čistá primárna produkcia)
NPCC	Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Organizácia pre hospodársku spoluprácu a rozvoj)
OP	Orná pôda
OSN	Organizácia spojených národov
OZE	Obnoviteľné zdroje energie
PAH	Polycyklické aromatické uhl'ovodíky
PCB	Polychlórované bifenyly
RSV	Rámcová smernica o vode
SAŽP	Slovenská agentúra životného prostredia
SHMÚ	Slovenský hydrometeorologický ústav
SMR	Statutory Management Requirements (Zákonné požiadavky hospodárenia)
SPP	Spoločná poľnohospodárska politika
ŠOP SR	Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky
TCM	Travel Cost Method (Metóda cestovných nákladov)
TEEB	The Economics of Ecosystems and Biodiversity (Ekonomika ekosystémov a biodiverzity)
TEV	Total economic value (Celková ekonomická hodnota)
TP	Trávny porast
TTP	Trvalé trávne porasty
UN	United Nations (Organizácia spojených národov)
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organizácia spojených národov pre vzdelávanie, vedu a kultúru)
UNEP	United Nations Environment Programme (Program OSN pre životné prostredie/prostredie)
VRK	Viacročné krmoviny
VÚPOP	Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy
VÚRV	Výskumný ústav rastlinnej výroby
VÚTPHP	Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva
WEC	World Energy Council (Svetová energetická rada)
WHO	World Health Organisation (Svetová zdravotnícka organizácia)
WRG	Water Resource Group (Skupina pre vodné zdroje)
WTC	Willingness to accept (Ochota prijímať)
WTO	World Tourism Organization (Svetová organizácia cestovného ruchu)
WTP	Willingness to play (Ochota platiť)
WWAP	World Water Assessment Programme (Svetový program na hodnotenie vody)
WWF	World Wildlife Fund (Svetový fond na ochranu prírody)
ZHP	Zákonné požiadavky hospodárenia

REGISTER

A

Agroekosystém 3, 6, 16, 23, 24, 27, 28, 52, 60, 76, 81, 104 – 106, 118, 122, 145, 149, 154, 158, 164, 217, 219, 229, 230, 232, 235

B

Biocenóza 3, 9, 10 – 16, 24, 25, 28, 34 – 36, 70, 227

Biodiverzita 4, 25, 26, 31, 33, 34, 52, 55, 56, 59, 65, 67 – 77, 79 – 90, 92 – 95, 105 – 110, 127, 134, 135, 141, 143, 146, 150, 153, 154, 158, 159, 173, 176, 178, 183, 191, 196, 200, 203, 205, 206, 210, 214, 215, 217, 219, 220, 223, 226, 235 – 238

Biologická regulácia 5, 142, 153, 154, 162

Biomasa 5, 9, 11, 12, 20, 25, 33, 34, 40 – 42, 45, 48, 53, 56 – 59, 74, 84, 89, 97, 101, 106 – 110, 120 – 122, 125, 126, 148, 155, 157, 204, 223, 231, 234

Biotop 3, 4, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 18, 19, 28, 29, 34, 36, 51, 52, 54, 55, 58, 59, 70, 71, 76 – 80, 85, 86, 88 – 91, 93, 95, 97, 107, 146, 148, 161, 178, 181, 183, 188, 203, 204, 211, 215, 218, 219, 221, 226, 233, 234, 236, 237

Blahobyt 8, 32, 33, 50, 51, 53, 61, 79, 80, 82, 127, 129, 188, 213, 214, 235

C

Cestovný ruch 6, 173, 177 – 184, 187, 238

Č

Čistenie ovzdušia 4, 5, 32, 54, 104, 141, 155, 158, 159

Čistenie pôdy 4, 141, 155, 158

Čistenie vody 4, 141, 158, 161, 162

D

Degradácia pôdy 4, 106, 110 – 113, 115, 116

Dohovor 9, 68, 69, 80, 86, 87, 95, 135, 175, 177, 178, 192, 217, 237

E

Ekologická stopa 8, 205, 206, 210, 219

Ekonomická hodnota 6, 172, 188, 190, 192, 193, 195, 196, 201, 202, 203, 209, 238

Ekonomické hodnotenie 6, 50, 171, 192, 196 – 198, 209

Ekosystém 3, 6, 8 – 12, 15 – 26, 28, 29, 31 – 39, 45, 50 – 52, 55, 56, 59 – 61, 70, 73 – 76, 80 – 82, 86, 89, 93, 95, 101, 107, 122, 127, 133, 135 – 137, 141 – 150, 152, 154, 155, 158 – 162, 166, 167, 169, 171, 178, 181 – 183, 185, 186, 190 – 192, 194 – 205, 209 – 211, 214 – 216, 219 – 221, 223 – 224, 228, 234, 236

Ekosystémová funkcia 3, 33, 34, 39, 50, 61, 88, 89

Ekosystémová vlastnosť 3, 31, 33 – 35, 38, 61

Ekosystémový proces 38, 52, 55, 56, 61, 82, 141

Ekoturistika 179, 180, 184, 185, 236

Energetická plodina 53, 125, 126

Energia 5, 9, 10 – 12, 16, 18, 25, 34, 39, 40 – 42, 44, 46, 47, 50, 53, 56, 58, 65, 67, 84, 88, 98, 99, 100 – 102, 104, 119, 120 – 122, 125 – 127, 130 – 134, 136, 137, 139, 140, 146, 148, 182, 202, 204, 205, 207, 210, 213, 219, 220, 226, 236, 237, 238,

Ex situ 69, 90, 91

F

Filtrácia polutantov 5, 154, 155, 158, 159

Funkcia pôdy 4, 107

G

Genetický zdroj 5, 52, 53, 68, 92, 121, 122, 127, 128

H

Hesenská metóda 203, 204

I

In situ 69, 90

Invázia 52, 85 – 87, 107, 134, 135, 141, 146, 159, 161, 183, 215

K

Klíma 13 – 16, 24, 26, 32, 37, 38, 42, 45, 47, 54, 71, 74, 80, 86, 88, 92, 98, 99, 108, 110, 112, 124, 126, 129, 134, 135, 145, 146 – 148, 150, 151, 153 – 155, 184, 191, 197, 204, 216, 219, 226, 229, 233, 237

Kontaminácia 106, 108, 110, 112 – 114, 116, 118, 155 – 157, 172, 220, 223, 236

Kontingenčné oceňovanie 196, 197, 198, 200, 201, 203, 237

Krajina 6, 9, 13, 16, 20, 22, 23, 25, 30,

43, 51, 54, 55, 59, 60, 61, 68, 69, 71, 74, 76, 79, 83, 85, 86, 88, 89, 91 – 93, 95, 96, 107, 110 – 112, 123 – 125, 127, 128, 131, 133 – 135, 142, 143, 145, 148 – 150, 160, 163, 167 – 175, 177 – 180, 182, 183, 185 – 189, 192, 200, 202 – 204, 206, 210 – 213, 215, 216, 219, 225, 228, 229, 231, 232, 234, 236

Krížové plnenie 217, 218

Kultúrna ekosystémová služba 4, 6, 55, 84, 167, 169, 170 – 173, 177 – 179, 181, 183, 184, 186, 192, 220, 234, 235

Kultúrne dedičstvo 6, 52, 55, 80, 92, 170, 173, 174, 175, 177, 178, 186, 187, 189

L

Lesný ekosystém 3, 6, 16, 23, 24, 26 – 28, 30, 84, 144, 145, 149, 158 – 162, 211, 215, 217, 219, 226, 230, 234

Liečivo 5, 83, 121, 122, 128, 136, 137, 171

M

Manažérstvo 6, 8, 96, 213 – 215, 217, 219, 220, 221, 223, 226, 227, 228, 230, 235, 236

Metóda cestovných nákladov 201

Metóda funkcie škody 201, 202

Metóda hedonického oceňovania 197, 200, 205

Metóda hodnotenia biotopov 203, 237

Metóda trhovej ceny 202

Miléniové hodnotenie ekosystémov 31, 76, 167, 169, 173, 186, 237

- N** – 124, 126, 133, 134, 136, 147, 149, 155, 166, 182, 204, 220, 234, 237, 238
- Nákladová metóda oceňovania 201
- Nepreferenčný prístup 196
- Neúžitková hodnota 193, 194, 195
- O**
- Oceňovanie 6, 8, 117, 141, 163, 185, 186, 190 – 192, 196, 197 – 198, 201, 202, 205, 209, 210, 237
- P**
- Plodina 25, 42, 52, 53, 69, 83, 123, 125, 126, 138, 219, 221, 222, 223, 224
- Podporná ekosystémová služba 52, 84
- Pôda 4, 5, 9, 14 – 17, 20 – 26, 32,, 34, 35, 37, 44, 48, 52, 54 – 56, 58, 59, 61, 76, 79, 80, 82, 84, 85, 94, 97 – 119, 123, 126, 135, 141, 143 – 164, 178, 182, 183, 190, 191, 202, 206, 215, 216, 218, 220 – 225, 230, 234, 235, 238, 240
- Potrava 5, 11, 19, 36, 44, 52, 53, 83, 84, 120, 121, 122, 136, 137, 154, 170, 186, 192, 219
- Preferenčný prístup 196, 197, 204
- Príroda 9, 27, 29 – 32, 34, 35, 53, 55, 65, 68, 71, 75, 79, 80, 83, 86 – 89, 91, 93, 95, 96, 118, 142, 167, 168, 171 – 173, 175, 177, 179, 181, 183, 185, 186, 190 – 192, 194, 195, 204, 211, 213, 214, 217, 218, 234, 237, 238
- Prírodné dedičstvo 86, 87, 127, 173, 175, 186, 213
- Prírodný kapitál 6, 87, 94, 190, 191, 209
- Produkcia 10, 17, 19, 25, 31, 33, 34, 36, 39, 41, 42, 52, 54 – 59, 75, 89, 107 – 109, 122
- R**
- Regulačná ekosystémová služba 4, 5, 8, 39, 50 – 52, 54, 58, 59, 61, 82, 84, 93, 104, 106, 107, 109, 117, 122, 141, 142 – 144, 150, 158 – 162, 169, 182, 196, 220, 226, 234, 235
- Regulácia erózie 5, 59, 142, 150, 152, 162
- Regulácia klímy 5, 52, 54, 58, 82, 141, 142, 146 – 148, 155, 158, 162
- Regulácia vodného režimu 5, 141, 142, 144, 146, 162
- Rekreácia 167, 169, 170, 172, 173, 177, 178, 179, 181, 183
- S**
- Sekvestrácia uhlíka 34, 54, 147 – 149
- T**
- Trávny porast 6, 23, 24, 25, 42, 76, 79, 84, 92, 111, 114, 149, 152, 162, 220, 223, 224 – 226, 230 – 232, 237, 238, 240
- Turistika 178, 179, 180 – 185, 220, 236
- V**
- Viacročná krmovina 222, 224, 238
- Vlastnosť pôdy 4, 22, 104, 105, 110, 222
- Vlákno 83, 97, 122, 124, 125, 134, 213
- Voda 3, 5, 8 – 10, 13 – 21, 24, 32, 33, 37 – 44, 51 – 59, 67, 74, 80, 84, 85, 97 – 103, 108, 110, 113, 120 – 122, 129, 131, 133, 136, 137, 141 – 146, 148, 150, 154 – 156, 158 – 162, 166, 170, 171, 182, 190, 194, 200, 203, 204, 207, 220, 222, 228, 229, 234, 235, 237, 238

Vodný plán 228, 232

Z

Zásobovacia ekosystémová služba 52, 82, 89, 104, 109, 120, 135, 137, 143, 170, 182, 219

Zem 9, 16 – 18, 23, 31, 42, 44 – 46, 49, 65, 66, 68, 70, 73, 75, 76, 80, 81, 86, 93, 94, 97, 129, 132, 134, 142, 144, 146 – 148, 180, 191, 192, 206, 234

Znečistenie 109, 159 – 161, 229, 233

Ž

Životné prostredie 6, 9, 14, 16, 30, 31, 62, 63, 69, 80, 94, 107, 132, 133, 136, 138, 179, 181, 184, 187, 191, 192, 197, 200, 202, 210, 211, 213, 217, 222, 233, 234

Názov: Ekosystémové služby
Autor: Radoslava Kanianska a kolektív
Náklad: 100 ks
Rozsah: 244 strán
Formát: B5
Vydanie: prvé, 2016
Vydal: Belianum. Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici v spolupráci s Národným poľnohospodárskym a potravinárskym centrom – Výskumným ústavom pôdoznanectva a ochrany pôdy Bratislava a Výskumným ústavom trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica
Tlač: EQUILIBRIA, s.r.o., Košice
Grafická úprava: Mgr. art. Zuzana Ceglédyová
Fotografie na obálke: Radoslava Kanianska

ISBN 978-80-557-1129-4

Ľudská existencia je závislá od ekosystémov, ich tovarov a služieb. Tovary poskytované ekosystémami zahŕňajú potraviny, krmoviny, textilné materiály, farmaceutické látky. Ekosystémové služby predstavujú napríklad udržiavanie hydrologického cyklu, filtráciu vody a vzduchu, reguláciu klímy, ukladanie a kolobeh živín, poskytovanie biotopov, kultúrnych či duchovných hodnôt. Bez týchto a mnohých ďalších tovarov a služieb nie je ľudský život a už vôbec nie ekonomický rozvoj reálny. V súčasnosti sa tlak na využívanie ekosystémov stále stupňuje a zanecháva na nich výraznú ekologickú stopu. Takáto situácia naznačuje, že doterajšia aplikácia vedeckých poznatkov do vzdelávania, manažérskych a rozhodovacích procesov je nedostatočná. Hľadajú sa nové metódy a postupy, zohľadňujúce vysokú hodnotu produktov a procesov prirodzene generovaných ekosystémami pre blaho človeka. Jedným je aj koncept ekosystémových služieb, v ktorom má popri ekosystémoch kľúčové postavenie človek a uspokojovanie jeho životných potrieb. Aby bol tento koncept úspešne realizovaný v praxi, je potrebné vychovať odborníkov, ktorí budú rozumieť podstate a fungovaniu ekosystémov a ich službám.

Cieľom tejto vysokoškolskej učebnice je zosumarizovať základné východiská, podstatu a princípy ekosystémových služieb. Tie sú predstavené v zmysle kategorizácie ekosystémových služieb podľa Miléniového posudzovania ekosystémov, ktoré rozlišuje štyri hlavné kategórie ekosystémových služieb: zásobovacie, regulačné, kultúrne a podporné. Osobitná pozornosť je venovaná hodnoteniu a oceňovaniu ekosystémových služieb, ktoré vytvárajú oporu ich efektívneho manažérstva, s cieľom komplexnej ochrany ekosystémov a ich služieb pre budúce generácie.



ISBN 978-80-557-1129-4