



DEVĚT PRINCIPŮ BIOMIMIKRY

Shrnutí principů



Erasmus+



VĚK

12–16 let



DĚLKA

Příprava:
cca 20 min

Aktivity:
cca 90 min. / 2 vyučovací
hodiny



VZDĚLÁVACÍ OKRUHY

- Člověk a příroda –
*Přírodopis,
Chemie, Fyzika*
- Design a konstruování
 - Umění a kultura
 - Matematika



KLÍČOVÁ SLOVA

biomimetické principy;
funkce; rozmanitost;
energie; spolupráce

SOUHRN

Následující aktivity jsou úvodem do devíti principů biomimikry. Tyto principy tvoří základ způsobu myšlení biomimikry, které se prolíná všemi moduly.

PŘÍRODNÍ PRINCIPY



- 1 – Příroda funguje díky slunci
- 2 – Příroda spotřebovává pouze energii, kterou potřebuje
- 3 – V přírodě se forma uzpůsobuje účelu
- 4 – Příroda recykluje vše
- 5 – Příroda odměňuje spolupráci
- 6 – Příroda staví na rozmanitosti
- 7 – Příroda vyžaduje lokální znalosti
- 8 – Příroda usiluje o rovnováhu
- 9 – Příroda využívá sílu omezení

UČEBNÍ CÍLE

- Žák proniká do fungování přírody založeného na společných principech.
- Žák chápe, že společným působením těchto principů vzniká udržitelný systém.
- Žák si uvědomuje, že přírodní principy můžeme využít při řešení problémů lidí.

VÝSLEDKY UČENÍ

- Žáci se seznámí s přírodními principy a s tím, jak jsou navzájem propojené.
- Žáci odhalí různé vazby mezi přírodními principy.
- Žáci propojí přírodní principy do jednoho systému a prozkoumají jeho udržitelnost.

KOMPETENCE BIOLEARN

- Žák dokáže ze způsobu fungování přírodního světa odvodit abstraktní principy udržitelnosti.
- Žák je schopen v přírodě nalézt funkční konstrukční řešení, více si uvědomuje a oceňuje dokonalost přírodních řešení a oceňuje, že příroda funguje jako elegantní systém úzce propojených součástí.

SHRnutí AKTIVIT

	Název aktivity	Popis	Metoda	Trvání	Místo
1	Výklad devíti principů	Prezentace a diskuze 9_principles.ppt	<ul style="list-style-type: none">• Frontální výuka• Diskuze	70 minut (45+25)	uvnitř
2	Propojení přírodních principů	Hledání vazeb	<ul style="list-style-type: none">• Skupinová práce	20 minut	může být obojí

ROZŠIŘUJÍCÍ INFORMACE PRO UČITELE

Základní myšlenkou biomimikry je, že lidé se od přírody mohou učit řešit svoje problémy – vynalézat nové věci nebo způsoby dělání věcí, včetně toho, jak žít udržitelně. Pokud přírodu pečlivě pozorujeme, můžeme odhalit její principy, jak všechno podléhá samoregulaci a jak příroda nachází řešení výzev, kterým různé druhy a ekosystémy čelí. Soubor přírodních principů, které v přírodě hrají významnou roli, poprvé zformulovala Janine Benyus (1997) v knize *“Biomimicry: Innovation Inspired by Nature”* (Biomimikry: inovace inspirované přírodou).

Biomimikry principy:

1. Příroda funguje díky slunci
2. Příroda spotřebovává pouze energii, kterou potřebuje
3. V přírodě se forma uzpůsobuje účelu
4. Příroda recykluje vše
5. Příroda odměňuje spolupráci
6. Příroda staví na rozmanitosti
7. Příroda vyžaduje lokální znalosti
8. Příroda usiluje o rovnováhu
9. Příroda využívá sílu omezení

PODROBNÝ POPIS AKTIVIT


MÍSTO
 Uvnitř

1 | VÝKLAD DEVĚTI PRINCIPŮ

» OTÁZKY


**POMŮCKY
 A MATERIÁLY**

- osobní počítač, promítačka
 - Soubor "Devět principů"
 - Pracovní list: [W1.1](#)
- Stránka pro vyučující: [T1.1](#)


PŘÍPRAVA

Uspořádáme třídu pro frontální výuku. Rozdáme žákům (jednotlivě nebo do dvojic) seznam biomimikry principů (W1.1).


ZDROJE

Benyus, J. M. (2002): Biomimicry – Innovation inspired by nature [Biomimetika – inovace inspirované přírodou]. HarperCollins Publisher, New York, USA.

S Stier, S. (2014): Engineering Design Inspired by Nature [Přírodou inspirovaná technická řešení]. The Center for Learning with Nature, Coralville, USA.
<https://www.learningwithnature.org/> (v angličtině)

Steven Vogel: Comparative Biomechanics: Life's Physical World [Srovnávací biomechanika: fyzický svět života], 2. vyd., červen 2013
<https://asknature.org/strategy/specialized-teeth-wear-down-but-remain-effective/#.XoRouHJS-Ht>

Není snadné devět principů biomimikry pochopit, pracujeme proto s příloženým PPT [9 principů](#). Můžeme přidat další příklady anebo žáky v dialogu vést k zamyšlení nad příklady z vlastní zkušenosti a ze školní látky. Výklad k jednotlivým snímkům prezentace je uveden v [T1.1](#).

Prezentaci buď předneseme najednou, nebo použijeme jednotlivé snímky jako úvod k modulům o principu 1–9.

Obrázky:

1. Nature runs on sunlight
 - rostliny
 - fotosyntéza
2. Příroda spotřebovává pouze energii, kterou potřebuje
 - predátoři – kořist
 - podzimní migrace hus
 - veverka a její zimní zásobárna
3. V přírodě se forma uzpůsobuje účelu
 - semena a plody – plody javoru, bodlák
 - ptáci – (končetiny a) zobáky
 - zuby a potrava
 - tvar tučňáka
4. Příroda recykluje vše
 - listí
 - rozkladači – houby, sup, hrobařík
 - hníjící ovoce
5. Příroda odměňuje spolupráci
 - včely a květina
 - ptáci a velcí savci
 - ryby čističi a jejich klienti
 - lišejníky – soužití řasy a houby
 - Juka a mol *Tegeticula yuccasella* z čeledi skvrnovníčkovitých

PODROBNÝ POPIS AKTIVIT

6. Příroda staví na rozmanitosti
 - korálový útes
 - zemědělská plocha – louka (monokultura)
 - stromová plantáž – dobrý les (vichřice v Tatrách – padlé smrky)
 - rozmanitý les

7. Příroda vyžaduje lokální znalosti
 - *organismy v různých biotopech*
 - *druhy s širokou a úzkou tolerancí*

8. Příroda usiluje o rovnováhu
 - kořist – predátor (zajíc, rys)
 - různé druhy lesa

9. Příroda využívá sílu omezení
 - pionýrská a vyvinutá rostlinná společenstva
 - růst stromů (není nekonečný)
 - mláďata a dospělí živočichové
 - r-strategie – myši

PODROBNÝ POPIS AKTIVIT



MÍSTO
uvnitř / venku

2 | PROPOJENÍ PŘÍRODNÍCH PRINCIPŮ

» OBJEVOVÁNÍ 



**POMŮCKY
A MATERIÁLY**

- Pracovní list [W1.1](#)
- list papíru na skupinu
- pero / tužka



PŘÍPRAVA

Lze vykonávat buď uvnitř, nebo venku.
Uvnitř: připravíme tolik stolů, kolik máme skupin.
Venku provedeme další směr práce č. 1!
Vytiskneme [W1.1](#) – do každé skupiny jeden, rozstříháme na principy.

Rozdělíme třídu na trojice nebo čtveřice. Každá skupina obdrží rozstříhaný [W1.1](#) (stručný popis biomimikry principů) a prázdný list papíru. Skupiny si principy na stole rozmístí do kruhu. Dále mezi nimi hledají vazby. Nalezené vazby si zapisují.

Příklad:

- Vazba mezi principem 1 (Příroda funguje díky slunci) a principem 3 (Příroda uzpůsobuje formu účelu) – listy rostlin jsou řešeny tak, že se otáčejí za sluncem, aby pohltily co nejvíce solární energie.

Když jsou žáci hotovi s hledáním vazeb, vypíšeme si principy na flipchart / tabuli a jednotlivé skupiny prezentují svoje výsledky.

DALŠÍ SMĚRY PRÁCE

- Tuto aktivitu můžeme provést podobně jako aktivity u principů 5 a 6 – ke každému principu přidělíme jednoho či více žáků, zástupci principů se postaví do kruhu a poté mezi nimi hledáme vazby. Když žáci nějakou vazbu najdou, podají zástupcům navazujícího principu provázek.
- Během výpravy do terénu rozdělíme žáky do 9 skupin a každé přidělíme jeden z principů na [W1.1](#). (tj. stručný popis jednoho z devíti principů). Žáci mají během výpravy za úkol pozorovat okolí a najít příklady svého principu. Na závěr výpravy své poznatky sdělí ostatním.

T1.1 VÝKLAD DEVĚTI PRINCIPŮ

Snímek 1

ÚVOD

Koncem 90. let se na scéně objevila revoluční myšlenka, která se zrodila v hlavě průkopnice a kterou dále rozvíjela řada zvědavých a zapálených následovníků. V knize "Biomimicry" přišla Janine Benyus s nápadem, že by se nám vedlo lépe, kdybychom prostě napodobovali to, jak se problémy řeší v přírodě. Ukázalo se, že jde o převratnou myšlenku.

Autorka v knize popisuje devět principů, které řídí a vymezují fungování přírody. Podívejme se na každý z nich zblízka.

Snímek 2

PRINCIP 1: PŘÍRODA FUNGUJE DÍKY SLUNCI

Sluneční záření slouží přírodě jako hlavní zdroj energie. Tento nevyčerpatelný zdroj poskytuje organismům teplo a ultrafialové záření. Lze tedy říci, že příroda je poháněna sluncem. Lidé využívají ropu a uhlí. Tyto zdroje jsou neobnovitelné a při jejich spalování vzniká CO₂, který je příčinou změny klimatu. Kdybychom se chovali stejně jako příroda, zabránili bychom oteplování planety Země. Moudrý člověk by napodobil přírodu a spojil by svou budoucnost s obnovitelnými zdroji.

Fotosyntéza je proces, při kterém se světelná energie přeměňuje na energii chemickou a v rostlinném těle zároveň z anorganických materiálů vznikají materiály organické. K fotosyntéze dochází v chloroplastech rostlin. Skládá se ze dvou fází – světelné a temnostní. Ve světelné fázi dochází k přeměně energie slunce na chemickou energii (adenosintrifosfát ATP a nikotinamidadeninukleotidfosfát NADPH), v temnostní fázi se pomocí chemické energie vyrábějí z oxidu uhličitého cukry (Calvinův cyklus). O fotosyntéze se žáci dozvědí také při výuce přírodopisu v příslušném ročníku.

Celý proces je popsán rovnicí $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} + \text{sluneční záření} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$. Na snímku vidíme strom, listy a chloroplasty v buňkách zvětšené pomocí žákovského mikroskopu. Vpravo se nachází zvětšený model chloroplastu a snímek z elektronového mikroskopu.

Dodejme, že některé bakterie vyrábějí energii i bez slunečního záření. Místo něj využívají chemické sloučeniny (např. vodíku, čpavku, železa, síry). Tento proces se nazývá chemosyntéza. Pro jednu skupinu těchto bakterií, chemolitotrofy, je donorem elektronu k dýchání anorganická látka. Tyto bakterie obvykle žijí v anaerobních podmínkách, například v podzemních jezerech nebo na vysoce mineralizovaných místech zcela bez slunečního záření – železitých gejzírech a pramenech, u průduchů podmořských sopek. Pro všechny autotrofy (vytvářející organické látky z anorganických materiálů v prostředí) je zdrojem uhlíku pro tvorbu organických látek při fotosyntéze oxid uhličitý. Heterotrofní organismy čerpají energii z organických materiálů vytvářených autotrofními organismy.

Snímek 3

PRINCIP 2: PŘÍRODA SPOTŘEBOVÁVÁ POUZE ENERGIÍ, KTEROU POTŘEBUJE

Příroda spotřebovává pouze to, co potřebuje. Proč se stejně nechováme i my? Naše hospodářství je zaměřené na maximalizaci výstupu a spotřebovává obrovské množství energie. Převládá jídlo po světě sem tam, protože je to ekonomičtější, vyjde to levněji. Zdá se, že řada rozhodnutí se řídí pouze penězi, nikoli tím, kolik energie spotřebujeme. Jak se můžeme naučit optimalizovat zboží a služby tak, abychom energii nehltali, ale jen usrkávali?

Živé organismy si zpravidla berou jen tolik potravy a živin, kolik potřebují. Například medvědi se na podzim nažerou tak, aby vydrželi po dobu zimního spánku. Podobně veverky si vytvářejí takovou zásobu ořechů, aby jim vydržela na zimu. Kaktusy si ukládají dostatek vody, aby přežily dobu mezi srážkami. Berou si jen tolik, kolik potřebují, a nevytvářejí takřka žádný odpad. A zbytky potravy po nich samozřejmě dojí jiné organismy.

Gepard dokáže běžet vysokou rychlostí, ale jen na krátkou vzdálenost. Pokud by měl při lovu spotřebovat více energie, než kolik jí z kořisti získá, tak se zastaví.

Šelmy zabíjejí jen tolik kořisti, kolik potřebují, ostatní nechají žít (mohou je sežrat jindy).

Například rosomák nesežere jelena celého, a tak si zbytek kořisti zahrabe pod zem na příště.

Ve společnosti hojnosti si většina lidí kupuje mnohem více masa, než dokážou sníst. Mají ho plné lednice. Kolik masa zbytečně skladujeme v mrazáku? Co se s ním stane? Kolik energie a surovin je zapotřebí k výrobě tohoto masa a kolik energie spotřebováváme k jeho uchování ve zmraženém stavu?

Hejna stěhovavých ptáků vytvářejí při letu formaci ve tvaru písmene V. Vzniklé proudění vzduchu poskytuje ptákovi vzadu vztlak. Díky tomu udržuje hejno potřebnou rychlost a výšku s menší námahou. Formace tvaru V pomáhá ptákům šetřit energii.

Snímek 4

PRINCIP 3: V PŘÍRODĚ SE FORMA UZPŮSOBUJE ÚČELU

Stromy zapouštějí kořeny, aby mohly čerpat z půdy vodu a živiny, rozkládají větve, aby zvýšily povrch listů a pohltily dostatek slunečního záření k výrobě energie a růstu. Semena bývají lehká a některá jsou vybavena i padáčkem, který jim umožňuje plachtit vzduchem. Příroda svá konstrukční řešení uzpůsobuje požadované funkci – a stejnou zásadou by se měly řídit i naše budovy, dopravní systémy a školy.

„Díky pastvě vznikla u savců jedna z nejvýraznějších specializací chrupu. Před asi dvaceti miliony let se na Zemi objevily traviny a louky. Tráva (a mimochodem i dřevo) je mizerným zdrojem potravy. Má poměrně nízkou energetickou hodnotu, a tak jí pasoucí se zvíře musí zpracovat obrovské množství. Většinu energetické hodnoty z trávy přijímá zvíře ve formě inertní celulózy, kterou jsou savci schopni štěpit pouze s pomocí

symbiotických mikroorganismů v bachoru nebo ve střevech. Je plná hrubých materiálů jako oxid křemičitý a má podélná vlákna, která se nedají trhat a vyžadují pomalé přežvykování. U dlouhověkých býložravců najdeme vysoce specializované zuby, jejichž části jsou obvykle navrstvené jedna vedle druhé. Toto podivné uspořádání zajišťuje, že i když se zub opotřebovává, tak se přitom nevyhlazuje. I když se měkčí materiály (cement a dentin) opotřebovávají, tvrdší materiál (zejména sklovina), kterým jsou obaleny, i nadále vyčnívá“ (Vogel 2003:333)

Plody a semena rostlin obsahují části, které pomáhají při jejich šíření. Existují i rostliny samovýsevné (např. pivoňka, vikev), ale ostatním musí k rozšíření pomoci faktory jako vítr, voda, živočichové nebo člověk.

Plod javoru létá jako helikoptéra, a to díky aerodynamickým "křídílům" svírajícím tupý úhel. Plod bodláku má na sobě háčky, aby se snáze zachytil v srsti zvířat (nebo lidem na oblečení).

Ptačí zobák má zvláštní tvar podle toho, čím se daný druh živí. Například draví ptáci mají zobák zahnutý, což slouží k trhání kořisti.

Tučňáci mají vřetenovitý tvar těla. Ten jim sice znesnadňuje pohyb po souši, ale zároveň je výjimečně hydrodynamický. Když plavou ve vodě, proudí voda podél jejich těla laminárně, k turbulenci dochází až za nimi, což vede k velmi nízkému odporu vody a schopnosti rychle plavat.

Snímek 5

PRINCIP 4: PŘÍRODA RECYKLUJE VŠE

Když něco vyhadzujeme, měli bychom se ptát kam. Zamyslete se nad tím. Všechno, co vznikne v přírodě, je biologicky odbouratelné, žádný odpad tu není. I v přírodě může být hojnost (stačí se podívat na rozkvetlou třešeň), ale vše tu má svůj účel, promění se v potravu a živiny pro druhé. Přirozená existence borové šišky skončí tím, že se šiška rozpadne a vzniklé materiály najdou nové uplatnění v koloběhu života.

Koloběh materiálů je zajišťován systémem rostlin, býložravců, dravců a rozkladačů. V tomto systému získávají rostliny energii ze slunce a všichni ostatní účastníci z potravy. Minerály se recyklují – vracejí se do půdy působením rozkladačů. Systém recyklace v přírodě funguje, pokud nedojde k náhlému urychlení materiálového toku. Problematické je například spalování uhlí a ropy lidmi, protože dochází k mnohem rychlejšímu uvolňování CO₂, než s jakým si recyklační systém Země dokáže poradit. V důsledku narušení dynamické rovnováhy tak vzniká nový soubor systémových podmínek... a již víme, že k těmto novým podmínkám patří globální oteplování, které zhorší schopnost lidí přežít.

Když mluvíme o rozkladačích, většinou máme na mysli houby. Patří k nim ale i řada dalších skupin organismů, například velcí obratlovci krkavci (rod *Corvus*) nebo supi (rod *Neophron*), zástupci hmyzu jako hrobařík obecný a řada půdních bakterií (např. *Streptomyces albus*).

Vrstva půdy (nadložního humusu) v tropickém pralesi je tenká, protože k dekompozici a recyklaci mineralizované biomasy dochází velmi rychle, tedy z potravy se okamžitě stává biomasa. Vykácení pralesa je nebezpečné v tom, že tato tenká vrstva rychle mizí a nestačí regenerovat

Snímek 6

PRINCIP 5: PŘÍRODA ODMĚŇUJE SPOLUPRÁCI

Ano, soutěž je součástí přírody, ale dochází k ní pouze v případě nutnosti. Většinou je příliš energeticky náročná. Málokterá součást přírody však existuje sama o sobě. Jak tedy vypadá interakce? Rostliny se nemohou rozmnožovat bez opylovačů a ti se zase živí nektarem, který sbírají. Slunečkovití žerou mšice, čímž chrání zdraví rostlin. Příroda funguje na základě spolupráce, která pomáhá chránit zdraví celého systému.

Na kterémkoliv místě na Zemi můžeme pozorovat soužití populací několika druhů, které navzájem ovlivňují svoje životní procesy a funkce, tedy spolu interagují. Tyto interakce mohou být pozitivní, negativní nebo neutrální.

Komezálizmus – když jeden druh má ze vztahu prospěch a druhý není ovlivněn. Příkladem je hnízdění vrabce v čapím hnízdě – vrabec dostává potravu, aniž by čápa rušil.

Alelopatie – přítomnost jiného druhu je pro daný druh jednoznačně škodlivá. Vyskytuje se převážně mezi mikroorganismy, z nichž jeden svým metabolismem negativně ovlivňuje druhý. Typickým příkladem je penicilín, látka produkovaná některými plísněmi, která brání růstu bakterií.

Kompetice – škodlivá pro oba druhy, ale někdy nutná. Dochází k ní například při nedostatku potravy, která nestačí pro všechny obyvatele biotopu. Obvykle dochází k vymizení jednoho druhu. Rostliny na určitém místě soutěží o světlo.

Predace (lov kořisti) – býložravci se živí rostlinami, dravci masem býložravců.

Parazitismus – hostitel je zdrojem potravy pro parazita. Soužití je výhodné pro parazita, ale škodlivé pro hostitele, a to i když ten hned neumírá. Příkladem je plíseň révy vinné nebo tasemnice, která cizopasí na obratlovcích.

Mutualismus – jeden z nejobvyklejších vztahů, výhodný pro oba druhy. Lze najít řadu příkladů mutualismu mezi rostlinami a živočichy. U obligátního mutualismu nedokážou oba druhy přežít jeden bez druhého, zatímco fakultativní mutualisté přežijí i každý zvlášť. Symbióza označuje úzké a dlouhodobé soužití, zatímco v jiných formách mutualismu není trvalé soužití nutné.

Příklady:

- Azotobacter (dusík fixující bakterie) na kořenech bobovitých rostlin přeměňuje vzdušný dusík z půdy na potravu pro rostlinu
- mykorrhiza – soužití hub s kořeny rostlin, kdy houba pomáhá rostlině vstřebávat anorganické látky a rostlina houbě poskytuje organické sloučeniny.
- lišejník – symbiotické společenství řasy a houby
- bakterie žijící ve střevech člověka produkující vitamíny
- opylující hmyz – některé rostliny mohou opylovat různé druhy hmyzu, jiné mají speciální květy, které dokáže opylovat pouze určitý druh
- mravenci a mšice – mšice vstřebávají šťávu rostlin a sbírají rosu, kterou potřebují mravenci, ti zase mšice chrání a přenášejí na další rostliny
- ryby čističi a jejich hostitelé – čistič odstraňuje parazity z povrchu či tlamy větší ryby
- bakterie rozkládající celulózu u přežvýkavců a termitů
- juka a skvrnovníčkovití – rostlinu dokáže opylovat pouze tento mol, výměnou do ní klade vajíčka, jeho larvy se živí semeny, ale semen je tolik, že se rostlina přesto dokáže množit
- nezmar zelený žije v symbióze s různými druhy zelených řas – nezmar řasu nepožírá, řasa přetváří nezmarem dodané materiály na organické látky a kyslík, ze kterých má nezmar prospěch

Snímek 7

PRINCIP 6: PŘÍRODA STAVÍ NA ROZMANITOSTI

Rozmanitost je jedna z nejlepších pojistek, které příroda má. Poskytuje přírodě "zálohy", aby nebyla závislá na jediném zdroji potravy, na jediné strategii šíření semen nebo ochrany před predátory. Víme rovněž, že biologický druh s nízkou genetickou rozmanitostí se obtížněji přizpůsobuje změnám prostředí a že ekosystémy s vysokým stupněm biodiverzity jsou stabilnější, zejména v čase dynamických a bouřlivých změn.

Biodiverzita – rozmanitost rostlin a živočichů jak z hlediska veškerého života na Zemi (biologické druhy, genetické bohatství, rozmanitost biotopů), tak i z hlediska ekosystému v konkrétní oblasti (např. Panonská pánev).

Rozmanitější ekosystém je odolnější a méně zranitelný.

Při změně prostředí přežijí a rozmnoží se ti jedinci, kteří jsou schopni se změně přizpůsobit. Čím větší rozmanitost, tím větší je šance se přizpůsobit. Tento proces je zřejmý i na vyšší úrovni – biotopy s vysokým stupněm druhové rozmanitosti se umějí lépe přizpůsobovat změnám.

Zachování biodiverzity je důležité pro ekosystémové služby (např. opylování, tvorba úrodné půdy, regulace podnebí apod.), bez kterých bychom neměli potraviny, čistou vodu ani čistý vzduch.

Ochrana biodiverzity je proto klíčová pro naši budoucnost.

Tropické deštné pralesy – nejvyšší stupeň biodiverzity nalezneme v suchozemských ekosystémech. V deštném pralesu žijí dvě třetiny všech druhů na Zemi. Bohužel však dochází

k rychlému snižování plochy tropických deštných pralesů. Hlavním důvodem kácení je zemědělská výroba. Na místech někdejšího druhového bohatství tak vznikají monokultury.

Korálový útes – tropický ekosystém s největší biodiverzitou. Je domovem 25 % druhů žijících v mořských biotopech. Největší hrozbu pro mořské ekosystémy představuje nadměrný rybolov a znečištění. Ke zničení korálových útesů může dojít v důsledku globálního oteplování. Korály žijí v symbióze s jednobuněčnými řasami, které jsou citlivé na vysokou teplotu a znečištění vody. S růstem hladiny oxidu uhličitého v atmosféře roste i kyselost vody, čímž dochází k rozpouštění korálových útesů.

Monokultura – čím nižší má daný ekologický systém biodiverzitu, tím je zranitelnější, neboť klesá jeho schopnost pružné reakce na změnu. Jinými slovy, čím méně druhů v systému je (např. zemědělské plantáže), tím spíše je systém poškozen i malou změnou (např. výskytem škůdce).

Doubrava a akátina – na maďarském příkladu vidíme, že dubový les má vyšší rozmanitost než les akátový. V doubravě žije více druhů.

K všeobecnému zděšení došlo v listopadu 2004 ke zpusťování tatranských lesů vichřicí. Jednou z příčin bylo, že od 19. století docházelo ve Vysokých Tatrách k vysazování smrků (monokultury složené z mnoha stromů jednoho druhu ve stejném věku), které tam nejsou původním druhem. Situaci dále zhoršilo prudké rozmnožení kůrovce v padlých stromech. Brouk se poté rozšířil i na stojící stromy, čímž došlo k dalším škodám.

Snímek 8

PRINCIP 7: PŘÍRODA VYŽADUJE LOKÁLNÍ ZNALOSTI

Přírodní systémy jsou z podstaty lokální a fungují lokálně. Určité druhy prosperují v určitých podmínkách – roli zde hrají místní i regionální povětrnostní podmínky, složení půdy, kvalita ovduší a teplota vody. Vztahy se utvářejí lokálně a jsou využívány lokální zdroje. Existují samozřejmě stěhovaví ptáci – ale viděli jste někdy, že by si na svoji dlouhou cestu brali s sebou potravu?

Aklimatizace – Aklimatizace představuje adaptaci organismu vyvolanou změnami abiotických faktorů, které jsou zodpovědné za konkrétní podnebí. Mezi vlastnosti podnebí, na které se organismy mohou adaptovat, patří roční průměry, sezónní změny a denní průběh abiotických faktorů.

Souvislosti mezi podnebí a výskytem lesů v Maďarsku – na sprašových půdách Velké dunajské nížiny javor tatarský (do 250 m); v pahorkatinách a vrchovinách dub cer (250–400 m), habr a dub (400–600 m), buk (600–1000 m), borovice (nad 800 m, v Maďarsku tedy pouze na nejzápadnější části území).

Extrazonální adaptace – Lokální klimatické podmínky umožňují výskyt některých druhů mimo jejich obvyklou vegetační zónu. Například

1. buk se vyskytuje na severních svazích a v chladných údolích díky tamějším mikro- a mesoklimatickým podmínkám; 2. dub pýřitý, který je běžně rozšířen na Balkáně, roste i v Maďarsku, a to na jižních svazích tamějších pahorkatin. Obojí můžeme pozorovat např. na Vrchu sv. Michala (pohoří Börzsöny, 484 m, Maďarsko), na jehož jižním svahu rostou duby pýřité a na severním buky.

Intrazonální adaptace – V rámci jednotlivých vegetačních zón existují biotopy spojené s odlišnými podmínkami prostředí, tedy s určitým mikroklimatem, které se odlišuje od makroklimatu obecně panujícího v dané zóně. Jejich vznik obvykle závisí na zdrojích vody, podloží a reliéfu:

- zdroje vody – lesíky, močály, olšové luhy, slané močály
- podloží – písčité lesy, dub pýřitý, louky skalnatých svahů
- reliéf – suťové lesy

Příklady (obrázky v PPT)

- lesní porosty dubu pýřitého – vyskytují se v Maďarsku na jižních svazích hor, dominantním druhem je dub pýřitý, bohaté keřové a bylinné patro
- suťové lesy – na strmých kamenitých svazích, hlavní druhy jsou jasan ztepilý a lípa malolistá, hrají roli při udržování půdyolšové luhy – lesy vzniklé podél vodních toků vrchovin a pahorkatin, hlavním druhem je olše lepkavá
- louky skalnatých svahů – suchomilné traviny, sukulenty (netřesky a rozchodníky)
- tenkozobec opačný – má dlouhé namodralé končetiny, po kterých se pohybuje v mělkých brakických vodách. Má dlouhý nahoru zahnutý zobák, kterým ve vodě pohybuje z jedné strany na druhou, což je jedinečná technika získávání potravy. Tímto pohybem z mělké vody loví korýše a hmyz.
- netřesky – žijí na slunných skalních a kamenitých stanovištích v horách. Přežijí zde díky zásobárně vody v dužnatých listech.
- fenek – původním druhem v pouštích severní Afriky a Arábie. Má neobvykle velké uši, kterými se zbavuje přebytečného tepla. Funkce ledvin, uší a srsti se adaptovaly na pouštní prostředí charakterizované vysokými teplotami a nízkou vlhkostí.
- liška polární – je původním druhem v celém biomu arktické tundry. Je dobře adaptovaná na život v chladném prostředí. Má tlustou, teplou srst, která jí slouží i k maskování. Díky zavalitějšímu tělu minimalizuje ztrátu tělesného tepla.

Rostlinné druhy lze klasifikovat podle následujících ekologických ukazatelů:

- Ukazatel T – udává náročnost druhu na teplotu prostředí (druhy s širokou tolerancí, tundra, tajga, smíšený les, listnatý strom, submediteránní listnatý les, středomořský, stálezelený atlantický les) – kromě druhů s širokou tolerancí jsou rostliny ve své klimatické oblasti.
- Ukazatel W – udává náročnost druhu na vodu a druh stanoviště, na kterém se rostlina nejčastěji vyskytuje (extrémně suché – vláhově vyrovnané – zamokřené). Sukulenty žijí na suchých místech, mají dužnaté listy s tkáněmi zadržujícími vodu; i tkáň vodních rostlin je uzpůsobena vodnímu biotopu).
- Ukazatel R – udává požadavky druhu na pH, tj. zda druh roste na půdách kyselých, nebo zásaditých (druhy s širokou tolerancí, acidofilní – neutrofilní – bazofilní). Kyselou půdou mají rády např. houby, rašeliníky; kyselá je půda jehličnatého lesa; zásaditou půdu preferují i rostliny žijící na skalnatých svazích.
- Ukazatel N – udává náročnost druhu na dusík (půda bohatá na dusík, chudá na dusík, neutrální) – např. kopřivy a bezy preferují půdu bohatou na dusík).
- Ukazatel Z – udává snášenlivost druhu vůči degradaci prostředí (druh nesnášenlivý, druh snášenlivý a druh, kterému se v degradovaném prostředí daří).

Snímek 9

PRINCIP 8: PŘÍRODA USILUJE O ROVNOVÁHU

Ekosystémy vždy směřují k zachování rovnováhy. Zvětšuje se populace myši? Pak se nejspíš zvětší i počet sov, které se myšmi živí, a populace zůstane v rovnováze. Skvělým příkladem jsou lesní požáry – tento přírodní jev vede k obnově, omezuje nadměrný růst a umožňuje regeneraci. Také ale víme, že každý přírodní systém má bod zlomu, kdy dosavadní rovnováha přestává být užitečná a systém přechází do rovnováhy nové.

Ekosystémy mají schopnost samoregulace, tedy udržování dynamické rovnováhy bez extrémních výkyvů.

Například růst populace lumíků vede vždy ve čtvrtém roce k nedostatku potravy. To vede k masové migraci lumíků za novými zdroji potravy a ke snížení lokální populace zpět na udržitelnou úroveň.


Regulace populace kořisti predátory – Lotkův–Volterrov model

S růstem populace kořisti se zvyšuje i populace predátora, což vede ke snížení populace kořisti a to zase ke snížení populace predátora. Tento základní mechanismus vypracovali dva matematici – Američan Alfred J. Lotka a Ital Vittorio Volterra. Příkladem je vztah mezi rysem kanadským a zajícem polárním (celý cyklus trvá asi 10 let). Cyklický charakter vývoje lze pozorovat pouze v polárních krajích, kde se populace kořisti skládá z malého počtu druhů, a tak predátor nemůže přecházet z jednoho druhu na jiný.

Vztah mezi predátorem a kořistí je ve skutečnosti mnohem složitější. Kromě faktorů kořisti a predátora závisí také na faktoru rostlin, kterými se živí kořist, alternativní kořisti pro predátora, povětrnostních podmínek (drsná nebo mírná zima) apod. Z toho důvodu kolísá počet jedinců v populaci s mnohem menší pravidelností.

Ve skutečnosti je většina predátorů polyfágní – přijímá různou potravu. Proto jsou výkyvy v jejich populaci mnohem menší. V případě komplexního potravního řetězce nastává vysoká stabilita, tedy menší výkyvy křivky (amplitudy).

Nosná kapacita prostředí

Žije-li biologický druh v příhodných podmínkách, zplodí každý otec a matka za život více než dva potomky (tj. další generace více než nahradí tu předchozí). V pomyslné ideální populaci, kde jedinci nepodléhají vlivům prostředí, roste počet jedinců exponenciálně, tedy dochází k dramatické změně ve velikosti populace. V přírodě však exponenciálnímu růstu brání faktory prostředí (např. podnebí, potrava, predátoři, nemoci, úkryty aj.).
 růstem hustoty jedinců se objevují nové limitující faktory – klesá množství potravy na jedince a usnadňuje se šíření nemocí a parazitů. Tím dochází ke zpomalení a zastavení populačního růstu. I při nízké hustotě jedinců je pak populace ovlivňována faktory jako srážky, teplota, vítr apod.

Hustota populace, při které se populace nemůže trvale zvětšovat, se nazývá nosná kapacita prostředí (K). Počet jedinců v daném biotopu nesmí trvale převyšovat jeho nosnou kapacitu.

V druhově bohatých biotopech nedochází k extrémním výkyvům počtu jedinců, k těm však může docházet ve společenstvech druhově chudých (např. monokultura).

Stabilita přírodních společenstev = rezistence, schopnost odolávat narušení

Je-li systém vystaven vnějším vlivům, může reagovat rezistentně, nebo resilientně. V prvním případě odvrací útok, ve druhém se úspěšně adaptuje na nové podmínky, tj. dokáže se vrátit do původního stavu. Resilience je také síla ovlivňující uspořádání systému. V případě šoku se systém vychyluje z původní rovnováhy a poté se přeuspořádává a obnovuje v jiné podobě.

Snímek 10

PRINCIP 9: PŘÍRODA VYUŽÍVÁ SÍLU OMEZENÍ



Upřímně, neomezený růst na omezené Zemi není dobrý nápad. Omezením podléhají všechny živé bytosti. Rozvoj biologických druhů i systémů závisí na věku, klimatu, hustotě populace a řadě dalších faktorů. Příroda našla spoustu chytrých způsobů, jak se s těmito limity vyrovnat, a přesto být dlouhodobě co nejproduktivnější.

Sukcese

Ekologická sukcese je proces změny v druhové struktuře společenstva. Jde o proces jednosměrný, při kterém je jedna z populací, ze kterých se společenstvo skládá, úplně či částečně nahrazena populací jinou. V průběhu sukcese se nejprve objevuje pionýrský (počáteční) druh. Proces sukcese se uzavírá vznikem cílového (klimaxového) společenstva.

- Charakteristiky pionýrského společenstva – sestává z vysoce přizpůsobivých, jednoletých r-stratégů s širokou tolerancí.
- Charakteristika cílového společenstva – maximálně všestranné společenstvo s maximální produktivitou v daných klimatických podmínkách. Převládají v něm K-stratégové a objevují se také druhy s úzkou tolerancí.

Dva druhy sukcese:

- Primární sukcese – na daném území dosud neexistuje žádný život. Příklady: po sopečné činnosti, pohyblivé písky, suť, ledovcová moréna 
- Sekundární sukcese – proces sukcese je znovu odstartován ve společenstvu, které je dlouhodobě stabilní. Příklad: doplnění zásob stojaté vody, zastavení seče horské louky, les po požáru 

Cílová společenstva jsou obecně rezistentní, ale mají omezenou resilienci, zatímco u primárních nebo přechodných společenstev je menší rezistence vyvážena větší resiliencí.

Stratégové typu r a K

Živočišné druhy lze rozdělit do dvou hlavních skupin – na r-stratégy a K-stratégy.

- r-stratégové – mají krátký život, malé tělo, rychle se množí a plodí mnoho potomstva, rychle početně rostou, ale také rychle vymírají při nepříznivých životních podmínkách, což vede ke značnému kolísání populace, obvykle nemají teritorium. Při správných okolních podmínkách se rychle rozmnožují, dosahují maximální populace, ta se pak rychle zmenšuje v důsledku vyčerpání zdrojů prostředí. Jakmile se obnoví příznivé podmínky,
- K-stratégové – dlouhý život, velké tělo, málo dobře opečovávaných potomků, nízká úmrtnost, stabilní populace, často mají teritorium. Počet jedinců odpovídá nosné kapacitě prostředí (K). Příklady: stromy, savci apod. začínají se opět rychle rozmnožovat. Žijí v dynamických a nepředvídatelných prostředích (poušť, tundra, pravidelně zaplavovaná stanoviště). Příklady: bakterie, hlodavci, jednoletky, některé druhy hmyzu.

W1.1 VÝKLAD DEVĚTI PRINCIPŮ

Stručný popis přírodních principů

1. Příroda funguje díky slunci

Sluneční záření slouží přírodě jako hlavní zdroj energie. Tento nevyčerpatelný zdroj poskytuje organismům teplo a ultrafialové záření. Lze tedy říci, že příroda je poháněna sluncem. Lidé využívají ropu a uhlí. Tyto zdroje jsou neobnovitelné a při jejich spalování vzniká CO₂, který je příčinou změny klimatu. Kdybychom se chovali stejně jako příroda, zabránili bychom oteplování planety Země. Moudrý člověk by napodobil přírodu a spojil by svou budoucnost s obnovitelnými zdroji.

2. Příroda spotřebovává pouze energii, kterou potřebuje

Příroda spotřebovává pouze to, co potřebuje. Proč se stejně nechováme i my? Naše hospodářství je zaměřené na maximalizaci výstupu a spotřebovává obrovské množství energie. Převládáme jídlo po světě sem tam, protože je to ekonomičtější, vyjde to levněji. Zdá se, že řada rozhodnutí se řídí pouze penězi, nikoli tím, kolik energie spotřebujeme. Jak se můžeme naučit optimalizovat zboží a služby tak, abychom energii nehlali, ale jen usrkávali?

3. V přírodě se forma uzpůsobuje účelu

Stromy zapouštějí kořeny, aby mohly čerpat z půdy vodu a živiny, rozkládají větve, aby zvýšily povrch listů a pohltily dostatek slunečního záření k výrobě energie a růstu. Semena bývají lehká a některá jsou vybavena i padáčkem, který jim umožňuje plachtit vzduchem. Příroda svá konstrukční řešení uzpůsobuje požadované funkci – a stejnou zásadou by se měly řídit i naše budovy, dopravní systémy a školy.

4. Příroda recykluje vše

Když něco vyhadzujeme, měli bychom se ptát kam. Zamyslete se nad tím. Všechno, co vznikne v přírodě, je biologicky odbouratelné, žádný odpad tu není. I v přírodě může být hojnost (stačí se podívat na rozkvetlou třešeň), ale vše tu má svůj účel, promění se v potravu a živiny pro druhé. Přirozená existence borové šišky skončí tím, že se šiška rozpadne a vzniklé materiály najdou nové uplatnění v koloběhu života.

5. Příroda odměňuje spolupráci

Ano, soutěž je součástí přírody, ale dochází k ní pouze v případě nutnosti. Většinou je příliš energeticky náročná. Mállokterá součást přírody však existuje sama o sobě. Jak tedy vypadá interakce? Rostliny se nemohou rozmnožovat bez opylovačů a ti se zase živí nektarem, který sbírají. Slunéčkovití žerou mšice, čímž chrání zdraví rostlin. Příroda funguje na základě spolupráce, která pomáhá chránit zdraví celého systému.

6. Příroda staví na rozmanitosti

Rozmanitost je jedna z nejlepších pojistek, které příroda má. Poskytuje přírodě "zálohy", aby nebyla závislá na jediném zdroji potravy, na jediné strategii šíření semen nebo ochrany před predátory. Víme rovněž, že biologický druh s nízkou genetickou rozmanitostí se obtížněji přizpůsobuje změnám prostředí a že ekosystémy s vysokým stupněm biodiverzity jsou stabilnější, zejména v čase dynamických a bouřlivých změn.

7. Příroda vyžaduje lokální znalosti

Přírodní systémy jsou z podstaty lokální a fungují lokálně. Určité druhy prosperují v určitých podmínkách – roli zde hrají místní i regionální povětrnostní podmínky, složení půdy, kvalita ovzduší a teplota vody. Vztahy se utvářejí lokálně a jsou využívány lokální zdroje. Existují samozřejmě stěhovaví ptáci – ale viděli jste někdy, že by si na svoji dlouhou cestu brali s sebou potravu?

8. Příroda usiluje o rovnováhu

Ekosystémy vždy směřují k zachování rovnováhy. Zvětšuje se populace myši? Pak se nejspíš zvětší i počet sov, které se myši živí, a populace zůstane v rovnováze. Skvělým příkladem jsou lesní požáry – tento přírodní jev vede k obnově, omezuje nadměrný růst a umožňuje regeneraci. Také ale víme, že každý přírodní systém má bod zlomu, kdy dosavadní rovnováha přestává být užitečná a systém přechází do rovnováhy nové.

9. Příroda využívá sílu omezení

Upřímně, neomezený růst na omezené Zemi není dobrý nápad. Omezením podléhají všechny živé bytosti. Rozvoj biologických druhů i systémů závisí na věku, klimatu, hustotě populace a řadě dalších faktorů. Příroda našla spoustu chytrých způsobů, jak se s těmito limity vyrovnat, a přesto být dlouhodobě co nejproduktivnější.