

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

**KATEDRA EKOLOGIE KRAJINY**



**Návrh vzdělávacího programu ekologické výchovy**

**pro nižší stupeň základní školy**

**Ecological education program for lower Primary School**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Vedoucí práce:**

**doc. Ing. Kateřina Berchová, Ph.D.**

**Autor práce:**

**Petra Soušková**

**© 2011**

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Kateřiny Berchové, Ph.D., a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Nové Vsi v Horách 1. 3. 2011

.....

## **Poděkování**

Děkuji paní doc. Ing. Kateřině Berchové, Ph.D. za věcné připomínky a vedení mé bakalářské práce.

V Nové Vsi v Horách 1. 3. 2011

.....

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce s názvem „Návrh vzdělávacího programu ekologické výchovy pro nižší stupeň základní školy“ se zabývá základními informacemi o ekosystémech české republiky (fungování ekosystémů, rozdělení a konkrétní typy) a následnému vytvoření vzdělávacího programu pro žáky nižších stupňů základních škol. Vzdělávací program je vytvořen pro děti zábavnější formou testů, doplňovaček, poznávaček apod. Je využit na žácích ze základních škol Horní Jiřetín, Jirkov a Most, na nichž si studentka vyzkoušela práci s dětmi v praxi a vyhodnotila jejich znalosti a postřehy v oblasti ekologické výchovy.

## **Klíčová slova**

Ekologická výchova, vzdělávací program, ekosystém, organismus, populace, jedinec, společenstvo

## **Abstract**

This thesis entitled "Proposal of environmental education curriculum for lower primary school" deals with basic information about the ecosystems of the Czech Republic (the functioning of ecosystems, distribution and specific types) and the subsequent creation of the curriculum for pupils of lower grades of primary schools. The educational program is designed for children entertaining tests etc. It was used for teaching in primary schools Horní Jiřetín, Jirkov and Most, where the author tried to work with children in practice and assess their knowledge and insights in environmental education.

## **Keywords**

Environmental education, educational program, ecosystem, organisms, ecological functions, populations, species, community of species

## **Obsah**

Prohlášení .....	3
Poděkování .....	4
Abstrakt .....	5
Klíčová slova .....	5
Abstract .....	6
Keywords .....	6
Obsah .....	7
1. Úvod .....	9
2. Historie a současnost ekologické výchovy .....	11
3. Tvorba vzdělávacího programu .....	13
4. Hierarchické uspořádání v ekosystémech.....	14
4.1 Jedinec .....	15
4.2 Druh.....	17
4.3 Populace .....	19
4.4 Společenstvo .....	23
4.5 Ekosystém .....	24
5. Fungování ekosystémů .....	25
5.1 Organismy v ekosystémech .....	25
5.2 Potravní řetězce .....	26
5.3 Mezidruhové vztahy .....	27
5.4 Biochemické cykly .....	31
5.4.1 Koloběh vody .....	31
5.4.2 Koloběh uhlíku .....	32
5.4.3 Koloběh kyslíku .....	32

5.4.4 Koloběh dusíku .....	33
5.4.5 Koloběh fosforu .....	33
5.5 Fotosyntéza .....	34
6. Rozdělení ekosystémů .....	35
6.1 Z hlediska typu prostředí .....	35
6.2 Z hlediska vlivu člověka .....	35
7. Typy ekosystémů .....	36
7.1 Lesy .....	37
7.2 Vodní ekosystémy .....	41
7.3 Pole a louky .....	44
8. Materiál a metodika.....	45
9. Výsledky .....	46
10. Diskuze .....	50
11. Závěr .....	55
Přehled literatury a použitých zdrojů .....	56
Seznam Příloh .....	60

## 1. Úvod

Tato bakalářská práce s názvem Vytvoření vzdělávacího programu ekologické výchovy pro nižší stupeň základní školy se v teoretické části zabývá zpracováním informací, týkajících se ekosystémů - hierarchickým uspořádáním v ekosystémech (jedinec, druh, populace, společenstvo, ekosystém), konkrétními typy organismů (producenti, konzumenti a rozkladači), kteří jsou zastoupeni v pastevně kořistnickém, parazitickém, dekompozičním potravním řetězci. Dále jsou rozebrány mezidruhové vztahy, jako jsou neutralismus, symbióza, protokooperace, komenzalismus, konkurence, predace a parasitismus. Jsou popsány nejvýznamnější biochemické cykly - koloběh vody a biogenních prvků (uhlíku, kyslíku, dusíku, fosforu). Ekosystémy lze dělit z hlediska typu prostředí na vodní a suchozemské a z hlediska vlivu člověka na přirozené a umělé. Nakonec je rozebrán ekosystém lesa, vodní ekosystémy a pole a louky.

V praktické části je vytvořen návrh vzdělávacího programu, který je určen pro žáky nižšího stupně základní školy. Několik žáků ze základních škol v Mostě, Jirkově a Horním Jiřetíně bylo obeznámeno s danou problematikou pomocí power-pointové prezentace a následně vyplnili úkoly, které byly vytvořeny zábavnější formou podáváček, testů, doplňovaček apod. Vzdělávací program by mohl být využíván na základní škole například jako doplňující materiál k výuce přírodopisu nebo přírodopisného kroužku.

Inspirací pro vznik tématu bylo také ekologicky zaměřené prostředí, ve kterém studentka pracuje. Od začátku roku 2009 je zaměstnána ve Vzdělávacím a rekreačním centru Lesná, o.p.s. jako administrativní pracovník v projektu „Environmentální vzdělávání pro život“. Žáci základních a středních škol Ústeckého kraje navštěvují VRC Lesná v tří denních pobytech, kde prohlubují své znalosti v oblasti ekologické výchovy a ochrany životního prostředí. Vytvořeno bylo sedm vzdělávacích modulů – Environment – úvod do problematiky, Životní prostředí, Krajina, Voda, Ovzduší, Energetika a obnovitelné zdroje energií a Odpady. Hlavní důraz je kladen na výuku v terénu, kde se žáci seznamují s okolím Krušných hor.



Dalším projektem probíhajícím ve VRC Lesná je „Ekologická měření v praxi – odborné kompetence žáků“. Zde se žáci během pětidenních pobytů seznamují s moduly Lesnictví v Krušných horách, Zemědělství v Krušných horách, Zvláště chráněné a významné druhy v Krušných horách, Geologie v Krušných horách, Meteorologie, Astronomie, GIS a GPS – Ekologické mapování a Vzdělávání ke zdraví.

## **2. Historie a současnost ekologické výchovy**

O historii ekologické výchovy a jejím současném stavu píše např. *Horká 1994* ve své publikaci *Ekologická výchova na 1. Stupni základní školy*.

Kořeny výchovy vztahu k životnímu prostředí nacházíme již v první republice (1918 – 1938), kdy se skupiny nadšených jedinců orientovali na ochranu přírody. V té době se ochrana přírody prolínala učivem prvouky, občanské nauky a vlastivědy, kde například otázka péče ochrany přírody byla spojována s ochranou lesa. Ochrana přírody byla zaměřena na ochranu vzácných a ohrožených částí krajiny, rostlin, živočichů atd. (*Horká 1994*).

V 60 letech se zavádí komplexní výchova k ochraně živých organismů i jejich prostředí a usiluje o ochranu původní fauny a flóry. Stále se vyskytovali nadšení jedinci v oblasti ochrany přírody, pracující s dětmi a mládeží, kteří např. pořádali ochránářské tábory apod. Ve školách se ochrana přírody vyskytovala ve formě zájmových kroužků a nepovinných forem výuk (*Horká 1994*).

V 70. letech se dostává do popředí širě pojatá výchova k ochraně a tvorbě životního prostředí čili výchova k péči o životní prostředí. Přístup k problematice životního prostředí se bere s ohledem nejen na přírodu, ale také na člověka s jeho sociálním a kulturním prostředím včetně vztahů mezi lidmi (*Horká 1994*).

Pojem ekologická výchova se začíná používat v 80. letech. Východiskem se stává ekologie – věda o vzájemných vztazích mezi organismy a jejich a jejich prostředím a mezi organismy navzájem. Otázky reprodukce, uchování a kultivace ekosystémů jsou spojovány s problematikou bytí člověka a to nejen ve smyslu biologického přežití. Od 70. let se dostávají do popředí mezinárodní jednání, které dodávají výchově k péči o životní prostředí více prestiže, např. Stockholm 1972, Bělehrad 1975 nebo Tbilisi 1977. Byly přijaty dokumenty jako např. Zásady výchovy k péči o životní prostředí, jako součást usnesení vlády ČSR č. 86 – 1997, Světová chрта ochrany přírody – 1983, Doporučení k problémům ekologického vzdělávání ve středních a vysokých školách – 1983 atd (*Horká 1994*).

Listopadovou revolucí 1989 se u nás ukončilo období politické, hospodářské i duchovní anormality a začala složitá etapa řešení všech problémů, včetně ekologických. Na některých základních školách byly zavedeny nepovinné ekologické praktiky, na středních a vysokých školách ekologické předměty a semináře. Vznikaly

mateřské, základní i střední školy se zaměřením na ekologickou výchovu a ekologicko-výchovné programy pro školy (*Horká 1994*).

Ekologická výchova se dále potýká se změnami začátkem 90. let. Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy či ministerstvem životního prostředí jsou opět přijímány četné dokumenty jako například Státní program péče o životní prostředí, Program ozdravení životního prostředí v ČR, Strategie ekologické výchovy z pozic nevládních organizací, Strategie státní podpory ekologické výchovy atd. Ekologická výchova je stále chápána jako aktivita, kterou lze zajistit nadšeneckými iniciativami a která tudíž nepotřebuje zvláštní podporu společnosti - Strategie ekologické výchovy z pozic nevládních organizací, 1992 (*Horká 1994*).

V současné době se na environmentální výchovu klade značný důraz a vedení dětí k ochraně o přírodu a životní prostředí je stále aktuálnější. Mnoho organizací se věnuje právě této problematice v rámci vzdělávacích ekologických programů, kroužků, školní a mimoškolní činnosti dětí a mládeže, ale také vzdělávání dospělých osob, především pedagogů a také dětí předškolního věku.

### **3. Tvorba vzdělávacího programu**

Vzdělávací programy mohou být profesní nebo zájmové. Bez ohledu na skutečnost, o jaké vzdělávání se jedná, je nutné položit následující otázky (*Marinková, Bydžovská 2004*) :

1. **PROČ** - jaký je smysl vzdělávacího programu, jaké jsou jeho cíle, jaké hodnoty v něm budou zdůrazňovány apod.
2. **JAK** – jakým způsobem bude vzdělávací program realizován a jaké učební strategie budou při realizaci využívány.
3. **PRO KOHO** - pro koho (pro jakou část populace) je program připravován.
4. **KDY** – kdy, v jakém čase bude program realizován.
5. **V ČEM** - jaký bude jeho obsah.
6. **ZA JAKÝCH PODMÍNEK** - v jakém prostředí, s jakým vybavením apod. bude realizován.
7. **S JAKÝMI EFEKTY** - jaké vzdělávací výsledky jsou očekávány.

#### **4. Hierarchické uspořádání v ekosystémech**

**Jedinec** je základní jednotkou živé přírody, je to organismus schopný samostatného života, zejména výměny látkové (metabolismus) a rozmnožování (reprodukce).

**Druh** je soubor sobě tělesně i metabolicky podobných jedinců, kteří tuto svou podobnost předávají z generace na generaci. Více jedinců stejného druhu na určitém území tvoří **populaci**. Organismy různých druhů, žijící na určitém území tvoří **společenstvo**. Soubor biotických (společenstva organismů) a abiotických (sluneční záření, vzduch, voda a půda) faktorů vyskytujících se na určitém území se nazývá **ekosystém** (Ambrozek a kol. 2001).

## 4.1 Jedinec

**Jedinec** je základní jednotkou živé přírody, je to organismus schopný samostatného života, zejména výměny látkové (metabolismus) a rozmnožování (reprodukce) (*Ambrozek a kol. 2001*).

V nejjednodušších případech jsou jedinci neboli organismy tvořeni jedinou buňkou (jedbuněční organismy), především je ale tvoří buňky, seskupené v tkáň a orgány (mnohubuněční organismy). Jedinci jsou představiteli druhů. Druh tedy představují stejní jedinci daného genetického základu (*Kupec 2001, Semorádová 2001*).

Z potřeb každého jedince vycházejí jeho požadavky na prostředí. Optimální vlastnosti prostředí jsou takové, které danému organismu vyhovují nejlépe. U menších běžných změn prostředí stačí k udržování **homeostáze** vlastní autoregulační mechanismy organismu. Homeostázi rozumíme schopnost autoregulace organismů. Jako **stres** působí na organismus náhlé větší změny prostředí, to může být například náhlá změna teploty, vlhkosti nebo výskyt toxických látek.

**Odezva organismů** na takové změny může probíhat reakcí, adaptací, deformací nebo úhynem. **Reakce** je způsobena jednorázovým podnětem v krátkém čase, převážně u živočichů a člověka. **Adaptace** je pomalejší a podnět je zde dlouhodobý. Jsou vhodné, jelikož při změněných podmínkách vedou k zachování homeostatické rovnováhy. Protikladem reakce a adaptace je **deformace**. Jsou způsobeny příliš silným podnětem a končí patologickým stavem nebo smrtí (*Semorádová 2001*).

Vymezení všech životních potravních, prostorových aj. nároků, které umožňují prostorové a funkční začlenění do struktury ekosystému, se nazývá **ekologická nika**. Dva různé druhy nemohou současně obývat stejnou ekologickou niku, vždy jeden druh vytěsňuje druhý. Čím je větší složitost struktury ekosystému, tím roste počet ekologických nik, a tím i počet druhů. Čím jsou druhy příbuznější, tím mají podobnější ekologickou niku (*Ambrozek a kol. 2001*).

Každý jedinec určité prostředí, které na něj působí tzv. **ekologickými faktory** – faktory prostředí. Tyto faktory se z hlediska svého původu dělí do dvou skupin – abiotické a biotické. **Faktory abiotické** (neživotné) mohou být například klimatické,

hydrické nebo edafické. Mezi **biotické faktory** (životné) patří interakce různých rostlin, živočichů, mikroorganismů i člověka (*Stanowski 1993*).

Určitý faktor se může stát limitujícím, když příliš poklesne nebo naopak vzroste jeho intenzita nebo kvalita. Jestliže je na stanovišti nějaký faktor v minimu, jsou omezeny funkce, růst nebo vývoj organismu a právě tento faktor má určující význam, přitom platí **zákon minima** – Liebigův zákon. Každý jedinec má ale vůči jednotlivým faktorům určitou toleranci, taková míra odolnosti se nazývá ekologická amplituda druhu. Na základě rozpětí, které je jedinec schopen tolerovat se vyjadřuje **zákon tolerance**. Americký přírodovědec V. E. Shelford v roce 1913 popsal zákon tolerance tak, že existence organismu je určena ekologickou amplitudou druhu - rozsahem jeho tolerance neboli minimální a maximální hodnotou určitého faktoru (*Semorádová 2001*).

K určitému faktoru prostředí se vztahuje **ekologická valence**, která určuje rozpětí faktoru, popř. šíři celého souboru faktorů, ve kterém určitý organismus může úspěšně existovat. Největší rozšíření mají organismy, které mají široký rozsah tolerance ke všem faktorům. V případě, že je ekologická valence úzká, vyznačuje se předponu steno-, je-li široká předponou eury- s názvem určitého faktoru. Obecně se organismy dle valence rozlišují na stenovalentní a euryvalentní, z hlediska faktoru teploty na stenotermní a eurytermní, z hlediska faktoru salinity na stenohalinní a euryhalinní apod. (*Stanowski 1993*).

Organismy s úzkou amplitudou se mohou vyskytovat při nízkých, středních i vysokých hodnotách ekologického faktoru. Při podobných rozlišení organismů se používají předpony oligo- (nízké hodnoty), mezo- (střední hodnoty) a poly- (vysoké hodnoty) (*Ligač 1991*).

## **4.2 Druh**

**Druh** je soubor sobě tělesně i metabolicky podobných jedinců, kteří tuto svou podobnost předávají z generace na generaci.

Pro porozumění výskytu a početnosti nějakého druhu, je důležité znát historii druhu, zdroje potřebné pro jeho život, údaje o množivosti, úmrtnosti a migraci dané populace, vztahy k vlastnímu druhu a jiným druhům a vlivy podmínek prostředí na určitý druh (*Begon a kol. 2005*).

Podle toho, jaká území biologické druhy obývají, se mohou dělit druhy na **eurytopní** a **stenotopní**. Eurytopní druhy jsou schopny obývat všechny oblasti. Stenotopní druhy obývají malá omezená území, mohou to být druhy, které ustupují a vymírají nebo druhy, které teprve vznikají a neměly dosud čas se rozšířit (*Lucas 2004*).

Dále dělíme druhy na **sympatrické** (žijí v jednom ekosystému, kde se obvykle vyskytují pohromadě) a **alopatrické** (žijí odděleně) (*Lucas 2004*).

### **Vznik druhů – tři modely sociálních procesů**

1. Speciace alopatriká – rozsáhlý areál původního druhu je geografickou bariérou, například vodním tokem nebo horským masivem na dvě části. Obě oddělené populace se tak dlouhodobě nezávisle vyvíjejí. Na obou stranách bariéry se vlivem abiotických a biotických vlivů hromadí postupné změny. Po řádu statisíců či miliónů let se i po zmizení bariéry se nebudou daní jedinci obou populací identifikovat jako jeden druh, ale jako již dva odlišné, ale příbuzné druhy. Příkladem je například oddělení bizona amerického (*Bison bison*) od zubra evropského (*Bison bonasus*). V případě zmizení geografické bariéry před reprodukční bariérou zůstávají dané populace stále stejným druhem ([http://etext.czu.cz/img/skripta/68/014\\_024-1.pdf](http://etext.czu.cz/img/skripta/68/014_024-1.pdf)).

2. Speciace peripatriká – areál původního druhu často osciluje (např. kolísá vlivem krátkodobých změn klimatu). Po zmenšení celkového areálu zůstane často řada malých izolovaných populací, které se mění během cca tisíců až desetitisíců let v izolaci. Většina takových populací vymře, ale občas některá populace přežije a může během mnoha generací vytvořit odlišný druh. Často nelze jednoznačně rozhodnout, zda oba taxony klasifikovat jako různé druhy nebo poddruhy jednoho



druhu. Někdy vznikají mezi populacemi kříženci. Příkladem je skokan zelený (*Rana* kl. *esculenta*), který vzniká hybridogenetickým křížením populací skokana skřehotavého (*R. ridibunda*) a skokana krátkonohého (*R. lessonae*) ([http://etext.czu.cz/img/skripta/68/014\\_024-1.pdf](http://etext.czu.cz/img/skripta/68/014_024-1.pdf)).

3. Sympatrická speciace – nejnovější model vzniku více druhů z jediného druhu. Bývá například modelem navrhovaným k vysvětlení speciace u monofágních nebo oligofágních herbivorů (býložravců s druhově omezeným spektrem potravy), kteří v evolučním čase přecházejí skokem z původní živné rostliny na další druhy rostlin, a ztrácejí tím biologický kontakt s jedinci původní populace ([http://etext.czu.cz/img/skripta/68/014\\_024-1.pdf](http://etext.czu.cz/img/skripta/68/014_024-1.pdf)).

**Ohrožené druhy** jsou druhy, jejichž existence je z různých příčin ohrožena. Dle IUCN (International Union for Conservation of Nature – Mezinárodní svaz ochrany přírody) se rozdělují ohrožené druhy do kategorií (*Ambrozek a kol. 2001*):

- vyhynulé nebo vyhubené (Ex)
- vyhynulé nebo vyhubené ve volné přírodě (EW)
- obecně ohrožené: kriticky ohrožené (CR), ohrožené €, zranitelné (U),
- méně ohrožené: závislé na ochraně (CD), téměř ohrožené (NT), málo dotčené (LC)
- taxon, o němž nejsou dostatečné údaje (DD)
- nevyhodnocené (NE)

### **4.3 Populace**

**Populaci** tvoří více jedinců stejného druhu na určitém území. Je to homotypický soubor jedinců, který je schopný vzájemného rozmnožování.

Demekologie (populační ekologie) je věda, která se zabývá vzájemnými vztahy populací a jejich prostředí, u lidské populace se taková věda nazývá demografie.

Populace lze popisovat dle biologických nebo skupinových parametrů. Biologické parametry jsou společné s vlastnostmi jedinců tvořící danou populaci. Každá populace má svou strukturu a organizaci, rozmnožuje se, vyvíjí, roste a zachovává při životě. Skupinové parametry nelze přiřadit k jedincům, vztahují se k populaci jako celku. Patří sem atributy o číselných vztazích a strukturách (migrace, natalita, mortalita, hustota) a atributy týkající se hlavních genetických vlastností (věk, pohlaví, stupeň ontogeneze). (*Stanowski 1993*)

**Hustota populace (abundance)** je počet jedinců stejného druhu, vyskytujících se na určitém na určitém území, vztahené na jednotku plochy, popřípadě objemu. Hustota populace se musí udržovat v určitém rozmezí. Přežití populace může být ohroženo v případě, že je hustota nízká nebo nepřesahuje určité minimum a snižuje se tak pravděpodobnost setkání jedinců za účelem rozmnožení. Je-li naopak hustota příliš vysoká, probíhá v populaci konkurenční boj o místní zdroje, který vede ke snížení množivosti a vzrůstu úmrtnosti. (*Lucas 2004*)

Tři základní způsoby vyjadřování abundance:

- populační velikost: sčítání jedinců v ohraničených populacích (census) a neohraničených populacích (vzorkování).
- absolutní populační hustota: počítají-li se jedinci na jednotku plochy.
- relativní populační hustota: pomocí populačních indexů. (*Tkadlec 2008*)

Velikost populace je dána třemi procesy – migrací, natalitou a mortalitou. (*Tkadlec 2008*)

**Šíření populace** je tendence populací rozpínat se do všech stran. Šíření je podmíněno pohybovými schopnostmi druhu a omezováno geografickými hranicemi (hory, řeky atd.). Mezi typy šíření patří emigrace, imigrace a migrace (*Lucas 2004*):

- Emigrace (vystěhování) je pohyb jedinců populace z původního území, bez úmyslu návratu zpět.
- Imigrace (přistěhování) je opakem emigrace – příchod populace, která vznikne z jiných jedinců z jiných zón.
- Migrace (tah) je případ, kdy jedinci některých populací opouštějí území v určitých ročních obdobích a v jiných se na něj vracejí zpět.

Šíření ve značné míře závisí na vrozené schopnosti jedinců nebo diaspor – pohyblivost (vagilita).

**Disperze** je rozmístění jedinců v populaci na určité ploše. Jedinci určité populace mohou být v ekosystému rozmístěni rovnoměrně, náhodně nebo skupinovitě (*Ambrozek a kol. 2001, Lucas 2004*):

- Rovnoměrná disperze - Jedinci jsou rozmístěni v pravidelných intervalech, např. hnízda v kolonii mořských ptáků. Může se vyskytovat tam, kde mezi jedinci stejného druhu dochází ke konkurenci, a ti si vytvářejí vzájemný odstup, přičemž každý jedinec obsadí určité území.
- Náhodná disperze - Jedinci jsou v prostředí rozmístěni nepravidelně a nemají tendenci se shlukovat, např. skladištní škůdci.
- Skupinovitá (shloučená) disperze je nejčastější. Jedinci jsou rozmístěni v rodinách, stádech, hejnech nebo skupinách, např. stáda kopytníků. Nejsilnější konkurence uvnitř druhu se při tvorbě skupin vyrovnává největší šancí na přežití.

**Růst populace** je zvyšování počtu jedinců v populaci množením, je-li jejich množivost větší než úmrtnost. Vyjadřuje se množstvím nově přibylých jedinců za jednotku času (*Ambrozek a kol. 2001*).

Narůstání početnosti se vyjadřuje křivkami:

- Růstová křivka tvaru J – početnost roste z nízkých hodnot nejprve pomalu (fáze akcelerační), poté následuje strmý růst početnosti (fáze exponenciální), který probíhá nepřetržitě do vyčerpání životních zdrojů, do ukončení rozmnožovacího období nebo do náhlého úniku limitujících faktorů. Po zastavení růstu početnost populace klesne (*Ambrozek a kol. 2001*).
- Růstová křivka tvaru S – početnost roste z nízkých hodnot (fáze akcelerační), prudce se zvýší (fáze exponenciální), v důsledku odporu prostředí se růst

postupně zpomaluje, křivka se postupně vyrovnává (fáze retardační) a blíží se k únosné kapacitě prostředí. V případě, že ji přesáhne, dojde ke snížení na stabilizovanou úroveň nebo k vymření populace až do minimálních hodnot (Ambrozek a kol. 2001).

Zákon o exponenciálním růstu populace (Turchil 2001) říká, že jestliže prostředí, ve kterém žijí jedinci je konstantní, populace roste nebo klesá exponenciálně.

Růst populace se vyjádří exponenciálními funkcemi tvaru.

$$N(t) = N_0 \cdot e^{r \cdot t}$$

Kde  $t$  je čas,  $r$  rychlost růstu populace,  $N(t)$  počet jedinců za čas a  $N_0$  výchozí počet jedinců. Při nosné kapacitě prostředí  $K$  má tvar:

$$N(t) = K (1 - e^{-r \cdot t})$$

Rozdíl mezi těmito funkcemi vyjadřuje vliv prostředí, který růst populace omezuje. Zpomalení odezvy na prostředí způsobí, že populace podlehně kolem hranice  $K$  výkyvům. (Šoch, 1998)

**Struktura populace** - Každá populace má svou prostorovou, sociální, věkovou, sexuální, časovou, velikostní, hmotnostní strukturu aj. (Semorádová 2001):

Prostorová struktura je rozmístění, rozptyl neboli disperze jedinců. Rostliny se rozmisťují obvykle pasivně, kdy části rostlin bývají přenášeny tzv. vektory, např. vítr (anemochorie), živočichové (zoochorie), voda (hydrochorie) nebo člověk (antropochorie). Živočichové se přemisťují aktivním způsobem, tzv. lomokací.

Sociální struktura (sociabilita) vyjadřuje vztahy mezi jedinci. Rozlišuje se sociabilita reprodukční (vztah k rozmnožování), nereprodukční (náhodně vzniklá volná agregace, kongregace vzniklá vlivem vnějších faktorů).

Věková struktura je zastoupení věkových kategorií v populaci. Rozeznáváme tři fáze – prerreproduktivní (mladí, pohlavně nedospělí jedinci), reproduktivní (dospělí, reprodukce schopní jedinci) a postreproduktivní (staří, reprodukce neschopní jedinci). Na základě poměru mezi těmito fázemi, které charakterizují schopnost růstu dané populace, lze členit populace do čtyř skupin – explozivně se rozvíjející populace, mladé rovnoměrně rostoucí populace, vyvážené stabilní populace, a vymírající populace.

Sexuální struktura vyjadřuje zastoupení pohlaví jedinců v populaci. Poměr samčích a samičích jedinců závisí na faktorech, jako jsou druh, věk, způsob rozmnožování, populační hustota, podmínky prostředí apod.

Časová struktura je rozptýl v čase. Jedinci jsou v populaci rozptýleni i v čase, v různých periodách – rytmy cirkadiární, sezónní, lunární nebo geologické.

Eulerova-Lotkova rovnice:

$$1 = \sum_x e^{-rx} l_x m_x$$

Eulerova-Lotkova rovnice je základní demografickou rovnicí, vyjadřující vztah populačního růstu a populační struktury. Lze z ní odvodit vztahy pro generační čas a reprodukční hodnotu (*Tkadlec 2008*).

## **4.4 Společenstvo**

**Společenstvo** neboli biocenózu tvoří organismy různých druhů, žijící na určitém území v určitém čase. Společenstvo rostlin se nazývá **fytocenóza**, společenstvo živočichů **zoocenóza** (*Ambrozek a kol. 2001*).

Můžeme ho posuzovat na různých úrovních: společenstvo na jednom padlém kmenu, společenstvo organismů v půdě, společenstvo lesa, jezera atd. (*Lucas 2004*)

Každý organismus má ve společenstvu určitou funkci (niku). Je dána jeho vztahem ke stanovišti, k potravě, k nepřítelům i partnerům (*Farb 1977*).

**Struktura společenstev** (*Benešová a kol. 2003*):

- Prostorová struktura - je dána rozmístěním populací v prostoru.
  - a) vertikální (svislá) - Sledujeme hloubku uložení kořenů (svrchní, střední a spodní kořenové patro) a výšku jednotlivých pater, tzv. stratifikaci (mechové a lišejníkové, bylinné, keřové a stromové patro).
  - b) Horizontální (vodorovná) - Sledujeme distribuci rostlinných populací, rozvrstvení na ploše.
- Druhovú struktura – Druhové složení společenstva se mění v prostoru a čase (během ročních období a náhodně díky vlivům abiotických faktorů, např. kolísán srážek a teplot).

**Druhovú rozmanitost** (diverzita) - Posuzuje se dle druhové bohatosti (podíl mezi počtem druhů a počtem jedinců) a vyrovnanosti (poměrné zastoupení jedinců mezi druhy). Čím je diverzita v ekosystému vyšší, tím je ekosystém stabilnější (*Máchal 2008*).

**Ekotony** jsou lemová společenstva, která vznikají na rozhraní různých prostředí a bývají druhově velmi bohatá, např. rozhraní lesa a louky (*Benešová a kol. 2003*).

## 4.5 Ekosystém

Soubor biotických (společenstva organismů) a abiotických (sluneční záření, vzduch, voda a půda) faktorů vyskytujících se na určitém území se nazývá **ekosystém** (*Ambrozek a kol. 2001*).

Gickinson Dickinson a Kevin J. Murphy (1998) zmiňují ve své knize Ecosystems dvě definice:

- Energeticko řídicí komplex společenství organismů a jeho ovládající prostředí.
- Ekosystém je společenství živých organismů spolu s fyzikálními procesy, které se vyskytují v prostředí (*Gickinson et Murphy 1998*).

Procesy v ekosystémech mohou být studovány v mnoha prostorových měřících

Mnohé brzké objevy v biologii byly motivovány k otázkám o integrované povaze ekologického systému (*Chapin a kol. 2002*).

Důležitou vlastností ekosystémů je jeho **druhově složení** (druhová diverzita rostlin, hub, živočichů, protistů a monér). Na určité lokalitě v určitém čase je duhové složení výsledkem imigrace (nastěhování), konzervace (úspěšně probíhající reprodukce) a speciace (novotvoření taxonů), které jsou ovlivněny biotickými a abiotickými faktory. Podstatnou vlastností ekosystémů je jejich **prostorová organizace**. Některé ekosystémy mohou existovat jen při určitém sklonu a orientaci terénu, při určité velikosti a geometrii prostoru. Ve vodních ekosystémech je například důležitá plocha a hloubka. Každý ekosystém má také své **časové rozměry**, například určitá doba pro zrání ekosystému (*Moldan a kol. 1989*).

## 5. Fungování ekosystémů

### 5.1 Organismy v ekosystémech

V ekosystémech se vyskytují různé druhy organismů, zastávající různé funkce:

Autotrofní organismy, které z anorganických látek dokáží vytvářet látky organické, se nazývají **producenti**. Jsou to zelené rostliny, získávající energii ze slunečního záření nebo chemosyntetické bakterie, získávající energii rozkladem různých anorganických sloučenin. Prostřednictvím fotosyntézy zajišťují energeticky vydatnou potravu pro sebe i pro konzumenty a destruenty (*Ambrozek a kol. 2001, Moldan a kol. 1989*).

Funkci **konzumentů** plní v ekosystému heterotrofní organismy, které získávají organické látky, jež potřebují pro vlastní životní funkce z jiných organismů. Patří sem konzumenti 1. řádu – býložravci (žíví se rostlinami), konzumenti 2. řádu – masožravci (žíví se jinými živočichy), všežravci (nemají specializovanou stravu) a konzumenti vyšších řádů (predátoři) (*Lucas 2004*).

**Rozkladači** (dekompoztoři, reducenti) jsou organismy, které se žíví mrtvou organickou hmotou. energii získávají rozkladem složitých organických látek na jednodušší. Mezi rozkladače patří bakterie a houby (*Benešová a kol. 2003*).

**Fytofágové** jsou býložravci – žíví se rostlinami. Mohou být specializovány konzumací plodů (fruktivor), semen (granivor) nebo bylin a zelených částí dřevin (herbivor). Roli **zoofágů** zastávají živočichové konzumující jiné živé živočichy. Patří sem dravci (predátoři) a cizopasníci (paraziti). **Saprofágové** jsou živočichové žívící se částečně odumřelou až rozloženou organickou hmotou – fytošaprofágové rostlinou a zoosaprofágové živočišnou, např. hrobařík. Živočichové žívící se mrtvými těly jiných živočichů jsou **nekrofágové**. Konzumují celou mršinu, její části nebo odumřelé tkáně kolem zranění uhynulého živočicha, např. hyena. Živočichové konzumující výkaly jiných živočichů se nazývají **koprofágové**, např. chrobák (*Ambrozek a kol. 2001; Benešová a kol. 2003*).



## 5.2 Potravní řetězce

Na základě potravních vztahů jsou organismy spojeny do potravních řetězců. Potravní řetězec tedy označujeme jako posloupnost, ve které je jeden organismus potravou pro druhý, druhý potravou pro třetí atd. (Lucas 2004).

Základní typy potravních řetězců (Ambrozek a kol. 2001, Benešová a kol. 2003):

- **Pastevně kořistnický**

Na prvním stupni řetězce jsou vždy producenti (zelené rostliny), které spásají konzumenti I. řádu (býložravci), ty dále zkonzumují konzumenti II. řádu (masožravci, predátoři býložravců) a ty nakonec konzumenti III. řádu (masožravci, predátoři masožravců).

Příklad: řasy → býložravé ryby → dravé ryby → člověk

Konečným článkem (vrcholovým konzumentem) bývá často člověk.

Velikost těla se zvětšuje, početnost zmenšuje.

- **Parazitický**

Zdrojem potravy je hostitel, dále parazit a následně parazité dalších řádů.

Tělo se zmenšuje, početnost zvyšuje.

- **Dekompoziční (detritový)**

Vede od odumřelé organické hmoty přes saprofágy (rozkladače) až k saprofytickým organismům (bakterie, houby).

Velikost se zmenšuje, početnost vysoce zvyšuje.

Jednotlivé úrovně potravních řetězců lze graficky znázornit pomocí **potravních pyramid** (Benešová a kol. 2003):

- a) Pyramida početnosti – úrovně jsou vyjádřeny početností jedinců.
- b) Pyramida biomasy – úrovně jsou vyjádřeny biomasou jedinců.
- c) Pyramida energie – úrovně jsou vyjádřené množstvím energie na jednotku plochy nebo objemu za jednotku času.

Vzájemné vazby a propojení potravních řetězců se nazývá **potravní síť**. Je to tedy struktura, návaznost a propojení potravních vztahů v ekosystému (Ambrozek a kol. 2001).

### **5.3 Mezidruhové vztahy**

Mezi organismy probíhají mezidruhové vztahy, které mohou být neutrální, kladné i záporné:

**Neutralismus** je neutrální vztah, ve kterém na sobě populace nejsou závislé ani se nijak neomezují. Jejich životní prostory jsou zcela odlišné, např. zmijs a kapr (*Lucas 2004*).

Mezi kladné mezidruhové vztahy patří především **symbióza** (mutualismus). Je to soužití dvou druhů organismů, ze kterého oběma plyne prospěch (*Lucas 2004*).

Může být obligátní, což znamená, že organismy jsou na symbióze životně závislé (např. soužití houby s řasou v lišejník) nebo fakultativní, kde dočasné spojení přináší oběma organismům výhody, avšak není nutné pro jejich přežití (např. spojení raka poustevníka s mořskou sasankou nebo přenos pylu hmyzem) (*Lucas 2004*).

Příkladem obligátní symbiózy je soužití houby se zelenou řasou (popř. sinicí), při kterém vznikají lišejníky. Houba určuje jeho tvar lišejníku, dodává řase ochranný substrát a opatřuje vodu a minerální látky. V řase probíhá fotosyntéza (*Lucas 2004*).  
Příklady – terčovka bublinatá, dutohlávka sobí, mapovník zeměpisný.

Běžně se setkáváme s nezbytným spojením hub s kořeny rostlin, které nazýváme mykorhiza. Kořeny stromů jako jsou např. borovice, duby nebo buky se spojují se stopkovýtrusnými houbami. Vlákna podloubí obalují kořeny a produkují růstové látky, jež podporují přijímací schopnost kořenů a způsobují rozdělování kořenových vlásků. Jako protislužbu dostávají houby živiny ve formě kořenových výměšků (*Lucas 2004*).

Jedna z nezájemnějších symbióz je spojení bobovitých rostlin a hlízkovitých bakterií *Rhizobium* díky které tyto organismy váží vzdušný dusík. Toto spojení není pro organismy životně důležité, nicméně schopnost vázat vzdušný dusík je touto symbiózou podmíněna. Na povrchu kořene rostliny se nachází membrána, ve které se množí hlízkové bakterie. Ty poté infikují kořenové buňky, které reagují zvýšeným dělením a tím se tvoří nádorovité hlízky, ve kterých vznikají organické stavební látky obsahující dusík. Pomocí kořenového systému vedou tyto látky k ostatním částem rostliny (*Lucas 2004*).

Dalším případ symbiózy je například v trávicím traktu živočichů, kde žijí mikroorganismy, které vylučují látky nepostradatelné pro hostitelský organismus. Hostitelský organismus poskytuje mikroorganismům zajišťování životního prostoru a potravy (*Lucas 2004*).

K pozitivním mezidruhovým vztahům patří dále tzv. **protokooperace**. Je to vzájemné soužití dvou druhů, které je prospěšné ale ne závazné a lze ho bez jakýchkoliv negativních důsledků přerušit, např. kolektivní hnízdění ptáků (*Benešová a kol. 2003*).

Interakce dvou druhů, z nichž jeden (komezál) má užitek z druhého (hostitel), aniž by jej nepříznivě ovlivňoval, se nazývá **komezalizmus**, např. hyena živící se masem živočicha uloveného lvem (*Benešová a kol. 2003*).

Mezi záporné mezidruhové vztahy, kde se populace omezují, patří např. **konkurence** (kompetice). Je to vztah, ve kterém populace s podobnými potřebami (např. světlo, voda nebo prostor) obývají stejné území. Úloha, kterou určitý druh ve společenstvu plní, odpovídá jeho ekologické nise. Jestliže se dvě niky buď zcela, nebo částečně překrývají, dochází ke konkurenci. Silnější a pohyblivější druhy živočichů vytlačují slabší a méně pohyblivé nebo vyšší, rychleji rostoucí rostliny, rostliny s více listy nebo kořeny mohou potlačovat růst ostatních rostlin v jejich okolí. Příklad – konkurence mezi sazenicemi borovice a trávou (*Benešová a kol. 2003, Lucas 2004*).

**Predace** (kořistnictví) je dravý způsob života, při kterém predátor aktivně vyhledává a loví kořist pro potravu. Ta je po napadení predátorem usmrcena. Predátor bývá větší a méně početný než kořist. Příklad – vlk lovící zajíce nebo káně lesní lovící hraboše (*Benešová a kol. 2003, Lucas 2004*).

Dalším příkladem negativního mezidruhového vztahu je **parazitismus**. Je to trvalé nebo dočasné soužití parazita a hostitele. Hostitel slouží parazitovi jako zdroj potravy nebo jako životní prostředí. Parazit je schopen se v hostiteli množit, poškozují jeho tkáň, orgány i funkce a vyvolává jeho onemocnění (*Benešová a kol. 2003, Lucas 2004*).

Parazité mohou být fakultativní (parazitují pouze příležitostně, např. pijavka lékařská) nebo obligátní (parazitují celý svůj život, např. tasemnice).

Další dělení existuje na vnější (ektoparazitismus) a vnitřní parazity (endoparazitismus) (Lucas 2004).

Nejpočetnější skupinou vnějších parazitů je **hmyz** parazitující jak na rostlinách, tak na živočiších. Existují druhy, u kterých je parazitem pouze larva, nebo druhy, kde je parazitem pouze jedno z pohlaví (např. u komára samička) (Lucas 2004).

V případě **korýšů** jsou parazity obzvláště některé druhy buchanek a stejnonožců, které sají krev z těch hostitelů – bezobratlých ryb (Lucas 2004).

Téměř všemi parazity ze skupiny **pavoukoců** jsou roztoči. Např. klíště je parazitický roztoč na psech (Lucas 2004).

Nejznámější z parazitů **kroužkoců** je pijavice. Pijavice se přichytí na povrch těla hostitele a sají jeho krev. Pijavka lékařská se používá k lékařským účelům (Lucas 2004).

Do skupiny **obratlovců** poměrně málo parazitů. Např. mihule mořská se ústy přichytí na tělo ryby a odškrabuje její kůži svými ostrými zuby, až se dostane na vnitřní tkáň (Lucas 2004).

Mezi vnější parazity ale také patří některé **rostliny**. Jmelí nebo kokotice hubilen parazitují na jiných rostlinách. Do kůry hostitele pronikají svými kořeny a odsávají mu živiny (Lucas 2004).

Mezi vnitřní parazity (endoparazity), kteří žijí v těle hostitele, patří např. některé **bakterie**. Bakterie *Rickettsia prowazeki* způsobuje závažné onemocnění – skvrnitý tyfus. Je přenášen přes klíšťata, vši a blechy (Lucas 2004).

**Houby** mohou být fakultativní nebo obligátní paraziti. Po odumření infikovaných částí rostlin houby pokračují ve svém životním cyklu na mrtvých pletivech (Lucas 2004).

**Výtrusovci** jsou paraziti žijící v různých tvorech, od prvoků až po savce. Mohou žít v buňkách hostitele nebo v tělních tekutinách nebo dutinách. Prvoci rodu *Plasmodium* jsou přenášeni na člověka komáry rodu *Anopheles* a jsou původci malárie. Když komár bodne člověka, vstříkne mu do krve sporozoity (vývojové stádium prvoka). Ty se množí a usazují v játrech, kde se uzavrou do červených

krvinek a množí se. Po určité míře infikování hostitele parazitem se v červených krvinkách začnou tvořit gametocyty. Když se nasátím krve dostanou do trávicího traktu komáří samičky, přemění se samčí gametocyt na 6 až 8 bičíkatých mikrogamet, samičí na makrogamet. Oplodněním vznikne zygota, která po proniknutí střevní stěnou vytvoří cystu. Cysta nakonec prdaskne a sporozoity se uvolní a dostávají se do slinných žláz komára a celý cyklus se opakuje (*Lucas 2004*).

**Motolice** jsou paraziti, kteří využívají jednoho nebo dva mezihostitele, kde se množí a poté se definitivně usadí v hostiteli, kde dospějí (*Lucas 2004*).

**Tasemnice** jsou paraziti v tenkém střevě člověka.

Další endoparaziti jsou **hlístice**. Nejznámějším příkladem je svalovec stočený, napadající také člověka (*Lucas 2004*).

## **5.4 Biochemické cykly**

Koloběh látek v ekosystému je uzavřený a má cyklický charakter (biochemické cykly). Nejvýznamnější je koloběh vody a biogenních prvků. V ekosystému se prvky vyskytují ve vodě, půdě, vzduchu a všech biotických složkách. Určitá množství prvků jsou setrvale nebo za určité časové období přenášena do jiných struktur. Tento přesun označujeme jako toky. Vstupy a výstupy určují dynamickou rovnováhu koloběhu a rovnováhy koloběhů určují stabilitu ekosystému. Členitost vnitřních koloběhů, jejich rychlosti a rychlosti recyklace prvků určují faktory, jako jsou počet a druhová diverzita složek, kvalita a počet omezujících stanovištních podmínek, které spolu s klimatickými režimy řídí ontogenezi biotických složek ekosystémů a sezónní změny stanovištních faktorů (*Dykyjová a kol. 1989*).

Každý cyklus má dva hlavní oddíly (*Stanowski 1993*):

- Základní zásobník: velká většinou nebiologická složka, která se rychle mění.
- Výměnný zásobník: menší část zásoby určitého prvku, který se různě pohybuje mezi organismy a jejich okolím.

### **5.4.1 Koloběh vody**

Při koloběhu vody se vyměňuje voda mezi zemským povrchem a atmosférou a mění se její skupenství. Vypařovaná voda z moří stoupá ve formě par do určité výšky, kde vytváří mraky. Tato voda se poté kondenzuje a podá zpět k zemi jako déšť. Na souši je voda opět zachycena vodními plochami nebo se vsakuje a tvoří zásoby podzemní vody, která po čase opět vystupuje na zemský povrch (*Benešová a kol. 2003*).

Voda je důležitá pro fotosyntézu, pro transport odpadních látek z těla, pro transport živin v rostlinách a živočišných, pro pohyb látek v živném substrátu, pro udržení žádoucí hydratury.

### **5.4.2 Koloběh uhlíku**

Uhlík je prvkem všech organických látek, jeho hlavním zdrojem je atmosféra. Společně s kyslíkem se uhlík se v biochemických cyklech vyskytuje především jako CO<sub>2</sub>. Ve formě CO<sub>2</sub> je uhlík pohlcován zelenými rostlinami a prostřednictvím fotosyntézy je zabudován do organické hmoty. Z části je organicky vázaný uhlík prodýchán organismy – vzniká opět CO<sub>2</sub>. Uhlík se vyskytuje rozpuštěný ve vodě, proto největší zásobárnou uhlíku na Zemi jsou oceány, kde je využíván fytoplanktonem k fotosyntéze. Prostřednictvím srážek a difúzi přes hladinu se uhlík mezi atmosférou a oceánem přesouvá. Na koloběhu uhlíku se podílejí také fosilní paliva (ropa, zemní plyn a uhlí), kdy při jejich spalování se do ovzduší dostává velké množství oxidu uhličitého, který je hlavní příčinou skleníkového efektu (*Benešová a kol. 2003*).

### **5.4.3 Koloběh kyslíku**

Zelené rostliny vytvářejí v atmosféře neustále zásoby kyslíku. Při dýchání a rozkladu odumřelých organismů je kyslík spotřebováván. Zásoby kyslíku v atmosféře neustále doplňovány fotosyntézou zelených rostlin. Organismy je spotřebováván při dýchání a rozkladu odumřelých organismů (oxidační procesy). Z atmosféry proniká kyslík také do vody a do půdy, koloběh ovlivňuje i člověk (spalování fosilních paliv). Roční spotřeba kyslíku člověkem se blíží spotřebě ostatního živého a neživého světa; úbytek je však v dostatečné míře kompenzován fotosyntézou zelených rostlin, takže úvahy o eventuálním trvalém snížení či dokonce vyčerpání kyslíku z atmosféry nejsou opodstatněné (*Benešová a kol. 2003*).

#### **5.4.4 Koloběh dusíku**

Zdrojem dusíku je atmosféra. V atmosféře je obsažen cca 78%. Volný vzdušný dusík nedokáže většina organismů přijímat, nejprve dochází k jeho fixaci - přeměna na dusičnany prostřednictvím některých mikroorganismů (hlízkové bakterie) nebo fyzikálněchemických procesů (elektrické výboje za bouřky). Rostliny využívají dusík ke tvorbě organických látek (proteinů a nukleových kyselin), přijímají ho ve formě nitrátových  $\text{NO}_3^-$  nebo amonných  $\text{NH}_4^+$  iontů. Do těl živočichů se dostává prostřednictvím potravy. Ti ho využívají ke tvorbě bílkovin a je vylučován močí. Mikroorganismy a houbami je organický dusík z mrtvé organické hmoty přeměňován na amoniak. Ten pak přetvářejí nitrifikační bakterie na dusitany či dusičnany. Dusičnany redukují denitrifikační bakterie na amoniak či přímo plynný dusík. Člověk do koloběhu dusíku zasahuje především hnojením půd a spalování fosilních paliv se vznikem spalin, které obsahují NO a  $\text{NO}_2$  (Benešová a kol. 2003; Stanowski 1993).

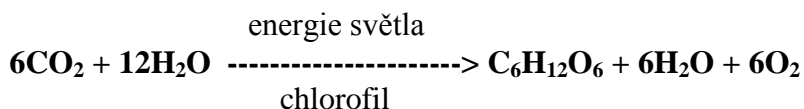
#### **5.4.5 Koloběh fosforu**

Hlavním zdrojem fosforu jsou horniny a sedimenty, které postupně erodují a uvolňují tak fosforečnany. Fosfor je uvolňován do prostředí zvětráváním a činností mikroorganismů. Rostliny přijímají fosfor z rozpuštěných fosfátů z půdy (především ve formě  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ). Prostřednictvím potravy se fosfor dostává do živočišných těl. Mikroorganismy je organický fosfor z uhynulých těl organismů opět převeden na fosfáty a uvolňuje se tak do půdy nebo vody. Člověk do koloběhu fosforu zasahuje především hnojením půd. Zvýšený obsah fosforu v povrchových vodách (znečištěných např. hnojivy) způsobí přemnožení řas a sinic a tzv. eutrofizaci vod (Benešová a kol. 2003; Stanowski 1993).



## 5.5 Fotosyntéza

Fotosyntéza je složitý biochemický proces, při kterém se světelná energie mění na energii chemickou. Tu Využívají rostliny k tvorbě organických látek (cukrů) z látek anorganických (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O). Díky chlorofylu, který zelené rostliny obsahují, poutají energii ze světelné části slunečního záření, současně přijímají a rozkládají vodu a oxid uhličitý (*Máchal 2008*).



Primární producenti váží v průběhu fotosyntéz do asimilovaných organických látek cca 2 až 10 % energie fotosynteticky aktivního záření. Z toho rostliny ztrácejí dýcháním asi polovinu, čistá produkce je tedy 1 až 5 % světelného záření (*Moldan a kol. 1989*).

## **6. Rozdělení ekosystémů**

### **6.1 Z hlediska typu prostředí**

Z hlediska typu prostředí dělíme ekosystémy na **vodní** a **suchozemské**. Mezi vodní patří řeky, potoky, rybníky, moře apod. Les, pole, louky atd. jsou suchozemské ekosystémy.

### **6.2 Z hlediska vlivu člověka**

Přírodu stále více ovlivňují lidé svou činností. Základní složení **umělých** ekosystémů určuje a udržuje člověk, rozhoduje a zasahuje do života organismů, které v těchto ekosystémech žijí. Patří mezi ně pole, sad, zahrada, park, smrková monokultura atd. Naopak v ekosystémech **přirozených** či přírodních je vliv lidských činností málo patrný a jejich druhová rozmanitost bývá vyšší. Probíhají v nich přirozené vztahy mezi organismy a rozhodující pro život v nich jsou přírodní podmínky prostředí. Mezi přirozené ekosystémy patří horské lesy, horské louky, mokřady, rašeliniště atd. V některých oblastech jsou přirozenými ekosystémy jehličnaté lesy, v jiných listnaté, stepy či bažiny. Do mnoha původně přirozených ekosystémů lidé již významně zasáhli, jiné nezáměrné zásahy jsou způsobeny například znečištěním vody, ovzduší nebo půdy. Dnes jsou tyto ekosystémy již vzácné a jsou především v chráněných územích (*Kvasničková a kol. 1997, Kvasničková 1997*).

## **7. Typy ekosystémů**

Mezi ekosystémy řadíme například řeky, potoky, rybníky, moře, rašeliniště, mokřady, louky, pole, lesy, města, parky, zahrady, sady atd.

Ekosystémy mohou mít různou velikost, od louže, rybníku až po moře apod.

Každý ekosystém má určité druhové složení rostlin a živočichů. Například prase divoké žije v lese, kapr obecný v rybníce.

Rostliny a živočichové se určují dle rodového a druhového jména, které ujednotil a zavedl v 18. století švédský přírodovědec Carl Linné (*Potočka 1974, 1989*).

## 7.1 Lesy

Les je společenství dřevin s charakteristickým druhovým složením, tvořící stromový porost s vlastním ekoklimatem. Rozloha lesa je větší než 1 ar, pokryvnost více než 50% a výška stromů nad 5 m. Hlavními znaky lesa, vyjadřující kvalitu stanoviště jsou druhová skladba dřevin, struktura, věk a bonita.

Rostliny rostoucí v lesích vytvářejí tzv. **lesní patra**, která obývají různé druhy živočichů. Mezi základní patří kořenové, mechové, bylinné, keřové a stromové patro.

Lesy mohou mít funkci **produkční** (těžba dřeva) nebo **mimoprodukční** (rekreační, půdoochranná, krajinnotvorná, vodohospodářská, klimatická funkce apod.)

Klimaxový les je konečné stadium sukcese lesa. Nazývá se také jako les původní. V ČR se vyskytují pouze zbytky v rezervacích, například Boubínský prales (*Ambrozek a kol. 2001*).

V knize Katalog biotopů České republiky uvádí Chytrý a kol. následující rozdělení lesů:

- Mokřadní olšiny
- Lužní lesy
  - Horské olšiny s olší šedou
  - Údolní jasanovo-olšové luhy
  - Tvrdé luhy nížinných řek
  - Měkké luhy nížinných řek
- Dubohabřiny
  - Hercynské dubohabřiny
  - Polonské dubohabřiny
  - Karpatské dubohabřiny
  - Panonské dubohabřiny
- Suťové lesy
- Bučiny
  - Květnaté bučiny
  - Horské klenové bučiny

- Vápnomilné bučiny
- Acidofilní bučiny
- Teplomilné doubravy
  - Perialpidské bazifilní teplomilné doubravy
  - Panonské teplomilné doubravy na spraši
  - Panonské teplomilné doubravy na písku
  - Středoevropské bazifilní teplomilné doubravy
  - Acidofilní teplomilné doubravy
- Acidofilní doubravy
  - Suché acidofilní doubravy
  - Vlhké acidofilní doubravy
  - Subkontinentální borové doubravy
  - Acidofilní doubravy na písku
- Suché bory
  - Boreokontinentální bory
  - Lesostepní bory
  - Perialpidské hadcové bory
- Smrčiny
  - Horské třetinové smrčiny
  - Rašelinné a podmáčené smrčiny
  - Horské papratkové smrčiny
- Rašelinné lesy
  - Rašelinné březiny
  - Rašelinné brusnicové bory
  - Suchopýrové bory kontinentálních rašelinišť
  - Blatkové bory

Kategorie lesů:

- Lesy hospodářské – lesy, které plní především produkční funkce lesa a nepatří mezi lesy ochranné lesy nebo lesy zvláštního určení.
- Lesy ochranné - lesy na nepříznivých stanovištích, např. na sutích, rašeliništích, výsypkách a prudkých svazích, vysokohorské lesy pod hranicí stromové vegetace, která chrání níže položené lesy, lesy na exponovaných

hřebenech a lesy v klečovém lesním vegetačním stupni. Jejich vytěžení znamená pro stanoviště významnou újmu.

- Lesy zvláštního určení – lesy v pásmech hygienické ochrany vodních zdrojů  
1. Stupně přírodních léčivých a stolních minerálních vod, lesy na území NP a NPR a lesy, u kterých je hlavní mimoprodukční funkce lesa, lesy v PR a v PP, lázeňské lesy, příměstské lesy, lesy s rekreační funkcí, lesy sloužící lesnickému výzkumu a výuce, lesy se zvýšenou půdoochrannou a vodochrannou funkcí nebo lesy s krajínotvornou funkcí, lesy nutné k zachování biologické různorodosti, lesy v oborách a uznaných bažantících (Ambrozek a kol. 2001).

Příklady rostlin: (Brtnová, Kvasničková1998, Hecker , Hecker, 2005)

- |                  |                       |
|------------------|-----------------------|
| - borovice lesní | - brusnice borůvka    |
| - smrk ztepilý   | - ostružník maliník   |
| - lípa srdčitá   | - brusnice borůvka    |
| - jedle bělokorá | - jahodník obecný     |
| - modřín opadavý | - sasanka hajní       |
| - dub letní      | - violka vonná        |
| - dub zimní      | - sněženka podsněžník |
| - buk lesní      | - konvalinka vonná    |
| - javor klen     | - vraní oko čtyřlísté |
| - javor mleč     | - kaprad' samec       |
| - javor babyka   | - plotník obecný      |
| - bříza bělokorá |                       |
| - jeřáb obecný   |                       |

Příklady hub: (Brtnová, Kvasničková1998):

- |                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| - hřib dubový      | - klouzek modřínový  |
| - hřib žlučový     | - bedla vysoká       |
| - suchohřib hnědý  | - holubinka révová   |
| - kozák březový    | - muchomůrka červená |
| - křemenáč osikový | - muchomůrka zelená  |

Příklady živočichů: (*Hanzák a kol. 1970; Patočka, Pospíšil 1989; Reichholf J., 1990*)

- veverka obecná
- hranostaj
- kuna lesní
- liška obecná
- slepiš křehký
- ještěrka obecná
- zmije obecná
- jezevec lesní
- srnec obecný
- jelen sika
- prase divoké
- káně lesní
- jestřáb lesní
- datel černý
- brhlík lesní
- výr velký

## **7.2 Vodní ekosystémy**

Vodní ekosystémy se rozlišují na lentické (stojaté vody – jezera, rybníky, přehradní nádrže apod.) a lotické (tekoucí vody potoky, řeky apod.).

**Lentické ekosystémy** se člení na pelagiál a bentál. (*Semorádová 2001*)

Pelagiál je zóna otevřeného vodního sloupce. Je obýván fyto a zooplanktonem (drobní korýši, zelené řasy, sinice), chybí zde makro vegetace. Za určitých podmínek (například vysoký obsah živin) se tvoří vodní květ, řasový nebo rozsivkový zákal. Dle světelného gradientu se dělí na epipelagiál (prosvětlená, prohříváná vrstva, kde převládá fotosyntéza), kompenzační vrstvu (kde se vyrovnává efekt procesů fotosyntézy a dýchání) a batypelagiál (tmavá, chladnější vrstva, kde převládá dýchání organismů a rozklad organické hmoty).

Bentál je zóna celého dna nádrže. Dle světelného gradientu se člení na litorál (prosvětlená, prohříváná, mělká příbřežní zóna, kde se nachází nárosty z bakterií, sinic, řas, rozsivek, prvoků a mnohobuněčnými organismy), sublitorál (přechodné pásmo) a profundál (zcela temné pásmo hlubšího dna, kde se hromadí detrit)

**Jezera** lze dělit dle obsahu minerálních a organických látek na jezera bez huminových kyselin, s huminovými kyselinami a s vysokým obsahem solí.

Jezera bez huminových kyselin lze dále rozlišovat na oligotrofní typ (průzračná hluboká jezera, chudá na plankton i minerální živiny, tvořen především řasami, sinicemi a rozsivkami, kyslík obsažen v celém vodním sloupci, nachází se ve vyšších polohách), mezotrofní typ (přechod mezi oligotrofním a eutrofním) a eutrofní typ (jezera bohatá na minerální živiny, vysoká produktivita, bohatá na plankton, tvořený řasami, sinicemi, rozsivkami, zooplanktonem, málo průhledná, přikalená voda, kyslík přesycen v epilimnionu, v hypolimnionu je blah nízký až nulový, převážně v nižších polohách).

Jezera s huminovými kyselinami – dystrofní typ (jezera s rašelinnou vodou, chudá na živiny a biogenní prvky, nízký obsah kyslíku) a apopelotrofní typ (mělká jezera lemovaná lesy, bohatý především na sinice a bičíkovce).

Jezera s vysokým obsahem solí mohou být slaná (Kaspické a Mrtvé moře), alkalické (jezero Čad) nebo vulkanické (v kráterech nečinných vulkánů).

**Rybníky** jsou umělé nádrže smenší plochou a hloubkou. Dobře vyvinutá je litorální zóna a porost makrovegetace. Na rozdíl od hlubších nádrží se u nich teplotní



stratifikace vytváří pouze během dne a v noci dochází k cirkulaci vodního sloupce. Rybníky jsou většinou bohaté na živiny, proto mají bohatě vyvinutý plankton, tvořený hlavně z řas, sinic, rozsivek a zooplanktonu.

Zvláštní skupinou ekosystémů jsou **mokřady**. Jde o přechody mezi vodou a souší, suchozemské prostředí, jehož ráz určuje voda. Mokřady mají velmi bohatou fyto i noosféru. V rámci UNESCO byla podepsána v roce 1971 Ramsarská úmluva – úmluva o mokřadech, které mají mezinárodní význam především jako biotopy vodního ptactva. Patří sem například bahnité louky, lužní lesy nebo rašeliniště, které lze dále členit na rašeliniště horské, vrchoviště (ve vyšších polohách, především ze srážové vody, vegetaci tvoří mocná vrstva rašelíniku, málo živin a minerálních solí) a rašeliniště nížinné, slatina (v nižších polohách, z nahromaděné srážkové nebo podzemní vody, významná hnízdiště ptactva). (Semorádová 2001)

**Ekosystémy lotické** se liší od lentických především prouděním, vyšším množstvím kyslíku, větší interakcí se suchozemským prostředím. Rozlišujeme různá pásma po délce toku – krenál (pásmo pramene, které lze dále členit na eukrenál, reokrenál, limnokrenál a heleokrenál), rhitrál (potoky a malé říčky, horní pásmo na prudkém svahu s rychlým tokem a erodovaným dnem, dále se dělí na epirhitrál, metarhitrál a hyporhitrál) a potamál (střední a dolní úseky řek v terénu s mírným sklonem a pomalým proudem, lze dále členit na epipotamál, metapotamál a hypotamál) (Semorádová 2001).

Dále je možné rozdělovat úseky toku na jednotlivá **rybí pásma**. Český hydrobiolog A Frič (1872) poprvé publikoval podélné dělení toků dle dominantních druhů ryb. Pro univerzálnost navrhl později ještě pásmo mřenky pro malé proteplené nížinné potoky (Semorádová 2001).

Pstruhové pásmo – Horské potoky, bystřiny a říčky s velkým spádem a šterkovitým až balvanitým dnem. V létě teplota vody dosahuje zřídka 20°C. Žije zde především pstruh obecný (*Salmo trutta*), dále siven americký (*Salvelinus fontinalis*), střevle potoční (*Phoxinus phoxinus*) a vranky (*Cottus gobio*).

Lipanové pásmo přechází ze pstruhového v podhůří. Dno je zde šterkovité, peřejnaté úseky nebo táhlé proudy. Teplota někdy přesahuje 20°C. Hlavní rybou je lipan podhorní (*Thymallus thymallus*) a druhy z předcházejícího pásma, dále mřenka

mramorovaná (*Barbatula barbatula*), jelec proudník (*Leuciscus leuciscus*), hrouzek obecný (*Gobio gobio*) atd.

Parmové pásmo – říčky dolního úseku podhorské zóny. Písčité, v tušinách bahnitě, v peřejovitých úsecích šterkovité dno. Teplota vody může dosahovat až 25°C. Vyskytuje se zde převážně parma obecná (*Barbus barbus*), jelec proudník (*Leuciscus leuciscus*), mřenka mramorovaná (*Barbatula barbatula*) aj.

Cejnové pásmo je dolní úsek řek, pomalu tekoucí a stojaté vody. Písčité až bahnitě dno, teplota vody přes 26°C. Hlavími ryby jsou cejn velký (*Abramis brama*), cejnek malý (*Abramis bjoerkna*), štika obecná (*Esox lucius*), okoun říční (*Perca fluviatilis*), karas obecný (*Carassius carassius*), kapr obecný (*Cyprinus carpio*), plotice obecná (*Rutilus rutilus*), aj. (Ambrozek a kol. 2001).

Příklady rostlin: (Brtnová, Kvasničková 1998)

- |                      |               |
|----------------------|---------------|
| - orobinec úzkolistý | - vrba jíva   |
| - rákos obecný       | - vrba bílá   |
| - stulík žlutý       | - topol bílý  |
| - leknín bílý        | - topol černý |
| - blatouch bahenní   |               |
| - pomněnka bahenní   |               |

Příklady živočichů: (Ponížilová 2008, Hecker F. a K. 2005)

- |                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| - čolek velký       | - kachna obecná    |
| - blatnice skvrnitá | - potápka rudokrká |
| - rosnička zelená   | - stulík žlutý     |
| - ropucha zelená    | - kapr obecný      |
| - skokan zelený     | - lín obecný       |

### 7.3. Pole a louky

#### Pole

V kulturní krajině střední Evropy pole zaujímají největší podíl (30 až přes 95%). Hospodařící člověk určuje, jaké rostliny na polích rostou. Porosty jsou každý rok sklizeny a nahrazeny novými. Každoroční rozorávání půdy, obhospodařování i sklizeň jsou pro volně žijící živočichy a rostliny natolik rušivé, že jsou pro ně pole jako životní prostředí nejméně vhodná. Přesto v nich žije řada druhů. (*Reichholf 1989*)

#### Louka

Louky sice podléhají víceméně intenzivnímu obhospodařování, jsou ale zachovávány po léta a porosty se zde do velké míry vyvíjejí samostatně. Druhové složení je mnohem rozmanitější, než je tomu u polí. Rozmanitost druhů lučních rostlin odpovídá rozmanitosti živočichů. (*Reichholf 1989*)

Příklady rostlin: (*Brtnová, Kvasničková 1998, Barwinek a kol. 1976* )

<u>Pole</u>	<u>Louky</u>
- pšenice obecná	- sedmikráska chudobka
- žito	- pampeliška lékařská
- oves	- kohoutek luční
- ječmen	- kopretina bílá
- kukuřice	- srha říznačka
- slunečnice roční	- bojínek luční
- hrách setý	- psárka luční
- penízek rolní	- jetel luční
- mák vlčí	- jetel plazivý
..	- šťovík kyselý
- chrpa modrák	

Příklady živočichů: (*Hanzák a kol. 1970*)

- zajíc polní	- křeček polní
- sysel obecný	- hraboš polní
- myška drobná	- krtek obecný

## **8. Materiál a metodika**

Při řešení bakalářské práce jsem postupovala následujícím způsobem:

Shromáždila jsem potřebné podklady, navštívila knihovny ve městě Litvínov, Most a Ústí nad Labem a vybrala vhodnou literaturu pro zpracování teoretické části bakalářské práce. Následně jsem nastudovala potřebné informace k dané problematice a sepsala teoretickou část bakalářské práce. Na základě teoretické části jsem zpracovala výtah informací pro žáky a úkoly vzdělávacího programu a oslovila žáky ke spolupráci. Vzdělávací program byl zpracován pro nižší stupeň základní školy. Konkrétně byl vzdělávací program využit na několika žácích pátých ročníků ze základních škol z okolí mého bydliště – Jirkov, Most a Horní Jiřetín. Žáci byli obeznámeni se základními informacemi týkajících se ekosystémů pomocí powerpointové prezentace (pojmy jedinec, druh, populace, společenstvo a ekosystém; organismy v ekosystémech – producenti, konzumenti a rozkradači; potravní řetězce – patevně kořistnický, parazitický, dekompoziční; mezidruhové vztahy – neutralismus, symbióza, protokooperace, komenzalismus, konkurence, predace, parazitismus; biochemické cykly – koloběh vody, koloběh uhlíku, kyslíku, dusíku a fosforu; fotosyntéza; rozdělení z hlediska typu prostředí na vodní a suchozemské a z hlediska vlivu člověka na umělé a přirozené a typy ekosystémů – lesní, vodní ekosystémy a pole a louky). Prezentace byla přednášena a doplňována o příklady nebo další vysvětlení určité věci. Následně žáci vyplňovali úkoly, které byly vytvořeny zábavnější formou doplňovaček, testů, podávaček apod. K vypracování úkolu pomohl v některých případech obrázek, například u popsání koloběhu vody v přírodě. Dané téma se začíná detailněji probírat v přírodopisu od šestého ročníku a tak bylo při zpracování úkolů co nejvíce přihlíženo ke věku dětí. Práce se žáky byla vyhodnocena do kapitoly výsledky. Fotografie z vyplňování úkolů byly pořízeny fotoaparátem Lumix, Panasonic DMC-TZ3, bakalářská práce sepsána na počítači lenovo S10e.

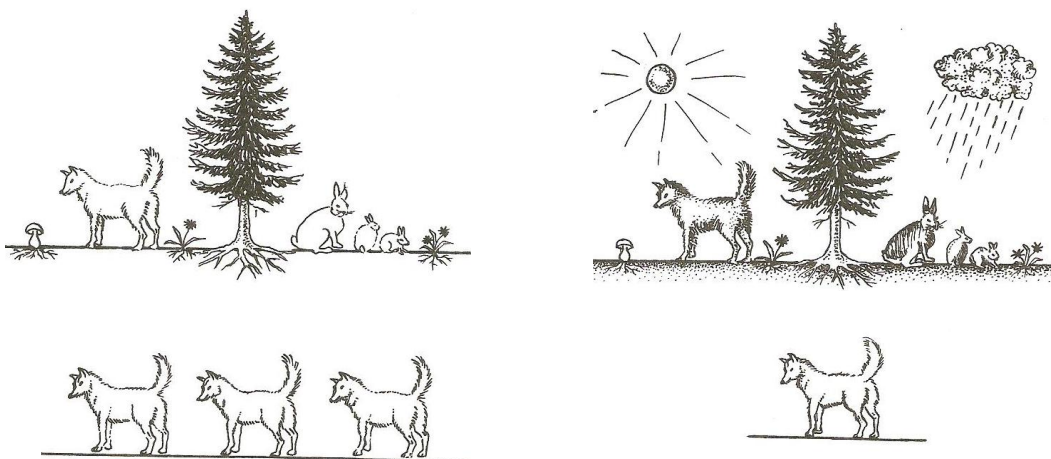
## **9. Výsledky**

Na základě práce s dětmi mohu říci, že nejaktivnější byli především při poznávání různých druhů rostlin a živočichů. Blízko jim bylo také dělení ekosystémů na vodní a suchozemské, rozeznávání jedince, populace, společenstva a ekosystému nebo lesní patra. Také se zajímali o koloběh vody v přírodě. Některé děti zajímaly také mezidruhové vztahy, ale většinou bylo zřetelné, že pojmy, jako jsou symbióza nebo parazitismus slyší poprvé, podobně jako například dělení organismů na producenty, konzumenty a rozkladače a na ně navazující potravní řetězce.

Přístup dětí k dané problematice byl individuální, někdo porozuměl danému tématu více, někdo méně, ale při výkladu byl u všech vybraných žáků vidět zájem o danou problematiku. Power-pointová prezentace, použitá při výkladu a vyplněné úkoly od žáků jsou přílohami této bakalářské práce.

## Vzdělávací program ekologické výchovy pro nižší stupeň ZŠ

1. K jednotlivým obrázkům doplň, zda se jedná o jedince, populaci, společenstvo nebo ekosystém.



Zdroj: Kvašničková 1997

2. Roztříd' následující organismy na producenty, konzumenty a rozkladače.

*masožravci, houby, býložravci, všežravci, bakterie, zelené rostliny*

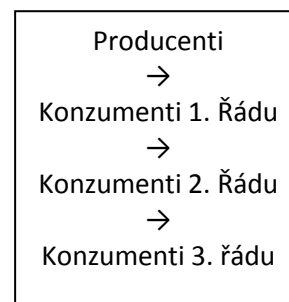
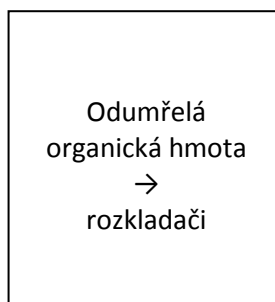
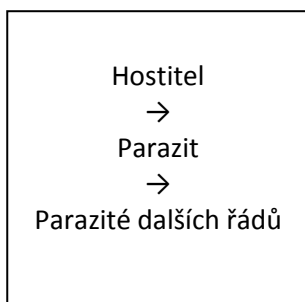
Producenti	
Konzumenti	
Rozkladači	

3. Spoj správně potravní řetězce.

Pastevně kořistnický

Parazitický

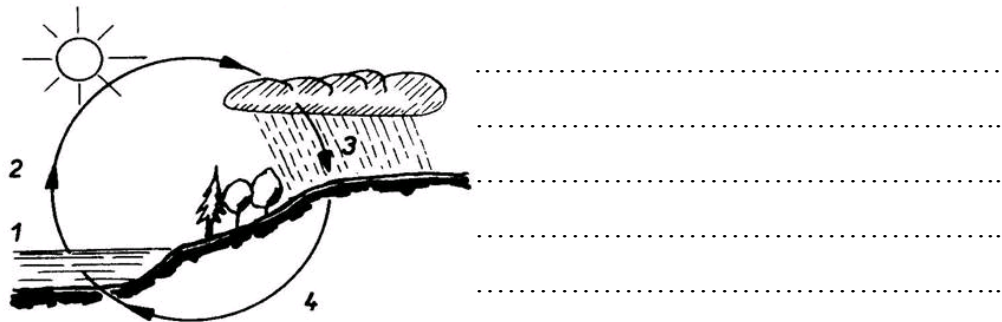
Dekompoziční



4. Do prázdných políček doplň + jde-li o kladný nebo – jde-li o záporný mezidruhový vztah.

Parazitismus	
Symbióza	
Predace	
Konkurence	

5. Stručně popiš koloběh vody v přírodě.



Zdroj: <http://www.ostrovskeho.sk/sou/vodovod/voda.htm>

6. Zakroužkuj správné varianty odpovědí.

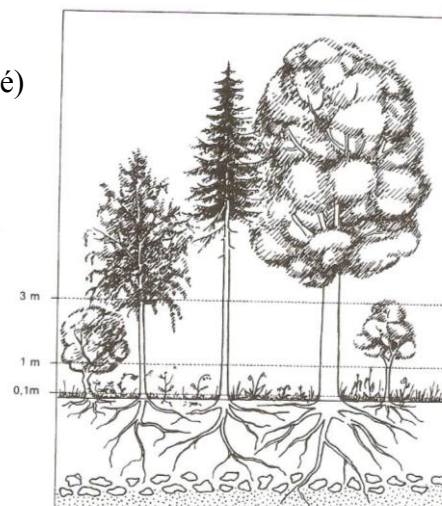
- Fotosyntéza je děj, kterého jsou schopny
- Potřebné barvivo pro fotosyntézu se nazývá
- Při fotosyntéze vzniká
- a) žáby
  - b) zelené rostliny
  - a) chlorofyl
  - b) hemoglobin
  - a) oxid uhličitý
  - b) kyslík

7. Doplň alespoň jeden příklad ekosystémů k jednotlivým typům.

- Vodní .....
- Suchozemské .....
- Přírozené .....
- Umělé .....

**8. Dopln správně jednotlivá lesní patra.**  
(keřové, kořenové, bylinné, stromové, mechové)

5.	
4.	
3.	
2.	
1.	



Zdroj: Kvasničková a kol.

1997b

**9. Spoj následující skupiny organismů s jejich zástupci.**

ryby	kachna divoká
obojživelníci	leknín bílý
vodní rostliny	ropucha obecná
plankton	lín obecný
vodní ptáci	perloočka

**10. K následujícím informacím správně doplň, zda se jedná o pole či louku.**

Porosty se vyvíjejí do velké míry samostatně. Podléhají obhospodařování, ale zůstávají po léta.	
Rostliny, které rostou, určuje člověk. Porost není k dispozici více než 1 rok, poté je sklizen a nahrazen novým.	



## **11. Diskuze**

Environmentální výchova je v současné době velmi aktuální a formou nenásilného učení se děti k ochraně přírody vedou již v brzkém věku. Vzdělávací programy dané problematiky se organizují pro předškoláky, žáky základních i středních škol až po dospělé osoby.

V této práci se po zpracování literární rešerše navrhl vzdělávací program pro žáky z nižších stupňů základních škol, konkrétně ke spolupráci studentka oslovila z okolních měst svého bydliště (Horní Jiřetín, Most a Jirkov) žáky pátých ročníků, se kterými následně bylo dané téma podrobněji probráno →

- pojmy jedinec, druh, populace, společenstvo a ekosystém;
- organismy v ekosystémech – producenti, konzumenti a rozkradači
- potravní řetězce – patevně kořistnický, parazitický, dekompoziční
- mezidruhové vztahy – neutralismus, symbióza, protokooperace, komenzalismus, konkurence, predace, parazitismus
- biochemické cykly – koloběh vody, koloběh uhlíku, kyslíku, dusíku a fosforu
- fotosyntéza
- rozdělení ekosystémů z hlediska typu prostředí na vodní a suchozemské
- rozdělení ekosystémů a z hlediska vlivu člověka na umělé a přirozené
- typy ekosystémů – lesní, vodní ekosystémy a pole a louky

Po výkladu následovalo vyplňování úkolů a probírání správnosti řešení a odpovědí. Přínosnější nežli vyplňování daných úkolů pro mne byla přímá komunikace při výkladu s dětmi.

Dle získaných poznatků mohu říci, že přístup dětí k dané problematice byl individuální, u některých témat byli žáci více aktivní nežli u jiných, především u poznávání různých druhů rostlin a živočichů.

Většina žáků se také zajímalo o koloběh vody v přírodě.

Některé informace si žáci snadno zapamatovali a v úkolech si s nimi dobře poradili (členění lesních pater na kořenové, mechové, bylinné, keřové a stromové; dělení ekosystémů na vodní a suchozemské nebo umělé a přirozené).

U jiných bylo zřetelné, že se s danou věcí doposud nesetkali, především u mezidruhových vztahů, dělení organismů na producenty, konzumenty a rozkladače nebo potravní řetězce.

Všichni žáci si zapamatovali, že fotosyntéza je děj, kterého jsou schopny zelené rostliny, většina také, že při ni vzniká kyslík, ale u otázky, zda se potřebné barvivo pro fotosyntézu nazývá chlorofyl nebo hemoglobin už byla správnost odpovědi nízká.

Mezi obtížnější věc z mé strany považuji právě přizpůsobení obtížnosti výuky věku dětí. Propříště bych nejspíše zvolila variantu výuky na druhém stupni základní školy s možností většího prohloubení do dané problematiky, jako tomu je například v projektu Environmentální vzdělávání pro život, probíhajícím ve Vzdělávacím a rekreačním centru Lesná, kde účastníci kurzů jsou z druhých stupňů základních škol nebo ze středních škol. V tomto projektu byly pro žáky vytvořeny také pracovní sešity. O ekosystémech a jejich fungování se žáci dozvídají v modulu Životní prostředí (*Justová a kol. 2009*) a v modulu Environment – úvod do problematiky, který navazuje na všechny ostatní moduly (*Keken a kol 2009*). O vodních ekosystémech se žáci učí v rámci modulu Voda (*Tarant 2009*).

Možností zlepšení vzdělávacího programu na nižším stupni by bylo například rozšíření úkolů, které jsou takto starým žákům bližší (poznávání rostlin a živočichů apod.) a vynechání úkolů, se kterými se žáci začínají seznamovat ve škole až od druhého stupně (mezidruhové vztahy aj.).

Další možností vylepšení tohoto návrhu vzdělávacího programu by také mohl být výklad s praktickými ukázkami přímo v přírodě. Negativní stránkou by poté mohla být větší nesoustředěnost dětí, ale myslím, že by to pro ně bylo spíše zajímavé. Rostliny a živočichy by tak žáci měli možnost pozorovat v přírodě, popřípadě si je osahat a zvýšila by se tím také jejich představivost při výkladu. Dle mého názoru je toto pro děti velkým přínosem.

Výukové programy v terénu, zaměřené na environmentální výchovu realizuje mnoho organizací mezi které patří například Městské středisko ekologické výchovy při zoo Liberec, nejvíce mne zaujal výukový program pod názvem „Rok v přírodě“, kde děti poznávají proměny přírody během ročních období nebo „Hmyz pod lupou“, kde žáci

poznávají různé skupiny hmyzu (<http://www.zooliberec.cz/divizna/cz/vyukove-programy/zakladni-skoly/>).

V New Jersey se na 170ti žácích sedmých tříd realizoval výzkum environmentálního vzdělávání na základních školách, zabývající se potřebou propojení výuky ve třídách s výukou přímo v terénu. Cílem výzkumu bylo zjistit, zda vzdělávací aktivity, které předcházejí a následují výuce v terénu, mohou nějak ovlivnit vztah žáků k životnímu prostředí. Z výsledků vyplynulo, že tyto aktivity posilují i mění vztah žáků k životnímu prostředí, ale musí práci v terénu výuka jak předcházet tak i následovat a vytvářet tak komplexní jednotu (*Smith-Sebasto, Cavern 2006*).

Pro děti také přínosem učení formou her. Například ve Velké Británii a ve Francii se žáci dozvídají o potravních řetězcích, o faktorech ovlivňujících rozmístění organismů v jejich přirozeném prostředí, o přesunu energie a o ochraně jednotlivých živočišných druhů také v rámci hry – „Hra na přežití“. Vyzkoušejí si, jaké je to být jinými organismy, kteří si jsou navzájem predátory, napadají je infekce, čelí přírodním katastrofám, apod. V závislosti na věkové kategorii se liší cíle hry - mladším žákům se snaží zprostředkovat pochopení potravního řetězce, starší studenty by měla hra přivést k přemýšlení o složitosti ekosystémů, problematice ochrany živočišných druhů a uvědomění si vlivu lidského chování na životní prostředí (*Hillcox 2006*).

Myslím, že po probrání učiva ekologie by bylo vždy vhodné zopakovat učivo právě formou nějakého zábavného prostředku pro oživení výuky - hry, poznávačky, křížovky apod. například jako soutěž, která může probíhat ve skupinkách, děti mají větší zájem, zaujetí a naruší se tak jednotvárnost hodin.

O malých didaktických hrách, založených na didaktickém využití některých z obecně známých společenských her napsal J. Činčera, který jako příklady uvádí deskové hry (Člověče nezlob se, Monopoly atd.), karetní hry (Černý Petr, Kvarteto atd.), hry s kartičkami (domino, pexeso apod.) nebo TV soutěže (minilonář aj.) (*Činčera 2006*).

Od školního roku 2005/06 zavazuje MŠMT všechny školy ke zpracování environmentální výchovy do školního vzdělávacího programu a souběžně i k zavádění jeho obsahu do praxe (*Nachtmanová 2006*).

Jednou z úspěšně environmentálně výchovných škol je například Základní škola Mikoláše Alše z Prahy, Suchdol, kde je environmentální výchova rozdělena do čtyř okruhů – ekosystémy, základní podmínky života, lidské aktivity a problémy životního prostředí a vztah člověka k prostředí (<http://www.zssuchdol.cz/environmentalni-vychova-ve-vyuce-pro-i-a-ii-stupen-zakladni-skoly.html>).

Další takovou školou je například Základní a Mateřská škola Želízy, která se snaží zapojit ekologické prvky do různých předmětů a naučit děti vážit si svého okolí a místní přírody. Realizuje pro děti také školy v přírodě „Ekoškolička“, jejíž název vychází z umístění školy v CHKO Kokořínsko. Děti se například seznamují názorně, zajímavě a v souvislostech s ekosystémy lesa, parku, rybníka a louky (*Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání ZŠ A MŠ ŽELÍZY*).

Seybold a Riess se napsali o výzkumech probíhajících v Německu. Tyto výzkumy se zabývají současným stavem environmentální výchovy a snaží se vyhodnotit přínos a přinést návrhy pro zlepšení. Hlavním problémem je úspěšné rozšíření programů této výuky z úzkého počtu škol na většinu německých škol. Výzkum analyzuje důležitost těchto výchov ve třech rovinách: Zkoumá, jak je environmentální výchova organizována učiteli a žáky; zjišťuje, pomocí kterých strategií je začleňována do školního systému a analyzuje celkovou účinnost výukového procesu (*Seybold, Riess, in Bolscho, Hauenschild, 2006*).

Dokument „An Ecological Framework for Science Education“ poskytuje přehled včetně kritiky na různé otázky a přístupy ke vzdělávání ekologické výchovy, včetně využití technologie vědy a společnosti a vědy a technologie společnosti, životní prostředí a pohledy, které ovlivňují vzdělávací program v USA, Kanadě a po celém světě (*Zandvliet 2010*).

Je důležité, aby si děti uvědomovaly, že člověk je součástí přírody. V knize „The environmental worldview of children: a cross-cultural perspective“ se uvádějí pohledy dětí na životní prostředí. Ve výzkumu byla využita škála hodnocení z Nového ekologického paradigmatu (New Ecological Paradigm). Tato škála pomáhá sledovat lidské vnímání světa, ve kterém je člověk buď považován za dominantní prvek v přírodě, nebo je pouhou součástí přírody. Toto šetření bylo poprvé využito u

děti ve věku od 13 do 15 let z Belgie a Zimbabwe a objevily se v něm výrazné rozdíly v otázce lidské nadvlády v přírodě. Jako součást přírody vnímají děti z Belgie i ze Zimbabwe, ovšem děti z Belgie považují člověka a přírodu jako rovnocenné partnery, děti v Zimbabwe věří, že člověk má nad přírodou převahu a může ji využívat (*Petegem, Blicek 2006*).

Jensen B. B. a Schnack K. tvrdí, že cílem environmentální výchovy je žáků podpoření schopnosti reagovat a podílet se na řešení problematiky spojené s životním prostředím. V environmentální výchově se má stát aktivní přístup nezbytným. Autoři se zabývají problémem ze dvou úhlů: analyzují podstatu problematiky životního prostředí a sledují výuku jako něco víc než akademické studium, ale jako možnost ovlivňovat do budoucna chování studentů. Jako příklad je uváděna environmentální výchova na dánských školách, kde se v této problematice zaznamenal značný pokrok (*Jensen, Schnack, 2006*).

## **12. Závěr**

Cílem této práce bylo zpracování teoretické části, týkající se fungováním ekosystémů (potravní řetězce mezidruhové vztahy atd.), rozdělením z hlediska typu prostředí a vliv člověka a rozebráním konkrétních typů ekosystémů.

Z širší odborné části se následně zpracoval výtah informací a navrhl se vzdělávací program, který byl poté využit v praxi na žácích pátých ročníků základních škol.

Přístup dětí k dané problematice byl individuální, někdo porozuměl danému tématu více, někdo méně, ale mohu říci, že stanovené cíle této práce byly splněny.

Díky této práci jsem obohatila své zkušenosti nejen v oblasti ekologie jako takové, ale především mne zaujala práce s dětmi a pozorování jejich chápání daného tématu.

Se zpracováním bakalářské práce jsem spokojena a jsem ráda, že jsem mohla do dané problematiky nahlédnout z pozice vyučujícího.

Toto odvětví mě velice zajímá a určitě se o další problematiku spojenou s ekologií a ekologickou výchovou budu nadále zajímat.

## **Přehled literatury a použitých zdrojů**

- Ambrozek L., Branžovský A., Gergel J., Hájek M., Jílková J., Kender J., Keslová J., Novotná D., Pařízek P., Vaněk J., Vopálka J., 2001: **Úvod do pojmosloví v ekologii krajiny**. Ministerstvo životního prostředí ve spolupráci s vydavatelstvím ENIGMA, s.r.o., Praha, ISBN 7212-192-8.
- Berwinek H., Felmberg I., Pradel W., 1976: **Die Natur blebt und beobachtet mit Vorschulkinder**. Volk und Wissen, Berlin.
- Begon M., Townsend C. R., Harper J. L., 2005: **Ecology: From Individuals to Ecosystems**. United Kingdom, ISBN-13: 9781405111171.
- Benešová M., Hamplová H., Knotová K., Lefnerová P., Sáčková I., Satrapová H., 2003: **Odmaturuj z biologie**. Nakladatelství DIDAKTIS spol. s.r.o., Brno, ISBN 80-86285-67-7.
- Brtnová Š., Kvasničková D., 1998: **ROSTLINY naší přírody – atlas rostlin**. BLUG Praha, Praha, ISBN 80-8563-93-3.
- Činčera J., 2006: **Využití malých didaktických her pro opakování v environmentální výchově**.
- Dykyjová D., Bedrna Z., Bejček V., Faiman Z., Gloser J., Chalupský J., Jakrllová J., Kindlmann P., Komárková J., Kořínek V., Kubíková J., Kunc F., Lepš J., Lukavský J., Moldan B., Novák K., Nováková E., Ondok J. P., Pivnička K., Pokorný J., Pospíšilová J., Prokop M., Říha V., Slavík B., Skuhřavý V., Skuhřavá M., Solárová J., Svobodová Z., Škapec L., Šťastný K., Tesařová M., Úlehová B., 1989: **Metody studia ekosystémů**. ACADEMIA nakladatelství ČSAV, Praha.
- Farb P., 1977: **Ekologie**. Mladá fronta, Praha.
- Gickinson D., Murphy K., 1998: **Ecosystems**, ISBN 0-203-40137-9.
- Hanzlák J., Černá D., Mazák V., 1970: **Naši savci**. Albatros, Praha.
- Hecker F., Hecker K., 2005: **Tiere und Pflanzen des Waldes**. Kosmos Verlags GmbH a Co. KG, Stuttgart.
- Hillcox S., 2006: **The Survival Game: teaching ecology through role-play**.
- Chapin F. S. III, Matson P. A., Mooney H. A., 2002: **Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology**, ISBN 0-387-95443-0.
- Chytrý M., Kučera T., Kočí M., Šumberová K., Sádlo J., Neuhäuslová Z., Hájek M.,

- Rybníček K., Krahulec F., Kučerová A., Kolbek J., Husák Š., 2001: **Katalog biotopů České republiky**. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, ISBN 80-86064-55-7.
- Horká H., 1994: **Ekologická výchova na 1. stupni základní školy**. Vydavatelství Masarykovy univerzity, Brno – Kraví hora, ISBN 80-210-084-X.
- Jensen B. B., Schnack K., 2006: **The action competence approach in environmental education**.
- Justová H., Čermák J., Cudlín O., Chotovinský O., 2009: pracovní sešit - **Životní prostředí**. SŠEaS Chomutov, Chomutov.
- Keken Z., Vitvar A., Licková V., 2009: pracovní sešit – **Environment**. SŠEaS Chomutov, Chomutov.
- Kupec J., 2001: **Základy ekologie**. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, Zlín, ISBN 80-238-6677-X.
- Kvasnišková D., 1997: **Základy ekologie**. Nakladatelství učebnic Fortuna, Praha, ISBN 80-7168-418-X.
- Kvasničková D., Jeník J., Pecina P., Froněk J., Cais J., 1995: **Poznáváme život, přírodopis s výrazným ekologickým zaměřením pro 6. ročník**. Nakladatelství učebnic Fortuna, Praha, ISBN 80-7168-222-5.
- Kvasničková D., Jeník J., Pecina P., Froněk J., Cais J., 1997a: **Ekologický přírodopis pro 7. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií**. Nakladatelství učebnic Fortna, Praha, ISBN 80-7168-423-6.
- Kvasničková D., Jeník J., Pecina P., Froněk J., Cais J., 1997b, **Ekologický přírodopis pro 6. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií**. Nakladatelství učebnic Fortuna, Praha, ISBN 80-7168-385-X.
- Ligač S., 1991, **Ekológia a ochrana životného prostredia**. Pedagogická fakulta v Nitre, Nitra, ISBN 80-85183-42-0.
- Lucas G., 2004: **Ekologie**. Albaros nakladatelství, a.s., Praha, ISBN 80-00-014553-X.
- Máchal A., 2008: **Malý ekologický a environmentální slovníček (upravené a rozšířené vydání)**. Rezekvítek ve spolupráci s Lipkou, Brno, ISBN 80-86626-08-3.
- Moldan B., Jeník J., Zýka J., 1989: **Životní prostředí očima přírodovědce**. Academia, nakladatelství ČSAV, Praha, ISBN 80-200-0042-9.
- Marinková H., Bydžovská J., 2004: **Metodika tvorby vzdělávacího programu**



- dalšího vzdělávání.** Národní ústav odborného vzdělávání, Praha.
- Nachtmanová I., 2006: **Budou školy zelenější?**
- Petegem P., Blicek A., 2006: **The environmental worldview of children: a cross-cultural perspective.** University of Antwerp, Belgium.
- Potočka K., 1974, 1989: **Náš les.** Albatros, Praha.
- Ponížilová B., 2008: **Vodní čarování 1.** Rezekvítek, Brno, ISBN: 80-86626-11-3.
- Reichholf J., 1989: **Feld und Flur.** Mosaik Verlag GmbH, München.
- Reichholf J., 1990: **Wald.** Mosaik Verlag GmbH, München.
- Seybold H., Riess W. in Bolscho D., Hauenschild K., 2006: **Environmental Education Research.** University of Hannover, Germany.
- Semorádová E., 2001: **Základy ekologie.** Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Ústí nad Labem, ISBN 80-7044-360-X.
- Smith-Sebasto N. J., Cavern L., 2006: **Effects of Pre- and Posttrip Activities Associated With a Residential Environmental Education Experience on Students' Attitudes Toward the Environment.**
- Stonawski J., 1993: **Základy ekologie.** Univerzita Karlova, Praha, ISBN 80-7066-736-2.
- Storch D., Mihulka S., 1997: **Ekologie.** Institut dětí a mládeže MŠMT ČR, Praha, ISBN 80-86088-12-0.
- Šlégl J., Kislinger F., Laníková J., 2005: **Ekologie a ochrana životního prostředí pro gymnázia,** ISBN 80-7168-828-2.
- Šoch J., 1998: **Ekologie a ochrana životního prostředí,** Ostravská univerzita v Ostravě, Pedagogická fakulta, Ostrava, ISBN 80-7042-140-1.
- Tarant M., 2009: pracovní sešit – **Voda.** SŠEaS Chomutov, Chomutov.
- Tkadlec E., 2008: **Populační ekologie Struktura, růst a dynamika populací,** Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Olomouc, ISBN 978-80-244-2149-0.
- Vlašín M., 2008: **Klíč k určování obojživelníků a plazů.** Rezekvítek, Brno.
- Zandvliet D., 2010: **An Ecological Framework for Science Education.** Faculty of Education, Simon Fraser University, 8888 University Drive, Burnaby, BC, V5A 1S6, Canada

Internetové zdroje:

<http://www.ondeo.cz/kolobeh-vody>, staženo: 13. 3. 2011.

<http://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/f2.htm>, staženo: 15. 3. 2011.

[http://etext.czu.cz/img/skripta/68/014\\_024-1.pdf](http://etext.czu.cz/img/skripta/68/014_024-1.pdf), staženo: 26. 4. 2011.

<http://www.zooliberec.cz/divizna/cz/vyukove-programy/zakladni-skoly/>,  
staženo 26. 4. 2011.

<http://www.zssuchdol.cz/environmentalni-vychova-ve-vyuce-pro-i-a-ii-stupen-zakladni-skoly.html>, staženo 27. 4. 2011.

Jiné zdroje:

Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání ZŠ A MŠ ŽELÍZY,  
zpracovaný podle RVP ZV.

## **Seznam příloh**

- A) Power-pointová prezentace použita při výkladu žákům
- B) Fotografie
  - B1) žákyně pátého ročníku – základní škola Horní Jiřetín
  - B2) žák pátého ročníku – základní škola Jirkov
- C) Vyplněné úkoly