

Úvod	2
1. Environmentální problematika	2
1.1. Základní pojmy	2
1.2. Environmentální činitelé	3
1.3. Environmentální problémy	3
2. Země a složky životního prostředí	3
2.1. Země a podmínky pro život	3
2.1. Voda	4
2.2. O vzduší	6
2.3. Půda	9
2.4. Krajina	11
2.5. Biosféra	12
3. Člověk a jeho zásahy a prostředí	12
3.1. Člověk a vývoj	12
3.2. Energetika	15
3.4. Alternativní zdroje	17
3.6 Co je třeba vědět pro diskusi na téma "energetika" :	19
3.3. Průmysl	22
3.4. Doprava	23
3.5. Odpady	24
4. Fyzikální složky prostředí člověka:	25
4.1 Ionizující záření	25
Technologické (umělé) zdroje záření :	25
4.2 Hluk	27
5. Globální environmentální problémy	28
5.1. Souhrn environmentálních problémů	28
5.2. Ekonomický růst	29
5.3. Ekologická stopa (Ecological Footprint)	29
5.4. Environmental Impact Assessment (EIA)	30
5.5 Informační potřeby trvale udržitelného rozvoje	31
6. Kritéria dobré ekologické výchovy	31

Environmentální příručka pro učitele

Úvod

Tento text vznikl jako výsledek snahy věcně zpřehlednit široký obsah environmentálních témat. Environmentální problematika je novou oblastí školního vzdělávání, její vhodná implementace do všeobecného vzdělání občana by mohla znamenat zásadní posun v přístupu lidí ke světu.

1. Environmentální problematika

1.1. Základní pojmy

Environmentální výchova /EV/ začínala v 1. polovině minulého století jako „výchova k ochraně přírody“. Na mezinárodním fóru byl její obsah definován mezinárodní konferencí o biosféře UNESCO (Paříž 1968) a dále upřesňován celosvětovým programem IEEP organizací UNESCO a UNEP. Termín environmentální výchova se postupně prosadil i u nás. EV je vnímána jako výchova k udržitelnému rozvoji. Celý tento terminologický vývoj charakterizuje rozšiřující se interdisciplinární koncepci tohoto vzdělávání.

Nezbytnou součástí environmentálního vzdělávání je studium životního prostředí prostřednictvím jednotlivých vědních oborů. Environmentalistikou rozumíme zkoumání vzájemného působení člověka a ekosystémů. Zabývá se také prevencí znečišťování prostředí a nápravou vzniklých škod a prevencí nežádoucích zásahů. Environmentalistika v neúplném výčtu zahrnuje: ochranu přírody i člověka /péči o zdraví lidské populace/, monitoring složek životního prostředí, využívání přírodních zdrojů, nakládání s energiemi.

Sousloví životní prostředí /ŽP/ lze chápat jako souhrn vnějších činitelů, které mají bezprostřední význam pro život. Činitelé prostředí na sebe vzájemně působí a společně vytvářejí podmínky pro život organismu v daném místě. V ŽP má složky přírodní a umělé -člověkem vytvořené.

Přírodní složky:

- Voda (hydrosféra)
- Ovzduší (atmosféra)
- Půda (pedosféra)
- Krajina a neživá příroda
- Živá příroda (biosféra)

Umělé složky:

- Obytné prostředí
- Pracovní prostředí
- Rekreační prostředí

1.2. Environmentální činitelé

Jak bylo výše zmíněno na složky, ať přírodní či umělé, působí řada environmentálních činitelů. Jsou to buď procesy odehrávající se uvnitř v jednotlivých složkách životního prostředí (ve vodě, v půdě, atmosféře) nebo se jedná o působení vnějších činitelů. Vnějšími činiteli mohou být lidé (jedinec, skupina za určitým cílem, státy, příp. celé lidstvo) nebo jsou to činitelé původu přírodního (vítr aj.).

Člověk nepůsobí na složky životního prostředí obvykle přímo jako jedinec, ale zpravidla prostřednictvím nástrojů, zařízení, strojů, postupů, technologií. Jeho činnosti mají vliv jak na přírodní, tak na umělé složky životního prostředí. Tyto zásahy jsou vedeny s cílem prospěchu člověka, ale často pouze v krátkodobém horizontu. Negativní vlivy zásahu se později nepříznivě projeví nejen na člověku - na jeho zdravotním stavu jako jedince či lidského společenství jako celku (i na jeho genofondu), ale také přímo na ekonomických aktivitách člověka, např. ve formě nákladů, které budou muset být do datečně vydávány na obnovu.

1.3. Environmentální problémy

Působení člověka na životní prostředí bylo zprvu zkoumáno izolovaně. Popisoval a modeloval se vliv činností na jednotlivé složky ŽP, např. ovzduší, ale ucelený pohled na životní prostředí jako propojený celek se všemi vztahy uvnitř i vně se vyvinul až později. Pozornost byla obrácena spíše k řešení následků, než k identifikaci, pochopení a odstranění příčin. Postupně se dospělo k názoru, že ochrana životního prostředí je záležitostí, že třeba deklarovat nejen zájem států, ale i celého lidstva.

2. Země a složky životního prostředí

2.1. Země a podmínky pro život

Planeta Země je jednou z osmi planet naší sluneční soustavy, v pořadí třetí nejbližší Slunci. Má tvar geoidu. Kolem středu sluneční soustavy oběhne Země za jeden astronomický rok. Otáčka kolem vlastní osy trvá jeden den. To, že je osa otáčení nakloněna vůči rovině oběhu, má za následek střídání ročních období, způsobené rozdílným slunečním osvitem. V extrémním případě (za polárními kruhy) nastává (v létě) polární den a (v zimě) polární noc, což jsou "dny", kdy buďto slunce vůbec nezapadne za obzor (den), nebo se naopak vůbec neobjeví nad obzorem (noc).

Příznivé podmínky pro život:

- přiměřená vzdálenost od Slunce (úměrně jeho radiačnímu výkonu),
- přítomností vody (ve velkém množství),

- rotace Země okolo své osy za 24 h, což je příčinou střídání dne a noci. (Kdyby se Země otáčela tak rychle, že by ke Slunci měla otočenou více-méně tutéž stranu, pak život by nebyl možný ani na jedné z nich.)
- Tvar dráhy Země kolem Slunce – její malá výstřednost,
- ideální hmotnost Země, planety s menší hmotností nemají dostatečně velkou gravitaci, aby si dokázaly udržet atmosféru, naopak planety s mnohem větší hmotností udrží i všechen vodík, který má sklon k vytváření atmosféry nevhodné pro vznik a vývoj života - amoniak, metan aj.
- Existence magnetického pole Země (ochrana před slunečním větrem a jinými nabitými částicemi),
- vhodná atmosféra Země (zejména O₂ a ochrana před zářením z kosmu).

Země má jedinou přirozenou družici - Měsíc, ten je relativně (vůči oběžnicím jiných planet sluneční soustavy) velmi velký, má asi 1/81 hmotnosti Země, proto se někdy soustava Země-Měsíc považuje za dvojplanetu. Přítomnost Měsíce zbrzdila rotaci Země na našich 24h, způsobuje přiměřené silné slapové jevy a brání kmitání zemské osy.

Vývoj planety Země započal zhruba před 4.5 miliardami let spolu s vývojem celé sluneční soustavy. Asi za 1,5 miliardy let poté se začaly na Zemi objevovat první známky života díky vytváření vhodných abiotických složek prostředí /voda, ovzduší, půda, energie/.

2.1. Voda

2.1.1. Vlastnosti vody

Voda (H₂O) je jednou z nejdůležitějších látek nutných pro existenci života na Zemi. Je součástí těl všech živých organismů (obs. 60-99 % vody).

Fyzikální a chemické vlastnosti vody:

- za normálního tlaku taje při 0°C, vře při 100°C, má velkou měrnou tepelnou kapacitu, a vykazuje tzv.anomálii vody
- v přírodě není téměř nikde chemicky čistá, ale s rozpuštěnými minerálními (chloridy, sírany, bromidy, uhličitany, solemi Na, Mg, Ca, K) a jinými látkami
- ve vodě jsou též rozpuštěny plyny (O₂, CO₂,..)

2.1.2. Vodní zdroje Země

Hydrosféra, neboli vodní obal naší planety, vodní plochy pokrývají asi 71 % rozlohy Země a obsahuje přibližně 1.4 mld km³ vody. Pouze asi 3 % tohoto objemu tvoří voda sladká, která je vázaná především v **ledovcích** (zejména v Antarktidě).

Struktura vodních zásob na Zemi (v km³)

- oceány: 1 348 000 000
- sníh a ledovce: 29 000 000
- podzemní voda: 8 000 000
- řeky a jezera: 200 000

- atmosférická vlhkost: 13 000

Voda v mořích a oceánech

- Vody v mořích a oceánech je většina, asi 97 % všech světových zásob.
- Voda v mořích je obvykle bohatá na soli, v průměru obsahuje asi 35 g anorganických solí na litr.
- Voda v oceánech je významným akumulátorem tepla.

Věčně zmrzlá voda - Ledovce

- Představují většinu světových zásob sladké vody. Dělíme je na pevninské a mořské.
- Led má nižší hustotu než voda/hustota ledu mírně roste s poklesem teploty/, nižší měrnou tepelnou kapacitu, vyšší albedo /odrazivost matné plochy/.

2.1.3. Koloběh vody

Ročně se z oceánů vypaří asi 430 000 km³ vody, z níž většina spadne opět ve formě srážek do oceánů. Dalších 70 000 km³ se vypaří z pevnin. Ve formě srážek dopadne na pevninu ročně pouze cca 110 000 km³ vody, z níž velká část se vypaří, část odteče řekami (40 000 km³) a část dosáhne moře jako podzemní voda.

I ze stabilního ročního odtoku je však využitelná pouze malá část, protože většina odteče po přívalových deštích. Pouze asi **9 tis. km³** vody je využitelné člověkem.

Každý člověk přitom průměrně spotřebuje asi **7- 8 tis. m³** vody, a lidstvo skoro polovinu celkového využitelného množství.

Distribuce na obyvatele je velmi nerovnoměrná

2.1.4. Voda využívaná člověkem

- pitná - přímá konzumace, domácnosti,
- užitková - domácnosti, služby,
- technologická - průmysl, energetika, těžba surovin
- k zavlažování - svět spotřebuje 50-80 % celkové spotřeby

2.1.5. Znečištění vody

Znečišťující faktory

- toxické kovy
- toxické organické látky
- vysoká kyselost
- pevné látky

- zvyšování teploty odpadním teplem
- radioaktivita

2.1.6. Zásoby, kvalita a spotřeba vod v ČR

Zásoby vody

- ročně spadne asi **52 km³ srážek**, z toho se 68 % opět vypaří

Struktura spotřeby vody

- Celkově: 45 % průmysl, 24 % domácnosti, 14 % obchod a služby, 12 % doprava, 3 % zemědělství, 2 % stavebnictví

Příklady specifické spotřeby vody: (v litrech vody na osobu a den):

USA 300

Vyspělé západoevropské země 150 - 200

Česká republika 120

Rozvojové země 10

Hygienické minimum deklarované Světovou zdravotnickou organizací WHO 100

2.1.7. Problémy hospodaření s vodou (obecně)

- nerovnoměrná distribuce zásob
- velká závislost na srážkách
- kvalita voda používané k pití a průmyslově
- znečištění podzemních a povrchových vod (zemědělství, průmysl, těžba, domácnosti)
- znečištění oceánů (průmysl, zemědělství - splašky, těžba, havárie)
- nevhodné zásahy: nevhodné odvodňování (meliorace), nadměrné zavlažování (vede k zasolení)
- čištění vody (usazováním těžkých částic nebo odstraňování fosforu)

2.2. Ovzduší

Hlavní aktivity vedoucí ke znečišťování ovzduší: průmysl, doprava, energetika, zemědělství, domácnosti.

2.2.1. Atmosféra Země

Atmosféra funguje jako mnohoúčelové zařízení. Do atmosféry se denně řítí asi 20 miliónů meteoritů, které do ní vstupují rychlostí kolem 48 km/s. Atmosféra filtruje mnohá záření z vesmíru, hlavně ultrafialové záření.

Atmosféra je klimatizačním zařízením, které udržuje teplotu v rozmezí potřebné pro zachování života. Studený vzduch je těžší než teplý, tak se vzduch z vyšších a chladnějších zeměpisných šířek tlačí směrem k rovníku a vytlačuje nahoru již ohřátý rovníkový vzduch. Díky tomuto běhu je průměrná

roční teplota na povrchu 14 až 15⁰C. Vzduch v atmosféře je rovněž výborným transportním zařízením, které neustále přenáší obrovské množství vody.

Na udržení teplotní rovnováhy se podílejí vodní páry a oxid uhličitý v atmosféře - odrážejí část infračerveného záření, které Země emituje do vesmíru - přirozený skleníkový efekt.

Skladba atmosféry

Plyn	hmotnostní podíly	objemové složení %
Dusík (N ₂)	0,755	78,09
Kyslík (O ₂):	0,232	20,95
Argón (Ar)	0,013	0,93
Oxid uhličitý (CO ₂)	0,0005	0,038

- další složky: H₂O, He, CH₄, Kr, N₂O, H₂, O₃, Xe, SO₂, CFC...

Členění: troposféra (do 8-15km), stratosféra (do 15-55km),
mezosféra (do 80-90 km), termosféra (do 400 km), exosféra (nad 400 km)

2.2.2. Ozon

Ozon je bezbarvý plyn O₃, těžší než vzduch. Molekula ozonu je nestabilní a rozkládá se zpět na kyslík. Životnost molekuly ozonu v ovzduší se obvykle pohybuje v řádu desítek minut až hodiny.

Ozon v troposféře

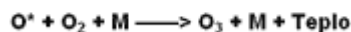
Ozon je v malém množství přirozenou součástí ovzduší v koncentraci kolem 60 µg/m³. Ve větší míře vzniká v troposféře např. při průchodem blesku atmosférou nebo v místech s vyšší intenzitou slunečního záření. Ozon je součástí fotochemického smogu, který vzniká na osluněných místech s vysokým znečištěním ovzduší. Jeho vznik je tedy podmíněn intenzivním slunečním zářením a přítomností některých primárních polutantů. Osmihodinový imisní limit ozónu je 180 µg/m³ a bývá v letním období překračován.

Ozon se vyznačuje výjimečně silnými oxidačními a dezinfekčními schopnostmi. Pro tyto vlastnosti se využívá k úpravě vody, neutralizaci pachů, likvidaci bakterií, virů a plísní. Při vyšších koncentracích (nad 350 µg/m³) způsobuje dráždění spojivek, nucení ke kašli a bolesti hlavy. Zřejmě z tohoto důvodu se vžila představa o obecné škodlivosti ozonu.

Na druhou stranu nikdo nepochybuje o významu a užitečnosti ozonové vrstvy, která zabraňuje průniku tvrdého UV záření k zemskému povrchu.

Ozon ve stratosféře

Ve výšce kolem 30 km se vlivem UV záření tvoří ozón. Díky ozónové vrstvě se k povrchu Země dostává jen 1% ultrafialového záření ze Slunce. Ozónová vrstva se při tom zahřívá.



Ozon klesá dolů a dochází k jeho postupnému rozpadu. Za normálních podmínek jsou procesy vzniku a zániku ozonu rovnováže a střední hodnota koncentrace ozonu je více méně konstantní 4-5 ppm (parts per million). Její maximální hodnota dosahuje 10 ppm. Této oblasti se říká ozónová vrstva (Ozonosféra). Hodnota koncentrace ozonu je zde mnohokrát větší než u povrchu země kde dosahuje hodnoty 0,03 ppm. Ochranná vrstva ozónu se chová jako filtr. Absorbuje podstatnou část UV záření (250 nm) a představuje účinnou ochranu života na zemi před tímto zářením..

Ozonová díra

- přirozené procesy a rovnováha narušena volnými radikály Cl, F, tvořícími se hlavně z CFC (freonů)
- vysoká stálost freonů (až stovky let) - velká setrvačnost v ozónové díře/vrstvě
- nad póly (Antarktida) je ozónová díra (po polární zimě/noci) zeslabena - průnik UV_B a UV_C záření

2.2.3. Hlavní plynné škodliviny

Skleníkové plyny (CO₂, metan CH₄, NO₂, CFC):

Oxid uhličitý v atmosféře nepropouští určitou infračervenou část spektra /v okolí vln.délek 4.26 μm a 14.99 μm/záření, které Země emituje zpět do vesmíru. Oxid uhličitý toto teplo zachycuje a brání v jeho unikání. Antropologické „posílení“ tohoto procesu vlivem vyšších emisí CO₂ do ovzduší je považováno za hlavní příčinu globálního oteplování. Atmosféra se zahřívá, mění se světová cirkulace atmosféry a následně dochází k posunu klimatických pásem. Dalším oteplováním by mohlo dojít k masivnímu tání ledovců a obrovským globálním problémům.

Koncentrace CO₂ v atmosféře :

objemově 0.0383% - 383 ppmv r.2006, /371 ppmv r. 2001/

hmotnostně 0.0582% - 2.996.10¹² tun

Oxidy síry (SO₂) a oxidy dusíku (NO_x, zejm. NO₂):

Kyselý déšť vzniká působením oxidů síry. Hnědé uhlí obsahuje asi 1% síry. Při spalování uhlí vzniká oxidací oxid siřičitý, který v ovzduší reaguje s vodní párou, nejdříve vzniká kyselina siřičitá, další reakcí potom kyselina sírová. Voda má neutrální pH 7, zatímco dešťová voda má pH 5,6. Působením kyselých dešťů se z pudy uvolňuje hliník, který je toxický pro koře-

nové systémy rostlin. Kyselé deště postihují především průmyslové oblasti jako Velkou Británii a východní pobřeží Spojených států.

Uhlovodíky (metan - CH₄), aldehydy, ketony, aromatické uhlovodíky

Metan se dostává do ovzduší v důsledku pěstování rýže a jiných zavlažovacích projektů, intenzivního chovu dobytka, těžbě uhlí, a uvolňuje se také při hnilobných procesech na odpadních skládkách a při jeho průmyslovém zpracování. K přibývání metanu přispívají rovněž bažiny a mokřiny i vyšší koncentrace oxidu uhelnatého (CO) v atmosféře. Koncentrace metanu zatím vzrostla o 151%, což za posledních 420 000 let se ještě nestalo. V osmdesátých letech koncentrace metanu klesla z 12 ppm na 4 ppm v letech devadesátých. Redukce emisí byla důsledkem striktních opatření uvalených na průmysl, od konce devadesátých let antropogenní emise metanu opět rostou vlivem nárůstu spotřeby uhlí v Číně.

Freony (halogenderiváty uhlovodíků):

Díky dohodě o jejich regulaci kvůli ozónové díře koncentrace těchto plynů vesměs buď klesají, nebo se jejich nárůst zbrzdil. Výjimkou jsou CHF₂Cl, CF₃CH₂F, PFC či SF₆, které se používají jako náhražky plynů likvidujících ozón.

Pevné částice (popílek, prach, saze):

Za respirovatelný prach jsou považovány prachové částice 8 μm a menší. Respirovatelný prach se díky své velikosti dostává hluboko do plic, kde zůstává trvale usazen. Objevují také se dohady o tom, že podíl na oteplování mají saze. Poblíž jejich zdrojů dochází k úbytku oblačnosti a na Zemi tedy dopadá velké procento slunečního záření. K tomuto jevu dochází v tropech, zvláště silný je pak nad Indickým oceánem.

2.3. Půda

Litosféra je vnější lehčí horninová část Země, pedosféra je zase nejsvrchnější část litosféry, kterou vytvořily **půdotvorné** procesy. Vznik půdy je složitý a dlouhotrvající proces. Rychlost tvorby půd je možno vyjádřit pomocí času, za který se utvoří 1 cm půdy z matečné horniny, trvá to 100-400 let; zemědělskými zásahy lze rychlost tvorby půdy zvýšit.

2.3.1. Půdy na Zemi

Souš zabírá celkem 148 mil. km², z toho asi

- 58 mil. km² jsou nenarušené přírodní ekosystémy,
- 40 mil. km² ostatní neobydlená území,
- 5 mil. km² zastavěná plocha,
- 45 mil. km² zemědělská půda.

2.3.2. Vznik a složení půdy

Vznik půdy

Základním procesem vzniku půdy je zvětrávání svrchní vrstvy matečné horniny. Poté přicházejí další abiogenní i biogenní procesy.

Půda je otevřený, poměrně samostatný systém mnoha složek a všech skupenství, kde probíhají nepřetržitě chemické fyzikální a biologické procesy. Mezi hlavní procesy patří rozklad a přeměny minerálů, výměna iontů, syntéza a rozklad organických látek, oxidačně redukční procesy, transport látek a iontů.

Složení půdy

- Zbytky matečné horniny, proměněné procesem zvětrávání, důležitou složkou jsou jílovité minerály. Tvoří asi 35- 45% objemu půdy.
- Půdní roztoky, obsahující živiny, přístupné rostlinám. Tvoří 15- 35% objemu. Součástí je také voda, jejíž tenká vrstvička leže k nespočtým drobným úlomkům hornin.
- Půdní plyn, v podobném složení jako vzduch, ale obohacený o CO₂, o uhlovodíky a další zplodiny rostlinného a živočišného metabolismu 15- 25% objemu.
- Humus - neživá biomasa v různém stupni rozkladu. Tvoří 5- 15% objemu.
- Půdní mikroorganismy (řasy, sinice, houby, prvoci) a kořenové systém rostlin, hmyz a živočichy - edafon.

Do přirozeného vývoje půd zasahuje člověk již od úsvitu civilizace. Orná půda zaujímá desetinu plochy všech pevnin. Její výměru už však nelze příliš zvětšovat. Zemědělská půda lidstvu nyní produkuje 97% potravin (z moří, řek, jezer necelá 3%).

Problémem pro půdu jsou kontaminace a ztráty zastavěním. Úbytky půdy tímto způsobem celosvětově rostou. Každých 10 let je tedy zapotřebí na světě dvojnásobek plochy pro továrny, domy a dálnice než v předchozím desetiletí.

V současné době ubývá na světě ročně 50-70tis. km² zemědělské půdy. Zásahy člověka také ovlivňují přirozenou vsakovací schopnost půd.

Úrodnost půdy závisí na obsahu živin, organických látek a na půdní reakci. Např. deštné pralesy mají živiny vázány přímo v biomase, půda sama je zde chudá, protože deště vyplaví vše, co vyplavit lze, a rychlý bakteriální rozklad, kterému klima přeje, vykoná zbytek. Na mladších substrátech, zvláště vulkanického původu, mohou být tropické půdy krátkodobě relativně úrodné. Pokud je prales vypálen, popel obohatí půdu, která je pak úrodnější, nicméně díky deštům jednak dochází k rychlé půdní erozi, jednak jsou živiny rychle vyplaveny, takže již po 2-3 letech se získaná oblast nedá dále pro zemědělství použít.

2.4. Krajina

Krajina je území s typickou kombinací přírodních a kulturních prvků a charakteristickou scénérií. V ČR převládá kulturní krajina s vysokým stupněm využívání (zemědělství, zástavba, komunikace).

Vlivy průmyslu na krajinu

- Kyselé deště
- Emise do ovzduší tvořené pevnými a plynnými látkami unikajícími ze zdrojů znečištění. Poté, co dojde ke styku emisí například s vodními parami, prachem, půdou a jiným, stávají se z emisí imise.
- Těžba
- Výstavba dálnic, průmyslových a energetických celků,

Vliv turismu a rekreace

- lyžování: vleky, lanovky, sněžné skútry, hluk, odpady
- rozptýlená zástavba chatami, atd.

Těžba surovin a její vliv na krajinu

Těžba porušuje vzhled krajiny, v takto postižené krajině dominují tvary uměle vytvořené činností člověka (např. haldy, prohlubně a lomové stěny). Hnědé uhlí, některé rudy (např. železné rudy s malým obsahem kovu), stavební a keramické hmoty a sklářské suroviny se těží povrchově v lomech a výrazně mění tvář krajiny. Při chemickém způsobu těžby vychází suroviny na povrch v upravené podobě, ovšem chemické způsoby těžby ohrožují povrchové i podzemní vody.

2.4.1. Ochrana krajiny

Chráněné oblasti CHKO (6 kategorií)

1. národní parky (NP) (Krkonoše, Šumava, Podyjí, České Švýcarsko, celkem 1,4 % území)
2. chráněná krajinná oblast (CHKO) (celkem 25, 13,5 % území r.2006)
3. národní přírodní rezervace (NPR),
4. národní přírodní památka (NPP),
5. přírodní rezervace (PR),
6. přírodní památka (PP)

Celkem představují cca 15% území ČR. Dalším typem ochrany jsou biosférické rezervace, které jsou zahrnuty v celosvětové síti UNESCO:

- NP: Krkonoše, Šumava
- CHKO: Křivoklátsko, Pálava, Třeboňsko, Bílé Karpaty

2.5. Biosféra

je ta část planety, kde se (byť i jen sporadicky) vyskytují nějaké formy života. Teorie, podle které je biosféra sama o sobě živým organismem, ať už konkrétně či metaforicky, je známa jako Teorie Gaii.

2.5.1. Život, vztahy mezi živými organismy a prostředím

Pokud tvor má schopnost se rozmnožovat, schopnost pohybu, růstu a příjmu a výdeje energie, označíme jej za živý organismus. Z toho plynou i další znaky jako je

- Dráždivost
- Reprodukce (+ dědičnost)
- Evoluce - vývoj (jedince-ontogeneze, druhu-fylogeneze). K vývoji druhu dochází postupnou změnou genetické výbavy příslušníků tohoto druhu.

Důležitým atributem každého organismu je schopnost adaptace na změny životních podmínek. Druhy, které se změnám nedokážou přizpůsobit, vyhynou. Schopnost vyrovnat se např. s výkyvy teplot nebo se změnami koncentrace CO₂ ve vzduchu (u rostlin) nazýváme tolerance (snášenlivost). Postupným vývojem druhů dochází k divergenci, kdy se původně jeden druh rozštěpí na několik nových (např. druhově bohaté prostředí tropických deštných lesů - zde žije až polovina světových druhů).

2.5.2 Biodiverzita (biologická rozmanitost)

- zdůrazňuje rozmanitost a různorodost organismů a jejich prostředí. Přitom nejde o pouhý součet všech genů, druhů a ekosystémů, ale spíše o variabilitu uvnitř a mezi nimi. Proto je biodiverzita v tomto pojetí považována za vlastnost života.

Čím rozmanitější ekosystém, tím vyšší je pravděpodobnost jeho obnovy třeba i po velké katastrofě. Do určité míry tak může biodiverzita působit jako pojistka proti krizi životního prostředí.

3. Člověk a jeho zásahy a prostředí

3.1. Člověk a vývoj

Asi za **1,5 miliardy let** po vzniku Země se začaly objevovat první známky života. Člověk se na Zemi objevil mnohem později, jeho první předchůdci se objevují kolem před dvěma až jedním milionem let.

Předchůdci člověka (Hominidi, Ramapithékové, Australopithékové) - 1.5 mil. let.

Pravěký člověk (Homo Habilis, Homo Erectus, Homo Sapiens Neanderthalis)
– 750 000-250 000 let
Člověk dnešního typu (Homo Sapiens Sapiens) - před cca 40 000 lety

Na vztah člověka k životnímu prostředí měl zásadní vliv přechod od původní extenzivní formy využívání přírodních zdrojů sběrem a lovem k cílenému pěstování rostlin a chovu zvířat.

3.1.1. Změny ve způsobu zajištění výživy

Souvislosti

- souvisejí se změnami klimatu (střídání zalednění s meziledovými dobami),
- nárůst lidské populace,
- nutnost skladovat potravu
- v teplém pásmu přetrvávají původní způsoby výživy někde i dodnes

Postup

- nejdříve sběrači, lovci => přírůstek obyvatelstva => tento způsob získávání potravy nedostačuje
- přechod k usedlejšímu osídlení - zemědělství (nejdříve v teplém pásmu - údolí velkých řek)
- později rozšíření zemědělského osídlení i do mírného pásma
- domestikace zvířat
- šlechtění zemědělských plodin (několikanásobný vzrůst výnosů - např. obilovin)

3.2.2. Negativa přechodu k zemědělství

- změna životního prostředí (vypalování lesů, zasolování půdy po zavlažování)
- rozšíření nemocí a epidemií kvůli nahromadění lidí nastartování neudržitelného rozvoje (těžba, dodatečná energie ...)
- postupné rozvrstvení populace podle majetku,
- vznik partiarchální společnosti...

Společenstva sběračů a lovců patří k jediným dodnes existujícím společnostem s trvale udržitelným životním stylem (ale jen tam, kde se udržela rovnováha mezi odlovem a přírůstkem),

Vlivy zemědělství

Na půdu a vodu

- hnojení (=> eutrofizace povrchových vod, úbytek humusu),
- používání pesticidů (=> průnik do pitné vody, řek, vstup do potravního řetězce),
- používání těžké techniky (=> zhutňování),
- zavlažování (=> zasolování),

Na biodiverzitu

- likvidace přirozených porostů
- používání pesticidů a chemikálií

- na atmosféru zejm. v živočišné výrobě: NO_x , NH_3 , H_2S , CO_2 , CH_4 ...

3.2. Energetika

Na konci středověku mohl disponovat člověk díky tažnému dobytku a mlýnům 10 kWh energie denně. Dnešní člověk v rozvinutých zemích spotřebuje mnohem více 100 kWh denně (doprava, topení, stroje, svícení...).

Ročně přibude 100 miliónů lidí a pro ně se musí vybudovat nové zdroje. Každému nově narozenému člověku je třeba dodat minimálně 0,5 tuny potravin ročně (0,2 ha půdy, 50 kg hnojiva ročně), tunu pitné vody ročně a kapacitu elektráren o 0,1 kWh zvýšit.

Zdroje energie jsou nerovnoměrně rozděleny. Třetina obyvatel spotřebovává 80 % světového úhrnu energie. Odhadem lidstvo spotřebovalo od objevu ohně kolem 5 000 000 TWh energie. ... a kolik jí budeme ještě potřebovat a co to bude stát?

Poptávka po energii stoupá.. za jeden rok se vytěží tolik ropy, uhlí a zemního plynu, kolik se toho vytvořilo během dvou miliónů let.

3.3.1. Energie, její formy, produkce, distribuce a spotřeba

Energii nelze vytvořit ani zničit. Celková energie skrytá v dané hmotnosti látky je vyjádřitelná známým vzorcem $E = mc^2$. Z této celkové energie je však při však "rozumně" uskutečnitelných přeměnách získatelný zlomek procenta - a to ještě jen díky možnostem využití energie atomových jader. Energie je stavová veličina, kterou lze popsat velmi zjednodušeně jako schopnost konat práci. Může se transformovat mezi soustavami prací, teplem nebo přenosem hmoty do různých podob: jaderná energie (slabá a silná jaderná interakce), energie elektromagnetického pole a gravitační. Obvykle energii rozdělujeme do 2 kategorií:

- potenciální (energie daná polohou v potenciálovém poli)
- kinetická (pohybová)

V makroskopickém pohledu zavádíme energii vnitřní jakožto součet všech kinetických a potenciálních energií částic uvažovaného tělesa.

Z hlediska praktické využitelnosti je podstatná právě vhodná forma energie, umožňující:

1. snadné a levné získávání bez negativních vlivů na ŽP
2. snadný a bezztrátový přenos
3. efektivní akumulaci (uchovávání)
4. snadnou přeměnu na jinou formu energie

Z těchto hledisek se dosud jako nejvýhodnější jeví a používá elektřina, splňující kritérium relativně bezztrátového přenosu a snadné přeměny. Nevyhovuje však hledisku šetrného získávání s minimálním vlivem na ŽP a nelze ji levně a s minimálními ztrátami akumulovat.

3.3.2. Neobnovitelné zdroje energie

Fosilní paliva

1. uhlí
2. ropa
3. hořlavé břidlice a písky
4. rašelina
5. zemní plyn

Jaderné palivo

1. uran 238, 235, thorium

3.3.3. Vliv energetiky na ŽP

Nejpodstatnějšími vlivy energetiky na životní prostředí jsou:

- spotřeba neobnovitelných zdrojů (nejen paliva, ale i surovin např. vápenec pro odsířování)
- znečištění ŽP, zejména ovzduší i
- změna tvárnosti krajiny (při povrchové těžbě paliv - uhlí)
- změna klimatu (lokální i globální)

Vliv na znečištění ovzduší:

Tvorba SO₂ ročně (při stejném výkonu 2 GW):

- v tepelných elektrárnách asi 21000 tun
- v plynových elektrárnách asi 1000 tun
- u spalování biomasy, bioplynu asi 3000 tun
- u jádra: 6000 tun

Vliv na globální změnu klimatu:

Kolik CO₂ se uvolní při výrobě 1 GWh elektřiny?

- v tepelných elektrárnách asi 1000 tun
- v plynových elektrárnách asi 500 tun
- v jaderných elektrárnách cca 9 tun
- u obnovitelných zdrojů cca 5 tun

Shrnutí

Roční spotřeba energií v ČR činí přibližně 320TWh (elektřina 55TWh; teplo 265TWh).

Negativní vlivy na ŽP (negativní externality) lze shrnout pod ukazatel, vyjádřený v korunách, např.

Výrobě 1 MWh elektřiny odpovídají tyto externality (údaje z r. 2006):

- uhelné elektrárny s odsířením: 1800,- Kč
- kogenerace elektřina+teplo: 720,- Kč
- plynové elektrárny: 350,- Kč
- jaderná elektrárna: 20,- Kč
- obnovitelné zdroje: od 15,- Kč

3.4. Alternativní zdroje

3.4.1. Vodní energie

Základní rozdělení vodních elektráren je na malé a velké vodní elektrárny. Vodní elektrárny jsou významnou alternativou k tepelným elektrárnám, i když jejich nasazení je omezeno přírodními podmínkami. Mezi všemi zdroji energie jsou unikátní jímka velké přečerpávací elektrárny, které umožňují jednoduchou, efektivní a ekologicky čistou akumulaci energie². Velké naděje jsou vkládány do malých vodních elektráren, které ale pro Českou republiku nejsou příliš efektivní.

Pro výpočet využitelné potenciální energie vody využijeme vztah:

$$E_p = Q \cdot t \cdot \rho \cdot g \cdot \langle h \rangle$$

- kde ρ je hustota vody
- g je tíhové zrychlení
- $\langle h \rangle$ je střední hodnota převýšení zemského povrchu

Takže maximální výkon, který mohou vodní toky poskytnout se vypočte pomocí:

$$\langle P \rangle = E_p / t = Q \cdot t \cdot \rho \cdot g \cdot \langle h \rangle / t = Q \cdot \rho \cdot g \cdot \langle h \rangle$$

- kde $\langle P \rangle$ je střední hodnota výkonu

3.4.2. Energie větru

S výrobou elektrické energie z větru se započalo v minulém století, dnes existuje ve světě přes 20.000 větrných elektráren, z nichž některé dosahují výkonu až desítek MW. Německo má dnes nainstalováno 17000 MW. V současnosti se na výhodných lokalitách prosazují větrné farmy, jedná se o spojení soustavy turbín. Základním konstrukčním prvkem větrné elektrárny je rotor, zpravidla s vodorovnou osou a s počtem listů dle potřeby (pro nejvyšší otáčky jen s jedním listem a s protizávažím). Pohybuje-li se objem V vzduchu rychlostí v , je jeho kinetická energie rovna:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V \cdot v^2$$

- kde ρ je hustota vzduchu

Postavíme-li proudícímu vzduchu kolmo do cesty plochu S , projde touto plochou za čas t objem vzduchu:

$$V = S \cdot v \cdot t$$

Pokud bychom dokázali využít všechnu kinetickou energii vzduchu, byl by výkon větru proudícího plochou S dán vztahem:

$$P = E_k/t = \frac{1}{2} \rho \cdot S \cdot v^3 \cdot t/t = \pi \rho d^2 v^3 / 8$$

3.4.3. Sluneční energie

Roční spotřeba energií v ČR činí přibližně 320TWh, což představuje 0,4% z množství energie slunečního záření dopadajícího na naše území. Na hranici atmosféry Země dopadá ze Slunce intenzita záření 1300Wm^{-2} (solární konstanta). Ročně během cca 1500 hodin slunečního svitu dopadne na území ČR něco kolem 80 000TWh energie ze Slunce. Na 1m^2 plochy ČR tak dopadne během roku přibližně 1000 kWh. Sluneční energie má ovšem stejně jako větrná jednu velkou nevýhodu – nerovnoměrnost přísunu a nízkou účinnost při přeměně na elektřinu. Přeměna sluneční energie na užitečnou :

Solární zařízení	
Aktivní	Pasivní
přeměna na teplo /term.kolektory/	Solární architektura
přeměna na elektřinu /FV kolektory/	
sekundární přeměna na elektřinu	

3.4.4. Energie biomasy, bioplyn

Spalování biomasy jen mírně urychluje přirozený přírodní proces rozkladu organické hmoty s únikem CO_2 a díky tomu jí lze lehce přizpůsobit k okamžité potřebě. Toto spalování se považuje za CO_2 neutrální. Velmi významné je nahrazení hnědého uhlí s vysokým obsahem síry téměř bezsírnatým biopalivem. V České republice je potenciál biomasy poměrně velký. Produkce tepla z biomasy je schopna pokrýt asi pětinu spotřeby. Zajímavé je používání tzv.bionafty a biolihu pro motorová vozidla.

3.5.5. Možnosti energetických úspor

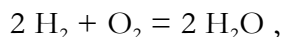
Potenciál úspor je větší než se zdá. Důležitou tezí udržitelného vývoje je nezvyšovat energetickou náročnost při rostoucím HDP. K tomuto cíli vedou inovace technologických postupů, zvyšování účinnosti energetických přeměn (nyní aktuální pro uhelné elektrárny z původních 35% až ke 48%) a hlavně pasivní úsporná opatření.

Snížení tepelných ztrát budov (lze jít na $\frac{1}{4}$ současného stavu).

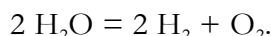
Snížování energetické náročnosti dopravy a výroby (obtížné).

3.6 Co je třeba vědět pro diskusi na téma "energetika" :

V představách o "vodíkových palivech" lidé často zapomínají na to, že je nejprve pro ně třeba mít elektřinu, vodík sice lze získat z vody, ale samovolně to nejde. Při spalování se získává energie (exotermickou) reakcí



tedy není možné bez přívodu minimálně stejného množství energie provést reakci opačnou (endotermickou) k získání H₂:



K této endotermické reakci, která probíhá při elektrolýze vody, dochází také ve vodní páře za vysokých teplot. Jsou snahy vyrábět vodík právě rozkladem vody za vysokých teplot (900°C) za použití katalyzátoru a recyklace nerozložené páry. Tento postup bude energeticky výhodnější než výroba elektřiny a následná elektrolýza, nicméně výzkum v tomto směru nebyl ukončen.

Vzhledem k tomu, že vodík lze získat z vody pouze za dodání příslušné energie, nemůže být vodík chápán jako primární energetický zdroj, jen jako akumulární médium pro skladování či přenos energie.

Všechny akumulátory jsou založeny na vratné chemické reakci a příslušné chemické formy musí být samozřejmě v akumulátoru přítomny. Proto jsou akumulátory „těžké“ a jejich kapacita omezená. Elektromotor z nich napájený vychází váhově, právě vzhledem k hmotnosti baterií, značně nepříznivěji než např. motor na benzín či naftu s nádrží paliva.

Palivové články by mohly tento stav změnit, ale i jejich možnosti jsou omezené. Nejlépe „váhově“ vychází právě spalování vodíku v palivových článcích. Energetická účinnost běžných akumulátorů pro "skladování elektřiny" je pouze 60%, což je dokonce méně, než u moderních přečerpávacích elektráren, představujících dnes jedinou možnost jak ve velkém skladovat elektřinu.

Látka	Teplota_varu °C	Hustota_kapaliny kg/litr	Energie_kWh na 1 litr kapaliny
Vodík	-252,87	0,070	2,333
Methan	-164,0	0,466	6,430
Methanol	+64,70	0,791 (při 20°C)	4,113
Peroxid vodíku	+152	1,450 (při 20°C)	1,288 (+ 2,866 = 4,154)

Pro srovnání: 1 litr nafty (hustota 0,8kg/litr) obsahuje 9,750 kWh využitelné energie. Olověný akumulátor může dosáhnout okolo 0,030 až 0,035 kWh/kg což odpovídá 0,014 až 0,017 kWh/litr (hustota 2,1 kg/litr).

Plyny (kromě vzácných) tvoří zpravidla dvojjatomové molekuly. Jsou tu snahy připravit tzv. atomární vodík, neboť reakce $2\text{H} = \text{H}_2$ by poskytla obrovské množství tepla, větší než spalování vodíku, ale atomární vodík neumíme zatím skladovat. Pokud bychom to uměli, znamenalo by to např. převrat v kosmonautice.

Podobně je získávání tepla spalováním uhlí založeno na exotermické chemické reakci $C + O_2 = CO_2$, takže není možné postavit zařízení, které by při spalování uhlí produkovalo méně CO_2 , než odpovídá energii uvolněné touto reakcí. Emise lze snížit jen zvýšením účinnosti zařízení a nebo jímáním CO_2 . Zvýšit účinnost zařízení ovšem není nikterak snadné a jímání je opět energeticky náročné. Pokud místo uhlí spalujeme ropu či zemní plyn, tedy uhlovodíky, je množství CO_2 vzniklého spálením v přepočtu na jednotku energie menší (u ropy ve srovnání s uhlím 70%, u zemního plynu 54%), protože část tepla získá spálením obsaženého vodíku.

Opačná reakce, tedy vázání CO_2 (a vody) do organického materiálu za využití sluneční energie, probíhá v rostlinách při fotosyntéze (účinnost je ovšem malá obvykle 1%). Spálením vzniklé biomasy se CO_2 opět uvolní, proto je spalování biomasy z hlediska bilance CO_2 neutrální. Jinak je likvidace CO_2 , vzniklého spalováním fosilních paliv nemožná, spotřebovalo by se na to totiž více energie, než se získalo při jejich spálení. Uvažuje se sice např. o vhánění CO_2 do zemích dutin, vzniklých při těžbě ropy a zemního plynu, ovšem kapacita těchto prostor je omezená, a množství CO_2 , vzniklého spalováním představuje miliardy tun ročně. Navíc odsiřovací postupy pro zachyt oxidu siřičitého ze spalin produkují zpravidla dodatečný CO_2 , který se uvolňuje z vápence při reakci s oxidem siřičitým.

Elektrinu v převážné míře produkujeme s využitím mechanické energie získané pomocí tepelného stroje (parní stroj či turbína, spalovací motor či plynová turbína).

Tepelný stroj je zařízení, které odebírá teplo z teplejšího zásobníku, využívá ho z části k výrobě mechanické práce a nevyužitě (ve skutečnosti nevyužitelné) teplo předává do chladnějšího zásobníku.

Teoretická (tj. maximální) účinnost tepelného stroje, je dána vztahem $W/Q = (T_2 - T_1)/T_2$, kde W je množství získané mechanické práce, Q množství tepla, dodaného z teplejšího zásobníku, T_2 je teplota na vstupu a T_1 teplota na výstupu, obojí v kelvinech. Účinnost stroje je tím vyšší, čím vyšší je vstupní teplota média a čím je nižší teplota výstupní.

To vede k stále snaze zvyšovat teplotu páry na vstupu parních turbin, neb čím vyšší teplota T_2 , tím vyšší účinnost. V poslední době se pro zemní plyn používají plynové turbíny, kde je vstupní teplota vyšší a jejich výstupní plyn se teprve používá k výrobě páry. Špičková dnes dosažená účinnost těchto zařízení činí 59%.

U klasických parních elektráren dosahuje max. účinnost 40%. Třeba ovšem upozornit, že teplota a tlak páry, které přímo ovlivňují maximální účinnost tepelné elektrárny, jsou značně vysoké, u elektrárny Chvaletice je teplota páry na výstupu z kotle 540 °C při tlaku přes 13 MPa.

Představa, že by něco podobného mohly dosahovat třeba malé zdroje na biomasu při přiměřené ceně je iluze. Všechna tato zařízení mohou být ekonomická jen při současné výrobě tepla, případně jako pouhé výtopy. Totéž platí i pro malé zdroje, používající zemní plyn. Větší výtopy na zemní plyn, které vyžadují vedení tepla na větší vzdálenost, se ovšem nevyplatí vůbec, protože ztráty v rozvodech tepla dosahují běžně kolem 30% a lokální kotle na zemní plyn mají stejnou účinnost jako kotle velké a pracují automaticky. Celkové ztráty elektriny v rozvodech představují u nás až 4%.

Teplotu na výstupu tepelného stroje naproti tomu nejsme schopni příliš regulovat, neboť páru na výstupu turbíny zkapaňujeme v kondenzátoru, chlazeném vodou z chladících věží nebo z řeky či moře. Za turbínou je totiž podtlak daný tenzí vodní páry při dané teplotě a udržovaný vývěvou. Elektrárny s chladícími věžemi neochladí vodu tak, jako moře, mají proto menší výkon i účinnost než jinak stejné elektrárny chlazené mořskou vodou. Nejlepším příkladem jsou jaderné elektrárny vybavené stejnými typy reaktoru, kde čistý elektrický výkon elektrárny, chlazené vodou z moře je o cca 15% vyšší.

Pro motory vozidel je výstupní teplota pochopitelně vyšší než u většiny velkých stacionárních zařízení, neboť výstupní medium vypouštíme přímo do atmosféry.

Skutečnost, že plynové turbíny dovolují dosažení vysoké účinnosti, vede ke snaze o zplynování uhlí. U jaderných elektráren s tlakovodními reaktory je účinnost přeměny jaderné energie na elektrickou jen něco málo přes 30%, neboť jsme omezeni teplotou varu vody při používaném tlaku, v praxi je nad 300°C. Vyšší účinnost lze dosáhnout u reaktorů chlazených plynem nebo tekutým sodíkem. Tekutý sodík se používá u rychlých reaktorů, které existují zatím jen v prototypu. V Británii jsou provozovány reaktory chlazené plynem CO₂.

Pokud **tepelný /Carnotův/ cyklus obrátíme**, tj. když přečerpáváme teplo ze studeného zásobníku do zásobníku teplého pomocí přidané energie, lze na výstupu získat více tepla. Poměr množství tepla na výstupu Q a množství mechanické práce W spotřebované k pohonu čerpadla w je dáno vztahem:

$$Q/W = T_1 / (T_2 - T_1).$$

Na tomto principu pracuje kompresorová chladnička a tepelné čerpadlo, schopné dodávat asi 3krát více tepla, než by odpovídalo spotřebované elektřině. Tepelné čerpadlo pracuje tím účinněji, čím menší je rozdíl teplot na vstupu a na výstupu. Tak se často užívá ve spojení s podlahovým topením, kde teplota kolísá kolem 35°C.

Podobného efektu lze dosáhnout tím, že za příslušný stroj (parní turbínu, kogenerační jednotku atd.) zařadíme topnou soustavu. V takovém případě získáváme opět více tepla, než by odpovídalo poklesu výkonu příslušného elektrického generátoru, měřeno jeho účinností při provozu bez odběru tepla.

Ale stejně jako v případě tepelného čerpadla je efektivita tohoto pochodu tím větší, čím nižší je teplota na výstupu sekundárního zdroje tepla (např. výměníku za kogenerační jednotkou, páry, odebírané z turbíny teplárny). Protože k vedení tepla na větší vzdálenost zpravidla vyžadujeme vyšší teplotu na vstupu potrubí, je tento postup omezen na blízké odběratele.

Nevýhodou kombinované výroby tepla a elektřiny je také vzájemná provázanost výroby tepla i elektřiny (tj. musíte mít zajištěn odbyt pro obojí, např. v létě moc tepla neprodáte). Z tohoto důvodu se také používá dvou základních uspořádání turbín a to protitlaké - veškerý výstup se využívá pro produkci tepla a odběrové, kde se může odebírat jen část páry. V každém případě je odběr páry vykoupen nižší výrobou elektřiny.

3.3. Průmysl

Problémy průmyslu z hlediska ŽP souvisejí s velkými materiálovými a energetickými toky ve výrobě. Přírozenou snahou výrobního podniku by mělo být neprodělat a přitom co nejméně čerpat přírodní zdroje a co nejméně předat zátěže do okolí. Zatím není nutností řešit výrobní proces environmentálně šetrně, zvláště v zemích, kde se průmysl dostává do neuvěřitelných obrátek jako je Čína, Indie.

V Evropě se nyní vyvíjejí se tzv. eko-indikátory, které postihují podstatné oblasti zátěže průmyslu na okolí, jejich aplikace by umožnila znevýhodnit na trhu podnik, který nadměrně zatěžuje ŽP. Hlavními sledovanými indikačními parametry jsou:

- znečištění ovzduší a okolí
- hospodaření s odpadními vodami, nebezpečí kontaminace
- vhodné nakládání s odpady
- sanace a zábor půdy
- snížení hluku

Přímé nástroje státu k ovlivnění chování podniků nemají "tržní" charakter, tedy nejsou příliš účinné. Řada z těchto přímých nástrojů je (nejen v ČR) uplatňována, neboť se poměrně jednoduše sledují a jiné nástroje pro stanovení mezí nejsou zatím adekvátní. Patří sem:

- zákony
- vyhlášky -> limity (emise do ovzduší, vypouštění odp. vod, znečištění půdy), normy (např. hygienické, pracovní, atd.),
- předpisy ukládající dodržování předepsaného postupu (povinné hodnocení, schvalování, souhlasy, povolení)

Nepřímé nástroje mají výhodu působit tržně - ekonomicky stimulovat, případně stimulovat i morálně. Patří sem:

- věcně usměrňované ceny (energie, nájmy,...), státem dané odhadní ceny (např. pozemků) a nepřímé působení na ceny daněmi (spotřební daň, silniční daň, ekologická daň,...)
- poplatky (smyslem je tzv. internalizovat externality): za uložení odpadu, znečištění ovzduší, za odběry povrchové a podzemní vody, za vypouštění odpadní vody, za odnětí zemědělské půdy, za vydobyté nerosty
- granty, dotace, zvýhodněné úvěry
- cla
- náhrada škod

3.4. Doprava

Problém pro ŽP: doprava představuje kumulaci emisí, hluku, záboru půdy

3.4.1. Silniční doprava

Nákladní doprava

je z hlediska ŽP zvláště při dopravě na větší vzdálenosti nevhodným druhem dopravy ve srovnání s železnicí či lodní dopravou. Má však řadu praktických výhod, díky nimž je stále častěji preferována:

- pohotovost, pružnost (doprava snadno "od domu k domu")
- zejména na kratší vzdálenosti je rychlejší než železniční doprava
- konkuruje ve velkém i tradiční námořní a zejména říční lodní dopravě (což např. přístav Hamburg pociťuje velmi silně)

Osobní doprava

sleduje trendy ve vyspělých zemích:

- nárůst individuální dopravy (i ve městech)
- pokles počtu přepravených osob v MHD
- vzniká začarovaný kruh: pokles počtu přepravených osob - rušení spojů - další pokles počtu přepravených osob ...

Nedostatky nejen u nás:

1. rapidní nárůst počtu osobních automobilů na počet obyvatel
2. nedostatečná silniční dopravní infrastruktura (řídka síť dálnic a rychlostních komunikací),
3. zanedbaná silniční dopravní infrastruktura (špatný stav silnic a dalších dopravních staveb, nedostatek prostředků na údržbu a opravy)

3.4.2. Letecká doprava

Celosvětově podíl letecké přepravy (zejména osobní) vzrůstá. Letecká doprava se jednak

- podílí na produkci skleníkových plynů (přestože je spotřeba leteckého benzínu nepřímo dotována – neplatí spotřební daň)
- působí znečištění ve vyšších vrstvách atmosféry než doprava pozemní.
- z energetického hlediska jde o nejnáročnější dopravu.

3.4.3. Lodní (říční a námořní) doprava

Výhody:

- relativně nízká energetická náročnost
- vhodné pro přepravu hromadných substrátů.

Nevýhody:

- nižší přepravní rychlost
- znečištění povrchových vod zejména ropnými látkami

3.5. Odpady

Odpad je věc, které se člověk /podnik/ zbavuje nebo má úmysl se jí zbavit. S vyprodukovaným odpadem je třeba nějakým způsobem naložit. Obvykle využije jedna z možností:

opětovné využití

materiálové využití

- recyklace

- kompostování

energetické využití

- přímé spalování / zplyňování

- výroba paliv

uložení na skládce odpadů

Základní teze: omezit vznik odpadů, užívat výrobky s dlouhou životností

3.5.1 Nebezpečné odpady

Mezi nebezpečné odpady řadíme:

- oleje a tuky (minerální nebo syntetické)
- rozpouštědla, kyseliny, zásady, odmašťovací přípravky, těžké látky
- fotochemikálie
- pesticidy a jiné přípravky používané v zemědělství
- zářivky a jiný odpad obsahující rtuť
- baterie a akumulátory všeho druhu
- barvy, laky, mořidla, tiskařské barvy, tonery, lepidla, pryskyřice
- léky (prášky, masti, tinktury)
- zdravotnický materiál
- chladničky, mrazáky (freony)
- obrazovky (televizory, monitory)

3.5.2 Recyklace

Recyklace je jednou z cest k řešení surovinového problému. Meze recyklace vycházejí z toho, že úplný uzavřený koloběh látek a energií není proveditelný. Důležitá je energetická náročnost zpracování určitých odpadů, v nichž může být požadovaná druhotná surovina rozptýlena tak, že její získávání sběrem je zatím neefektivní. Příklady vhodné k recyklaci:

- hliníkové plechovky /výroba Al je energeticky náročná/
- upotřebené primární elektrochemické články /vzhledem k ochraně ŽP mají přednost články obsahující rtuť a stříbro.
- neplnohodnotná recyklace – downcycling / např. u PET lahví/
- papír.

4. Fyzikální složky prostředí člověka:

Fyzikální faktory (gravitace, atmosférická tlak, teplota, světlo, záření aj.), za kterých se člověk, podobně jako většina organismů, vyvinul, jsou stále nezbytnou podmínkou jeho existence. Většina organismů má predispozice žít pouze v určitém přírodním prostředí. Člověk se odlišuje, je schopen díky technice žít téměř všude.

V dobách dřívějších si člověk uchovával vztah s přírodou. Ovšem dnes je člověk běžně zasazen v umělém prostředí a to mnohdy nerespektuje ani běžné nároky na zdravé prostředí. Dnešní člověk je některým fyzikálním faktorem exponován nad úroveň běžnou v přírodě. Platí to především o hluku, elektromagnetickém smogu aj.

Zatím si všimneme si pouze dvou, které jsou častým námětem dotazů.

4.1 Ionizující záření

Ionizující záření je záření, jehož kvanta mají energii, že jsou schopna vyřadit elektrony z atomového obalu a tím běžnou látku ionizovat (≥ 5 keV). Ionizující záření patří neoddelitelně k pozemskému životu. V minulosti byla úroveň radiace na Zemi dokonce podstatně vyšší než dnes, doprovázela celý vývoj života na Zemi a svou schopností poškodit organické molekuly se významně podílela na evoluci.

Přírozené radiační pozadí pochází z vesmíru i pozemských zdrojů a jeho úroveň je v různých místech Země rozdílná. Kosmické záření je absorbováno v atmosféře, a proto jeho intenzita roste s nadmořskou výškou tak, že ve výšce 3000 m.n. mořem dosahuje téměř dvojnásobku přímořské úrovně.

Přírodní zdroje záření:

- Kosmické záření
- Záření zemské kůry
- Radiace z izotopů, které jsou v ŽP běžné ^{40}K , ^{14}C , ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th

Průměrný dávkový příkon od pozemských radionuklidů je kolem **0,057 $\mu\text{Gy/h}$** , extrémní hodnoty jsou na monazitových píscích (Guarapari v Brazílii až 50 $\mu\text{Gy/h}$, Kerala v Indii 2 $\mu\text{Gy/h}$) nebo na horninách s vysokou koncentrací radia (Ramsar v Iránu 1 - 10 $\mu\text{Gy/h}$).

Technologické (umělé) zdroje záření:

- Jaderné výbuchy – např. zkoušky zbraní
- Poruchy a havárie jaderných zařízení
- Likvidace radioaktivního materiálu
- Výroba a aplikace radioaktivních zářičů

- Rentgenová a radioizotopová lékařská vyšetření
- Některé spotřební výrobky (barevné televize, barviva,...)

4.1.1 Jednotky, veličiny, limity

Dávka

jednotkou dávky je 1 gray (Gy) rovný jednomu 1J energie předané 1kg látky. Různé druhy ionizujícího záření mají při shodné dávce rozdílné biologické účinky.

Dávkový ekvivalent

zahrnuje škodlivost různých druhů záření na člověka – 1 sievert (Sv). Tato jednotka odpovídá 1Gy s uvážením jakostního faktoru

Efektivní dávkový ekvivalent

zahrnuje i různou citlivost lidských orgánů na ozáření a umožňuje vyjádřit účinek ionizujícího záření na lidský organismus jedinou veličinou.

Limity:

maximální příkon dávkového ekvivalentu pro obyvatele **5 mSv/rok**, limit pro pracovníky s ionizujícím zářením je desetkrát vyšší.

Při hodnocení rizika obyvatelstva nebo skupin pracovníků se dále setkáme s pojmem kolektivní dávkový ekvivalent (jednotka manSv), což je v podstatě ekvivalent vynásobený počtem osob, které jej obdržely.

4.1.1 Radon

Z hlediska nebezpečí vnitřního ozáření je u nás dominantní plyn radon (^{222}Rn) a thoron (^{220}Rn). Průměrná roční efektivní dávka záření z radonu se odhaduje na cca 1,3 mSv, ovšem je velmi závislá na lokalitě.

Radon je přímým potomkem $^{226}\text{Radia}$. ^{222}Rn má poločas rozpadu 2,8 dne. Samotný radon, jakožto inertní plyn, je po vdechnutí z velké části zase vdechnut, avšak dceřinné produkty radonu (jako je ^{218}Po) se absorbují a zachycují ve vzduchu na prachových částicích - při vdechování se usazují v dýchacích cestách a dlouhodobě je ozařují alfa-zářením o energii až 7MeV s velkou radiační účinností.

Radon snadno prolíná povrchem rychlostí úměrnou propustnosti hornin. Na své cestě využívá možnosti rozpustit se vodě a stává se příměsí podzemních vod. Na volném povrchu je naředěn do vzduchu na neškodnou koncentraci. V uzavřených prostorách, jako jsou nevětrané místnosti, však může jeho koncentrace ve vzduchu dosáhnout hodnot, představujících zdravotní riziko.

Hlavním zdrojem radonu jsou dutiny v podloží, voda a stavební materiál. Riziko radonu je geograficky proměnlivé /radonové mapy/. Množství radonu lze snížit utěsněním trhlin v podlahách a sklepních prostorách, izolačními nátěry zdiva, plynulým odvětráváním prostorů pod podlahami (radon je těžký plyn, hromadí se dole)..

4.2 Hluk

V období urbanizace a industrializace nepříjemně stoupá zátěž hlukem. Je to svým způsobem odpad lidské činnosti. Hluk je významný stresový faktor přispívající k civilizačním chorobám. Účinky nadměrného hluku:

- posun sluchového prahu, sluchová únava
- účinky na vegetativní systém a celou nervovou soustavu
- degradace sluchových buněk

Hluk na pracovišti

Nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina hluku pro osmihodinovou pracovní dobu (všechny druhy hluku) se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku 85 dB(A) určenou pro fyzickou práci bez větších nároků na pozornost a korekci, které snižují tuto hladinu adekvátně pracovním nárokům na soustředění /nejtišší prostředí má korekci -40dB \Rightarrow hladina 45dB/.

Hluk v obytných stavbách

Nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina hluku uvnitř budov se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku 40 dB(A) a korekcí přihlížející k využití prostoru, viz tabulka.

Druh obytné místnosti	Doba [hod.]	Korekce [dB]
Nemocniční pokoje	6 - 22	- 5
	22 - 6	- 15
Operační sály, koncertní síně	po dobu užívání	- 5
Obytné místnosti, hotelové pokoje	6 - 22	0
	22 - 6	- 10
Lékařské ordinace, čítárny	po dobu užívání	0
Přednáškové síně, posluchárny	po dobu užívání	+ 5
Konferenční místnosti, soudní síně	po dobu užívání	+ 10
Kulturní zařízení, kavárny, restaurace	po dobu užívání	+ 15
Sportovní haly, prodejny	po dobu užívání	+ 20

Ochrana proti hluku:

- snížení hlučnosti provozů
- odklon dopravních tras
- zvukové bariéry /protihlukové stěny, výsadba/
- chrániče sluchu

5. Globální environmentální problémy

Pojem "environmentální problém" je chápán v širším slova smyslu, zahrnujícím kromě problémů životního prostředí též otázky ekonomické, sociální, zdravotní a další. Propojenost lidstva na Zemi dosáhla úrovně, kdy již obtíže sahají daleko za hranice států i kontinentů, jsou globální. Příznaky globálních problémů lze pozorovat, někdy i změřit, ale příčiny bývají komplexní. Na řešení musí spolupracovat významná část všech obyvatel planety (neboť jinak trvalého řešení dosaženo být nemůže).

5.1. Souhrn environmentálních problémů

Hlavním problémem v přírodě budou klimatické změny. Většina vědců považuje za příčinu oteplování uvolňování skleníkových plynů důsledkem lidské činnosti, zejména při spalování fosilních paliv.

Důsledky oteplování budou vážné - prvním důsledkem bude tání pevninských ledovců, zvýšení hladiny moří a tím zatopení nízko položených oblastí. Následkem klimatických změn zesílí vysychání rozsáhlých oblastí - např. v Africe, Střední Asii a nastane posun vegetačních pásem ve všech oblastech, Evropu nevyjímaje. K tomu je nutno připočítat zvýšení frekvence přírodních extrémních katastrof díky vyšší vnitřní energii atmosféry.

Dalšími globálními přírodními problémy jsou s odstupem:

- narušení ozónové vrstvy
- degradace půd
- odlesňování
- ztráta různorodosti - biodiverzity
- kontaminace vod a půd

Globální problémy lidstva jsou také v sociální rovině

- 1,1 miliardy lidí je stále bez přístupu k čisté pitné vodě a 2,6 miliardy se potýká s problémy s odpadní vodou
- do r. 2030 bude svět potřebovat o 55 % více potravin než v současnosti, přičemž už dnes je téměř 70 % čisté vody používáno na zavlažování.
- spotřeba přírodních zdrojů i vyrobené energie je velmi nerovnoměrná – třetina světového obyvatelstva nemá částečně nebo vůbec přístup k elektřině
- v 19. st. bylo na Zemi jen 1,2 miliard obyvatel a v r. 2000 už 6 miliard (ve 2. polovině 20. století nastal 100% nárůst obyvatelstva)
- zvyšuje se průměrný věk
- některé prognózy odhadují v r.2050 počet obyvatel na 10 miliard.
- největší populační exploze nastává v rozvojových zemích, kde je ale velmi špatná ekonomická situace → nestabilita, konflikty, války.

5.2. Ekonomický růst

Ekonomický růst, vyjádřený jako růst HDP hrubého domácího produktu, bývá nejpoužívanější ukazatel rozvoje dané země. Do ekonomického růstu je počítán i nárůst spotřeby téměř všech neobnovitelných i obnovitelných zdrojů.

Ukazatel HDP je kritizován za to, že jeho růst může být způsoben i environmentálně nepříznivým jevem, např. ekologickou katastrofou, na jejíž odstranění je třeba masivně uvolnit rezervy atp. Že jde o "pozitivní" efekt krátkodobý, je jasné.

Snahou je, aby ve vyspělých zemích neznamenal růst HDP automaticky vyšší zatížení životního prostředí a by byl příkladem rozvojovým zemím. Rychlý nástup ekonomik v zemích 3. světa vede k obrovskému nárůstu spotřeby neobnovitelných zdrojů a znečištění životního prostředí včetně zvýšené produkce skleníkových plynů.

Bohužel v současnosti jsou to ovšem vyspělé země /USA, Evropa/, které jsou v absolutním měřítku i nadále hlavní příčinou neudržitelnosti současného způsobu rozvoje.

Snahou osvědčených je najít takové srozumitelné ukazatele, které by v sobě agregovaly míru udržitelnosti dané ekonomiky, hospodaření i života jednotlivce.

5.3. Ekologická stopa (Ecological Footprint)

Ekologická stopa (Ecological Footprint, ES) je souhrnný (agregovaný) environmentální indikátor na vysoké úrovni abstrakce, jehož smyslem je "jedním číslem" vyjádřit trvalou (ne)udržitelnost rozvoje daného státu, regionu, komunity, atd. Přestože kvůli svému zjednodušujícímu charakteru je terčem kritiky, jde o jednoduchý indikátor vhodný například k informování veřejnosti, ke srovnávání, plánování, k demonstračním účelům, atd.

Základní otázkou, na niž ES odpovídá, je, zda dané území je schopno trvale unést materiální požadavky civilizace na něm žijící, neboli, jaká je ES konkrétní populace ve vztahu k tzv. **nosné kapacitě prostředí**.

Metodika analýzy ekologické stopy (AES) je založena na těchto principech:

1. lze kvantitativně stanovit většinu zdrojů, které spotřebováváme a odpadů, které produkujeme a
2. většina těchto zdrojů a odpadů může být přepočtena na odpovídající plochy ekologicky produktivní země (orná půda, les, ...) nutné k zabezpečení životodárných systémů.

Definice

Ekologická stopa populace (jednotlivce, města, státu...) je celková plocha ekologicky produktivní země a vodní plochy, využívaná výhradně k zajištění zdrojů a asimilaci odpadů produkovaných danou populací, při používání běžných technologií.

Stručně uvedeme jednotlivé kroky analýzy ES:

- odhad plochy země na osobu odpovídající spotřebě každé hlavní položky
- výpočet celkové ekologické stopy osoby - součet ekosystémových ploch každé položky z ročního nákupního koše

5.4. Environmental Impact Assessment (EIA)

EIA představuje mezinárodní konvenční metodiku posuzování daného záměru z hlediska vlivu ŽP.

Proces EIA zaujímá důležité místo ve státním systému prevence poškozování ŽP. Pomáhá zabránit vzniku nenapravitelných škod a minimalizovat negativní dopady lidské činnosti.

Smysl EIA je prevence - pokud lze očekávat, že daný záměr (stavba, činnost, technologie) bude mít významný vliv na ŽP, je záměr ještě před realizací expertně posouzen. EIA umožňuje podíl na rozhodování veřejnosti - shromáždí se názory veřejnosti a veřejné správy na realizaci záměru.

Pojmy z oblasti EIA

Vliv (Impact)

Není zde vždy nutně míněn negativní vliv, může být i příznivý. Jde o vlivy přímé i nepřímé, druhotné, dočasné, krátkodobé, atd...

Zjišťovací řízení (Screening)

U záměrů, kde není zcela jednoznačně zřejmé, že je třeba vypracovat EIA, je nejdříve proveden tzv. screening, kdy je zjištěna potřeba a rozsah dokumentace (scoping).

Dokumentace (Statement, Report, Documentation)

Je zpracována v rozsahu daném zjišťovacím řízením. Vypracuje ji navrhovatel (investor) záměru.

Posudek (Report, review)

Vypracovaná dokumentace je předána k posouzení nezávislým odborníkem, který vypracuje posudek (report). Ten se dostane spolu s dokumentací (předloženým popisem záměru) úřadu, který zaujme stanovisko.

Stanovisko

Stanovisko je postoj úřadu k předloženému záměru. Může mít podobu stano-

viska v územním řízení podle stavebního zákona, povolení těžby podle horního zákona atd.

Stanovisko EIA není pro postup v těchto řízeních "zcela závazné" (tedy ne-souhlasné stanovisko neznamená automaticky neschválení záměru), ale dosud při negativním stanovisku nebyl nikdy souhlas dán (v ČR).

5.5 Informační potřeby trvale udržitelného rozvoje

Řešení environmentálních problémů – systémový přístup

- **Rozpoznání problému** – je vhodné, aby byl problém rozpoznán včas, ještě dříve, než se naplno projeví jeho špatné účinky. Hlavní roli zde hraje věda a odborníci na environmentální problematiku
- **Uznání problému** – zavést systematické sledování dopadů určité činnosti a analyzovat rozsah, preventivní možnosti aj.
- **Formulace opatření** - na základě doporučení expertů a podle aktuální politicko-ekonomické situace zformulovat opatření se závaznou platností pro všechny subjekty s činnostmi, u něhož se vliv prokázal.
- **Uskutečnění (implementace) přijatých opatření** - po schválení kroků k zamezení nepříznivě působících činností a zavedení opatření ke zlepšení stavu přichází na řadu jejich implementace a vynucení.
- **Zhodnocení uskutečněných opatření** - jakmile jsou přijatá opatření implementována, je třeba průběžně vyhodnocovat jejich dopad na životní prostředí. Zde hrají podstatnou roli experti, sledování a odborná interpretace environmentálních dat i veřejnost.

6. Kritéria dobré ekologické výchovy

1. EV ilustruje spojení mezi místním a globálním životním prostředím

Opravdu globální problém se musí projevit i na lokální úrovni. Místní problémy v životním prostředí musí mít své ekvivalenty jinde na světě. Lidé se mohou cítit zahlceni velikostí ekologických problémů, nicméně jednotlivci i skupiny mohou způsobit změnu jak lokálně, tak globálně - lokální akce mohou mít dopad pro lidi a prostředí jinde na světě.

např:

- pozorujme, jaké jíme potraviny a jakou pijeme kávu - tak můžeme otevřít otázku dluhů a spravedlivého obchodování
- prozkoumejme energii, kterou spotřebováváme
- práce na záchraně místní přírodní rezervace může vyvolat debatu o důležitosti biodiversity

2. EV ukazuje spojení mezi sociálními a ekologickými problémy

Výchova by měla dávat smysl zkušenostem mladých lidí a zkoumat jejich chápání světa, ve kterém žijí. Většina sociálních problémů má své ekologické aspekty nebo jsou s nimi spojeny. Životní prostředí je "tam kde jsme", nikoliv pouze ozónová vrstva nad námi nebo tropický prales na druhé straně zeměkoule. Mladí lidé se mohou zajímat více o to, že jim chybí zařízení pro volný čas, ale to přece je jejich životní prostředí.

např:

- Na základě průzkumu využívání různých zařízení různými skupinami diskutujeme různé formy diskriminace - pohlaví, barva pleti, fyzické problémy
- jaké existují v místě místa pro hry - a jaké by byly potřeba
- udělejte projekt, jak zlepšit prostředí mládežnického klubu, aby lépe vyhovoval potřebám mládeže a měl menší negativní dopad na prostředí.

3. EV umožňuje převést jejich zájem o ŽP ve změny chování

Práce s mládeží má ráz učení a to má vždy za cíl měnit chování - v tomto pohledu mají ekologická výchova a obecná práce s mládeží shodné cíle. Učení by mělo vyústit v akci a ve změnu životního stylu

např:

- recyklační projekt poskytuje praktický způsob jak udělat něco osobně s dopadem na širší komunitu.
- zájem o přírodu může vést k vytvoření školky, ve které se budou pěstovat vhodné místní druhy dřevin
- doma, ve škole a v klubu se můžeme pokusit o opatření, která budou šetřit energii

4. EV rozvíjí dovednosti a schopnosti měnit věci na politické, společenské a praktické úrovni

Cíle ekologické výchovy stejně jako práce s mládeží jsou stejné v klíčovém aspektu - zapojení a účasti. Mladí lidé se učí převzít část odpovědnosti a moci, rozvíjí jejich schopnosti aktivních občanů - plánování, rozhodování, spolupráci. Např:

- skupina může navštívit místní poslance, aby se dověděla o zařízeních, které provozuje místní zastupitelstvo a poznala plány místního zastupitelstva
- zájem o nějaký problém může přerůst v místní kampaň
- skupina může připravit nějakou místní akci - oslavu, festival

5. EV podporuje chápání ekologických procesů a našeho vztahu k prostředí

Pochopení situace může motivovat k akci. Náš vztah k prostředí je komplikovaný, přinejmenším ekonomickými faktory. Vedoucí mládežnických organizací mohou mít zájem na spojenectví s ekologickými organizacemi, není třeba mít strach z nedostatku informací, ale aktivně je hledat

Např.:

- hledání příčin a dopadů jednotlivých ekologických a sociálních problémů
- hledání ekologických spojení a souvislostí - potravní řetězce, závislosti organismů v různých ekosystémech, ...
- hledání souvislostí mezi lidským chováním a vlivem na společenské a přírodní prostředí

Literatura:

- *Ekologická výchova v MŠ.* Pardubice: TASKklub-Ekocentrum PALETA, 1996. 62 s.
 - *Ekologické vzdělávání a výchova na fakultách připravujících učitele* UK, Filozofická fakulta, 1995.
 - Fountain, Susan. *Místo na slunci.* 1. vyd. Praha : Tereza, 1994. 111 s.
 - Frantzen, H., Rossum, J. van. *Ochrana životního prostředí na školách : co to je, kde začít a jak na to?* Amersfoort : Uitgeverij In Liefde Bloeiende BV, 1999. 43 s.
 - Massachusetts Institute of Technology. *The Handbook For A Better Future.* USA,
 - Máchal, Aleš. *Špetka dobromysli : kapitoly z praktické ekologické výchovy.* 1. vyd. Brno : Ekocentrum, 1996. 153 s. ISBN 80-901668-6-5
 - Pike David E., Selby Graham. *Globální výchova.* Praha : Grada, 1994. 322 s.
 - RUSHEY, Abby, WILKE, Richard. *Promoting environmental education : an action handbook for strenght benging EE in your state and community.* Wisconsin : University of Wisconsin - Stevens Point Foundation Press, 1994. ISBN 0-932310-25-7
 - *Výchova pro budoucnost : cesty ekologické výchovy.* 1. vyd. Praha, MŽP, 1996. 102 s. ISBN 80-85368-20-X
 - <http://www.ekokurs.cz/Ekokurs/isev/petkrite.htm> říjen 2006
-