



Výukový program:
Environmentální vzdělávání

Modul 3: Základy ekologie

autor:

doc. RNDr. Martin Braniš, CSc.

recenzent:

PaedDr. Tomáš Hák, Ph.D.

redakce:

Mgr. Milada Rolčíková

3 Základy ekologie

3.1 Environmentální (ekologické) minimum

První počátky života na Zemi datuje současná věda do období před více než 3 miliardami let. Život od té doby prošel mnoha fázemi vývoje. Dnešní příroda a život jsou tedy pouze jakousi ukázkou velmi bohaté škály tvarů a vztahů, které příroda vytvořila a výsledkem nespočetné řady interakcí mezi organismy a neživými planetárními systémy.

3.1.1 Základní ekologické pojmy a souvislosti

Vědeckou disciplínou, která se zabývá studiem života, je **biologie**. Termín **ekologie**, který se užívá v souvislosti se studiem života a jeho interakcí s okolím, pochází z řeckého *oikos* - dům, obydlí, okolí a *logos* - nauka. Ekologie je jedním z biologických oborů. Hlavním a společným objektem studia biologie a ekologie jsou **živé organismy**. Úkolem vědců - ekologů je popsat a vysvětlit vztahy mezi organismy a prostředím a organismy mezi sebou a principy těchto vztahů zobecnit do pravidel, zákonů a teorií.

Nejnižší jednotkou, kterou ekologie zkoumá, je **jedinec** - základní jednotka, která je schopna samostatného života - a jeho vazby na okolní prostředí i na ostatní organismy. Nejvyšší kategorií je **ekosystém**, což je soubor všech faktorů živé a neživé přírody, které se vyskytují ve stejné době na stejném území a které spojují složité vazby.

Vzhledem k tomu, že si ekologie všímá nejen organismů, ale i jejich vazeb s okolním prostředím, tedy s **faktory fyzikálními, chemickými i antropogenními** (*anthropos* - z řeckého člověk), nevystačí ti, kdo se zabývají moderní ekologií, pouze se znalostmi z biologie. Pro pochopení složitých přírodních procesů, jichž se organismy a člověk účastní, je nezbytné získat alespoň základní poznatky z dalších přírodovědných oborů, jako je matematika, statistika, chemie, fyzika a geografie [1].

3.1.2 Základní environmentální pojmy a souvislosti

O ekologii se také hovoří v širších souvislostech jako o předmětu, který se zabývá **vztahy člověka k prostředí a k ostatním organismům**. Tato „ekologie“ si většinou více všímá nepříznivých vlivů činnosti člověka na přírodu, a to nejen na živé organismy, ale i na ovzduší, vodu, půdu ale i vlivů na zdraví samotného člověka. I tato široká disciplína vychází vždy ze základů biologické ekologie. Jedná se o **nauku o životním prostředí**. Ani zde studium tak složitých vztahů nevystačí jen se znalostmi přírodovědných oborů. K ekologii, geologii, klimatologii a dalším je nutno přibrat i společenské vědy, demografii, ekonomii, znalosti z medicíny, technických oborů a dalších oblastí lidského poznání. Ochrana životního prostředí je mnohooborová - **interdisciplinární** - oblast poznávání a k řešení problémů obvykle nestačí síly jednoho odborníka - úkoly vyžadují **týmovou spolupráci**.

Ekologie a nauka o životním prostředí jsou tedy vzájemně se doplňující vědní obory. Zatímco ekologie zkoumá vztahy a principy těchto vztahů ve „zdravém“ tedy normálním přírodním prostředí, nauka o životním prostředí zkoumá přírodu, tedy organismy a prostředí včetně člověka, v okamžiku nějaké nežádoucí změny. Nezabývá se například výskytem ryb a jejich způsobem života, ale spíše vlivem znečištění vody na úhyn ryb, nezajímá se pouze o pěstování a růst lesa, ale o narušování růstu a odumírání stromů následkem kyselých srážek atd. atd.

Nauka o životním prostředí nestuduje však pouze tyto „patologické“ vztahy a jejich principy, ale snaží se také odhalit, jaké jsou **možnosti jejich zmírnění nebo nápravy** - je i nástrojem k řešení konkrétních problémů. Nauka o životním prostředí odhaluje nejen podstatu nových dějů (např. proč lesy odumírají), ale hledá k nim **praktická řešení** (např. druhy odolných dřevin vysazovat v postižených oblastech či jak snížit emise škodlivin). Výsledkem bádání v tomto oboru jsou také návrhy preventivních opatření, která jsou nejučinnějšími nástroji při péči o životní prostředí (omezíme-li spotřebu energie, není nutno nákladně odstraňovat ohromná množství škodlivých látek ze spalin z tepelných elektráren a není tudíž potřeba hledat ani druhy dřevin vhodné pro náhradní výsadbu v oblastech poškozených imisemi).

3.1.3. Vývoj vztahu člověka k přírodě a k životnímu prostředí

Nálezy prvních kosterních pozůstatků moderního člověka (*Homo sapiens sapiens*) dokládají, že se jeho první populace objevily přibližně před 100 - 150 tis. lety v Africe. Odtud se postupně šířily do Asie, do Evropy a později i na ostatní kontinenty. Původní populaci člověka můžeme považovat za populaci vyššího primáta, která žije v souladu s určitým ekosystémem. Většinou kočující tlupy zanechávaly v krajině pouze běžné stopy po hledání potravy, po lovu nebo po stavbě dočasných příbytků z přirozeného materiálu. Změny, ke kterým došlo v ekosystému, byly tedy **dočasné, vratné, místně omezené a dnes prakticky nerozeznatelné**. Jediným zdrojem energie z přírody, který člověk pro svou potřebu dokázal využít, byla jeho vlastní síla. Od objevu ohně, tedy asi před 700-500 tis. lety, pak i **energie biomasy**. Počátečnímu období lidské existence se říká, podle pravděpodobného způsobu života, období **lovecko-sběračské**, neboť často spíše než lovem získával předchůdce člověka svou obživu sběrem a živočišné bílkoviny mnohdy podobným způsobem jako hyeny a supové - tedy využitím zbytků masa z úlovků šelem. Lov byl patrně spíše doplňkovou aktivitou.

Lovecko-sběračským způsobem žili pravděpodobně již Australopithecové, *Homo habilis* a *Homo erectus*, rané formy druhu *Homo sapiens* – neandrtálci i moderní lidé *Homo sapiens sapiens* až do doby před asi 12 tis. až 10 tis. lety. Kromě prokázaného vlivu na vyhubení některých velkých savců v období před 40 - 10 tisíci lety, kdy člověk lovil ve velkém mamuty, koně, srstnaté nosorožce a losy a ovlivnění vegetace velkoplošným vypalováním (např. v Austrálii už před 7-8 tis. lety), nezměnily tehdejší lidské populace na tvářnosti Země prakticky nic. S výjimkou primitivních nástrojů a pochopitelně ojedinělých kosterních pozůstatků se nezachovaly o našich předcích žádné podrobnější informace.

Přibližně před 12 tis. lety, po poslední době ledové, se výrazně oteplilo, a to umožnilo některým skupinám již moderního člověka (*Homo sapiens sapiens*) dlouhodobější pobyt v jedné oblasti a především rozšíření na dosud nehostinný sever Euroasie a Severní Ameriky. Původně kočovné tlupy se v období Holocénu (po poslední době ledové) postupně usazují, začínají využívat půdu k pastvě domestikovaných zvířat a k pěstování plodin. Archeologické nálezy potvrzují pěstování některých plodin již asi před 12 tis. lety. Z obilnin mezi ně patří pšenice, žito, ječmen, z luštěnin hrách, čočka, bob a také len.

Toto období trvá až prakticky do středověku. Během této doby člověk již **dokázal získanou energii transformovat z jedné formy na druhou**, využíval vodní kola i větrné mlýny, pro hutě vyráběl dřevěné uhlí, dokázal použít tažná zvířata. Lidé ovlivňovali okolní přirozené ekosystémy i usměrňováním jejich produkce. Pravidelná **sklizeň úrody a pastva** jsou vlastně nepřirozeným, každoročně se opakujícím odběrem biomasy, dodatkovou energií představuje např. hnojení, obdělávání (okopávání, orba) a zavlažování. Vzniká polopřirozený

ekosystém **-agroekosystém** - s porosty osetými jednou plodinou (tzv. monokultury), který s výjimkou několika málo zvláštních případů nemá v přírodě obdoby.

Člověk tohoto tzv. **zemědělsko-pasteveckého období** působil změny **trvalejšího charakteru**, byly točasto změny **nevratné**. Jedná se především o těžbu v lomech a dolech, zbytky staveb a opevnění sídel, zavlažovacích kanálů a podobně. Člověk zemědělec a pastevce značně zasáhl i do rozšíření a genetické výbavy některých druhů organismů. Při pěstování rostlin byla původní vegetace odstraněna, prakticky každoročně měněna okopáváním a orbou stabilita svrchní vrstvy půdy, odvodňováním nebo zavlažováním byl změněn vodní režim.

Pastviny a pole, meze i lidská sídla a další nové typy prostředí v krajině představovaly příhodné podmínky pro život dalších druhů rostlin a živočichů. Jelikož často konkurovaly pěstovaným plodinám, člověk je začal odstraňovat a hubit. Pro jiné druhy organismů – rostlin, živočichů, hub i mikrobu – byly monokultury vhodným zdrojem živin a potravy. I proti těm se musel tehdejší zemědělec bránit, chtěl-li uchránit většinu úrody pro sebe. S vývojem zemědělství a postupné urbanizace se tedy rychle šíří druhy, které označujeme jako **škůdce a plevele**.

Šlechtěním, křížením a domestikací člověk vytvořil formy a druhy, které by v přírodě přirozenou cestou nevznikly. Navíc se zřejmě pokoušel omezit konkurenci původních nebo příbuzných druhů skotu, ovcí, koz a koní jejich lovem nebo odháněním z vhodných stanovišť. Tak začal zasahovat i do přirozené **biologické rozmanitosti**, tedy do skladby a funkce přirozených ekosystémů.

Jedním z prvních příkladů významného poškození prostředí je zřejmě změna rozsáhlých oblastí v povodí Eufratu a Tigridu za dynastie Ur-III 2150-2000 let př.n.l. Vysoký odpar ze zavlažovaných půd způsobil postupné hromadění solí, zavlažovací vodou byla odnášena humusovitá povrchová vrstva půdy. Půda se přeměnila v poušť. To byly patrně hlavní důvody drastického poklesu výnosů a konce významné kultury. Mezopotámie se tak stává prvním příkladem **ekologické katastrofy** v dějinách člověka.

Nový způsob získávání obživy, kdy namísto sběru a lovu potravy člověk začíná potraviny produkovat, byl velmi náročný. Zahrnoval celý komplikovaný systém činností, od **odlesňování**, přes **orbu, setí, zavlažování, sklizeň, uskladňování** a **transport** potravin, a vyžadoval stále vyšší a vyšší organizaci společnosti. A tak začala postupně vznikat centra řízení a organizace, velké sídelní komplexy neboli **města** - faktický **zdroj civilizace**. Vytváření velkých měst (urbanizace) započalo už asi před 5-6 tis. lety, některá města jsou dokonce starší.

Zatím největší změny v prostředí však způsobil člověk v posledních 300 letech. Toto období bývá výstižně nazýváno jako **průmyslové** neboli **industriální období**. Charakteristické je využívání strojů a technologií, transformace, transport a využívání energie, nyní převážně z fosilních paliv.

Průmyslovou činností jsou způsobeny změny, které již nejsou pouze **místní - lokální**, ale dotýkají se větších oblastí, jsou **regionální**, dokonce zasahují celou planetu, mají rozsah **globální**. Kromě neobnovitelných zdrojů energie a surovin se snižuje i biologická rozmanitost přírody. Změny jsou velmi často **nevratné** a přenášeny z generace na generaci - jsou **transgenerační**.

Byl-li celý vývoj člověka až do doby kamenné řízen přirozeným výběrem a člověk se vyvíjel jako ostatní organismy - pod tlakem podmínek prostředí, v industriálním období přestává hrát přirozený výběr svoji důležitou roli. Výrazně se **zvyšuje průměrný věk lidí**, a to především díky zvýšení kvality bydlení, péči o novorozené a nemocné jedince, či užívání

nových léků. Zavedení zdravotní péče a její postupné zdokonalování je však také zásadním faktorem pro růst počtu obyvatel.

3.2 Globální problémy životního prostředí

Na povrchu naší planety jen stěží nalezneme místo, které by nebylo zasaženo lidskou činností. I v nedostupných polárních oblastech, v hloubkách oceánů a ve vzduchoprázdném prostoru okolo planety lze nalézt stopy cizorodých látek a produktů, které by se bez přičinění člověka na tato místa nikdy nedostaly.

Vlivy lidské činnosti na prostředí nabývají různého rozsahu. Jsou místně omezené, nebo zasahující celé kontinenty, odehrávají se v různých časových horizontech - jsou krátkodobé nebo dlouhodobé - a nabývají různé intenzity. Všechny tyto aspekty se mohou rozličným způsobem kombinovat a vyústit v problémy neočekávaného typu. Tradičně jsou problémy ochrany životního prostředí charakterizovány podle územního rozsahu. **Lokální problémy** se omezují na malá území a obvykle je možno je řešit na základě rozhodování na úrovni obcí nebo malých územních celků. Patří sem například kontaminace půdy, znečištění malých toků nebo staré zátěže. **Regionální problémy** pokrývají rozsáhlejší území států nebo částí kontinentů. Typickým příkladem je znečištění povrchových vod (velkých toků), znečištění ovzduší z průmyslu, dopravy a výroby elektrické energie. K řešení jsou nutná celostátní opatření a mezistátní dohody.

Problémy poškození prostředí se v důsledku lidské činnosti stále více „globalizují“. Exponenciální růst lidské populace a zatím neomezený hospodářský růst především zemí s rozvinutou ekonomikou, tzv. "zemí bohatého severu", má za následek porušení rovnováhy celé řady celoplanetárních systémů. Takové rozsáhlé problémy nazýváme **globální problémy životního prostředí**. Nejzávažnějším primárním globálním problémem, z něhož se všechny výše uvedené přímo nebo nepřímo odvozují jsou:

- růst lidské populace;
- bída třetího světa;
- růst spotřeby zdrojů.

Kromě toho jsou za globální problémy, které dnes nejvíce poutají pozornost lidstva, pokládány:

- globální klimatická změna (globální oteplování);
- ztenčování ozónové vrstvy ve stratosféře;
- ohrožení biologické diversity.

Z lokálních a regionálních problémů se pro svou závažnost jako problémy s dalekosáhlým dopadem označují též

- kyselá atmosférická depozice (kyselé srážky);
- degradace a znečištění půdy;
- kontaminace vod;
- produkce odpadů.

Environmentální problémy lze však dělit také podle jiných hledisek, například podle složky prostředí, které se týkají, tedy na problémy znečištění vody, ovzduší, půdy, biosféry apod. Samo dělení (většinou prováděné pro potřeby studia, výkladu nebo kompetencí

institucí, které problémy řeší) však není tak důležité, jako je důležité poznání stavu a pochopení příčin, které k takovému stavu vedly a mechanismů, jimiž se uplatňují. Probereme nyní hlavní témata, která v současné době ochrana životního prostředí musí řešit.

3.2.1 Růst lidské populace

Jestliže původní populace předků člověka i samotného druhu *Homo sapiens* v dobách před neolitickou revolucí žily v souladu s okolním prostředím a početnost jednotlivých skupin byla zřejmě omezována běžnými faktory prostředí (dostupností potravy, klimatickými podmínkami), pak po ústupu poslední doby ledové (v období Holocénu) s přechodem k usedlému způsobu života **řada těchto limitujících podmínek vymizela**. Dostatek potravy (pěstování polních plodin a chov domácích zvířat) a možnost stálého úkrytu - a tím i dokonalejší péče o potomstvo - byly patrně zásadní faktory pro další růst populace. **Mírné klimatické podmínky** navíc umožnily postupné rozšiřování zemědělské půdy, stěhování člověka do dalších severněji položených oblastí a otupily tak ostří pravděpodobné konkurence jednotlivých skupin. Početnost usdlé lidské populace se zřejmě v minulosti nikdy nepřiblížila k hranici nedostatku potravy, prostoru a úkrytů. Dalšímu růstu tedy nestálo nic v cestě.

Neolitická revoluce byla spíše důsledkem vhodného klimatu než nějakého vývojového skoku v biologickém vývoji člověka. Rekonstrukce ukazují, že přibližně před 12 000 lety, na samém začátku zemědělsko-pastevského období, bylo na Zemi pouze asi 5-15 milionů obyvatel. Od té doby lidská populace stále roste. Jelikož se rozmnožuje zúčastňuje stále větší počet jedinců, přibývá nově narozených exponenciálně. Za normálních podmínek se v každé populaci exponenciální růst postupně zpomaluje v závislosti na nosné kapacitě prostředí. U člověka tento postupný útlum růstu zatím nepozorujeme.

Zdá se, že nárůst populace člověka souvisí s civilizovaností společnosti. Nejznatelnější růst je totiž zaznamenán především na počátku industrializace. Důkladná péče o potomky, zabezpečení potravy a především lékařská péče jsou hlavními podpůrnými faktory růstu.

Podobně, jako u přirozených populací jiných živočichů, hrají zásadní roli při růstu lidské populace dva ukazatele. Je to **natalita - porodnost** a **mortalita - úmrtnost**. Natalita a mortalita se obvykle vyjadřují jako počet narozených, případně zemřelých jedinců na 1000 obyvatel za rok. Z rozdílu natality a mortality lze pak snadno odhadnout přírůstek, který se vyjadřuje v procentech celé populace (za rok). Průměrný přírůstek za určité období lze také vypočítat z počtu jedinců na počátku sledovaného období a na jeho konci.

Vezmeme-li jako výchozí hodnotu 500 milionů obyvatel na počátku našeho letopočtu a srovnáme s počtem v roce 1800 (1 miliarda), dostaneme pro toto dlouhé období, v němž se počet obyvatel zdvojnásobil, průměrný roční přírůstek 0.05%. Pro období mezi rokem 1800 a 1930, kdy přibyla na Zemi další miliarda, je to už 0,77% průměrného ročního přírůstku. Zatím nejvyšší hodnoty dosáhl průměrný přírůstek v období mezi léty 1960 a 1970 (2,22%).

Průměrný přírůstek může také cosi napovědět o dalším růstu. Pro hodnotu přírůstku je možné velmi jednoduše stanovit i dobu potřebnou ke zdvojení dané populace. Jestliže se v r. 1992 narodilo na 1000 osob na Zemi 27 dětí (natalita = 2,7% za rok) a ve stejném období 10 lidí z 1000 zemřelo (mortalita 1% za rok), pak čistý roční přírůstek činí 1,7%. Při současném přírůstku (1,7%) je tedy doba zdvojení rovna přibližně 40 letům. To znamená, že v roce 2035 by mohlo být při zachování těchto trendů na Zemi téměř **12 miliard obyvatel**.

Tab. 3.1. Změny v počtu obyvatel Země v posledním půlstoletí

	1950	2000
Celý svět	2516 (100%)	6122 (100%)
Rozvinuté země	832 (33%)	1277 (21%)
Rozvojové země	1684 (67%)	4846 (79%)
Jižní Amerika	165 (7%)	546 (9%)
Severní Amerika	166 (7%)	297 (4%)
Asie	1376 (55%)	3549 (58%)
z toho Čína	555 (22%)	1256 (21%)
z toho Indie	358 (14%)	964 (16%)
Evropa	392 (16%)	512 (8%)
Oceánie	13 (5%)	30 (5%)
Afrika	224 (9%)	872 (14%)
Rusko a stř. Asie	180 (7%)	313 (5%)

Ukazuje se však, že hlavním hnacím motorem exponenciální populační exploze (zdrojem pravidelného přírůstku) není vzrůst porodnosti, ale především **pokles úmrtnosti**, zejména úmrtnosti kojenecké. Porodnost se od konce středověku (1. pol. 18. stol.) udržuje přibližně na stejné úrovni (cca 3-4%) a v posledních desetiletích dokonce i klesá. Hlavními příčinami poklesu úmrtnosti (především v rozvojových zemích) je zvýšená dostupnost relativně levných základních léků a zvýšená zdravotní péče. Významným faktorem je i prodloužení délky života.

Při bedlivém prozkoumání problematiky růstu lidské populace lze zjistit, že růst není na světě rovnoměrný. Některé země již mají hlavní fázi růstu za sebou, v jiných počet obyvatel stále roste. Demografické analýzy odhalily jeden ze základních momentů, který snad může lidstvo před přelidněním zachránit. Země, v nichž se porodnost a úmrtnost takřka vyrovnaly (bylo dosaženo nulového populačního růstu), jsou země průmyslově rozvinuté, s vysokou úrovní lékařské péče a se systémem sociálních jistot ve formě penzí, podpor, pojištění, s vysokou zaměstnaností žen a kvalitní úrovní vzdělání. Tyto země, dnes označované za země „bohatého severu“, již prodělaly tzv. **demografickou revoluci** (demografický přechod). Je to dlouhodobý pokles počtu dětí v rodině, zvýšení věku matek a jejich společenského uplatnění i změny v sociálním prostředí. Pro tyto země je charakteristická nízká porodnost i úmrtnost. Některé země se nacházejí v první fázi demografického přechodu. Pro ty je sice typická **nízká úmrtnost**, díky zlepšené lékařské péči a omezení kojenecké úmrtnosti, ale přetrvává poměrně **vysoká porodnost**. Postavení ženy je chápáno jako role rodičky. Uplatnění žen v zaměstnání je nízké. Tradice vyžadují vysoký počet dětí v rodině a častý je odpor proti plánování rodiny a antikoncepci. To je případ mnoha zemí Asie a Latinské Ameriky. Na opačném pólu jsou země „chudého jihu“ (rozvojové země), které mají **vysokou porodnost**, ale také relativně **vysokou úmrtnost** (především úmrtnost kojeneckou). Prozatím je velmi obtížné určit, kdy projdou všechny země světa demografickou revolucí a kdy se tedy počet obyvatel na Zemi ustálí. [2]

Populaci člověka by bylo jistě možno omezit rychlým snížením reprodukce. Taková omezení však ve většině zemí s vysokou porodností naráží na řadu bariér společenského, náboženského nebo kultovního charakteru. Jedním z nejzávažnějších objektivních důvodů je však to, že v chudých rozvojových zemích **je početnější rodina výhodnější** při zajišťování

obživy, je také nejlepším „sociálním zabezpečením“ pro stárnoucí rodiče. Řada pokusů o omezení porodnosti skončila bez výrazných výsledků. Pouze v Číně bylo dosaženo zřejmého úspěchu. Tuto zemi však nelze počítat mezi zaostalé rozvojové země, navíc zde hraje roli silný vliv státu na jednotlivce a rodinu. Ani drastické změny přírůstku by však nezabezpečily okamžité zastavení růstu populace. I rychlý pokles přírůstku na 1% by znamenal nárůst na 10 až 12 miliard obyvatel ještě v tomto století.

Samotné počty obyvatel na Zemi však málo říkají o průvodních jevech nárůstu populace a zvláště jejího rozložení v prostoru. Téměř nulový růst vykazují země, které představují necelých 10% světového obyvatelstva. Od r. 1995 patří k těmto zemím i Česká republika. **K největšímu růstu počtu lidí dochází v zemích třetího světa**, tedy v oblastech, kde klimatické podmínky a stabilita ekosystému nedovolují další zvyšování produkce potravin, a pokud ano, pak na úkor unikátních částí přírody (tropické deštné lesy, savany, pobřežní společenstva).

3.2.2 Populační růst a chudoba

Prosté konstatování růstu populace současnou situaci velmi zjednodušuje. Expanze počtu lidí v rozvojových zemích ostře kontrastuje se situací v oblastech ekonomicky rozvinutých, kde **lidé žijí déle a jsou zdravější, ženy rodí méně dětí a zvyšují se počty imigrantů**, kteří se sem stěhují za lepším životem.

Dnes nejchudší oblasti Afriky, Asie a Latinské Ameriky mají rychle rostoucí mladou populaci, zatímco vyspělé a bohatší státy Evropy, Severní Amerika a Japonsko vykazují nulový nebo v některých případech dokonce záporný růst a jejich populace stárnou rychle. Následkem toho bude **většina přírůstku v následujících desetiletích soustředěna do rozvojových zemí**, kde už dnes žijí čtyři pětiny veškeré světové populace. Předpokládaný růst populace v rozvojových zemích mezi roky 2000 a 2025 (4,87 – 6,72 miliard) je v podstatě stejně velký, jako byl rekordní nárůst v poslední čtvrtině minulého století. Historicky nebývalá populační exploze v nejchudších oblastech světa bude patrně v nesnížené míře pokračovat.

O vlivu populačních charakteristik na kvalitu lidského života se diskutuje už po staletí. Když v 18. století započala moderní expanze lidské populace, **Thomas Robert Malthus** dokazoval, že tento růst bude omezen nedostatkem potravin. Světová populace rostla ale daleko rychleji, než sám Malthus předpovídal, a výživa lidstva se spíše zlepšila. V dostupnosti a kvalitě potravy jsou však na světě obrovské regionální a společenské rozdíly, podobně jako v růstu počtu lidí. Vysoká kvalita výživy na bohatém severu ostře kontrastuje s neudržitelnou situací v mnoha oblastech chudého jihu. Největší příčinou hladu a podvýživy je zde chudoba, ovšem hlavní příčinou chudoby je růst populace. Tato souvislost se projevuje dvěma mechanismy:

- 1) **Rychlý růst populace vede k mládnutí populace.** Rodí se stále více dětí a ty musí být nakrmeny, musí někde bydlet, potřebují oblečení a vzdělání. Děti ale vesměs nepracují, nejsou produktivní, a tím významně zatěžují ekonomiku a země chudnou.
- 2) **Rychlý populační růst vytváří obrovskou poptávku po nových pracovních místech.** Po několika letech tito mladí lidé dospívají do věku, kdy hledají práci. Velké množství žadatelů a omezené množství pracovních příležitostí tlačuje dolů mzdy, což je další příčina chudoby a nerovnosti. Nezaměstnanost v chudých zemích je značná a zaměstnaní tam proto pobírají mzdy, které jim sotva stačí k obživě. V takových zemích také nemohou stoupat výdaje na školství, zdravotnictví a infrastrukturu spolu s rostoucí populací.

Z nízkých platů není možno platit dostatečně vysoké daně, takže je nedostatek peněz na veřejných účtech.

Dalším problémem spojeným s růstem populace je **migrace vysokého podílu obyvatel venkova do měst**. V rozvinutých zemích bývá tento vývoj ekonomicky pozitivní, neboť městské obyvatelstvo má všeobecně vyšší životní úroveň než venkovské. Koncentrace průmyslu a vznik obchodních a politických center jsou hlavním důvodem k tomu, že se i v rozvojových státech z chudého venkova ve velkých množstvích stahuje do měst venkovské obyvatelstvo. Přelidněný venkov, kde je problémem uživit stále rostoucí počet lidí, hledá ve městech možnosti lepšího výdělků i zabezpečení početných rodin. Příliv migrantů v hospodářsky slabých zemích je však tak vysoký, že překračuje nosnou kapacitu měst a mnoho přistěhovalců končí v neuspokojivých podmínkách. Tradiční městské výhody jsou v nejchudších zemích potlačeny a životní podmínky jsou mnohdy stejně nuzné nebo ještě nuznější, než na venkově.

Tabulka 3.2 Světové megapolis - populace v milionech

1975		2000		2015 (předpověď)	
Tokyo	19.8	Tokyo	26.4	Tokyo	26.4
New York	15.9	Mexico City	18.1	Mumbai	26.1
Shanghai	11.4	Mumbai	18.1	Lagos	23.2
Mexico City	11.2	São Paolo	17.8	Dhaka	21.1
São Paolo	10	Shanghai	17	São Paolo	20.4
		New York	16.6	Karachi	19.2
		Lagos	13.4	Mexico City	19.2
		Los Angeles	13.1	New York	17.4
		Kolkuta	12.9	Jakarta	17.3
		Buenos Aires	12.6	Kolkuta	17.3
		Dhaka	12.3	Delhi	16.8
		Karachi	11.8	Metro Manila	14.8
		Delhi	11.7	Shanghai	14.6
		Jakarta	11	Los Angeles	14.1
		Osaka	11	Buenos Aires	14.1
		Metro Manila	10.9	Cairo	13.8
		Beijing	10.8	Istanbul	12.5
		Rio de Janeiro	10.6	Beijing	12.3
		Cairo	10.6	Rio de Janeiro	11.9
				Osaka	11
				Tianjin	10.7
				Hyderabad	10.5
				Bangkok	10.1

Zvyšování počtu obyvatel měst a rozšiřování zastavěných ploch budou zřejmě jedny z hlavních problémů budoucnosti. Přibližně na počátku 20. století žilo v městech - sídlech

s více než 2500 obyvateli, necelých 15% světové populace. V roce 1950 a v roce 1985 žilo ve městech už 29 % a 41 % světové populace. V roce 2020 bude patrně ve městech žít kolem dvou třetin veškerého obyvatelstva světa. Již dnes je jasné, že nejrychleji rostoucí města jsou města v nejchudších oblastech světa. Velké městské aglomerace nad 10 mil. obyvatel se nazývají obvykle megalopolis nebo megapolis. [3].

Růst populace není jedinou hlavní příčinou světových sociálních, ekonomických a environmentálních problémů, ale přispívá k nim podstatnou měrou. Kdyby rostla populace v minulosti pomaleji, bylo by nám nyní lépe. A bude-li možno omezit růst populace v budoucnu, budou na tom lépe příští generace.

3.2.3 Změny vzorců spotřeby a růst čerpání zdrojů

Lidská společnost využívá stále více látek a energie. Intelektuální a související technologický a vědecký pokrok umožňuje člověku získávat a využívat nové zdroje nebo ve zvýšené míře čerpat zdroje dlouhodobě známé. Kvalitu lidského života hodnotíme nejen podle zdravotního stavu a délky života, ale také podle toho, jaké má podmínky k bydlení, práci, k rekreaci a odpočinku, přičemž bohatství a materiální spotřeba bývají často mylně pokládány za ten hlavní ukazatel.

Řadu zdrojů můžeme považovat za **zdroje obnovitelné**, dlouhodobé a v porovnání s lidskou existencí za trvalé nebo za průběžně se obnovující. Další zdroje jsou však výskytem, množstvím a dosažitelností omezené a jsou tedy považovány (v porovnání s životem generací) za vyčerpátné - **neobnovitelné**. Zdroje obnovitelné, i když jsou dostupné prakticky stále, však nebyly a nejsou schopny uspokojit lidské požadavky. Jejich koncentrace, místní dostupnost a omezené možnosti využití způsobily (a stále působí), že člověk vyhledává materiály vhodnější a kvalitnější. Současná moderní společnost už nemůže vystačit s tím, co nabízí příroda. Těchto možností je ale velmi málo. Získávat energii můžeme prakticky pouze z přímého nebo transformovaného **slunečního záření** (kolektory, fotovoltaické články, vítr, voda, biomasa rostlin a živočichů) nebo z geotermálních zdrojů. Energie z těchto zdrojů je velmi málo „koncentrovaná“ a navíc není vždy dostupná v takovém množství, aby mohla uspokojit naše potřeby a požadavky. Neobnovitelné zdroje (ropa, uhlí, zemní plyn aj.) mají na jednotku hmotnosti nebo objemu velmi vysoký energetický potenciál. Je možno je skladovat, dopravovat na velké vzdálenosti a snadno s nimi obchodovat, a hlavně je převádět na nejušlechtlejší a nejpotřebnější formu - **elektrickou energii**. Ještě omezenější možnosti máme při využívání přírodních materiálů. Jde vlastně pouze o produkty rostlinného a živočišného původu a při rozumném využívání také o zemědělskou půdu. Zdroje neobnovitelné jsou nesrovnatelně bohatší co do vlastností a možností využití (přes 100 různých typů rudních a nerudních surovin). Omezení, která z výše uvedených skutečností plynou, jsou hlavním důvodem pro mnoho problémů ochrany životního prostředí.

I když si to málokdo uvědomuje, klíčový problém pro příští léta představuje paradoxně varianta **postupného zvýšení životní úrovně** v zemích, které dnes řadíme k rozvojovým, tedy chudým. Předpokládáme-li, že pokles růstu populace jde ruku v ruce s rozvojem ekonomik transformujících se států, čekají naši planetu a člověka na ní pravděpodobně další a další potíže.

Zvýší-li se industrializace, zvýší se také spotřeba zboží, surovin, energie, změní se zcela tzv. **vzorec spotřeby**. „Vzorec spotřeby“ je termín, který vyžaduje podrobnější vysvětlení. Jde vlastně o materiální zabezpečení jak základních potřeb, tak i uspokojování dalších požadavků nebo dokonce tužeb člověka. Zatímco se základní životní potřeby v různých společnostech a zemích prakticky neliší, jsou další nároky a požadavky na zabezpečení a

udržení určitého způsobu života dramaticky odlišné. Většina dne prostého člověka v ekonomicky chudých zemích je vyplněna zajišťováním obživy. Náš den sestává nejen z práce, ale také z nejrůznějších osobních aktivit (včetně rekreace, sportu, kultury, koníčků aj.). Liší se i značně způsob bydlení. **Nepřeberné množství různých spotřebičů, doplňků domácnosti, příslušenství, které považujeme za nezbytné nebo standardní, není v domácnostech rozvojových zemích vůbec obvyklé.** Ale i obstarávání základních životních potřeb se liší. Zatímco u nás (i v dalších zemích bohatých a ekonomicky rozvinutých) nakupujeme potraviny většinou v obchodech (ale stále častěji v super a hypermarketech), v méně rozvinutých zemích si je rodiny obstarávají vlastní výrobou nebo v malých místních obchodech. Potraviny a mnoho druhů zboží u nás nepochází mnohdy z blízkého okolí, ale transportují se desítky, stovky i tisíce kilometrů od výroby ke spotřebiteli. I taková doprava patří k charakteristikám našich vzorců spotřeby. **Náš způsob života je tedy nesmírně a nesrovnatelně materiálně a energeticky náročný oproti způsobům v zemích, kde žije většina obyvatel naší planety [4].**

I velmi početné populace v rozvojových zemích dnes spotřebovávají **zlomky energie a surovin a produkují zlomky odpadů a skleníkových plynů** než industrializované, ekonomicky rozvinuté státy. Vzorce spotřeby obyvatel těchto států se významně kvantitativně i kvalitativně liší od našich. Změna vzorců spotřeby v globálním měřítku směrem ke konzumní společnosti by znamenala drastické (i když patrně ne okamžité) zvýšení nároků na prostředí, ať už ho pokládáme za zdroj surovin, nebo za asimilační a detoxikační mechanismus pro naše emise a odpady. Vize vyspělého industriálního a populačně stabilizovaného světa musí s tímto problémem rozhodně počítat.



Obr. 3.1 Tržnice v bohatých zemích nabízejí produkty z celého světa, zatímco v zemích chudých se obyvatelé musejí spokojit s minimem, které nabízí blízké okolí.

Ačkoli navzdory předpokladům z počátku 70. let jen málo zdrojů látek a energie můžeme skutečně označit za vzácné a v dohledné době vyčerpatelné, je omezenost mnoha dalších zdrojů dána několika faktory. Týká se to především zdrojů nerostných surovin. V zemské kůře je přítomno množství potřebných látek. Ne všechna naleziště jsou však známa (objevena). Ze zásob zjištěných je pouze malá část s použitím dosud známých technologií vytěžitelná. **Se vzrůstající nedostupností nalezišť stoupá cena surovin.** K prodloužení období dostatku surovin, ke snižování (nebo udržování) ceny a ke snížení nejistoty nálezu nových zdrojů pak směřuje komplex opatření. Jimi jsou zejména **omezení plýtvání, zlepšení technologií těžby, zvýšení efektivity těžby a zpracování, recyklace, zvýšení aktivity při prospekci (pátrání po nových surovinách), a především snížení nadměrné spotřeby a náhrada obnovitelnými zdroji.**

3.2.4 Globální klimatická změna

Velmi důležitou vlastností zemského ovzduší, která podstatně přispívá k relativně vysoké teplotě zemského povrchu, je **skleníkový jev** (efekt). Ten působí již po stovky milionů let jako ochrana povrchu naší planety před drastickými změnami teploty mezi dnem a nocí. Jaký je jeho princip? Díky atmosféře a jejímu složení proniká na povrch Země sluneční záření (převážně jako viditelné světlo) prakticky bez zábran. Část světla se odráží od mraků, vodní hladiny a sněhové pokrývky a uniká zpět do kosmu. Část je po dopadu na povrch Země pohlcena a zahřívá jej. Teplo, které ze zahřátého povrchu uniká, je záření infračervené. To je ale na čas některými plyny v atmosféře zadrženo - pohlceno - a tak pomáhá udržet poměrně stabilní přízemní teplotu. Pokud by skleníkový jev nefungoval, pohybovala by se průměrná teplota povrchu Země okolo $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ve dne by byly některé oblasti ohřívány na více stupňů, než je dnes obvyklé, a v noci by se ochlazovaly hluboko pod bod mrazu. Naopak, kdyby skleníkový jev působil silněji (např. jako na Venuši), mohla by teplota při povrchu Země dosahovat i $300\text{ až }400\text{ }^{\circ}\text{C}$. Plyny, které mají schopnost tepelné (infračervené) záření pohltit, se nazývají **skleníkové plyny**. Patří sem především **vodní pára, oxid uhličitý, metan, ozón a oxid dusný**. Jelikož jsou všechny tyto plyny přirozenou součástí naší atmosféry, je **skleníkový jev jevem přirozeným**.

Při některých lidských činnostech se však uvolňuje větší množství skleníkových plynů, než je obvyklé. Spalováním fosilních paliv, odlesňováním, vypalováním lesů i při obdělávání půdy přibývá oxid uhličitý (CO_2). Pěstování rýže, chov dobytka, hnilobné procesy ve skládkách komunálního odpadu přispívají k produkci metanu (CH_4). Přízemní ozón (O_3) je součástí letního, tzv. fotochemického smogu. Nárůst těchto i řady dalších plynů (například oxidu dusného N_2O) způsobuje, že teplota na Zemi stoupá. **Následky zvýšení teploty je možno očekávat takřka na celé planetě.** Následkem změn teploty se ale očekává, že může dojít dokonce k rozkolísání klimatu, změně režimu srážek (místní sucha nebo záplavy), k zesílení a změně výskytu tropických a subtropických bouří, k intenzivnějšímu tání ledovců, což by (spolu s rozpínáním vodních mas teplem) mohlo vést ke stoupaní hladiny světového oceánu. Jelikož se globální klimatická změna odvíjí především od změn teploty na povrchu planety, označuje se někdy problém zvyšování koncentrace skleníkových plynů jako globální oteplování. [5]

Teplota na Zemi nebyla ale nikdy stálá. V průběhu posledních stovek tisíc let se teplota (i koncentrace skleníkových plynů) mnohokrát změnila. Tato přirozená proměnlivost atmosféry zatím nedovoluje přesně stanovit, jakou část oteplení lze přičíst na úkor člověka. Poslední matematické modely však ukazují, že křivka stoupaní teploty je v souladu s trendem zvyšování spalování fosilních paliv a současná klimatologie tak pohlíží na globální oteplování jako na částečný důsledek lidských aktivit. Klimatologové ale očekávají, že vypracování

dokonalejšího modelu, který umožní snížit nejistoty odhadů, potrvá přibližně do roku 2010. Nejpodrobnější informace o globální klimatické změně poskytují Internetové stránky Světové meteorologické organizace (WMO), mezivládního panelu pro klimatickou změnu (IPCC) nebo mezinárodního nevládního programu o geosféře a biosféře (IGBP) [6, 7, 8].

3.2.5 Narušování ozónové vrstvy

Tento globální problém se týká zemského ovzduší a souvisí s mechanismem, jehož přirozený výsledek představuje jeden z nejzásadnějších principů, který pomáhá udržet život v té podobě, jak ho známe na naší planetě už více než miliardu let.

Jeden z oborů elektromagnetického záření, které proudí k Zemi, je **ultrafialové (UV) záření**. Je to záření, jehož kratší vlnové délky (180 - 300 nm) jsou pro život vysoce nebezpečné. Toto záření dopadá na svrchní vrstvy atmosféry a ve výškách 15 - 40 km nad povrchem (ve stratosféře) se setkává s molekulami kyslíku. Energie UV záření o vlnové délce okolo 200 nm (tzv. UVC) rozbíjí dvouatomové molekuly kyslíku na jednotlivé atomy. Ty jsou vysoce reaktivní a reagují s jinými dvouatomovými molekulami kyslíku a tvoří molekulu tříatomovou - **ozón**. Energie ultrafialového záření s vlnovou délkou okolo 250 - 300 nm (tzv. UVB) naopak ozón zase rozkládá. Tento proces je v rovnováze a záření, jehož energie se takto v reakcích kyslíku a ozónu přemění na teplo, neprochází ve větším množství na povrch Země a nemůže tak poškozovat živé organismy.

Výše uvedené reakce probíhají ve vrstvě atmosféry nazývané stratosféra, zejména ve výškách okolo 25 km nad zemským povrchem. Této oblasti říkáme pro vyšší obsah ozónu **ozónová vrstva**. Tloušťka této vrstvy je však ve skutečnosti vlastně mizivá. Kdyby byl všechn ozón soustředěn do jedné kompaktní vrstvy na povrchu Země, vznikla by slupka o výšce pouhých 3mm koncentrovaného ozónu. [9].

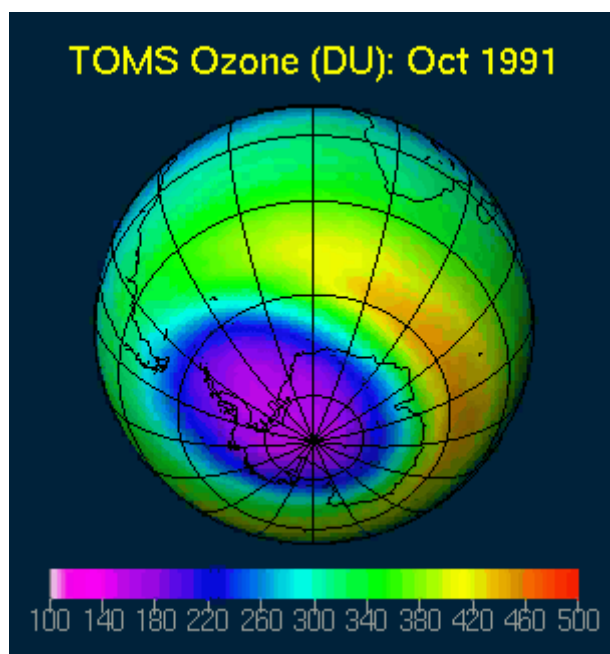
Ochranný ozónový štít však může být některými látkami zeslabován a poškozován. I když mohou být produkovány v přirozených procesech, nejvíce jich uniká z některých průmyslových procesů a výrobků. Mezi látky, které mají největší vliv na poškozování ozónu, patří především tzv. **freony** (chlorované a fluorované uhlovodíky - CFC). Freony jsou pro člověka velmi výhodné látky. Jsou to velmi stálé uhlovodíky s obsahem chlóru a fluoru (nebo bromu). Jsou netoxické, velmi stálé, mají nízký bod varu a obvykle těkají - vypařují se - při nižších teplotách než je bod varu vody. Pro tyto ideální vlastnosti jsou těžko nahraditelné jinými látkami v mnoha odvětvích průmyslu. Užívají se jako chladiva, jako nosiče aerosolů ve sprejích, jako expanzní plyny v izolačních pěnách (CFC-11, CFC-12, CFC-22), nebo jako rozpouštědla na čištění kontaktů v elektronice (CFC 113). Jejich stálost způsobuje, že setrvávají velmi dlouhou dobu v atmosféře a mohou se postupně dostat do vyšších vrstev atmosféry - do stratosféry, kde rozkládají ozón. Zejména atomy chlóru (ale do jisté míry i bromu a fluoru) dychtivě reagují s ozónem a po několika reakčních krocích se opět uvolňují. **Jeden atom chlóru tak může poškodit až několik desítek tisíc molekul ozónu.** Ve ztenčené vrstvě ozónu je pak zachyceno méně ultrafialového záření, které pak může pronikat na zemský povrch. Snížování koncentrace ozónu v ozónové vrstvě se populárně nazývá „**ozónová díra**“.

K největšímu úbytku ozónu ve stratosféře dochází již po několika let **nad jižním pólem**, nad Antarktidou. Lokální „ozónové díry“ se však objevují dočasně též nad některými hustě obydlenými oblastmi. Vznik „ozónových děr“ není jednoduché vysvětlit. Na rozdíl od možnosti sledovat změny teploty a koncentrace skleníkových plynů až několik set tisíc let nazpět (především analýzou ledu v antarktických a grónských ledovcích), je zpětná analýza koncentrace stratosférického ozónu zatím nemožná. A tak naše hodnověrné záznamy nejdou

dále než do poloviny 80. let našeho století.

Vysoké dávky UV záření tlumí fotosyntézu, což má za následek **snížení životaschopnosti rostlin** a snižování výnosů zemědělských plodin, poškozují citlivé buňky sítnice oka a zejména zvyšují riziko rakoviny kůže u lidí, kteří jsou vystaveni vyššímu příkonu slunečního záření.

Vážnost situace poškozování ozónové vrstvy vyjadřuje celá řada mezinárodních konvencí, které byly na její ochranu přijaty. Jde především o Vídeňskou dohodu z 22.5. 1985, kterou podepsalo 21 států (tzv. rámcová dohoda o ochraně ozónové vrstvy), **Montrealský protokol** z 16.9. 1987, který přijalo 24 států, stanovil konkrétní velikost redukce výroby a spotřeby halogenovaných uhlovodíků. Vstoupil v platnost 1.1 1989. Londýnská konference signatářů Montrealského protokolu z 27.-29.6. 1990 (připojuje se i ČSFR) reviduje a zpřísnuje přijatá opatření a stanovuje, že po roce 2000 smějí být freony užívány pouze v případech, kdy není jiná možnost, ne však déle než do r. 2040.



Obr. 3.2 Ukázka zeslabení ozónové vrstvy nad Antarktidou v r. 1991. Dolní škála ukazuje koncentraci ozónu v Dobsonových jednotkách (DU). Normální koncentrace je okolo 300 DU, v centru ozónové díry je málo přes 100 DU.

Celou situaci komplikuje fakt, že i když mezinárodní dohody umožnily v současné době významně omezit až zastavit výrobu a spotřebu látek poškozujících ozónovou vrstvu, není problém s tím spojený vyřešen. Jednak je většina freonů velmi stabilní - v ovzduší vydrží desítky let - a tak **vliv na ozónovou vrstvu bude v budoucnu pokračovat**, i když nebudeme tyto látky dávno používat. Problematické je však to, že řada rozvojových zemí stále freony užívá.

Poslední výzkumy a matematické modely ukazují, že i při splnění požadavků Montrealského protokolu bude koncentrace ozónu pravděpodobně ubývat ještě v prvních dvou desetiletích 21. století. Zvýšenou radiací UV budou postiženy nejen polární oblasti, ale i část mírného pásma na severní polokouli. Dávky UV záření významné pro zvýšení výskytu rakoviny kůže tak mohou dle modelů zasáhnout Středozeří a jižnější části Evropy za 10 - 30 let. Díky intenzivní oblačnosti vzroste riziko rakoviny kůže (a možné narušení procesu

fotosyntézy u zelených rostlin) ve Velké Británii a Irsku až za 30 - 50 let. S výjimkou většiny území Ruska, Indie, Číny, Japonska a Koreje, kde se zvýšení rizika rakoviny kůže může projevit nejdříve za 40 - 100 let (nedojde-li k očekávanému snížení koncentrace látek ničících ozón), platí pro většinu oblastí rozvinutého světa (USA, Kanada) a Střední Ameriku odhady okolo 30 let. Všeobecně se soudí, že místní expozice zvýšené radiace UV záření bude významně závislá na oblačnosti. Vyšší riziko tedy bude přímo úměrné přímé expozici slunečního záření za bezmračných dnů a nadmořské výšce. Pokud budou dodrženy striktní pravidla Montrealského protokolu a následných dohod, mělo by dojít ještě před první polovinou tohoto století ke zlepšení situace a uvedená rizika by měla poklesnout na normální hodnoty. Mnoho informací, které souvisejí s ozónovou vrstvou, je k dispozici na Internetové stránce: [10].

3.2.6 Ohrožení biologické diversity

Během posledních dvou miliard let na naší planetě vzniklo několik set miliónů až několik miliard druhů organismů. Podle odhadů žije v současné době na Zemi minimálně 5 a maximálně až 100 miliónů druhů různých organismů. Střízlivější odhady se pohybují mezi 10-30 milióny druhů. Popsáno, ale spíše jen vědecky pojmenováno, bylo dosud pouze necelých 1 800 000 druhů. O zbytku, tedy o většině, nemá světová věda žádnou bližší informaci.

Rozmanitost přírody lze však vyjádřit nejen počtem druhů, ale také počtem genů, které tyto druhy obsahují. Na vyšší úrovni pak biologická diversita představuje kombinace druhů ve společenstvech a ekosystémech, které jsou charakteristické potravními sítěmi i sítěmi jiných vztahů. **Rozmanitost života v přírodě - biologickou diversitu** - lze označit jako bohatost forem od jednoduchých, genetickou informaci nesoucích struktur, přes druhy, až po škálu společenstev těchto druhů. Množství informací v živých systémech je tedy prakticky neodhadnutelné.

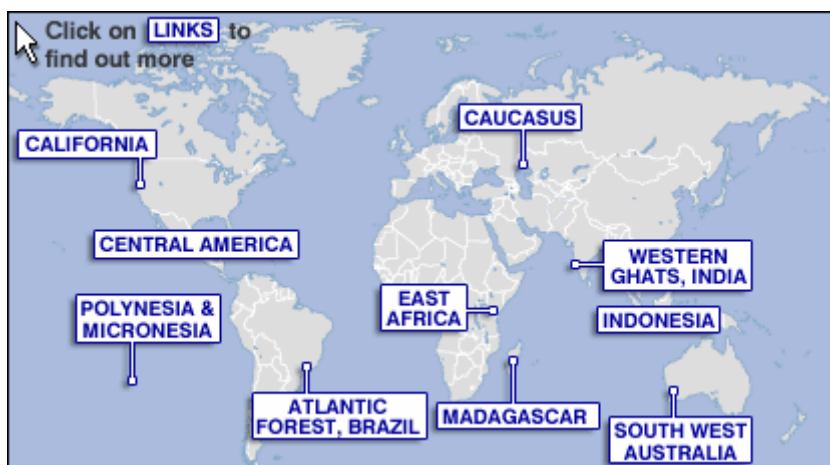
Díky vlivům prostředí (i organismů na sebe navzájem), které můžeme označit jako přírodní výběr, nové druhy a vazby neustále vznikají i zanikají. **Vývoj nových druhů (tzv. speciace)** je proces dlouhodobý. Obvykle trvá několik tisíc až stovek tisíc generací, než se od mateřského druhu odštěpí linie, kterou je možno považovat za druh nový.

Přirozené **vymírání (tzv. extinkce) druhů**, či celých skupin druhů, je díky paleontologickým výzkumům také do určité míry známo. V historii vývoje života lze nalézt nejméně 6 „katastrof“, během nichž vyhynuly mnohé druhy a skupiny druhů. Poslední z nich představuje vyhynutí dinosaurů na přelomu druhohor a třetihor, tedy asi před 70 - 60 mil. lety. Rychlost vymírání však nikdy pravděpodobně nepřesáhla v dlouhodobém průměru více než asi 10% druhů za 1 milión let, což je maximálně 1-5 druhů za rok. Ve srovnání s dnešním úbytkem druhů rostlin a živočichů toto číslo zanedbatelné.

Nebývalou ztrátu rozmanitosti přírody má dnes na svědomí pravděpodobně především člověk. Hlavní příčiny ohrožení biologického bohatství Země tkví ve stálém **růstu lidské populace**. S růstem množství lidí také vzrůstá plocha polí, luk a pastvin, plocha zastavěná lidskými sídly a průmyslovými podniky, rozšiřuje se těžba surovin, přibývá skládek odpadů. **Přirozená stanoviště rostlin a živočichů tedy mizí**. Veškeré lidské činnosti, které považujeme za kultivaci přírodního prostředí, například odlesňování, odvodňování, zavlažování, mění přirozené podmínky, ke kterým byly organismy přizpůsobeny.

K nejdrastičtějšímu ovlivnění biosféry dochází v oblasti tropů. Jsou-li například asi 2/3 druhů rozšířeny v tropech, pak úbytky tropických deštných lesů způsobované kácením a

vypalováním velkých ploch porostů mohou vyústit v masové vymírání rychlostí, která neměla v historii naší planety obdoby. Podle biogeografických údajů se odhaduje **rychlost úbytku druhů na 1 druh za den až jeden druh za hodinu**. Valná většina takto rychle zmizelých druhů zůstane zcela nepoznána. Ohroženy jsou i pobřežní zóny - přirozené písčité pláže i korálové útesy. Mezi kriticky ohrožené oblasti patří i travnaté ekosystémy, tedy stepi, prárie, pampy.



Obr. 3.3 Horká místa biodiverzity (biodiversity hotspots) podle BBC a pod. [11, 12]

Rozmanitost druhů ohrožuje zejména lov a sběr, rozšiřování nepůvodních druhů, kontaminace prostředí toxickými látkami, zábory přírodních území - zejména přeměna na pole a pastviny. Úbytek druhů způsobují i lokální válečné konflikty. Napalm a defoliční látky mají na svědomí 22 000km² porostů vietnamské džungle, kde probíhaly boje mezi Američany a Vietnamci v 60. letech minulého století (obr. 3.4.). Ve válce ve střední Africe byly v polovině 70. let loveny válčícími stranami jako hlavní zdroj masa chráněné druhy velkých savců - antilop, zeber, pakoňů, slonů i hrochů. Zbytky velké africké zvířeny jsou dodnes masově loveny místními pytláky.



Obr. 3.4 Pesticidy (defolianty) zničené porosty vietnamské „džungle“

Je však třeba si položit několik otázek. Je vůbec nutno bohatost živé přírody chránit? Potřebuje člověk tolik druhů kolem sebe? K čemu jsou, k čemu je může potřebovat? Odpověď na otázky je samozřejmě kladná, neboť důvodů k ochraně živého bohatství naší planety je celá řada.

Ekonomické důvody. Ze známých 250 000 druhů vyšších rostlin přibližně 3 000 bylo a je používáno k obživě. 30 druhů je intenzivně pěstováno a zabezpečuje tak 95% objemu potravin. Přes 2% lidské výživy pochází z lovu mořských ryb a bezobratlých. Rostliny jsou i významným stavebním materiálem. Vlákna užívaná v textilním průmyslu jsou jak rostlinného (bavlna, sisal, konopí), tak i živočišného původu (vlna, hedvábí). Kaučuk je čistý přírodní produkt. Rostliny jsou využívány k produkci energie (spalování dřeva, výroba bioplynu „bionafty“ apod.). Metabolické procesy kvasinek jsou základními biotechnologiemi. Bez těchto kvasných procesů by bylo například nemožné vyrábět jako doplňkové palivo do spalovacích motorů aut etylalkohol. Existují i kmeny bakterií schopné rozkládat ropu a ropné produkty v kontaminovaných půdách. Mnohé přírodní produkty, zejména rostlinného původu, jsou důležitými základy léčiv, v přírodě hledáme i původní druhy kulturních plodin, neboť řada z nich je rezistentní vůči různým chorobám a škůdcům, kterým podléhají přešlechtěné odrůdy.

Vědecké důvody. Každý druh má svou vědeckou hodnotu, kterou nese v podobě informace o stavbě, funkci, vývoji i o začlenění do prostředí. Experimentální biologické obory zkoumají životní procesy u modelových druhů organismů především pro zlepšení zdraví člověka, pro prodloužení věku, obranu před infekcemi. Bohatost prostředí zaručuje též vyšší možnost poznání pro sebe sama. Výzkum a léčba lepry (malomocenství) by se neobešly bez pokusů s využitím některých druhů pásovců.

Estetické důvody. Jednotlivé druhy organismů i jejich celky mohou být pro člověka zdrojem radosti, vzorem krásy, umělecké inspirace. Místa v málo narušeném území jsou pro řadu lidí místem odpočinku - rekreace.

Etické hledisko. Zachování druhové diversity a nenarušených ekosystémů Země lze chápat z morálních důvodů jako povinnost nebo poslání. Člověk, jako vrchol vývoje ocitnuvší se na Zemi bez nějakého vlastního přičinění, je stavěn mnoha kulturami nebo náboženstvími do pozice jediného tvora zodpovědného za současnost i budoucnost, bez práva zásadně měnit cokoli, co nevytvořil vlastními silami.

Příroda je ale nejen zdrojem potravy, stavebních materiálů, léčiv, okrasných rostlin a zajímavých živočichů, pohledná krajina nebo svěřené hospodářství. Je to obrovská továrna na **udržování příznivých životních podmínek**, zabezpečující čisté ovzduší, úrodnost i stabilitu půdy, neutralizaci škodlivých látek, či vazbu skleníkových plynů. Je to také obrovská knihovna – v moderní terminologii **datábase** – **všech úspěšných i neúspěšných strategií k přežití**. Zbavovat se nezodpovědně a s takovou rychlostí důležitých informací, materiálního bohatství a krásna by bylo patrně to, co by člověka velmi rychle přivedlo do záhuby.

Význam poznání podstaty globálních problémů životního prostředí neznamena, že není třeba věnovat pozornost i dalším otázkám. Mezi problémy, které sužují člověka a přírodu na Zemi patří i řada regionálních a lokálních problémů. Ačkoli souvisejí spíše s určitými oblastmi a nelze je považovat za celoplanetární jev, jejich význam není menší. Často také s jednotlivými globálními problémy přímo nebo nepřímo souvisejí.

3.2.7 Kyselá atmosférická depozice (kyselé srážky)

Síra - jeden ze základních biogenních prvků, se nachází v tělech všech organismů - rostlin a živočichů - především v bílkovinách. Při spalování fosilních paliv, zejména uhlí a ropy, vzniká oxidací síry obsažené v těchto palivech **oxid siřičitý**. Při všech spalovacích procesech vznikají při vysoké teplotě oxidací vzdušného dusíku vzdušným kyslíkem - plynů za normálních teplot sobě netečných - **oxidy dusíku**. V dnešním moderním světě jsou oxidy dusíku produkovány stále více z provozu automobilů, v jejichž motorech se spalují kvanta kapalných paliv benzínu a nafty.

Oxidy síry a oxidy dusíku v plynné podobě i po reakci s vodou v atmosféře působí na prostředí (rostliny, horniny, vodu, stavební materiály) jako **okyselující látky**. Srážky s vysokým obsahem těchto látek pak nazýváme kyselé srážky. Může se jednat nejen o déšť, ale i sníh, námrazu, jinovatku, nebo mlhu.

Vzhledem k tomu, že zplodiny spalování vznikají takřka všude, kde žije člověk - po celém povrchu souší, případně mohou být se vzdušnými masami rozneseny na velké vzdálenosti, je hrozba okyselení prostředí - **acidifikace** - významným celoplanetárním problémem. Okyselení - snížení pH - má za následek změnu prostředí sladkých tekoucích i stojatých vod, které jsou pak nevhodné pro život řady organismů. Kyselými srážkami ovlivněné půdy negativně ovlivňují životaschopnost stromů v lese a snižují vitalitu půdních organismů.



Obr. 3.5 Porosty smrku poškozené emisemi po napadení kůrovcem

Spolu se zvýšenou koncentrací přízemního ozónu byly a jsou kyselé srážky velkým nebezpečím pro jehličnaté lesy mírného pásma (u nás Krušné hory, Jizerské hory a Krkonoše - [13]) a stávají se vážným problémem zejména v jihovýchodní Asii. Kyselé srážky jsou též významným faktorem **ohrožení památek**, budov, soch, plastik i jiných staveb. Zejména vápence a vápencové pískovce díky svému chemickému složení při styku s deštěm, mlhou, rosou či námrazou podléhají zkáze. Spolu s dalšími znečištěninami v ovzduší (prach, oxid uhelnatý) přispívají oxidy dusíku a oxid siřičitý ke zdravotním potížím obyvatel měst a

průmyslových aglomerací. Zvýšený výskyt dýchacích potíží a dokonce i zvýšená úmrtnost byla mnohokrát prokázána při historických epizodách smogu v Londýně, Německu, Belgii, USA i v ČR.

K omezení kyselé atmosférické depozice vede několik cest. Nejúčinnější je snížení spalování fosilních paliv a využití **alternativních zdrojů energie**. Dočasným opatřením je **odsířování** spalin v tepelných elektrárnách. Tento postup však představuje ohrožení přírody těžbou vápenců, které jsou pro odsíření nezbytné, problematická je i produkce a ukládání sádrovce, který při odsíření (což je reakce oxidu siřičitého s vápencem) vzniká.

Omezení emisí oxidů dusíku je ještě problematictější. Jejich kontrola na velkých stacionárních zdrojích není možná a i přes rozšířené užívání katalyzátorů je výrazné snížení jejich produkce ze spalování kapalných paliv (zejména benzínu a nafty) užívaných pro pohon automobilů v dohledné době nepravděpodobné.

3.2.8 Ohrožení (degradace) půdy

Zvyšování nároků na produkci potravin obzvláště v chudých a populačně rostoucích zemích má za následek vyšší zatěžování dostupné zemědělské půdy. Nedostatek hnojiv a často nevhodné obhospodařování, případně kultivace nevhodných půd, způsobuje velké problémy. Ale i v zemích, které jsou ekonomicky rozvinuté, není půda chráněna před degradací. Nadměrné hnojení, používání pesticidů (prostředků na ochranu rostlin před škůdci) či nevhodné obhospodařování vedou k úbytku nebo snižování kvality dostupné orné půdy.

3.2.8.1 Co je půda?

Teprve od doby, kdy začal člověk pěstovat kulturní rostliny a domestikoval domácí zvířata, vzniká půda v té formě, jak ji chápeme nyní, tedy především jako prostředek pro obstarávání potravy. **Zemědělská – tedy obdělávaná půda - je z velké části umělý systém**, který před započítáním zemědělství v přírodě neexistoval. Člověk musí do tohoto polopřirozeného substrátu vkládat značné množství energie a látek, aby ho udržel stabilní a dlouhodobě produktivní.

Množství půdy na Zemi je dáno plochou pevniny. Pokud vezmeme v úvahu celkovou plochu povrchu Země (asi 510 000 000 km²), připadá asi 45 000 000 km² na zemědělskou půdu, z čehož jen asi 15 000 000 km² je intenzivně zemědělsky obhospodařováno. Přibližně 30 000 000 km² pak tvoří pastviny, louky či nepravidelně obhospodařované půdy.

Oráním, okopáváním, hnojením, odvodňováním nebo naopak zavlažováním a dalšími činnostmi pozměnil člověk nejen přirozenou strukturu půdy, ale ovlivnil významně i její fyzikální vlastnosti, chemismus a oživení. **Stálá snaha zvyšovat úrodu** za každou cenu nevedla vždy ke zlepšení podmínek pro pěstování, ale často k jejich zhoršení nebo dokonce k degradaci půdního horizontu a ztrátě humusu a dalších vlastností půdy.

Rozsáhlé oblasti zemědělské půdy ohrožuje **eroze**. Nadměrná pastva, rozrušování půdy kopyty dobytka, pěstování nevhodných plodin, nedostatek statkových i průmyslových hnojiv v suchých oblastech způsobují nejen erozi, ale též vysoušení povrchové vrstvy půdy. Z půdního horizontu je odnášen základní stavební materiál - půdní částičky matečné horniny i humusová složka. Půda se v některých polopouštních a stepních oblastech následkem intenzivní eroze světa postupně **přeměňuje v poušť**. Tento proces se odborně nazývá dezertifikace. Problematika je tak vážná, že se jí věnuje nejen Světová organizace pro výživu

a zemědělství - FAO [14], ale i řada nevládních organizací a nadací [15].



Obr. 3.6 Eroze na orné půdě orané po spádnici (ukázka nevhodného obhospodařování)

Voda, která je používána k zavlažování, je vždy slabým roztokem mnoha solí. Při nadměrném zavlažování v teplých oblastech, kde se značná část zavlažovací vody odpaří, dochází postupně ke zvýšení koncentrace solí a k jejich hromadění v půdě. V pouštních a polopouštních oblastech je tak častým následkem přemíry zavlažování postupné **zasolení půdy**. Mnoho kulturních plodin v půdách s jinými chemickými vlastnostmi neroste, nebo výrazně snižuje výnosy.

Nadměrné hnojení průmyslovými hnojivy, užívání pesticidů, průnik některých anorganických nebo organických toxických látek mnohdy významně ovlivňuje pohyb živin, mění chemické reakce a snižuje životaschopnost organismů v půdě. Nebezpečí plynoucí z **chemické kontaminace půdy** je dvojího druhu. Jednak se týká hromadění škodlivin v rostlinách, které se buď přímo, nebo přes zkrmování domácími zvířaty dostanou nakonec do lidského organismu, na druhé straně hrozí otrava edafonu (půdní fauny a flóry), který plní v půdě nezastupitelnou roli při rozkladu organické hmoty, kypření a koloběhu živin. Chemismus půdy také významně ovlivňuje tzv. kyselé srážky (viz výše).

Působením těžkých mechanismů je půda **zhuťována**, dochází ke změně struktury a propustnosti půdy. Ztrácí se „pružná“ a nasáková humusová složka. Pro nedostatek humusu a stlačení půdních prostorů mají tyto půdy velmi slabé schopnosti zadržovat půdní vodu. Původní drobtovitá struktura se rozpadá, půda tvoří větší množství jemných částic, které jsou vodou a větrem snadněji erodovány.

Velké plochy zemědělské nebo panenské půdy jsou také nenávratně zabírány pro výstavbu lidských sídel, průmyslových podniků, komunikace a při otevírání velkoplošných povrchových dolů a lomů. Jde vlastně o **konzumaci krajiny** člověkem..

Změna kvality půdy a její ztráty mají velký vliv na přírodu i společnost. Člověk vždy

získával zemědělskou půdu na úkor přirozených ekosystémů tím, že si přizpůsoboval původní stepi, listnaté a smíšené lesy mírného pásma, později i polopouště a dnes dokonce **tropické deštné lesy** (viz níže). Nejdrastičtějšími změnami prochází v současné době oblast tropických deštných lesů. Až do r. 1950 pokrývaly porosty deštných lesů asi 30% pevniny. V polovině 90. let se rozkládaly tyto lesy již jen na 6 – 7 %, což je přibližně 7,5 mil. km². Uvážíme-li, že ročně ubývá 160 - 200 tis. km², za 40-50 let mohou tropické deštné lesy zmizet z povrchu naší planety.

Špatné zacházení s půdou - nevhodné obhospodařování a její znečišťování může mít pro člověka dalekosáhlé následky - především snížení úrodnosti, tj. zemědělské produkce. V mnoha oblastech světa je následkem degradace půdy hlad a v důsledku toho vznikají další sociální problémy. Snižování produkce nutí člověka také k aplikaci vyšších dávek hnojiv, pesticidů a zavlažovací vody. To může druhotně vést ke kontaminaci potravin a ke znečištění dalších složek prostředí, hornin, vody a ovzduší.

Počítáme-li s růstem globální populace, bude nutno kvalitu půdy naopak zlepšit a najít další oblasti vhodné k obhospodařování. V různých oblastech světa je možnost ke zlepšení různá. Je paradoxní, že v zemích průmyslově vyspělých - bohatých, kde populace příliš neroste, je naděje na zvýšení výnosů vyšší (především díky technologickým možnostem, šlechtitelství a lepší organizaci) než v zemích chudých - rozvojových. Zvýšení výkonu zemědělského sektoru lze tedy spíše očekávat v Evropě, Kanadě a USA. Málo pravděpodobné je zvýšení produkce potravin v některých zemích již dnes trpících jejich nedostatkem, zejména v Africe, Jižní Americe a Asii.. Nejenže tam není možno získat jednoduše další půdu, ale hnojiva jsou drahá, špatné je i institucionální zabezpečení, technologie a přístup k dalším zdrojům.

Světová produkce potravin se může tedy během následujících několika desetiletí ještě podstatně zvýšit. Průměrná současná úroda je stále pod úrovní, která je dosahována v nejproduktivnějších zemích, a to mnohé státy ještě nevyužily veškerou svou potenciální ornou půdu. **Růst produkce bude však patrně nižší než růst populace** v příslušných oblastech, navíc bude expanze zemědělství velmi nákladná, zejména tehdy, když bude muset vzrůst až trojnásobně, aby zabezpečila lepší výživu pro dalších několik miliard obyvatel.

Půda, která byla až dosud využívána k produkci potravin, je daleko kvalitnější než půda, která zatím kultivována není. Podobně i zavlažovací systémy byly postaveny v nejvhodnějších oblastech. A voda je v mnoha zemích stále vzácnější, neboť o ni stále intenzivněji soupeří domácnosti, průmysl i zemědělství (viz níže). Následkem toho je každý nárůst v produkci potravin stále dražší také proto, že **náklady na ochranu prostředí nejsou (zatím) zahrnuty do ceny zemědělských produktů**. Škody na životním prostředí způsobené budoucím zemědělstvím mohou být daleko větší než dnes. Rozpínání zemědělského sektoru, který se musí postarat o lepší výživu pro rostoucí populaci, pravděpodobně povede k odlesnění rozsáhlých oblastí, k rozorání stepí, k erozi půdy, kontaminaci pesticidy a hnojivy, a to úměrně s tím, čím více půdy bude obětováno produkčním účelům.

I když existuje řada způsobů, jak se zemědělskou půdou šetrně zacházet, vhodně využívat hnojiva, pesticidy i závlahovou vodu a uplatňovat pěstování velmi produktivních plodin, bude produkce potravin a na ni navazující činnosti (skladování, konzervace, zpracování surovin, doprava) zcela jistě v příštích desetiletích jedním z hlavních problémů lidstva i příčinou devastace přírody zejména v oblastech, kde populace roste, jsou málo vhodné klimatické podmínky, zemědělství je špatně organizováno a k dispozici je velmi málo finančních prostředků k pořízení techniky, hnojiv a pesticidů. **Půda bude tedy získávána především na úkor přírodě blízkých ekosystémů.**

3.2.9 Hospodaření s vodními zdroji

Voda, jako univerzální rozpouštědlo na Zemi, transportuje nejen živiny, ale odnáší i zplodiny z lidských činností. Ačkoli je množství vody na Zemi „nezměrné“ (odhaduje se na 1385 mil. km³), je většina (přes 97 %) vázána v oceánech, což je voda pro přímé využití v podstatě nevhodná, neboť je slaná. Ani sladké vody není ale na Zemi málo. Problémem je však její dosažitelnost a nerovnoměrné rozložení v různých částech kontinentů. Využívání sladké vody není dnes omezeno pouze na pití, přípravu stravy a mytí. Asi 70 % veškeré využití vody připadá na **zavlažování**. Velké objemy vody jsou třeba v průmyslu, při výrobě energie apod. Voda, kterou člověk z přírodních zdrojů čerpá, mění během procesu využívání své chemické, fyzikální i biologické vlastnosti. Pokud jsou změněny tak, že je již voda pro další použití nevhodná, nebo pokud tato voda nežádoucím způsobem ovlivňuje životní projevy rostlin a živočichů, hovoříme o jejím znečištění.

Mezi hlavní typy znečištění vod počítáme **eutrofizaci**. Jedná se o znečištění vod živinami, látkami jinak pro růst rostlin potřebnými, které jsou většinou splachovány z polí. Při vysokých koncentracích narůstá nadměrně ve vodách plankton. Ten spotřebovává kyslík k dýchání a po odumření je ještě další kyslík spotřebován k rozkladu mrtvých těl. Eutrofizované vody jsou tedy často i vody bez kyslíku [16].

Voda může být znečištěna i dalšími látkami. Jde o ropné produkty (v mořích zejména po vymývání prázdných tankerů), sloučeniny **těžkých (toxických) kovů** (kadmium, zinek, rtuť, olovo, měď aj.), **PCB** (polychlorované bifenylly), radioaktivní látky apod. Za znečištění je považováno i místní **zvýšení teploty** (např. následkem vypouštění chladicí vody z průmyslových procesů). Do moří je často proti mezinárodním dohodám ukládána celá řada **odpadů**.

Činnost člověka nemusí vždy způsobovat jen znečištění vody. Člověk zasahuje v mnoha oblastech své činnosti i do vodního režimu v krajině. Jedná se například o odvodňování zamokřených ploch, tzv. melioraci půdy. **Meliorace** půdy znamenala mimo jiné i odvodnění velkých ploch půdy především v podhůří. Louky a lesy ztratily zadržovací schopnost a přívalové deště způsobují záplavy. Narovnávaní toků řek a potoků nejen snižuje **samočisticí schopnosti**, ale umožňuje rychlý odtok vody z krajiny a tedy i její nedostatek. Rychlý odtok vody z území znamená omezení možností jejího využívání i snížení přítoku vody do podzemních zásobáren. Zасыpávání slepých ramen řek snižuje rozmanitost druhů v přírodě. Toky řek jsou fragmentovány přehradami a jezy.

I **nadměrné zavlažování** zemědělských ploch vede ke zvýšenému výparu a tedy i ke ztrátám vody. Typickým příkladem ekologických katastrof způsobených takovými zásahy je odvedení vod Amudarji a Syrdarji k zavlažování bavlníkových plantáží v poušti Karakum a Kyzylkum z původního směru do Aralského jezera. Následkem je nejen vysychání Aralského jezera, ale i **zasolování** půdy plantáží.

Ukazuje se, že ani stavba Asuánské přehrady na horním toku Nilu nebyla ideálním nápadem. Přehrada sice omezila záplavy, ale zároveň i přisun úrodného bahna, které zaručovalo rolníkům na dolním toku řeky pravidelné výnosy. Erodivaná půda z horního toku však přehradu zanáší a očekává se její úplné **zazemění** a tedy i likvidace.

Jak již bylo uvedeno, největší zásobárnou vody je oceán. Je to ale voda slaná a není tedy vhodná ani k pití, k zavlažování ani pro řadu dalších možných způsobů využití. Teoreticky je člověku k dispozici obrovské množství sladké vody v podzemí, v ledovcích, v jezerech a řekách. Ne všechna tato voda je ale dosažitelná a technicky získatelná. Množství, které koloběh dovoluje znovu a znovu použít, je vlastně jen ta část, která se každoročně vrací z pevnin do oceánů - tedy jen „nepatrné“ množství, asi 40 000 km³ vody ročně (tzv. **roční**

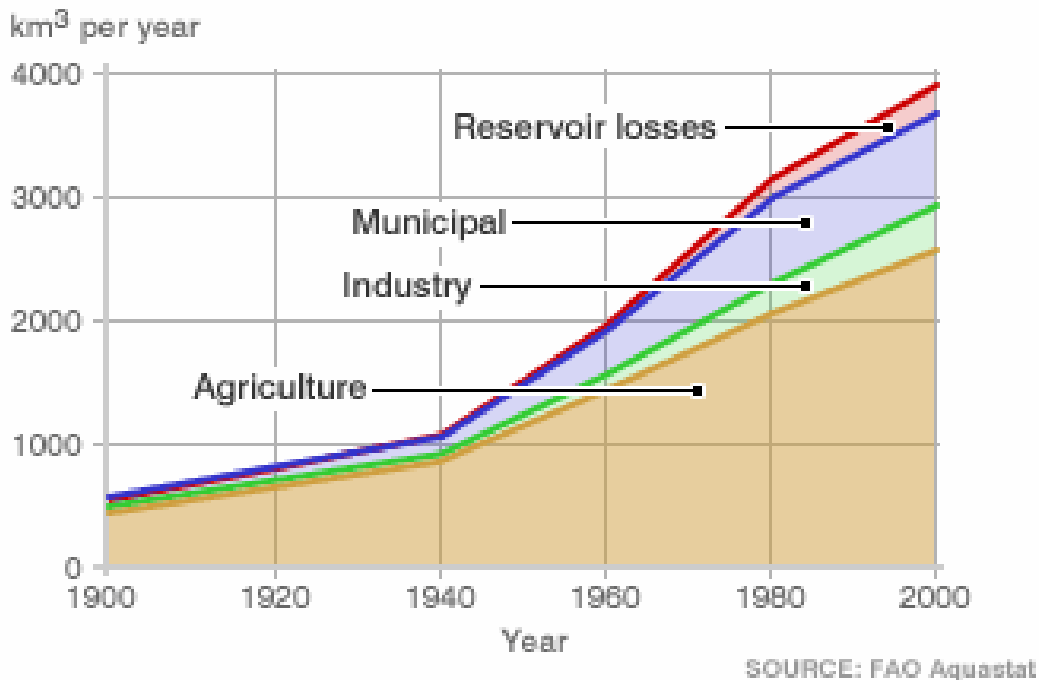
stabilní odtok). Ne všechnu tuto vodu mohou ale rostliny, živočichové a člověk využít. Největší podíl oteče v podobě přívalových vod po prudkých deštích ($26\,000\text{ km}^3$), další část oteče řekami a potoky z neobydlených oblastí ($5\,000\text{ km}^3$). To znamená, že člověk má každoročně k dispozici „pouze“ asi $9\,000\text{ km}^3$. Pokud uvážíme, že roční spotřeba na osobu (průměrně na jednoho obyvatele planety) je dnes mezi $7\,000 - 8\,000\text{ m}^3$, všechno obyvatelstvo světa tak spotřebuje asi $3\,000 - 4\,000\text{ km}^3$ vody ročně, což je méně než polovina vody, kterou můžeme odebírat, asi desetina stabilního odtoku a jenom zlomek toho, co lze nalézt v dalších rezervoárech vody, například v podzemí nebo v ledovcích. Vody by tedy mělo být pro naše využití teoreticky dost a dost. Věc má však jeden háček. Ani **srážky, rychlost výparu, zásoby podzemní vody ani odtok nejsou rozprostřeny na Zemi rovnoměrně**. Tato nerovnoměrnost je hlavní příčinou obav o dostatek pitné či užitkové vody pro člověka. Díky vysokým srážkám má například každý Kanadán možnost využít více než $120\,000\text{ m}^3$ za rok, naproti tomu obyvatel Malty nemá k dispozici průměrně více než 70 m^3 za rok. V mnoha oblastech světa žijí lidé v ještě nepříznivějších podmínkách (obr. 3.7).



V zemích s rychle rostoucí populací, kde jsou zdroje vody malé, klesá dostupnost pitné i užitkové vody na osobu s počtem přibývajících obyvatel. Je třeba si uvědomit, že nejde pouze o vodu k pití, ale především o vodu nutnou **k zavlažování**, tedy k produkci potravin. Ve světě je 50 - 80 % celkové spotřebované vody použito pro zavlažování.

Obr. 3.7 Neefektivní povrchové zavlažování

Estimated annual world water use



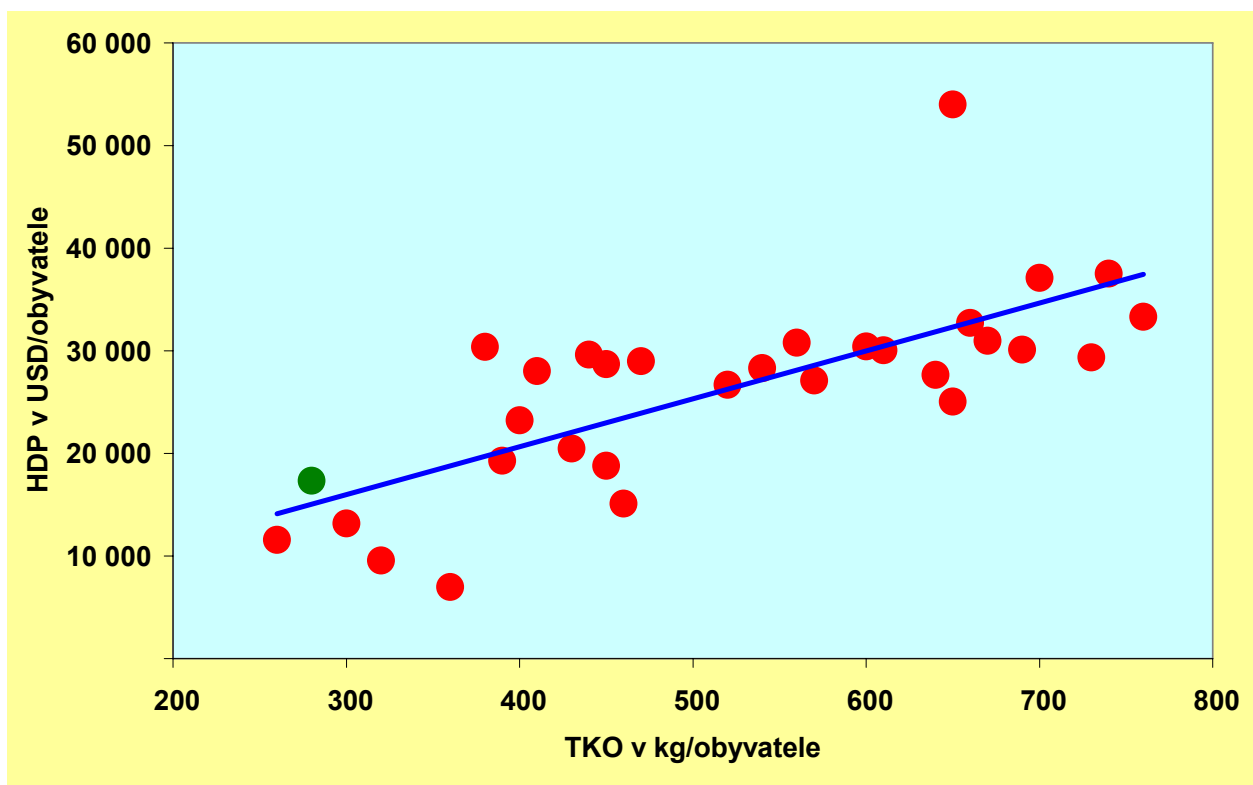
Obr. 3.8 Růst spotřeby vody v globálním měřítku (převzato ze zdrojů FAO)

Růst populace v některých oblastech naší planety není jediným faktorem, který bude v budoucnu ovlivňovat dostatek pitné i užitkové vody, její spotřeba je již nyní pod celosvětovým průměrem. Odběr vody totiž není závislý pouze na počtu obyvatel, ale také na **způsobu jejich života**. S rostoucí průmyslovou výrobou (kterou řada rozvojových zemí předpokládá – viz změna vzorců spotřeby) bude vzrůstat i potřeba vody pro průmysl a pro požadované zvýšení hygieny v domácnostech. Tlak na vodní zdroje tedy zákonitě v budoucnu poroste (obr. 3.8).

3.2.10 Produkce odpadů

Činnosti vedoucí k produkci zboží a jeho spotřebě (průmysl, zemědělství, výroba energie ...) můžeme přirovnat k procesu výměny látek v těle organismu - k metabolismu. Do živého systému vstupují živiny a energie, jsou v něm přetvářeny na potřebné stavební a energetické látky a po využití z něho vystupují. Podobně je to s lidskou společností. I ta potřebuje zdroje a energii pro své fungování a do prostředí vypouští to, co nepotřebuje.

Na základě platnosti základních fyzikálních zákonů hmota ani energie nevzniká sama o sobě a také nezaniká. Během přeměny látek (při těžbě, úpravě, výrobě, transportu) a na konci jejich spotřeby (po použití zboží) **se stává nechtěná věc odpadem**. Se vzrůstající schopností využít větší množství látek a se vzrůstající spotřebou vzniká stále větší množství odpadu.



Obr. 3.9 Vztah mezi HDP a produkcí komunálního odpadu na obyvatele v zemích OECD

Člověk obvykle vnímá nejvíce ten odpad, který se nachází v jeho okolí, který sám produkuje. Je to tzv. komunální, nebo také **tuhý komunální odpad**. Prohlédneme-li však statistiky (postačuje pohled do ročenky životního prostředí České republiky), zjistíme, že

množství tohoto typu tvoří necelých 10% z celkového množství. Odpad je ale produkován i **ze zemědělské výroby, dřezozpracujícího a potravinářského průmyslu, z těžby** (odvaly a výsypky jsou vlastně také odpadem), **z energetiky** (popílký), v podobě suti **ze staveb, z chemických procesů** (různé látky kyselé nebo zásadité povahy, fenoly, dehty, rozpouštědla, odpady s příměsí toxických kovů atd.). Jsou-li všechny tyto látky vypouštěny nebo ukládány bez náležité pozornosti do prostředí, mají za následek znečištění některé z jeho složek (voda, půda, ovzduší) nebo mohou nežádoucím způsobem ovlivnit zdraví člověka nebo život rostlin a živočichů.

Množství rozmanitých odpadů lze rozdělit podle různých vlastností do mnoha typů. V současné době jsou pro člověka (kromě specifických, již výše zmíněných odpadů) nejpalčivějším problémem radioaktivní odpady, nebezpečné odpady a odpady komunální. To, že je produkce odpadů velmi úzce svázána s intenzitou lidské činnosti (stejně jako produkce exkrementů závisí na množství přijaté potravy v metabolismu organismů), lze ukázat na vztahu mezi HDP (hrubý domácí produkt, který ukazuje na stupeň průmyslového rozvoje) a komunálním odpadem. Zdá se, že tak, jak vzrůstá bohatství, průmyslová produkce a samozřejmě i materiální spotřeba států - tedy to, co nazýváme obecně blahobytem, vzrůstá i produkce komunálního odpadu. Modrá linka na obr. 3.9 dokládá, že čím je stát bohatší, tím více odpadu zpravidla produkuje.

Na světě přibývá ovšem nejen „běžných“ komunálních odpadů, ale i **odpadů toxických**. Při využití jaderné energie vzniká radioaktivní odpad - vyhořelé jaderné palivo. **Radioaktivním odpadem** budou v krátké budoucnosti i zařízení a stavby jaderných elektráren při ukončení jejich životnosti. Prostory pro uložení takového odpadu se co do nároků na bezpečnost značně liší od prostých skládek komunálních odpadů i od důkladně zabezpečených skládek odpadů toxických. Nalézt příslušné lokality, vybudovat, provozovat a dlouhodobě kontrolovat taková úložiště je velmi složitý a nákladný proces. Přenos zodpovědnosti a případných následků havárie na budoucí generace je zde nevyhnutelný. Vzhledem k rozšíření jaderných reaktorů po celé naší planetě (v současné době je na Zemi téměř 450 jaderných reaktorů) bude zneškodnění vyhořelého jaderného paliva velkým problémem pro budoucí generace, i když se rozhodneme využití jaderné energie ze štěpných reaktorů ukončit dnes.

3.2.11 Poškození „ekologické služby“ planetárního systému

Zmíněné konkrétní případy poškozování a znečišťování prostředí jsou však pouze špičkou ledovce možných následků neusměrňované lidské činnosti. Mnoho dopadů na prostředí nevidíme nebo si nedokážeme představit, neboť jsou skryté a často jejich mechanismy působení ještě neznáme [17].

Člověk může nepříznivě ovlivnit nejen řadu přirozených celoplanetárních, ale i lokálních mechanismů, jichž v každém okamžiku bezděčně (a bezplatně) využívá. Vyvážený přírodní systém totiž představuje pro lidstvo nenahraditelný ekologický servis. Díky globálnímu koloběhu látek, činnosti ekosystémů i klimatického "stroje" je poskytována člověku nepřeberná řada "ekologických služeb", které se projevují ve zcela konkrétních případech. Ze základních je možno zmínit tyto:

- 1) Ochrana proti kosmickým vlivům:** Bez stínících vlastností atmosféry a schopnosti zachycovat některé vlnové délky elektromagnetického záření vycházejícího ze Slunce nebo přítomného v kosmickém prostoru, by byl život na Zemi nemožný. Kyslíkatá atmosféra chrání povrch Země i před dopady meteoritů, které v ní většinou shoří a na povrch nedopadnou.

2) Stálé fyzikálně-chemické podmínky pro život: Atmosféra a její vlastnosti spolu s ostatními složkami prostředí zabezpečují příhodné podmínky, jako je teplota, vlhkost, složení látek apod, pro všechny živé organismy včetně člověka.

3) Cyklus vody: Přírodní koloběh vody neustále zabezpečuje člověku čistou vodu. Znečištěná voda prochází koloběhem do doby, než se vypaří. Vodní páry jsou molekuly čisté vody, která v podobě srážek dopadá již bez původních znečištěnin. Je tak bez nákladného umělého čištění opět člověku k dispozici. Hydrolýza je významný dekontaminační proces.

4) Zdroje látek: Biogeochemické cykly spolu s koloběhem vody poskytují člověku řadu látek, které jsou v koloběhu čištěny a recyklovány. Jde především o základní biogenní prvky, jako je uhlík, dusík, síra, bez jejichž trvalého přísunu by neprobíhaly biologické procesy. Např. na vzniku vápenců, které jsou nenahraditelným zdrojem pro mnoho lidských potřeb, se podílely jak procesy fyzikální, chemické, tak i biologické, které by člověk nikdy nemohl nahradit. Po vytěžení vhodných ložisek se nová vytvoří až za milióny let.

5) Přirozená asimilace škodlivin čili dekontaminace: Koloběhy a potravní sítě umožňují rozklad složitých a často jedovatých látek na prvky nebo jednoduché sloučeniny, které již toxické vlastnosti nemají. Množství chemických reakcí (zejména oxidací) i biologických procesů (např. mikrobiální rozklad) jsou podstatou samočisticích schopností přírody.

6) Úrodnost neboli fertilita půdy: Vyvážené fyzikální, chemické a biologické prostředí půdy umožňuje ideální podmínky pro růst rostlin; umělé půdy nejsou nikdy dokonalou náhražkou pro pěstování tak rozmanitého počtu rostlin v tak velkém množství, jak člověk potřebuje. Stačí zničit nebo otrávit půdní organismy a fertilita půdy výrazně klesá, neboť nejsou přítomny mechanismy k rozkladu organických látek na potřebné živiny.

7) Zdroje energie: Člověk není zatím schopen (s výjimkou jaderné energie a přímého využití energie sluneční) obejít se bez zdrojů vytvořených přirozenými biogenními procesy. Jde o fosilní paliva, uhlí, ropu a zemní plyn. Vznikly uložením a fosilizací množství organismů, zejména rostlin v mokřadech. Podobné podmínky, které v minulosti umožnily vznik uhelných slojí, panují na Zemi už pouze na několika málo místech - snad např. na Floridě. Náhrada fosilních paliv je zatím jen těžko představitelná.

8) Zdroje materiálů a léčiv: Bez řady druhů rostlin a živočichů by bylo velmi problematické představit si výživu - a někdy i léčení - takového množství lidí jako dnes. Přírodních produktů se užívá jako léčiv, potravinových doplňků i v kosmetice. Jejich význam je nezanedbatelný.

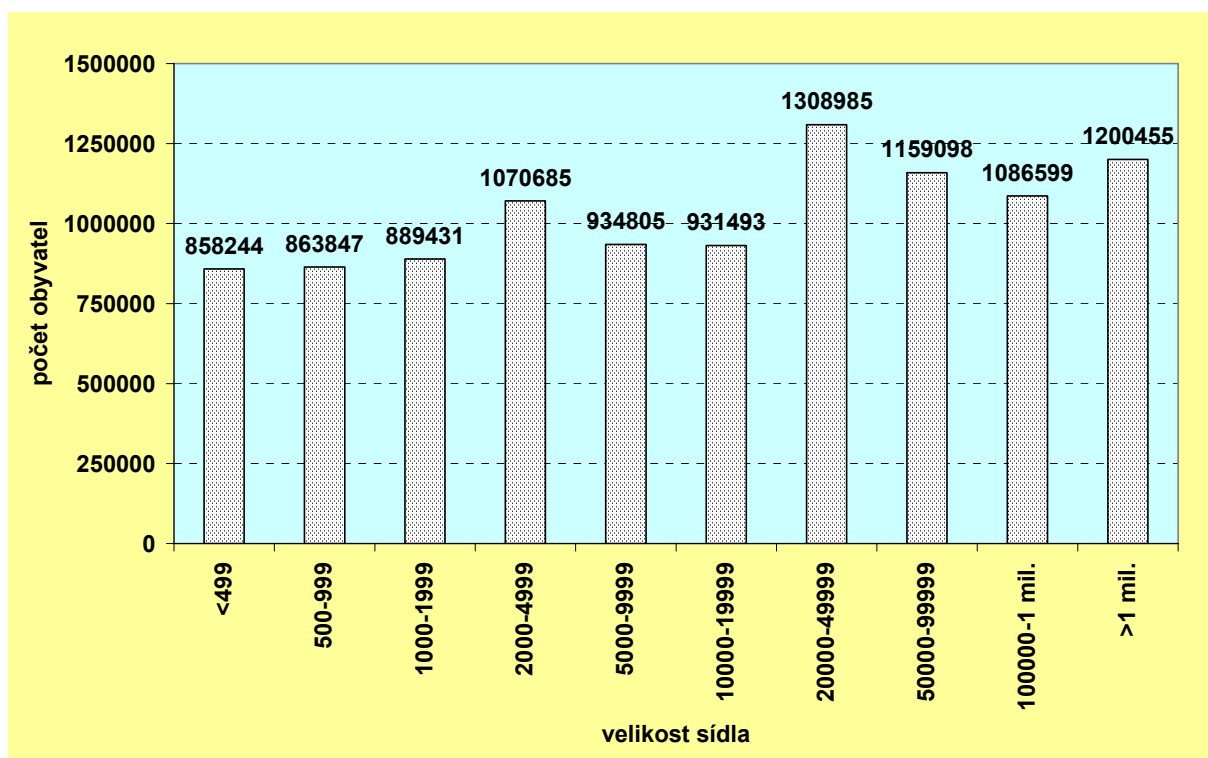
9) Životní prostor: Mnoho psychologických a sociologických studií ukazuje, že čisté umělé prostředí měst a průmyslových aglomerací je zdrojem některých sociálně patologických jevů a civilizačních chorob. Naopak, v přírodě je často hledán a nacházen zdroj uklidnění, odpočinku a rekreace; dostupnost přirozeného životního prostoru je tedy další ze služeb, které není možno uměle vytvořit. A právě konečnost životního prostoru úzce souvisí s klíčovým globálním problémem, a tím je růst lidské populace.

3.2.12 Životní prostředí České republiky

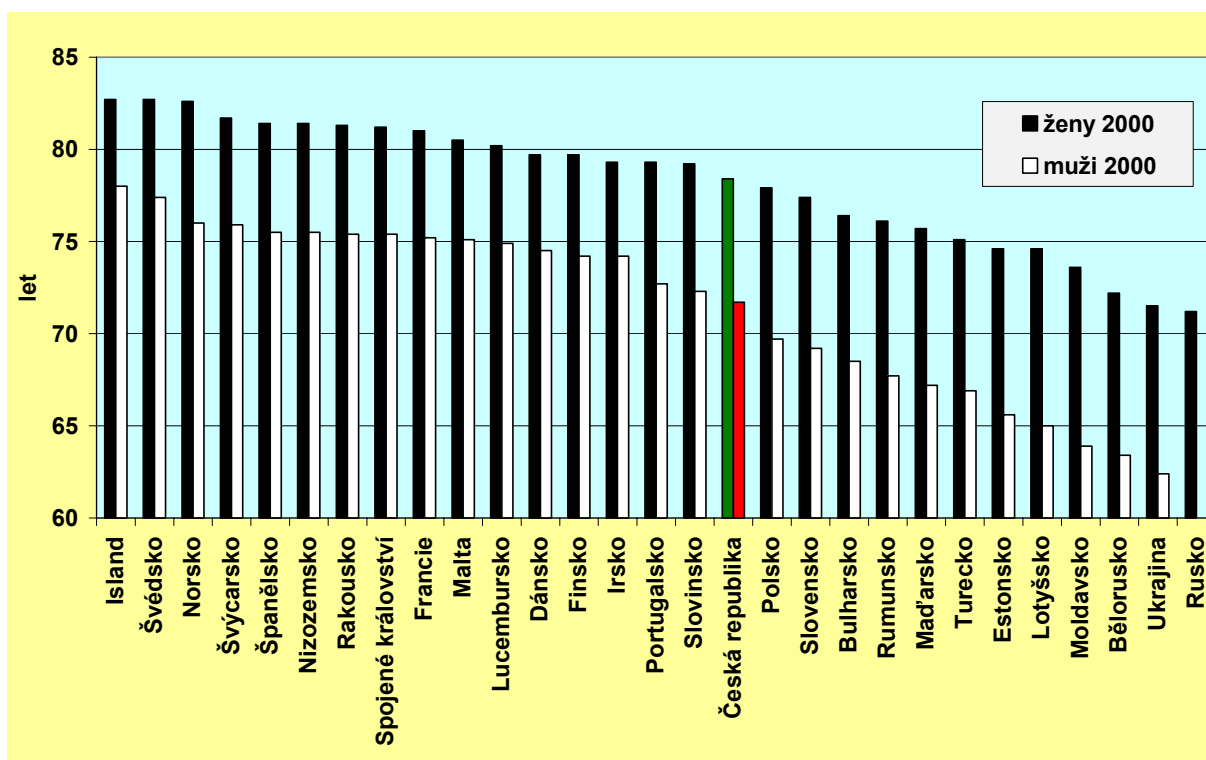
Historické, geografické, politické, sociální a ekonomické podmínky působily a dosud působí to, že ani **naše republika není ušetřena celé řady problémů souvisejících s poškozením prostředí**. Hlavním problémem u nás ovšem není růst populace, ale spíše charakter a vývoj vzorců spotřeby a energetická a surovinová náročnost naší výroby.

V České republice žije přibližně 10,3 mil. obyvatel. Hustota zalidnění je asi 131 obyvatel na km². Věková struktura obyvatelstva je nevyrovnaná. Nápadný je vysoký podíl věkových tříd mezi 10-20 a 35-45 lety a naopak nízký podíl dětí do 10 let a dospělých ve věku 50-55 let. Osídlení je ve srovnání s jinými evropskými zeměmi typické velkým počtem malých sídel (obr. 3.10). Celkem je v České republice více než 15 000 sídel, přičemž jedno sídlo připadá průměrně na 5,16 km² krajiny.

Oblasti s nejvíce zatíženým životním prostředím se kryjí především se sídelními regionálními aglomeracemi. **Přibližně 2,5 mil. obyvatel České republiky stále žije v silně narušeném životním prostředí** (Praha, Ostrava, mostecko-sokolovská oblast, Plzeňsko či Mělnicko). Střední délka života je dnes pro muže asi 73 let a pro ženy přes 76 let (obr. 3.11), což je ve srovnání s rozvinutými zeměmi Evropy nebo Japonskem o 5 - 8 let méně. Nejčastějšími příčinami úmrtí jsou poruchy oběhového systému, novotvary a nemoci dýchacích cest. V oblastech se silně devastovaným prostředím, především v severních Čechách, je možno v řadě případů přímo prokázat vztah mezi nízkou kvalitou životního prostředí a zvýšením výskytu nemocí dýchacího traktu, případně i snížení imunity či zvýšenou frekvencí výskytu alergických onemocnění dětí.



Obr. 3.10 Počet obyvatel v obcích ČR



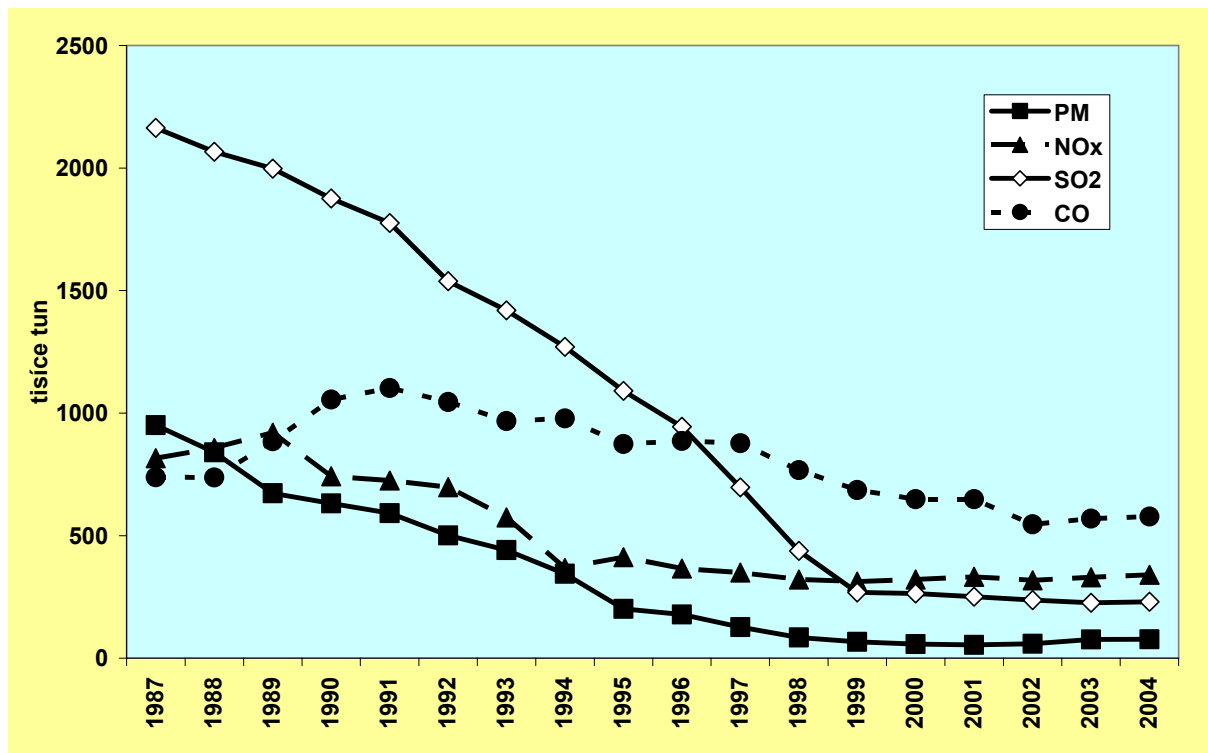
Obr. 3.11 Střední věk dožití při narození (vybrané státy Evropy)

Pro celou republiku byla v minulosti charakteristická **vysoká energetická náročnost** výroby, často i dvakrát vyšší než ve vyspělých státech srovnatelné velikosti. Navíc, výhřevnost našeho hnědého uhlí je velmi nízká (průměrně 1015 kJ/g) a vysoký obsah řady příměsí, které negativně ovlivňují životní prostředí - 0,3 až 3% síry, těžké kovy, 20 až 40% popelovin apod.).

Státem **dotovaná cena energie** a koncentrace na těžký průmysl (výroba železa, oceli a těžké techniky) byly hlavními důvody postupného zhoršování kvality prostředí již od konce 50. let našeho století. Změnami v ekonomice v posledních letech (především poklesem výroby) se snížila spotřeba paliv i energie (v roce 1991 např. o cca 8% vzhledem k roku 1990). Ekonomické a politické změny měly vesměs na stav životního prostředí pozitivní vliv.

3.2.12.1 Ovzduší

Hlavními znečišťovateli ovzduší byly již od počátku sedmdesátých let **elektrárny, teplárny, průmysl zpracování kovů, chemický průmysl a doprava**. Emise SO₂ vzrostly od roku 1950 do roku 1980 zhruba 3krát. Od r. 1989 do roku 1994 byl zaznamenán pokles téměř o 30%. V současné době jsou emise již pod úrovní 300 tis. tun/rok. Od druhé poloviny 80. let klesá postupně i emise tuhých látek a do jisté míry též oxidů dusíku. Emise oxidu uhelnatého a uhlovodíků spíše stagnují (obr. 3.12). Jelikož se však jedná především o emise z motorů aut, nelze očekávat, že by se situace zlepšovala. Naopak, v budoucnu bude patrně koncentrace oxidů dusíku v ovzduší mírně stoupat.



Obr. 3.12 Vývoj emisí látek znečišťujících ovzduší ČR v tis.tun (PM - tuhé látky)

Velkým problémem jsou stále emise z malých zdrojů - tedy z lokálních topenišť. Vzrůstající ceny zemního plynu i elektrické energie nutí obyvatele využívat opět spíše tuhá paliva, jako je uhlí a dřevo. V kamnech, která vyhřívají naše domácnosti, zejména na venkově se však páří též domovní odpad včetně plastů. Lokální znečištění ovzduší tedy zůstává i nadále značným problémem, který bude velmi obtížné řešit (obr. 3.13).



Obr. 3.13 Lokální topeniště zůstanou problémem i v budoucnu

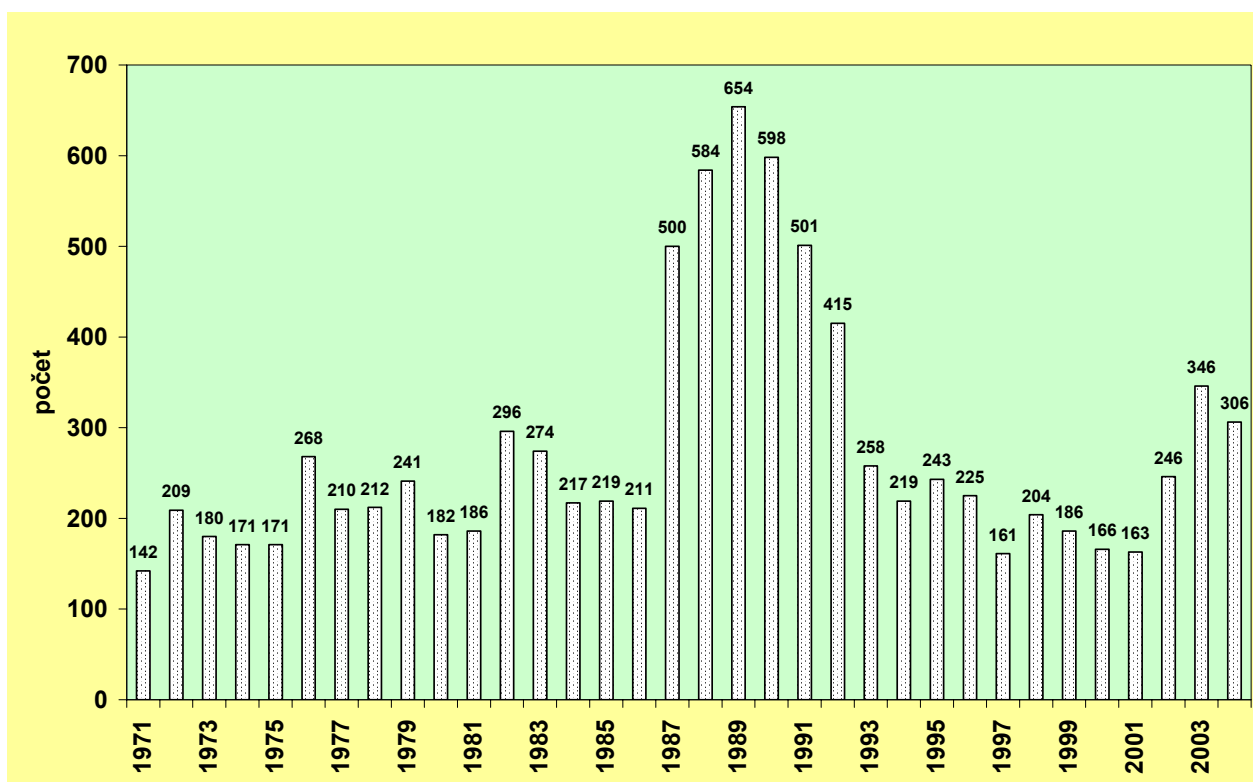
Množstvím emisí **oxidu uhličitého** se řadíme mezi významné přispěvovatele

skleníkového efektu. Do ovzduší se však dostává i celá paleta látek vznikajících především při nedokonalém spalování, z nich velmi nebezpečné jsou polycyklické aromatické uhlovodíky s karcinogenními účinky.

3.2.12.2 Voda

Na území naší republiky naprší ročně v průměru 52,6 km³ vody. Pokud bychom si tato čísla přepočítali na vteřinový průtok v jedné řece, dojdeme k hodnotě 1 668 m³/s. Veškeré roční srážky tedy nepředstavují více, než je průtok Dunaje v Bratislavě (průměrný průtok kolem 2000 m³/s). Jelikož naší republikou neprotéká žádný velký tok, nemáme k dispozici jiný zdroj vody než srážky a akumulovanou vodu v nádržích a podzemních rezervoárech. **Vodní bilance je tedy úzce závislá na ročních výkyvech srážek a každý srážkový deficit se dříve nebo později projeví v nedostatku vody.**

Největšími odběrateli vody z povrchových toků jsou energetika, průmysl a vodovody. I když odběry postupně od poloviny 80. let klesají, pohybuje se odběr jednotlivých uvedených sektorů mezi 600–800 mil. m³ ročně. Na rozdíl od řady rozvojových zemí odebírá zemědělská výroba minimální množství. **Hlavním odběratelem podzemní vody jsou vodovody** (okolo 450 mil. m³ za rok). Průmysl, energetika, zemědělství a ostatní resorty nespotřebují dohromady více než 100 mil. m³ za rok. I zde odběr v dlouhodobé perspektivě postupně klesá.



Obr. 3.14 Havarijní znečištění vody

Od počátku 90. let postupně klesá též znečištění vod, pokud sledujeme všechny základní škodliviny. Klesá celkové množství vypouštěné odpadní vody i hlavní ukazatele znečištění (nerozpuštěné látky, rozpuštěné anorganické soli, BSK5 - ukazatel organického

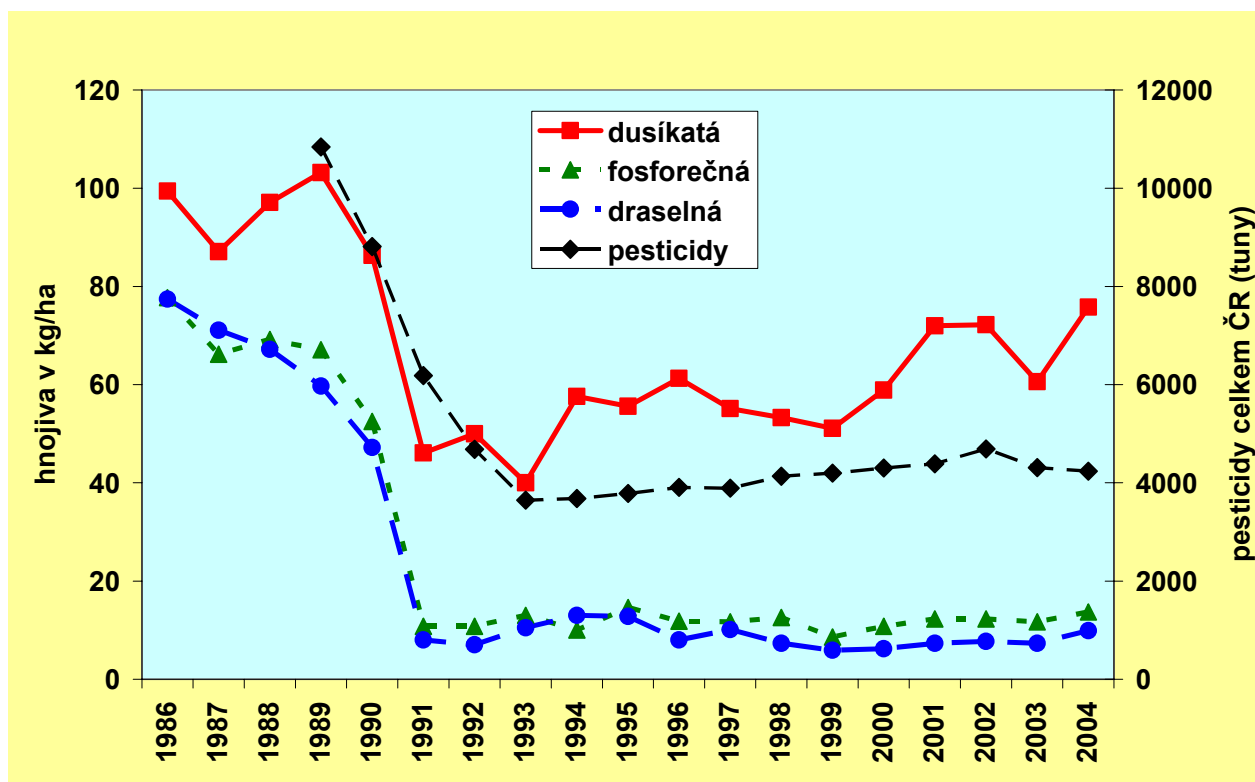
znečištění - i ropné látky). Stálým problémem zůstává znečištění sedimentů některých řek těžkými kovy a kontaminace některých velkých rezervoárů podzemních vod.

Hlavními důvody pro celkové zlepšení stavu znečištění vod je **pokles průmyslové výroby** po r. 1990, zásadní **snížení spotřeby průmyslových hnojiv** v zemědělství (omezení dotací do prvovýroby) a také **výstavba stěžejních čistíren odpadních vod** u velkých měst a průmyslových podniků. Jen mezi roky 1992 a 1994 bylo investováno na výstavbu 78 velkých čistíren odpadních vod 13,8 mld. Kč.

Od roku 1989 do roku 2001 také postupně **klesalo havarijní znečištění vod**. Zatímco v r. 1988 bylo na území ČR registrováno 584 havárií (z toho 316 ropných), od roku 2002 se však havárií objevuje opět více. Jediné vysvětlení tohoto jevu je v nezodpovědnosti znečišťovatelů. Např. v roce 1995 bylo registrováno 243 havárií, z toho 134 ropných. Hlavním původcem havárií je doprava (přes 20%) a hlavními příčinami jsou dopravní nehody, nedbalost a technická závada (20%, 19,5% a 16%). (Obr. 3.14)

3.2.12.3 Horninové prostředí a půda

V průběhu porevolučních let **postupně klesala těžba všech zásadních nerudných a energetických surovin** (kaolin, jíly, písky a šterkopísky, sklářské písky, vápence, stavební kámen, černé uhlí, hnědé uhlí). U všech uvedených komodit šlo o poklesy v řádech desítek procent (20-50%). To je zejména významné u **hnědého energetického uhlí**, kde došlo k poklesu z 96 mil t/rok (1987) na 49 mil t/rok (2004). Byla snížena i těžba uranu v okolí Stráže pod Ralskem. O definitivním ukončení těžby a o zahájení útlumového programu bylo rozhodnuto v roce 1996. Velké snížení objemů těžných surovin v uvedených odvětvích neznamená, že by prostředí nebylo nadále těžbou ohroženo. Řada provozů je umístěna v **chráněných územích** (vápenc v Českém a Moravském krasu, kamenivo v Českém středohoří, šterkopísky na Třeboňsku atd.).



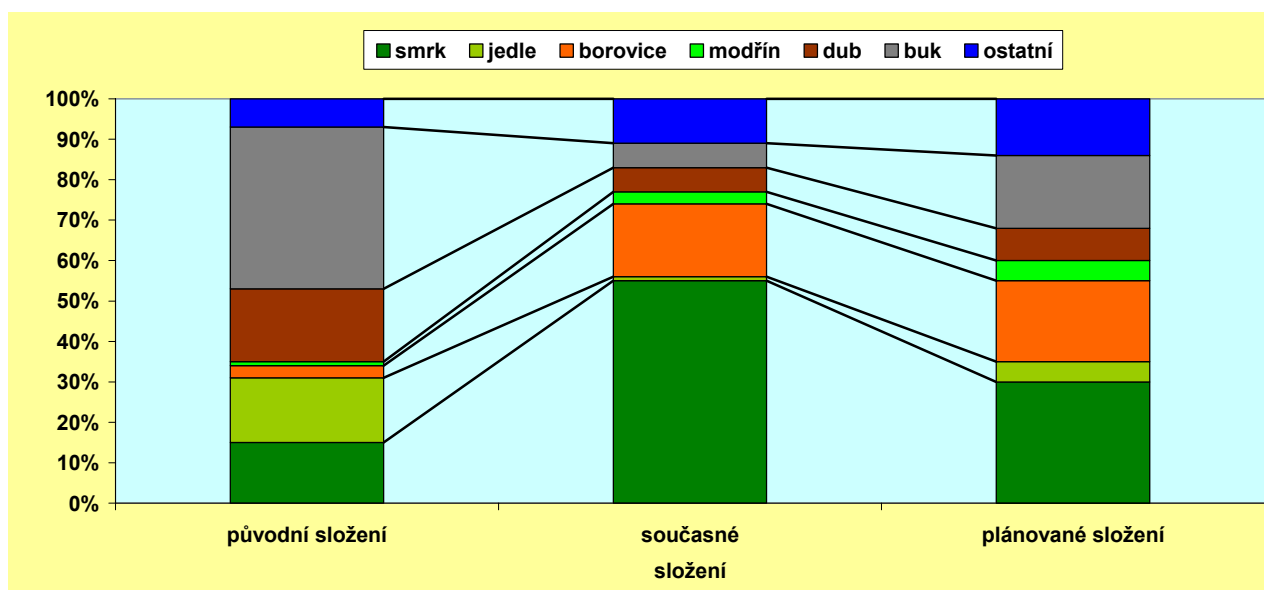
Obr 3.15 Spotřeba hnojiv a pesticidů

Od roku 1950 do roku 1989 poklesla výměra zemědělské půdy na jednoho obyvatele asi o čtvrtinu (z 0,57 ha na 0,43 ha/obyv.). U orné půdy došlo též k poklesu, a to z cca 0,43 ha na 0,31 ha na obyvatele. **Úbytky zemědělské půdy** byly způsobeny především výstavbou průmyslových podniků, těžbou surovin, stavbou přehrad, ale také zalesněním některých ploch nevhodných nebo nevyužívaných k zemědělské výrobě. Velké oblasti byly tak zalesněny například v západním pohraničí. Průměrné hektarové výnosy obilovin ve stejném období vzrostly asi třikrát (z 20 na 60 q/ha) a spotřeba průmyslových hnojiv stoupla z necelých 50 až téměř na 250 kg/ha. **Od roku 1990 však dochází k výraznému útlumu** v používání drahých průmyslových hnojiv a pesticidů. Zátěž půdy se tedy postupně snižuje (obr 3.15).

3.2.12.4 Lesy

Původním vegetačním pokryvem území České republiky byly převážně **listnaté a smíšené lesy**. Přirozená skladba se však s postupnou přeměnou na hospodářské lesy měnila. Původní porosty byly tvořeny převážně bukem (40 %) a dubem (18 %). Z jehličnatých dřevin převládala jedle (16%). Smrk byl zastoupen v původních lesích pouze asi 15 % a borovice 3 %. Současné lesy jsou však z více než 54 % tvořeny porosty smrku a borovice (18 %). Původní dominantní listnaté stromy, buk a dub, nyní pokrývají po 6% plochy lesů v republice. Zastoupení jedle pokleslo na méně než 1 %. I když dlouhodobý plán počítá se změnou těchto poměrů, skladbu lesů nelze změnit ze dne na den. Je to úkol na desetiletí a možná století (obr. 3.16).

Nepřirozená skladba lesů způsobuje řadu problémů. **Monokultury smrků jsou často napadány** některými dřevokaznými druhy hmyzu (lýkožrout smrkový, obaleč modřínový), lesy trpí polomy a znečištěním ovzduší, dříve zejména oxidem siřičitým, nyní ozónem. Oslabení lesa ale souvisí i s **degradací lesních půd**, které byly dlouhodobě vystaveny acidifikaci (okyselení) kyselými srážkami. Půdy jsou chudé na živiny nejen v důsledku jejich odplavení (rovněž v důsledku acidifikace), ale také následkem dlouhodobého hospodaření v lesích [13]. Oslabeny jsou zejména porosty v nadmořských výškách nad 700 – 800 m.



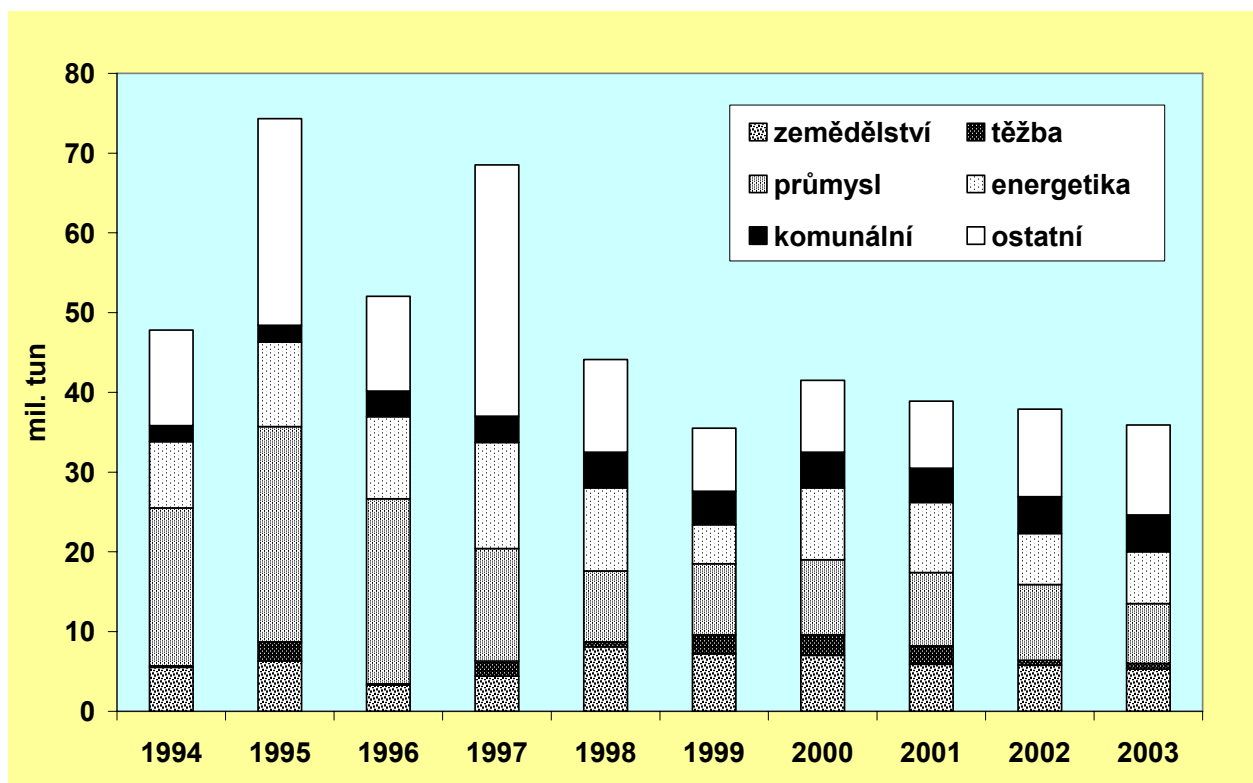
Obr. 3.16 Zastoupení dřevin v našich lesích

Se zdravotním stavem lesa souvisí i tzv. nahodilá (vynucená) těžba dřeva, která představuje v současné době asi 2/3 z celkového objemu těžby. Hlavními důvody jsou imisní a polomová poškození.

V budoucnu lze předejít poškození lesů pouze výrazným snížením znečištění ovzduší, hlavně zvýšením podílu listnatých dřevin. Se zvyšováním intenzity automobilové dopravy však lze očekávat v příštích letech nárůst poškození lesů následkem zvyšování koncentrace ozónu (jakožto průvodního jevu letního oxidačního smogu).

3.2.12.5 Odpady

S aktivitou člověka je spojena i produkce **velkého množství odpadů**, které představují trvalé nebezpečí pro životní prostředí. Monitorování množství odpadů nebylo v minulosti prováděno ani pravidelně, ani systematicky podle zavedených metodik. Informací o produkci odpadů na území republiky z období před rokem 1990 je tedy poskrovnu. Běžné, tedy **komunální odpady**, které jsou většinou v zorném poli veřejnosti, tvoří pouze necelých 10 % celkového množství odpadů. Daleko více je odpadů ze zemědělství, průmyslu a energetiky (obr. 3.17).



Obr. 3.17 Produkce odpadů

Komunální odpady jsou v naší republice zneškodňovány stále převážně formou skládkování (na rozdíl od většiny vyspělých zemí, kde převládá spalování). Kapacita spaloven, které vyhovují emisním limitům, dosahuje u nás asi 800 000 tun ročně, a tak je spalováno přibližně 28 % komunálního odpadu. Zbylý končí na skládkách. Zatím je ještě nedostatečné množství odpadů recyklováno. Kompostováno je pouze asi pod 5 %. Informace o produkci odpadů poskytuje kromě Ministerstva životního prostředí ČR a agentury CENIA

také Český statistický ústav [18].

3.2.12.6 Ochrana přírody a krajiny

Chráněná území představují v ČR téměř 12 tis. km², což představuje více než 16 % plochy státu. Česká republika se takto řadí na přední místa v Evropě, vedle Rakouska, Švýcarska a Velké Británie. Česká legislativa staví na velmi dobře propracovaných zákonech z minulosti. Celkem je zákonem chráněno 6 kategorií (národní park, chráněná krajinná oblast, národní přírodní rezervace, národní přírodní památka, přírodní rezervace a přírodní památka). V České republice jsou 4 národní parky (Krkonoše, Šumava, Podyjí, České Švýcarsko) a 25 chráněných krajinných oblastí. Ostatních maloplošných chráněných území bylo v roce 2004 celkem 2240 (tab. 3.3).

Šest velkoplošných chráněných území má mezinárodní statut **biosférické rezervace**. Tyto oblasti jsou zahrnuty v celosvětové síti rezervací UNESCO (program MaB - Man and Biosphere). Jsou to: CHKO Křivoklátsko, NP Krkonoše, CHKO Pálava, NP Šumava, CHKO Třeboňsko a CHKO Bílé Karpaty. Kromě hlavní náplně ochranné musí biosférické rezervace plnit i další úkoly. Je to především pravidelný vědecký výzkum a také osvětová činnost pro veřejnost, která do rezervací přichází za poznáním přírodního bohatství. **V současné době je na Zemi okolo 200 biosférických rezervací.** Snahou je zahrnout do této sítě další významné a reprezentativní krajinné oblasti. Základní i podrobné informace jsou k dispozici na stránkách Ministerstva zahraničí ČR a Agentury ochrany přírody a krajiny [19, 20].

Tab. 3.3 Zvláště chráněná území ČR (k 31.12. 2005)

Kategorie	Národní parky	Chráněné krajinné oblasti	Národní přírodní rezervace	Přírodní rezervace	Národní přírodní památky	Přírodní památky
Počet	4	25	131	807	104	1 198
Výměra (tis. ha)	119,02	1079,859	27,99	36,18	2,73	27,21
% rozlohy ČR	1,51	13,22	0,35	0,45	0,03	0,34
Lesnatost (%)	87	54	82	44	59	70

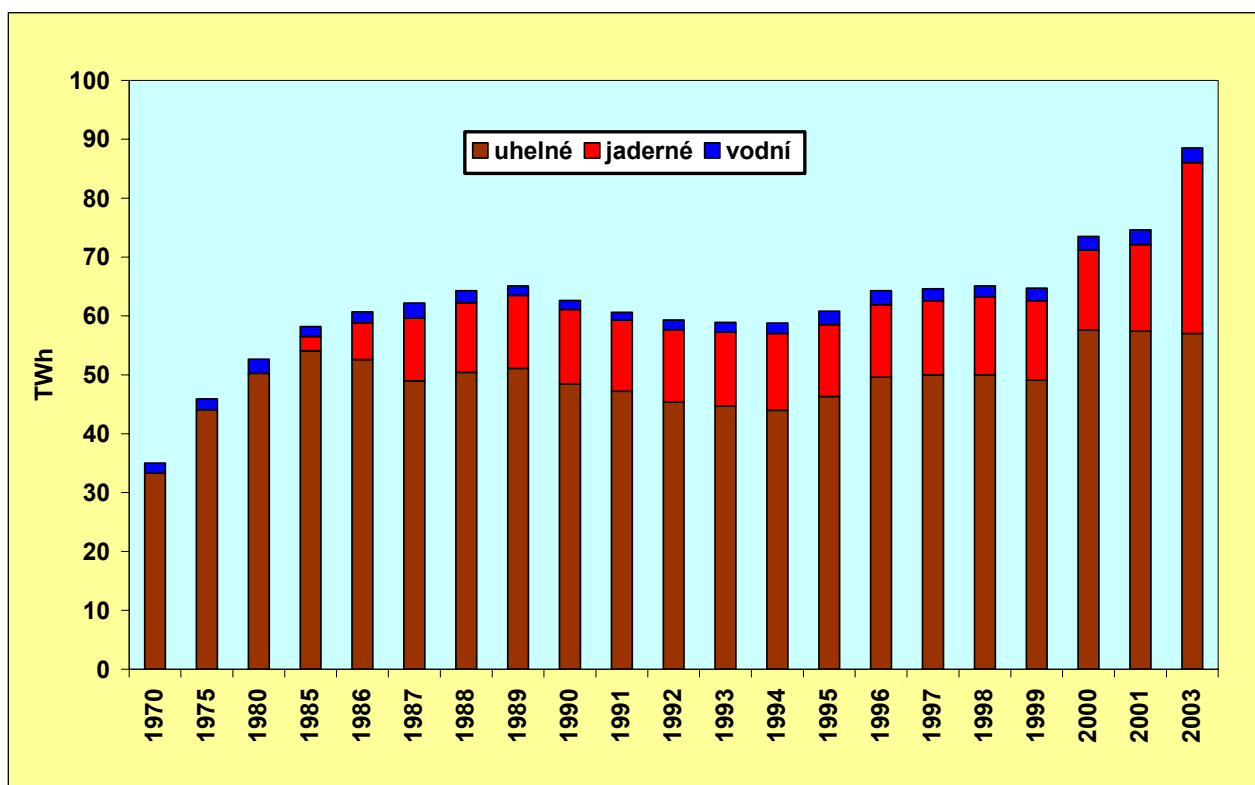
Mezi hlavní problémy ochrany přírody patří **turistika a rekreace** (Krkonoše), **těžba surovin**, jako jsou štěrkopísky, rašelina (Třeboňsko), stavební kamenivo, vápenec (Český kras) a poškození lesa imisemi, okusem zvěří a přírodními kalamitami, jako jsou polomy či lýkožrout smrkový (Šumava, Krkonoše). Značný tlak na přírodu pochází také z rozrůstající se sítě silnic a dálnic (České středohoří).

Ze zákona je chráněna příroda i mimo chráněná území. V rámci **obecné ochrany přírody** jsou chráněny **významné krajinné prvky** (lesy, nivy řek, rybníky a jezera, jeskyně, geologická a paleontologická naleziště a řada dalších útvarů). Problémy obecné ochrany přírody zahrnují především fragmentaci stanovišť, kontaminaci půdy škodlivými látkami, novou, často živelnou výstavbu „na zelené louce“ a v neposlední řadě též šíření nepůvodních druhů rostlin (např. rdesno sachalinské, netýkavka Roileova).

3.2.12.7 Hodnocení ochrany životního prostředí v minulosti a výhledy do budoucna

Životní prostředí v naší republice doznalo od politického převratu v roce 1989 řadu změn. Je třeba konstatovat, že většina z nich byla **pozitivních**. Zlepšení situace však nenastalo ve všech případech v důsledku občanského uvědomění, zlepšené legislativy, zvýšení investic do ochrany prostředí nebo zlepšením přístupu lid, ale zásadní změny nastaly **v důsledku snížení průmyslové produkce a spotřeby energie** v první polovině 90. let minulého století. Odsíření uhelných elektráren a zlepšení technologie výrob jsou tedy hlavním důvodem ke zlepšení stavu.

Nedá se ovšem říci, že by naše republika patřila k těm, kteří energií šetří. Naopak. V posledních letech se produkce energie z uhelných i jaderných elektráren zvyšuje, aniž by to vyžadovala národní spotřeba. **Energie se totiž vyváží**. Původní sliby, že jaderná energetika nahradí problematickou energetiku uhelnou, tedy nebyly naplněny. Naše republika tak vlastně nepřímo s energií vyváží i svoje čisté prostředí (obr.3.18).



Obr. 3.18 Produkce energie podle typu elektrárny

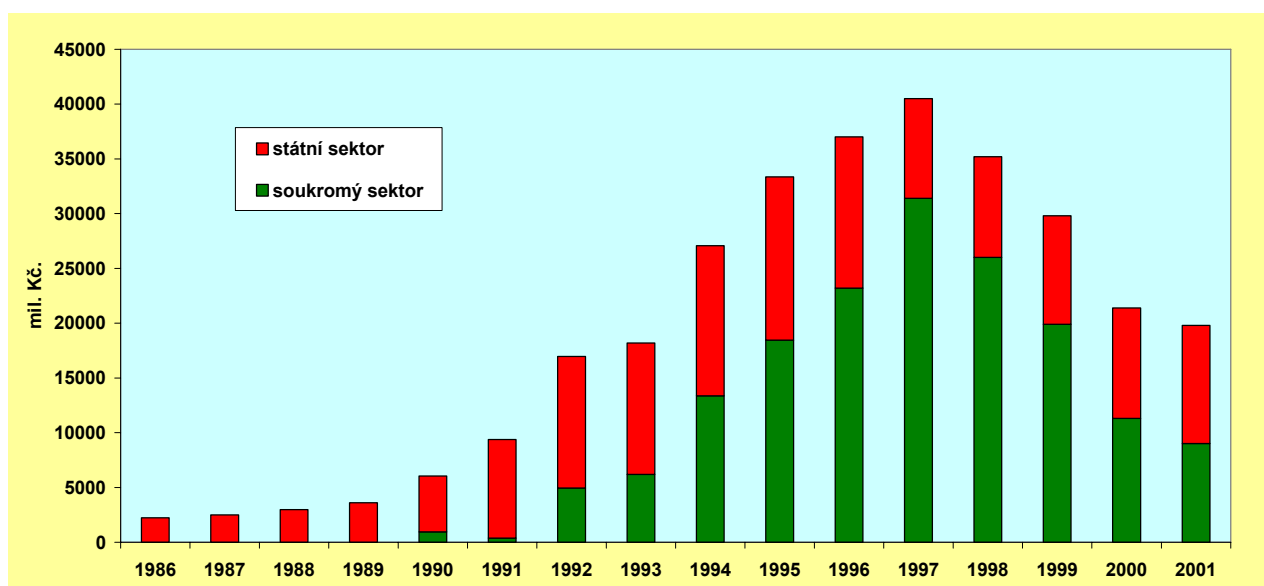
Důležitým faktorem bylo též snížení nebo zrušení státních dotací do zemědělství a průmyslu. Na druhé straně je nutno zmínit výrazný postupný nárůst investic směřujících přímo nebo nepřímo do ochrany prostředí. Od roku 1990 se výdaje na ochranu prostředí (včetně zabezpečení pitné vody) zvýšily několikanásobně. Mezi zcela zásadní investice státu patří bezesporu **financování čistíren odpadních vod**. Do tohoto sektoru stát investoval v roce 1995 1,3 mld. Kč (v roce 1990 pouze 11,4 mil. Kč.). Významnými investicemi byly rovněž prostředky na **odsiřovací technologie uhelných elektráren**.

Podíl výdajů na životní prostředí na celkový HDP (hrubý národní produkt) se postupně

zvýšil z 1,1 % na maximum 2,6 % v roce 1997. V tomto roce bylo celkem investováno do ochrany životního prostředí téměř **40 mld. Kč**.

Od roku 1998 se celkové množství investic do ochrany životního prostředí snižuje, zejména ve státním sektoru (obr. 3.19). Za znečištění **platí spíše znečišťovatelé**, tedy soukromý sektor, což přirozeně vychází z jeho zodpovědnosti za způsob výroby. Snížení státních výdajů ovšem neznamená, že by většina problémů byla vyřešena.

V současné době disponuje národní legislativa několika desítkami nových environmentálních zákonů, které byly po vstupu do Evropské unie sladěny se zákonnými normami společenství a odpovídají současným světovým trendům v ochraně životního prostředí. Z mezinárodního aspektu je také chvályhodné, že ČR je signatářem celé řady mezinárodních **úmluv na ochranu životního prostředí** (znečištění ovzduší přecházející hranice států, ochrana ozónové vrstvy, pohyb nebezpečných odpadů přes hranice států, ochrana klimatu, biologická rozmanitost, obchodování s kriticky ohroženými druhy, ochrana mokřadů, posuzování vlivů na životní prostředí apod.).



Obr. 3.19 Zdroje investic do ochrany životního prostředí

Poměrně rozvinutá je v České republice též ekologická výchova a osvěta, i když těžiště této činnosti je spíše spjato s činností nevládních organizací. Státní správa, zejména na úrovni krajských úřadů, věnuje malou pozornost osvětě veřejnosti. Podpora projektů ekologické výchovy je výraznější zejména na Ministerstvu školství, mládeže a tělovýchovy ČR a Ministerstva životního prostředí ČR. Zdárně se vyvíjí též **integrováný informační systém** o životním prostředí. Hlavní informační zdroj - Portál životního prostředí ČR - je spravován z České informační agentury životního prostředí - **CENIA** [21].

V budoucích letech je nutno zaměřit pozornost především na dokončení legislativy související se systémem ekonomických nástrojů (tzv. ekologická daňová reforma). Na bedrech státu bude i v budoucnu ležet financování a odpovědnost za „**staré ekologické zátěže**“, dědictví po minulých dobách. Patří sem zejména asanace neřízených skládek a odkališť, kontaminace podzemních vod v okolí velkých průmyslových a těžebních podniků, rekultivace po těžbě a náhrada porostů a škod způsobených znečištěným ovzduším.

3.3 Základy ekologie

Organismy se na povrchu Země nevyskytují náhodně. Vždy lze nalézt určité souvislosti mezi typem a vlastnostmi prostředí (např. teplotou, vlhkostí, půdou) a tvarem těla, způsobem obživy a dalšími vlastnostmi daného živočicha nebo rostliny. Studovat organismus a všechny stránky jeho života bez toho, aniž bychom vzali v úvahu okolní prostředí, není myslitelné a bylo by to velké zjednodušení. Vědeckou disciplínou, která se zabývá studiem vztahů organismů k sobě navzájem i k okolnímu prostředí, je ekologie (z řeckého *oikos* - dům, obydlí, okolí a *logos* - nauka, věda).

3.3.1 Ekologie jako vědecká i užitá disciplína

I když se zákonitostem vztahů organismů a prostředí věnovalo mnoho učenců v minulosti a vztah organismů k prostředí a jejich vývoj studoval v 19. století zejména britský biolog **Charles Darwin**, jehož teorie evoluce přírodním výběrem je uznávána do značné míry i dnes, základy ekologie položil a poprvé v roce 1866 tohoto termínu použil německý biolog **Ernst Haeckel**, který v mnohém z díla Charlese Darwina vycházel. Jako zvláštní odvětví biologie je ekologie definována na mezinárodním botanickém kongresu v roce 1910 v Bruselu.

V užším slova smyslu je **ekologie odvětvím biologie** a zabývá se vztahy mezi organismy a prostředím na čtyřech hlavních úrovních - jedinec - populace - společenstvo - ekosystém. Vztahy na úrovni jedince nebo populací jednoho druhu se zabývá **autekologie**. Skupinami organismů (společenstvo, ekosystém) a jejich vztahy k prostředí se zabývá **synekologie**. V současné době jsou tyto dva hlavní směry rozšířeny o řadu dalších oborů [22].

Jedním z moderních odvětví ekologie je **krajinná ekologie**. Využívá základní ekologické poznatky o toku energie a látek ve společenstvech a ekosystémech k charakteristice, analýze a **hodnocení krajiny**. Považuje krajinu za vyšší celek než ekosystém. Definuje ji jako část zemského povrchu, která tvoří společně se společenstvy organismů jednotný třírozměrný celek (horstvo, pahorkatina, nížina, pouštní krajina atd.). Krajina je chápána jako **jednotný celek zemského povrchu vymezený lidským horizontem**. Krajinná ekologie posuzuje lidskou činnost jako nedílnou součást dějů, které v přírodě probíhají [23, 24].

Pro své analýzy rozlišuje krajinná ekologie tři hlavní typy útvarů v krajině. Jsou to: **matrice** jako základní (nosná) charakteristika studovaného prostoru (rozsáhlý les, jezero, mokřad). Matrice je nejrozsáhlejší a nejpropojenější útvar, který obklopuje ostatní útvary a rozhodujícím způsobem usměrňuje tok látek a energie v krajině. **Plošky** jsou části území lišící se výrazně od okolní matrice (jezero nebo mýtina v lese, skalnatý výchoz v rovině, malý ostrov v jezeře). Působí v krajině jako stanovištní ostrovy. **Liniové útvary** - koridory - spojují v krajině plošky (řeky, údolí, okraje lesa).

Krajinné prvky nemusí být vázány pouze na krajinu přirozenou. Matricí může být velký obdělávaný lán obilí, ploškou v něm například hájek stromů a liniovým útvarem polní cesta se stromořadím. Linie jsou chápány většinou jako cesty k migraci organismů nebo proudění živin. Často jsou však liniové útvary v krajině zásadními **překážkami**. Prudký proud široké řeky, či dálnice s doprovodným oplocením jsou pro mnoho organismů nepřekonatelné útvary. Naopak, některé organismy nejsou přirozenými liniovými útvary - koridory - příliš ovlivňovány. Semena řady rostlin se šíří vzduchem, bez ohledu na překážky. I ptáci létají napříč koridory bez omezení. Pro svou schopnost zachycovat dusíkaté látky jsou malé plošky a zvláště úzké koridory i nevhodným rezervoárem odolných plevelů a rudérálních rostlin.

Naopak jejich ekotonový charakter napomáhá udržet vyšší biologickou diversitu v krajině.

Velmi zajímavými oblastmi pro studium vztahů v přírodě jsou ostrovy. Jsou většinou od sebe i od pevniny odděleny rozsáhlým oceánem. Vliv společenstev sousedních ostrovů lze mnohdy zanedbat. To umožňuje ekologům sledovat ustálené vztahy v uzavřených systémech. **Ostrovni ekologie** studuje především vztah počtu druhů a hustoty populací k velikosti plochy ostrova. Z výzkumů ostrovni ekologie vyplývá, že se zmenšující se plochou ostrova se zmenšuje i druhová rozmanitost a klesá počet jedinců v populacích.

Ostrovni vztahy se uplatňují i na uzavřených plochách uvnitř odlišného prostředí na pevnině. Pro osamocené ostrůvky zachovalé přírody uprostřed lánů polí, v krajině devastované těžbou nebo pro malé parky uprostřed měst platí většinou pravidla jako pro izolované ostrovy. **Čím jsou menší, tím méně druhů a jedinců na nich může přežít a rozmnožovat se.** Na menších plochách také nemohou žít velké druhy. Poznatků z ostrovni ekologie se využívá při navrhování a realizaci ÚSES (územních systémů ekologické stability krajiny - viz níže).

Ekologie je věda, která může pomoci v současné době řešit řadu praktických problémů. S využitím ekologických poznatků se lze setkat všude tam, kde člověk hospodáří v přírodních podmínkách s populacemi nebo společenstvy, z nichž chce mít nějaký užitek, ale je závislý především na přísunu energie ze slunce, koloběhu živin a podnebí. Všude tam, kde jsou poznatky ze studia původních druhů organismů využívány pro praktické cíle, hovoříme o **aplikované ekologii**.

Jedním z hlavních cílů aplikované ekologie je samozřejmě **zvyšování výnosů**. Produkční ekologie se uplatňuje ve výzkumu obilnářském, rybářském i lesnickém. Také **boj se škůdci** může být významně zlepšen při kombinaci využívání pesticidů a přirozených potravních vztahů mezi predátorem a kořistí. Nadměrné používání chemikálií může totiž vyhubit nejen škůdce, ale i jeho přirozeného nepřítel. Získá-li škůdce odolnost (rezistenci), je pak velmi obtížné zvládat jeho přemnožení. Ekologové ukazují, že v mnoha případech je vhodnější nechat působit proti škůdcům jejich přirozené nepřátele.

Přírodní procesy, ale i člověk jsou příčinou řady katastrof, které narušují nebo zcela ničí přirozená stanoviště. Výbuch sopky, uměle založený nebo přirozeně vzniklý požár, sesuv svahů a další náhodné vlivy mohou zcela změnit tvář velkých území. Invaze nových druhů na tyto změněné plochy nebo obnova původních společenstev z nenarušeného okolí jsou zajímavé procesy, které studuje **invazní ekologie** [25].

V posledních staletích, kdy člověk po Zemi cestuje na dlouhé vzdálenosti, přenáší s sebou řadu cizích druhů organismů. Tyto zavlečené nepůvodní druhy mohou často ohrozit domácí druhy. Takové **umělé invaze** dosud působí problémy ve světě i v naší republice. Britští kolonizátoři v 18. století přivezli do Austrálie spolu s mnoha kulturními rostlinami i domácí skot a králíky. Ti se za několik desetiletí rozmnožili tak, že jejich nespočetné hordy ničily úrodu na polích a spásaly trávu domácímu skotu i původním býložravcům - klokanům. Do Austrálie byla v roce 1935 dovezena též ropucha obrovská (*Buffo marinus*) s nadějí, že pomůže vyhubit hmyz, který poškozuje cukrovou třtinu. Ropuchy se ovšem orientovaly na jiné potravní zdroje, ale jejich hřbetní žlázy obsahují pro ostatní obratlovce prudký jed, nemají nepřátele a rozmnožují se nebývalým tempem. Za **invazní druhy** však můžeme pokládat i postupně se šířící bolševník v západních a severozápadních oblastech České republiky (původně dovezený jako okrasná rostlina). Trnovník akát, který běžně roste v teplejších oblastech středních Čech, i mandelinka bramborová, která osídlila během posledních 60 let téměř celý svět, přišly ze Severní Ameriky. Jejich invazi můžeme považovat za velmi úspěšnou. V posledním desetiletí je vegetace vlhčích lokalit, zejména nivy řek a potoků, ohroženy invazí dvou asijských druhů rostlin. Je to netýkavka Roileova (z Himaláje)

a rdesno sachalinské (ze severovýchodní Asie).



Obr. 3.20 Porost netýkavky Roileovy v nivě potoka

Tak, jak se vyvíjely různé druhy organismů, vyvíjela se také jejich společenstva a spolu s podnebím a dalšími fyzikálními faktory prostředí i celé ekosystémy. Ze zkamenělých (fosilních) nálezů zbytků organismů, tvaru jejich těla a z toho, s jakými dalšími organismy jsou v horninách nacházeny, usuzují ekologové na způsob života a vazby ve společenstvech dávno vyhynulých. Velké sloje uhlí slouží nejen k získání paliva, ale poskytují nám informace o dávných mokřadních společenstvech rostlin. O složení fauny moří před stovkami miliónů let podávají důkazy mocné vrstvy vápenců, vytvořené ze schránek prvoků, měkkýšů a dalších bezobratlých organismů. Vztahy organismů a prostředí v minulých geologických obdobích studuje **paleoekologie**.

Územní systém ekologické stability krajiny (ÚSES) vychází z poznatků krajinné a ostrovní ekologie. Rozeznává v krajině celky (biocentra) a linie (biokoridory) na úrovni nadregionální, regionální a lokální, které jsou nezbytné pro život typických i vzácných organismů a společenstev a které mají umožnit přístup hmoty, energie, živin i genetické informace v krajině. Úlohou systému je udržet též určitý krajinný ráz a jeho estetické hodnoty, zejména v krajině intenzivně obhospodařované, tedy bez zásahů člověka nestabilní (k udržení je třeba velké množství dodatkové energie) [26].

Ekotechnologie je novým přístupem k využití poznatků ekologie v procesech, při nichž se využívá přirozených schopností společenstev zpracovat nadbytečné živiny k růstu, dekontaminovat některé látky, obohatit prostředí kyslíkem, zadržet vodu, tlumit nepříznivé vlivy prostředí apod. Například k čištění odpadních vod, v nichž nejsou obsaženy vysoké

koncentrace toxických látek (zejména vody z potravinářského průmyslu nebo menších lidských sídel), je výhodné používat umělých mokřadů. Tato voda znečištěná organickými látkami a sloučeninami dusíku a fosforu je vynikajícím zdrojem výživy vodních a mokřadních rostlin. Narostlé rostliny je možno sklízet a kompostovat.

Správné ekotechnologické procesy vycházejí z poznatků o stabilitě ekosystémů. Je však třeba podotknout, že řadu těchto moderních a vědecky podložených poznatků využívali na základě dlouholeté zkušenosti i naši předci. Při všech zásazích do prostředí nebo při využívání přírodních ekosystémů k produkci určené pro člověka je nutno respektovat řadu pravidel:

- neplýtvat s energií, využít sluneční energie vhodně zvolenými rostlinami (pole v horských oblastech vyžadují více dodatkové energie než louky);
- využívat uzavřených koloběhů látek, recyklovat a využívat beze zbytku dostupných látek (např. užívat slámu k podestýlce a z ní vzniklý hnůj ke hnojení polí);
- zachovávat rozmanitost tvarů, struktur i rozmanitost organismů (remízky a meze v krajině mohou snížit erozi půdy a jsou sídlem přirozených regulátorů škůdců);
- respektovat citlivost k zevním vlivům, které mohou narušit činnost společenstva a ekosystému (neužívat příliš chemikálií k ošetřování kultur, neboť kumulace škodlivin může být nejen škodlivá pro člověka a přirozené nepřátele škůdců, ale může vyvolat i odolnost škůdců);
- nepřekročit nosnou kapacitu prostředí a schopnost organismů neutralizovat některé škodlivé vlivy (přírodní toky a nádrže svou samočisticí schopností mohou dosti úspěšně neutralizovat některé odpady, ale jen do určité míry - po překročení mezí se samočisticí schopnosti snižují);
- počítat s omezenou pružností a odolností ekosystémů ke změnám podmínek (např. zavlečení cizích druhů může s sebou přinést dosud neznámé choroby pro domácí organismy).

Výsledky vědeckých poznatků získaných při studiu přirozených ekosystémů se využívá i při nápravných opatřeních. Stanoviště zničená těžbou, odvaly, sesuvy, odkaliště, lomy a řadu dalších následků lidské činnosti je třeba napravit, asanovat, rekultivovat nebo alespoň esteticky upravit. Obnovou narušených nebo zcela zničených ekosystémů se zabývá **ekologie obnovy**. Výsledky mnoha studií ukazují, že mnohdy je lepší a rychlejší ponechat přírodě větší prostor k samoobnově a některé procesy pouze vhodnými úpravami, dosazováním některých druhů nebo naopak jejich odstraňováním pouze urychlovat. Komplexní technické rekultivace jsou nejen finančně velmi náročné, ale často méně účinné než přirozená nebo řízená spontánní obnova. Mnoho příkladů, zejména z rekultivace výsypek po těžbě hnědého uhlí v severočeské oblasti, máme přímo „za humny“ [27].

Ekologie se v současné době bouřlivě vyvíjí. K tradičnímu studiu organismů v přírodě přistupuje i experimentální práce v laboratořích nebo na pokusných plochách. Řada prací dnes využívá počítačové techniky k modelování vztahů organismů v populacích a společenstvech. Bez ekologie si nelze dnešní moderní biologii vůbec představit.

3.3.2 Biotické a abiotické faktory prostředí

Základními podmínkami pro to, aby bylo možno považovat systém za živý je přítomnost několika základních atributů (živý objekt musí mít určité vlastnosti). Za základní jsou považovány:

- Výměna látková (metabolismus);
- Dráždivost - schopnost reagovat na vnitřní a vnější podněty;
- Dědičnost znaků a rozmnožování (reprodukce) – schopnost uchovávat dědičnou informaci a přenášet ji z generace na generaci;
- Vývoj (evoluce) – schopnost přizpůsobit se měnícím se podmínkám prostředí a úspěšně v nich přežít cestou postupných změn genetické informace.

Většina živých systémů má buněčnou organizaci a schopnost **autoregulace**. Organismy jsou přizpůsobeny celé škále podmínek. V přírodě se však žádný z faktorů prostředí nevyskytuje samostatně, vždy jde o kombinaci a současné působení celé řady vlivů. Jedná se především o vlivy neživé přírody - **abiotické**, tedy fyzikální a chemické, a vlivy **biotické**, které představují přímé nebo nepřímé působení ostatních organismů, ať už stejného druhu nebo jiných druhů. Zásadním přírodním vlivem je též čas. Základní podmínky jsou druhově specifické (každý organismus vyžaduje pro kvalitní život jiné podmínky), musí však platit současně. Hlavním omezujícím faktorem je vždycky ten, který je v minimu (viz tzv. Liebigův zákon minima).

3.3.2.1 Fyzikální faktory

Jedním z nejdůležitějších faktorů, který ovlivňuje život na Zemi, je **sluneční záření**. Jedná se o širokou škálu různých typů záření (elektromagnetického záření), které se od sebe odlišuje vlnovou délkou (od 0,0001 nm, které má elektromagnetická složka kosmického záření, až po 15 km, což jsou dlouhé „rozhlavové“ vlny). Život většiny organismů je omezen především teplotou. Životní pochody mohou podle dosavadních poznatků probíhat v teplotním rozsahu od asi -200 do +300 °C. Většina organismů však snáší teplotní rozdíly jen v určitém omezeném rozsahu. Slunce je i zdrojem světla. Světelné záření je nezbytným zdrojem energie pro základní životní proces na Zemi, kterým je fotosyntéza rostlin. Tímto pochodem rostliny z vody, oxidu uhličitého a dalších látek - živin - vytvářejí základní stavební a zásobní látky svých těl, která jsou pak zdrojem potravy (látek a energie) pro další organismy. Nejen rostliny jsou však vázány na světlo. Někteří živočichové jsou aktivní ve dne a jiní v noci. Sluneční záření je pro živé organismy i zdrojem nebezpečí. Ultrafialové záření, které je většinou zachycováno ve vyšších vrstvách atmosféry je životu nebezpečné. Omezuje fotosyntézu a může poškodit pokožku. I záření X (rentgenové), záření gama a kosmické záření jsou pro život nebezpečné.

Významnými abiotickými činiteli jsou též tlak a proudění. Organismy žijící na souši jsou přizpůsobeny k poměrně stabilnímu **atmosférickému tlaku**. Tato hodnota se mění do jisté míry se změnami počasí a s nadmořskou výškou. Se vzrůstající nadmořskou výškou se atmosférický tlak snižuje. Daleko více jsou na určitém tlaku závislé organismy moří. Je-li hmotnosti jednoho litru vody rovna 1 kg, pak na jeden dm² v hloubce 1m pod hladinou působí 10kg, v hloubce 10 m už 100 kg a 100 m pod hladinou váží vodní sloupec už 1000 kg. Hlubokomořské organismy žijící v hloubkách i přes 10 km tak musejí snášet **obrovské tlaky**. Takové organismy by však nepřežily na mělčinách, kde je tlak vodního sloupce daleko menší.

Voda ani ovzduší nejsou téměř nikdy v klidu. Je pro ně charakteristické **proudění**. Mnohé druhy živočichů i rostlin jsou přizpůsobeny tvarem těla k životu v **silném proudu**, jiné jsou adaptovány na podmínky v **klidném prostředí**. Pro mnoho druhů rostlin je proudění vzduchu (vítr) nezbytné k rozšiřování jejich semen nebo spor. I opylování velkého množství druhů rostlin (vrby, lísky, topoly, trávy) je zprostředkováno větrem. Semena jiných druhů jsou roznášena vodou.

3.3.2.2 Chemické faktory

Život vznikl pravděpodobně v moři a **všechny důležité fyziologické funkce organismů jsou vázány na vodní prostředí**. Vodu totiž v různém množství obsahují všechny buňky, tkáně a orgány. Organismy se od sebe liší i vztahem k přítomnosti vody ve vnějším prostředí. Rozeznáváme rostliny suchomilné, mokřadní a vodní. Bez přítomnosti vody nebo vlhka by nepřeživali obojživelníci, kladou vajíčka do vody, kde se vyvíjejí i jejich larvy. Naopak mnozí plazi vyžadují k životu spíše suché podmínky. Voda je pro život organismů významným faktorem také v podobě srážek a vzdušné vlhkosti.

Pro většinu rostlin a živočichů je nezbytný stálý přísun kyslíku. **Kyslík (O)** se v atmosféře Země začal pravděpodobně vytvářet z oxidu uhličitého jako vedlejší produkt fotosyntézy prvotních organismů již asi před 2 miliardami let. Jeho množství v atmosféře je již dlouhou dobu velmi stabilní a je tedy jednou ze základních chemických látek, které jsou k životu potřeba. Rostliny získávají veškerý uhlík pro stavbu těl z oxidu uhličitého, který je též velmi stálou součástí atmosféry. Bez jeho přítomnosti by nebylo rostlinné produkce, na níž jsou závislí živočichové - býložravci a celý řetězec dalších organismů.

V půdě i ve vodě je přítomna celá **řada solí**. Jejich obsah může také značně kolísat. Na jejich koncentraci jsou závislé různé organismy. Salinita je tedy také důležitým faktorem prostředí. Pro řadu organismů je stěžejním faktorem prostředí, který rozhoduje o jejich přítomnosti nebo nepřítomnosti, **kyselost** neboli pH. Kyselost nebo zásaditost je omezujícím nebo potřebným faktorem zvláště u vody a půdy. Významnými chemickými látkami, obzvláště pro rostliny, houby a bakterie, jsou i nejrůznější živiny. Jsou to většinou jednoduché, ve vodě rozpustné látky obsahující dusík, fosfor, síru, draslík a další tzv. **biogenní prvky** – prvky, z nichž je vytvářeno tělo organismů. Podle obsahu živin můžeme dělit půdu, vodu a další substráty, z nichž čerpají organismy živiny, na chudé - oligotrofní, středně obohacené - mezotrofní - a živinami bohaté - eutrofní. K chemickým vlivům lze počítat i látky, které se v prostředí přirozeně nevyskytují nebo se obvykle vyskytují v nižších koncentracích, případně v jiných poměrech a formách. Tyto látky pak považujeme za škodlivé, znečišťující. Řada druhů je na tyto škodliviny velmi citlivá a reaguje na ně. Reakcí může být například únik z dosahu působení, ale také otrava nebo smrt. Za znečišťující můžeme považovat jak látky jedovaté (sloučeniny některých kovů - rtuti, kadmia, olova), příliš zásadité nebo kyselé (oxid siřičitý ze spalování uhlí, který se podílí výraznou měrou na vzniku kyselých srážek), prach, který ucpává průduchy a ve větším množství může omezit dýchání rostlin.

3.3.2.3 Vlivy ostatních organismů

Za **biotické vlivy** považujeme působení organismů na sebe navzájem. Přímý biotický vliv představuje těsnou vazbu dvou (nebo více) druhů organismů na sebe. Jde například o **přítomnost cizopasníků** (parazitů) v těle hostitele nebo **vztah kořisti a dravce**. Nepřímým biotickým vlivem je vztah, kdy si organismy navzájem ovlivňují a mění abiotické či přímé biotické faktory. Jedná se například o **zastínění** rostlin rostoucích v podrostu lesa korunami vysokých stromů nebo **konkurenci** o potravu dvou odlišných druhů šelem. Podrobně budou všechny tyto vazby probrány v oddíle "vztahy mezi organismy".

3.3.2.4 Čas

Všechny fyzikální, chemické a biotické vlivy neprobíhají stále stejnou silou a nejsou vázány pouze na jeden okamžik. Oběh Země kolem Slunce a otáčení naší planety okolo své osy ovlivňovaly takřka všechny živé i neživé systémy po stovky miliónů let. Přizpůsobení organismů a načasování nejrůznějších projevů a jejich soulad s planetárním časem označujeme jako **biologické hodiny**. Hlavními cykly jsou cykly 24hodinové, neboli denní cykly, a sezónní cykly. Odpovídá-li pravidelnému přírodnímu cyklu změna nějaká pravidelná změna v chování nebo metabolismu nějakého organismu, pak hovoříme o **biologickém rytmu**.

Denní cyklus je typický pro kvetení řady rostlin. Otvírají květy ve dne, aby mohli opylovači přenést pyl, a uzavírají je na noc. Rostliny a živočichové však nerozeznávají pouze rozdíl mezi dnem a nocí, ale také délku slunečního dne. Mnoho vyšších rostlin kvete za dlouhého dne (v pozdním jaru a v létě) a jiné zase za krátkého dne (brzy na jaře a na podzim).

Sezónními cykly jsou naše čtyři roční období nebo také období dešťů a sucha. Odpovídajícím rytmem v životě organismů může být stěhování ptáků z našich zeměpisných šířek na jih na podzim a návrat na počátku jara. Druhým typem rytmu může být migrace stád afrických býložravců do savan po období dešťů a jejich cesta zpět před započatím období sucha. Obdobný rytmus je patrný také u zvířat, která přespávají nepříznivé zimní období.

Schopnost reagovat na pravidelný cyklus osvitlu sluncem (**fotoperiodicita**) však nemusí být jediným příkladem rytmů v přírodě. Mořští živočichové a rostliny žijící v příbojové zóně u břehů velmi citlivě reagují na **střídání přílivu a odlivu** apod.

3.3.3 Zdroje energie a látek v přírodě

3.3.3.1 Energie

Dva základní fyzikální (termodynamické) zákony ve zjednodušené formě říkají, že:

Energie nevzniká, ani nezaniká, je možno ji pouze přeměňovat z jedné formy na druhou.

Při jakékoli přeměně energie z jednoho typu na druhý se vždy určitá část přeměňuje v teplo (tzv. zbytkové nebo odpadní teplo), které není možno už dále využít. Znamená to, že žádný přenos není 100% účinný.

Podle těchto pravidel je energie skrytá v chemických vazbách uhlíku v uhlí při spalování v tepelné elektrárně uvolněna, přeměněna na tepelnou energii, ta na energii elektrickou, která umožní rozsvítit světlo v žárovce (1. termodynamický zákon). **Žádná z těchto přeměn však neprobíhá beze ztrát**. Vždy se do okolí uvolní teplo, které nelze dále přeměňovat. Teplo uniká při spalování, při zahřívání turbíny třením, při přeměně napětí v transformátoru, teplo vydává i rozsvícená žárovka (2. termodynamický zákon).

Podobné přeměny se odehrávají i v přírodě, neboť ke všem projevům života je třeba nějaká energie. **Základním zdrojem energie na Zemi je Slunce**. Sluneční záření, především viditelné světlo (částečně i ultrafialové a infračervené záření), prochází na povrch Země a je tak k dispozici zeleným rostlinám.

3.3.3.2 Hmota

Také pro hmotu platí základní fyzikální zákon - **zákon zachování hmoty**. Žádnou hmotu nelze za normálních podmínek vytvořit z ničeho, ani není možné ji spotřebovat. Látky mění skupenství, sloučeniny reagují při chemických reakcích, pevné krystaly se rozpouštějí v rozpouštědlech. Hmota přechází z jedné formy do druhé a při těchto změnách jí neubývá ani nepřibývá (Z fyzikálních zákonů relativity však plyne, že hmota a energie jsou spolu svázaný a proto hovoříme v souvislosti se zákony zachování hmoty a energie o zákonu ekvivalence hmoty a energie a vyjadřujeme je známou Einsteinovou formulkou $E = m \cdot c^2$). Hmota je v přírodě přítomna v podobě atomů a molekul nejrůznějších látek. Jednoduchých - anorganických, až po ty nejsložitější - organické.

3.3.3.3 Koloběh látek v přírodě

Žádná látka (sloučenina, prvek) se nevyskytuje na povrchu Země pouze na jednom místě, v jedné podobě a bez ovlivnění dalšími látkami či organismy. Vodní proudy v mořích a v řekách přenášejí každým okamžikem velká množství látek. Podobnou roli hraje i vítr v atmosféře. Během horninotvorných pochodů se mění a pohybují celé pevniny. Všechny tyto procesy zabezpečují pohyb nejrůznějších látek na Zemi a jejich dostupnost ve formě živin pro organismy. Jelikož se těchto procesů společně účastní biologické, chemické i geologické děje, nazýváme koloběh látek na Zemi **biogeochemickými cykly**.

Přestože jsou živé organismy složeny z mnoha prvků (většinou z 30 až 40), je převážná část těl organismů tvořena několika hlavními - biogenními prvky. Jsou to uhlík (C), vodík (H), kyslík (O), dusík (N), síra (S) a fosfor (P). K životu jsou dále v menších množstvích potřeba prvky, jako je železo (Fe), sodík (Na), draslík (K), vápník (Ca), chlor (Cl) a další. V nepatrných - stopových - množstvích jsou potřeba například jód (I), selen (Se) atd. U všech těchto prvků (i u řady dalších, zde nezmiňovaných) je jejich koloběh nezbytným předpokladem pro existenci života. Pohyb mezi vodou, ovzduším, horninami a organismy nezná žádné přírodní ani politické hranice. Cykly prvků důležitých pro život nelze dokonce beze zbytku popsat na úrovni pole, lesa, kraje nebo státu. K porozumění je třeba globálního - tedy celoplanetárního pohledu.

Horninový cyklus

Lze říci, že nejstarší, tedy nejpůvodnější z cyklů, je tzv. cyklus horninový. Ten je „poháněn“ mocnými silami a řízen složitými mechanismy, které jsou dány aktivitou zemského nitra (jádra a pláště) a následnými pohyby litosférických desek a klimatickými vlivy.

Jako „počátek“ cyklu zvolme erozi. **Eroze** je rozrušování hornin na jemné částičky, které jsou přenášeny větrem, potoky a řekami do moře. Tam se **ukládají** (sedimentují) a jsou tlakem nebo oxidy železa, křemíku nebo vápníku **zpevňovány**. Sedimentární horniny jsou unášeny spolu s příslušnou pevninskou (litosférickou) deskou. Litosférické desky se na některých místech Země přes sebe přesouvají. Ty části, které se dostávají do větších hloubek, se vysokými teplotami a tlakem mění na horniny **metamorfované**. Mohou být také vyzdviženy při horotvorných procesech na povrch nebo ve velkých hloubkách kůry roztaveny na **magma**, které opět na jiných místech uniká na povrch - **vyvřelé horniny**. Erozi opět cyklus pokračuje a částice jsou větrem či vodou přenášeny a míšeny a ukládají se na povrchu Země v jiných oblastech nebo v jezerech, řekách i mořích.

Od dob vzniku života na Zemi přispívaly v různých obdobích k horninovému cyklu i

organismy. Především v mořích byla po dlouhá období ukládána množství schránek jednobuněčných i mnohobuněčných organismů (rozsivky, dírkonošci, měkkýši). Byly tak vytvořeny i několik km mocné vrstvy (zejména vápenců). Podobnou horninotvornou funkci měly i prvohorní a druhohorní rostliny, které daly vzniknout uhelným slojím.

Koloběh hmoty v horninovém cyklu a proces přetváření hornin je mnohonásobně delší než délka života člověka, delší i než život několika posledních generací, kdy mohl člověk horninotvorné procesy poznávat za pomoci moderních vědeckých metod. Koloběh látek v horninách se řídí tzv. **geologickým časem**. Základními měrami jsou zde nikoli hodiny, dny a roky, ale milióny až stovky miliónů let.

Koloběh vody

Na horninový cyklus je úzce vázán koloběh další látky, která vždy byla a je pro život na Zemi nezbytná. Pravděpodobně již v období chladnutí zemského povrchu se z některých hornin uvolňovala vázaná **voda** (H₂O), která se postupně srážela na povrchu planety a dala vzniknout oceánům, jezerům a řekám. Voda se stala součástí zemské atmosféry, půdy, vytvořila polární i horské ledovce a podzemní zásobárny. Vodní plášť Země (hydrosféra) tedy vznikl následkem odplynění zemského nitra.

Pro neustálou změnu skupenství vody a její pohyb z jedné fáze do druhé dodává energii především Slunce. Existence světového oceánu a koloběh vody zabezpečují poměrnou stálost globálního klimatu, tak potřebnou pro udržování života na naší planetě. Koloběh vody lze rozdělit na několik zásadních částí. **Hlavním rezervoárem jsou světová moře a oceány**. V nich je obsaženo více než 97 % celkového objemu vody na zemském povrchu. Zbývá necelá 3% jsou obsažena v ledovcích, podzemní vodě, půdní vodě, v řekách a jezerech (v povrchové sladké vodě), v atmosféře a konečně v živých organismech.

Spolu s vodou cirkuluje na zemském povrchu nejen celá řada rozpustných i nerozpustných látek, ale také teplo. Tepelné rozdíly mezi dnem a nocí, a hlavně v jednotlivých ročních obdobích, jsou hlavním hnacím motorem pozemského klimatu. Na koloběh vody, na horninový cyklus, na procesy v atmosféře a v posledních desetiletích i na činnost člověka jsou vázány koloběhy dalších hlavních biogenních prvků - uhlíku (C), dusíku (N), síry (S) a fosforu (P).

Cyklus uhlíku

Uhlík je spolu s kyslíkem a vodíkem **základním stavebním prvkem organických látek** - uhlovodíků - a tedy i živých těl. Koloběh tohoto hlavního biogenního prvku je tedy jedním z klíčových cyklů podmiňujících život na Zemi. Uhlík je vázán především jako oxid uhličitý (CO₂) v atmosféře, v rozpustných uhličitanech ve vodě a také ve formě uhličitánů (zejména CaCO₃) v mocných vrstvách vápenců. Nemalá část je též obsažena v tělech žijících organismů (v biomase) i v odumřelých tělech (v „mrtvé“ biomase) v podobě humusu. Uhlík je samozřejmě součástí dalších sloučenin (metan, oxid uhelnatý apod.).

Oxid uhličitý z atmosféry přechází především do povrchových vrstev oceánu, kde se vyskytuje buď jako rozpuštěný CO₂ nebo ve formě uhličitánů. Atmosférický CO₂ je **v procesu fotosyntézy** hlavním zdrojem uhlíku pro zelené rostliny. Dýcháním se dostává opět do atmosféry. Ne všechen uhlík je však organismy vydychán. Rostlinná těla (i uhlík v nich) se stávají potravou býložravců, ti pak masožravců. Odumřelá těla rostlin i živočichů se dostávají do půdy. V rozkladných dějích se z mrtvých těl vytváří humus, z něho činností rozkladačů vznikají jednoduché anorganické látky a konečně opět vzniká oxid uhličitý. Z půdy je tedy

postupně CO₂ opět uvolňován do atmosféry. Ne vždy je však biomasa mrtvých těl rozložena a přirozeně „recyklována“. V některých geologických údobích byla v podobě biomasy mrtvých těl uložena obrovská kvanta uhlíku buď jako uhlí a ropa, nebo ve zbytcích schránek těl v podobě vápenců (CaCO₃). Uhlík se v podobě mrtvých těl organismů ukládá pomalu na mořské dno i dnes [28].

Do přirozeného koloběhu uhlíku zasahuje i člověk. Mezi hlavní vlivy patří především **spalování fosilních paliv**, což představuje velmi rychlé uvolňování uhlíku, který byl postupně nahromaděn za miliony až desítky milionů let. Dalším faktorem je i odlesňování a obdělávání půdy. Při těchto činnostech se uvolňuje značné množství volného CO₂. Do atmosféry také uniká větší množství metanu, především v důsledku chovu dobytka a ze skládek odpadů. Zvyšování koncentrace CO₂ a metanu může mít nepříznivé vlivy na stabilitu klimatu.

Cyklus dusíku

Dusík je **nejhojnějším plynným prvkem zemské atmosféry**. Jako volný dusík (N₂) tvoří více než 3/4 z objemu všech plynů v ovzduší. Důležité jsou však i další plyny obsahující dusík, i když jejich množství v ovzduší je velmi malé (oxid dusný N₂O, oxid dusnatý NO, oxid dusičitý NO₂ a amoniak NH₃). Dusík je důležitý biogenní prvek, je součástí aminokyselin, bílkovin, nukleových kyselin (nositelů dědičné informace). V horninách se dusík nevyskytuje v takovém množství jako například uhlík. Pouze některé nerosty (ledky) jsou na dusík bohaté.

Do koloběhu přenášejí dusík především tzv. **nitrifikační mikroorganismy**. Jsou schopny vázat vzdušný dusík a přeměňovat ho na rozpustné dusíkaté látky, přijatelné jako živiny pro autotrofní organismy (rostliny). Ty začleňují dusík do stavebních a zásobních látek svých těl. Odtud dusík přechází buď do dalších organismů (v podobě rostlinné potravy), nebo po odumření těl zpět do prostředí - půdy nebo vody. Dusíkaté látky se do prostředí dostávají též jako zplodiny metabolismu živočichů (exkrementy, moč, močovina, kyselina močová). V půdě je dusík vázán v humusu a může být z něj opět uvolněn do ovzduší denitrifikačními mikroorganismy. Tak se jeho cyklus uzavírá. K produkci dusíkatých látek přispívá určitou měrou také přirozená **vulkanická činnost**.

Koloběh dusíku a jeho sloučenin může být člověkem narušen zejména neúměrnou **aplikací dusíkatých hnojiv**, a to jak průmyslových (ledky), tak i statkových. Hnojiva jsou z půdních horizontů vyplavována do potoků, řek a jezer, kde jsou příčinou nepřirozeného zvyšování obsahu živin - eutrofizace. Dalším závažným narušením dusíkového cyklu jsou **spalovací procesy**. Dusík je za normální teploty netečný plyn. Za vyšších teplot (přes 500 °C) se slučuje s kyslíkem a vytváří oxidy. Některé tyto plyny mohou hrát roli při zesilování skleníkového jevu nebo při narušování ozónové vrstvy. Navíc, při reakcích s vodou vznikají kyseliny, ty jsou jednou z příčin kyselých srážek.

Cyklus síry

Podobně jako u dusíku hrají v koloběhu síry významnou roli mikroorganismy. Konečným produktem mikrobiální činnosti, která probíhá zpravidla ve vodním prostředí nebo v mokřadech a bažinách a v omezené míře i v půdě, bývá sirovodík H₂S. Mikroorganismy v oceánu vytvářejí složitější sloučeninu - dimetylsulfid CH₃SCH₃. Obě látky jsou nakonec v atmosféře oxidovány převážně až na oxid siřičitý - SO₂. Po další oxidaci a reakcích v atmosféře se jako součást srážek síra dostává zpět do půdy, kde je spolu s ostatními

rozpuštěnými sírany vtažena do koloběhu, a stává se součástí minerální výživy rostlin. V horninách a minerálech se síra vyskytuje i v podobě siřičků.

Paradoxně je tento přirozený obsah síry v tělech rostlin a živočichů vlastně jednou z hlavních příčin **nepřirozeného obohacování atmosféry oxidem siřičitým**. Fosilní paliva (jako například uhlí a ropa), která nejsou ničím jiným než „mrtvou biomasou“, obsahují vždy určité množství síry. Spalováním těchto paliv, zejména v posledních dvou stoletích, se v podobě oxidu siřičitého dostává do planetárního koloběhu síra, která se hromadila po milióny a snad i desítky miliónů let během růstu prehistorických rostlin a uložila se spolu s jejich nerozloženými zbytky v bažinách, kde bez přístupu vzduchu a za velkých tlaků zuhelnatěla. Množství síry ze spalování fosilních paliv je dnes dokonce vyšší než přirozený únik oxidu siřičitého z činných sopek a horkých minerálních pramenů.

Cyklus fosforu

Na rozdíl od dusíku, uhlíku a síry není v cyklu fosforu žádná sloučenina, která by se v plynné formě vyskytovala v ovzduší ve významném množství. Tato skutečnost výrazně **zpomaluje a omezuje** pohyb tohoto prvku v jeho koloběhu. Fosfor se na Zemi vyskytuje především v horninách a minerálech (apatit a fosforit) a v podobě fosforečnanů je obsažen ve sladké i v mořské vodě a v půdě. Fosfor je důležitou součástí těl rostlin i živočichů. Kromě toho, že se vyskytuje v kostech obratlovců, hraje významnou roli v metabolismu veškerých živých organismů. Je významný při přenosu a uchování energie v buňkách.

Na koloběhu fosforu se podílejí i mořští ptáci lovící ryby. Tkáně mořských ryb totiž obsahují značné množství fosforu. V některých oblastech Země tvoří trus těchto ptáků při pobřežích pevnin a ostrovů mocné vrstvy **tzv. guana**, které se intenzívně těží jako vynikající **fosforečné hnojivo**.

Díky člověku lze nalézt v celkem pomalém fosforovém cyklu některé nepřirozené rysy. Člověk využívá fosforečnanů v největší míře jako hnojivo a také jako součást **detergentů** - nejrůznějších čistících a pracích prostředků s odmašťovacími účinky. Oba dva způsoby použití vedou dříve nebo později k vyplavení fosforu do vodních toků. Jsou buď odneseny do moří, nebo uloženy v sedimentech přírodních jezer či umělých nádrží. Na jedné straně je tedy fosfor z hlediska opětovného využití na dlouhou dobu ztracen v usazeninách, na druhé straně je jednou z příčin nepřirozeného zvyšování obsahu živin ve vodách.

Nepřítomnost vzdušné části koloběhu výrazně omezuje především rychlost, s jakou se může fosfor opět dostávat do forem přístupných živým organismům. Pokud jsou rozpustné i nerozpustné fosforečnany odplaveny řekami do moří a tam uloženy v sedimentech, je jejich „návrat“ do koloběhu vázán na velmi dlouhý horninový cyklus.

Koloběh ostatních prvků

Kromě výše uvedených prvků samozřejmě kolují v prostředí na Zemi i další prvky a sloučeniny. Jako hlavní biogenní prvky jsou vždy vázány na koloběh vody, na horninový cyklus nebo na cyklus některého z uvedených prvků. Cesty, kterými na naší planetě v prostředí procházejí, však nejsou tak zřejmé nebo jednoznačné, a tak je pro složitost a mnohdy neznalost nelze uvést. Jelikož nejsou procesy v atmosféře, litosféře i biosféře izolované, na mnoha místech se cykly "hlavních" prvků přirozeně navzájem stýkají a prolínají. Jedním z nejvýznamnějších vlivů člověka na biosféru a koloběh prvků jsou spalovací procesy, zejména spalování fosilních paliv. Touto činností zasahuje člověk dokonce do tří koloběhů - uhlíku, síry a dusíku - současně .

Složitě putování biogenních i abiogenních prvků různými typy prostředí jsou dokladem toho, jak dynamický a provázaný je celý systém přírody, i když je obvykle tradičně dělen na systémy dva - tedy na neživý a živý.

3.3.4 Jedinec, druh, populace

Do konkrétních vztahů s okolními podmínkami a jinými živými organismy vstupuje vždy určitý **jedinec** nebo **skupina jedinců**. Jedinci, kteří mají shodnou genetickou výbavu, a tedy i stavbu těla, metabolické pochody, stejné nároky na potravu a úkryt, jimž je společná ekologická nika a při rozmnožování dávají vznik plodnému potomstvu, jsou **příslušníky jednoho druhu**. Některé druhy jsou si příbuzné, mají společné předky, nebo jsou vývojově velmi vzdálené. Vždy je však způsob života pro všechny jedince určitého druhu typický. Druh lze jednoduše definovat také jako **soubor sobě podobných jedinců, kteří tuto svou podobnost (tělesnou i metabolickou) předávají z generace na generaci**.

3.3.4.1 Populace

Skupina jedinců jednoho druhu, kteří žijí (rostou) v určité době na určitém místě (v určitém prostředí), se nazývá **populace**. Jedinci této populace spolu přicházejí do mnoha kontaktů, ať už se jedná o rozmnožování, získávání živin nebo o nároky na úkryt. Populace mohou v příznivých podmínkách růst (přibývá počet jedinců) nebo mohou naopak v nepříznivých podmínkách odumírat. Velikost populace (tedy její početnost) je ovlivňována třemi hlavními faktory.

- 1) **Porodnost (natalita)**: Porodností se početnost populace zvyšuje, je-li k dispozici dostatek prostoru a potravy, také rozšiřuje.
- 2) **Úmrtnost (mortalita)**: Úmrtnost naopak počet jedinců v populaci snižuje a působí tak jako protiklad a vyvážení porodnosti.
- 3) **Pohyb jedinců (migrace)**: Na početnost populace také působí přemísťování jedinců mimo dosavadní místo (emigrace) nebo naopak z jiných oblastí do místa naší populace přibudou (imigrace).

Vitalita (životaschopnost) populace je také ovlivněna počtem jedinců. Při nízkých počtech (u větších živočichů několik desítek až set jedinců) je v populaci vyšší možnost **příbuzenského křížení**, a tudíž i přenášení recesivních nežádoucích mutací. V takové populaci je též nižší množství vloh pro přizpůsobení případným změnám prostředí. Kritický počet jedinců je však u různých druhů různý a nelze jej jednoduše stanovit jedním číslem pro všechny organismy. Ke snížení počtu druhů pod kritickou hranici může dojít **vlivem přírodních katastrof** (dopad kosmických těles, požáry, erupce sopek, povodně a záplavy), ale také vlivem činnosti člověka (introdukce konkurenta, cizího predátora nebo parazita, fragmentace stanovišť, otrava prostředí nežádoucími látkami, odchyt, lov atd.).

Žije-li populace nějakého druhu na určitém místě a pohyb jedinců je omezen, lze si velmi dobře představit její hustotu. Převažuje-li porodnost nad úmrtností, hustota roste, je-li tomu naopak, hustota klesá. Množství jedinců v omezeném prostoru však obvykle nemůže růst neomezeně. Vždy jsou nějaké hranice, za které už růst populace není možný. Hlavními překážkami v neomezeném růstu hustoty jedinců v populaci je **dostatek živin** (potravy), **dostatek prostoru**. Dostupnost živin, prostoru i ostatních faktorů určuje nosnou kapacitu prostředí. Je to vlastně horní hranice, za kterou už nově narození (vylíhli, vyrostli) jedinci nemají k přežití dostatek potravy nebo prostoru.

Početnost populací i hustota u většiny přirozených populací kolísá, což je dáno především klimatickými podmínkami, nestejnou nabídkou potravy a živin v následujících letech a řadou dalších proměnlivých faktorů prostředí. Určení **nosné kapacity prostředí** (= maximální počet jedinců dané populace, které může ještě dané prostředí či dané území snést) je v mnoha případech velmi složité a pro řadu druhů i nemožné. Žádná populace není totiž zcela izolovaná a její členové většinou mají možnost rozšíření do jiných míst. Omezujícími faktory jsou ale také vlivy ostatních organismů nebo jedinců téhož druhu.

3.3.4.2 Vztahy mezi organismy

Vztahy mezi organismy se dají rozdělit na dva základní typy. Jde jednak o vztahy mezi jedinci téhož druhu - **vnitrodruhové** - a mezi jedinci druhů rozdílných - **mezdruhové**.

Základním vztahem je **konkurence** (také kompetice). Jde o vztah, kdy soupeří jedinci stejného nebo rozdílného druhu o základní podmínky k životu. "Soupeřit" je možno o prostor, světlo, vodu, potravu a řadu dalších faktorů prostředí. Typickým příkladem konkurence v rámci jednoho druhu je soutěž o partnera k rozmnožování a o teritorium. Rostliny si mohou konkurovat kořeny nebo zástinami větví. Konkurence může vést k úplnému potlačení jiného druhu, nebo je dosaženo rovnovážného stavu a soupeřící druhy mohou přežít jeden vedle druhého (**koexistence**).

Mezi cizími druhy je velmi častý další vztah **predace**. Jde o vazbu, kdy jeden organismus je potravou druhého. **Predátor** je ten, kdo se druhým organismem živí. Predátorem může být býložravec i masožravec, přičemž v typickém případě masožravci při získávání potravy svou **kořist** napadají a zabíjejí, kdežto býložravci se živí na částech jiného organismu a nemusí jeho životaschopnost příliš ovlivnit.

Dva různé organismy se také mohou přizpůsobovat na tělech nebo produktech výměny látkové jiného druhu. Jde o **parasitismus**. Parasitismus je často pokládán za zvláštní typ predace. Parazit a jeho hostitel jsou však spolu v daleko těsnější vazbě než predátor a kořist. Pravý parazit je vždy **heterotrofní organismus**, neboť získává živiny jinak než vlastním mechanismem fotosyntézy. Některé rostliny, například jmelí, jsou považovány za poloparazity. Ke svému životu od hostitele potřebují pouze některé minerální látky rozpuštěné ve vodě. Typickými parazity jsou organismy, které žijí uvnitř těla hostitele (endoparaziti) nebo na jeho povrchu (ektoparaziti) živící se tělními tekutinami, tkáněmi, částmi těla nebo tělního pokryvu (peřím, chlupy, šupinami). Některé organismy jsou parazity pouze v určitém vývojovém stádiu. Larvy blechy obecné žijí volně a živí se organickými zbytky v prachu a nečistotě. Dospělé blechy parazitují na člověku. Někteří parazité mohou mít i více hostitelů. Řada parazitů, zejména těch, kteří se živí tělními tekutinami a krví, může při sání přenášet nebezpečné choroby. Ve středověku to byly právě blechy, které přenášely morové bakterie. Dnes u nás patří mezi přenašeče nebezpečných nemocí klíšťata. Při sání krve mohou přenést viry způsobující záněty mozkových blan, nebo bakterie - původce lymeské boreliózy.

Různé druhy však mohou spolu žít a využívat výhod, které jim spolužití přináší. Oboustranné výhody se promítají do snadnějšího získávání potravy, lepšího růstu, přežívání nebo úspěšnosti v rozmnožování. Tento typ vztahu se nazývá **mutualismus** a jeho nejčastějším příkladem je **sympióza** - pevné soužití dvou druhů organismů. Některé druhy zelených řas a hub prorůstají a tvoří lišejníky. Vazba je tak pevná, že lišejníky jsou běžně pokládány za samostatné organismy a popisovány jako zvláštní druhy. Pevná vazba je vyvinuta také mezi bakteriemi schopnými vázat dusík a některými vikvovitým rostlinami. Bakterie žijí v uzlicích na kořenech rostlin a umožňují lépe využívat dusík. Vzájemně

výhodná jsou soužití střevočích mikroorganismů a hostitelů. Tyto vazby jsou známy u přežvýkavců nebo u termitů. V obou případech je hostitel dodavatelem potravy a symbiotický mikroorganismus rozkládá celulózu. Sám se tím živí a zároveň zpřístupňuje živiny i svému hostiteli.

Volnější vazbou je souhra mezi hmyzem i některými ptačími druhy a kvetoucími rostlinami - **protokooperace**. Oběma stranám přináší příslušný užitek. Opylovači se rozličnými květními šťávami a pylem živí a zároveň napomáhají opylování. Vztah opylovačů a kvetoucích rostlin je v mnoha případech tak dokonalý, že opylování mohou provádět pouze určité druhy se zvláštními uzpůsobeními (dlouhé sosáky, chloupky a košíčky na končetinách apod.).

Některé organismy spolu dokonce přímo spolupracují (kooperují). Klasickým příkladem je **kooperace** jihoafrického ptáka medozvěstky, která se živí voskem, včelími larvami a medem. Sama ale nedokáže hnízda divokých včel rozbít. Upozorňuje tedy svým chováním paviany a kunovité šelmy medojedy a láká je k hnízdu včel. Ti hnízda včel rozbíjejí a hmyz požírají a spolu s nimi i medozvěstky. V oblastech, kde hnízda divokých včel vybírají domorodci, kooperuje medozvěstka s lidmi.

3.3.4.3 Lov a sběr

Člověk loví a sbírá celou řadu druhů, jejichž populace žijí v přirozených nebo polopřirozených podmínkách (lovná zvěř v lesích, ryby v oceánech, ústřice v mělkých mořích). Zájmem hospodáře nebo lovce je **maximální výtěžek** za současné maximální možné obnovy dané populace, pokud možno po co nejdéle dobu. Maximálního výtěžku může být samozřejmě dosaženo, je-li odlovena či sebrána celá populace žádoucího organismu. Úplný odběr však může být proveden pouze jednou, neboť pak nezůstává žádný jedinec k dalšímu množení.

Ekologické výzkumy ukázaly, že nejlepším řešením je znát alespoň přibližně velikost využívané populace a její přírůstek. U mnoha sledovaných druhů je rozmnožování nejrychlejší, když je populační hustota mezi maximem a minimem, tedy přibližně střední. Tehdy je také nejvyšší přírůstek, zejména proto, že mezi jedinci dané populace je velmi malá konkurence. Při vysokých hustotách je konkurence vysoká a přírůstek jedinců tedy menší. Při lovu z malé populace může dojít ke snížení počtu jedinců pod kritickou úroveň a časem i k jejímu zániku.

3.3.5 Společenstva a ekosystémy

Nejrůznější vztahy mezi organismy, jedinci i populacemi rozličných druhů se vyvíjely po velmi dlouhá období. Není tedy divu, že jsou sítěmi nejrůznějších vazeb spojeny nejrůznější organismy. Jsou to zvláště ty, které žijí na stejných stanovištích či využívají společných zdrojů výživy. Tyto vazby tak z různých druhů a populací druhů vytvářejí společenství v nichž jeden druh závisí některým ze svých životních projevů na organismu druhém. Soubory populací na sebe vázaných druhů označujeme jako **společenstva**. Organismy však v prostředí nežijí samy. Vždy jsou vázány na nějaké fyzikální a chemické podmínky, tedy na okolní neživou přírodu. Společenstva, žijící v určitém prostředí, k němuž jsou přizpůsobeny, označujeme spolu s těmito charakteristickými faktory neživé přírody jako **ekosystémy**. Při změně zevních vlivů (teploty, srážek, lidské činnosti) se také skladba společenstev i ekosystémů může měnit.

3.3.5.1 Společenstvo

Společenstvo je jakýkoli soubor populací různých organismů (rostlin, živočichů, mikrobů atd.), který žije v určitém čase na určitém území nebo v určitém prostoru (lesní, luční, jezerní, jeskynní společenstva). Jednotlivé populace druhů, které tvoří přirozené společenstvo, nejsou náhodnou sbírkou organismů. Vždy spolu souvisí prostřednictvím vzájemných vazeb. Druhy jsou ve společenstvu na sebe vázány především prostřednictvím **potravních sítí**, v nichž je přenášena energie a látky, přičemž hlavním zdrojem energie je sluneční záření.

I když jsou společenstva více než souhrn všech druhů nebo jedinců (jde vždy i o soubor vazeb, které se mezi těmito druhy vyvinuly), je jednou z nejdůležitějších charakteristik **rozmanitost druhů** - diversita. Obvykle platí, že čím více druhů, tím více vazeb, a tím lépe využitá energie v potravních vztazích. Ve všech společenstvech tomu ale tak není.

Různé druhy jsou pro funkci (existenci) společenstva různě důležité. Hlavní - **dominantní druhy** - jsou pro pochody ve společenstvu významnější než druhy vedlejší (vzácné a obvykle i malé). Dominantní druhy se podílejí daleko větší měrou na toku energie a biomasy (hmoty) společenstvem.

Ne všechny druhy (populace druhů) jsou ve společenstvu činné po celý den nebo rok. Takřka ve všech společenstvech jsou patrné určité rozdíly mezi dnem a nocí nebo v ročních obdobích. Tyto rozdíly jsou pro společenstva charakteristické a opakují se pravidelně - **periodicky**. Vysokou aktivitu zelených rostlin (producentů) zaznamenáme ve dne, řada druhů živočichů je aktivní naopak v noci. V hnízdním období začíná většina ptačích druhů zpěvem označovat svá teritoria ráno, většina netopýrů patří mezi soumravné druhy. Všechny tyto organismy jsou ale členy jednoho hlavního společenstva.

Tak, jak je možné rozdělit různé projevy organismů ve společenstvu do různých časových úseků, je možno odlišit (obzvláště ve velkých společenstvech) i **členění prostorové**. Ve vzrostlém listnatém lese můžeme rozeznat kořenové patro, přízemní (mechové), bylinné, keřové a stromové (korunové) patro. Jakousi vrstevnatost vykazují též společenstva jezerní nebo mořská, kde v různých hloubkách žijí různé organismy.

Společenstva nejsou od sebe vždy oddělena přesnými hranicemi. Velmi často v sebe postupně přecházejí. Na těchto okrajích bývá druhová rozmanitost obvykle vyšší než v obou sousedících společenstvech, neboť zde bývají zastoupeny nejen mnohé druhy obou typů sousedících prostředí, ale i druhy pro tyto přechody typické. Taková hraniční, lemová, kontaktní nebo přechodová pásma se nazývají **ekotony** a společenstva, která zde žijí, společenstva ekotonová.

3.3.5.2 Ekosystém

Hlavní společenstva, v nichž se vyvinul systém potravních (látkových a energetických) vazeb, nemohou existovat nejen bez sluneční energie, ale ani bez dalších faktorů prostředí - vody, půdy, živin atd. **Souhrn živých a neživých složek, které se vyskytují v určité době a v určitém prostoru, mezi nimiž dochází ke koloběhu látek a toku energie, bez výrazné závislosti na okolí, se nazývá ekosystém.**

V ekosystémech z anorganických živin, vody a oxidu uhličitého za pomoci sluneční energie vytvářejí **autotrofní organismy** hmotu svých těl. Tato tzv. **primární produkce** slouží za potravu heterotrofním organismům - konzumentům. Rozklad těl rostlin i živočichů mají na starost **rozkladači**. V půdě a ve vodě jsou přítomny živiny, které jsou opět spotřebovávány, nebo jsou součástí větších koloběhů - biogeochemických cyklů.

Za ekosystémy považujeme nejen například jezera, lesy, stepi, horstva, ale také systémy, které jsou do jisté míry ovlivněny člověkem. Jsou to pole, louky, kulturní lesy (plantáže), obhospodařované rybníky apod. Tyto nepřírozené celky se však od přírodních ekosystémů odlišují především tím, že do nich je vkládána energie navíc, ještě mimo hlavní zdroj - sluneční záření. Za **dodatkovou energii** můžeme považovat práci strojů, umělé zavlažování, ošetřování proti škůdcům apod. V těchto ekosystémech je ale ovlivňován i tok látek. Člověk dodává v podobě hnojiv živiny, ale na druhé straně odebírá značnou část produkce ve formě úrody.

3.3.5.3 Vývoj společenstev a ekosystémů

V dlouhých časových obdobích se společenstva v závislosti na postupných změnách klimatu, horninotvorných procesech, ale i na činnosti člověka, mění - vyvíjejí. Vyvíjejí se též společenstva, která vznikla po přírozené nebo umělé přírodní katastrofě, vyvíjí se a mění společenstvo původně obhospodařované člověkem, i když jej člověk přestane ovlivňovat.

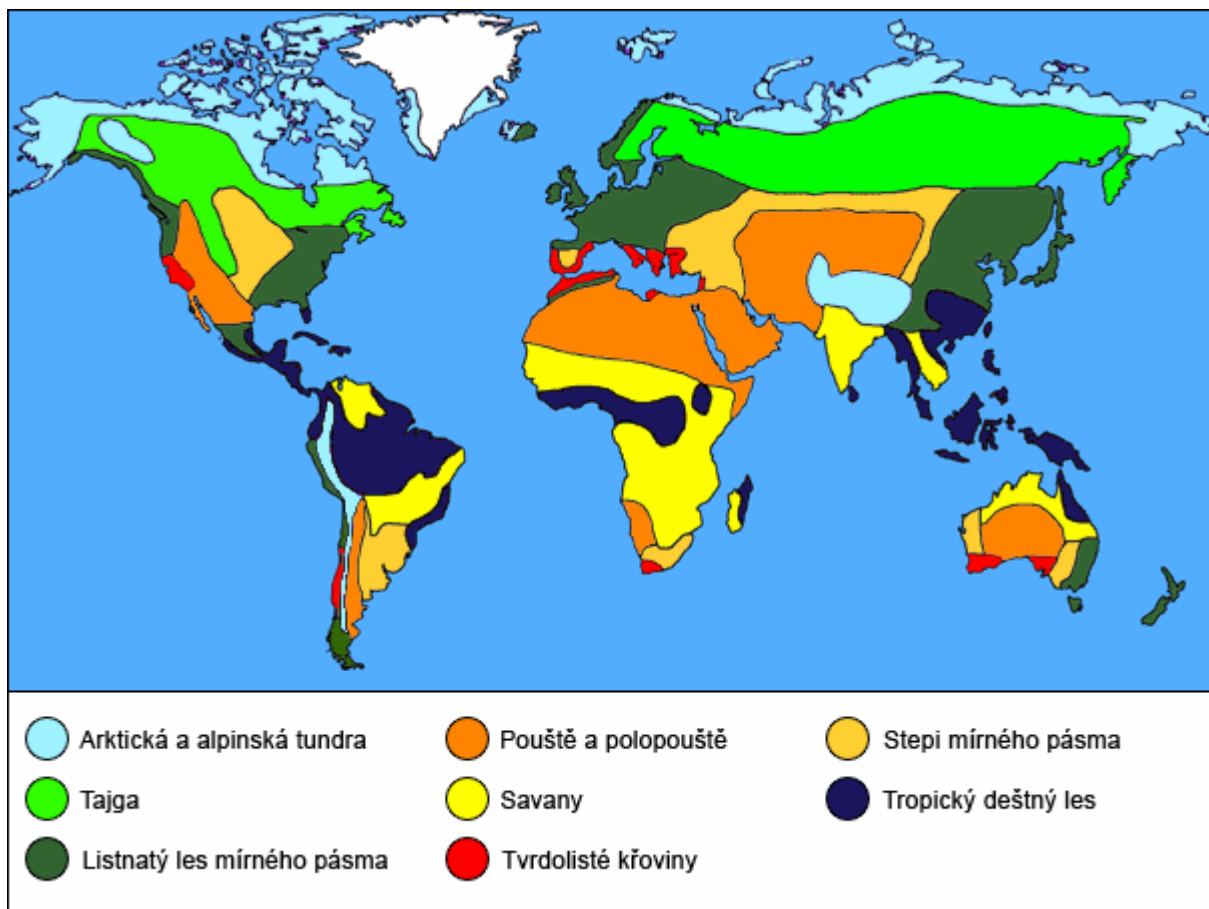
Opuštěný rybník zarůstá rákosem, odumřelé rostliny klesají na dno, vytváří se vyšší vrstvy bahna. Voda se pomalu odpařuje. V některých místech vyrůstají z náletů semen vrb. Postupně s vysoušením přibývají další stromy - olše, jasan - a nakonec se z rybníka stává přírozený listnatý les. Skladba druhů a velikost jejich populací se mění, dokud nedosáhne nejvýhodnějšího - rovnovážného - stavu mezi živou a neživou složkou. Takový postupný vývoj se nazývá **sukcese** a stabilizované společenstvo, v němž jsou vazby organismů mezi sebou navzájem, půdou, klimatem (teplotou, srážkami) a ostatními faktory prostředí ustálené, se nazývá **klimax**. Ekosystém v takovém rovnovážném stavu je tedy **klimaxový ekosystém**. Jelikož jsou klimatické změny (teplota, srážkový režim, vlhkost) i změny charakteru půd velmi pomalé, vyskytují se tyto stabilní - klimaxové ekosystémy v různých oblastech planety (v porovnání s délkou několika lidských generací i generací většiny organismů) v téměř neměnné podobě. Nazýváme je také biomy.

3.3.5.4 Hlavní ekosystémy Země - biomy [29]

Rozdíly v teplotě, množství srážek a různé vlastnosti půd v různých oblastech světa určují polohu **hlavních světových ekosystémů - biomů**. Jelikož jsou rozloženy na pevninách v určitých zónách, nazývají se též hlavní **terestrické** (*terra* - lat. země, pevnina) neboli **zonální ekosystémy** (obr. 3.21). Uveďme v následujícím textu jejich názvy a hlavní stručné charakteristiky:

Tundra: Je bezlesá krajina porostlá většinou mechy, lišejníky, odolnými travami a pouze místy keřovitými vrbami či břízami. Rozkládá se ve studeném pásmu při severním polárním kruhu, kde teplota vystupuje nad bod mrazu pouze několik desítek dnů v roce. Půdy (zvané též permafrost) promrzlé do velké hloubky rozmrazí v teplejším období pouze na povrchu. Srážky jsou nepříliš vysoké. Z velkých savců zde žijí sobi, z menších lumíci, polární lišky a zajáci.

Tajga: Oblast porostlá především jehličnatými lesy v severních oblastech Sibíře, Kanady a Aljašky. Teplota vystupuje nad bod mrazu většinou 3-4 měsíce v roce. Srážek není mnoho a půdy jsou většinou kyselé s vysokou vrstvou těžko rozložitelné opadanky z jehličnatých stromů. Častá jsou i rašeliniště. Tajga je pro své bohatství dřeva na mnoha vhodných místech Kanady, Aljašky a Sibíře ohrožena nadměrnou těžbou dřeva.



Obr. 3.21 Světové biomy

Stepi chladného a mírného pásma: Vyskytují se od Černého moře až po Mongolsko a Čínu, ve středu Severní Ameriky, kde se nazývají prairie, a místy i v severnějších částech Jižní Ameriky (Argentina, Uruguay), kde mají jméno pampy. Půdy jsou vysychající, bohaté na vápník často černozemě, využívané člověkem k pěstování obilí. Tuhé zimy a nízké srážky umožňují přežít především travinným společenstvům. V těchto oblastech žila velká stáda býložravců, například v Americe bizoni či v Asii sajgy. Vzhledem k tomu, že stepi jsou vhodné pro obhospodařování, patří mezi nejohroženější biomy světa.

Listnatý les mírného pásma: Je to původní typ lesa, který se vyskytoval téměř na celém území naší republiky před příchodem člověka. Oblast je charakteristická střídáním ročních období s větším množstvím srážek. Půdy jsou většinou humusovité hnědozemě. Nejhojnějšími rostlinnými druhy byly listnaté a částečně i jehličnaté stromy - buky, duby, habry, javory, případně jedle, borovice a smrky. Většina těchto lesů již byla změněna na kulturní smrkové lesy určené k těžbě dřeva. Skladba dřevin je tedy na většině území tohoto biomu již nepřírodně změněna.

Tvrdoleté křovinaté lesy: Vyskytují se v Evropě hlavně ve Středozeří, ale též v Kalifornii, v Chile, Jižní Africe a také v Jižní Austrálii. Rostou v sušších a teplejších oblastech s dostatečnými dešti především během mírných zim. Rostliny jsou většinou keřovité, s tuhými listy - některé duby, vavříni, olivy. Rostliny mají často dlouhé kořeny, které i v obdobích letního sucha obstarávají vláhu z velkých hloubek. Půdy jsou často zbarveny do hnědočervena a obsahují dostatek vápníku. Díky pastvě, která probíhá ve Středozeří již

po několik tisíc let, tyto křovinaté lesy v Evropě téměř vymizely. Tento typ biomu má v různých oblastech světa různé místní názvy (makchie – Středozeří, chaparral – Severní Amerika, fynbos – Jižní Afrika). Tvrdolisté křoviny se vyskytují v přímořských krajích, jsou pod obrovským vlivem člověka, zejména kvůli rozšiřování zástavby, rekreačních objektů, ale také vypásání.

Pouště a polopouště: Jsou v oblasti tropů s velmi nízkými srážkami, s kamenitými nebo písčitymi půdami. Tvoří okolo 20% celkové rozlohy pevnin. Život je omezen pouze na několik málo odolných rostlin a živočichů. Mezi největší patří Sahara a Arabská poušť. Pouště jsou i v Mexiku, Jižní Americe a Austrálii. Polopouštní podmínky jsou mnohde vhodné pro chov dobytka (zejména v Africe v oblasti sahelu). Nadměrná pastva a neustálé stěhování kočovných kmenů s obrovskými stády postupně degradují tenké a citlivé povrchové vrstvy půdy a ty se tak postupně mění v poušť.

Tropické opadavé lesy a savany: Jsou rozšířeny ve střední Africe, Jižní Americe a částečně i v Jižní Asii a Austrálii. Rok se zde rozděluje na období dešťů a období sucha. Rozsáhlé plochy travin a křovin obsahují osamocené stromy nebo hájky, případně přecházejí v řídký les. Půdy mají často dobře vyvinutou a silnou humusovitou vrstvu. Typickými obyvateli afrických savan jsou velcí savci - sloni, nosorožci, žirafy, zebry, antilopy, lvi, gepardi. Podobně jako polopouště jsou savany pod silným tlakem člověka. Zvláště v Africe jsou velké plochy vypalovány a používány jako pole. Jelikož většinou nemají rolníci na hnojení a řádné obhospodařování dostatek prostředků, mění se postupně savany a řídké lesy v pouště a polopouště.

Tropické deštné lesy: V tropických rovníkových oblastech Afriky, Jižní Ameriky a Asie se rozkládá jeden z nejzajímavějších a druhově nejbohatších ekosystémů. Vysoké srážky po celý rok zajišťují vláhu. Většina živin je však v opadance a nikoli v půdě. Ta je na živiny velmi chudá. Tropické deštné lesy jsou dnes káceny a vypalovány, a tak je získáváno dřevo na export a také na přechodnou dobu úrodná půda. Po několika letech užívání jsou však živiny vyčerpány a půda na polích se mění na tvrdou nevyužitelnou krustu, podobnou vypálené cihlářské hlíně. Podle typu půdy, na kterých většina tropických deštných lesů roste - laterity - se problém degradace nazývá lateritizace.

Velké plochy původních přirozených biomů byly už činností člověka změněny. Nejvíce jsou postiženy oblasti vhodné pro život člověka. Česká republika náleží do oblasti biomu listnatých a smíšených lesů mírného pásu. Lesy však dnes pokrývají povrch naší republiky pouze z jedné třetiny a listnaté lesy u nás tvoří pouze asi 23 % z celkové plochy porostlé lesem. I ostatní biomy jsou dnes většinou silně ovlivněny, například tropické deštné lesy se již prakticky nevyskytují na 90 % původního území jižní a jihovýchodní Asie.

3.3.5.5 Azonální ekosystémy (azonální biomy)

Některé typické vegetační formace uvedené jako součásti nebo hlavní jednotky biomů světa se však vyskytují i mimo hlavní oblasti svého rozšíření. Tyto ekosystémy se nazývají **azonální**. Jsou většinou součástí složité vegetace hor ve všech zeměpisných šířkách. Ve vysokých horách se vyskytují bezlesé - alpské - oblasti ne nepodobné arktickým tundrám. Nižle položena jsou obvykle pásma jehličnatých lesů -obdoba tajgy. V Evropě je horní hranice těchto lesů okolo 1300m/n m.. To je oblast průměrné červencové teploty okolo 10 °C (podobně jako polární hranice rozšíření lesů a bezlesé tundry). Azonálním ekosystémem jsou i rašeliniště. Ta jsou přirozeně součástí severské tajgy, ale u nás se vyskytují například na Třeboňsku jako součást biomu listnatého lesa. Jejich existence je dána souborem zvláštních faktorů (zamokření, málo živin a kyslíku).

Na naší planetě existuje ještě řada dalších velkých ekosystémů, jejichž druhové složení, potravní vazby a koloběh látek jsou dány jinými faktory než klimatickými a půdními. Jsou to například hlavní **ekosystémy světových oceánů a moří**. Určujícími faktory jsou tu hloubka, dostupnost světla, hydrostatický tlak, teplota, obsah solí (salinita), dostupnost živin, mořské proudění, vliv vlnobití, přílivu a odlivu atd. Mořské ekosystémy a společenstva jsou však díky své nedostupnosti daleko méně probádané než ekosystémy terestrické.

3.3.6 Stabilita ekosystémů

Společenstva i ekosystémy, které se dostaly do vyváženého stavu, však mohou být narušeny zevními vlivy, ať už jde o vlivy přirozené nebo navozené činností člověka. Síla vazeb organismů není v každém společenstvu stejná. V některých ekosystémech jsou vazby uvnitř společenstva i mezi společenstvem a neživými faktory prostředí velmi silné a narušení je velmi obtížné. Taková společenstva označujeme jako **odolná - rezistentní**. Některá společenstva jsou sice narušitelná snadno, ale rychle se vrací po ukončení působení nepříznivých podmínek do původního stavu. V tomto případě jde o velkou **pružnost vazeb**. Velmi odolná a pružná společenstva se vyskytují v oblastech, kde jsou pravidelné záplavy, požáry nebo období sucha. Po nepříznivou dobu přežívají organismy v podobě semen, oddenků, nebo v úkrytu. Nastanou-li podmínky vhodné, opět se probouzejí k životu.

Jsou ale i ekosystémy, které na porušení vazeb nejsou schopny reagovat, neobnoví se, a jsou tedy natrvalo nebo na dlouhou dobu zničeny. To platí především pro společenstva s velmi specializovanými druhy mezi nimiž se vazby ustálily během velmi dlouhého období. Mezi taková společenstva patří například tropické deštné lesy. Rostliny a živočichové jsou zde na sebe velmi úzce vázáni. Stačí přerušit jednu z vazeb a celý systém se dostává do krize.

Stabilita ekosystémů a pružnost vazeb mezi organismy navzájem i s okolním prostředím jsou s rozvojem civilizace stále více pod silným tlakem. Se vzrůstající schopností člověka ovlivňovat přírodní pochody vzrůstá též možnost a rozsah jejich narušení (viz kapitola 2).

Seznam použité literatury:

- [1] BRANIŠ, Martin. *Úvod do ekologie a ochrany životního prostředí*. 3. vyd. Praha : Informatorium, 2004. 215 s.
- [2] VALLIN, J. *Světové obyvatelstvo*. 1. vyd. Praha : Academia, 1992. 343 s.
- [3] *The principal agglomerations of the World* [online]. Deutschland : City population, aktualizováno 28. 1. 2006 [cit. 2006-01-28]. Dostupný na <http://www.citypopulation.de/World.html>.
- [4] MOLDAN, Bedřich; BRANIŠ, Martin. *Globální problémy životního prostředí*. In: Globalizace (V. Mezřický ed.). Praha : Portál, 2003. 147 s. ISBN 80-7178-745-5.
- [5] HOUGHTON, J. *Globální oteplování : úvod do studia změn klimatu a prostředí*. 1. vyd. Praha : Academia, 1998. 367 s.
- [6] *Informace o globální klimatické změně* [online]. Geneva (Switzerland) : WMO - World Meteorological Organization, aktualizováno 26. 9. 2006 [cit. 2006-05-17]. Dostupný na <http://www.wmo.ch>.
- [7] *Informace o globální klimatické změně* [online]. Geneva (Switzerland) : IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, aktualizováno 26. 9. 2006 [cit. 2006-05-17]. Dostupný na <http://www.ipcc.ch>.
- [8] *Informace o globální klimatické změně* [online]. Stockholm (Sweden) : Royal Swedish Academy of Sciences, IGBP - International Geosphere-Biosphere Programme, aktualizováno 26. 9. 2006 [cit. 2006-05-17]. Dostupný na <http://www.igbp.net/page.php?pid=106>.
- [9] LIPPERT, E. *Ozonová vrstva Země : vznik, funkce, poškození a jeho důsledky, možnosti nápravy*. 1. vyd. Praha : Ministerstvo životního prostředí ČR (Vesmír), 1995. 155 s. 80-85368-61-7 (MŽP) 80-901131-5-X (Vesmír).
- [10] *Informace o ozónové vrstvě* [online]. USA : The total ozone maps, US EPA, aktualizováno 26. 9. 2006 [cit. 2005-10-23]. Dostupný na <http://www.theozonehole.com/ozoneholeoctober2005.htm>.
- [11] *Horká místa biodiverzity (biodiversity hotspots) podle BBC* [online]. UK : BBC news, Science/Nature, aktualizováno 1. 10. 2004 [cit. 2004-10-01]. Dostupný na <http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/3707888.stm>.
- [12] *Horká místa biodiverzity (biodiversity hotspots)* [online]. Washington, DC : Conservation International, Centre for Applied Biodiversity Science, aktualizováno 26. 9. 2006 [cit. 2004-10-01]. Dostupný na <http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots>.
- [13] HRUŠKA, J., CIENCALA, E. *Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd : limitující faktor současného lesnictví*. 1. vyd. Praha : Ministerstvo životního prostředí, 2001. 277 s.
- [14] *Půdní eroze na zemědělské půdě* [online]. Rome (Italy) : FAO – Food and agricultural organisation, aktualizováno 26. 9. 2006 [cit. 2005-04-15]. Dostupný na <http://www.fao.org>.
- [15] *Desertification – a threat to the Sahel* [online]. Sweden : Eden Foundation, aktualizováno 14. 4. 2000 [cit. 2005-04-15]. Dostupný na <http://www.eden-foundation.org/project/desertif.html>.

- [16] *Význam slova „Eutrofizace vod“* [online]. Vrchlabí : Odborný slovník serveru Příroda, aktualizováno 1. 9. 2006 [cit. 2005-07-21]. Dostupný na <http://www.priroda.cz/slovník.php?detail=353>.
- [17] BRANIŠ, M., *Environmentální problémy : environmentální politika a udržitelný rozvoj*. 1. vyd. Praha : Portál, 2005. 213 s.
- [18] *Produkce, využití a odstranění odpadů v ČR v roce 2004* [online]. Praha : Český statistický úřad, Informace o produkci odpadů, aktualizováno 12. 1. 2006 [cit. 2005-02-18]. Dostupný na <http://www.czso.cz/csu/ediciplan.nsf/p/2001-05>.
- [19] *Sít' biosférických rezervací* [online]. Praha : Ministerstvo zahraničních věcí ČR, Biosférické rezervace UNESCO, aktualizováno 5. 4. 2002 [cit. 2005-03-16]. Dostupný na <http://www.mzv.cz/www/mzv/default.asp?id=9769&ido=7577&idj=1&amb=1>.
- [20] *Významné krajinné oblasti* [online]. Praha : Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, aktualizováno 26. 9. 2006 [cit. 2005-05-13]. Dostupný na <http://www.ochranaprirody.cz>.
- [21] *Portál životního prostředí ČR* [online]. Praha : Česká informační agentura životního prostředí, aktualizováno 26. 9. 2006 [cit. 2005-06-11]. Dostupný na <http://www.cenia.cz/www/webapp.nsf/startpage>.
- [22] STORCH, David; MIHULKA, Stanislav. *Úvod do současné ekologie*. 1. vyd. Praha : Portál, 2000. 156 s. ISBN 80-7178-462-1.
- [23] KOVÁŘ, P. *Ekologie krajiny*. 1. vyd. Praha : Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovi, 1993. 134 s.
- [24] SÁDLO, J., STORCH, D. *Biologie Krajiny : biotopy České republiky*. 1. vyd. Praha : Vesmír, 1999. 231 s.
- [25] *Vesmír* [online]. Praha : Vesmír s.r.o., 1871- [cit. 2005-12-12]. Dostupný na <http://www.vesmir.cz/serial.php3?SID=54>.
- [26] MÍCHAL, Igor. *Ekologická stabilita*. 1. vyd. Praha : Ministerstvo životního prostředí ČR, 1992. 157 s.
- [27] *Vesmír* [online]. Praha : Vesmír s.r.o., 1871- [cit. 2005-12-12]. Dostupný na <http://www.vesmir.cz/serial.php3?SID=54>.
- [28] NÁTR, Lubomír. *Země jako skleník : proč se bát CO₂*. 1. vyd. Praha : Academia, 2006. 142 s. ISBN 80-200-1362-8.
- [29] JENÍK, J. *Ekosystémy : úvod do organizace zonálních a azonálních biomů*. 1. vyd. Praha : Karolinum, 1996. 231 s.

Další doporučené informační zdroje:

BROWN, L.R. *Serie State of the world. A Worldwatch Institute Reports on Progress Towards a Sustainable Society* (ročenky o stavu světa do r. 2005).

MOLDAN, Bedřich. *Životní prostředí – globální perspektiva*. Praha : Karolinum, 1994.

NÁTR, Lubomír. *Rozvoj Trvale neudržitelný*. Praha : Karolinum, 2005.

PRIMACK, R.B., KINDDLMANN, P., JERSÁKOVÁ, J. *Biologické principy ochrany přírody*. Praha : Portál, 2001.

Statistická ročenka životního prostředí České republiky. Ministerstvo životního prostředí České republiky. Český statistický úřad. Praha.

Greenpeace – nevládní organizace: www.greenpeace.org

IUCN – International union for conservation of nature: www.iucn.org

OECD – Organisation for economic cooperation and development: www.oecd.org/env

UNDP – United nations developmental programme: www.undp.org/indexalt.htm

UNEP – United nations environmental programme: www.unep.org

WHO – World health organisation: www.who.int

WRI – World resource institute: www.wri.org

WWF – World wildlife fund for nature (ochrana přírody): www.wwf.org, www.panda.org

Časopisy:

Domácí: Vesmír, Živa, Ochrana Přírody

Zahraniční: Science, Nature, Ambio, Environment