

1. Úvod

Ekologie - věda zabývající se přírodním prostředím, zkoumá vzájemné vztahy mezi organismy a vztahy organismů k prostředí v němž žijí (působení člověka na ekosystémy a neživé složky prostředí je nauka o životním prostředí).

Pojem **životní prostředí** zahrnuje vše, co vytváří podmínky existence života - existence organismů (včetně člověka). Patří k nim neživé složky prostředí (ovzduší, voda, horniny, energie ...) a živé složky prostředí (organismy od nejjednodušších po nejsložitější) => **biotické faktory**.

Biotické faktory se mohou projevovat v prostředí jednak nepřímým působením na jiné organismy, jednak přímo. Nepřímo může jeden organismus měnit fyzikální a chemické podmínky prostředí jinému organismu (např.: zastínění jedné rostliny druhou, a tím snížení příkonu energie pro fotosyntézu, nebo rozrytí půdy krtkem, a tím zvýšení obsahu kyslíku v půdním vzduchu). Přímé biotické vlivy se projevují např. Požíráním jednoho organismu druhým, okusováním rostlin býložravci nebo přímými zásahy člověka.

Termín **biosféra** označuje oživenou část naší planety, světový (globální) ekosystém. Tvoří ji soubor suchozemských a vodních ekosystémů včetně těch, které přetváří a vytváří člověk.

1.1 Ekosystém

Ekosystém je z ekologického hlediska základní funkční přírodní jednotkou. V ekosystému jsou ve vzájemných vztazích všechna společenstva organismů (rostlinných i živočišných) spolu s komplexem všech fyzikálních a chemických faktorů.

Ekosystém je systém termodynamicky otevřený. Vstupují do něho toky energie (záření), vody a minerálních látek, je systémem schopným autoregulace, autoprodukce a evoluce, je to systém, kde vztahy jeho **biotické** a **abiotické** složky navzájem i uvnitř samých jsou takové, že tok energie vytváří jasně definovanou potravní (trofickou) a druhotnou rozmanitost.

Ekosystém může mít různý rozměr. Největším a nejúplnějším ekosystémem je **biosféra Země**, zaujímající celý fyzický prostor zemského povrchu oživený organismy. Ekosystémem může být i různě velký výsek biosféry např. tropický deštný prales, rašeliniště, bučina na vápenci, jezero, louka tzv. přirozený ekosystém (v naší republice přirozené, člověkem nedotčené ekosystémy téměř nejsou), avšak může to být i zcela umělý výtvar člověka např. pole, městský sad, výsypka, halda. V umělých ekosystémech platí stejné zákonitosti jako v ekosystémech přirozených, ale člověk musí stále dodávat nějakou formu energie, kterou tyto systémy udržují.

Tato energie se označuje jako **dodatková energie**. Tvoří ji především agrotechnika, průmyslová hnojiva, stroje, nafta, elektřina apod.

Ekosystém se skládá z několika složek, které se různou měrou podílejí na přeměnách energie a hmoty:

1. Soubor všech abiotických faktorů působících na biotopu vytváří **prostředí ekosystému**. Je to sluneční energie a všechny fyzikální a chemické vlastnosti ovzduší, vody a půdy.

2. **Producenti** jsou skupinou autotrofních organismů, které tvoří organické látky z látek anorganických v procesech fotosyntézy zelených rostlin nebo chemosyntézy chemolitotrofních bakterií. Množství organické hmoty vyprodukované na určité ploše nebo objemu za určitou dobu odpovídá **hrubé primární produkci**. Z ní je část prodýchána rostlinami a zbývající část tvoří skutečný přírůstek rostlin, tzv. **čistou primární produkci**, která zbývá po odečtení ztrát dýcháním.

3. **Konzumenti** tvoří v ekosystému skupiny heterotrofních organismů, které nejsou schopny produkovat organickou hmotu, a jsou proto přímo nebo nepřímo závislé na produktech autotrofních organismů. Patří k nim různé skupiny živočichů. Podle typu výživy je dělíme na **býložravce**, živící se převážně rostlinami, **masožravce**, požírající jiné živočichy, a **všežravce** včetně člověka.

4. **Dekompozitoři** (rozkladači) jsou různé skupiny mikroorganismů živících se mrtvou organickou hmotou na různém stupni rozkladu. energii a hmotu potřebnou k metabolismu získávají rozkladem složitých organických látek na jednodušší. mrtvá rozkládající se hmota všech organismů je zdrojem potravy četných mrchožravých živočichů.

Výzkumem ekosystémů se zabývají ekologové specialisté, ale jejich závěry nejsou možné bez specialistů botaniků, zoologů, mikrobiologů, klimatologů, hydrobiologů, lékařů aj. včetně architektů, techniků, ochranářů přírody, matematiků, chemiků.

Základními složkami ekosystémů jsou organismy (*biotická složka*) a jejich prostředí (*abiotická složka*). Ekosystém bývá také označován jako **biogeocenóza** (cenóza = společenstvo). **Biocenóza**, která je složkou biogeocenózy je tvořena rostlinnými společenstvy - **fytocenózou**, živočichy - **zoocenózou** a mikroorganismy - **mikrobní cenózou**. Prostředí určité biocenózy je označováno jako **biotop** (stanoviště). Samotná abiotická složka stanoviště je **ekotop**. Funkci konkrétního organismu v ekosystému, jeho zapojení do koloběhu látek a toků energie, jeho místo v ekosystému (adresu), adaptaci na prostředí a životní strategii vyjadřuje pojem **nika**. Určitá nika je trvale realizována jen jedním organismem (nebo populací)

Rozdíly mezi nikami umožňují, že na jednom místě (biotopu) a v jedné biocenóze může existovat více nik, více populací. Každá z nich využívá ještě volných kapacit prostředí. Dvě populace s totožnými nikami se konkurenčně vylučují. Naopak komplementárnost nik v biotopu (stanovišti) umožňuje využití ekologické kapacity každého prostředí a tím nasycení biosféry.

1.2 Biogeochemické cykly

Chemické látky cirkulují mezi živými a neživými složkami ekosystému, stávají se součástí koloběhů látek, které nazýváme **biogeochemické cykly**. Koloběhy látek a tok energie jsou základní funkcí každého ekosystému. Energie vstupující do ekosystému je vázána producenty v asimilátech při fotosyntéze jako chemická energie. Skutečné využití energie slunečního záření rostlinami je velmi malé, 1 % až 6 %, u vodních dokonce méně než 1 %. Býložravci spotřebují asi 10-20 % z vytvořené primární produkce, 80-90 % rozloží dekompozitoři (rozkladači). Organická hmota je v potravních řetězcích postupně odbourávána při látkové přeměně, stále jí ubývá dýcháním. Při těchto pochodech je energie vázaná v organické hmotě přeměňována na teplo, které se vydává do prostředí. Tok energie v ekosystému je jednosměrný a nevratný narozdíl od koloběhu látek, který probíhá v kruhu.

Nejdůležitější biogeochemické cykly, které probíhají v biosféře, jsou tyto:

1. Koloběh vody

Hlavním znakem koloběhu vody v biosféře je výměna vody mezi zemským povrchem a atmosférou; její hybnou silou je sluneční záření. Odpařováním a transpirací se vodní páry dostávají do ovzduší, kde je větry rozptylují. Po ochlazení se páry kondenzují a ve formě srážek spadnou na oceány a kontinenty. Na souši vodu zachytí vegetace nebo půda. Ta ji propustí až na nepropustné podloží, kde se mohou vytvořit zásoby podzemní vody. Část vody odtéká říčním systémem zpět do moří a oceánů.

2. Koloběh uhlíku

V biosféře je velmi úzce vázán na životní procesy organismů. Z atmosféry je uhlík ve formě CO_2 pohlcován zelenými rostlinami při fotosyntéze. Organicky vázaný CO_2 je zčásti prodýchán organismy a zčásti uvolněn při rozkladu mrtvé hmoty do ovzduší. Část

organických látek obsažených v půdě i ve vodě se přemění v humus nebo byla kdysi zadržena ve formě ropy a uhlí. Do vody se CO_2 dostává srážkami; výměna CO_2 mezi vodou a ovzduším se děje difúzí ve směru koncentračního spádu. CO_2 uniká do ovzduší také z uhličitánů, např. při zvětrávání vápenců. Do koloběhu oxidu uhličitého zasáhl také člověk spalováním fosilních paliv (uhlí, ropy) a zvýšil koncentraci CO_2 v atmosféře již zhruba o 20 % jeho původního množství.

3. Koloběh kyslíku

Kyslík v biosféře je biologického původu; je základním produktem fotosyntézy jeho koloběh v ekosystémech je rovněž silně ovlivněn životními procesy - fotosyntézou je uvolňován, dýcháním a rozkladem odumřelých organismů se spotřebovává. V horních vrstvách atmosféry vznikla vrstva ozónu, která chrání veškerý život před ultrafialovým zářením. Z atmosféry proniká kyslík také do vody a půdy. Významným činitelem v koloběhu kyslíku je i člověk, který snižuje obsah kyslíku ve vzduchu spalováním látek a mýcením lesů, v půdě a ve vodním prostředí také odpadními látkami, které při rozkladu odnímají z prostředí kyslík.

4. Koloběh dusíku

Je to velmi složitý proces. Jeho hlavním zdrojem je zemská atmosféra, odkud se dostává dusík také do vody i půdy. Volný vzdušný dusík mohou vázat z organismů jen některé mikroorganismy, zvané vazači dusíku (některé skupiny půdních bakterií, sinic a aktinomycetů, bakterie symbioticky žijící v hlízách na kořenech bobovitých rostlin a aktinomycety u olše). Rostliny přijímají dusík převážně jako nitrátový (NO_3^-) nebo amonný ion (NH_4^+) a využívají jej k tvorbě proteinů. S potravou se dostává do těl živočichů, kteří jej částečně využívají při tvorbě vlastních bílkovin a částečně vylučují močí. Při rozkladu mrtvé hmoty uvolňují rozkladači anorganické formy dusíku (NO_3^- a NH_4^+), které mohou rostliny opět přijímat; plyný dusík se z rozkladu uvolňuje zpět do ovzduší. Část dusíku se do atmosféry dostává sopečnou činností. Zásahy člověka, např. hnojením půd i rybníků, se zvyšuje obsah dusíkatých látek nejen v půdě a v povrchové vodě, ale jsou jimi ohroženy i zásoby podzemní vody, tedy i nejvýznamnější zdroje pitné vody.

5. Koloběh fosforu

Hlavním zdrojem fosforu jsou horní vrstvy litosféry, v nichž ložiska fosfátů vznikla již v dávných geologických dobách. Rostliny přijímají fosfor z rozpuštěných fosfátů z půdy. Potravními řetězci se fosfor dostává do živočišných těl. Po uhynutí organismů se fosfor uvolňuje rozkladem do prostředí, dostává se do půdy nebo vodního prostředí, kde je zčásti využit baktériemi a zčásti blokován v nerozpustných fosfátech, které rostliny nemohou přijímat.

Koloběhy ostatních biogenních prvků v biosféře probíhají různě složitými cestami.

1.3 Ekologická valence

Výskyt a úspěšné přežívání organismů v přírodě závisí na celém souboru vnějších podmínek. Každý organismus má své specifické hranice, kterými je omezena jeho **snášenlivost** (tolerance) k působení jednotlivých ekologických faktorů v prostředí. Rozsah intenzity nebo koncentrace kteréhokoli faktoru v prostředí, kterému se organismus přizpůsobuje, se nazývá **ekologická valence**. Hranice snášenlivosti jsou vymezeny na jedné straně minimální a na druhé straně maximální hodnotou daného faktoru. Střední hodnoty intenzity nebo koncentrace faktoru udávají **ekologické optimum** pro růst, vývoj a rozmnožování organismu. Rozsah ekologické valence pro jednotlivé faktory prostředí je u různých organismů různě veliký. Některé organismy snášejí široký rozsah intenzity slunečního záření nebo mohou žít v půdě s velmi nízkým obsahem vody i v půdě mokré. Jiné organismy jsou zase velmi citlivé na kolísání ekologického faktoru v prostředí, a mají proto úzkou ekologickou valenci. Nazývají se **stenoekní druhy** na rozdíl od těch, které mají ekologickou valenci šířkou a označují se jako **euryekní**. Stenoekní druhy se vyskytují méně často, jsou vzácné, žijí na speciálních

stanovištích a mívají také menší **plochu rozšíření - areál**. Euryekní druhy jsou široce přizpůsobivé stanovištním podmínkám, často se vyskytují a mívají větší plochu rozšíření.

1.4 Limitující faktory

Každý organismus je na svém stanovišti ovlivňován souborem (komplexem) faktorů, které na něj působí současně. Může proto mít široký rozsah přizpůsobivosti k jednomu faktoru a úzký k jinému. Takový stav bývá v přírodě velmi častý. O výskytu druhu na stanovišti pak rozhoduje většinou ten faktor, který působí již mimo hranice přizpůsobivosti druhu. Takové faktory se označují jako **limitující** (mezí). Např. v našich klimatických poměrech se u suchozemských společenstev velmi často stává voda v půdě v letním období limitujícím faktorem. její nedostatek v půdě způsobuje vyhynutí druhů na vodu náročnějších, i když ostatní podmínky (např. sluneční záření, minerální látky) pro organismy jsou optimální. Ve vodním prostředí limituje rozvoj vodních organismů kyslík, který značně kolísá v čase i prostoru a jehož množství ubývá do hloubky.

Známe-li rozsah přizpůsobivosti jednotlivých druhů k určitému faktoru, můžeme toho zpětně použít při zhodnocování stanoviště, na kterém žijí. Takové druhy se nazývají **ekologické indikátory**. Např. vřes obecný svým výskytem indikuje vždy kyselou půdu, blešivci žijí jen v dobře prokysličené vodě, která není příliš znečištěna.

2. Vliv člověka na přírodní prostředí

Jako živočišný druh je člověk součástí většiny ekosystémů a se svým prostředím tvoří nedělitelný celek. Člověk prostředí používá, ovlivňuje a přizpůsobuje se mu a zároveň prostředí ovlivňuje člověka. Na počátečním stupni vývoje při nízké hustotě, žil člověk se svým prostředím v rovnováze. Teprve exponenciální růst jeho populace a urychlující se rozvoj technických prostředků zesílili nutně antropogenní tlak na přírodní prostředí. Člověk stoupající měrou pozměňoval původní ráz biosféry. Vytváří nové krajiny s intenzivním zemědělstvím a lesnictvím, s vyspělým průmyslem a hustou dopravní sítí a se vzrůstající sídelní zástavbou. Na mnohých místech biosféry nahradil člověk přírodní prostředí umělým prostředím, do něhož pronikají všechny druhy lidské činnosti: pracovní, sociální, rekreační, kulturní apod. Tvorba nového životního prostředí člověkem je záměrná; člověk je upravuje podle svých potřeb, a dostává se tak často do konfliktu s přírodou.

2.1 Odlesňování a eroze

Nejmarkantněji zasáhl člověk do původních lesních prostorů, které pokrývaly kdysi značnou část kontinentů. Jejich rozlohu postupně zmenšil a dnes začal zasahovat i do tropických deštných lesů. Jejich existence a zachování má totiž význam pro celou planetu při udržování kyslíkové rovnováhy v atmosféře, která zatím není ohrožena. Uvnitř lesa se vytváří speciální mikroklima, tj. snižují se denní výkyvy teploty vzduchu, zvyšuje se vlhkost vzduchu, snižuje se rychlost větru, proto na odlesněných stanovištích při změně mikroklimatu vymizela většina organismů vázaných svým způsobem života na lesní prostředí. Některé organismy se však přizpůsobily novému prostředí. Odlesněním je především ohrožena půda, neboť podléhá erozi - rozrušení a odnosu z povrchu pedosféry. Přírozená eroze je způsobena vodou, větrem a ledovci, naopak zrychlenou erozi vyvolal člověk jako následek odlesnění, špatné agrotechniky, nadměrné pastvy, povrchové těžby apod.

2.2 Narušení souvislostí v biosféře

Pro poslední období vývoje naší společnosti jsou charakteristické zejména:

- rychlý rozvoj energetiky, průmyslu a dopravy
- chemizace, mechanizace a jiné nové postupy hospodaření v zemědělství a lesním hospodářství, vedoucí ke změnám krajiny

- plýtvání energií a materiály
- rychlá urbanizace, tj. přechod k městskému způsobu života
- rozvoj rekreace a cestování

To vše provázejí mnohé negativní jevy v prostředí a dochází k vážnému ohrožování základních složek biosféry.

2.3 Znečištění vody

Voda potřebná pro zavlažování nemusí mít stejné vlastnosti jako voda pitná. Znečištění pramenité a podzemní vody je velký problém lidstva.

Vývoj znečišťování vodních toků v ČR

Znečišťování v tis./rok

Rok	Nerozpustné látky	Rozpustné látky	Ropa a produkty z ropy
1986	1166	388	18
1987	1146	404	17,9
1988	1063	409	19,2
1989	1009	424	17,4
1990	1010	410	16,6
1991	974	399	13,6
1992	975	394	11,3

Přírodní vody (*podzemní* - prosté a minerální - nebo vody *povrchové* - sladké i slané) obsahují rozpuštěné plyny, hlavně O_2 a CO_2 , anorganické látky většinou ve formě iontů (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} aj.), organické látky a mikroorganismy. Mořská voda obsahuje asi 3,5% hmot. NaCl a asi 70 prvků ve stopách.

Antropogenní činností dochází v různé míře na různých místech ke změnám složení vod. Zvyšují se *koncentrace* přirozených složek, nebo se do vod dostávají nové *nežádoucí* anorganické i organické *látky* rozpustné i nerozpustné. Neméně závažné je také *tepelné znečištění* vod (až 80% vody používané v průmyslu k chlazení, takže odpadní vody oteplují vodní zdroje, což narušuje chemické a biologické děje ve vodách).

Při používání vodních zdrojů pro výrobu **pitné vody** se sleduje obsah několika desítek látek včetně mikroorganismů (podle příslušné státní normy). Zdrojů kvalitní pitné vody znečišťování vodních toků a nádrží i průsakem do podzemních vod ubývá, výroba je ekonomicky stále náročnější. Neméně náročné je i **čištění odpadních vod** z průmyslu, zemědělské výroby a z domácností. Znečištění způsobují zvýšené obsahy kovů, dusičnanů, fosforečnanů a rozmanitých organických látek. Patří mezi ně ropné produkty, chlorované uhlovodíky, polychlorované bifenylly (PBC), pesticidy, **detergenty** aj.

Ke znečišťování **moří** a **oceánů** dochází jednak námořní dopravou (zejména při haváriích ropných tankerů), jednak znečištěnými vodními toky. Nečistoty narušují základní ekologické vazby v mořských ekosystémech, snižují odolnost a zdravotní stav organismů, a tím i výtěžky z rybolovu, znemožňují často koupání, narušují výměnu kyslíku a oxidu uhličitého mezi vodou a ovzduším, což může mít dalekosáhlé důsledky i pro život na souši. Některé části oceánského pobřeží i vnitrozemská moře, jako Baltské a Středozemní, jsou již mimořádně znečištěna a jejich původní společenstva zcela zničena. Mnohé kovy organismy selektivně přijímají a hromadí je ve svých tkáních, odkud se tyto kovy dostávají s potravou až k člověku. Vypouštění odpadů potravinářského průmyslu, komunální odpady či spalování zbytků hnojiv z polí vede k **eutrofizaci vody**. Znamená to, že následkem vysokého obsahu živin (zejména

dusíku a fosforu) se přemnoží řasy a vodní hladiny jimi zarůstají. Tím se znemožní výměna plynů mezi vodou a ovzduším a ve vodě přitom ubývá kyslík, protože se spotřebovává na hnilobné procesy; voda se postupně stává mrtvou.

Čištění vody - dlouhou dobu byla využívána jen samočisticí schopnost vod, tj. přirozený rozklad znečišťujících látek mikroorganismy. Čistírný odpadních vod zachycují nečistoty - biologické odbourávání živin. Čištění v lagunách a kořenových čistírnách - schopnost vodních organismů rozkládat látky náročné na plochu.

3. Znečištění ovzduší

3.1 Skleníkový efekt

Je jedním ze základních procesů, který udržuje na Zemi poměrně stálé teplotní podmínky vhodné pro život. Mechanismus průběhu je zadržování a výdej slunečního záření. Světlo jako hlavní složka slunečního záření, prochází bez větších překážek vrstvami atmosféry. Dopadá na zemský povrch a zahřívá ho. Země sálá teplo (infračervené záření), které je některými plyny v atmosféře zachycováno. Nejde o pohlcování a hromadění tepla v atmosféře, ale o zpomalení jeho průniku zpět do kosmického prostoru. Země přijímá stejné množství energie od Slunce, které opět do kosmu vyzařuje. Protože je účinek těchto plynů připodobňován k efektu skel kryjících skleník, jsou označovány jako **skleníkové plyny**.

Skleníkové plyny

Plyn	Účinnost (%)
vodní pára	62
oxid uhličitý	22
troposférický ozón	7
oxid dusný	4
metan	2,5
ostatní plyny	2,5

Skleníkový jev je jevem přirozeně působícím na Zemi stovky miliónů, možná miliardy let. Hlavní roli v zachycování infračerveného záření má vodní pára a oxid uhličitý.

Přirozená a nepřirozená produkce skleníkových plynů

Plyn	Přirozená produkce	Nepřirozená produkce (člověk)
oxid uhličitý	dýchání rostlin a živočichů, rozklad organických látek v půdě, zvětrávání, vulkanická činnost, uvolňování z oceánů	spalování fosilních paliv, odlesňování a vypalování lesů (tropy) a půdní eroze
metan	v mokřadech jako bahenní plyn, tlení, vulkanická činnost	těžba zemního plynu a uhlí, pěstování rýže, chov dobytka, skládky odpadů
oxid dusný	uvolňování z oceánu, pochody v atmosféře, přirozené lesní požáry	spalování fosilních paliv, hnojení dusíkatými hnojivy

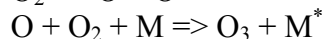
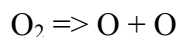
Oxid uhličitý nejvíce ze všech skleníkových plynů pohlcuje sluneční záření, to znamená, že brání jeho zpětnému vyzařování do vesmíru. Prognózy ukazují, že by zdvojnásobením

koncentrace CO_2 v ovzduší (na $600 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-3}$) došlo ke zvýšení průměrné teploty o 2°C až 4°C se všemi důsledky pro naši planetu => globální oteplování.

3.2 Atmosféra a plyny

Atmosféra = vzdušný obal Země. Skládá se z *troposféry* (8 - 18 km od zemského povrchu) - obsahuje 95% vzduchu z celé atmosféry; prouděním vzduchových vrstev v závislosti na tlaku a teplotě v troposféře „vzniká“ počasí, *stratosféry* (asi do výše 50 km), *mezosféry* (do 80 km) a *termosféry* (nad 80 km). Je jedním z trvalých zdrojů chemických látek nutných k životu organismů. Z plynů největší přímý význam má kyslík a oxid uhličitý, v menší míře i atmosférický dusík. Vzduch však působí na organismy také svými fyzikálními vlastnostmi, např. tlakem a specifickou hmotností. Pro organismy má také velký význam proudění, tj. vítr různého směru a intenzity. Uplatňuje se při létání nebo při pasivním unášení organismů a jejich produktů větrem (např. spor, semen a plodů nebo pylu, řas, drobných forem hmyzích, pavoukocvů, při velkém větru i unášení ptáků), jímž jsou pak rozšiřovány i na velké vzdálenosti od původního místa výskytu. Silný vítr působí vývraty stromů a odnáší povrch ornice (půdní eroze).

Účinkem slunečního a kosmického záření je v termosféře kyslík převážně v *jednoatomovém* stavu. Ve stratosféře vzniká z molekulového kyslíku, O_2 , působením ultrafialové složky slunečního záření ($\lambda < 242 \text{ nm}$) ozón, O_3 . Vznik přirozeného ozónu ve stratosféře vlivem slunečního záření lze znázornit rovnicemi:



(M^* značí částici - další molekulu O_2 nebo N_2 , která „odvádí“ přebytečnou energii srážky a brání tak „labilnější“ molekulu O_3 před rozkladem)

Ozonosféra (s nejvyšší koncentrací ozónu ve výšce asi 24 km) vytváří „ochranný štít“ chránící biosféru před škodlivým krátkovlnným zářením. V ozonosféře existuje *dynamická rovnováha* $3\text{O}_2 \Rightarrow 2\text{O}_3$, kterou narušují např. oxidy dusíku ze spalin proudových letadel, antropogenní chlor či brom z halogenderivátů uhlovodíků - **freonů**.

Koncentrace **kyslíku** ve vzduchu je velmi stabilní (zhruba 21% čistého suchého vzduchu). Je vždy dostačující, takže kyslík nebývá limitujícím faktorem výskytu a existence suchozemských organismů. Předpokládá se, že kyslík se dostal do zemské atmosféry teprve jako produkt fotosyntézy zelených rostlin. Ztráty kyslíku ve vzduchu způsobené dýcháním všech živých organismů jsou nahrazeny uvolňováním O_2 při fotosyntéze.

Z atmosféry se kyslík dostává difúzí do půdy a vodního prostředí. V půdě společně s vodou vyplňuje prostory mezi půdními částicemi (póry) a ve vodě se rozpouští. V obou prostředích je kyslíku mnohem méně než ve vzduchu a jeho kolísání (a zvláště nedostatek) je především ovlivněno biologickými procesy, jako je fotosyntéza, dýchání a rozklad. Např. v těžkých jílovitých půdách nebo zamořených půdách je převážná většina půdních pórů vyplněna vodou. Tím je v půdě omezeno dýchání kořenů i všech půdních organismů a v extrémních případech přežívají jen anaerobní organismy.

Oxid uhličitý má ve vzduchu na rozdíl od kyslíku jen nízkou koncentraci. V současné době činí

objem	asi
0,034 %;	

 avšak jeho koncentrace vlivem spalování fosilních paliv člověkem nyní stále stoupá. Atmosférický CO_2 je jediný přímý zdroj uhlíku pro tvorbu organických sloučenin (asimilátů) fotosyntézou rostlin.

CO_2 je nejen součástí vzduchu, ale je také rozpuštěn ve vodách a tvoří významný podíl v půdním vzduchu. Na jeho obsah ve vzduchu regulačně působí mořská voda, která jej váže nebo uvolňuje.

Koncentrace CO_2 se mění během dne i roku v závislosti na intenzitě dýchání organismů, rozkladu nebo hoření, při němž je CO_2 vylučován, a na intenzitě fotosyntézy, kdy je CO_2

spotřebován. Tak např. ve dne mezi zelenými listy se může snížit koncentrace CO_2 ve vzduchu až pod jeho normální průměrnou hodnotu, naopak v noci, kdy převládá dýchání a ustává fotosyntéza, jeho koncentrace opět stoupá.

V atmosféře se vyskytují také **vodní pára** a **další chemické sloučeniny** (např. SO_2 , oxidy dusíku, popř. popílek), které působí přímo na organismy toxicky a s dešťovými srážkami se dostávají jako roztoky do půdy i do vody, kde mají rovněž škodlivé účinky především okyselením prostředí. Pevné částice ve vzduchu (prach, písek, popílek) působí např. na rostliny také mechanicky ucpáváním průduchů, zabraňují přístupu světla k asimilačním orgánům apod.

K plynným látkám patří: **oxid siřičitý**, SO_2 , který se dostává do ovzduší spalováním fosilních paliv obsahujících síru (uhlí 1 až 1,5 % hmotnosti, ropné produkty 0,3 až 2,8 %). V troposféře se snadno oxiduje na oxid sírový, SO_3 , vzniká kyselina sírová i sírany, které se stávají složkou *kyselé atmosférické dispozice* známé pod označením *kyselé deště*.

Asi 30 až 50 procenty přispívají ke kyselým dešťům **oxidy dusíku**. Souhrnné označení NO_x zahrnuje N_2O , NO a NO_2 . Oxidy dusíku, převážně NO a NO_2 , vznikají ze vzdušného kyslíku a dusíku při spalovacích procesech za vysokých teplot. Část oxidů se oxiduje na kyselinu dusičnou a dusičnany (podílejí se na kyselých deštích), část přispívá ke vzniku troposférického ozónu a nebezpečných organických látek - **peroxyacylnitrát**, RCO-O-O-NO_2 (zkráceně PAN). Oxidy dusíku se podílejí také na odbourávání stratosférického ozónu.

Oxid uhelnatý produkují především spalovací motory, zejména při tzv. volnoběhu motoru. (Automobily testované „zelenou“ známkou smějí mít ve výfukových plynech maximálně 4,5 % obj. CO).

Nedokonalým spalováním kapalných paliv se dostávají do ovzduší produkty, které účinkem slunečního záření spolu s oxidy dusíku nebo **radikály** (např. HO^\cdot nebo HOO^\cdot) poskytují škodliviny spolupůsobící při odumírání lesů a při smogové situaci.

Závažnou škodlivinou v ovzduší jsou **prachové částice**, často obsahující těžké kovy (Pb, Cd aj.)

3.3 Znečištění

Úměrně s rozvojem průmyslové výroby, výstavbou elektráren, povrchových dolů i sídlišť a s rozvojem dopravy stoupá znečištění ovzduší.

Účinky škodlivin určitého typu - jedovatých (toxických) látek - na člověka zkoumají *toxikologové*. Rozlišují účinky *akutní*, *chronické* i *pozdní* - projevují se až po více letech. Ke škodlivinám s pozdními účinky patří např. *mutageny*, látky ovlivňující genetické vybavení organismu (vyvolávající mutace) - a *karcinogeny* (= *kancerogeny*), vyvolávající zhoubné bujení - rakovinu.

Znečištění - *kontaminace* - životního prostředí se zjišťuje fyzikálními, chemickými, fyzikálně chemickými i biologickými **metodami**. Určuje se druh škodliviny, její množství (obsah, koncentrace) i její změny v čase. Časově souvislý popis údajů o množství škodliviny se nazývá *monitorování* (monitoring).

Stanovení anorganických látek se provádí zejména *atomovou absorpční spektrometrií* (AAS). Metoda využívá schopnost atomů zkoumaného vzorku absorbovat jen záření určité vlnové délky. Umožňuje stanovit asi 70 prvků, a to s citlivostí až do 10^{-12}g .

Spektrofotometrie určuje látky podle intenzity zabarvení zkoumaného roztoku. Elektrochemické metody určují složení vzorků na základě hodnot protékajícího proudu v závislosti na vloženém napětí. K analýze složení vody se využívá například počítačový polarograf podle čs. patentu (J. Heyrovský - 1922; Nobelova cena - 1959). Organické látky se určují také *chromatografickými metodami* a *infračervenou spektroskopií*.

Podle citlivosti příslušné metody se rozlišuje *stopová analýza* (dá se stanovit množství menší než 10^{-4} % hmotnosti složky ve vzorku) a *ultrastopová analýza* (dá se stanovit množství menší než 10^{-6} % hmotnosti složky).

Výsledky analýz se udávají pro pevné vzorky v $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ nebo $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, pro kapaliny v $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ nebo $\text{mg} \cdot \text{ml}^{-1}$. Stejně často se uvádí množství látky - škodliviny - v ppm (pars per million), tj. 1 díl škodliviny na 1 million dílů, např. vody nebo vzduchu ($1 \text{ ppm} = 0,0001 \%$). (Množství škodlivin v ovzduší se udává obvykle v $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ nebo v $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$).

Odebírají-li se vzorky vzduchu přímo u zdroje znečištění (u komína průmyslového podniku, elektrárny nebo u výfuku automobilu), jde o **emisní koncentrace**.

V místě příjemce škodliviny se měří **imisní koncentrace**.

Hodnoty emisních koncentrací pro tutéž látku bývají až o několik řádů vyšší než hodnoty koncentrací imisních. Slovo *emise* označuje vypouštění, tedy děj, činnost, slovo *imise* označuje stav znečištění ve větší nebo menší vzdálenosti od zdroje. Nejvyšší přípustné koncentrace (obsahu) škodlivin v ovzduší obvykle stanovují státní normy. Také pro obsah látek v pitné vodě, v určitých potravinách a dalších výrobcích platí určité předpisy.

Přítomnost rozmanitých emisí v ovzduší a jejich fotochemické přeměny jsou příčinou různých typů smogu. *Smog* (z anglického slova *smoke* - kouř a *fog* - mlha) *londýnského typu* se vyskytuje v ovzduších velkých měst a průmyslových oblastí hlavně v zimním období za bezvětří při teplotní inverzi. Směs - aerosol - která dráždí dýchací cesty vzniká hlavně ze sazí, kapiček kyseliny sírové, SO_2 a CO . *Fotochemický smog* losangelského typu vzniká v místech se zvýšenou koncentrací výfukových plynů účinkem slunečního záření, které iniciuje ve směsi radikálové reakce. Nežádoucí složkou tohoto typu smogu je ozón.

Příklady nejvyšších přípustných koncentrací škodlivin

Škodlivina	Nejvyšší přípustná krátkodobá koncentrace ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	Nejvyšší přípustná denní koncentrace ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)
prach	500	150
oxid siřičitý	500	150
oxidy dusíku	300	100
oxid uhelnatý	6 000	1 000
chlór	100	30
amoniak	300	100

4. Závěr

Příroda trpí poškozováním ovzduší, vody i půdy, zvyšováním množství cizorodých látek v prostředí. Ničení přirozených ekosystémů (např. kácení tropických lesů) může ovlivnit podnebí na celé Zemi a zároveň je to hrozba pro existenci velkého množství druhů rostlin a živočichů, z nichž mnohé ještě ani neznáme. Vysušování krajiny mívá vždy za následek změnu druhového složení organismů a jejich vymírání. Nežádoucí důsledky může mít i porušování přírodní rovnováhy neuváženým přemísťováním rostlin a živočichů do nových oblastí. Velké škody znamená nadměrný a bezohledný lov nebo rybolov. Také „útěk“ lidí z měst do přírody, a zejména jejich nesprávné chování ohrožuje existenci řady živočichů a rostlin. Všechny tyto vlivy snižují druhovou rozmanitost v přírodě, poškozují genofond. Organismy, které jsou vzácné a jsou existenčně ohroženy, jsou obvykle chráněny zákony. Základním předpokladem pro záchranu ohrožených druhů živočichů a rostlin je vždy zachování podmínek nezbytných pro jejich život.

4.1 Předpoklady péče o životní prostředí

Péče o prostředí je důležitým úkolem státu i každého jednotlivce. Vyžaduje velké finanční náklady na výstavbu čistících zařízení, na zavádění nových technologií nepoškozujících prostředí atd. Z dlouhodobého hlediska však platí, že ekologicky správné jednání je také ekonomicky výhodné, neboť poškození prostředí s sebou vždy přináší obrovské, často nenahraditelné ztráty, zhoršování podmínek pro život lidí i pro rozvoj výroby. Náprava škod nakonec vyžaduje větší náklady než včasná prevence.

Důležitou roli v zajišťování péče o životní prostředí v jednotlivých místech mají **regionální a místní orgány** samosprávy => např. **Česká inspekce životního prostředí**.

Řešení ekologických problémů vyžaduje širokou **mezinárodní spolupráci**. V její organizaci má mimořádnou roli OSN. V oblasti vědy, výzkumu, vzdělávání a rozvoje nových forem ekologického jednání působí zvláště UNESCO, UNEP (organizace pro ekologické problémy), IUCN (Mezinárodní unie pro ochranu přírody a přírodních zdrojů), WHO (světová zdravotní organizace) i některé další organizace.