

UNIVERZITA PARDUBICE

FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2021

Simona Uchytlová

Univerzita Pardubice  
Fakulta chemicko-technologická

Působení vybraných antropogenních vlivů na životní prostředí  
Bakalářská práce

2021

Simona Uchytlová

Univerzita Pardubice  
Fakulta chemicko-technologická  
Akademický rok: 2020/2021

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Simona Uchytlová**  
Osobní číslo: **C18154**  
Studijní program: **B2807 Chemické a procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Ochrana životního prostředí**  
Téma práce: **Působení vybraných antropogenních vlivů na životní prostředí**  
Zadávající katedra: **Ústav environmentálního a chemického inženýrství**

## Zásady pro vypracování

1. Zpracujte literární rešerši, přičemž čerpejte zejména z vybraných zdrojů se zaměřením na příklady ovlivňování životního prostředí lidskou činností, například pokud jde o kvalitu atmosféry, vodních zdrojů, půd a oblastí, kde se důsledky takové lidské činnosti výrazněji projevují.
2. Získané poznatky vyhodnoťte a komentujte pokud možno jak z hlediska konstatování, vzájemných souvislostí a případných negativních dopadů, tak z hlediska snahy činit opatření k tvorbě a ochraně prostředí například i ve zvolených lokalitách na území České republiky.
3. Bakalářskou práci zpracujte v souladu se Směrnicí UPa č. 7/2019 „Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací“ v platném znění.

Rozsah pracovní zprávy:  
Rozsah grafických prací:  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Dr. Ing. Ladislav Novotný, DrSc.**  
Ústav environmentálního a chemického inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **25. února 2021**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **2. července 2021**

L.S.

---

**prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.**  
děkan

---

**prof. Ing. Petr Mikulášek, CSc.**  
vedoucí katedry

Prohlašuji:

Práci s názvem Působení vybraných antropogenních vlivů na životní prostředí jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 06.07.2021

Simona Uchytlová v. r.

## **Poděkování**

Tímto bych chtěla mockrát poděkovat panu prof. Dr. Ing. Ladislavu Novotnému, DrSc. za odborné vedení, trpělivost a ochotu. Velice si vážím jeho vstřícného přístupu, cenných a poučných rad, které mi během zpracování bakalářské práce věnoval. Poděkování patří i mé rodině, která mě po celou dobu psaní této práce podporovala.

## **ANOTACE**

Po celou historii, od prvního opracování kamene až po bohatství vyspělých civilizací, ovlivňovaly nebo modulovaly lidské aktivity přírodní podmínky. Tato práce se věnuje alespoň několika vybraným aspektům, faktorům a příkladům vzájemného působení mezi zmíněnými lidskými aktivitami a ochranou prostředí nebo zdraví.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Antropogenní vlivy, životní prostředí, ochrana zdraví

## **TITLE**

Selected anthropogene effects on environmental conditions

## **ANNOTATION**

All through the history, from the first rough shaping of stones to the richness of high civilizations, people's activities affected or modulated environmental conditions. The work deals at least with a few selected aspects, factors and examples of interaction between the mentioned people's activities and the environmental or health protection.

## **KEYWORDS**

Anthropogene effects, environment, health protection

## **OBSAH**

SEZNAM ILUSTRACÍ .....	9
SEZNAM TABULEK .....	10
SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK .....	11
ÚVOD .....	12
1. VYBRANÉ ANTROPOGENNÍ VLIVY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ.....	13
1.1 Člověk jako přirozená součást přírody .....	13
1.1.1 Činnosti v rámci obnovitelné kapacity přírody .....	14
1.1.2 Činnosti ovlivňující přírodní cykly a rovnováhy.....	16
1.2 Příklady pozitivního i negativního působení člověka na přírodu .....	18
1.2.1 Vody, zemědělství a potravinové zdroje .....	18
1.2.2 Těžba, zpracování a průmyslová výroba .....	21
1.2.3 Kvalita vzduchu, vliv emisí a imisí .....	24
1.2.4 Rozšiřování poznatků, technických možností a jejich použití .....	28
1.2.5 Kultura, umění, vzdělávání a doprovodné aktivity.....	32
1.3 Uvědomělé působení člověka na přírodu a kvalitu života .....	33
1.4 Moderní trendy jako základ udržitelného rozvoje .....	35
2. POHLED NA STAV ZMÍNĚNÉ PROBLEMATIKY V ČR.....	41
ZÁVĚR .....	46
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	48



## SEZNAM ILUSTRACÍ

Obrázek 1 - Vývoj počtu obyvatel Země [1] .....	14
Obrázek 2 - Vztahy mezi cykly hlavních prvků, C, S a O [1] .....	18
Obrázek 3 - strukturní vzorec DDT [11] .....	21
Obrázek 4 – Historie objevů čistých kovů [4] .....	22
Obrázek 5 - Výšková struktura atmosféry [4] .....	25
Obrázek 6 - Celkové roční antropogenní emise vybraných skleníkových plynů ve zvolených letech [4] .....	26
Obrázek 7 - Výroba acylpyrinu [21].....	29
Obrázek 8 – Vzorce metanefrinu, normetanefrinu a 3-methoxytyraminu [24] .....	30
Obrázek 9 - Proces metabolismu tryptofanu na indoxyl sulfát [24].....	30
Obrázek 10 - Podíl přírodních zdrojů na celkové spotřebě energie [1] .....	31
Obrázek 11 - Směry magnetických polí v tokamaku a generující cívky [29] .....	37
Obrázek 12 - Příklady karcinogenních polyaromatických uhlovodíků [30].....	38
Obrázek 13 - Elektrárny v České republice [33] .....	43
Obrázek 14 - Národní parky a chráněné krajinné oblasti v České republice [38] .....	46
Obrázek 15 - Mapa ptačích oblastí v České republice [39].....	46

## **SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 - Přirozená a nepřirozená produkce vybraných skleníkových plynů [8] .....	17
Tabulka 2 - Úspory konvenčních paliv pohonnými systémy vozidel [16] .....	39
Tabulka 3 - Porovnání potenciálu paliv v dopravě [16] .....	40

## SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

Zkratka	Význam
DDT	1,1,1-trichlor-2,2-bis(4-chlorfenyl)ethan
MN	Metanefrin
NMN	Normetanefrin
3-MT	3-methoxytyramin
HPLC	High performance liquid chromatography
ECD	Electrochemical detection
IS	Indoxyl sulfát
OSN	Organizace spojených národů
NP	Národní park
CHKO	Chráněná krajinná oblast
NPR	Národní přírodní rezervace
PR	Přírodní rezervace
NPP	Národní přírodní památka
PP	Přírodní památka

## ÚVOD

Člověk je nedílnou součástí prostředí, ve kterém žije. Tvoří s ním systém, který je spojený s výměnou látek, především s příjmem potravy, vody a s ovzduším. Prostor nás ve všem ovlivňuje, zejména má vliv na fyzické a duševní zdraví, na hospodářské činnosti, na kulturní úroveň a dokonce i na vytváření si životního stylu a sociálních skupin. Člověk je s prostředím v neustálém kontaktu, stejně jako jiné organismy. Na rozdíl od nich si ho lidé přizpůsobují ke svým potřebám a díky tomu můžeme žít v různých klimatických a geografických podmínkách. K tomuto přetváření dochází už od pravěku. Předkové člověka byli součástí přírodních společenstev a prostředí ovlivňovali jen málo, ale lidské aktivity se neustále vyvíjely a stupňovaly. Začal se používat oheň, lidé se začali usazovat, rozvinulo se zemědělství a vznikaly první pravěké osady. Poté přichází doba bronzová a s ní rozvoj metalurgie a obchodu se zbožím. Kvůli vyčerpání známých ložisek mědi a cínu ve Středomoří bylo nalezeno železo jako náhrada za bronz a tím začíná doba železná. Další významný vliv na přírodní děje se odehrával ve středověku. Začalo se hojně rozvíjet zemědělství, byla zvýšená spotřeba dřeva a s tím spojená těžba, takže se začaly osidlovat i místa s vyšší nadmořskou výškou, kde se díky kácení lesů získala nová úrodná půda. Dále se rozvíjelo i zpracování nerostných surovin. Vliv člověka na přírodu začal nabývat na intenzitě.

V posledních pár letech jsou pokroky techniky a rozvoj průmyslu tak rychlé, že každá nová generace má jiné podmínky pro svou existenci a to se může stát jedním z limitujících faktorů rozvoje společnosti. Další vývoj našeho světa je spojen s populační explozí a také v mnoha případech s podvýživou a hladem v rozvojových zemích. Po dlouhou dobu bylo jen několik desítek či stovek tisíc jedinců druhu Homo, od novověku však jejich počet rychle narůstá a v dnešní době už je na planetě přes 7,5 miliard lidí. K tomuto nárůstu přispívá zejména kvalita zdravotní péče a s ní související klesání úmrtnosti. Ale i přes veškeré technologické pokroky jsou státy, kde obyvatelé nemají přístup k pitné vodě, trpí hladem a nemají dostatečnou zdravotní péči. Na jedné straně si snažíme přizpůsobit přírodu ke svým potřebám, ale na druhé straně, jsou lidé, kteří každý den bojují o přežití. Ve vyspělých státech si lidé mnohdy ani neuvědomují, jak každý den ovlivňují prostředí okolo sebe, ať už pozitivně nebo negativně. Cílem této práce bylo popsat vybrané antropogenní vlivy působící na stav a kvalitu životního prostředí a jeho možnou ochranu a poukázat na stav zmíněné problematiky v České republice [1].

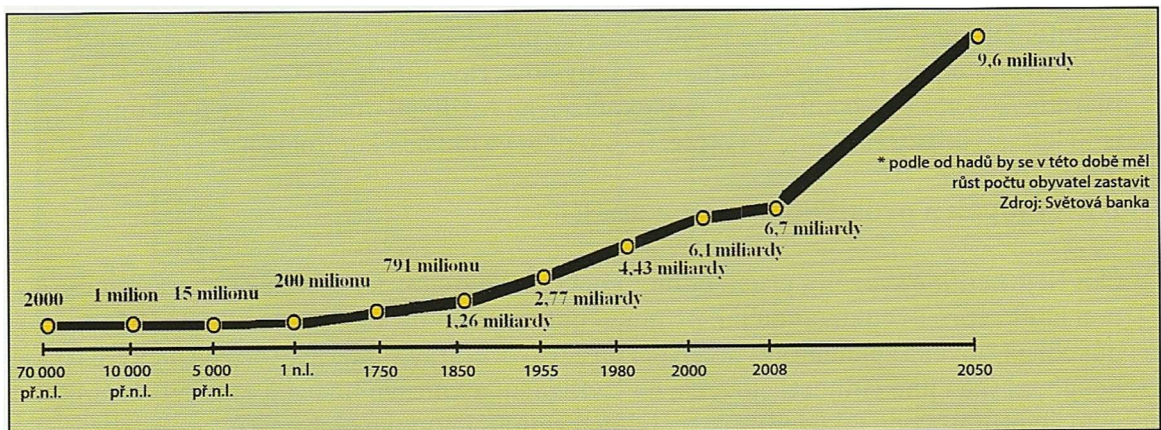
# 1. VYBRANÉ ANTROPOGENNÍ VLIVY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Země je velmi složitý dynamický systém, který je charakterizován velkým množstvím vazeb mezi jednotlivými systémy, z nichž některé jsou stále nepoznané. Do tohoto systému zasahují různé externí mimozemské vlivy, kterými jsou například astronomické vlivy. Dále je systém ovlivňován přírodními vlivy a v posledních desetiletích stále významnějšími zásahy člověka, neboli antropogenními vlivy [3].

V roce 2000 byl publikován článek [2], jehož autoři byli geochemik Paul Crutzen a biolog Eugene Stoermer, v němž bylo psáno, že v posledních pár desetiletích je lidstvo dominantním geologickým činitelem na této Zemi. Jde o novou situaci v historii planety, proto se autoři rozhodli vymezit novou geologickou epochu a nazvali jí Antropocén [5]. Název poukazuje na zásadní odlišnost od dosavadní historie a od minulých geologických období. Symbolický počátek této epochy je v 18. století, kdy James Watt vynalezl parní stroj a započala průmyslová revoluce [4]. Lidská činnost znásobená moderními technologiemi se v dopadech vyrovná mohutným přírodním silám. Antropocén není jen název určitého stavu světa, ale také je to určitý přístup a způsob chování k této planetě a vyznačuje se výraznou nadvládou člověka nad planetou Zemí [5].

## 1.1 Člověk jako přirozená součást přírody

Člověk je součástí přírody a už od počátku své existence na Zemi se jí snaží ovlivňovat a přizpůsobovat ke svým potřebám. První pravěcí lidé žili v souznění s přírodou, byli to především lovci a sběrači. Postupem času lidé vyvíjeli své schopnosti, začali používat kámen a naučili se rozdělovat oheň a tím začali výrazněji ovlivňovat ekosystém, ve kterém žili. Nutno podotknout, že každý biologický druh do menší či větší míry ovlivňuje svůj přirozený ekosystém. S šířením sběračů a lovců byl skoro vždy spjat zánik některých živočišných druhů. Když přibližně před 20 000 až 15 000 lety začala ustupovat doba ledová, lidé toho využili a pomalu přecházeli k zemědělství a tím nastala nová éra v lidských dějinách. Nový způsob života přispíval k usazování a stavění prvních osad, protože se lidé nemuseli za obživou stěhovat. Postupně nastal populační nárůst a s ním se začala vytvářet i hierarchizace společnosti, vznikaly nové profese a státní útvary v čele s panovníkem a tím se vytvořily i první civilizace. Zemědělství se nadále rozvíjelo. Dalším významným obdobím v historii lidstva byla průmyslová revoluce, která měla zásadní vliv na ovlivňování prostředí i na růst populace (viz Obrázek 1) [4].



Obrázek 1 - Vývoj počtu obyvatel Země [1]

Před průmyslovou revolucí byla v zemědělských společnostech vysoká porodnost i úmrtnost, kdy mnoho dětí zemřelo již v raném věku a lidé celkově žili kratší dobu. S nástupem průmyslové revoluce docházelo k různým pokrokům, zejména v lékařství. Výroba a vidina lepšího výdělků přiměla obyvatele k migrování do měst. S postupem času byla snížena i porodnost, protože už nebylo potřeba tolik dětí na výpomoc rodině v zemědělství, ale i tak byla, a stále je, dána plodnost především tradicemi, vzdělaností a sociálními podmínkami. Růst populace není způsoben jen menší úmrtností dětí, ale především prodlužováním průměrného věku. Důsledkem toho je, že se v současné době velice liší struktura populace. V rozvojových státech je stále převaha mladších lidí, ale ve vyspělých zemích začíná převládat podíl starších lidí. Například před průmyslovou revolucí byly v populaci pouze 2 – 3 % lidí starších 65 let, dnes tvoří tato část obyvatelstva už 14 % [4]. V globálním měřítku je další vývoj světa předznamenán populační explozí, spojenou v řadě rozvojových zemích s hladem a podvýživou. V současné době je na planetě už přes 7,5 miliard lidí, přičemž se za udržitelné maximum považuje asi 9 miliard obyvatel [1].

### 1.1.1 Činnosti v rámci obnovitelné kapacity přírody

Po téměř celou většinu života žili lidé z rodu Homo v souladu s přírodou bez jejího znatelnějšího ovlivňování. Vztah k prostředí zajišťoval všeobecnou stabilitu mezi přírodními zdroji a jejich spotřebováváním. K pomalým změnám sice docházelo, ale většina rostlinných a živočišných druhů se dokázala přizpůsobit. Lidé využívali energie, které byly dostupné, především větrnou, vodní, sluneční a biomasu. Dnes se tyto energie označují jako obnovitelné zdroje energie. Vítr pomáhal lidem k pohonu lodí a větrných mlýnů. Také voda pomáhala k pohonu mlýnů a hamrů a před nástupem průmyslové revoluce byla využívána k přenosu mechanické energie k pohonu mnoha strojů. Slunce bylo odnepaměti využíváno k sušení potravy jak pro zvířata, tak i pro lidi, kteří měli omezené možnosti uskladnění jídla a konzervace

sušením měla zásadní vliv pro přežití. Sluneční energie také pomáhala k odsolování vody. Odpradávná se k vaření, ohřívání a později i k vytápění používala biomasa, která se vytvářela bez nebo jen s minimálním zásahem člověka. Až s přeměnou původních lesů na dnešní produkční lesy je dřevní biomasa výrazně ovlivňována člověkem a její hlavní účel je maximální výnosnost [3].

Z pohledu na životní prostředí se z obnovitelných zdrojů vyrábí různé formy energie šetrnějším způsobem, ale ani ony nejsou bez negativního vlivu na přírodu. K zadržení vody u vodních elektráren obvykle slouží přehradní nádrže, které zabírají a zaplavují velkou část krajiny. Zadržováním vody se mění průtok pod hrázi a pevné látky, které by byly unášeny tokem, se usazují v nádrži a zanášejí ji. To vše může mít i negativní vliv na množství vyrobené elektřiny. Větrné elektrárny neprodukují žádné emise ani odpady, ale některé jsou velmi hlučné, urbanisticky heterogenní v daném okolí, nebezpečné ptactvu a pokud jich je soustředěno více na jedno místo, tak zabírají velkou plochu, která by mohla být využita pro zemědělské účely. Vítr je časově nestálý obnovitelný zdroj, takže se elektrárny mohou budovat pouze v oblastech, kde fouká dostatečně silný vítr nad 5 m/s. Dalším typem jsou sluneční elektrárny, které také zabírají velké množství zemědělské půdy. Jejich výstavba je vhodná v oblastech s dlouhým slunečním svitem nebo ve vyšších nadmořských výškách. U nás je lze použít pouze jako doplňkový zdroj, protože nejvíce energie se vyrobí v letních měsících, kdy je spotřeba nejnižší. Problémem spojeným se sluneční energií a životním prostředím je recyklace solárních panelů. Doposud neexistují specifická zařízení určená pro zpracování fotovoltaických panelů. V oblastech, kde je tenká nebo porušená zemská kůra a teplo se dostává blíže k povrchu se využívají geotermální elektrárny, jejichž hlavním zdrojem je přehřátá voda, která se čerpá ze speciálních vrtů. energii lze získat také z biomasy buď přímo spalováním, nebo zplyňováním a následným spalováním plynu. Nejstarším palivem bylo dřevo, ale v současnosti se pro výrobu bioplynu nejčastěji používá chlévská mrva, kejda a zbytky rostlin po sklizni, které se nechají vyhnít. Bioplynové stanice zajišťují z bioplynu výrobu tepla a elektrické energie. Bioplyn se také zkapalňuje a jako bionafta se používá ve spalovacích motorech. Při spalování biomasy se ale do ovzduší uvolňuje množství CO<sub>2</sub> [6].

Obnovitelné zdroje energie se v současnosti představují pouze jako doplňkové zdroje. Řadí se mezi zdroje nízké hustoty a tudíž pro výrobu ekvivalentního množství energie potřebují mnohem větší plochu než fosilní paliva.

### 1.1.2 Činnosti ovlivňující přírodní cykly a rovnováhy

Ekosystémy na Zemi tvoří celek, který je označován jako biosféra. Ta se neustále vyvíjí, obnovuje a reaguje na veškeré změny v prostředí. Mezi živou a neživou přírodou v biosféře probíhá neustálá přeměna látek a různých forem energie v tzv. biogeochemickém cyklu [7]. Všechny procesy, které biogeochemické cykly zahrnují, zabezpečují transport nejrůznějších látek na planetě a jejich dostupnost ve formě živin pro veškeré organismy. Tyto cykly se též nazývají jako koloběh živin a mezi nejdůležitější patří horninový cyklus, koloběh vody, cyklus uhlíku, dusíku, síry a fosforu [8]. Člověk stále více do těchto cyklů zasahuje a zároveň vytváří i vlastní antropogenní cykly, např. cykly těžkých kovů nebo pesticidů. Biogeochemické cykly jsou důležité pro život rostlin, živočichů i člověka a jsou podmínkou pro trvale udržitelný život na této Zemi [1].

Horninový cyklus je nejstarší a nejpůvodnější ze všech cyklů a jeho základní vývoj probíhá v kůře a svrchním plášti Země. Tento cyklus je zároveň geochemickým cyklem hliníku, křemíku a lehkých vzácných prvků, ale také koloběhu vody, který je s horninovým cyklem úzce propojen. Koloběh vody tvoří dva významné cykly. Při velkém cyklu voda migruje mezi pláštěm, kůrou, hydrosférou a atmosférou a je součástí horninového cyklu. Zvláště významný pro lidstvo je malý cyklus vody, který trvá přibližně 10 dní. Každé použití vody má vliv na tento cyklus a člověk svým chováním značně přispívá k znečišťování vodních toků, k rychlosti odtoku a ke změně teploty. Hlavní příčiny jsou stavba přehrad, regulace říčních toků, meliorace a vypouštění odpadních vod [1].

Koloběh uhlíku je jedním z hlavních cyklů podmiňujících život na planetě. Uhlík je totiž spolu s kyslíkem a vodíkem základním prvkem pro stavbu organických látek. Mezi hlavní antropogenní vlivy ovlivňující tento cyklus patří spalování fosilních paliv, což způsobuje rychlé uvolňování uhlíku, který byl ukládán miliony let. Dalším vlivem je odlesňování a obdělávání půdy, při němž uniká do atmosféry množství volného oxidu uhličitého ( $\text{CO}_2$ ) a také chov dobytka a skládky odpadu, ze kterých uniká množství methanu ( $\text{CH}_4$ ) popřípadě i amoniaku ( $\text{NH}_3$ ). Oba tyto plyny jsou přirozené skleníkové plyny (viz Tabulka 1), ale činností člověka se jejich koncentrace v atmosféře zvyšuje a důsledkem toho se zesiluje přirozený skleníkový efekt a dochází ke zvyšování teploty na zemském povrchu [8]. Lidé po celém světě se snaží o zpomalení růstu skleníkových plynů, především o snížení oxidu uhličitého. Vysazují se lesy, které po dobu růstu pohlcují  $\text{CO}_2$  a také se tento plyn ukládá do horninových struktur hluboko pod zemský povrch, kde zůstane uložen a nedostane se do atmosféry [4].



Tabulka 1 - Přirozená a nepřirozená produkce vybraných skleníkových plynů [8]

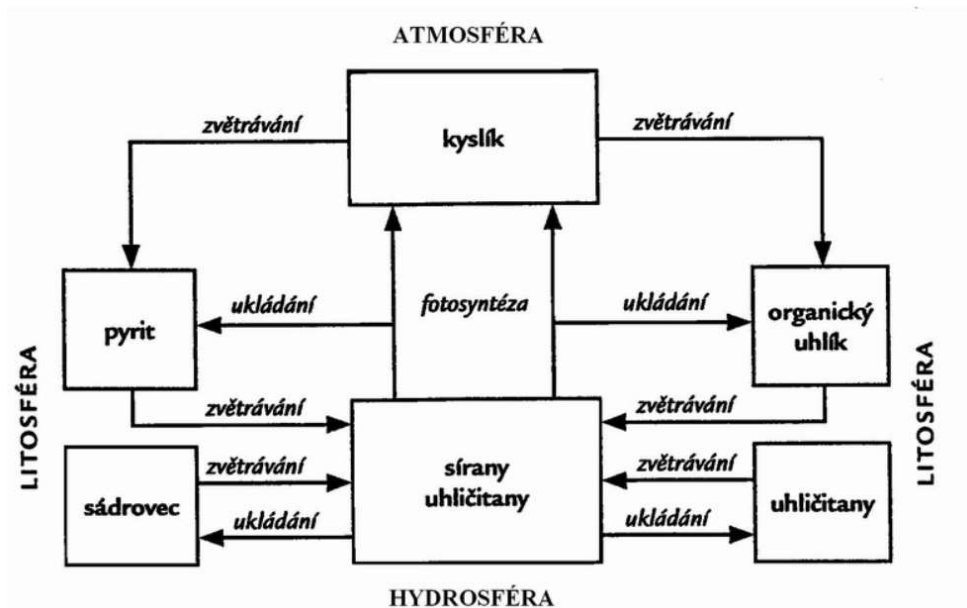
Plyn	Přirozená produkce	Nepřirozená produkce
oxid uhličitý CO <sub>2</sub>	dýchání rostlin a živočichů, rozklad organických látek v půdě, zvětrávání, vulkanická činnost, uvolňování z oceánů	spalování fosilních paliv, odlesňování a vypalování lesů (tropy) a půdní eroze
methan CH <sub>4</sub>	v mokřadech jako bahenní plyn, tlení, vulkanická činnost	těžba zemního plynu a uhlí, pěstování rýže, chov dobytka, skládky odpadů
oxidy dusíku NO <sub>x</sub>	uvolňování z oceánu, pochody v atmosféře, přirozené lesní požáry	spalování fosilních paliv, hnojení dusíkatými hnojivy, automobilová doprava

Důležitým koloběhem je také cyklus dusíku. Hlavní částí je fixace atmosférického dusíku a jeho přeměna na rozpustné dusíkaté látky působením půdních bakterií a mikroorganismů. Jedním z nejvýraznějších zásahů do tohoto cyklu je aplikace průmyslových dusíkatých hnojiv. Hnojiva jsou poté vyplavována do vodních toků, kde nepřirozeně zvyšují obsah živin. Dalším narušením jsou spalovací procesy, při kterých vznikají oxidy dusíku a ty mohou napomáhat při zesilování skleníkového efektu [8].

Podobně jako u dusíku je koloběh síry spjat s činností organismů a výrazně do něj zasahuje člověk. Výrazným dějem je spalování fosilních paliv, především uhlí, kdy se síra v podobě oxidu siřičitého uvolňuje do atmosféry, odkud je vymývána srážkami do hydrosféry a pedosféry a způsobuje acidifikaci prostředí [4].

Cykly těžkých kovů a umělých chemických látek jsou jednoznačně antropogenní. Při spalování fosilních paliv se do ovzduší uvolňují kovy v podobě aerosolu, především arzen, železo, beryllium, vanad, galium a germanium.

Koloběhy biogenních prvků jsou navzájem spjaty. Cykly vodíku a kyslíku nebývají uvažovány samostatně, neboť jsou součástí ostatních cyklů, především uhlíku. Časté je propojení koloběhů síry a uhlíku (viz Obrázek 2) nebo křemíku s vápníkem. Všechny cykly probíhají tak, aby byly zachovány pro život. Lidská činnost do toho negativně vstupuje a je otázka, do jakého rozsahu dokáže příroda tyto dopady eliminovat [1].



Obrázek 2 - Vztahy mezi cykly hlavních prvků, C, S a O [1]

## 1.2 Příklady pozitivního i negativního působení člověka na přírodu

V následujících pasážích budou uvedeny vybrané příklady jak pozitivního tak i negativního působení člověka na jeho okolí a na přírodu.

### 1.2.1 Vody, zemědělství a potravinové zdroje

Voda má zásadní význam pro existenci života na Zemi. Hydrosféru tvoří z 97 % moře a oceány, tedy voda slaná, jenom pouhých 2,5 % z celkové zásoby je voda sladká a z toho jsou ještě dvě třetiny vázány ve věčném sněhu a ledu. Vnitrozemské vodní ekosystémy patří mezi nejvíce ohrožené, především jezera, řeky a hlavně mokřady. Močály a bažiny byly považovány za neužitečná území, proto byly vysoušeny a přeměňovány na kvalitní zemědělskou půdu. V současnosti jsou mokřady chráněny Ramsarskou úmluvou o mokřadech z roku 1971. Lidé většinu vody využívají z vodních toků, které si od nepaměti upravovali, aby zlepšili jejich dostupnost, především stavbou přehrad, vodních kanálů, regulací břehů a změnou toků. Tyto stavby ale mají různé nepříznivé účinky, například zatopení velkých území při budování přehrad, omezená životnost hráze, nebo horší následky povodní kvůli úpravám a narovnávání vodních toků. V menší míře se využívá voda podzemní, ale její zásoby se v mnoha případech nenávratně vyčerpávají [4].

Znečištění povrchových vod dosahuje globálních rozměrů. Ve vodách stoupá obsah rozpuštěných látek. Hlavními přirozenými ionty ve vodách, které tvoří 95 % obsahu, jsou  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$  a  $HCO_3^-$ . Dalšími významnými ionty jsou amoniový, dusičnanový,

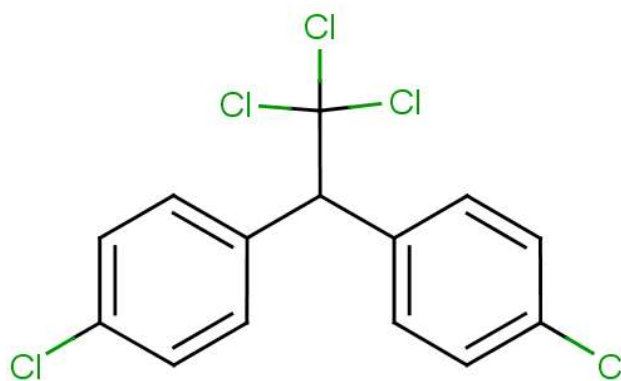
dusitanový a fosforečný, které se dostávají do vod převážně antropogenní činností, především hnojením [1]. V mnoha vodních nádržích poté dochází vlivem nadměrného obohacování vod živinami k eutrofizaci. Důsledkem toho dochází k masivnímu nárůstu sinic a řas, vody jsou opticky nazelenalé a jejich samočistící schopnost v jezerech a řekách je snížena. Značná část povrchové vody je také znečišťována těžkými kovy a jejich sloučeninami, organickými látkami z průmyslových vod, pesticidy a dalšími látkami antropogenního původu [4]. Sloučeniny některých kovů, především Hg, Pb, Zn, Cd, Cu, Ni a As, se do vod dostávají převážně z těžby a zpracování rud, z technologických procesů, z energetiky nebo z chemického průmyslu. Rozpustné sloučeniny postupně kontaminují vodu, nerozpustné se usazují na dně nádrží a jezerech a jsou hrozbou do budoucna. Organické látky ve vodách pocházejí ze zpracování uhlí a ropy, z výroby barev a laků nebo z pesticidů a patří sem zejména polychlorované bifenyly, ropné látky, polyaromatické uhlovodíky, DDT a různá organická rozpouštědla. Vysoká spotřeba průmyslových vod pro chladicí účely a jejich následné vypouštění do povrchových toků má za následek zvyšování teploty vody. Změna teploty má velký vliv na vodní organismy, snadnější přežití choroboplodných organismů a zvýšení rozpustnosti některých sloučenin [8].

Na světové spotřebě vody se nejvíce podílí zemědělství, které spotřebuje až 70 % pitné vody na zavlažování zemědělské půdy. Tři čtvrtiny potravin, které na celém světě spotřebují pochází ze zemědělství, zbylá čtvrtina je z rybolovu, sběru a lovu. Zemědělství vždy mělo mnoho environmentálních důsledků a velký zásah znamenalo už samotné pěstování plodin, protože byly nahrazeny původní ekosystémy [4]. Velký posun přišel s nástupem průmyslové revoluce, kdy se začaly rozvíjet první stroje na zvířecí i parní pohon, a s expanzí na dosud nezabraná území s úrodnou půdou. Hlavní podmínkou pro úspěšné zemědělství byla vždy úrodnost, ta se začala zvyšovat tzv. „zeleným hnojením“, tedy zaoráváním vhodnou vypěstovanou biomasou, a také aplikací mletého vápence, který byl běžně dostupný [5]. V 60. letech 20. století se výrazně změnil způsob zemědělství. Zásadní bylo používání nových odrůd zemědělských plodin, převážně pšenice, kukuřice a rýže, které zvýšily hektarové výnosy. To vše bylo podpořeno masivním používáním průmyslových hnojiv a chemických postřiků [4].

Současné zemědělství je velice industrializované. Nové plodiny jsou vyšlechtěny tak, aby měly co největší výnos, ale kvůli tomu nejsou odolné a konkurenceschopné. Proto se více využívá chemie, nejen jako hnojivo, ale i v boji proti nežádoucím škůdcům a plevelům. Například obilí je vyšlechtěno tak, aby bylo nižší a zdroje živin investovalo více do zrna. Postřikem je třeba vyhubit plevel, který by takto geneticky upravené obilí přerostlo, ale s tím je spojen i výskyt dalších organismů, proto v posledních letech prudce klesá biodiverzita

v zemědělských krajinách. Během posledních desítek let se značně změnil především přístup zemědělce k půdě. Někteří vlastníci půdy ještě sami hospodaří a produkují plodiny, ale většina polí se pronajímá zemědělským firmám, které půdu obhospodařují s pomocí těžké techniky, která nahrazuje manuální lidskou práci. Pro krajinu to má ale devastující následky, protože tento způsob vyžaduje velké lány polí, které nahradily přirozenou mozaiku malých pozemků. Tento způsob obhospodařování má zásadní vliv i na zadržování vody v krajině [5]. Zejména v druhé polovině minulého století se v krajině budovalo množství melioračních systémů, které měly zvýšit úrodnost půdy a konkurenceschopnost s ostatními zemědělci. Kvůli odvodňovacím systémům dochází k urychlenému odtoku vody z krajiny, ke snížení infiltračních a akumulacích schopností půdy a k postupné degradaci půdního fondu. Dále se zapříčinily o pokles hladiny spodní vody a prohlubují riziko sucha [9]. Opačným případem je cílené zavlažování pozemků. V současné době tvoří zhruba šestinu z celkové orné plochy půda zavlažovaná a mnohé plodiny se dají díky tomu vypěstovat například i v suchých oblastech. Více než třetina potravin vypěstovaných po celém světě pochází ze zavlažovaných ploch. V rychlé expanzi této metody pěstování brání ekonomické a technické překážky, především nedostatek vody [4].

Přítomnost cizích prvků a sloučenin v půdě podstatně ovlivňuje půdní organismy, chemické reakce a pohyb živin. Cizí látky se do půd dostávají nejčastěji při obhospodařování. V současné době je nedostatek organických hnojiv (hnůj, kompost, močůvka), proto jsou často nahrazovány průmyslovými hnojivy, které dodávají rostlinám konkrétní potřebné prvky. Hnojiva s vysokým obsahem dusíku a fosforu jsou hlavní příčinou eutrofizace vod, která má za následek masivní rozvoj řas a sinic a s tím spojený úbytek kyslíku ve vodě. Dále způsobují okyselení půdy a tím snížení důležitých živin pro rostliny a především obsahují toxické látky, zejména těžké kovy, které se dostávají do životního prostředí a jen velmi obtížně se odstraňují. Ke změně struktury a propustnosti půdy dochází používáním nadměrného množství průmyslových hnojiv a působením těžkých zemědělských strojů. Půdy nemají dostatek humusu a půdní prostor je stlačený, proto dochází ke slabé schopnosti zadržovat vodu. Půda je také více narušována vodní a větrnou erozí [8]. Dalším faktorem ohrožující půdu, ale i ostatní složky životního prostředí je aplikace pesticidů. Pesticidy se používají k zamezení ztrát na pěstovaných plodinách, ale je s tím spojeno mnoho problémů. Hlavní problémem je, že se neodbourávají dostatečně rychle a kumulují se v živých organismech. Chemicky stabilní pesticidy, především DDT (viz Obrázek 3), jsou považovány za jedny z nejnebezpečnějších druhů odpadů a jejich používání je ve většině zemí zakázáno [10].

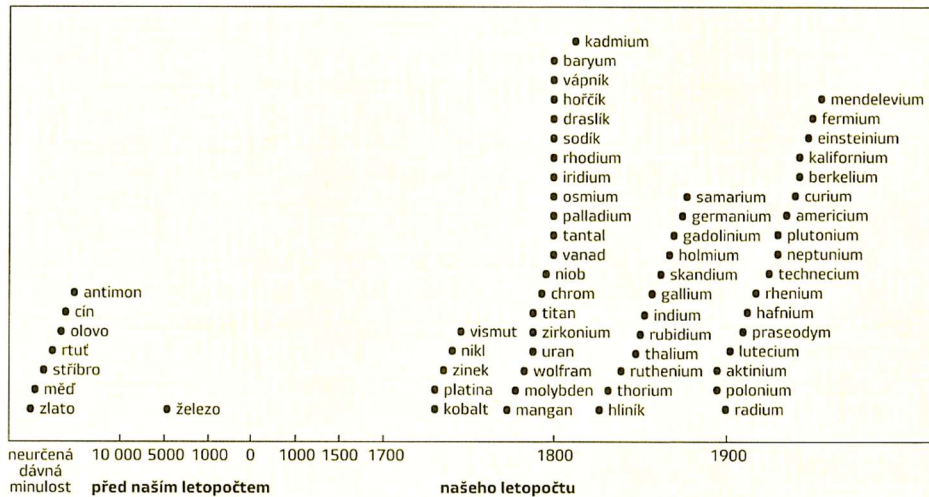


Obrázek 3 - strukturní vzorec DDT [11]

Změny v počasí, především sucho, postupně zasáhly zemědělství i vodní cyklus a aktivovaly ve společnosti celou řadu iniciativ k nápravě, především ve změně zemědělského hospodaření. To totiž nejvíce ovlivňuje zadržování vody a její kvalitu. V současnosti nemají na celém světě přístup k zabezpečené pitné vodě několik stovek milionů lidí a s rostoucím počtem obyvatel na Zemi a s jejich zvyšujícími se požadavky na produkci potravin může mít za následek velký nedostatek vody. [4].

### 1.2.2 Těžba, zpracování a průmyslová výroba

Lidstvo má nezanedbatelný vliv na vzhled zemského povrchu. Těžba a zpracování nerostných surovin byly už v dávné minulosti spojeny s narušováním životního prostředí, ale až do středověku byl jejich rozměr téměř zanedbatelný. Většinu spotřeby kamene pokrýval povrchový sběr na polích a pastvinách a na občasnou těžbu si člověk vybíral skalní výchozy, kde byla hornina již zvětralá [12]. Znalosti lidí o využití kamene se postupně prohlubovaly. Na počátku se používal pouze na výrobu pracovních nástrojů a zbraní, poté se začal rozšiřovat i na stavební účely a později sloužil i jako materiál k výrobě rituálních a kultovních předmětů. Zásadním zvratem ve vývoji lidstva byl objev kovů. Na počátku člověk využíval pouze kovy, které se v přírodě vyskytovaly v ryzí formě – zlato, stříbro a měď. Dalším mezníkem v historii byl objev výroby a zpracování železa. Ve středověku došlo kvůli zvýšené poptávce k přechodu z primitivní povrchové těžby na hlubinný způsob dobývání. Těžbou drahých kovů ve středověku prosperovalo mnoho zemí včetně Českého království [13]. Před průmyslovou revolucí bylo širěji využíváno pouze osm kovů, a to konkrétně zlato, stříbro, měď, olovo, cín, rtuť, antimon a železo (viz Obrázek 4). Jedny z nejdůležitějších nerostných surovin jsou fosilní paliva (uhlí, ropa a zemní plyn) a v posledních letech i uran. Největší rozmach využití fosilních paliv, především uhlí, započal s nástupem průmyslové revoluce [4].



Obrázek 4 – Historie objevů čistých kovů [4]

Těžba i zpracování všech nerostných surovin měla vždy negativní dopad na prostředí. Menší vliv měly hlubinné doly s malým objemem těžby, ale v současné době se dává přednost velkým ložiskům, kde se více uplatní moderní mechanizace, která práci usnadňuje a zlevňuje [4]. Převážná část ložisek sedimentárního typu, hlavně uhlí a nerudných surovin je těžena lomově a žilná ložiska, mezi kterými převládají rudy a černé uhlí, jsou většinou dobývána hlubinným způsobem těžby. Většina současných těžebních prací se provádí povrchovým způsobem v lomech. Od roku 1990 došlo v České republice k výraznému omezení těžby nerostných surovin, zejména rud a uranu [14]. Při dobývání nerostných surovin dochází k utváření nových antropogenních georeliéfů krajiny. Nejvýraznější zásah představují lomy, které často dosahují ohromných rozměrů. Z vytěžené hlušiny vznikají haldy, odvaly a výsypky, které narušují krajinný ráz a kvůli možné nesoudržnosti materiálu dochází k sesuvům. Dalším problémem jsou kalové nádrže nebo poddolované území, na němž vznikají poklesové kotliny, jejichž další využití je obtížné. Nejrozšířenější a nejintenzivnější těžební činností v České republice narušující krajinu je těžba uhlí. Černé uhlí se těží už jen v ostravsko-karvinské uhelné pánvi a dobývá se hlubinnou těžbou, naopak hnědé uhlí se těží v Severočeské a Sokolovské pánvi v Krušných horách a dobývá se povrchovou těžbou, která nenávratně ničí okolní krajinu [6].

Těžba má negativní dopad i na hydrosféru a atmosféru. Důlní díla jsou uměle odvodňována a vysušována, tím se narušuje tok podzemních vod, zejména snižování hladiny, jejímž důsledkem je i degradace půd. Kvůli vypouštění důlních vod do vodotečí dochází ke znečištění povrchových i podzemních vod. V některých případech může povrchová těžba působit i kladně. Buď dochází k samovolné obnově a vzniku nového ekosystému nebo pomocí

rekultivace mohou vznikat zemědělské a lesní plochy, zatopené lomy mohou sloužit pro rekreační účely nebo jako výcvikové středisko pro potápěče [14]. Při těžbě a úpravě surovin dochází k rozsáhlému znečištění atmosféry prachovými částicemi. Většina se usadí v blízkém okolí, ale aerosoly a částice menší než 0,005 mm zůstávají v ovzduší mnohem delší dobu a dostávají se do vzdálenosti až 2000 km od zdroje [15]. Těžba ropy má malý vliv na stav krajiny, ale při jejím zpracování, především při spalování, dochází ke znečištění atmosféry. Velkým problémem jsou spíše havárie tankerů převážející ropu, kdy únik ropy a kontaminace vody často způsobí rozsáhlé znečištění mořských i pobřežních oblastí a úhyn mnoha živočichů [6].

Energetický průmysl patří stejně jako v ostatních vyspělých zemích i v České republice mezi hlavní znečišťovatele životního prostředí. Výroba tepla a elektřiny byla do poloviny 80. let 20. století založena na využití černého a hnědého uhlí, teprve až v roce 1985 byl uveden do provozu první blok jaderné elektrárny Dukovany. Elektrárny a teplárny neměly zařízení pro zachycování emisí, pouze částečně zachycovaly prachové částice, a to mělo za následek poškozování životního prostředí. Od roku 1994 se začaly velké teplárny odsiřovat, menší zdroje byly buď rekonstruovány a převedeny na spalování zemního plynu nebo byly nahrazeny centrálním vytápěním [16]. Spalováním fosilních paliv sice vzniká tepelná energie, ale zároveň do ovzduší uniká oxid uhličitý. Je to důležitý skleníkový plyn, ale jeho nadměrně se zvyšující množství umocňuje skleníkový efekt, a v důsledku toho i globální oteplování [4]. Jaderné elektrárny sice neuvolňují žádné emise v podobě CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> nebo NO<sub>x</sub>, ale jejich vliv na životní prostředí je spojen s bezpečností jejich provozu a s produkcí a následným nakládáním radioaktivního odpadu a vyhořelého jaderného paliva. Odpadů je více druhů, ale asi 90 % celkového objemu představují slabě a středně aktivní odpady, které mají poločas rozpadu kratší jak 30 let, nejproblematictější jsou odpady s vysokou úrovní radiace, protože mají dlouhý poločas rozpadu. Vyhořelé jaderné palivo se ukládá na několik let do speciálních nádrží, kde slábne jeho radioaktivita a potom se z něho oddělí různé složky. Zbytek se stejně jako ostatní radioaktivní odpad zabetonuje do ocelových barelů, které jsou následně uloženy v dočasných úložištích. V ČR zatím není žádné místo pro trvalé uložení tohoto odpadu, existuje pouze pár míst dočasných úložišť. Likvidace je v dnešní době dobře zvládnuta a nečiní větších problémů a dozor nad bezpečným ukládáním radioaktivního odpadu má Správa úložišť radioaktivních odpadů. Fatální důsledky na životní prostředí by měla havárie jaderné elektrárny, kdy může být kontaminováno obrovské území včetně vodních toků, městských a průmyslových aglomerací [17].

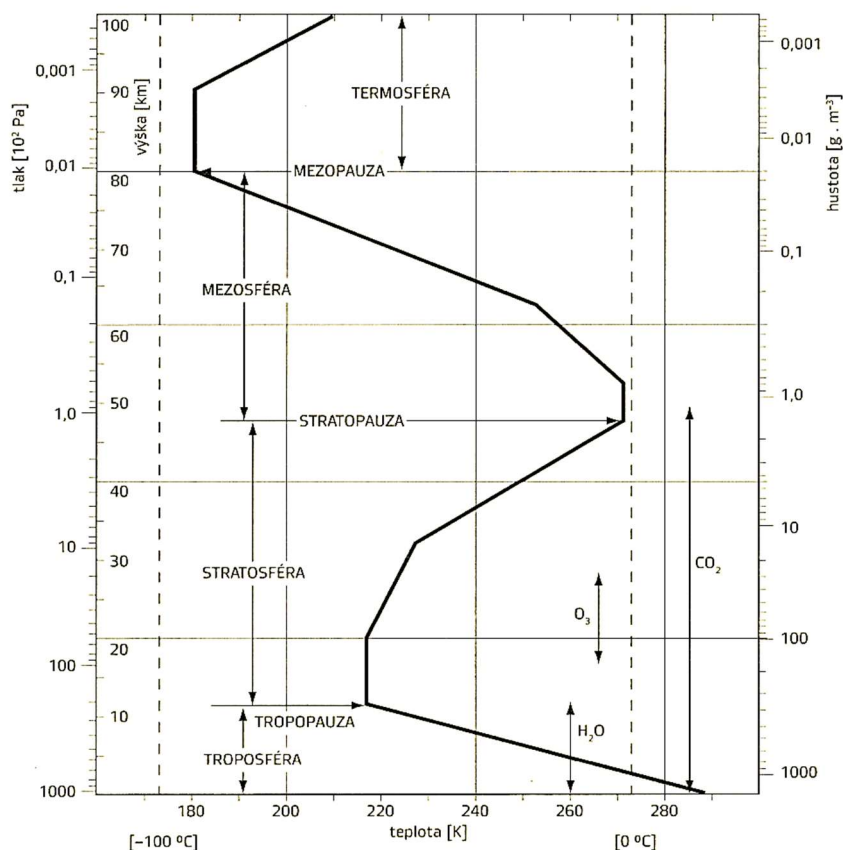
Jednotlivá odvětví zpracovatelského průmyslu se vyznačují rozdílnou velikostí negativního dopadu na prostředí. Na znečišťování se podílejí nejen produkcí škodlivin, ale také vysokou spotřebou elektrické energie a vody. Nejvíce energie čerpá průmysl ocelářský, chemický a rafinérsko-petrochemický a naopak velké množství vody spotřebují zejména papírny a chemické závody [16]. Znečištění povrchových vod je přibližně z poloviny tvořeno odpadními vodami z průmyslu, které obsahují mnoho toxických látek a druhou polovinu tvoří důlní vody a splachy. Například znečištění olovem a arzenem pochází ze starých hornických aktivit a ze zpracování olovnatého skla, chrom je odpadem z kožedělného průmyslu, kadmium pochází z průmyslu, kde jsou pokovovací lázně a z jiných různých průmyslových závodů jsou vody znečištěny rtutí a jiné způsoby kontaminace. Úprava kvality a snižování spotřeby vody se provádí různými způsoby, například provozem vlastní čističky odpadních vod nebo zavedením uzavřeného vodního cyklu, kdy se voda v provozu továrny používá opakovaně [1]. Podíl odpadů zpracovatelského průmyslu na celkové produkci v České republice se pohybuje pod hranicí necelých 30 %. Od roku 1998 do roku 2007 množství vyprodukovaného odpadu pokleslo téměř o polovinu. Mezi největší producenty patří odvětví úpravy druhotných surovin a automobilový průmysl.

V minulosti byl rozvoj průmyslové výroby spojen s nárůstem negativního vlivu na životního prostředí. Po roce 1990 zaznamenával průmysl strukturální změny, které vedly k poklesu škodlivých složek uvolňovaných do životního prostředí. K řešení problémů ochrany životního prostředí významně přispěla i řada nových legislativních opatření [16].

### **1.2.3 Kvalita vzduchu, vliv emisí a imisí**

Všechny planety sluneční soustavy mají vlastní atmosféru, která je převážně tvořena plyny. Atmosféra Země je jedinečná tím, že obsahuje vodní páru a má vysokou koncentraci kyslíku, který je důležitý pro existenci života. Společně s výškou se mění i vlastnosti ovzduší, především tlak a teplota (viz Obrázek 5) [4].





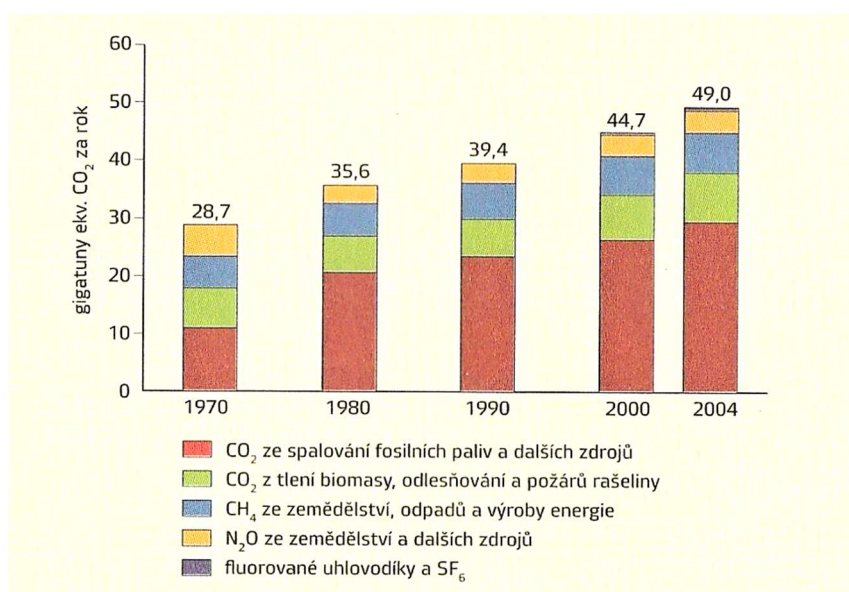
Obrázek 5 - Výšková struktura atmosféry [4]

Nejnižší oblastí atmosféry je troposféra, kde se vytvářejí oblaka a dešťové srážky a probíhá zde rychlé vertikální i horizontální míšení a znečišťování ovzduší [4]. Lidské aktivity se výrazně podílí na kvalitě ovzduší. Snižování kvality mohou ovlivnit nejen cizorodé látky unikající do ovzduší, ale také látky, které se v prostředí bezprostředně vyskytují, ale jejich množství a koncentrace nejsou přirozené. Většina znečišťujících látek pochází především z energetické a průmyslové výroby, dopravy a zemědělství [18].

Důležitým původcem znečištění ovzduší jsou látky, které jsou vypouštěny přímo ze zdroje – emise. Ty vypovídají o druhu škodlivin a jejich množství vypouštěných v určitém místě [6]. Emisní zdroje můžeme rozdělit na přirozené, což jsou například prašné bouře a sopečná a bakteriální činnost, a antropogenní, mezi které patří veškeré zdroje související s lidskou činností, především s výrobou tepla a elektřiny, zemědělskou a průmyslovou výrobou a dopravou [18]. Doprava se stala důležitým faktorem ve společenském rozvoji. Prudký nárůst v množství vozidel má negativní dopad na životní prostředí. Nejzávažnějším problémem dopravy je znečištění ovzduší emisemi, což se nejvíce projevuje zejména ve městech, kde je vysoká intenzita dopravy. Příčinou škodlivých emisí jsou výfukové plyny, které vznikají

v motorech vozidel při spalování pohonných hmot. V 90. letech minulého století se do automobilů začaly zavádět katalyzátory, které snižují množství škodlivin ve výfukových plynech, především NO a CO. Stále ale zůstává problém s výrazným nárůstem dopravy po celém světě [19].

Významnou aktivitou, při které dochází k vnášení škodlivých látek do ovzduší, jsou spalovací procesy [18]. Mezi hlavní emise vypouštěné do ovzduší při spalování fosilních paliv patří  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ , CO, pevné částice a skleníkové plyny, zejména  $\text{CO}_2$ . Emise  $\text{SO}_2$  jsou důsledkem přítomnosti síry v palivech, kde se vyskytuje v anorganické i organické formě [20]. Oxid siřičitý se v důsledku mnoha chemickým reakcí v ovzduší přeměňuje na slabou kyselinu sírovou, která způsobuje zvýšenou kyselost dešťových srážek. Snižování pH srážek způsobují také emise  $\text{NO}_x$ , které se v ovzduší transformují na slabou kyselinu dusičnou [6]. Oxid uhličitý je důležitý skleníkový plyn, ale jeho koncentrace v atmosféře od počátku průmyslové revoluce prudce roste. Příčinou je především spalování fosilních paliv a kácení lesů a tropických pralesů, a to má za následek nárůst koncentrace  $\text{CO}_2$  přibližně o 20 - 30 %. Dalším skleníkovým plynem, jehož koncentrace v atmosféře je alarmující, je methan (viz Obrázek 6). Nárůst těchto plynů je obecně považován za hlavní příčinu globálního oteplování [1].



Obrázek 6 - Celkové roční antropogenní emise vybraných skleníkových plynů ve zvolených letech [4]

Po vypuštění emisí do ovzduší, jejich rozptýlení a fyzikálně-chemických reakcí se z nich stávají imise, což jsou znečišťující příměsi obsažené v atmosféře. Imise nejsou jen chemické látky, ale také se za ně považuje hluk, radioaktivita nebo vlnění o různých frekvencích a člověkem způsobené změny teploty. Antropogenní příměsi mohou ovlivňovat fyzikální,

chemické i biologické vlastnosti ovzduší a klimatické procesy a prostřednictvím depozice jsou přenášeny i do ostatních složek životního prostředí, například do půdy a vody. Některé látky nemají žádný konkrétní zdroj, ale vznikají pomocí chemických reakcí a nazývají se sekundární polutanty. Mezi ně patří zejména  $O_3$ ,  $NO_2$ , některé nitrosloučeniny (peroxyacetyl nitrát), aldehydy apod [18].

Na konci 19. a v první polovině 20. století bylo silné znečištění ovzduší důsledkem intenzivního využívání hnědého uhlí s vysokým obsahem síry. Kombinací meteorologických jevů (mlha, teplotní inverze) s emisemi  $CO_x$ , aerosolu a  $SO_x$  docházelo k jevu, který byl pojmenován smog a pro své redukční vlastnosti a výskytu převážně v zimě se nazývá také redukční, zimní nebo londýnský. V současné době je jeho výskyt jen ojedinělý, pouze v některých obcích a městech v údolích, kde se stále používá sirnaté uhlí, se objevuje pravidelně [18]. Oproti tomu fotochemický neboli letní smog vzniká za intenzivního slunečního záření, které působí na zplodiny ze spalovacích motorů, zejména  $NO_x$ , CO, uhlovodíky a jemný aerosol. Vytváří se přízemní ozon, který dráždí dýchací cesty i oči a má škodlivé účinky na flóru a faunu [8].

Ozon vzniká působením UV záření, kdy paprsky naráží na molekuly kyslíku a rozbíjejí je. Volné atomy kyslíku reagují s  $O_2$  a vytvářejí molekuly ozonu. Tvorba a koncentrace může být ovlivňována i člověkem. Ozonový štít poškozují výbuchy sopek, stratosférické a sluneční bouře, meteority a lidská činnost, především zkoušky jaderných zbraní v atmosféře, průlety letadel ve vyšších vrstvách troposféry a hlavně produkce halovaných uhlovodíků neboli freonů. Freony jsou chladicí kapaliny a nosná média do sprejů a pěn. Jsou netoxické a velice stálé, proto jejich životnost v atmosféře může být až stovky let. Freony uvolňují v ozonové vrstvě chlor a částečně i další halogeny, které ničí ozonovou vrstvu. Chlór reaguje s ozonem a způsobuje jeho rozklad a jeden atom chlóru může rozbit až 30 000 molekul ozonu. Rozklad ozonu lze vyjádřit následujícími rovnicemi (1-2):



Oblasti se sníženou koncentrací ozonu jsou označovány jako ozonové díry a největší úbytek byl pozorován nad Antarktidou. Dnes už je používání freonů zakázáno, ale následky jejich působení budou zřejmě ještě několik desítek let [8].

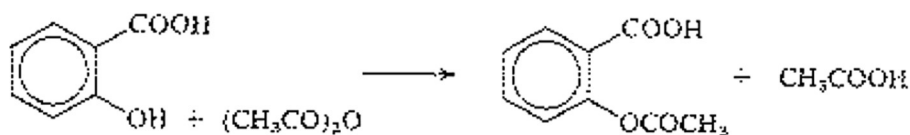
Změny, které v atmosféře probíhají, vytvářejí počasí, jež je označováno jako okamžitý stav atmosféry v daném místě. Průběh počasí po delší časové období vytváří určitý režim, který se nazývá klima a je typické pro dané území a je ovlivňováno různými faktory [4]. Hlavní vliv na změnu mají emise skleníkových plynů. Nejdůležitější plyn, jehož koncentrace v atmosféře trvale stoupá a který je asi z 50 % odpovědný za skleníkový efekt je oxid uhličitý. V ovzduší je ostatních skleníkových plynů sice méně, ale na celkovém skleníkovém efektu se kvůli vyšší schopnosti pohlcovat infračervené záření podílejí poměrně výrazněji. V budoucnu by mohla být koncentrace methanu v atmosféře stejně závažná, jako koncentrace CO<sub>2</sub>. Důsledkem vzrůstu koncentrací skleníkových plynů je zvýšení průměrné teploty na zemském povrchu. To má negativní dopad na celou zemskou biosféru. Změna klimatu může znamenat náhlou změnu mořských proudů, která by byla doprovázena častějším výskytem horkých období, ale i mrazů, silných dešťů, větrů a období such, což by mělo pro lidstvo velmi vážné následky. Kvůli zvýšení průměrné teploty dochází k postupnému tání obrovských ledovcových mas a tím dochází ke stoupaní hladiny moří a oceánů. Změna klimatu se pokládá za nejzávažnější ohrožení životního prostředí na celém světě. Pozemské biomy se nedokáží rychle aklimatizovat a mnohé z nich jsou poškozeny. Nejvíce ohroženy jsou korálové útesy, které jsou náchylné na zvýšenou teplotu mořské vody. Globální změny se stávají základním aspektem při úvahách o budoucnosti hospodářského, průmyslového i civilizačního rozvoje [18].

#### **1.2.4 Rozšiřování poznatků, technických možností a jejich použití**

Klíčovou roli v postupném rozvoji lidské společnosti a jejím vlivu na prostředí hrály nové poznatky a technologie. Podle některých zásadních objevů byly pojmenovány i historické doby – kamenná, bronzová nebo železná. Také začátek doby antropocénu byl spojen s novou technologií výroby mechanické práce, kterou představoval parní stroj. S novým pokrokem se začaly vyrábět stroje poháněné na páru, později na elektřinu, stavební a těžební stroje nebo dopravní prostředky. Každé nové významné poznatky a technologie s sebou přinášely velké změny v osidlování krajiny, ale také v dopadech na zdraví a životní prostředí [4]. Jako ilustraci uvedeme čtyři příklady z oblasti historie ochrany zdraví odpovídající úrovni poznatků v různých vývojových obdobích a jejich následné aplikaci.

Už odedávna se například vědělo, že lidé pracující ve vlhku a chladu trpí více záněty kloubů (včetně bolestivé artrózy kolen). Mezi středověkými léčiteli a bylinkáři bylo přitom známo, že těmto bolestem ulevují obklady s odvarem z vrbové kůry. Mnozí si to tehdy vysvětlovali tak, že vrbová kůra musí obsahovat nějaké látky, které proti artróze a otokům vrbu ochraňují, takže jí nevádí, když roste třeba i celý život ve vodě. Toto, i když z dnešního pohledu

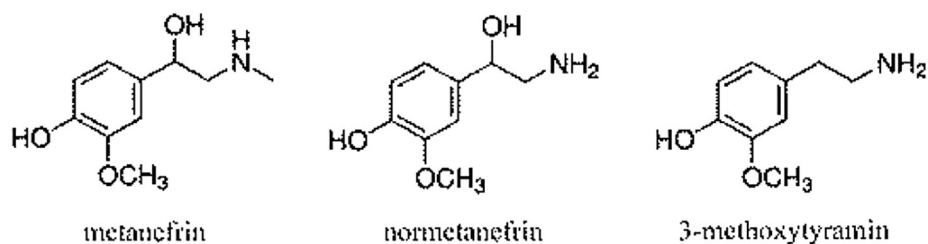
poněkud naivní vysvětlení, obsahovalo i kus pravdy. Totiž - jak se později zjistilo a bylo i využito – že kůra obsahovala i účinné deriváty kyseliny salicylové. A to pak vedlo k objevu a výrobě antipyretika acylpyrinu čili aspirinu (viz Obrázek 7) [21].



Obrázek 7 - Výroba acylpyrinu [21]

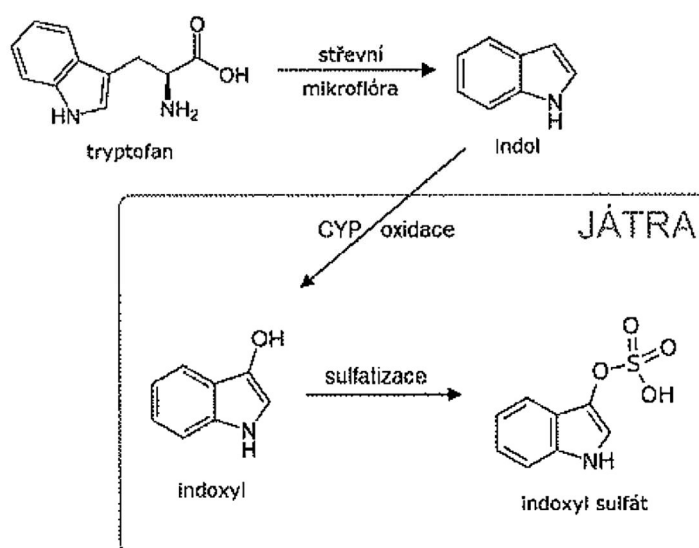
Jedním z dalších příkladů pokroku zachraňujícího i životy milionů lidí, bylo objevení penicilinu. Profesor Alexander Fleming v roce 1928 náhodou objevil plíseň, u které si všiml, že napadá škodlivé bakterie. Postupným zkoumáním vyvinul australsko-britský patolog Howard Florey společně s Alexandrem Flemिंगem a Ernestem Chaimem penicilin jako lék, který se stal obrovskou zbraní v boji proti nemocem a infekcím [22]. Kolem roku 1945 započala masová výroba antibiotik a v následujících letech došlo k vytvoření dalších druhů. Antibiotika byla stále dostupnější, proto byla kvůli účinnosti léčby prokázána nutnost zvyšovat dávky. To má negativní vliv na životní prostředí. Zbytky léčiv se dostávají do odpadních vod a čistírny je nedokáží účinně odstranit. Znečištění vodních toků antibiotiky je jednou z možností, při kterých si bakterie vytvoří rezistenci vůči dostupným lékům, které se pak stávají neúčinnými [23].

Nezůstalo ale jen u aplikace léčiv. I výzkum metabolických, fyziologických a dalších procesů se rozběhl do velké šířky. Příkladem toho je diagnostika případných poruch a chorob na základě analýzy metabolitů v tělních tekutinách. Tak je tomu kupříkladu v lidském těle, kdy z adrenalinu vzniká metanefrin (MN), z noradrenalinu normetanefrin (NMN) a z dopaminu 3-methoxytyramin (3-MT). Zvýšené hladiny metanefrinů (nad jejich fyziologické úrovně) mohou být vyvolány např. stresem, velkou fyzickou námahou, rozrušením, hypoglykemií atd., ale též určitou skladbou potravy (zahrnující např. banány, ořechy, čokoládu, maso aj.) nebo léků (paracetamol, antidepresiva, antiparkinsonika aj.). Jejich systematicky vysoká hladina bývá způsobena nádorovým onemocněním dřeně nadledvin, nejčastěji feno chromocytomem, tj. typem tumoru syntetizujícím a uvolňujícím metamorfiny do organismu. Mezi hlavní symptomy toho patří pak hypertenze a v případě neléčení této choroby poškození srdce a ledvin. Uvedené metabolity (viz Obrázek 8) bývají analyzovány zejména pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie HPLC s elektrochemickou detekcí ECD [24].



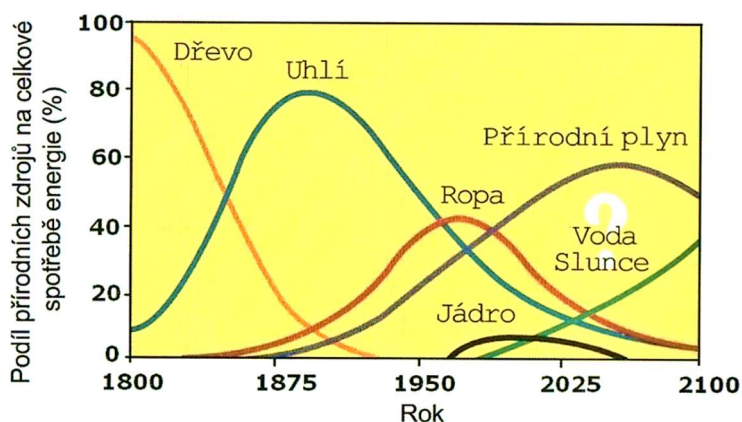
Obrázek 8 – Vzorce metanefrinu, normetanefrinu a 3-methoxytyraminu [24]

V nedávné i současné době pokročil však medicínský výzkum natolik, že jsou studovány a objasňovány např. i fyziologické děje, které ještě nejsou způsobeny chorobami a poruchami, ale je nebo bude užitečné je sledovat a kontrolovat, aby ony nezpůsobily časem choroby. A pokud se k tomu schyluje, aby medicína včas zasáhla. Jde tedy spíše o otázky spojené s preventivní kontrolou a léčbou. Takovým příkladem je toxický metabolit tryptofanu indoxyl sulfát (IS). Tuto důležitou aminokyselinu tryptofan, přijímanou v potravě, nedokáže lidský organismus dostatečně vstřebat v tenkém střevě. Je tedy mikrobiálně rozložena na indol až v tlustém střevě a následně pak v játrech po hydroxylaci sulfatizována na zmíněný IS (viz Obrázek 9). Vylučování IS z těla ledvinami není ani u zdravých pacientů úplné, takže v krvi zůstává zadržována nízká hladina tohoto toxinu [24]. S pokračujícím věkem, s klesající vitalitou organismu a za nepříznivých okolností (špatná strava, vysilující aktivity atd.) může začít samotný zvýšený obsah IS vyvolávat chronická a jiná onemocnění ledvin, střev, kardiovaskulární choroby, poruchy metabolismu atd. Ke stanovení koncentrace IS v krvi nebo v moči je rovněž vhodná kapalinová chromatografie HPLC s elektrochemickou detekcí ECD.



Obrázek 9 - Proces metabolismu tryptofanu na indoxyl sulfát [24]

Mezi důležité příklady technologického pokroku patří jaderná energetika. V roce 1939 Lise Meitner a Otto Frisch položili teoretické základy jaderného štěpení a o první řetězovou reakci se zasloužil v roce 1942 Enrico Fermi. Jaderná energetika se pak přenesla do válečné oblasti s cílem vyvinout jaderné zbraně. Po konci války se začalo zvažovat použití štěpné jaderné reakce pro civilní účely [23]. V 50. letech minulého století byly spuštěny první jaderné elektrárny, do kterých se vkládaly velké naděje. Ale několik jaderných havárií, především velká v ukrajinském Černobyli, společně s nedůvěrou v bezpečné ukládání jaderných odpadů způsobilo záporný postoj veřejnosti [4]. Ve světě je nyní v provozu 436 jaderných reaktorů, na které připadá přibližně 16 % z celkové roční výroby elektřiny (viz Obrázek 10). V České Republice je v jaderných elektrárnách vyrobeno okolo 32 % elektrické energie za rok. Jaderná energetika představuje nejvhodnější zdroj energie v příštích desetiletích vzhledem k velmi nízkým vlivům na životní prostředí, ale vše musí být v souladu s přísnými podmínkami a bezpečností. Ničivé účinky pro životní prostředí by měla pouze jaderná havárie nebo používání jaderných zbraní [17]. Ještě lepší (bezodpadovou) jadernou budoucnost slibuje výzkum v oblasti zvládnutí termojaderné fúze. Očekává se, že k tomu dojde v letech 2040 – 2050.



Obrázek 10 - Podíl přírodních zdrojů na celkové spotřebě energie [1]

V oblasti spotřebních materiálů patří do moderní doby polymerní materiály neboli plasty, zažívající v posledních desetiletích obrovský rozvoj a svět už se bez nich nedokáže obejít. Za první syntetický plast se považuje nitrát celulózy, který se objevil v roce 1855. Pojem umělá hmota se poprvé použil společně s názvem nylon ve 30. letech 20. století. Nylon vytvořil Wallace Carotherse a dodnes je považován za nejlepší umělé textilní vlákno. Vyrábí se z něho oděvy, záclony, koberce, rybářské šňůry, padáky a mnoho dalších věcí. Postupně se zlepšovala výroba, odolnost a barva. Plasty se začaly hromadně vyrábět v polovině minulého století jako zázračný materiál, který je lehký, tvarovatelný, odolný a pevný a od 60. let se globální výroba

plastů více než zdesetinásobila. V současnosti jsou cenné technické polymery, které jsou odolnější než ocel a používají se skoro ve všech průmyslových odvětvích, především v nemocnicích, v elektrárnách, u armády nebo v leteckém průmyslu [23]. Plasty nám usnadňují každodenní život, nicméně jejich výroba a likvidace mají negativní dopad na životní prostředí. Ročně se vyprodukuje 300 milionů tun plastu, z toho je recyklováno jen malé množství a většina zůstává na skládkách nebo v mořích a oceánech. Dopravou surovin, výrobou a likvidací ve spalovnách se do ovzduší dostává množství skleníkových plynů. Další zápornou vlastností je, že se v přírodě velmi dlouho rozkládají a dokáží přežít stovky až tisíce let. Působením přírodních živlů se z nich mechanicky uvolňují mikročástečky, tzv. mikroplasty. Ty mají schopnost cestovat po celé planetě, vyskytují se ve vodě, ve vzduchu, v půdě, v medu, a dokonce i v lidském těle. Mikroplasty nedokáží zcela odstranit ani čističky vod. Plasty bychom měli považovat za znečišťující látku a přemýšlet o zabránění jejich úniku do životního prostředí.

Mezi vlivy lidské činnosti, které jsou spojeny pouze s nedávnou lidskou historií, patří působení člověka ve vesmíru. I za tak krátkou dobu (cca 70. let) došlo nejen k omezenému počtu spíš objevených a průzkumných akcí, které na zejména vzdálenější vesmír nemají prakticky žádný vliv, ale i k aktivitám jejichž dopady je třeba řešit. Patří mezi ně např. už relativně značný počet umělých objektů pohybujících se v tzv. blízkém vesmíru. Velký počet z nich se týká telekomunikačních technologií, monitorování globálního stavu počasí, globálního životního prostředí a jeho změn, bezpečnostních systémů, pozorování kosmického okolí a vlivů působících na zemské podmínky, atd. S tím souvisí ne vždy vyřešená otázka životnosti těchto systémů, jejich likvidace nebo odpadu, který je s nimi spojen. Dalším problémem s tím spojeným je i rostoucí hustota umělého elektromagnetického záření v prostoru, ovlivňující i živé tvory od tažných ptáků počínaje až po člověka samotného. Stále rostoucí význam má proto i otázka společného efektivního využívání těchto prostředků, mezinárodních dohod apod., aby se současná dynamika růstu počtu těchto systémů alespoň přibrzdila.

### **1.2.5 Kultura, umění, vzdělávání a doprovodné aktivity**

Životní prostředí ovlivňuje též kvalitu a možnosti člověka a lidské společnosti. V dobách meziledových (tedy v takové v níž se nacházíme) poskytovala příroda životu na Zemi vždy relativně vyšší hojnost obživy a vůbec lepší životní podmínky než v dobách ledových. V kombinaci s technickým pokrokem a lidskou kreativitou umožnila zvýšení kvality společnosti i pokud jde např. o rozvoj kultury, umění a vzdělávání. Tyto sféry přispívají jak



k dalšímu technickému, tak i k duševnímu a duchovnímu rozvoji lidstva. Na to navazují obory jako architektura, urbanismus, množství dovednostních disciplín (řemeslných aj.), literatura, pěstitelství okrasných rostlin atd. a ostatně i celá obrovská škála vědních disciplín a disciplín rozšiřujících poznání. Díky tomu si mohou lidé svoje okolí zkrášlovat a přizpůsobovat tak, aby se v něm cítili dobře. To vše pomáhá omezovat nebo eliminovat i vliv stresových faktorů, kterým jsou člověk i celá moderní společnost téměř permanentně vystavováni. Lidé pak mají i větší zájem a chuť věnovat se i dalším pozitivním volnočasovým aktivitám, jako jsou různé formy rekreačního sportu, návštěvy fitness-center, výlety do přírody a vůbec práce a pohyb na čerstvém vzduchu, prospěšné řemeslné a jiné koníčky (včelařství, drobné pěstitelství a chovatelství aj.), atd. Lidé jsou pak schopni lépe zvládat a řešit pracovní úkoly i různé životní situace, což opět zpětně pomáhá zrychlovat technický a společenský vývoj. Výše zmíněné aktivity dokážou tak lépe zvládat lidé při lepší kondici, lepším zdravotním stavu, imunitě, kvalitě a délce života a v neposlední řadě při nižších společenských nákladech na zdravotní péči. A mezi nejdůležitější důsledky toho patří i skutečnost, že si tento žádoucí životní styl osvojuje stále více i mladé generace, která v něm vyrůstá.

### **1.3 Uvědomělé působení člověka na přírodu a kvalitu života**

Vztah mezi člověkem a přírodou existuje tedy od počátku lidské existence. Zpočátku lidé využívali dary přírody a žili v souladu s ní, ale během průmyslové revoluce člověk zvyšoval tlak na okolní krajinu a proměňoval si ji k obrazu svému. Změny, které probíhají, jsou tak velké a rychlé, že ohrožují základní ekologické principy a nenávratně mění přirozené ekosystémy. Stále existují lidé kteří si ne zcela uvědomují, že příroda se svými ekosystémy a jejich funkcemi je základem lidského bytí [6].

Vývoj a vymírání druhů je přirozený děj, který byl několikrát narušen hromadným vymíráním. V historickém období bylo 5 až 6 velkých zlomů, které měly za následek zásadní snížení biologické rozmanitosti. V dlouhodobém průměru nedosáhlo vymírání více než 9 % druhů za 1 milion let. Tato rychlost je zanedbatelná ve srovnání s druhovým úbytkem v současnosti, který je způsobován převážně člověkem. Kromě popsaných druhů totiž mizí i druhy, které ještě nebyly poznány. Hlavní příčiny ohrožení biologické rozmanitosti tkví v exponenciálním růstu lidské populace [8].

Působením člověka se stále více rostlin a živočichů dostává mimo svůj původní areál. V mnoha případech to bylo úmyslné rozšíření pro potřeby zemědělství, myslivosti, lesnictví, rybářství a kvůli okrasným důvodům, ale některé druhy byly dovezené neúmyslně. Množství

dovezených organismů se stalo součástí přírody, které na ni nemají vliv, ale velkým problémem je skupina tzv. invazivních druhů [25]. Ty narušují přirozenou rovnováhu v potravních řetězcích a způsobují nevratné změny. Invazivní druhy mají negativní důsledky na místní faunu a flóru, protože po vysazení nemají v přírodě přirozené nepřátele a mohou při rozrůstání způsobovat ekologické problémy, vytlačovat původní rostliny a živočichy a narušovat tím biologickou rozmanitost [3].

Navzdory všem negativním lidským vlivům vzrůstá zájem o uchování přírodních hodnot. Se zvyšováním tlaku na životní prostředí rostl i počet evidovaných ohrožených druhů rostlin a živočichů i celých přírodních lokalit. To vedlo ke snaze chránit tyto druhy před vyhubením a zničením jejich přirozených ekosystémů. Aktivní historie státní ochrany přírody má své počátky v USA, kdy 1. března 1872 vyhlásil americký prezident Grant Yellowstoneký národní park, což byl první národní park na světě. Nicméně v České republice hrabě Buquoy vyhlásil na svém panství už v roce 1838 přírodní rezervaci, která je nazývána Žofínský prales. Velký význam v ochraně přírody má mezinárodní spolupráce, především UNESCO nebo Světový svaz ochrany přírody, ale také řada mezinárodních dohod a úmluv [6]. Do role ochrany a zachování druhů se posouvají i zoologické a botanické zahrady. Zoologické zahrady hrají významnou roli při ochraně druhu mimo původní prostředí a botanické zahrady napomáhají v ochraně planých i kulturních druhů rostlin domácího i zahraničního původu [25].

Současná situace rozvoje lidstva na straně jedné a jeho dopadů na životní prostředí na straně druhé umožňuje a stále více i vyžaduje naplňovat to, co říká název této kapitoly. Cílem je, aby se to stalo součástí udržitelného rozvoje. V celé řadě směrů se přitom takové uvědomělé chování člověka už úspěšně uskutečňuje a přineslo i řadu významných výsledků. Přesto je třeba v tomto směru pokračovat rychleji a v daleko větším rozsahu. Na několika příkladech lze ukázat, o co jde:

Těžba a zpracování surovin bývá už nyní a měla by být stále více spojována s následnou urychlenou rekultivací těžebních oblastí, dekontaminací povrchu a podloží, účelným využitím terénu pro sportovní a rekreační aktivity, nebo pro další průmyslové účely, pro výsadbu stromů, vhodných plodin, pro zohlednění zájmů dopravních, botanických, ochrany živočichů, ornitologických, vodohospodářských a současně i estetických. Tedy tak, aby se do daných oblastí vrátil pulzující přirozeně udržitelný život.

Jiným příkladem je soubor opatření pro udržitelné a efektivní nakládání s půdou. Její odvodňování nebo naopak podle potřeby šetrné zavodňování, bránění jejímu odplavování,

nepřesolování, opatrné úpravy pH (např. práškováním drceným vápencem) aj. Dále výběr plodin na základě současných znalostí o lokálním klimatu, složení půd, jejich kvalifikovaném hnojení, možnostech kombinovaného využití, ochraně proti škůdcům atd. S péčí o půdu přitom úzce souvisí i zalesňování a skladba odolnějších porostů, odpovídajících i změnám klimatu.

V oblasti vodohospodářské politiky zahrnuje uvědomělé chování rovněž celou škálu opatření, od výstavby a využívání vodních děl, přes úpravy vodních toků a nádrží až po velké množství velmi důležitých lokálních kroků s cílem zadržet vodu v krajině a podloží a citlivě ji využívat. Protizáplavová opatření se dnes – na rozdíl od minulosti např. před 60 lety – zaměřují nikoliv na „přímkové“ vyrovnaní koryt potoků, aby voda odtekla co nejrychleji, ale na výstavbu protipovodňových zábran chránících osídlená území, v případné kombinaci s usměrněním rozlivu, kde se má voda částečně zadržet a vsáknout, aniž by způsobila vážné škody. Přibylo neustálé lokální i globální monitorování vod, sledování komunální spotřeby vody, oddělení dešťové kanalizace od kanalizace komunální, velmi výrazné rozšíření instalace čističek vod různých kategorií, recyklace průmyslových vod atd. Zvláštní péče podložená legislativou je věnována pitným vodám, průmyslovým odpadním vodám, povrchovým, průsakovým a výluhovým vodám. Ochrana zdrojů a kvality vod se stává prioritou v politické i hospodářské sféře.

Rovněž dopravní politika musí vedle hospodářských potřeb zabezpečit minimalizaci negativních dopadů na okolí staveb a jejich provozování. Přispívají k tomu komplexní přístupy k posuzování staveb počínaje využitím moderních inertnějších materiálů a technologií, přes důkladný geologický, dopravní aj. průzkum až po analýzy vlivů na rostliny a živočichy, s posudky odborníků i připomínkami obcí, environmentálních aktivistů i jednotlivých občanů.

Do diskutované kategorie patří i celá řada dalších opatření z oblasti energetiky (včetně slunečních panelů na domech), hygieny včetně úprav a dezinfekce pitných vod, šlechtitelství a chovatelství reagujících na změny podnebí, vytváření chráněných krajinných oblastí a území, z oblasti ochrany před toxickými a škodlivými látkami (včetně novinek z oboru nanotoxicity, elektrototoxicity, toxicity povrchově aktivních látek a genotoxicity) [1][26], z oblasti antikorozní ochrany, nakládání s odpady a jejich likvidace atd.

#### **1.4 Moderní trendy jako základ udržitelného rozvoje**

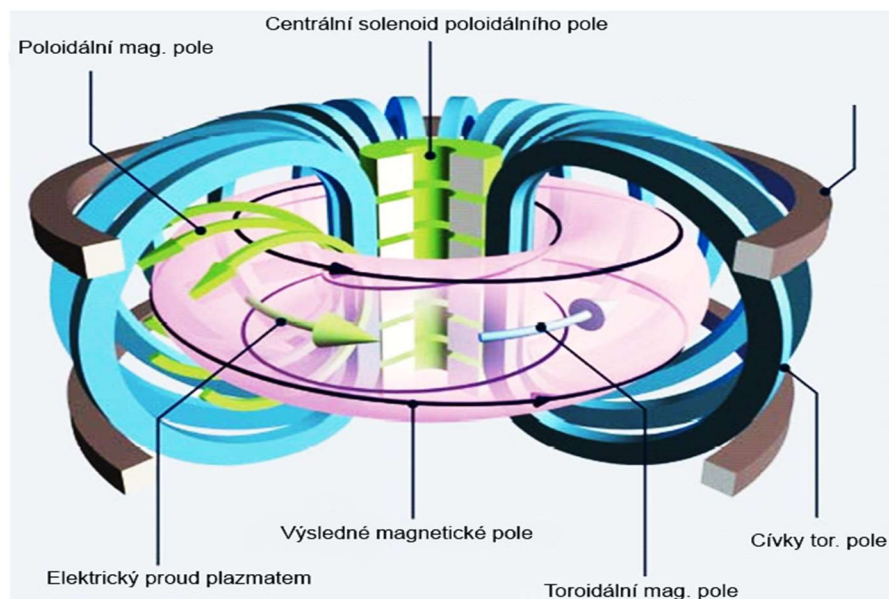
Ve druhé polovině minulého století předčila lidská činnost svým rozvojem a mohutností přírodní procesy a stala se tak rozhodující pro utváření životního prostředí na planetě. Člověk výrazně mění globální horninový cyklus, kterým ročně prochází přibližně 10 miliard tun

materiálu. Vlivem lidské činnosti při těžbě, výstavbě a zemědělství se množství materiálu podstatně zvýšilo a roční pohyb hmot přesahuje 130 miliard tun. Výrazně je ovlivněn i hydrologický cyklus a globální cykly většiny látek. Hroživou rychlostí dochází k redukci biologické rozmanitosti. Narušení ekologických podmínek na Zemi se začalo výrazně projevovat a lidé si začali uvědomovat, že je ohrožena sama základna veškerého života. V roce 1972 OSN svolala Stockholmskou konferenci o životním prostředí, kde byly označeny hlavní ekologické problémy a byla vydána výzva na ochranu prostředí. Poté většina států přijala zákony na ochranu přírody, vody, ovzduší a dalších složek životního prostředí a zavedla limity pro vypouštění škodlivin do ovzduší. Devastace prostředí přitom stále rostla a bylo zřejmé, že dosavadní opatření na ochranu nebude stačit. V roce 1987 přišla vize udržitelného rozvoje, který má zajistit naplnění potřeb současné populace, aniž by ohrozil možnost splnění potřeb příští generace [27]. Udržitelný rozvoj by měl být cílený proces změn v chování lidské společnosti k sobě samé i ke svému okolí, směřující ke zvyšování současného i budoucího potenciálu a to s ohledem na limity krajiny a jejích zdrojů. Avšak stav světa není lepší než před 50 lety. Přibývá emisí, planeta se otepluje, kácí se pralesy, vymírají druhy rostlin a živočichů, šíří se pouště a miliardy lidí trpí hladu. Život v ekosystémech vzniká, vyvíjí se a zaniká, ale v principu je dlouhodobě udržitelný, zatímco život lidské společnosti v současné době udržitelný není. Koncept udržitelného rozvoje není dokonalý, nicméně nemáme nic lepšího, než se pokusit na dnešní problémy globálního rozsahu reagovat [28].

Budeme-li se rozvíjet směrem dlouhodobé udržitelnosti, či nikoliv, závisí především na schopnosti získávat energii. Neobnovitelné zdroje fosilních paliv budou dříve či později vyčerpány a budeme muset za ně hledat náhradu. Nejvíce se nové alternativy zaměřují na dokonalejší a efektivnější využití obnovitelných zdrojů, a také na využití jaderné energie bez dlouhodobé zátěže, kterou představuje vyhořelé palivo. Obnovitelné zdroje jsou odvozeny od slunečního záření a právě sluneční energie by mohla nahradit fosilní paliva. Na pouště dopadne za pouhých šest hodin tolik energie ve formě slunečního záření, kolik činí celosvětová spotřeba energie za jeden rok. Proto se uvažuje o vybudování tisíců solárních elektráren v pásmu pouští, které se rozkládají od Maroka až po Saudskou Arábii. Solární panely by koncentrovaly sluneční záření, které by ohřívalo vodu a pára by poté poháněla turbínu na výrobu energie. Ta by pak kabelem putovala do Evropy. Energie by se také mohla převádět pomocí vodíku, kde by se elektřina využila k rozkladu vody na vodík a kyslík. Vodík by se potrubím přiváděl do Evropy a na určených místech by se nechal reagovat s kyslíkem za vzniku vody a uvolněné energie. Technologicky je tato alternativa proveditelná a měla by čtené

výhody, ale vzhledem k politické nestabilitě arabských zemí je to v blízké budoucnosti nepravděpodobné. Energie ze Slunce nám na Zemi přichází dost, ale účinnost současných solárních článků je velmi nízká, pouze okolo 12-17 %. Naproti tomu většina suchozemských rostlin umí přeměňovat sluneční energii s až trojnásobnou efektivností. Dokonce mořské řasy, které žijí v hloubce, dokáží využít až 97 % energie dopadajících fotonů. Pokud by se podařilo tyto pochody v rostlinách uměle napodobit, levná a nevyčerpatelná energie by se stala skutečností [28].

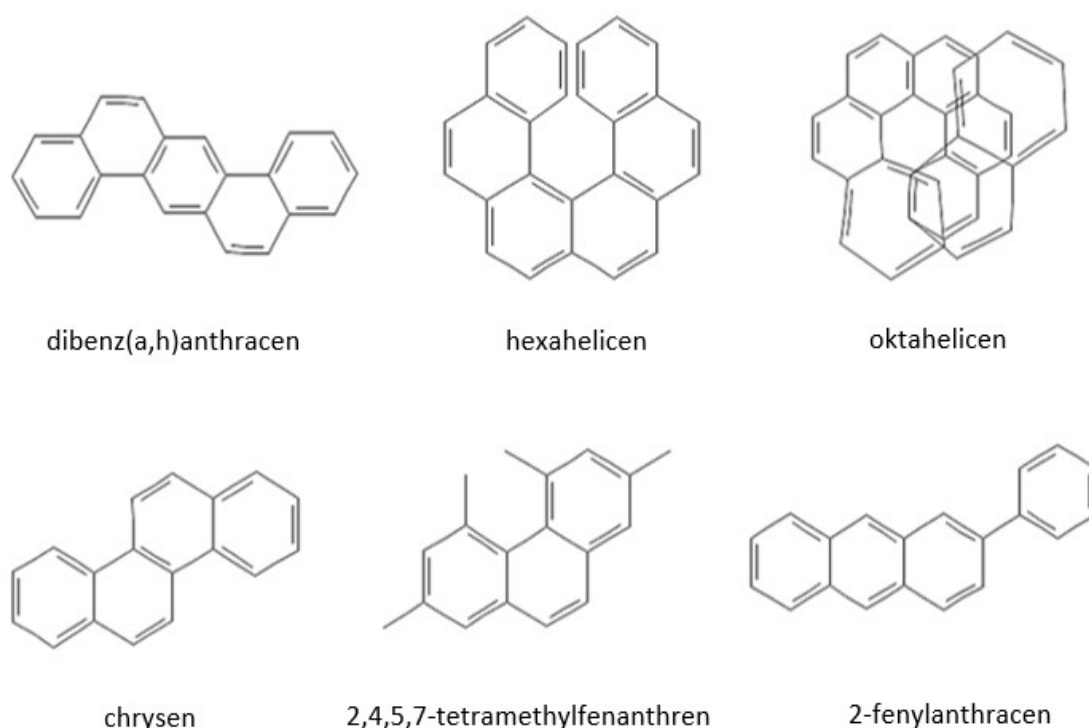
V budoucnu budeme možná také schopni napodobit jadernou fúzi, která probíhá ve Slunci a uvolňuje nepředstavitelné množství energie. Jedná se o jadernou reakci, která je založena na slučování jader lehkých atomů. Dnešní jaderné elektrárny vyrábějí energii na principu štěpení jader těžkých atomů. Při jaderné fúzi se například slučují jádra atomu vodíku, vznikne helium a současně se při tom uvolní obrovské množství energie. Zařízení, ve kterém se pokusy realizují, se nazývají tokamaky a slučování atomů v nich probíhá při teplotě nad 100 milionů stupňů Celsia. Tokamak je obrovský transformátor se vzduchotěsným kruhovým tunelem. Elektrický proud prochází primárním obvodem transformátoru a indukuje elektromotorické napětí v sekundárním obvodu. Plyn je složen z deuteria a tritia a vzniká v něm výboj, který plyn ionizuje. Indukovaný proud jej zahřívá přibližně na 100 milionů °C a magnetické pole udržuje plazma ve středu tunelu (viz Obrázek 11). Provedení reakce by po sobě nezanechalo žádný radioaktivní odpad či chemické zplodiny, kromě dále využitelných prvků, jako je inertní helium.



Obrázek 11 - Směry magnetických polí v tokamaku a generující cívky [29]

Na jihu Francie vzniká první termojaderný reaktor na světě a jeho spuštění je plánováno na rok 2035. Prozatím se podařilo v tokamaku slučovat jádra deuteria a tritia jen na velmi krátkou dobu a spotřeba energie byla větší, než kolik se jí při jaderné fúzi vytvořilo. Pokud by se vše podařilo, lidstvo by získalo nevyčerpatelný a bezpečný zdroj energie [28].

Během 20. století automobil drtivě převálcoval konkurenci všech ostatních dopravních prostředků. Byl maximálně pohyblivý, dostatečně rychlý, relativně levný a pohodlný. Stal se nejen upřednostňovaným služebníkem lidského rozvoje, ale také hrozbou pro zdraví, ekosystémy a krajinu. Poptávka po přepravě osob i zboží neustále roste, což představuje stále větší zátěž. Hojně vyhledávanou dopravou je automobilová, letecká a lodní. Tyto druhy dopravy mají nejzávažnější dopady na životní prostředí. Největší dopady na lidské zdraví mají emise z naftových motorů a z nich jsou nejzávažnější oxidy dusíku a jemné částice pod 10  $\mu\text{m}$ , 5  $\mu\text{m}$  a zejména pod 1  $\mu\text{m}$  i menší, tzv. PM<sub>10</sub>, PM<sub>5</sub>, PM<sub>1</sub>, atd. Ty jsou schopny na sebe vázat škodliviny, např. karcinogenní polyaromatické uhlovodíky (viz Obrázek 12) a díky jejich velikosti menší než 10  $\mu\text{m}$  se snadno dostávají až do plic a v případě submikronových částic až do buněčných stěn.



Obrázek 12 - Příklady karcinogenních polyaromatických uhlovodíků [30]

Doprava pohlcuje i velkou část prostoru ve volné krajině a ze všech zabraných ploch představují plochy využívané automobily až 93 % [27]. Automobilovou, ale i leteckou dopravu může na delší vzdálenosti nahradit železniční doprava, která je mnohem úspornější a ekologičtější. Moderní vlaky v podobě francouzských TGV nebo japonského Šinkanzenu dosahují rychlostí 400 – 500 km/hod. S takovými parametry je reálné, aby například na evropském kontinentu nahradily vlaky leteckou dopravu. Sice by to bylo pomalejší, ale za to energeticky úspornější [28]. Na základě neustále se zvyšující poptávky po ropě se vědci zabývají otázkou, jakým způsobem vyplnit ropnou mezeru v automobilové dopravě. První z cest je zajištění energie z nekonvenčních fosilních zdrojů a druhou je vývoj nových a zdokonalování stávajících pohonných systémů (hybridní a elektrický pohon, palivové články, aj.) (viz Tabulka 2) a současně vývoj nových alternativních paliv (biopaliva, zemní plyn, elektrická energie, vodík, aj.) (viz Tabulka 3). Náhraza neobnovitelných fosilních paliv pro dopravu bude mít pozitivní vliv na životní prostředí, pokud se bude světová politika shodovat s principy udržitelnosti v této oblasti. Cena alternativních paliv je zatím vyšší než cena konvenčních energetických zdrojů, což je jednou z příčin pomalého rozvoje. Ze současného vývoje tedy vyplývá, že budoucí vývoj není vůbec jednoznačný a můžeme se dočkat výrazných zvratů. Nicméně pozitivní šance jsou zřejmé [19].

Tabulka 2 - Úspory konvenčních paliv pohonnými systémy vozidel [19]

<b>Pohon</b>	<b>Potenciál efektivity</b>	<b>Výfukové emise</b>	<b>Termín plošného uvedení na trh</b>	<b>Navýšení nákladů</b>	<b>Ostatní</b>
efektivnější konvenční	mírný (50 %)	postupně se snižující	současnost až krátkodobý	minimální (5 %)	příznivé pro zákazníky, závislé na ropě
hybridní	významný (100 - 200 %)	až nulové	současnost až krátkodobý	významné (10 – 20 %)	stoupající zájem, akceptováno výrobci
palivové články	velmi vysoký (150 - 300 %)	nízké až nulové	střednědobý (5 – 12 let)	vysoké (> 20 %)	potenciální ropná nezávislost
elektrický	velmi vysoký (300 %)	nulové	současnost až krátkodobý	vysoké (> 20 %)	kapacita akumulátorů
nový, dosud neznámý	velmi vysoký (400 %)	neznámé	dlouhodobý (15 – 20 let)	neznámé	neznámé

Tabulka 3 - Porovnání potenciálu paliv v dopravě [19]

Palivo	Využitelnost	Dosažitelnost technologie	Potřeba nákladů	Ostatní překážky
konvenční kapalná paliva:				
ropa	konečná	vyvinutá	žádné	pokračující vysoké emise
zemní plyn	konečná	krátkodobá (0 – 5 let)	mírné	rostoucí cena zemního plynu
nekonvenční ropa	konečná, avšak velké zásoby	střednědobá (5 – 10 let)	minimální	vysoké těžební náklady
hydráty methanu	konečná, avšak velké zásoby	dlouhodobá (7 – 12 let)	mírné	neznámá technologie
bioetanol	obnovitelný zdroj, omezení územím	krátkodobá (0 – 15 let)	minimální	vysoké výrobní náklady
bionafta	obnovitelný zdroj, omezení územím	krátkodobá (0 – 15 let)	minimální	vysoké výrobní náklady
methanol	konečná, avšak velké zásoby	vyvinutá	mírná	toxicita
zemní plyn	konečná	vyvinutá	významná	skladování, rostoucí cena
elektrická energie	závisí na primárním zdroji	vyvinutá	významná	skladování
vodík	potenciálně obrovská, závisí na zdroji	střednědobá (5 – 12 let)	velmi vysoká	skladování, bezpečnost

Tak například zemědělství může krajinu a životní prostředí buďto zhoršovat nebo naopak zlepšovat. Vše záleží na přístupu. V současnosti jsou velice oblíbené monokultury. Kam oko dohlédne všude samé velké lány s kukuřicí, pšenicí a řepkou. Stejně je to i s lesy, které obsahují převážně smrky. Je to logické, protože tyto kultury lze obdělávat hromadně a efektivně. Můžeme je hromadně přihnojovat, aplikovat postřiky, sklízet a často jsou výsledkem vysoké výnosy. Odlesňování a intenzivní zemědělství jsou příčinou degradace půdy a výrazně se podílí na tvorbě skleníkových plynů. Tento stav je nutné co nejdříve změnit. Přeměna by mohla představovat i změnu vlastnické struktury, podporu rodinných farem, ekologizaci, lokalizaci produkce či omezení chemie. Jednou z možností by mohla být aquaponie. Je to integrovaný systém produkce potravin, který spojuje chov ryb s pěstováním rostlin bez půdy a nepoužívají se při tom žádná umělá hnojiva ani jiná agrochemie. Z technického hlediska se jedná o recirkulační systém intenzivního chovu ryb v umělých nádržích a přečerpávání vody do hydroponické části, ve které rostliny odeberou část živin pro



svůj růst, voda se biologicky i mechanicky pročistí a putuje zpět do rybích nádrží. Rostliny mají přístup k živinám 24 hodin denně a díky tomu rostou mnohem rychleji. Celý systém šetří přibližně 90 % vody oproti jiným způsobům pěstování a produkce je zcela nezávislá na počasí a klimatu. Díky aquaponii vznikají zastřešené vertikální farmy, kde se rostliny pěstují v několika patrech nad sebou a o řízení klimatu se starají počítače. Tyto farmy zaberou mnohem méně místa než konvenční zemědělství. To by mohlo zajistit produkci potravin pro stále se zvyšující poptávku na trhu. Ale i s touto metodou se pojí určité nevýhody. Především jde o vysoké počáteční náklady na zařízení, ale také o nepřetržitou dodávku elektrické energie a potravy pro ryby [31].

Z dosavadních zkušeností plyne, že udržitelný rozvoj není možný bez odpovídající ekonomické politiky. Také je dobré mít na paměti, že mnohé, ne-li prakticky vše momentálně dosažitelné, už bylo během evolučního vývoje v přírodě v principu odhaleno nebo vynalezeno a v mnoha případech stačí přírodní jevy dále bedlivě pozorovat, zkoumat a nechat se inspirovat [28].

## **2. POHLED NA STAV ZMÍNĚNÉ PROBLEMATIKY V ČR**

Vztah člověka a krajiny je složitý. Člověk je její součástí a současně ji přetváří, tak jako krajina přetváří člověka ve složitém procesu koevoluce. Proto vývoj krajiny úzce souvisí s vývojem přírodních prvků i lidské společnosti a jejich chtěných i nechtěných produktů. Pro pochopení současného stavu české krajiny je důležitá znalost dlouhodobých změn, které se v ní odehrávají a které budou v budoucnu v různé míře pokračovat. Především v posledních dvou desetiletích převládají změny způsobu a intenzity využívání půdy, urbanizační procesy spojené se záborů půdy a plošná degradace. Většina zásahů do prostředí ovlivňuje přirozené přírodní cykly, ovzduší a procesy spojené s vodou [32].

Suroviny jsou pro život důležité, protože díky jejich zpracování vznikají věci, které využíváme v našem životě. Pro každý stát je výhodné mít naleziště nerostných surovin na svém území, aby je nemuselo odkupovat od ostatních států. Těžba má na území České republiky dlouholetou tradici pocházející již z období středověku, kdy se těžilo stříbro a zlato, ale v současnosti jsou jejich naleziště vyčerpána. Z energetických surovin je Česko soběstačné v těžbě černého a hnědého uhlí. Naopak ropu a zemní plyn musíme dovážet, protože naleziště na jižní Moravě jsou malá. Z nerudných surovin se zde těží kaolin, vápenec, jíly a písky a také stavební kámen. Po roce 1989 dochází k regulaci a omezení těžby z důvodu ochrany přírody [33].

Území Ústeckého kraje, především okresů Chomutov, Most, Teplice a Ústí nad Labem je oblastí, která je od konce 19. století ovlivňována intenzivní důlní a průmyslovou činností. Podkrušnohorská krajina byla obětována zájmům stoupající těžby hnědého uhlí, jehož spalování se stalo základním energetickým zdrojem. Povrchová těžba dosahovala maxima v období 80. let 20. století. Těžba měla devastující vliv na přírodu, které se později začalo říkat měsíční krajina. I když na území probíhaly rekultivace, území zatím není úplně revitalizováno. Nejsou vytvořeny dostatečné podmínky pro fungování ekosystémů. Problematický je především vodní režim na antropogenních plochách. Některé jámy jsou tak obrovské, že jejich dna leží pod hladinou moře. Spodní a dešťové vody utvářejí jezera, která jsou v činných lomech odčerpávána. Opuštěné jámy jsou zatopeny a vyhledávány jako místa k rekreaci. Krajina se postupně mění v zemi jezer. Problémem jsou také výsypky, které přetváří původní reliéf. I přes všechny negativní dopady na životní prostředí je činných jam v severních Čechách dost a nové stále vznikají [34].

Černé uhlí se v České republice těží v Ostravsko-karvinském revíru, kde se nachází jižní část Hornoslezské uhelné pánve. Uhlí se zde těží výhradně hlubinným způsobem. Zdejší příroda je poznamenána především antropogenními tvary reliéfu, z nichž nejvýraznější jsou poklesové kotliny, odvaly nebo kalové nádrže. Z hlediska kvality životního prostředí patří k nejzávažnějším důsledkům těžby emise důlních plynů. Ty jsou z největší části tvořeny methanem, menší podíl tvoří dusík, oxid uhličitý a vyšší uhlovodíky. Dalším negativním dopadem je vypouštění důlních vod do vodotečí. S těžbou v této lokalitě je spojena i průmyslová činnost, při které dochází k rozsáhlému znečišťování atmosféry. Na území ostravsko-karvinské aglomerace a v přilehlých oblastech přetrvávají problémy s nadlimitním výskytem prachových částic PM<sub>10</sub>. Zvýšené koncentrace znečišťujících látek v ovzduší mají často za následek zhoršení nemocí, především nemocí týkajících se dýchacích cest [14].

Většina elektrické energie se v České republice vyrobí v tepelných (43,2 %) a jaderných elektrárnách (36,9 %), menší část pak v elektrárnách využívajících obnovitelné zdroje energie (6,9 %) a zemní plyn (7,2 %). V přírodních podmínkách Česka je možné využívat vodní elektrárny na přehradách nebo na řekách. Nalezneme zde také solární a větrné elektrárny, ale jejich nevýhodou je závislost na slunečním svitu či větru. I když elektráren pracujících s obnovitelnými zdroji přibývá (viz Obrázek 13), v České republice se ani zdaleka množství vyrobené energie nepřibližuje množství energie z tepelných a jaderných elektráren [33].



Obrázek 13 - Elektrárny v České republice [33]

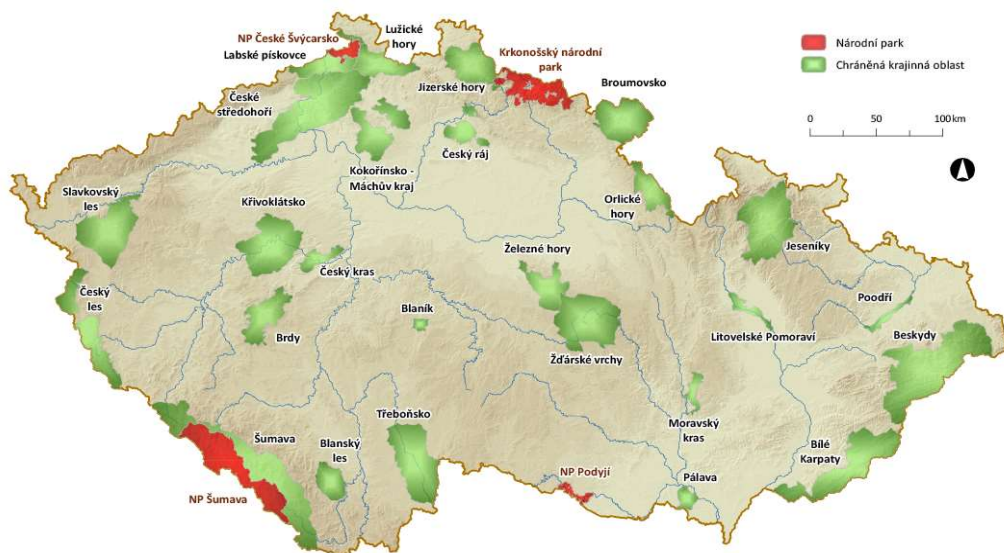
V České republice v současné době funguje 26 tepelných elektráren, které mají instalovaný výkon větší než 100 MW. Většina tepelných elektráren používá jako zdroj paliva hnědé a černé uhlí, v menší míře pak hutní plyn, biomasu, koksárenský plyn nebo lehký topný olej a z těchto zdrojů je více jak 60 % uhelných. Největší elektrárnou jsou Počerady, která získává palivo z nedalekých lomů na hnědé uhlí a patří mezi největšího znečišťovatele ovzduší v naší zemi. Postupně má na našem území docházet k útlumu těžby uhlí a přechodu k obnovitelným zdrojům. Z toho důvodu budou i tepelné elektrárny ustupovat od uhlí. Předpokládáný konec využívání uhelného paliva by měl nastat v roce 2030 a důvodem je jednak politický tlak, vliv společnosti a také stále dražší emisní povolenky. Dalším výrazným výrobcem elektrické energie jsou jaderné elektrárny. V Česku jsou v provozu dvě takovéto elektrárny – JE Dukovany a JE Temelín. Jaderná elektrárna Temelín se nachází v Jihočeském kraji a zaujímá rozlohu 143 ha. Elektrárna zahrnuje dva bloky a zkušební provoz byl spuštěn v roce 2002 a 2003. Jaderná elektrárna Dukovany se nachází na Vysočině a její rozloha činí 90 ha. Všechny čtyři bloky jsou v provozu od roku 1987 a elektrárna dlouhodobě pokrývá přibližně 20 % celkové spotřeby elektřiny v ČR. Výrobní zařízení, technologie i bezpečnostní systémy jsou v obou elektrárnách kontinuálně modernizovány. V nejbližší budoucnosti by se měl v JE Dukovany začít stavět nový pátý blok, jehož uvedení do provozu je plánováno na rok

2037 [35]. Problémem stále zůstává vyhořelé jaderné palivo. V Česku zatím není žádné místo pro trvalé uložení, existuje pouze pár míst dočasných úložišť tohoto odpadu. Zatím jsou vybrané 4 lokality, ve kterých probíhá potřebný výzkum – Janoch u Temelína, Horka na Třebíčsku, Hrádek na Jihlavsku a Březový potok na Klatovsku. V jednom z těchto míst má vzniknout úložiště, v němž by měl být v hloubce půl kilometru trvale uložen radioaktivní odpad. To by mělo vzniknout do roku 2065.

Kulturní krajina je výsledkem dlouhodobé interakce přírodních a společenských procesů. V České republice žije přibližně 8 milionů obyvatel ve funkčním urbanizovaném území. Migrace do měst představuje problémy pro venkovské oblasti, především kvůli úbytku pracovní síly ze zemědělství. Část zemědělské půdy zůstává ležet ladem, případně se zatravňuje nebo zalesňuje, a tím se snižuje intenzita hospodaření. Naopak města se postupně rozšiřují a díky své velikosti nabízejí víc pracovních možností, což je asi jedním z hlavních důvodů přesunu lidí. Ve městě jsou obchody, restaurace, školy, firmy, továrny, nemocnice a další možnosti, kde lidé uplatní své schopnosti a vzdělání. Na vesnici již tolik možností není [33]. V důsledku zvyšujícího se počtu obyvatel narůstá také počet zpevněných ploch. To zhoršuje schopnost krajiny plnit například retenci srážkové vody. Objem vody, který musí během roku odtéct ze zpevněných ploch, se rovná polovině objemu všech vodních nádrží v naší zemi. Výsledkem zásahů člověka do životního prostředí je neschopnost krajiny zadržet vodu v čase dešťů, bleskové povodně pak mají devastující účinky, přitom následky povodní v krajině lze zmírnit řadou opatření. To vše s sebou přináší i sucho v období vysokých teplot a dlouhých období bez srážek, protože krajina v sobě nemá zásoby vody. Říční krajina ke svému přežití potřebuje svůj prostor, který máme tendenci stále více nerespektovat a potlačovat. Její součástí jsou prameništění oblasti v horních částech toků, které jsou dnes téměř v celém rozsahu odvodněny zemědělskými nebo lesnickými melioracemi. Dále sem patří údolní nivy v dolních částech toků, které byly v minulosti zkráceny a okolí bylo zastavěno, přitom v čase přebytku vody se voda v nivě rozlévala a vsakovala do podloží a v čase sucha prosakovala zpět do koryta. Stav a kvalita vod u pramenu a v horní části toku má přímý vliv na kvalitu a kvantitu vody v dolních částech. Hlavním krokem pro obnovu vodní stability v ČR jsou revitalizační opatření, například zpětné navrácení vodních toků do původní podoby koryt řek. Další možností jak udržet vodu v krajině je výstavba dalších údolních nádrží a rybníků, které by napomáhaly jak v období sucha, tak i v období dešťů, ale jejich vybudování má i své zápory v podobě devastace přírodních ekosystémů [36].

Navzdory všem negativním vlivům na životní prostředí má Česká republika poměrně efektivní legislativní systém na ochranu přírody a krajiny. Ten je zajišťován prostřednictvím zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, který rozlišuje obecnou ochranu přírody a krajiny ve třech úrovních – obecná ochrana územní, obecná ochrana druhová a obecná ochrana neživé části přírody a krajiny. Obecná ochrana územní je uplatňována především ochranou a vytvářením územního systému ekologické stability, ochranou významných krajinných prvků, krajinného rázu a zřizováním přírodních parků. Obecná ochrana druhová chrání všechny druhy rostlin a živočichů před vyhubením, poškozováním a dalšími činnostmi, které by mohly vést k ohrožení těchto druhů a obecná ochrana neživé části přírody a krajiny poskytuje ochranu jeskyním, přírodním jevům na zemském povrchu a paleontologickým nálezům. Pod tento zákon spadá i ochrana dřevin rostoucí mimo les, nebo vytváření sítě zvláště chráněných území [37].

Jedním z nejvýznamnějších nástrojů ochrany přírody a krajiny je ochrana území. Zvláště chráněná území se vyhláší na přírodovědecky významných nebo jedinečných územích. Nejčastěji to jsou lokality s unikátní nebo reprezentativní biologickou rozmanitostí, území s jedinečnou geologickou stavbou, nebo území reprezentující charakteristické prvky krajinného rázu. Zákon o ochraně přírody a krajiny vymezuje šest kategorií zvláště chráněných území - národní parky (NP), chráněné krajinné oblasti (CHKO), národní přírodní rezervace (NPR), přírodní rezervace (PR), národní přírodní památky (NPP) a přírodní památky (PP). V současnosti se na území Česka nachází 4 národní parky (Krkonošský národní park, NP Šumava, NP České Švýcarsko a NP Podyjí) a 26 CHKO (viz Obrázek 14), které jsou doprovázeny velkým množstvím maloplošných chráněných území. Zvláště chráněná území pokrývají zhruba 15,9 % rozlohy našeho státu. Dále se vyhláší přírodní parky a památné stromy [8].



Obrázek 14 - Národní parky a chráněné krajinné oblasti v České republice [38]

Všechny státy Evropské unie vytvářejí podle jednotných principů soustavu chráněných území, která je známá pod pojmem Natura 2000. Cílem je zabezpečit ochranu těm druhům živočichů, rostlin a typům přírodních stanovišť, které jsou z evropského pohledu nejcennější, nejvíce ohrožené, či omezené svým výskytem jen na určitou oblast. Soustava se skládá ze dvou typů chráněných území – ptačích oblastí a evropsky významných lokalit. V České republice je zatím 41 ptačích oblastí (viz Obrázek 15) a Česko má jako členský stát EU za povinnost sledovat vývoj stavu a ochrany jednotlivých ptačích oblastí a podávat o tom pravidelnou zprávu. Evropsky významné lokality jsou v ČR vyhlášeny formou nařízení vlády prostřednictvím tzv. národního seznamu a v současnosti je na našem území vyhlášeno 1113 těchto lokalit [6].



Obrázek 15 - Mapa ptačích oblastí v České republice [39]

## ZÁVĚR

Už po celá staletí byla příroda nucena čelit aktivitám lidí. Nicméně teprve v posledních stoletích se tento proces natolik zrychlil, že zásahy lidí do životního prostředí se začínaly otáčet proti nim samotným. Bez zdravé přírody přitom lidstvo nemůže na této planetě plnohodnotně žít a možná i přežít.

V souladu se zadáním poskytla tato práce množství obecně platných i konkrétních poznatků a příkladů, které zdůrazňují potřebu důsledně zohledňovat dopady lidské činnosti na životní prostředí už ve fázi úvah a projektování těchto činností. Na příkladech tato práce ukazuje jak mnohdy neblahé dopady těchto činností, tak i příklady pozitivních přístupů, kdy se už mnohé dělá a udělalo. Současně však též zdůrazňuje, že pro dosažení trendu, kterým je nyní řešení otázek udržitelného rozvoje, je třeba zkvalitnit, rozšířit a zrychlit opatření, která chápou ochranu prostředí jako nedílnou součást různorodých aktivit jednotlivých lidí i lidstva jako celku.

Příroda je nesmírně bohatá a současně štedrá. Pokud jí dokážeme pozorně sledovat a porozumět jí, můžeme mít z jejích darů obrovský užitek [40].

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1]. BENCKO, Vladimír, Jaroslav NOVÁK a Miloš SUK. *Zdraví a přírodní podmínky: Medicína a geologie*. Praha: DOLIN, 2011. ISBN 978-80-905047-0-7
- [2]. CRUTZEN, Paul, Eugene STOERMER. *The Anthropocene. Global Change Newsletter* [online]. The International Geosphere–Biosphere Programme (IGBP) Secretariat, No. 41. Stockholm, May 2000. ISSN 0284-5865
- [3]. KADRNOŽKA, Jaroslav. *Země se ubrání*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010. ISBN 978-80-7204-678-2
- [4]. MOLDAN, Bedřich. *Podmaněná planeta*. Praha: Karolinum, 2009. ISBN 978-80-246-1580-6
- [5]. POKORNÝ, Petr, David STORCH (eds.) a kolektiv. *Antropocén*. Praha: Academia, 2020. ISBN 978-80-200-3129-7
- [6]. ČERVINKA, Pavel. *Ekologie a životní prostředí: učebnice pro střední a odborné školy a učiliště*. Praha: Nakladatelství České geografické společnosti, 2005. ISBN 80-86034-63-1
- [7]. CÍSAŘ, Václav. *Člověk a životní prostředí*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1987. Praktické příručky pro učitele
- [8]. BRANIŠ, Martin. *Základy ekologie a ochrany životního prostředí: učebnice pro střední školy*. Praha: Informatorium, 1997. ISBN 80-86073-03-3
- [9]. MOLDAN, Bedřich. *Životní prostředí České republiky: vývoj a stav do konce r. 1989*. Praha: Academia, 1990. ISBN 80-200-0292-8
- [10]. ANDĚL, Petr. *Ekotoxikologie, bioindikace a biomonitoring*. Liberec: Evernia, 2011. ISBN 978-80-903787-9-7
- [11]. Klofenotan. *National Center for Biotechnology Information: PubChem Database* [online]. [cit. 2021-04-25]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/3036#section=2D-Structure>
- [12]. ŘEHOUNEK, Jiří, Klára ŘEHOUNKOVÁ, Robert TROPEK a Karel PRACH, ed. *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*. Druhé, přepracované a doplněné vydání. České Budějovice: Calla, 2015. ISBN 978-80-87267-13-4
- [13]. TOEGEL, Vlastimil. *Drahokamy kolem nás: 722 fotografií, 40 map s lokalitami, 250 minerálních druhů z ČR a SR*. Olomouc: Rubico, 2013. Naše země. ISBN 978-80-7346-140-9



- [14]. ŠTÝS, Stanislav. *Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin*. Praha: SNTL, 1981
- [15]. MATYÁŠEK, Jiří, Miloslav SUK. *Antropogeneze v geologii* [online]. Brno: Masarykova univerzita, 2010. ISSN 1802-128X. Dostupné z: <http://is.muni.cz/elportal/?id=880548>.
- [16]. BROŽOVÁ, Kateřina, Lenka VOLAUFOVÁ, ed. *Hospodářství a životní prostředí v České republice po roce 1989: The economy and the environment in the Czech Republic after 1989*. Praha: CENIA, 2008. ISBN 978-80-85087-67-3
- [17]. COMBY, Bruno. *Environmentalisté pro jadernou energii*. Hodkovičky [Praha]: Pragma, 2007. ISBN 978-80-7349-042-3
- [18]. BRANIŠ, Martin a Iva HŮNOVÁ, ed. *Atmosféra a klima: aktuální otázky ochrany ovzduší*. V Praze: Karolinum, 2009. ISBN 978-80-246-1598-1
- [19]. ADAMEC, Vladimír. *Doprava, zdraví a životní prostředí*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2156-9
- [20]. LECOMTE, Thierry, José Félix FERRERÍA DE LA FUENTE, Frederik NEUWAHL, Michele CANOVA, Antoine PINASSEAU, Ivan JANKOV, Thomas BRINKMANN, Serge ROUDIER, Luis DELGADO SANCHO. *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants*. Publications Office of the European Union, 2017. EUR 28836 EN; ISBN 978-92-79-74303-0
- [21]. ČERVINKA, Otakar, Václav DĚDEK a Miloslav FERLES. *Organická chemie*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury (SNTL)/ALFA, 1980. ISBN 04-609-80
- [22]. CASTLEDEN, Rodney. *Objevy, které změnily svět*. Brno: Jota, 2009. ISBN 978-80-7217-646-5
- [23]. MORELLI, Gianni, ed. *Velké objevy a vynálezy, které změnily svět*. Přeložil Petra NAJMANOVÁ. Praha: Dobrovský, 2018. Knihy Omega. ISBN 978-80-7390-954-3
- [24]. PORTYCHOVÁ, Lenka. *Využití moderních instrumentálních technik v diagnostické analýze*. PhD – disertace. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2021.
- [25]. CÍLEK, Václav, Jan SOKOL a Zdenka SŮVOVÁ. *Evropa, náš domov: hledání evropské duše ve skalách, mezi stromy i lidmi*. Ilustroval Renáta FUČÍKOVÁ. V Praze: Albatros, 2018. ISBN 978-80-00-05206-9
- [26]. NOVOTNÝ L., OPRŠAL J., PETRÁŇKOVÁ R., KABUTEY A., POUZAR M., LANGÁŠEK P. *Characterization of the kinetics of Silver Nanoparticles Agglomeration and their Toxicity on Fish Embryos*. Analytical Letters, 49, 152-160 (2016). ISSN: 0003-2719

- [27]. KOLÁŘOVÁ, Hana. *Udržitelný rozvoj: hledání cest, které nekončí*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí, 2006. ISBN 80-87076-02-8
- [28]. NOVÁČEK, Pavel. *Udržitelný rozvoj*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN:978-80-244-2795-9
- [29]. HAUPT, Kirsten. Searching for the perfect shape. *ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor)*[online]. [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: <https://www.iter.org/newsline/-/3037>
- [30]. *National Center for Biotechnology Information: PubChem Database* [online]. [cit. 2021-05-15]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
- [31]. Aquaponie je budoucnost pěstování potravin. *Future Farming* [online]. Copyright © 2021 Future Farming s.r.o. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://www.futurefarming.cz/aquaponie-je-budoucnost-pestovani-potravin/>
- [32]. MIKO, Ladislav, Michael HOŠEK [eds.]. *Příroda a krajina České republiky. Zpráva o stavu 2009*. 1. vydání. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2009. ISBN 978-80-87051-70-2
- [33]. HÁJKOVÁ, Martina a Hana SVOBODOVÁ. *Česká republika – tematický atlas*. Brno: Masarykova univerzita, 2017. Elportál. ISSN 1802-128X
- [34]. KOLEJKA, Jaromír. *Krajina Česka a Slovenska v současném výzkumu*. Brno: Masarykova univerzita, 2011. ISBN 978-80-210-5420-2
- [35]. ČEZ, a.s. *Skupina ČEZ - Výroční zpráva 2019* [online]. 2019, 366 s. [cit. 2021-05-11]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/webpublic/file/edee/ospol/fileexport/investori/vz-2019/vyrocnizprava-2019-skupina-cez.pdf>
- [36]. PELC František. Příroda a krajina v České republice a jejich přizpůsobení změnám podnebí. *Ochrana přírody: časopis státní ochrany přírody* [online]. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 1992-, č. 7/2009. [cit. 2021-05-11]. Dostupné z: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/zvlastni-cislo/priroda-a-krajina-v-ceske-republice-a-jejich-prizpusobeni-zmenam-podnebi/>
- [37]. KOLÁŘ, Filip. *Ochrana přírody z pohledu biologa: proč a jak chránit českou přírodu*. Praha: Dokořán, 2012. ISBN 978-80-7363-414-8
- [38]. Chráněné krajinné oblasti. *D Test: časopis pro spotřebitele* [online]. Praha: Eurostudio, 1993-, č. 7/2020, s. 50 - 52. [cit. 2021-05-11]. Dostupné z: <https://www.dtest.cz/clanek-8142/chranene-krajinne-oblasti>
- [39]. Ptačí oblasti v České republice. *Česká společnost ornitologická* [online]. [cit. 2021-05-11]. Dostupné z: <https://oldcso.birdlife.cz/index.php?a=cat.25>

- [40]. FOURNIER, Mat. *Příroda - nekonečná inspirace vědy: historie technických vynálezů, k nimž nás přivedlo zkoumání živých organismů*. 2. vyd. Přeložil Tomáš KAPIC. Čestlice: Rebo, 2014. ISBN 978-80-255-0920-3