



# 9 PRINCÍPOV BIOMIMIKRY

## Zhrnutie princípov



Erasmus+



### VEK

12–16



### TRVANIE

**Príprava:**  
cca 20 minút

**Aktivita:**  
cca 90 minút/  
2 vyučovacie hodiny



### PREDMETY

- Prírodovedné predmety
  - *Biológia, Chémia, Fyzika*
  - Dizajn, Strojárstvo a Technická príprava
  - Výtvarná výchova
  - Matematika



### KLÚČOVÉ SLOVÁ

Princípy biomimikry;  
funkcia; diverzita;  
energia; spolupráca

## ZHRNUTIE

Tieto aktivity sú úvodom do 9 princípov biomimikry. Spomínané princípy sú základom pre myslenie inšpirované prírodou, čo je dôležité vo všetkých moduloch.

## PRÍRODNÉ PRINCÍPY



- Príroda funguje zo slnečného svetla
- Príroda používa len energiu, ktorú potrebuje
- Príroda prispôsobuje formu funkcií
- Príroda všetko recykluje
- Príroda odmeňuje spoluprácu
- Príroda sa spolieha na rozmanitosť
- Príroda vyžaduje miestne odborné znalosti
- Príroda vyžaduje rovnováhu
- Príroda využíva silu obmedzení

## ŠTUDIJNÉ CIELE

- Študenti porozumejú, ako príroda funguje na spomínaných princípoch.
- Študenti chápu, ako sú tieto princípy prepojené na vytvorenie udržateľného systému.
- Študenti zistia, že prírodné princípy môžeme použiť na riešenie ľudských problémov.

## ŠTUDIJNÉ VÝSLEDKY

- Študenti objavia prírodné princípy a to, ako sú navzájom prepojené.
- Študenti nájdu prepojenia medzi prírodnými princípmi.
- Študenti spoja prírodné princípy do systému, aby objavili jeho udržateľnosť.

## KOMPETENCIE BIO VZDELÁVANIA

- Študenti sú schopní zhrnúť princípy udržateľnosti na príklade fungovania prírodného sveta.
- Študenti sú schopní v prírode identifikovať funkčný dizajn, rozvinúť väčšie povedomie a uznanie jedinečnej kvality prírodného dizajnu, a oceniť fungovanie prírody ako elegantného a hlboko prepojeného systému.

	Názov aktivity	Krátky popis	Metóda	Trvanie	Lokalita/ Obdobie
1	Vysvetlenie deviatich princípov	Pozeranie prezentácie 9_princípov.ppt a diskusia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prezentácia, diskusia</li> </ul>	70 minút (45+25)	vnútri
2	Prepojenie prírodných princípov	Hľadanie prepojení	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tímová práca</li> </ul>	20 minút	vnútri/vonku

## PODKLADY PRE UČITEĽOV

Hlavnou ideou biomimikry je naučiť sa z prírody, ako riešiť ľudské problémy, ako vymýšľať nové veci alebo spôsoby, ako robiť veci, a ako žiť udržateľne. Pozorovaním prírody môžeme objaviť jej princípy, precíznu samoreguláciu, aj to, ako príroda vytvára riešenia pre problémy, ktorým čelia rôzne druhy a ekosystémy. Prírodné princípy, ktoré sú dôležité pre biomimikry prvýkrát zhromaždila Janine Benyus (1997) v knihe "Biomimikry: Inovácia inšpirovaná prírodou."

Princípy biomimikry:

1. Príroda funguje zo slnečného svetla
2. Príroda používa len energiu, ktorú potrebuje
3. Príroda prispôsobuje formu funkcií
4. Príroda všetko recykluje
5. Príroda odmeňuje spoluprácu
6. Príroda sa spolieha na rozmanitosť
7. Príroda vyžaduje miestne odborné znalosti
8. Príroda vyžaduje rovnováhu
9. Príroda využíva silu obmedzení

POPIS AKTIVITY



UMIESTNENIE

Vo vnútri

1 | VYSVETLENIE 9 PRINCÍPOV

» OTÁZKA



POMÔCKY  
A MATERIÁLY, ZDROJE

počítač, projektor,  
prezentácia 9\_principov.ppt  
v prílohe, Pracovný list:  
W1.1., Podklady pre učiteľov

Porozumieť deviatim princípom biomimikry môže byť náročné, preto použite prezentáciu 9\_principov.ppt v prílohe. Pokojne pridajte aj ďalšie príklady. Môžete začať diskusiu so žiakmi, ktorí budú hľadať príklady zo svojich skúseností a štúdia. Prezentácia je vysvetlená v časti T1.1.

Prezentácia sa dá použiť ako celok, alebo ako úvod pre moduly princípov 1-9, podľa príslušných slidov.



PRÍPRAVA

Vnútoraná aktivita  
Pripravte triedu  
na prezentáciu.

Dajte žiakom (alebo dvojiciam) zoznam princípov biomimikry (W1.1).

Obrázky:

1. Príroda funguje zo slnečného svetla
  - rastliny
  - fotosyntéza
2. Príroda používa len energiu, ktorú potrebuje
  - predátori - korisť
  - jesenná migrácia husí
  - veвериčka a jej zásoby na zimu
3. Príroda prispôsobuje formu funkcií
  - semená a ovocie – plody javora, bodliak
  - vtáky – zobáky (a nohy)
  - zuby a potrava
  - tvar tela tučniakov
4. Príroda všetko recykluje
  - listy
  - rozkladajúce organizmy – huby, supy, chrobák hrobárik
  - zhnité ovocie
5. Príroda odmeňuje spoluprácu
  - včely a kvety
  - vtáky a veľké cicavce
  - čistiacie ryby a ich hostitelia
  - lišajníky – huby a riasy žijú spolu
  - yuka a yukový motýľ (Tegeticula yuccasella)



ZDROJE

Benyus, J. M. (2002): *Biomimicry – Innovation inspired by nature*. HarperCollins Publisher, New York, U.S.A.

Stier, S. (2014): *Engineering Design Inspired by Nature*. The Center for Learning with Nature, Coralville, U.S.A.  
<https://www.learningwithnature.org/>

Steven Vogel: *Comparative Biomechanics: Life's Physical World*, Second Edition  
June 17, 2013  
(<https://asknature.org/strategy/specialized-teeth-wear-down-but-remain-effective/#.XoRouHJS-Ht>)

## POPIS AKTIVITY

6. Príroda sa spolieha na rozmanitosť
  - koralové útesy
  - hospodárska oblasť – lúka (monokultúra)
  - stromová plantáž – prospešný les (výchrica v Tatrách – pováľané stromy)
  - rozmanitý les
  
7. Príroda vyžaduje miestne odborné znalosti
  - tvory v rôznych prostrediach
  - vysoko a nízko tolerantné druhy
  
8. Príroda vyžaduje rovnováhu
  - korisť-predátor (zajac, rys)
  - rôzne druhy lesa
  
9. Príroda využíva silu obmedzení
  - priekopnícke a zrelé spoločenstvá rastlín
  - rast stromov (nie donekonečna)
  - mladé a dospelé zvieratá
  - r-stratégia – myši

## POPIS AKTIVITY



### UMIESTNENIE

Vo vnútri / Vonku

## 2 | PREPOJENIE PRÍRODNÝCH PRINCÍPOV

» OBJAV 



### POMÔCKY A MATERIÁLY, ZDROJE

- W1.1. – vytlačené podľa počtu skupín
- Papier do každej skupiny
  - pero/ceruzka



### PRÍPRAVA

Možné zrealizovať vnútri aj vonku. Vnútri: pripravte každej skupine jeden stôl. Vonku použite prvé rozšírenie aktivity!

Rozdeľte triedu na skupinky po 3-4 žiakoch. Každý skupine dajte pracovný list W1.1. (krátky popis princípov biomimikry). Požiadajte skupiny, aby usporiadali na stole princípy do kruhu. Následne budú hľadať prepojenia medzi nimi. Povzbudte ich, aby si zapísali spojenia, ktoré objavajú.

Príklad:

- Prepojenie medzi princípom 1 (Príroda funguje zo slnečného svetla) a princípom 3 (Príroda prispôsobuje formu funkcií): listy na rastline sú prispôsobené, aby vedeli čeliť Slnku, a tak môžu zachytávať slnečnú energiu.

Keď žiaci ukončia hľadanie prepojení, umiestnite princípy na nástenku/tabuľu a požiadajte každú skupinu, aby ukázala a vysvetlila svoje výsledky.

## ROZŠÍRENIA

- Túto aktivitu môžete zrealizovať aj podobným spôsobom, ako bolo uvedené v moduloch pre princíp 7 a 9: 9 žiakov alebo 9 skupín stojí v kruhu a snaží sa nájsť prepojenia medzi nimi. Ak ho nájdú, dajú danej osobe/skupine šnúrkou.
- Dajte jeden princíp z pracovného listu W1.1. (krátky popis 9 princípov) deviatim skupinám žiakov počas exkurzie alebo časti exkurzie. Požiadajte žiakov, aby počas exkurzie pozorovali okolie a našli príklady svojho princípu. Na konci exkurzie budú zdieľať svoje pozorovania.

## T1.1 VYSVETLENIE K PREZENTÁCIÍ (NÁČRT)

### 1. slide

#### ÚVOD

V neskorých 90-tych rokoch sa objavila revolučná idea, predstavená inovatívnou mysliteľkou a živená množstvom zvedavých a zanietených jednotlivcov. Janine Benyus uviedla v knihe "Biomimikry" predstavu, podľa ktorej by boli veci lepšie, ak by sme pri riešení problémov napodobňovali prírodu; táto myšlienka sa ukázala ako transformačná.

Benyus v knihe uvádza deväť princípov, ktoré riadia a určujú, ako príroda funguje. Pozrime sa na každý z nich podrobnejšie.

### 2. slide

#### 1. PRINCÍP: PRÍRODA FUNGUJE ZO SLNEČNÉHO SVETLA

*Príroda využíva slnečné svetlo ako hlavný zdroj energie. Organizmy používajú teplo a UV žiarenie z tohto nevyčerpateľného zdroja. Príroda je poháňaná slnečným svetlom. Zvieratá síce nevedia premeniť slnečnú energiu na využiteľnú chemickú energiu, ale nechajú rastliny, aby pomocou fotosyntézy vykonali túto prácu za ne. Potom konzumujú tieto rastliny (bylinožravce) alebo iné zvieratá, ktoré živia rastlinami (mäsožravce). V každom prípade (okrem niektorých rias v hĺbke oceánov) je však prvotným zdrojom energie Slnko.*

Fotosyntéza je proces, ktorým sa svetelná energia premieňa na chemickú energiu a organické látky sa formujú v živom tele z anorganických látok. Deje sa v chloroplastoch rastlín v dvoch fázach – vo svetlej a tmavej reakcii. Svetlá reakcia premieňa energiu zo slnečného svetla na chemickú energiu (ATP – adenozintrifosfát a NADPH – nikotínamid adenínindukleotidfosfát), a počas tmavej reakcie sa chemická energia premieňa na cukry z oxidu uhličitého (Calvinov cyklus). Študenti sa o tomto procese dozvedia aj na príslušnej hodine biológie.

Tento proces je vyjadrením vyrovnania  $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} + \text{slnečné svetlo} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ . Slide ukazuje strom, listy, chloroplasty v bunkách videné cez svetelný mikroskop. Postava napravo zobrazuje zväčšenú štruktúru chloroplastu a obraz z elektrónového mikroskopu.

Je dobré spomenúť, že existujú baktérie, ktoré na tvorbu energie nepoužívajú slnečné svetlo. Používajú chemické zlúčeniny (napr. zmes vodíka, amoniaku, železa alebo síry). To sa nazýva chemosyntéza. Jednou z týchto baktérií sú chemolytotrofy, ktoré používajú na dýchanie anorganického darcu elektrónov. Tieto baktérie žijú zvyčajne v anaeróbných podmienkach, ako sú napríklad rybníky bez kyslíka, alebo v extrémne mineralizovaných oblastiach, kde úplne chýba slnečné svetlo, napr. v železitých gejzíroch a prameňoch a v podmorských vulkánoch. Všetky autotrofy (tvoria organickú hmotu z anorganických látok v ich prostredí) používajú oxid uhličitý ako zdroj uhlíka pre fotosyntézu na vytvorenie organickej hmoty. Heterotrofné organizmy získavajú svoju energiu z organických materiálov produkovaných autotrofnými organizmami.

### 3. slide

#### 2. PRINCÍP: PRÍRODA POUŽÍVA LEN ENERGIU, KTORÚ POTREBUJE

*Príroda s energiou, ktorú získava najmä zo Slnka, narába efektívne. Plytvanie nie je možné. Ak by napríklad medveď pri zimnom spánku spálil príliš veľa energie, nemal by neskôr dostatok sily na zaobstaranie potravy či na starostlivosť o mláďatá. Preto medvede jedia na jeseň "do zásoby", ale berú si len toľko, koľko potrebujú na prežitie zimy. Levy zjedia iba časť svojej koristi, ale po nich využijú energiu z ulovenej zveri ďalšie organizmy - hyeny, supy, hmyz, mikroorganizmy...*

Organizmy zvyčajne berú len toľko potravy a živín, koľko potrebujú. Medvede napríklad jedia na jeseň toľko, aby vydržali počas obdobia zimného spánku. Aj veveričky si uskladňujú dostatok orechov, ktoré budú potrebovať počas zimy. Kaktusy zadržiavajú vodu, aby prežili medzi obdobiami, keď neprší. Vezmú len toľko, koľko potrebujú a popritom nevytvárajú žiadny, alebo len minimálny odpad; zvyšnú potravu samozrejme skonzumujú iné organizmy.

Gepard dokáže bežať veľmi rýchlo, ale len na krátku vzdialenosť. Ak by chytenie koristi vyžadovalo viac energie, než je potrebné na beh, radšej sa zastaví.

Predátori zabíjajú len také množstvo koristi, ktoré uspokojí ich potreby. Ostatnú korisť nechajú ako potravu na neskôr. Rosomák napríklad nedokáže zjesť celého jeleňa, a preto ho zahrabe a skonzumuje oveľa neskôr. Väčšina ľudí v blahobytnnej spoločnosti kupuje oveľa viac mäsa, ako skonzumuje. Chladnička je ho plná. A koľko nepotrebného mäsa je uskladneného v mrazničke? Čo sa s ním stane? Koľko energie a materiálov bolo potrebných na vyprodukovanie tohto mäsa a koľko energie je treba na jeho udržanie v mrazenom stave?

Sťahovavé vtáky lietajú v tvare "V", ktorý vytvára prúd vzduchu, pôsobiaci ako vztlaková sila pre ďalšieho vtáka. Tým sa znižuje námaha potrebná na udržanie krdla v danej rýchlosti a nadmorskej výške. Tvar "V" pomáha vtákovi ušetriť energiu.

### 4. slide

#### 3. PRINCÍP: PRÍRODA PRISPÔBUJE FORMU FUNKCIÍ

*Strom je zakorenený v zemi, aby mohol z pôdy čerpať vodu a živiny; rozprestiera konáre a listy do široka, aby zväčšil plochu na prijatie slnečného svetla, ktoré potrebuje na výrobu energie a rast. Semená sú ľahké a niektoré sú dokonca vybavené určitým druhom padáčika, aby sa mohli vznášať vo vzduchu. Príroda vytvára dizajn pre funkciu, ktorej má slúžiť.*

"Pasenie vyvolalo pravdepodobne najdramatickejšiu zubnú špecializáciu u cicavcov. Pred dvadsiatimi miliónmi rokov sa na zemi objavili trávy a trávnaté porasty. Tráva (aj drevo) poskytuje skromnú výživu. Vzhľadom k svojej hmotnosti poskytuje relatívne málo výživy, takže konzument musí spracovať obrovské objemy. Veľká časť z tejto energie pochádza z inertnej celulózy, ktorú cicavce hydrolyzujú tak, že do bachora alebo čreva dostanú symbiotické organizmy. Celulóza je plná abrazívnych látok ako je napríklad oxid kremičitý, ktoré vyžadujú skôr priečne žuvanie než rýchle trhanie. Dlhoožijúce bylinožravce majú špeciálne zuby, ktorých zložky sú vrstvené vedľa seba... "Toto zvláštne usporiadanie zabezpečuje, že kým sa zuby opotrebojú, nebudú hladké. Tvrdší materiál (hlavne sklovina) bude naďalej vyčnievať, aj keď sa mäkké materiály medzi nimi opotrebojú (zubný cement a dentín)" (Vogel 2003:333).



Na plodoch semien a rastlín sú útvary, ktoré uľahčujú ich rozmnožovanie. Existujú aj rastliny, ktoré sa rozmnožujú samy (napr. pivónia, vika), ale ostatné potrebujú pomoc od vetra, vody, zvierat alebo človeka.

Plody javora letia ako helikoptéra. Je to možné vďaka zjednodušenému, jemne naklonenému "krídlu". Plody bodliaka majú na seba háčiky a slučky, ktoré sa ľahko zachytia na srsti zvierat (alebo oblečení ľudí).

Zobáky vtákov sú tiež tvarované na prijímanie špecifického druhu potravy alebo koristi. Dravé vtáky majú napríklad zobák v tvare háku, ktorým môžu ľahko roztrhať korisť.

Telo tučniakov má vretenovitý tvar. To im sťažuje pohyb po pevnine, ale extrémne zjednodušuje pohyb vo vode: popri ich telách je pohyb vody laminárny, a k turbulenciám dochádza až za ich telom, čo vytvára nízky odpor, takže môžu plávať veľmi rýchlo.

## 5. slide

### 4. PRINCÍP: PRÍRODA VŠETKO RECYKLUJE

*V prírode neexistuje odpad. Keď zvieratá a rastliny uhynú, hmyz, huby a mikroorganizmy rozložia ich zvyšky na jednoduchšie prvky. Niektoré prvky skonzumujú, iné vrátia do pôdy, z ktorej môžu opäť vyrásť rastliny. To platí v lokálnych ekosystémoch aj na celej planéte.*

Systém rastlín – bylinožravcov – predátorov – rozkladačov udržuje látky v obehu. V tomto systéme dostávajú rastliny energiu zo Slnka, všetci ostatní prostredníctvom potravy. Minerálne látky sa recyklujú: vrátia sa naspäť do pôdy vďaka rozkladačom. Prírodný recyklačný systém funguje, až kým obeh materiálov rapídne nestúpne. Ľudské spaľovanie uhlia a ropy vytvára problém, pretože objem uvoľneného CO<sub>2</sub> je príliš vysoký na to, aby sa s ním recyklačný systém Zeme dokázal vysporiadať. Výsledkom je, že namiesto udržovania dynamickej rovnováhy dochádza k posunu k novým systémovým podmienkam... a vieme, že tieto nové podmienky zahŕňajú globálne otepľovanie, ktoré zničia schopnosť ľudského prežitia.

Keď počujeme o rozkladačoch, zvyčajne si predstavíme huby. Zapojených je však omnoho viac organizmov. Členmi tejto skupiny sú aj veľké stavovce ako sú vrany (*Corvus species*) a supy (*Neophron percnopterus*), z hmyzu napríklad hrobárik (*Nicrophorus vespillo*), a mnohé baktérie žijúce v pôde (napr. *Streptomyces albus*).

Pôda (= skladovacia vrstva) v dažďových pralesoch je tenká, pretože proces trávenia a recyklácie mineralizovanej biomasy je veľmi rýchly, t.j. z potravy sa stane ihneď biomasa. Je teda nebezpečné ničiť dažďové pralesy, pretože tenká vrstva pôdy mizne rýchlo a ťažko sa regeneruje.

## 6. slide

### 5. PRINCÍP: PRÍRODA ODMEŇUJE SPOLUPRÁCU

*V prírode vidíme súťaživosť, ale len ak sa jej nedá vyhnúť: vo všeobecnosti stojí príliš veľa energie. Na druhej strane, máločo v prírode existuje izolovane. Rôzne organizmy si vyvinuli vzájomne prospešné vzťahy. Včely sa spoliehajú na kvitnúce rastliny ako na zdroj obživy, a rastliny sa spoliehajú na včely, že ich opelia a pomôžu im rozmnožovať sa. Podobne „spolupracujú“ napríklad aj mravce a vošky alebo huby a rastliny.*

Všade na Zemi žijú populácie rôznych druhov spoločne, ovplyvňujúc navzájom svoje procesy a funkcie, a tak na seba pôsobia. Môže to byť pozitívne, negatívne alebo neutrálne.

Komenzalizmus – keď jeden druh profituje a ostatné druhy s ním neprichádzajú do kontaktu. Príkladom je hniezdenie vrbcov v bociaňom hniezde: prijímajú potravu bez toho, aby rušili bociana.

Antibióza – prítomnosť jedného druhu je očividne škodlivá pre iný druh. Ide predovšetkým o mikroorganizmy, kedy metabolizmus jedného ovplyvňuje nepriaznivo druhý. Typickým príkladom je penicilín, látka, ktorá brzdí rast baktérií produkovaných druhmi húb.

Kompetencia – škodlivá pre oba druhy, ale niekedy potrebná. Môže sa vyskytnúť, keď napríklad nie je dostatok potravy alebo miesta pre všetky populácie žijúce v danom priestore. Jeden druh potom obvykle vymizne. Podobne aj rastliny navzájom súperia o svetlo.

Predácia - (chytenie koristi) – bylinožravce jedia rastliny, predátori jedia mäso bylinožravcov, rozkladajúce organizmy konzumujú mŕtve rastliny a časti zvierat.

Parazitizmus – V tomto prípade existuje hostujúci organizmus a parazit, ktorý sa ním živí. Spolužitie je prínosné pre parazita, ale škodlivé pre hosťa, aj v prípade, ako neuhynie ihneď. Príkladom je pleseň na viniči alebo pásomnica v stavovcoch.

Mutualizmus – typický vzťah, z ktorého profitujú oba druhy. Medzi rastlinami a zvieratami je veľa takýchto príkladov. V prípade nutného mutualizmu nemôžu dva druhy žiť bez seba, v prípade dobrovoľného môžu. Symbióza znamená úzke a trvajúce spolužitie, kým iné formy mutualizmu nezahŕňajú nutne kontinuálne spolužitie partnerov.

Príklady:

- Azotobaktérie (baktérie viažúce dusík) v koreňových tkanivách bôbových rastlín, ktoré zaistujú pre rastlinu amoniak z dusíka v pôdnom vzduchu.
- Mykorrhíza – koreňové prepojenie medzi hubami a rastlinami: huby pomáhajú rastlinám pri absorpcii anorganických látok, rastliny poskytujú organické zlúčeniny hubám
- lišajník – spolužitie rias a húb
- baktérie žijúce v ľudskom čreve produkujúce vitamíny
- hmyz opelujúci rastliny – existujú rastliny, ktoré môžu byť opelené viacerými druhmi, a iné majú špeciálne kvety, ktoré vie opeliť len konkrétny druh

- mravce a vošky – vošky sa živia rastlinnou miazgou a produkujú tekutinu, ktorú pijú mravce, mravce na oplátku chránia vošky a prenášajú ich na ďalšie rastliny
- čisitacie ryby a hostiteľské ryby – odstraňujú parazity z povrchu a úst väčších rýb
- baktérie odbúravajúce celulózu v prežúvavcoch a termitech
- juka a jukové mole (*Tegeticula yuccasella*) – len táto moľa dokáže opeliť rastlinu, výmenou za to kladie vajíčka, ktoré sa živia semenami, semien je však tolko, že sa rastlina dokáže rozmnožiť
- hydráty žijú v symbióze so zelenými riasami – riasy nie sú strávené, ale produkujú organické látky a kyslík

## 7. slide

### 6. PRINCÍP: PRÍRODA SA SPOLIEHA NA ROZMANITOSŤ

*Rôznorodosť je jednou z najlepších poistiek prírody. Keď jeden zdroj potravy nie je dostupný, dajú sa nájsť iné. Rastliny používajú odlišné stratégie na šírenie semien alebo ochranu pred predátormi. Vieme, že druhy s obmedzenou genetickou rozmanitosťou sa ťažšie prispôbujú zmenám prostredia, a že ekosystémy s bohatou biodiverzitou sú viac stabilné.*

Biodiverzita – diverzita rastlín a zvierat, ktorá môže zahŕňať celý svet prírody na Zemi (druhy, genetické bohatstvo, diverzitu prostredí) alebo ekosystém konkrétnej oblasti (napr. Karpatské Povodie).

Rôznorodý ekosystém je odolnejší a menej zraniteľný.

Keď sa prostredie mení, jedinci, ktorí sú schopní prispôbiť sa zmenám, prežijú a rozmnožia sa. Čím väčšia diverzita, tým väčšia šanca na adaptáciu. Tento proces je zrejмый aj vo väčšom meradle – biotopy s vysokou druhovou diverzitou sa lepšie prispôbujú zmenám.

Existencia biodiverzity je dôležitá pre údržbu ekosystému (napr. opelenie, úrodnosť pôdy, kontrola klímy, atď.), keďže naša potrava, čistá voda a vzduch bez nej nedokážu existovať.

Preto je ochrana biodiverzity pre našu budúcnosť rozhodujúca.

Tropické dažďové pralesy – pozemné ekosystémy majú najväčšiu biodiverzitu. Dve tretiny všetkých druhov na Zemi žijú v dažďových pralesoch. Rozloha dažďových pralesov sa však nanešťastie rapídne znižuje. Stromy sa stínajú hlavne pre poľnohospodársku produkciu a na miestach, ktoré boli druhovo bohaté, sa vytvárajú monokultúry.

Koralové útesy – najväčšia biodiverzita v morskom ekosystéme. Je domovom 25% druhov žijúcich v morskom prostredí. Nadmerný rybolov a znečistenie sú najväčšími hrozbami pre morský ekosystém a globálne otepľovanie môže viesť k zničeniu koralových útesov. Koraly žijú v symbióze s jednobunkovými riasami, ktoré sú citlivé na vysoké teploty vody a znečistenie. Zvyšovanie obsahu oxidu uhličitého vo vzduchu zvyšuje kyslosť vody a spôsobuje miznutie koralových útesov.

Monokultúra – čím menej biodiverzity je v ekosystéme, tým je systém zraniteľnejší a menej schopný reagovať na zmeny. To znamená, že čím menej druhov má systém (napr. poľnohospodárske plantáže), tým je pravdepodobnejšie, že sa vyskytne problém (napr. objavenie sa škodcov).

Dubové a agátové lesy – v Maďarsku je napríklad diverzita dubových lesov vyššia ako v agátových lesoch. Dubové sú domovom viacerých druhov.

Mnohí ľudia boli zhrození, keď sa v novembri 2004 prehnala Vysokými Tatrami víchrica a značne poškodila lesy. Jednou z príčin poškodenia bolo, že od 19. storočia sa tu pestoval smrek (monokultúrne, teda jeden druh rovnakého veku), ktorý nie je v Tatrách pôvodným druhom. Rýchle rozmnožovanie lykožrúta v spadnutých stromoch ešte zhoršilo situáciu. Škodci sa rozšírili aj na stojace stromy, čo zvýšilo mieru škôd.

## 8. slide

### 7. PRINCÍP: PRÍRODA VYŽADUJE MIESTNE ODBORNÉ ZNALOSTI

*Príroda nachádza lokálne riešenia. Vysporadúva sa s problémami prostredníctvom zdrojov, ktoré sú dostupné v okolí. Určité druhy prosperujú v špecifických podmienkach; dôležité sú miestne a regionálne vzorce počasia, ako aj pôda, kvalita vzduchu a teplota vody. Vzájomné vzťahy sa utvárajú v rámci lokality a používajú sa miestne zdroje.*

#### Klimatická adaptácia

Klimatická adaptácia popisuje prispôsobenie organizmu, ktoré sa spúšťa v dôsledku vzorov variácií abiotických faktorov, ktoré určujú špecifické podnebie. Ročné priemery, sezónne výkyvy a denné vzorce abiotických faktorov tvoria vlastnosti podnebia, na ktoré sa môžu organizmy adaptovať.

Lesné spoločenstvá podľa podnebia v Maďarsku – vo Veľkej maďarskej nížine sú to javory tatárske (do výšky 250 m; v strednom horskom pásme duby cerové (do 250-400 m), hraby a duby (400-600 m), buky (600-1000 m), borovicové lesy (nad 800 m, v Maďarsku len na krajnom západe).

#### Extrazonálna adaptácia

Kvôli miestnym podnebným podmienkam sa niektoré druhy objavujú z vonkajšej strany ich obvyklých biotopov. Buk sa napríklad objavuje na severných svahoch a studených dolinách kvôli mikro- a mezoklimatickým vlastnostiam, ktoré tam prevládajú; 2. Trpasličí dub (*Quercus pubescens*) typický pre balkánske krajiny rastie v Maďarsku na južných svahoch v strednom horskom pásme. Oba javy sa dajú pozorovať napríklad na Hore Sv. Michaela (pohorie Börzsöny, 484 m, Maďarsko), kde rastú na južnom svahu duby trpasličie a na severnom svahu buky.

#### Intrazonálna adaptácia

V rámci typov zonálnej vegetácie existujú intrazonálne biotopy, ktoré súvisia s kolísaním podmienok v prostredí. Ich mikroklima sa odchyľuje od všeobecnej makroklimy v tejto zóne. Ich utváranie obvykle určuje prívod vody, podložie a reliéf/terén:

- prívod vody – lesy s hájmi, močiare, jelšové háje pri potokoch, slaniská
- podložie – pieskové lesy, duby plstnaté, skalnaté trávnaté porasty
- reliéf/terén – suťové lesy

Príklady (obrázky v prezentácii)

- Špeciálne znaky rašelinísk sú formované kombináciou podložia a prístupu vody.
- dubové lesy objavujúce sa v Maďarsku na južných svahoch hôr – sú bohaté na kríky a kvitnúce byliny, dominantným druhom je tu dub plstnatý (*Quercus pubescens*).
- suťové svahové lesy– na strmých a skalnatých svahoch úbočí je hlavným druhom jaseň štíhly (*Fraxinus excelsior*) a lipa malolistá (*Tilia cordata*), ktoré spevňujú pôdu.
- jelšové potočné háje – lesy sformované pri potokoch v údoliach hôr a kopcov, hlavným druhom je tu jelša lepkavá (*Alnus glutinosa*)
- otvorené skalnaté trávne porasty – trávy odolné voči suchu, sukulenty, skalnice a rozchodníky (*Semprevivum*, *Sedum*)

Druhy rastlín môžu byť rozdelené podľa ekologických ukazovateľov.

- Stupeň T – ukazuje teplotné nároky druhov (univerzálne tolerantné druhy, tundra, tajga, ihličnatý a listnatý les, sub-stredomorský listnatý les, stredomorský listnatý les, atlantický stálozelený les) – namiesto druhov so širokou toleranciou existujú v rámci vlastnej klimateckej oblasti
- Stupeň W – vyjadruje nároky druhov na vodu, a miesto, kde sa obvykle rastlina vyskytuje (extrémne suché – svieže - vodné) – sukulenty rastú na suchých miestach, majú hrubé listy so zásobným tkanivom ; tkanivo vodných rastlín sa prispôsobilo ich prostrediu
- Stupeň R – ukazuje nároky druhov na pH, znamená kyslomilný - vápenatý druh pôdy (druhy so širokou toleranciou, kyslé-neutrálne-vápenaté) – napr. kyslé pôdy majú rady huby, rašeliny, ihličnaté stromy; rastliny v otvorených skalnatých trávnych porastoch uprednostňujú vápenatú pôdu
- Stupeň N – vyjadruje nároky druhov na dusík (chudobné na N, bohaté na N, neutrálne druhy) – napr. prhľava a baza uprednostňujú pôdu bohatú na dusík
- stupeň Z – ukazuje toleranciu druhov na degeneráciu (netolerantné, dobrá tolerancia, degradabilné)

## 9. slide

### 8. PRINCÍP: PRÍRODA VYŽADUJE ROVNOVÁHU

*Ekosystémy sa snažia udržať rovnováhu. Viac myší? Potom uvidíme, že sa začne objavovať viac sov, ktoré sa budú kŕmiť myšami a udržiavať ich populáciu v rovnováhe. Lesné požiare sú dobrým príkladom prírodného fenoménu, ktorý obnovuje a občerstvuje, znižuje nadmerný rast a umožňuje regeneráciu. Každý prírodný systém má bod zvratu, únosnú kapacitu nerovnováhy, ktorá spustí zmenu na iný stav.*

Ekosystémy majú samoregulačnú schopnosť, čo udržiava dynamickú rovnováhu bez extrémnych výkyvov.

Každý štvrtý rok napríklad stúpnu počty lumíkov, čo spôsobí nedostatok potravy. To má za následok ich masovú migráciu, a miestna populácia opäť klesne na udržateľnú úroveň.

Predátori kontrolujú populáciu koristi- model Lotka-Volterra.

Ak stúpne populácia koristi, stúpne aj počet predátorov, čo zníži množstvo koristi, a opäť aj množstvo predátorov. Tento jednoduchý model vypracovali dvaja matematici: Alfred J. Lotka (Američan) a Vittorio Volterra (Taliansk). Príkladom je interakcia medzi kanadským rysom a polárnym zajacom (zmeny nastávajú približne počas desiatich rokov). Túto cyklickosť bolo možné zaznamenať len v Arktíde, kde žije obmedzený počet koristi, takže predátori nemôžu meniť jeden druh za iný.

Vzťah koristi a predátora je v skutočnosti oveľa komplikovanejší. Má mnoho komponentov, nie len predátora a korisť, ale aj rastliny, ktorými sa korisť živí, alternatívnu korisť pre predátorov, počasie (drsnú alebo teplú zimu), atď. Kvôli tomu sú výkyvy v počtoch zvierat viac nepravidelné.

Väčšina predátorov je v skutočnosti polyfágna, čo znamená, že konzumujú rôznu potravu. V dôsledku toho sú zmeny v ich počte menej časté. V prípade komplexného potravinového reťazca existuje vysoký stupeň stability, čo má za následok menšie kolísanie krivky (amplitúda).

#### Zaťažiteľnosť životného prostredia

Ak žijú druhy vo vhodných podmienkach, počas svojho života vytvoria viac ako dvoch potomkov (t.j. otec a matka nenahradia len seba). Ak si predstavíme ideálnu populáciu, v ktorej nie sú jedinci ovplyvnení prostredím, potom by ich počty exponenciálne narástli, čo by bola dramatická zmena. V prírode je však takýto výrazný nárast preventívne obmedzený faktormi prostredia (napr. počasím, predátormi, chorobami, možnosťami úkrytu atď.). Keď sa zvyšuje hustota jedincov, objavujú sa limitujúce faktory, keď príliš stúpne počet jedincov, klesne množstvo potravy pre každého z nich; choroby a parazity sa šíria jednoduchšie. V realite to spomalí a zastaví nárast populácie. Pri nízkom výskyte jedincov sú ovplyvnené nezávislé faktory ako zrážky, teplota alebo vietor.

Hustota populácie, v ktorej populácia nemôže permanentne rásť, sa nazýva environmentálna kapacita udržateľnosti (K). Počet jedincov v danom prostredí nesmie trvalo prekročiť jeho zaťažiteľnosť.

V biotopoch bohatých na druhy nie je počet jedincov náchylný na extrémne výkyvy, kým v prostredí s málo druhmi (napr. monokultúra) môžu tieto výkyvy nastať.

#### Stabilita prírodných spoločenstiev = odolnosť voči narušeniu

Ak je systém vystavený vonkajším vplyvom, môže vytvoriť odolnú alebo flexibilnú reakciu. V prvom prípade zabráni útoku, v druhom sa úspešne prispôbí novým podmienkam, t.j. môže sa vrátiť do pôvodného stavu. Pružnosť je tiež organizujúcou silou. V šoku sa systém presunie od svojej pôvodnej rovnováhy a potom sa reorganizuje a obnoví na inej úrovni.

## 10. slide

### 9. PRINCÍP: PRÍRODA VYUŽÍVA SILU OBMEDZENÍ

*Existuje veľa prirodzene stanovených limitov pre druhy a ekosystémy. Populácia môže rásť len dovtedy, kým existuje dostatok zdrojov (potrava, voda, územie) a priazeň iných faktorov (klíma, hustota a zdravie populácie...). Ak by to tak nebolo, populácie by rástli bez akejkoľvek kontroly.*

#### Sukcesia

Ekologická sukcesia je proces zmeny druhovej štruktúry ekologického spoločenstva v priebehu času. Je to jednosmerný proces, v ktorom sa populácie tvoriace spoločenstvo úplne alebo čiastočne vymieňajú. Ako prvý sa objaví priekopnícky druh (začiatočník). Ukončenie procesu sukcesie je vrchol spoločenstva (záver).

- Charakteristika priekopníckeho spoločenstva – pozostáva z vysoko prispôsobivých, široko tolerantných, jednoročných druhov stratégie "R".
- Charakteristika vrcholu komunity – najuniverzálnejšie spoločenstvo s najvyššou produktivitou v daných klimatických podmienkach. Prevažujú druhy so stratégiou "K", objavujú sa aj jedinci s nízkou toleranciou.

#### Dva typy sukcesie:

- Primárna sukcesia – v oblasti sa predtým nevyskytovali žiadne životné formy. Príklady: oblasť po činnosti sopky, pohyblivý piesok, sutiny, ľadovcová moréna
- Sekundárna sukcesia – proces sukcesie sa znovu objavuje v spoločenstve, ktoré je dlhodobo stabilné. Príklady: obnovenie stojatej vody, ukončenie kosenia na horskej lúke, les po požiari

Vrcholové spoločenstvá sú zvyčajne odolné, ale menej flexibilné, kým primárne alebo stredné spoločenstvá majú slabšiu odolnosť, ale vysokú flexibilitu.

#### "R" a "K" Stratégovia

Zvieracie druhy sú delené do dvoch hlavných skupín, "R" a "K" stratégovia.

- Druhy stratégie "R" – majú krátky život, malú veľkosť tela, rýchlo sa množia a majú veľa potomkov. Ich počty sa rýchlo zvyšujú, ale aj rýchlo klesnú, ak sa podmienky v prostredí zhoršia, čo má za následok meniacu sa veľkosť populácie. Nemajú typické teritórium. Za správnych podmienok sa rýchlo rozmnožujú, dosahujúc maximálne hodnoty, tie sa ale rýchlo znižujú v dôsledku vyčerpania zdrojov v prostredí. Keď sa podmienky v prostredí opäť zlepšia, dochádza k rýchlej reprodukcii. Žijú v prstrediach, ktoré sa rýchlo a nepredvídateľne môže meniť: (púšť, tundra, oblasti pravidelných záplav). Príklady: baktérie, hlodavce, jednoročné rastliny, určitý hmyz atď.
- Druhy stratégie "K"- väčšia dĺžka života, väčšie telo, málo potomkov, ale s dobrou starostlivosťou, nízka úmrtnosť, stabilná veľkosť populácie, často majú svoje teritórium. Počet jednotlivcov zodpovedá zaťažiteľnosti životného prostredia. Príklad: stromy, cicavce, atď.

## W1.1 PRÍKLADY PRINCÍPOV

### Krátky popis prírodných princípov

#### 1. Príroda funguje zo slnečného svetla

Príroda využíva slnečné svetlo ako hlavný zdroj energie. Organizmy používajú teplo a UV žiarenie z tohto nevyčerpatelného zdroja. Príroda je poháňaná slnečným svetlom. Zvieratá síce nevedia premeniť slnečnú energiu na využiteľnú chemickú energiu, ale nechajú rastliny, aby pomocou fotosyntézy vykonali túto prácu za ne. Potom konzumujú tieto rastliny (bylinožravce) alebo iné zvieratá, ktoré živia rastlinami (mäsožravce). V každom prípade (okrem niektorých rias v hĺbke oceánov) je však prvotným zdrojom energie Slnko.

#### 2. Príroda používa len energiu, ktorú potrebuje

Príroda s energiou, ktorú získava najmä zo Slnka, narába efektívne. Plytvanie nie je možné. Ak by napríklad medveď pri zimnom spánku spálil príliš veľa energie, nemal by neskôr dostatok sily na zaobstaranie potravy či na starostlivosť o mláďatá. Preto medvede jedia na jeseň "do zásoby", ale berú si len toľko, koľko potrebujú na prežitie zimy. Levy zjedia iba časť svojej koristi, ale po nich využijú energiu z ulovenej zveri ďalšie organizmy - hyeny, supy, hmyz, mikroorganizmy...

#### 3. Príroda prispôsobuje formu funkcií

Strom je zakorenený v zemi, aby mohol z pôdy čerpať vodu a živiny; rozprestiera konáre a listy doširoka, aby zväčšil plochu na prijatie slnečného svetla, ktoré potrebuje na výrobu energie a rast. Semená sú ľahké a niektoré sú dokonca vybavené určitým druhom padáčika, aby sa mohli vznášať vo vzduchu. Príroda vytvára dizajn pre funkciu, ktorej má slúžiť.

#### 4. Príroda všetko recykluje

V prírode neexistuje odpad. Keď zvieratá a rastliny uhynú, hmyz, huby a mikroorganizmy rozložia ich zvyšky na jednoduchšie prvky. Niektoré prvky skonzumujú, iné vrátia do pôdy, z ktorej môžu opäť vyrásť rastliny. To platí v lokálnych ekosystémoch aj na celej planéte.

#### 5. Príroda odmeňuje spoluprácu

V prírode vidíme súťaživosť, ale len ak sa jej nedá vyhnúť: vo všeobecnosti stojí príliš veľa energie. Na druhej strane, máločo v prírode existuje izolovane. Rôzne organizmy si vyvinuli vzájomne prospešné vzťahy. Včely sa spoliehajú na kvitnúce rastliny ako na zdroj obživy, a rastliny sa spoliehajú na včely, že ich opelia a pomôžu im rozmnožovať sa. Podobne „spolupracujú“ napríklad aj mravce a vošky alebo huby a rastliny.

#### 6. Príroda sa spolieha na rozmanitosť

Rôznorodosť je jednou z najlepších poistiek prírody. Keď jeden zdroj potravy nie je dostupný, dajú sa nájsť iné. Rastliny používajú odlišné stratégie na šírenie semien alebo ochranu pred predátormi. Vieme, že druhy s obmedzenou genetickou rozmanitosťou sa ťažšie prispôbujú zmenám prostredia, a že ekosystémy s bohatou biodiverzitou sú viac stabilné.

#### 7. Príroda vyžaduje miestne odborné znalosti

Príroda nachádza lokálne riešenia. Vysporadúva sa s problémami prostredníctvom zdrojov, ktoré sú dostupné v okolí. Určité druhy prosperujú v špecifických podmienkach; dôležité sú miestne a regionálne vzorce počasia, ako aj pôda, kvalita vzduchu a teplota vody. Vzájomné vzťahy sa utvárajú v rámci lokality a používajú sa miestne zdroje.

#### 8. Príroda vyžaduje rovnováhu

Ekosystémy sa snažia udržať rovnováhu. Viac myší? Potom uvidíme, že sa začne objavovať viac sov, ktoré sa budú kŕmiť myšami a udržiavať ich populáciu v rovnováhe. Lesné požiare sú dobrým príkladom prírodného fenoménu, ktorý obnovuje a občerstvuje, znižuje nadmerný rast a umožňuje regeneráciu. Každý prírodný systém má bod zvratu, únosnú kapacitu nerovnováhy, ktorá spustí zmenu na iný stav.

#### 9. Príroda využíva silu obmedzení

Existuje veľa prirodzene stanovených limitov pre druhy a ekosystémy. Populácia môže rásť len dovtedy, kým existuje dostatok zdrojov (potrava, voda, územie) a priazeň iných faktorov (klíma, hustota a zdravie populácie...). Ak by to tak nebolo, populácie by rástli bez akejkolvek kontroly.