

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**

Pedagogická fakulta – Katedra fyziky

Fyzika a životní prostředí

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. František Špulák

Autor: Eva Hynková

**Anotace:**

Bakalářská práce „Fyzika a životní prostředí“.

Tato práce se zabývá otázkou zhoršování globálního klimatu a znečišťování životního prostředí. Informuje o zátěžích prostředí a jejich vlivu. Shrnuje stručně fyzikální podstatu těchto problémů. Pozornost věnuje oblasti alternativních zdrojů energie a omezování vzniku odpadů.

**Abstrakt:**

Baccalaureate work „Physics and the environment“.

This work deals with global climate deterioration and pollution of environment. It informs about environment pollution and its influence. It summarises shortly the physical nub of these problems. Attention paies alternative sources of energy and reduction of waste.

Prohlašuji, že předloženou práci na téma „Fyzika a životní“ jsem vypracovala samostatně a použila jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW) uvedené v příloze, tzn., že nebyla porušena autorská práva a práce není plagiátem. V souladu s § 47 zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Eva Hynková

V Českých Budějovicích dne .....

.....

Na tomto místě bych chtěla poděkovat svému váženému konzultantovi panu RNDr. Františkovi Špulákovi za cenné rady a podněty při zpracování mé bakalářské práce.

## Obsah bakalářské práce

Úvod.....	7
1 Klimatický systém na Zemi .....	8
1.1 Obecná charakteristika klimatického systému.....	8
1.2 Vlivy člověka na ovzduší a klima.....	8
1.3 Klimatické změny může ovlivnit i jednotlivec.....	9
1.4 Poručíme větru, dešti .....	9
2 Fyzika a životní prostředí .....	11
2.1 Fyzika a příroda .....	11
2.1 Fyzika.....	11
2.1.1 Dějiny fyziky .....	11
2.1.2 Rozdělení .....	12
2.1.3 Mechanika.....	14
2.1.4 Synergetika .....	15
2.1.5 Zákon zachování hmoty a zákon zachování energie .....	17
2.2. Životní prostředí .....	18
2.2.1 Historie ekologie.....	18
2.2.2 Charakteristika ekologie .....	19
2.2.3 Životní prostředí .....	20
2.2.4 Příroda.....	20
2.2.5 Přirozené vlivy prostředí.....	21
2.2.6 Vývoj v čase.....	23
3 Globální klima .....	23
3.1 Počasí a klima .....	23
3.2 Vzduch .....	24
3.3 Voda.....	25
3.4 Země .....	26
3.5 Skleníkový jev .....	26
3.5.1 Princip skleníkového efektu.....	27
3.5.2 Skleníkové plyny .....	28
3.5.3 Zesílení skleníkového efektu .....	30
3.6 Ozonová vrstva .....	31
3.6.1 Funkce ozonu.....	31
3.6.2 Spektrofotometr .....	32
3.7 Mezinárodní konvence.....	33
4 Znečištění ovzduší .....	34
4.1 Historie znečišťování.....	34
4.2 Znečišťující faktory .....	35
4.3 Měření škodlivých látek v ovzduší .....	37
4.3.1 Monitoring .....	37
4.3.2 Emise .....	38
4.3.3 Imise.....	39
4.3.4 Hluk .....	40
4.3.4.1 Měření hluku.....	40
4.3.4.2 Nástroje ochrany před hlukem.....	42
4.3.5 Radon .....	42
4.4 Odpovědnost .....	43
4.4.1 Emise a lidé v číslech.....	43

4.4.2 Proces změn .....	43
5 Energie .....	44
5.1 Energie .....	44
5.2 Druhy energie .....	45
5.2.1 Rozdělení podle zdroje energie.....	45
5.2.2 Rozdělení energie podle působící síly .....	46
5.3 Výroba energie.....	47
5.4 Energetická krize - František Janouch .....	47
5.5 Jaderná energie .....	49
5.5.1 Princip tlakovodních jaderných elektráren .....	50
5.5.2 JE Dukovany.....	51
5.5.3 JE Temelín .....	52
5.5.4 Havárie v Černobyli.....	52
5.6. Alternativní – obnovitelné zdroje energie .....	52
5.6.1 Sluneční energie, solární systémy.....	53
5.6.2 Větrná energie, větrná elektrárna.....	57
5.6.3 Energie ze Země, tepelné čerpadlo .....	60
5.6.4 Vodní energie – energie moře.....	63
5.6.5 Energie biomasy. ....	65
5.6.6 Vodík jako zdroj energie, auto na vodu.....	67
5.6.7 Mikrovlnný přenos energie.....	68
5.7 Přejchod k nové ekonomice .....	68
6 Odpadová problematika .....	69
6.1 Odpadové hospodářství.....	69
6.1.1 Historický vývoj .....	69
6.1.2 Vývoj odpadové strategie .....	69
6.1.3 Odpady a industrializace.....	70
6.1.4 Minimalizace odpadu.....	70
6.1.5 Čistší produkce .....	71
6.2 Odpad.....	72
6.2.1 Kam s ním.....	72
6.2.2 Hmota nezná odpad .....	73
6.2.3 Definice odpadu .....	74
6.3 Rozdělení odpadů .....	74
6.3.1 Komunální odpad.....	75
6.3.2 Objem plastových obalů .....	76
6.4 Metody zpracování odpadu.....	77
6.5 Kovový odpad.....	79
6.5.1 Sběrné suroviny .....	79
6.5.2 Údržba vážicí techniky a měřících přístrojů .....	81
6.5.3 Váhy a vážení.....	82
6.5.3.1 Pojmy .....	82
6.5.3.2 Vážicí systémy .....	84
6.5.4. Měřící přístroje .....	88
6.6 Shrnutí.....	95
7 Závěr .....	96
Seznam použité literatury a www stránek: .....	98

## Úvod

Píše se rok 2008 a život lidstva jakoby se vzdaloval rytmu přírody. Vědeckotechnický vývoj nás neustále posouvá směrem vpřed a dalo by se říci, že moderní společnost se vyznačuje stálostí a odolností vůči nepříznivým podmínkám. Ovšem do každodenního života stále častěji zasahují přírodní jevy vybočující z průměru. Jsou to ničivé hurikány a tornáda, nečekané přivaly deště a sněhu, rozsáhlé záplavy nebo naopak tropická vedra bez srážek, tlakové inverze s výskytem smogu a další. Vyspělá společnost sice není bezmocná ale ani nekonečně adaptabilní ke změnám klimatu. S technologickým vývojem se zřejmě vůbec nezmenšuje naše závislost na přírodě.

Od chvíle, kdy jsme se na Zemi objevili my, lidé, opakovaně narážíme na hranice vymezené prostředím. Najít dostatek lovné zvěře, vypěstovat dostatek potravin, nalézt dostatečné množství paliva. Na první pohled velmi jednoduchý úkol, který v podstatě jedinec jako takový nemusí již v dnešní době samostatně řešit. V důsledku technologického pokroku a integrované světové ekonomiky se zdá, že nedostatek potravy či energie jako typ ohrožení pro lidskou populaci je dávno překonán. Ve skutečnosti se však přesunul na globální úroveň. Ekonomický růst sice umožňuje zvyšování životní úrovně, zároveň však narušuje přirozené systémy a jejich vzájemný rovnovážný stav. Na všech kontinentech klesá hladina podzemních vod, zbytky deštných pralesů se potácejí na pokraji úplného zničení a koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře dosáhla nejvyšší úrovně za posledních 160 tisíc let. Globální ekonomika se nemůže rozvíjet donekonečna a už vůbec ne tehdy, pokud se stav ekosystémů na nichž je závislá neustále zhoršuje. Zřejmě jedním z hlavních úkolů pro vědní disciplíny se stane otázka, jak vytvořit takový typ hospodářství, který zachová lidský pokrok a dosaženou životní úroveň, aniž by ničil systémy, na nichž závisí. Během svého vývoje se člověk prozatím vždy dokázal přizpůsobit změnám či novým podmínkám důležitých pro vlastní přežití. A proto je nasnadě naděje, že tato vlastnost v nás jako lidech přetrvává a úspěšně projdeme nelehkou zkouškou globálního ohrožení.

Tato bakalářská práce se zabývá především fyzikální podstatou globálních problémů.

# 1 Klimatický systém na Zemi

## 1.1 Obecná charakteristika klimatického systému

Život na Zemi existuje již několik miliard let. Během této doby se zemské klima měnilo tak, že desítky let trvající doby ledové se střídaly s obdobími horka. Následkem každé takové změny došlo i ke změnám v životních formách. Některé druhy přežily, jiné se přizpůsobily nebo zahynuly.

Globální klimatický systém je nesmírně složitý, neboť zde mezi jednotlivými faktory existují velmi složité vztahy jimž je obtížné zcela porozumět. Mnoho odborníků je přesvědčeno, že lidstvo ohrožuje svou vlastní existenci činností, která povede k nezanedbatelnému vzrůstu teploty. Bylo zjištěno, že vypouštění skleníkových plynů do atmosféry vyvolalo v minulém století nárůst globální teploty přibližně o 0,5 °C. Nelze zřejmě pochybovat o tom, že jsme schopni přidáváním skleníkových plynů do atmosféry ovlivňovat její složení. Tak se původně blahodárny vliv skleníkového efektu na teplotní poměry na planetě Zemi mění směrem k nežádoucímu globálnímu oteplování.

Znatelně se zvyšuje i zájem veřejnosti o tuto problematiku. Avšak vzhledem k nejednotnosti názorů odborníků a různým postojům vlivných politiků není tento problém vždy přesně prezentován ve sdělovacích prostředcích.

## 1.2 Vlivy člověka na ovzduší a klima

Nástupem industrializace v minulých dvou staletích a rozvojem moderních technologií během posledních desetiletí jsou velmi výrazně narušovány základní děje a přirozené složení atmosféry, které se podílí na udržování vhodných podmínek pro život na Zemi.

Mnoha svými činnostmi ovlivňuje člověk přírodu přímo (těžba surovin, dřeva, budování silnic, provoz měst) nebo nepřímo tak, že se složky prostředí postupně mění díky následkům druhotných surovin. Např. při spalování sirnatého uhlí vznikají oxidy síry a dusíku, které jsou příčinou kyselých dešťů. Z některých výrobních procesů a z odpadového materiálu se dostávají do prostředí nepřírodní látky. Pak mluvíme o kontaminaci toxickými látkami.

Člověk zasahuje do přirozeného koloběhu dusíku, uhlíku a síry spalováním fosilních paliv (uhlí, ropa). Při něm se velmi rychle uvolňuje uhlík a síra hromaděné dlouhá období milionů až desítek milionů let. Množství síry v ovzduší je dnes dokonce



vyšší, než únik oxidu siřičitého z činných sopek a minerálních horkých pramenů. Uhlík za teplot vyšších než 500 °C vytváří sloučením s kyslíkem oxidy. To hraje roli při narušování ozonové vrstvy a zesilování skleníkového efektu. Při odlesňování a obdělávání půdy se uvolňuje značné množství oxidu uhličitého. Z chovů dobytka a skládek odpadů uniká do atmosféry více metanu. Neúměrnou aplikací průmyslových i statkových hnojiv jsou tato vyplavována z půdy do potoků, řek a jezer a zde způsobují nepřírozené zvýšení živin (eutrofizace). Člověk využívá fosforečnany jako hnojivo a jako součást detergentů, to jsou různé čisticí a prací prostředky s odmašťovacími účinky. Fosfor je tak poté vyplaven do vodních toků a následně do moře nebo se ukládá v sedimentech přírodních jezer a umělých nádrží.

K negativnímu ovlivňování prostředí může dojít okamžitě anebo pozvolným působením. Po dlouhé časové období se snižuje účinnost původních přirozených dějů a dochází k postupné degradaci prostředí.

### **1.3 Klimatické změny může ovlivnit i jednotlivec**

Kdybychom dokázali vyjádřit pomocí matematického modelu chování Země a ovzduší, pak bychom zřejmě dokázali odpovědět i na otázku, zda za globální oteplování může sama příroda či člověk. Ale viníka tohoto jevu nedokážeme zatím jednoznačně identifikovat. Příčiny globálního oteplování jsou jednak přirozené, těmi rozumíme běžné výkyvy klimatu, a antropogenní, ty jsou způsobeny vlivem působení člověka. Za neustálý nárůst emisí skleníkových plynů v ovzduší nezodpovídá jen průmysl a doprava, ale svým konáním ho ovlivňuje i jednotlivec. Vytápíme uhlím, v autech spalujeme benzín a používáme produkty, při jejichž výrobě se spalují fosilní paliva. Nešetříme energii, mnohokrát zbytečně nakupujeme a málo recyklujeme. Každý se vědomě či nevědomě podílí na nepříznivém stavu ovzduší, kontaminaci vod i půdy a stává se tak nedílnou součástí příčin globálního oteplování.

### **1.4 Poručíme větru, dešti**

Stále častější a intenzivnější přírodní katastrofy s obrovskými materiálními škodami a mnoha oběťmi na životech, které v poslední době postihují celý svět by měly být varováním před libovůlí lidí. Příroda má své zákonitosti a svůj vlastní, mnoha miliony let vypracovaný funkční systém, a nikdo by si neměl zahrávat s její trpělivostí a násilně do ní zasahovat jakýmkoli způsobem.

Ve světových dějinách jsou uvedeny mimo jiné také příklady, kdy hospodářsky silné mocnosti nerespektují slabší země, neuznávají je jako partnery, nejednají s nimi, překračují jejich hranice, atakují jejich vlastní existenci a přivlastňují si jejich různá specifika. Lze se takto majetnický, sobecký, lehkomyšlně a necitlivě chovat také k přírodnímu prostředí? Bohužel ano, jak například demonstruje následující událost.

Snad celý svět žil v srpnu letošního roku olympiádou v Pekingu, kterou pečlivě připravila a skutečně okázale pořádala Čína. Na pozadí třpytu oslav, jedinečných ceremoniálů a skvělých sportovních výkonů ležel ale také stín přípravy násilného zásahu do přirozeného průběhu počasí.

Obr. 1.1 Olympijský stadion se ztrácí ve smogu



[17] 15.8.2008

[17], zkráceno podle ČTK. V pondělí se do města vrátil smog, obr. 1.1, byla mlha, ale pekingský úřad pro ochranu životního prostředí uvedl, že jde o den s modrou oblohou. BBC provedla vlastní test znečištění a naměřila 292 mikrogramů znečišťujících látek v krychlovém metru vzduchu, přestože norma povoluje jen 50. Podle předpovědi je 41 procentní šance, že při zahajovacím ceremoniálu bude pršet. Čína je připravena zamezit tomu, aby úvodní ceremoniál narušil déšť. Pokud by se blížily mraky, použije proti nim rakety s jodidem stříbrným, aby se vypršely mimo město. V pohotovosti budou také tři letadla rozptylující jodid stříbrný. Okolo něj z kondenzuje voda a mraky se vyprší dříve. Metoda je dobře známá, používala se v SSSR, když bylo potřeba, aby počasí nenarušilo oslavy státních svátků, i ve Vietnamu, aby přšlo na zásobovací cesty partyzánů.

## 2 Fyzika a životní prostředí

### 2.1 Fyzika a příroda

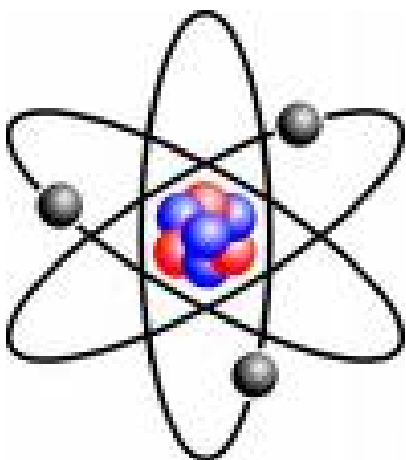
Fyzika, to je bádání, objevování, zkoumání objasňování a výklad jednoduchých i velmi složitých přírodních zákonů. A všechny přírodní zákony zase fungují a probíhají podle principů zákonů fyzikálních. Je to jakási symbióza dvou různých celků. Svět vědy a svět přírody mají svoji společnou historii a filosofii, jejich vývoj a výzkum se uskutečňuje na základě oboustranného poznávání a obohacování. Dochází vlastně k neustálému prolínání, vzájemnému doplňování, obohacování, utužování vazeb a přenosu informací mezi vědou, již vymyslel člověk a přírodou, která stvořila člověka. A právě prostřednictvím člověka mohou spolu fyzika a životní prostředí komunikovat.

**Fyzika je jazykem, jímž se lidé snaží dorozumět s přírodou.**

### 2.1 Fyzika

#### 2.1.1 Dějiny fyziky

Obr. 2.1 Lithium atom



Fyzika (z řeckého základu φύσις (physis): příroda) je vědní obor, který zkoumá hmotu, její vlastnosti a chování během dějů. Vlastnosti a vztahy mezi těmito ději popisuje pomocí matematiky.

[18] 25.7.2008

Počátky fyziky lze vystopovat už v dávném starověku. Tato věda znamená od antických dob nauku o přírodě – tedy asi tolik, co v pozdější době znamenala přírodní filosofie. Převažující metodou poznání byla úvaha a pozorování. Aristotelova fyzika tak odpovídá přirozené, vypozerované zkušenosti – vržený předmět se zastaví, těžké předměty padají dolů, lehké míří nahoru. Výjimkou značně předbíhající dobu byl Archimédes, který prováděl experimenty a odvodil některé přesné kvantitativní zákony.

Historii fyziky v dnešním významu slova datujeme od doby, kdy Galileo Galilei začal provádět systematický experimentální výzkum a výsledky naměřených dat analyzoval matematickými prostředky. Tento postup se stal základem rozvoje fyziky a vědecké metody jako takové. Od těch dob je za nejstarší odvětví fyziky považována mechanika. Postupně se podobnými metodami začaly zkoumat i další jevy a tak vznikala jiná fyzikální odvětví, jako nauka o světle (optika), teple (termika a termodynamika), elektřině a magnetismu a další, které řadíme do období klasické fyziky. Ve 20. století proniká fyzika až do hloubky vesmíru (astrofyzika) i do tajemství hmoty (atomová fyzika).

I když dnes máme desítky různých fyzikálních odvětví, příroda se svými zákony je stále jen jedna. Fyzika nepopisuje věci tak, jak jsou, ale tak, jak si fyzikové představují, že by mohly být. Je to věda o různých představách a modelech světa, které se neustále zpřesňují. Proto je nutné chápat fyziku ve všech dějinných, místopisných, politických, ekonomických a dalších souvislostech jako vědu, která se neustále vyvíjí a postupně se blíží realitě.

### **2.1.2 Rozdělení**

Fyziku lze velmi obecně rozdělit podle metod na teoretickou fyziku, experimentální fyziku, numerické simulace a aplikovanou fyziku.

Teoretická fyzika se snaží vyvodit z matematických objevů a experimentálních výsledků obecnější platnost zákonů a určit teoretické hranice jejich platnosti. Experimentální fyzika buď potvrzuje nebo vyvrací existující teorie a poměrně často přitom dochází k jiným novým objevům. Numerické simulace umožňují udělat si představu o důsledcích přírodních zákonů za daných podmínek a dávají předpovědi ověřitelné pozorováním. Aplikovaná fyzika vychází z potřeb praxe. Její rozvoj je motivován potřebami z výroby, lidské spotřeby a z potřeby ochrany životního prostředí.

Vědní obory byly historicky rozděleny na celkem pět samostatných vědních oborů – fyzika, astrofyzika, chemie, geologie a biologie. Do poloviny 19. století tyto obory byly izolované a samostatné. Poté a především ve 20. století došlo v důsledku nových poznatků k jejich vzájemnému prolínání a výsledkem je vznik nových oborů a mezioborů, jak vidno v tab. 2.1. V mnoha případech se podobory prolínají několika různými obory, proto je třeba brát přehled jen jako orientační.

Tab. 2.1 Orientační přehled oborů a podoborů fyziky

Obor	Podobory	Hlavní teorie	Témata
astrofyzika	kosmologie, fyzika gravitace, astronomie vysokých energií, planetární vědy, fyzika plazmatu, fyzika hvězd	velký třesk, lambda - CDM model, kosmická inflace, obecná relativita, Newtonův gravitační zákon	černá díra, reliktní záření, kosmická struna, vesmír, temná hmota, temná energie, galaxie, gravitace, gravitační vlny, planeta, sluneční soustava, hvězda, supernova
fyzika atomů, molekul a světla	atomová fyzika, fyzika molekul, atomová a molekulární astrofyzika, chemická fyzika, optika, fotonika	kvantová fyzika, kvantová chemie, fyzika kvantové informace	foton, atom, molekula, difrakce, elektromagnetické záření, laser, polarizace, spektrální čára, Casimirův jev
fyzika částic	jaderná fyzika, jaderná astrofyzika, částicová astrofyzika, fenomenologie částicové fyziky	standardní model, kvantová teorie pole, kvantová elektrodynamika, kvantová chromodynamika, elektroslabá interakce, kalibrační invariance, supersymetrie, teorie velkého sjednocení, teorie superstrun, M-teorie	Základní interakce (gravitační, elektromagnetická, slabá, silná), elementární částice, spin, antihmota, spontánní narušení symetrie, oscilace neutrin, brána, superstruna, kvantová gravitace, teorie všeho, energie vakua
fyzika kondenzovaného stavu	fyzika pevných látek, fyzika vysokých tlaků, fyzika nízkých teplot, fyzika povrchů, nanotechnologie, fyzika polymerů	BCS teorie, Blochova vlna, fermiův plyn, fermiova kapalina	skupenství (plynné, kapalné, pevné, Boseho-Einsteinův kondenzát, supravodič, supratekutina), elektřina, magnetismus, samoorganizace, spin, spontánní narušení symetrie
aplikovaná fyzika	fyzika akceleratorů, akustika, agrofyzika, astronautika, biofyzika, chemická fyzika, dynamika dopravních prostředků, ekonomická fyzika, fyzikální eroze, inženýrská fyzika, geofyzika, lékařská fyzika, fyzika materiálů, mechanika, meteorologie, měřicí přístroje, fyzika moří, nanotechnologie, optika, optoelektronika, fotovoltaika, fyzikální chemie, fyzika počítačů, fyzika pevných látek, fyzika plazmatu, kvantová chemie, kvantová elektronika, fyzika kvantové informace, sportovní fyzika, statika staveb, dynamika tekutin, fyzika telekomunikací		

Moderní fyzika vytváří teoretický základ pro poznání přírody a jejích zákonitostí. Základní a obecné zákony byly objeveny právě ve fyzice, především v klasické mechanice a relativistické a kvantové mechanice, které ve svém dalším vývoji později ovlivňovaly rozvoj dalších oborů. Kvantová mechanika vedla k objasnění stavby hmoty, k objasnění chemických vazeb a dalších vlastností hmoty, kvantová a statistická mechanika umožnila analyzovat jednotlivé chemické reakce a podala výklad základů teorie chemických reakcí. Poznatky fyzikálních zákonitostí neživé hmoty vedly k jejich aplikaci na hmotu živou.

### 2.1.3 Mechanika

Mechanika studuje stavbu a vlastnosti neživé přírody. Její pojmy, zákony i metody jsou podkladem pro řadu dalších oborů fyziky a technických oborů. Ke konci 17. stol Isaac Newton vydává asi nejvýznamnější dílo v dějinách fyziky vůbec *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Matematické základy filosofie přírody). Vyslovuje zde zákony pohybu, které jsou základem právě mechaniky až do 20. století. V roce 1842 význam mechaniky výstižně charakterizoval J. F. Smetana v knize "Silozpyt čili fyzika", z níž pochází tento citát:

„Veliký pokrok, jenž, jako vědy přírodní vůbec, tak fyzika neomezeným snažením pěstitelů svých zvláště za dnů našich učinila, zasluhuje pozornost nejen každého vzdělance, ale i většího obecnstva, an fyzika následky výzkumů svých do života pospolitého mnohonásobně sahá, všeliká umění zdokonaluje, k vynálezům novým vede, výkony řemeslné šlechtí, ano za základ všech věd přírodních i technických považována býti může.“

A můžeme jedině souhlasit s touto výstižnou charakteristikou jejíž obsah je platný i na počátku 21. století.

V průběhu historického vývoje mechaniky bylo experimentálně dokázáno, že hmota těles je rozložena spojitě a že se toto rozložení v důsledku silového působení, včetně tepelného, mění. Hovoříme pak o kontinuu a o oboru, který jej studuje, pak jako o mechanice kontinua. Obecná mechanika kontinua neživé přírody vychází při svém studiu vlastností hmoty z termodynamiky uzavřených systémů a předpokládá, že systémy ke svému uchování v rovnovážném stavu nepotřebují přísun další energie nebo látkové výměny s bezprostředním okolím. Otevřené systémy, to jsou takové, které mají vlastnosti samoregulace, reprodukce a možnosti uchovávat informace, jsou schopné vyměňovat si s okolním prostředím hmotu a energii. Jde o systémy s dynamickou

rovnováhou, při které je stálost zajišťována pomocí látkové výměny. Takové systémy popisují biologické systémy. Živé systémy přijímají prostřednictvím stravy hmotu, aby se tak energeticky obohatily a umožnily tvorbu nových struktur, respektive aby eliminovaly a opravovaly chyby ve své organizační struktuře. Nejdůležitějším úkolem řídicího systému je zachování jeho energetického základu s cílem zachovat určitou úroveň a stálost fungování biosystému, a to i při měnících se podmínkách vnějšího prostředí. Je zřejmé, že se uplatňuje zákon zachování živé hmoty jako součást ostatních zákonů zachování, známých z klasické a relativistické mechaniky. Procesy získání, hromadění, předávání a využití energie v biosystémech zajišťují jak růst živé hmoty, tak i zachování struktury a realizaci funkcí biologického systému, což je uskutečněno v součinnosti s přijetím, zpracováním, ochranou a využitím informace. Informační řídicí mechanismy ovlivňují kvalitu energetických procesů biosystému a rychlost všech strukturních a funkčních přeměn. Pro biosystémy jsou charakteristické následující vlastnosti:

- vysoká úroveň složitosti a složitosti kontrolních systémů, zajišťujících výměnu informací jejich zpracováním pro potřeby zajištění funkce a struktury
- princip hromadné produkce
- mechanismy výběru
- značná stochastičnost struktur umožňující další vývoj biosystémů
- stabilita a labilita, kde vysoká stabilita umožňuje jejich životaschopnost a životnost, kde naopak labilita umožňuje jejich další vývoj.

Prvotním úkolem fyziky vždy bylo odhalit základní přírodní zákony a fyzikové se samozřejmě domnívali, že nejdůležitější jsou právě ty zákony, které se zabývají elementárními částicemi. Fyzika částic dnes pomyslně ztrácí své prvotní místo s tím, jak vznikají různé nové podoby fyziky. Tyto se dle svého oborového působení rozvíjejí již poměrně samostatně. Nosným pilířem a společným zájmem všech oborů a podoborů však nadále zůstává studium univerzálních charakteristik toho, jak je organizována hmota a energie.

#### **2.1.4 Synergetika**

V posledních letech se vyvinula zvláštní vědecká disciplína – tzv. synergetika. Synergetika je vědní obor zkoumající obecné zákonitosti vytváření, stability a zániku uspořádaných časových a prostorových struktur ve složitých nerovnovážných systémech různé podstaty (fyzikální, chemické, biologické, geologické).

Duchovním otcem synergetiky je profesor Stuttgartské univerzity H. Haken, který takto pojmenoval fyzikální disciplínu, zabývající se kooperativními jevy, tj. jevy, u kterých výsledek není možné získat prostým součtem vlastností podsystémů. Definiuje ji jako teorii vzniku nových struktur v systémech s nelineární dynamikou. Stavů původně stabilní se při změněných okolnostech mění na nestabilní a systém vlivem malé poruchy získává novou kvalitu. Synergetika rozděluje 6 tříd nových kvalit, které vznikají kooperačním mechanismem:

1. vznik časových struktur (původně stacionárně pracující systém začne vykazovat periodické oscilace)
2. vznik prostorových struktur (původně chaotický systém začne vykazovat určitou prostorovou mozaiku)
3. vznik časových struktur impulsního charakteru (laser pracující v konstantním režimu se při určitém kritickém výkonu mění v pulzně pracující laser)
4. vznik solitonů (vlnových balíků, které se při šíření nerozplývají)
5. vznik spirál a hypercyklů v biologických systémech. Je možné sem zařadit i další jevy pozorované v biologické říši, například mutace, selekce, vznik nových druhů
6. vznik deterministického chaosu (původně deterministický systém, např. kapalina s laminárním prouděním, se skokem mění na chaotický systém s turbulentním prouděním). [46]

Základní myšlenkou synergetiky je vytvoření takového obrazu světa, který vychází ze samopohybu zabezpečeného samoregulací. Samoregulativní systém soustavně blokuje poruchy, např. nežádoucí informace nebo nežádoucí hmotné či energetické toky, což umožňuje nepřetržitou funkčnost existující organizace a zabezpečuje přechody do vývojově vyšších stádií. Tato myšlenka je známá z teorie otevřených systémů jako myšlenka dynamické homeostáze, nyní je spojena právě s nutným a logickým vznikem nové kvality. Tento přechod je přitom popsán v podstatě fyzikálním způsobem.

Ve velkých otevřených systémech existují vždy struktury vystavené náhodným fluktuacím či turbulencím, díky nimž se celkový systém dostává do nerovnovážného, rozkolísaného stavu. Pokud na takový systém působí negativní zpětné vazby, které ruší tyto odchylky, náhodné fluktuace a turbulence se eliminují, a udržuje se původní stav. Pokud zde působí pozitivní zpětné vazby, které odchylky tvoří a zvětšují, mohou původní nahodilosti přerůst v novou uspořádanost a ve vznik nových struktur. Původně uspořádaný pohyb prochází stadiem neuspořádanosti do nové uspořádanosti.



Jako bifurkace je označován bod zvratu na vývojové linii, kdy v důsledku nerovnováhy negativních a pozitivních zpětných vazeb dojde k rozdělení trajektorie vývoje původní kvality v několik nových struktur, které se kvalitativně liší.

Myšlenka fázových přechodů (např. vratná změna skupenství led – voda – pára) prochází přes vysvětlení supercyklů a hypercyklů (cyklické přeměny struktur na principu fázových přechodů) až po označení živých organismů za složité systémy založené na principu těchto hypercyklů.

Představa disipativních (roztroušených) struktur vychází z toho, že v dostatečně velkém otevřeném systému se vyskytují náhodné fluktuace na několika (mnoha) místech. V případě převládající tendence pozitivních zpětných vazeb zesilujících odchylky vznikají jádra (shluky) nových struktur (kvalit) na několika (mnoha) místech současně. Celkově se tedy nová kvalita může objevovat jako roztroušená.

Otázkou zůstává, zda lze podle fyzikálních rovnic generovat model budoucího vývoje hmoty. Vývoj neživých i živých systémů je jednotou determinismu a náhody. Deterministické procesy nám umožňují poznávat fyzika. Procesy, které mají význam při tvorbě nových kvalit se však takovému popisu vymykají a spadají do oblasti pravděpodobnosti. Hmota se vývojem dostává postupně do stále nových stavů, pro které platí i nové zákony. Dochází tak k situaci, kdy bychom na vědecké pozorování potřebovali znát i zákony, které se vývojem hmoty teprve objeví. Existují však některé zákony, které by změnou procházet neměly. Takovými zákony jsou např. zákon o zachování hmoty, energie, hybnosti a momentu hybnosti, zákon růstu entropie, Coulombův zákon pro elektrické působení atd. Tyto zákony jsou univerzální. [44]

### **2.1.5 Zákon zachování hmoty a zákon zachování energie**

Mezi základní a nejčastěji používané fyzikální zákony charakterizující procesy mechanické a tepelné patří zákon zachování hmoty a zákon zachování energie. Připomeňme si jejich znění, neboť v následujícím textu se objevují zmínky jak o hmotě, v souvislosti s odpady, tak o energii, v souvislosti s využitím alternativních zdrojů energie.

#### **Zákon zachování hmoty.**

Žádnou hmotu nelze vytvořit z ničeho, ani není možné ji spotřebovat. Látky mění skupenství, sloučeniny reagují při chemických reakcích a pevné krystaly se rozpouštějí v rozpouštědlech. Hmota tedy přechází z jedné formy do jiné a během této změny jí neubývá ani nepřibývá.

## **Zákon zachování energie.**

Energii nelze vyrobit ani zničit, ale lze ji pouze přeměnit na jiný druh energie.

Z tohoto zákona vycházejí termodynamické zákony, kdy:

1. termodynamický zákon říká, že energie nevzniká, ani nezaniká, je možné ji pouze přeměňovat z jedné formy na druhou (vyjadřuje vlastně obsahově ZZE)
2. termodynamický zákon vyjadřuje skutečnost, že chladnější těleso nepředává teplo teplejšímu tělesu, určuje tedy směr předávání tepelné energie.

Při jakékoli přeměně energie z jedné formy na druhou se vždy určitá část energie přeměňuje na teplo (zbytkové nebo odpadní teplo), které není možné dále využít. Z toho vyplývá, že žádný přenos energie není stoprocentně účinný. Uveďme si zjednodušeně, jak lze tento fakt demonstrovat na zcela obyčejném rozsvícení žárovky. Energie skrytá v chemických vazbách uhlíku je z něho při spalování uhlí v tepelné elektrárně uvolněna a přeměněna na energii tepelnou, ta zase na energii elektrickou, která umožní rozsvícení světla v žárovce (1. termodynamický zákon). Během těchto přeměn se vždy do okolí uvolňuje teplo, které nelze dále přeměnit. Teplo uniká při samotném spalování uhlí, při zahřívání turbíny třením, při přeměně napětí v transformátoru, teplo vydává i rozsvícená žárovka (2. termodynamický zákon). Obdobné přeměny se odehrávají též v přírodě, neboť energie je potřebná ke všem projevům života.

## **2.2. Životní prostředí**

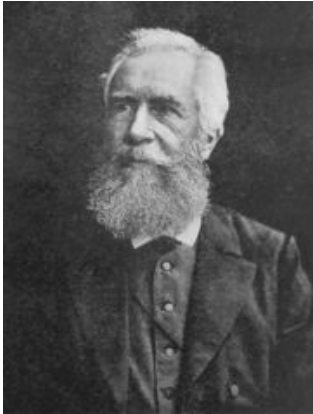
### **2.2.1 Historie ekologie**

Už před mnoha tisíci lety si dávní lovci, sběrači a zemědělci osvojili vztahy v přírodě. První písemné záznamy pocházejí z antiky od Řeků. V 5.st.př.n.l. se zkoumáním vzájemných vztahů přírody a organismů věnovali lékaři a filosofové, např. Hippokrates a Empedoklés. Později Aristoteles, velký myslitel a zakladatel řady vědeckých disciplín. Na přelomu 17. a 18. století se studiem potravních řetězců zabýval průkopník využívání světelného mikroskopu Antoni van Leeuwenhoek. V 19. století studoval prostředí a jeho vývoj Charles Darwin, jehož teorie evoluce přírodním výběrem je uznávána dodnes.

Základy ekologie položil a poprvé tento termín použil v roce 1866 německý biolog Ernst Haeckel (1834 – 1919), obr. 2.2. Rozpracoval biogenetický zákon, učení o fylogenezi, idey přirozeného vzniku člověka z anorganických látek. Studiu organismů se věnoval přes 12 let, během nichž popsal více než 4000 živočišných druhů, které i

kreslil. Jeho kresby obsahuje známá kniha Umělecké formy přírody (Kunstformen der Natur), z níž je na obr. 2.3 ukázka.

Obr. 2.2 Ernst Haeckel



[19] 22.7.2008

Obr. 2.3. 49. list knihy Umělecké formy přírody



[19] 22.7.2008

Ekologie jako zvláštní odvětví biologie byla definována v roce 1910 na mezinárodním botanickém kongresu v Bruselu. K velkému rozvoji ekologie došlo v 50. a 60. letech minulého století.

### 2.2.2 Charakteristika ekologie

Ekologie (z řeckého oikos – dům, obydlí, okolí; logos – nauka, věda) je jedním z oborů biologie a zkoumá vztahy mezi organismy a jejich prostředím. Úkolem vědců – ekologů je popsat a vysvětlit tyto vztahy a jejich principy zobecnit do pravidel a teorií. Nejnižší zkoumanou jednotkou je jedinec a jeho vazby na okolní prostředí včetně ostatních organismů. Nejvyšší kategorií je ekosystém čili soubor všech faktorů živé a neživé přírody, které spojují složité vazby a jež se vyskytují ve stejné době na stejném území. [3]

Základy ekologie nám umožňují pochopit většinu složitých vztahů a jevů, které probíhají v prostředí kolem nás. Jejich složitost vzrůstá s velikostí studovaného prostoru. Snáze pochopitelné jsou vztahy v menším celku (pole, řeka, město, stát) než na úrovni celé planety (globální vztahy). Souvislostmi a změnami na celé planetě Zemi a jejich vlivem na život se zabývá globální ekologie.

### 2.2.3 Životní prostředí

Definice Ministerstva životního prostředí ČR vymezuje pojem životní prostředí takto:

„Životní prostředí je systém složený z přírodních a umělých sociálních složek materiálního světa, jež jsou nebo mohou být s uvažovaným objektem ve stálé interakci. Je to vše, co vytváří přirozené podmínky existence organismů, včetně člověka a je předpokladem jejich dalšího vývoje. Složkami je především ovzduší, voda, horniny, půda, organismy, ekosystémy a energie.“ [49]

Jiná definice uvádí, že životní prostředí je soubor všech činitelů, se kterými přijde do styku živý subjekt a podmínek kterými je obklopen. Tedy vše, na co subjekt přímo i nepřímo působí. Subjektem může být chápán organismus, populace, člověk i celá lidská společnost.

Nauka o životním prostředí je jedním z možných směrů pojetí ekologie. Je založena na znalostech vztahů organismů k prostředí a vzájemně mezi sebou. Navíc je do těchto vztahů začleněna činnost člověka pro přírodu prospěšná, ale i taková činnost, která živou i neživou přírodu poškozuje. Zkoumá základní mechanismy působení člověka na ekosystémy a neživé složky prostředí, jimiž jsou voda, půda, ovzduší a horniny. Všímá si především nepříznivých vlivů činnosti člověka na přírodu. V okamžiku nějaké nežádoucí změny odhaluje její podstatu a snaží se hledat řešení pro její nápravu. Navrhuje různé přístupy ke zmírnění poškozování přírody, např. odsíření elektráren, či preventivní opatření jak nežádoucímu stavu předcházet, u energie je to především její úspora.

### 2.2.4 Příroda

Příroda, nazývaná též hmotný svět, je veškerá vyskytující se hmota a energie a to hlavně v základní, člověkem neovlivněné formě. Z ekologického hlediska dělíme přírodu na živou a neživou. Podle toho, jaké fyzikální zákonitosti jsou určující pro popis sledované části přírody používá se označení makro – mikro – mega – svět.

#### **Rozdělení fyzikální.**

Makrosvět je ta část přírody, v níž platí zákonitosti klasické fyziky. Jde o svět, který je svými rozměry pochopitelný a pozorovatelný lidskými smysly a lze jej obvykle zařadit do rozměrů od tisícín milimetru po miliony kilometrů. Kromě běžných těles vyskytujících se v našem okolí lze do makrosvěta zařadit např. planety.

Mikrosvět je ta část přírody, která se zabývá složením částic menších než  $10^{-8}$  cm, tedy na atomární a subatomární úrovni. Tento svět není přímo pozorovatelný lidskými smysly, zákonitosti klasické fyziky zde neplatí a je nutno používat aparát kvantové fyziky. Patří sem např. atomy a elementární částice, kterými se zabývá fyzika částic.

Megasvět je ta část přírody, která se zabývá strukturou vesmíru ve velkých rozměrech, řádově  $10^6$  světelných let a větších. Na takových rozměrech je nutno zákonitosti klasické fyziky nahradit obecnou teorií relativity. Spadá sem např. studium vývoje vesmíru.

### **Rozdělení ekologické.**

Živá příroda zahrnuje všechny živé organismy ve vesmíru.

Neživá příroda zahrnuje všechnu neživou materii (voda, půda, ovzduší, horninové podloží).

### **2.2.5 Přírozené vlivy prostředí**

V přírodě se žádný z faktorů, který ovlivňuje prostředí, nevyskytuje samostatně, pokaždé jde o nějakou jejich kombinaci. Jednotlivé procesy, děje a reakce probíhají vždy na základě působení jiných vlivů, které označujeme jako biotické a abiotické. Biotické vlivy představují přímé nebo nepřímé působení organismů buďto stejného nebo jiných druhů. Abiotické vlivy jsou vlivy fyzikální a chemické. [3]

#### **a) Fyzikální vlivy.**

Teplota. Životní pochody mohou podle dosavadních poznatků probíhat v teplotním rozsahu od  $-200$  do  $+300$  °C.

Světlo. Světelné záření je nezbytným zdrojem pro fotosyntézu, která je základním životním procesem na Zemi.

Proudění. Voda i ovzduší nejsou nikdy v klidu. Neustále jsou v pohybu, a proto vždy musíme uvažovat o vlivu proudění.

Voda. Všechny důležité fyziologické funkce organismů jsou vázány na vodní prostředí. Pro jejich život je voda důležitým faktorem též v podobě srážek a vzdušné vlhkosti.

Tlak. Mění se v závislosti na změnách počasí a se vzrůstající nadmořskou výškou se atmosférický tlak snižuje. Tlak vodního sloupce se zvyšuje se vzrůstající hloubkou pod hladinou.

Sluneční záření. Je jedním z hlavních a nejdůležitějších faktorů ovlivňujících život na Zemi. Skládá se z široké škály různých typů elektromagnetického záření, které se od sebe liší vlnovou délkou, tab. 2.2.

Tab. 2.2 Elektromagnetické záření

Vlnová délka	Charakteristika (název)
1 až 15 km	dlouhé vlny (rozhlasové)
200 až 1 000 m	střední vlny
2 až 100 m	krátké a velmi krátké vlny
0,1 až 2 m	Hertzovy vlny
1 až 100 mm	radarové vlny a mikrovlny
10 až 1 000 $\mu\text{m}$	tepelné sálání
0,75 až 10 $\mu\text{m}$	IR – infračervené záření
350 až 750 nm	viditelné světlo
100 až 350 nm	UV – ultrafialové záření
1 až 100 nm	měkké záření X
0,01 až 1 nm	tvrdé záření X měkké záření gama
0,0001 až 0,01 nm	tvrdé záření gama
elektromagnetická složka kosmického záření	

Ultrafialové záření. Je to elektromagnetické záření s vlnovou délkou kratší než má viditelné světlo, avšak delší než má rentgenové záření. Pro člověka je neviditelné, existují však živočichové (ptáci, plazi, některý hmyz), kteří jej dokáží vnímat. Většinou je zachycováno ve vyšších vrstvách atmosféry. Omezuje fotosyntézu, životu je nebezpečné a může poškodit pokožku. Asi 99 % UV záření, které dopadne na zemský povrch je ze spektrální oblasti UVA záření, které se považuje za méně škodlivé. Pro živé organismy je zhoubné UVB záření. Z celkově vyzářeného množství se ho na zemský povrch dostane zhruba jedna třetina. Nejtvrdší je UVC záření. Jeho vlnová délka je nižší než 280 nm. Toto záření je jedním ze dvou způsobů vzniku ozónu. Při dopadu na dvojatomární molekulu kyslíku jí toto záření dodá energii pro vznik ozónu, který je touto reakcí absorbován. Záření UVC je prokazatelně zhoubné (karcinogenní) pro živé organismy. Na rozdíl od UVB, které dokáže proniknout jen několika vrstvami buněk, je penetrace UVC pletivy a tkáněmi živých organismů poměrně větší.

Rentgenové záření, záření gama, kosmické záření. Životu jsou nebezpečné.

#### **b) Chemické vlivy.**

Kyslík. V atmosféře Země se ve větším množství začal vytvářet asi před 2 miliardami let z oxidu uhličitého jako vedlejší produkt fotosyntézy prvotních

organismů. Již dlouhou dobu je jeho množství v atmosféře stabilní a je jednou ze základních chemických látek potřebných k životu.

Oxid uhličitý. Bez jeho přítomnosti v atmosféře by nebyla rostlinná produkce, neboť rostliny z něj získávají uhlík nutný pro stavbu svých těl.

Soli. Voda i půda obsahují řadu solí, podle jejichž obsahu rozeznáváme nízkou a vysokou salinitu.

Kyselost (pH). Výše pH u vody a půdy se často stává omezujícím či potřebným faktorem.

Živiny. Jsou to významné jednoduché chemické látky ( např. dusík, fosfor, síra, draslík), které tvoří tělo organismů.

Ostatní látky. Látky, jež se v prostředí přirozeně téměř vůbec nevyskytují. Jsou škodlivé a znečišťující. Reakcí na škodliviny je otrava nebo smrt. Za znečišťující považujeme látky jedovaté (sloučeniny některých kovů: rtuť, kadmium, olovo), látky příliš zásadité nebo kyselé (oxid siřičitý ze spalování uhlí se výrazně podílí na vzniku kyselých srážek) a také prach, který ucpává průduchy, čímž omezuje dýchání.

## **2.2.6 Vývoj v čase**

Všechny fyzikální, chemické a biotické jevy nejsou vázány jen na jeden okamžik a neprobíhají stále stejnou silou. Obíhání Země kolem Slunce a otáčení Země kolem své osy ovlivňují po stovky milionů let živé i neživé systémy. Biologickými hodinami nazýváme načasování projevů organismů a jejich soulad s planetárním časem. Patří sem sezonní a 24 hodinové (denní) cykly. Sezonní cykly jsou naše známá čtyři roční období – jaro, léto, podzim, zima a také střídavá období dešťů a sucha. Denní cyklus je typický pro rostliny a viditelný na jejich kvetoucích zástupcích. Ve dne otevírají květy a na noc se uzavírají.

## **3 Globální klima**

### **3.1 Počasí a klima**

Doslova každý den vnímáme proměnlivost, nestálost, pestrost, někdy až vrtkavost projevů počasí. Stává se součástí našich plánů, častým a vděčným tématem vzájemných rozhovorů. Často se ale můžeme setkat s tím, že jsou zaměňovány dva různé pojmy, počasí a klima.

Počasí je podle meteorologického slovníku „stav atmosféry charakterizovaný souhrnem hodnot všech meteorologických prvků a atmosférickými jevy v určitém místě a čase.“ Je to momentální stav atmosféry v daném místě v krátkém časovém úseku (např. hodina, den, měsíc) a udává jaká byla teplota, kolik bylo oblačnosti a srážek, zda byla námraza, bouřka, vichřice a podobně. Pro počasí je charakteristická jeho velká proměnlivost.

Klima je podle meteorologického slovníku „dlouhodobý charakteristický režim počasí“. Obecně znamená průměrné počasí, které charakterizuje obvyklý průběh počasí v daném místě. Odvozuje se z meteorologických pozorování, kdy se statisticky zaznamenávají údaje po dobu několika desetiletí i déle.

V různých zeměpisných oblastech se klima liší. Globální klima je velmi složitý nelineární systém a je dáno vzájemným působením mnoha faktorů. Na tvorbě klimatu se podílejí všechny složky klimatického systému: atmosféra – plynný obal Země, hydrosféra – oceány, kryosféra – ledovce, litosféra – zemská kůra a biosféra – veškeré živé organismy. Základním faktorem, který rozhoduje o klimatu je Slunce a jeho záření. Rozdíly v dodané sluneční energii ve dne a v noci a v různých ročních obdobích jsou hnacím motorem pozemského klimatu. Poměrnou stálost globálního klimatu zabezpečuje oceán spolu s koloběhem vody.

### **3.2 Vzduch**

Vzduch je směs plynů tvořící plynný obal Země – atmosféru, sahající do výše asi 1 000 km. Má vliv na všechny chemické proměny jak v živé tak i neživé přírodě. Prakticky by všechny živé organismy bez kyslíku z ovzduší nemohly vůbec existovat. Má i své významné fyzikálně chemické vlastnosti, zejména se jedná o koloběh vody v ovzduší. Kromě toho tepelná kapacita vzduchu udržuje na Zemi teplotu přijatelnou pro život. Jinak by na denní straně bylo více než stostupňové horko a na noční straně naopak mráz až několik desítek stupňů.

Vzduch je také důležitou průmyslovou surovinou. Kyslík slouží k oxidaci paliva ve všech běžných spalovacích motorech, k oxidaci paliva při výrobě elektrické energie v tepelných elektrárnách, také při vytápění či ohřevu vody atd. Vzduch je tedy druhou, prakticky neviditelnou, složkou běžného fosilního paliva.



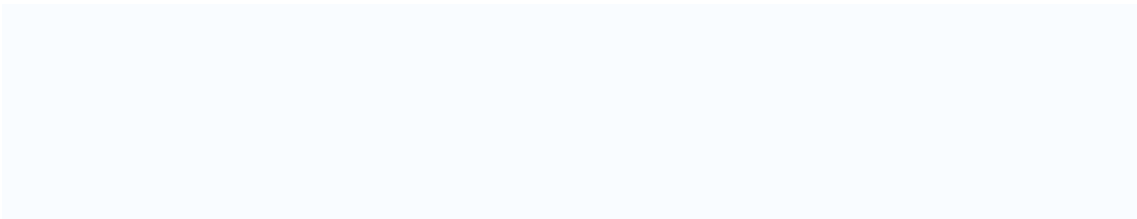
Tab. 3.1 Složení vzduchu

Plyn	objem %
dusík	78,09
kyslík	20,95
argon	0,93
oxid uhličitý	0,03
neon	0,001 8
helium	0,000 524
metan	0,000 2
krypton	0,000 114
vodík	0,000 05
xenon	0,000 008 7

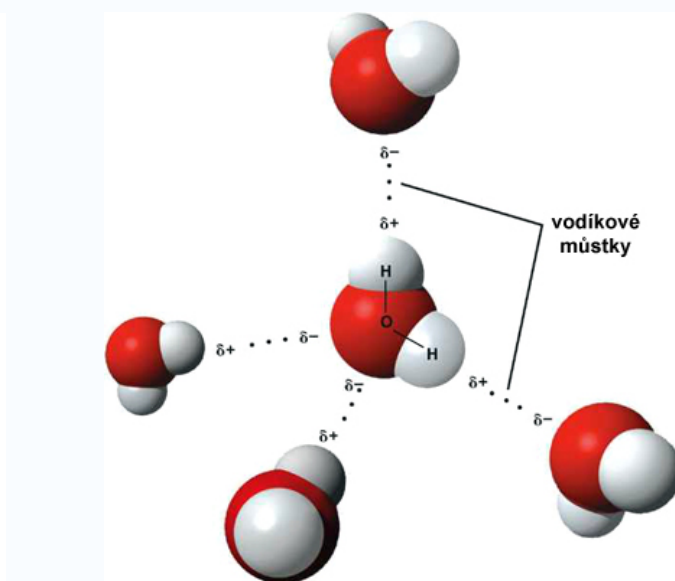
Vzduch v nižších vrstvách je homogenní směsí plynů, tab. 3.1. Plyny, až na výjimky ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$ ), jsou relativně stálé a jejich koncentrace se nemění. Mimo to atmosférický vzduch obsahuje proměnlivé množství vodní páry a různých jiných plynů ( $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_5$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{O}_3$ ) a tuhé aerosoly (prach, pyl, mikroorganismy). Vodní pára a oxid uhličitý jsou dva v atmosféře nejvíce zastoupené skleníkové plyny, díky kterým je na Zemi teplota asi o 33 °C vyšší, než by byla bez skleníkového efektu způsobeného těmito plyny.

### 3.3 Voda

Pravděpodobně již v období chladnutí zemského povrchu se z některých hornin uvolňovala vázaná voda, která se postupně srážela na povrchu planety. Tak vznikly oceány, jezera, řeky. Voda se stala nedílnou součástí zemské půdy a atmosféry, vytvořila ledovce a podzemní zásobárny. Následkem odplynění zemského nitra vznikl vodní plášť Země – hydrosféra. Obrovským zásobníkem tepla je oceán. V blízkosti oceánu se teplota mezi dnem a nocí mění pozvolna, naopak na poušti se teplota mění skokem. Neustálou změnu skupenství vody umožňuje sluneční energie. Koloběh vody rozdělujeme na několik částí, viz tab. 3.2. Spolu s vodou cirkulují na zemském povrchu látky rozpustné i nerozpustné, teplo, kyslík a vodík, z nichž je utvořena molekula vody  $\text{H}_2\text{O}$  na obr.3.1. Vodíkové můstky mezi molekulami vody dávají vznik některým ojedinělým vlastnostem vody – anomálie, velká tepelná kapacita.



Obr 3.1 Vodíkové vazby neboli vodíkové můstky mezi molekulami vody



[43] 29.9.2008

Tab. 3.2 Množství vody na Zemi

Zdroj	Objem [km <sup>3</sup> ]
oceány (97,28 %)	1 348 000 000
ledovce (2,1 %)	29 000 000
podzemní voda (0,57 %)	8 000 000
jezera, řeky organismy (0,014 %)	200 000
atmosféra - páry (0,001 %)	13 000

### 3.4 Země

Vlivů vytvářejících klimatické podmínky na Zemi je mnoho. Hlavní příčinou pohybu vzduchu jsou rozdíly teplot, vznikající nerovnoměrným ozářením Země Sluncem během denních a ročních období. Patří sem i nestejně rozložení pevnin a oceánů, různá odrazivost pevniny, vody, oblaků, rotace Země nebo tření vzdušných mas o její povrch. Svou roli hrají i náhlé změny sluneční nebo sopečné aktivity. Důležitým faktorem zůstává cirkulace vody v oceánech.

### 3.5 Skleníkový jev

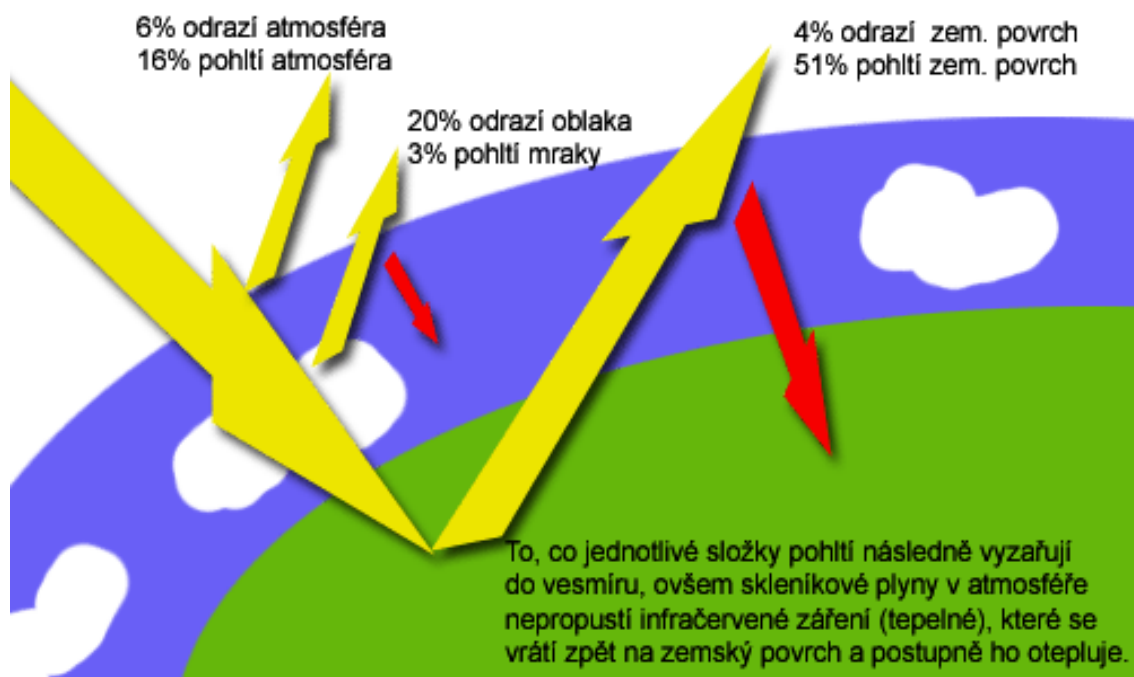
První zmínka o možném skleníkovém efektu je připisována francouzskému badateli J. Fourierovi (1768 – 1830). Ten počátkem 19. století přirovnal účinky atmosféry na klima Země k oteplování, k němuž dochází v uzavřené sklenici. Dospěl také k závěru, že bez atmosféry by teplota na Zemi klesla pod hranici nutnou pro

stávající formy života. Již koncem 19. století vypočítal švédský badatel a nositel Nobelovy ceny S. Arrhenius, že zdvojnásobení koncentrace  $\text{CO}_2$  v atmosféře může mít za následek její oteplení o  $5\text{ }^\circ\text{C}$ . Dále odvodil, že výskyt dob ledových na Zemi byl podmíněn právě poklesem koncentrace  $\text{CO}_2$ . [5]

### 3.5.1 Princip skleníkového efektu

Jedním ze základních procesů udržujících na Zemi stálé teplotní podmínky je mechanismus průniku, zadržování a výdeje slunečního záření atmosférou. Všeobecně jej nazýváme skleníkový efekt. Je to proces, při kterém dochází k ohřívání planety, znázorněno na obr 3.2. Vrstvami atmosféry prochází hlavní složka slunečního záření – světlo. To dopadá na zemský povrch a zahřívá ho. Určitá část tohoto záření následně naši planetu zase opouští. Opouštějící záření nabývá dvou forem: odražené sluneční záření a tepelné záření. Země sálá teplo (infrachervené záření), které je některými plyny v atmosféře po určitý čas zachycováno, čímž se zpomaluje jeho návrat do kosmického prostoru. Stejně množství energie, které Země od Slunce přijímá vyzařuje zpět do kosmického prostoru. Když jsou přízemní vrstvy atmosféry stále ohřívány dočasně zadrženým teplem ustálí se rovnováha mezi příjmem a výdajem. Účinek těchto plynů připomíná efekt skel kryjících skleník, proto tyto plyny označujeme jako skleníkové. [7]

Obr. 3.2 Cyklus skleníkového efektu

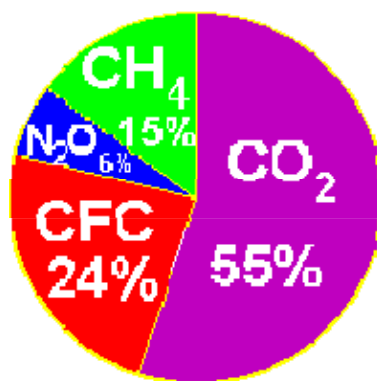


[20] 21.6.2008

Skleníkový efekt působí na Zemi již stovky milionů let, neboť skleníkové plyny v různé koncentraci se v její atmosféře trvale vyskytovaly od jejího samotného vzniku. Je to tedy jev zcela přirozený. V současné době bychom přesněji měli mluvit o změnách intenzity projevu skleníkového efektu na Zemi v důsledku změn koncentrace skleníkových plynů, podílejících se na globálním oteplování, obr 3.3.

Skleníkový efekt a s ním spojené globální oteplování je jedním z nejnaléhavějších globálních problémů současnosti.

Obr. 3.3 Podíl skleníkových plynů na globálním oteplování



[21] 12.9.2008

### 3.5.2 Skleníkové plyny

Skleníkové plyny jsou sloučeniny vyskytující se v atmosféře a vyznačující se silnou absorpcí dlouhovlnného infračerveného záření, díky čemuž je přirozeně ohřívána spodní vrstva atmosféry a zemský povrch, tab. 3.3. Kdyby atmosféra neobsahovala skleníkové plyny, její teplota při povrchu Země by byla kolem -18 °C. Pak by voda na Zemi existovala jen ve formě ledu a všechny formy dosavadního života by nebyly možné. Pro současné skleníkové plyny je charakteristický soustavný, někdy až velmi rychlý nárůst koncentrace. Jednotlivé skleníkové plyny se od sebe liší svými radiačními vlastnostmi, což znamená, že stejné množství různých plynů může absorbovat rozdílné množství infračerveného záření. Dále se liší dobou existence v atmosféře, tj. průměrnou dobou, po kterou jsou uchovány v atmosféře, než jsou rozloženy na jiné látky nebo pohlceny oceány, rostlinami apod.

Tab. 3.3 Podíl plynů na přirozeném skleníkovém efektu

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

**Vodní pára** je důležitý faktor, který k současnému skleníkovému efektu přispívá nejvíce. Její obsah se během několika tisíciletí neměnil. Současné zvyšování koncentrace skleníkových plynů v atmosféře zvyšuje její teplotu a to umožňuje zvyšování jejího obsahu. Vyšší obsah vodní páry by zesiloval skleníkový efekt. Větší koncentrace vodní páry se zároveň může projevit větší oblačností. A poněvadž oblaka silně odrážejí sluneční záření, mohlo by to naopak kompenzovat zesílení skleníkového efektu.

**Oxid uhličitý** (CO<sub>2</sub>) je velmi účinný skleníkový plyn. Velmi silně pohlcuje dlouhovlnné infračervené záření. Ve vzduchu je zastoupen ve velmi malém množství, jsou ho jen 0,04 %. Přesto, kdyby jeho koncentrace dlouhodobě klesala, snížila by se teplota na Zemi natolik, že by postupně zamrzly všechny vodní hladiny. Při dlouhodobém zvyšování jeho koncentrace dochází ke zvyšování teploty na Zemi, tedy zesiluje se skleníkový efekt. Zvyšování koncentrace CO<sub>2</sub> ve vzduchu je dnes vyšší než kdykoli v průběhu uplynulých 400 000 let a probíhá rychlostí, jež nemá za poslední půlmilion let obdoby.

**Troposférický ozon** (O<sub>3</sub>) je plyn, jehož tvorba je spojena s fotolýzou sloučenin dusíku, kdy suchozemské vyšší rostliny začaly uvolňovat těkavé terpeny a další uhlovodíky. Také antropogenní emise oxidů dusíku zvýšily troposférickou koncentraci ozonu na dvojnásobek.

**Oxid dusný** (N<sub>2</sub>O) pohlcuje 200x až 300x více dlouhovlnného infračerveného záření než oxid uhličitý. Doba jeho setrvání v atmosféře je až 130 let, přičemž z ní není odstraňován žádnými chemickými reakcemi, takže může pronikat až do stratosféry. Zde je fotochemicky rozkládán a vznikají radikály, které rozkládají ozon.

**Metan** (CH<sub>4</sub>) je asi 20x účinnější pohlcovač dlouhovlnného infračerveného záření než CO<sub>2</sub>.

**Ostatní plyny** zahrnují převážně látky, jejichž výrobu zavedl člověk a jsou různým způsobem uvolňované do vzduchu. Nejdrastičtější z nich jsou freony. Freony

jsou syntetické látky, které se původně v atmosféře vůbec nevyskytovaly. Používají se především v ledničkách jako chladicí kapaliny a tvoří nosná média pro spreje a těsnící pěny. Freony velmi intenzivně pohlcují dlouhovlnné infračervené záření v oblastech těch vlnových délek, kde je nepohlcují ostatní skleníkové plyny. Účinnost je 5 000x až 10 000x větší než u CO<sub>2</sub>. Jsou velmi stálé, což jim umožňuje setrvat v atmosféře až stovky let. I kdyby bylo jejich používání ihned zastaveno, následky jejich působení ponесou i příští generace. [5]

V současné době vědci intenzivně zkoumají, jak se mohou koncentrace výše zmíněných skleníkových plynů navzájem ovlivňovat a jakou souvislost mohou mít s globální teplotou.

### 3.5.3 Zesílení skleníkového efektu

Činností člověka se prokazatelně zvyšuje obsah přirozených skleníkových i jiných plynů, které v mnohem větší míře pohlcují infračervené záření unikající ze Země, tab. 3.4. Zvýšením koncentrace plynů schopných zadržovat teplo se zároveň zvýší i teplota při zemském povrchu a dochází ke globálnímu oteplování. Uvažuje se tak o postupném roztávání ledovců, následně o zvýšení hladiny oceánu a změnách klimatických pochodů.

Tab. 3.4 Přirozená a nepřirozená produkce skleníkových plynů

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

**Oxid siřičitý (SO<sub>2</sub>).** Proti zesílení skleníkového efektu působí ochlazovací účinek oxidu siřičitého, který je paradoxně též produktem spalování fosilních paliv. Oxid siřičitý vytváří v troposféře kondenzační jádra, čímž se zvyšuje oblačnost. Sluneční záření se odráží, nemá možnost pronikat na povrch Země, ohřívat ho a být v podobě tepla pohlceno skleníkovými plyny. Vzhledem k množství a relativní stálosti

je oxid siřičitý považován za indikátor globálního znečištění ovzduší. Jeho pravidelné sledování se započalo v 50. letech dvacátého století. V ČR zhruba o 10 let později.

### 3.6 Ozonová vrstva

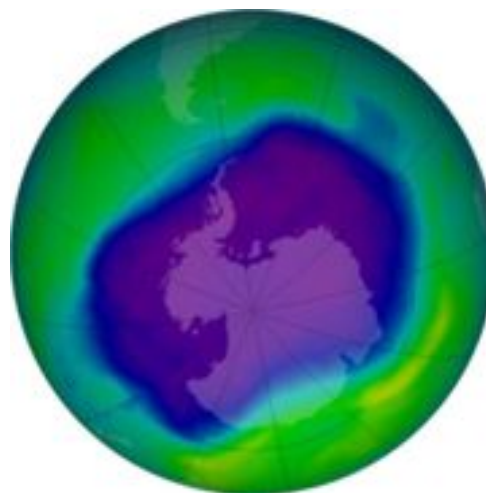
#### 3.6.1 Funkce ozonu

Ozonová vrstva je část stratosféry ve výšce 25 – 35 km nad zemským povrchem, v níž se nachází značně zvýšený poměr ozonu ( $O_3$ ) oproti běžnému dvouatomovému kyslíku ( $O_2$ ). Má mimořádně významnou roli, neboť celou planetu chrání před ultrafialovým zářením. Molekula ozonu snadno absorbuje energii jiného UV-fotonu a výsledkem je snížení energie procházejícího ultrafialového záření. Původní vysoká energie fotonů totiž vede ke vzniku rakovinotvorných nádorů a poškození zraku.

Ozonový štít poškozují přirozené jevy jako stratosférické bouře, výbuchy sopek, sluneční protonové bouře a průlety meteoritů. Zásadní vliv má ale činnost člověka. Jde například o zkoušky jaderných zbraní v atmosféře, průlety letadel vyššími vrstvami troposféry i stratosféry a produkce halonů a freonů. Oblasti se sníženou koncentrací ozonu se nazývají ozonové díry. Jimi proniká na povrch Země zvýšené množství UV záření, které je nebezpečné pro rostlinné i živočišné tkáně. Monitorováním obsahu ozonu z družic bylo zjištěno, že v oblasti zemských pólů dochází v posledních letech k značnému poklesu obsahu ozonu.

Obr. 3.4 Ozonová díra

Modrofialová oblast označuje ozonovou díru nad Antarktidou k 24. září 2006.



Oblast má rozlohu 27,3 mil. km<sup>2</sup>, je srovnatelná s rozlohou Afriky.

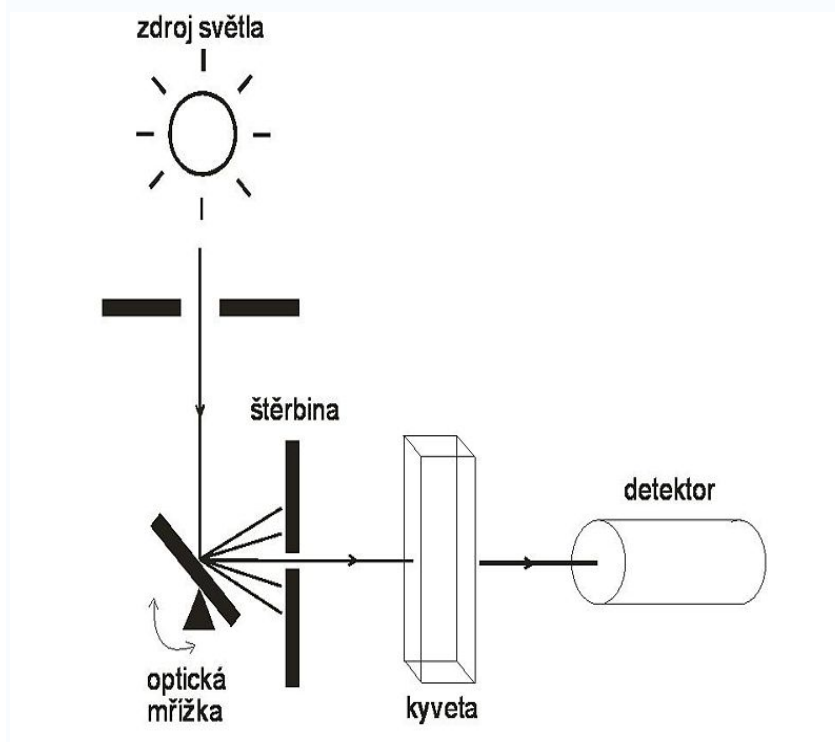
[22] 12.9.2008

Vážné úbytky ozonu jsou pozorovány hlavně na jižním pólu nad Antarktidou, viz obr. 3.4, a nad velkými městy. Na základě vyhodnocení nového matematického modelu došel tým amerických klimatologů k závěru, že ozonová díra nad Antarktidou se nezacelí dříve než v roce 2068.

### 3.6.2 Spektrofotometr

Ozonová vrstva byla objevena roku 1913 francouzskými fyziky Ch. Fabrym a H. Buissonem. Její vlastnosti podrobně prozkoumal britský meteorolog Gordon Dobson a zároveň vyvinul jednoduchý spektrofotometr, na obr. 3.5, kterým lze měřit stratosférický ozon z povrchu Země. V letech 1928 až 1958 založil celosvětovou síť stanic monitorujících ozon, která funguje dodnes. Mírou množství ozonu ve sloupci nad povrchem je dobsonova jednotka.

Obr. 3.5 Spektrofotometr



[23] 11.9.2008

Spektrofotometr se skládá ze čtyř částí - zdroj světla, monochromátor, vzorek a detektor.

Jako zdroj světla slouží vhodná žárovka nebo výbojka. Žárovky poskytují záření o spojitém spektru ve viditelné a infračervené oblasti, nelze je však použít pro měření v



UV oblasti. Jako zdroje UV záření se používají nejčastěji vodíkové nebo deuteriové výbojky.

Polychromatické světlo následně prochází monochromátorem. Nejjednodušší a nejlevnější možností je zařazení vhodného interferenčního filtru do optické dráhy. Rozlišuje se několik druhů interferenčních filtrů, jejichž vhodnou kombinací se sestaví filtr požadovaných vlastností. Pásmové filtry propouštějí určitý rozsah vlnových délek. Jako dolní a horní mez se zpravidla uvádí taková vlnová délka, pro kterou má filtr padesátiprocentní transmitanci ve srovnání s vlnovou délkou, kterou propouští nejlépe. Někdy se také uvádí střední vlnová délka, kterou filtr propouští a šířka pásma. Jako monochromátor slouží optická mřížka, jejímž nakláněním lze plynule měnit vlnovou délku. Rozsah vlnových délek, které z monochromátoru vycházejí, určuje pevná nebo nastavitelná štěrbina. Čím je štěrbina širší, tím větší je intenzita vycházejícího světla, ale za cenu menší specifčnosti měření. Naopak užší štěrbina zajistí přesnější dodržení požadované vlnové délky, ovšem za cenu menší intenzity světla a zvýšení šumu.

Monochromatické světlo prochází vzorkem. Většinou se pracuje s roztoky, které se plní do standardních kyvet s optickou dráhou 1 cm. Kyvety se v přístroji umísťují do kyvetátoru, který zajišťuje jejich přesnou polohu.

Světlo vycházející ze vzorku dopadá na detektor, zpravidla fotodiodu nebo jiný fotoelektrický prvek. Intenzita se vyhodnotí pomocí systému převodníků, srovná se s intenzitou světla procházejícího slepým vzorkem, a tím se získá absorbance. Přesnost měření ovlivňuje integrační čas, tj. doba, po kterou se absorbance měří. Čím je delší, tím přesnější bude výsledek měření.

### **3.7 Mezinárodní konvence**

Vážnost situace dokazuje řada mezinárodních konvencí, které byly na ochranu ozonové vrstvy přijaty. V r. 1985 Vídeňská dohoda (dohoda o ochraně ozonové vrstvy), r. 1987 Montrealský protokol (redukce výroby a spotřeby halogenovaných uhlovodíků), r. 1990 Londýnská konference signatářů Montrealského protokolu (zpřísnění přijatých opatření) – připojila se i tehdejší ČSFR. Nejdéle do r. 2040 mohou být freony používány, a to jen tehdy kdy není jiná alternativa. [2]

## 4 Znečištění ovzduší

Obr. 4.1 Emise



[20] 15.6.2008

Ke znečištění ovzduší, obr. 4.1, dochází nejvíce následkem spalování fosilních paliv, dřeva, vypalování lesů, pěstování rostlin a chovu zvířat. Mezi 4 hlavní znečišťující látky, které ve velkých kontaminacích mají nepříznivý vliv na lidské zdraví patří přízemní ozon ( $O_3$ ), oxidy dusíku ( $NO_x$ ), oxidy síry ( $SO_x$ ) a prachové částice ( $PM_x$ ).

### 4.1 Historie znečišťování.

V celé historii Země opravdu čisté ovzduší nikdy nebylo. Již od samého počátku života příroda produkovala exhalace z vulkanické činnosti, z rozkladu zbytků rostlin a živočichů a procesů spojených s produkcí biomasy. Neustále dochází k látkové výměně mezi zemským povrchem, hydrosférou a stratosférou.

První historické zprávy o znečišťování ovzduší sahají do období antiky. Tímto problémem se zabýval už Hippokrates ve své knize „Vzduch, voda a okolí“, známý filosof Seneca si stěžoval na špatný vzduch v Římě a dokonce sám císař Dioklecián vydal spis „Hygiena a návody“ pro potírání znečišťování. Středověká města s rozmachem řemesel se vyznačovala ještě větším znečišťováním. V té době byly zavedeny první úřední výnosy a tresty jako opatření za větší čistotu vzduchu. Bylo by mylné domnívat se, že otázka zakouřených měst se stala naléhavou teprve s příchodem průmyslové revoluce. Kouř zamořoval ovzduší již v době, kdy se následkem nedostatku dřeva začalo ve větší míře používat uhlí.

## 4.2 Znečišťující faktory

Škodliviny ovzduší je možno definovat jako látky a média v ovzduší, vytvářející nepříznivý účinek na životní prostředí a zdraví člověka. Mohou to být jak látky – prach, aerosoly, plyny, tak i fyzikální veličiny – různé druhy záření, hluk, teplo a další. Je třeba rozlišovat pojmy znečišťování a znečištění.

**Znečišťování** je proces, který charakterizujeme jako vypouštění nebo vnášení cizorodých látek do volné atmosféry vyjadřuje se v jednotkách úletu. Jednotka úletu je množství látky (emise) za určitý časový interval např. t.rok<sup>-1</sup>, kg.h<sup>-1</sup>.

**Znečištění** je přítomnost určitých látek v ovzduší v takové míře, že se projevuje nepříznivě k životnímu prostředí. Je to stav přízemní vrstvy atmosféry, který se vyjadřuje obsahem nežádoucích látek ve vzduchu (imise) v objemových nebo hmotnostních jednotkách, obvykle  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

### **Kyselé srážky.**

Produkty spalovacích procesů v atmosféře oxidují a reagují na kyselinu sírovou a dusičnou. Vznikají kyselé srážky (sníh, déšť, rosa, námraza), které jsou nosičem škodlivin a ohrožují lesy, okyselují jezera a toky, způsobují korozi materiálů.

### **Smog.**

Je to sloučenina částeczek popílku a sazí, SO<sub>2</sub> a CO. Vzniká ve městech a průmyslových oblastech. Zimní smog se objevuje zejména v zimě, vzniká v mlhavých dnech nebo při teplotních inverzích, kdy se studený vzduch drží při zemi a teplejší nad ním. Má prokazatelný vliv na zhoršení zdravotního stavu. Letní smog se nejvíce vyskytuje v létě, neboť vzniká během intenzivního slunečního svitu, kdy na zplodiny ze spalovacích motorů působí UV záření. Vytváří se ozon, který vstupuje do fotooxidačních reakcí. Způsobuje zhoršení zdravotního stavu a také snížení rostlinné produkce. V ČR se vyskytují se oba typy smogu.

### **Teplo.**

Změna teploty nad velkými městy a průmyslovými centry způsobuje změnu místních klimatických poměrů i tvorby oblačnosti a místní bouřky.

### **Znečištění ve vnitřních prostorech.**

Vzniká ze spalování lokálním vytápěním a uvolňováním látek ze stavebních materiálů v bytech, uzavřených prostorech staveb a v průmyslových provozech. Dosavadní výsledky ukazují, že v některých bytech se vyskytují překvapivě vysoké koncentrace oxidu dusičitého a prašných částic.

## **Hluk.**

K nejvýraznějším zdrojům hluku se řadí především doprava, průmysl, stavební činnost, hudba a hluk spojený s bydlením i rekreací. Při vyšších intenzitách neblaze ovlivňuje zdraví člověka. Ve velkých městech je zcela jednoznačně největším zdrojem nadměrného hluku působícího na velký počet obyvatel doprava a to v převážné většině automobilová. Hluk spojený s bydlením, který vydávají třeba různé domácí spotřebiče nebo hudební hluk si buď způsobuje člověk sám, nebo je mu vystaven jen krátkou dobu. Hluk ze stavební činnosti může být nepříjemný, ale trvá naštěstí jen po dobu stavby. Hluk z dopravy je ale něco zcela jiného. V postižených oblastech působí bez přestání, ve dne v noci, 365 dnů v roce. Automobilová doprava téměř zcela utichá jen na krátkou chvíli a to při příchodu Nového roku. Kdo bydlí u frekventované silnice, hluku z dopravy se prostě nemůže vyhnout. Postup hygienických stanic, které mají problematiku hluku na starosti, budí v tomto ohledu dojem nespravedlnosti. Zatímco hudební klub, který překračuje hlukové limity několik hodin denně, hygienici bez okolků zavrou, silnice, po nichž projíždějí desetitisíce vozidel a limit je překračován neustále, dostávají většinou povolené výjimky pro další provoz.

## **Radioaktivita.**

Přírozená radioaktivita je důsledkem samovolného rozpadu atomového jádra, přirozeně radioaktivních je v přírodě mnoho látek. Z geologického podloží a staveb se do atmosféry dostává radon. Množství vyzařované přirozené radioaktivity závisí na podloží.

Umělá radioaktivita vzniká transmutací, vlivem řetězové reakce nebo působením urychlených částic, je tedy podmíněna přeměnou jádra, která je způsobena vnějším vlivem. Při ostřelování částicemi  $\alpha$  se jádra mohou dále samovolně rozpadat, tzn. vykazují radioaktivitu. Takováto jádra v přírodě běžně neexistují, ale byla vytvořena uměle. Zákonitosti rozpadu těchto uměle vytvořených jader jsou shodné s zákony popisujícími rozpad přirozeně radioaktivních jader. Zvýšenou radioaktivitu způsobují např. havárie jaderných elektráren, vyhořelé jaderné palivo a pokusy s jadernými zbraněmi.

## **Emise a imise.**

Znečišťující látky, které unikají ze zdrojů se nazývají emise. Když se dostanou do ovzduší a mohou se účastnit dalších reakcí nebo se přenášet z místa na místo, označujeme je jako imise.

Znečištění ovzduší způsobené dopravou má neblahý vliv na zdraví. Látky, které

jsou součástí výfukových plynů, mohou způsobit celou řadu závažných zdravotních problémů. Výfukové plyny motorových vozidel jsou směsí chemických látek, jejichž složení závisí na druhu paliva, typu a stavu motoru a případném užití zařízení na snížení emisí. U automobilů na naftu se používají filtry a u automobilů na benzín jsou to katalyzátory.

### **4.3 Měření škodlivých látek v ovzduší**

Jakmile se škodliviny dostanou do prostředí, může k jejich dalšímu rozptýlení docházet vzduchem, půdou, vodou, živými organismy a potravou. Cesty jejich disperze jsou velice různorodé a závisejí jak na zdroji emise tak na povaze samotné látky. V průběhu disperze procházejí škodliviny škálou změn, může se měnit způsob jejich přenosu a v důsledku promíchání dochází k jejich zředění. Na základě jejich fyzikálních vlastností dochází k separaci nebo akumulaci. Uskutečňují se různé chemické reakce, v jejichž průběhu se původní látka rozkládá nebo mění v jinou látku.

#### **4.3.1 Monitoring**

Monitorování životního prostředí chápeme jako dlouhodobé měření a vyhodnocování vybraných parametrů biosféry a všech produktů civilizace. Základním principem každého monitorovacího systému je měření, přenos, zpracování a ukládání získaných dat. Měření se provádí zpravidla automatizovanými systémy, na které navazuje přenos a další zpracování dat. Analýza dat se provádí až pomocí speciálních expertních systémů nebo v informačních systémech. Pokud systém dokáže nejen sledovat, ale také analyticky vyhodnocovat stav a vývoj dílčích zdrojů biosféry, pak hovoříme o integrovaném monitoringu životního prostředí.

Monitoring imisí se provádí na stacionární nebo mobilní automatické měřicí stanici. Ty bývají umístěné v městských aglomeracích, na hranici pásma hygienické ochrany průmyslového komplexu nebo v otevřené krajině. Zde detekují a zaznamenávají složky znečištění ovzduší způsobené dopravou, tepelnými a energetickými zdroji, chemickými provozy a sekundárními vlivy probíhajícími v atmosféře (působením slunečního záření na primární složky znečištění). Měří se zejména veličiny jako oxid siřičitý, oxidy dusíku, oxid uhelnatý, polévatý prach, ozón, suma uhlovodíků, těkavé organické látky, polyaromatické uhlovodíky, atd. Pro odběry vzorků a jejich analytické zpracování jsou stále vyvíjeny nové citlivější a přesnější

postupy. Mezi ně patří použití automatických odběrových souprav nebo dálkově ovládaná detekční zařízení.

Ze všech prováděných měření vznikají rozsáhlé datové řady, které jednak slouží ke sledování vývoje kvality ovzduší v dané lokalitě a dále jako cenné podklady pro další studie. V ČR tvoří hlavní monitorovací síť stanice Českého hydrometeorologického ústavu. Svou síť má hygienická služba, stanice provozují i průmyslové podniky, vědecké ústavy, místní úřady.

#### 4.3.2 Emise

Emise jsou množství látek vypouštěných z daného zařízení, jejich měření tedy probíhá v případě automobilu přímo u výfuku a v případě továrny na komíně. U všech legálně provozovaných automobilů jsou pravidelně měřeny emise v rámci státní technické kontroly, nám dobře známé STK. Zde se měří emise oxidu uhelnatého, uhlovodíků a kouřivost motoru. Emisní limity oxidu uhelnatého a uhlovodíků stanoví výrobce vozidla pro každý jednotlivý typ auta zvlášť. Jedná se tedy spíše o zkoušku, zda emise nepřesahují původní předpoklad výrobce auta, než o nějaký test vlivu výfukových plynů automobilu na okolí. Používání bezolovnatého benzínu umožnilo používání katalyzátorů, které sice redukuje emise oxidu dusíku, oxidu uhelnatého a hydrokarbonů, ale nemají vliv na emise tuhých látek a dokonce zvyšují emise CO<sub>2</sub>. Pokud auto projde emisní zkouškou, neznamená to, že svým dalším provozem nebude poškozovat zdraví lidí nebo nebude mít další negativní vlivy na životní prostředí.

Automobilové emise obsahují především tyto látky:

- oxid uhelnatý (CO) – blokuje přenos kyslíku krví
- oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>) – některé z nich způsobují již při malých koncentracích pocit dušení a nucení ke kašli, zvyšují pravděpodobnost onemocnění dýchacích cest uhlovodíky (HC). Některé skupiny uhlovodíků dráždí sliznici a oči, některé skupiny uhlovodíků mohou být karcinogenní
- prachové částice (PM) - poléťavý prach
- oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>) – přispívá k tvorbě skleníkového efektu, který má za následek globální klimatické změny
- oxid siřičitý (SO<sub>2</sub>) – automobilové emise obsahují sice jen malé množství SO<sub>2</sub>, ale může násobit efekt dalších látek, vstřebává se v horních cestách dýchacích
- přízemní ozón (O<sub>3</sub>) – chemickými reakcemi výfukových plynů za účasti slunečního záření vzniká fotochemický smog, který kromě dalších škodlivých

látek obsahuje i ozón – ten je pro člověka jedovatý a např. snižuje schopnost plic vykonávat normální funkce

- polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) – mnohé z nich jsou mutagenní a karcinogenní
- aldehydy – jsou vstřebávány v dýchacím a trávicím ústrojí, dráždí oči, sliznice, způsobují poruchy dýchání, kašel, nevolnost, astma, kožní alergie, zvyšují riziko rakoviny a leukémie
- olovo (Pb) – olovnatý benzín byl v ČR od 1.1.2001 zakázán. Olovo v emisích automobilů předtím desítky let způsobovalo především poškození mozku u dětí včetně poklesu jejich inteligence. [15]

### 4.3.3 Imise

Obr. 4.2 Měřicí přívěs na stanovišti



[24] 6.8.2008

Imise se neměří u zdroje znečištění, ale u jeho příjemce, například na nějakém běžném místě, kde se pohybují lidé a dýchají vzduch. Český hydrometeorologický ústav provádí měření imisí, tedy měření znečištění, resp. kvality ovzduší pomocí 97 stanic, řadu dalších stanic provozují jiné organizace. V měřicí stanici, obr. 4.2, jsou kontinuálně monitorovány  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_3$  a prachová frakce  $\text{PM}_{10}$ . Z těchto měření jsou ukládány 30-ti minutové průměry, které jsou denně pomocí modemu odesílány do pobočky ČHMÚ Plzeň, kde jsou pak veškerá data verifikována, archivována a posléze i prezentována na webových stránkách ČHMÚ. Jako doplňující údaje pak slouží

kontinuální měření teploty ve 2 a 10 metrech nad zemí, atmosférického tlaku, relativní vlhkosti, rychlosti a směru větru a globálního slunečního záření. [16]

Z těchto měření za daná léta existují velké datové soubory, díky kterým lze sledovat samotný vývoj kvality ovzduší sledovaného místa.

#### **4.3.4 Hluk**

##### **4.3.4.1 Měření hluku**

Zvuk je změna tlaku rozeznatelná lidským uchem.

Intenzita hluku se vyjadřuje v decibelech (dB). Decibel je logaritmická veličina, její nárůst tedy není symetrický, jak jsme zvyklí třeba u jednotek hmotnosti nebo délky. Zvýšení hluku o 3 dB znamená zdvojnásobení jeho objemu. Při nárůstu o 10 dB je hluk desetinásobný, při nárůstu o 20 dB stonásobný. To znamená, že rozdíl mezi 20 dB a 40 dB je mnohem menší, než rozdíl mezi 60 dB a 80 dB. Pokud je například hluk o několik decibelů nad limitem, působí tato informace na první pohled mylným dojmem, že jde jen o mírné překročení.

Aby bylo měření hluku objektivní, musí se provádět za určitých podmínek. Hluk nelze například měřit za nepříznivého počasí (silný vítr, déšť, sněžení), u hluku z dopravy je nutné měřit v den s obvyklou mírou dopravy a ne o víkendu či o svátcích. Pro vlastní potřebu je možné měřit hluk orientačně i ručním hlukoměrem. Pokud ovšem potřebujeme spolehlivé měření, je třeba se obrátit na některou z akreditovaných laboratoří. Ty provádějí měření hluku odborně a výsledky zpracují do protokolu o měření hluku. Je to ovšem poměrně nákladná záležitost. Hluk se obvykle měří buď celých 24 hodin, nebo se měří jen v některé úseky a zbytek je dopočítáván. Venkovní hluk se měří ve vzdálenosti dvou metrů od fasády domu. Při obtěžování přílišným hlukem z dopravy je vhodné obrátit se nejprve na příslušnou na hygienickou stanici. [13]

Přístrojů k měření hluku je celá škála různých typů, lišících se od sebe vlastnostmi, parametry, velikostí, odolností, výrobcem.

##### **Digitální hlukoměr, LUXmetr, teploměr a vlhkoměr.**

Tento multifunkční měřicí přístroj na obr. 4.3, kombinuje možnosti měření:

- intenzita osvětlení: 0,01 až 20 000 luxů, 4 rozsahy měření, přípustná odchylka 0,01/0,1/1/10 luxů
- hluk: 35 až 130 dB, rozlišení 0,1 dB, přesnost  $\pm 3,5$  dB
- relativní vlhkost: 25 až 95 %, rozlišení 0,1 %, přesnost  $\pm 5$  %



- teplota: -20 až +750 °C, rozlišení 0,1 a 1 °C, přesnost  $\pm 3$  %.

Jednotlivá čidla jsou spojena kabelem. Přístroj je vybaven funkcí Data-hold (momentálně naměřené hodnoty), Max-hold (registrace maximálních naměřených hodnot) a Power-off. Napájení je na 9V baterii.

Obr. 4.3 Multifunkční přístroj



[25] 2.8.2008

Obr. 4.4 Analyzátor Nor-121



[25] 25.6.2008

### **Analyzátor zvuku.**

Přístroj NOR-121 na obr. 4.4, byl zkonstruován speciálně pro použití v životním prostředí a může měřit a zaznamenávat současně více než 1300 parametrů. Jeho základní vlastnosti jsou:

- zaznamenává samotný zvukový signál
- vestavěný mód stavební akustiky – není potřeba PC
- detekce tónové složky
- paralelní měření reportů s šesti úrovněmi vnoření
- kmitočtová analýza v reálném čase 0,1 až 20 000 Hz
- vysoký dynamický rozsah až 120 dB
- interní hard disk a standardní karta PC pro uložení dat
- funkce značek s uživatelským označením
- napájení dlouhoživotnostními akumulátory nebo z externího zdroje 11–18 V
- interní oscilátor k podpoře automatické kalibrace mikrofonních systémů
- akceptuje data z meteorologických stanic a integruje výsledky do souborů měření
- umožňuje širokopásmová měření

#### 4.3.4.2 Nástroje ochrany před hlukem

Existuje celá řada způsobů, jimiž lze více či méně snížit hluk z dopravy.

Venkovní hluk.

Skvělým protihlukovým opatřením je zeleň. Tři metry široký pás zeleně dokáže snížit hluk o jednu čtvrtinu. Protihlukové stěny lze použít tam, kde je dostatek prostoru a musí být vyprojektovány tak, aby hluk jen neodrážely, ale aby ho pohlcovaly, důležitý je i jejich vzhled. Jedná se o prostorovou bariéru a je tedy třeba umisťovat je s citem. Vhodnost snížení rychlosti jako protihlukového opatření je třeba pokaždé odborně posoudit. V případě, kdy by řidič vozidla byl nucen přeřadit na nižší převodový stupeň, by totiž paradoxně snížení nejvyšší povolené rychlosti mohlo vést k nárůstu hluku. Je nezbytné, aby maximální rychlost nebyla snížena jen takzvaně na papíře, ale i v praxi. Toho lze optimálně dosáhnout umístěním radaru, který automaticky zaznamená SPZ vozidla překračujícího nejvyšší rychlost. Jakákoliv opatření ve prospěch zklidnění dopravy mají pozitivní vliv i na míru hlukové zátěže. Může to být umístění retardérů (zpomalovačů) nebo i výměna povrchu vozovky, která dokáže snížit hluk až o 12 dB.

Vnitřní hluk.

Opatření pro snížení hluku uvnitř budov neřeší příčinu problému, ale pouze následek. Samozřejmě mohou pomoci k výraznému snížení hluku v domě nebo bytě. Nicméně prioritou by mělo být snížení hluku na takovou míru, abychom se nemuseli schovávat doma za protihlukovými okny, ale mohli příjemně pobývat i venku.

Běžná okna mohou tlumit hluk do různé míry. Záleží na tom, zda mají jednu nebo dvě skleněné tabule, jak je sklo silné a jak dobře jsou okna utěsněna. Instalací protihlukových oken lze snížit hluk pronikající do místnosti až o 75 %. Nevýhodou je, že se efekt protihlukového okna ztrácí, pokud jej otevřeme. Dílčím řešením mohou být také organizační změny uvnitř bytu nebo celé stavby.

#### 4.3.5 Radon

Radonový index pozemku je stanovován podle metodik schválených Státním úřadem pro jadernou bezpečnost a je určen kombinací výskytu radonu v zeminách a horninách (tj. objemová aktivita radonu v půdním vzduchu), plynopropustností zemin a hornin a geologických poměrů v lokalitě pozemku. Vzorke půdního vzduchu jsou odebírány z hloubky 80cm metodou ztraceného hrotu, poté analyzovány měřicím přístrojem LUK 4A (Lucasovy komory) a přístrojem ERM-3 (ionizační komory) IK 250. Vzorke zemin a hornin pro stanovení plynopropustnosti jsou odebírány z hloubky

1 m jehlovou půdní sondýrkou.

Měření a hodnocení výskytu radonu a produktů přeměny radonu ve stavbách se provádí jako kontrolní měření před kolaudací, pro informaci uživatele stavby, jako podklad pro rozhodnutí zda je vhodné provést dodatečná protiradonová opatření atd.

## **4.4 Odpovědnost**

### **4.4.1 Emise a lidé v číslech**

O negativním vlivu emisí není žádných pochyb. Je třeba ale důrazně upozornit na jejich účinky, které ohrožují zdraví lidí. Pro ukázkou zde máme několik údajů:

- Téměř 25 % obyvatel zemí Evropské unie žije v místech, která jsou vzdálena méně než 500 m od silnic, po nichž se ročně přepraví více než tři miliony vozidel. V důsledku toho způsobují vysoké hladiny znečištění každoročně ztrátu téměř čtyř milionů let života.
- Znečištění ovzduší má na svědomí sedmkrát více životů než dopravní nehody na evropských silnicích, které si vyžádají kolem 45 000 lidských životů ročně. Způsobuje každý rok předčasnou smrt asi 370 000 Evropanů a 9 000 obyvatel ČR.
- Průměrná délka života ve velkých městech je o rok kratší kvůli emisím malých prachových částic.
- Dlouhodobá expozice vysokým koncentracím výfukových plynů dieselových motorů vede k nárůstu výskytu rakoviny o 40 %.
- V letech 1990-2004 bylo 43 % Evropanů žijících ve městech vystaveno množství prachu, které přesáhlo platné limity. Nejhoršími oblastmi jsou Benelux, Česká republika, Polsko, Maďarsko, jižní Španělsko a severní Itálie.
- 6 z 10 obyvatel evropských měst bylo ve stejné době vystaveno nadlimitním koncentracím ozónu.
- Znečištění ovzduší jemným prachem zkracuje život Evropanům v průměru o více než 8 měsíců a Čechům v průměru o 10 měsíců. [15]

### **4.4.2 Proces změn**

Je jisté, že změna klimatu vyvolaná člověkem a jeho činnostmi už není pouhou teorií, kterou se zabývá hrstka vědců. Globální oteplování a zesílený skleníkový efekt, jehož fyzikální zákonitost je nezpochybnitelná, jsou obrovskou hrozbou pro budoucnost

lidstva. A společnost, která nerespektuje ekologické limity, se v důsledku své expanze stává stále ohroženější a zranitelnější. Aby se situace stala udržitelnou, bude zapotřebí mnoha změn nejenom v průmyslovém odvětví, ale především ve smýšlení a jednání vlád na vnitrostátní i mezinárodní úrovni. A v samotných lidech pak zvyšování odpovědnosti. Možná i několik generací tak čeká dlouhý a složitý proces změn, který mohou provázet i jistá omezení či oběti. Výsledkem a odměnou na konci této cesty však bude čistý vzduch, pitná voda, nezávadné potraviny a zachování živočišné a rostlinné podstaty naší planety.

## 5 Energie

### 5.1 Energie

Symbol veličiny:  $E$

Základní jednotka SI: joule, značka jednotky: J

Další jednotky: kalorie, elektronvolt (eV) - používá se především pro elementární částice

Energie je schopnost hmoty konat práci (působit silou po dráze). Těleso nebo pole, které nemá energii, nemůže konat práci. Konáním práce se energie mění z jedné formy na jinou, celkové množství energie zůstává stejné. Platí Zákon zachování energie. Energie jako fyzikální veličina vyjadřuje množství energie. Velikost práce, které těleso nebo pole vykoná, se rovná úbytku jeho energie.

Množství energie spotřebované za jednotku času udává veličina příkon, poměr vydané a dodané energie udává veličina účinnost.

Výpočet hodnoty energie závisí na druhu energie.

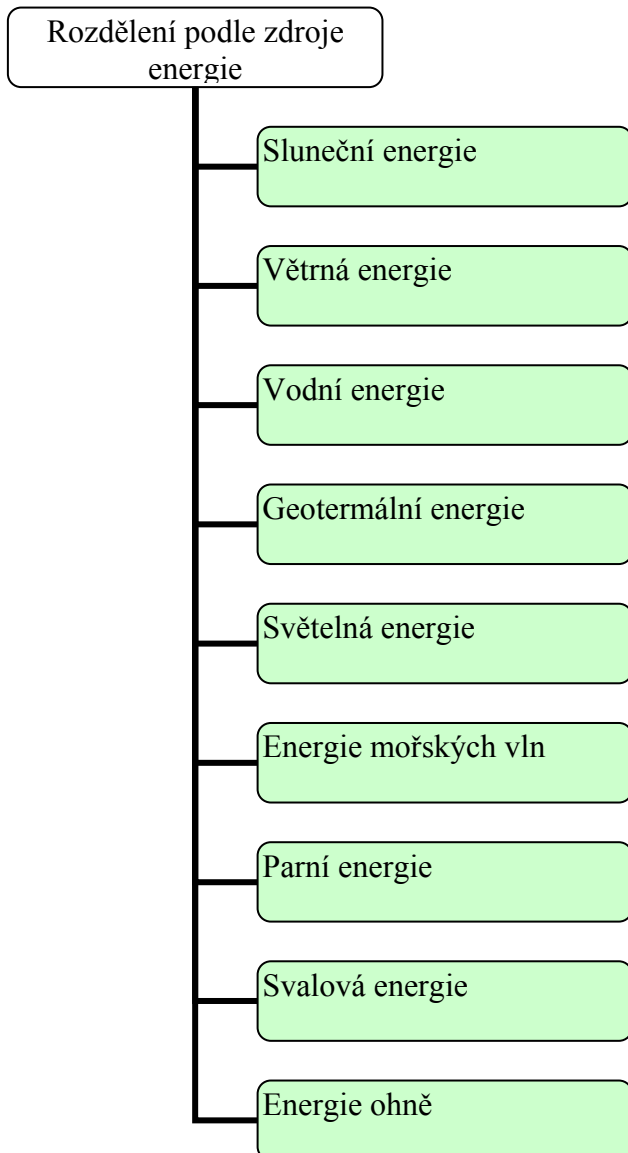
Ze speciální teorie relativity plyne, že hmotnost a energie jsou ekvivalentní podle Einsteinova vztahu

$$E = m \cdot c^2,$$

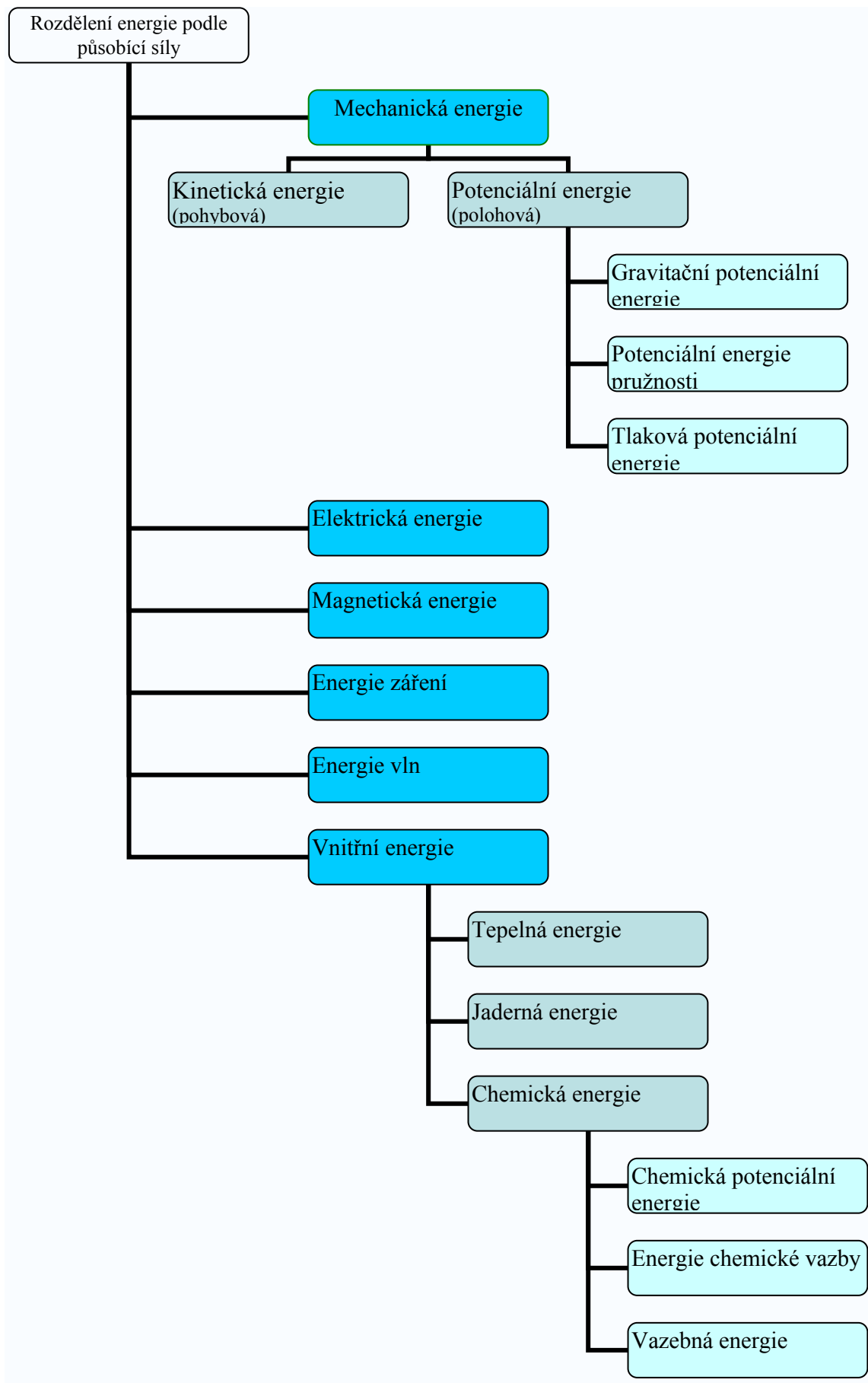
kde  $m$  je hmotnost,  $c$  je rychlost světla, hmotnost  $m$  závisí na rychlosti světla  $c$ .

## 5.2 Druhy energie

### 5.2.1 Rozdělení podle zdroje energie



## 5.2.2 Rozdělení energie podle působící síly



### 5.3 Výroba energie

Lidé inspirovaní pohledem na věčně kolotající Slunce, Měsíc, hvězdy a planety byli dlouho přesvědčeni o tom, že i na Zemi lze sestrojít přístroj, který by se stále a bez přestání sám o sobě hýbal. Hydraulické perpetuum mobile na obr. 5.1, které navrhl irský přírodní filosof Robert Boyle, demonstruje samoplňící se číši vlastně tím, že nefunguje. Tento jev byl později nazván hydrostatickým paradoxem. Mnoho vědců a badatelů se po dlouhá staletí snažilo odhalit tajemství stroje, který by k zajištění svého chodu vyráběl a spotřebovával jen svou vlastní energii. Všechny dosavadní poznatky a výsledky mnoha různých výzkumů ukazují na skutečnost, že takový stroj sestrojít nelze.

Obr. 5.1 Samoplňící se číše



[26] 5.6.2008

Bez elektrické energie si nedokážeme dnešní život vůbec představit a její užívání pokládáme za naprostou samozřejmost. Bohužel mezi největší zdroje CO<sub>2</sub> na světě patří právě produkce elektřiny (cca 38 %). Samozřejmě jsou dnes dobře známy technologie výroby elektřiny, které uvolňují jen nepatrné či dokonce žádné množství CO<sub>2</sub>. Takové technologie využívají alternativní neboli obnovitelné a je nasnadě podotknout, že tudíž nevyčerpatelné zdroje energie. Veškerá produkce CO<sub>2</sub> je spojena pouze se samotnými stavebními a technologickými postupy. Následná produkce energie je z hlediska skleníkových plynů zcela bez odpadů.

### 5.4 Energetická krize - František Janouch

Autorem mnoha článků o energetice je významný český a švédský jaderný fyzik Prof. RNDr. František Janouch, CSc., zakladatel Nadace Charty 77. Vystudoval fyzikální fakultu Leningradské univerzity poté následovala aspirantura a kandidátská disertace na Lomonosově univerzitě v Moskvě. Po návratu do Československa byl

vedoucím oddělení teoretické jaderné fyziky v ÚJF v Reži a docentem na MFF UK v Praze. V r. 1974 z politických důvodů odjel do Stockholmu (byl vypovězen a zbaven čs. občanství) a byla mu nabídnuta profesura na Královské akademii věd. V roce 1992 byl velvyslancem Československa, v letech 1996–2000 zastupoval EU v Kyjevě. V současné době vystupuje na veřejnosti, komentuje a publikuje, je autorem populárně vědeckých děl. Napsal též předmluvu k českému vydání knihy „Environmentalisté pro jadernou energii“ od autora Bruno Combyho.

[27] 15.7.2008, citace: „Fyzika zná pouze jeden zdroj energie: je to energie jaderná. Energie v přírodě vzniká pouze v důsledku syntézy lehkých jader (tak zvaná fúze) nebo při štěpení jader těžkých (např. uranu). Všechny tak zvané čisté či obnovitelné zdroje energie existují díky těmto dvěma jaderným procesům. Nevěřícím Tomášům to mohu na několika řádcích lehce dokázat:

Sluneční energie: Syntéza lehkých jader

Geotermální energie: Rozpad radioaktivních jader uvnitř Země

Energie větru: Slunce

Vodní energie: Slunce

Fosilní paliva: Konzervovaná a kondenzovaná energie Slunce

Organická paliva: Fotosyntéza – Slunce

Přílivová energie: Gravitace – Velký třesk.

80% dnes používané energie tvoří fosilní paliva, tedy uhlí, nafta, zemní plyn. Tato paliva byla vytvořena před stovkami miliónů let a v průběhu skoro 300 milionů let v podstatě pohlcováním kyslíčnicku uhličitého z atmosféry a s pomocí reakce fotosyntézy: kyslík byl uvolňován zpět do atmosféry, uhlík ukládán do zelené masy.

Při dnešním tempu spotřeby fosilních paliv budou jejich zásoby vyčerpány během stovek let. Při jejich spalování je tedy kyslíčnick uhličitý uvolňován do atmosféry milionkrát rychleji, než byl kdysi z atmosféry odebírán. Tento dramatický zásah do rovnováhy naší planety musíme všichni mít v paměti a podle toho se chovat.

Energii, na rozdíl od všech ostatních „surovin“, navíc nelze ničím nahradit. Přitom ji lidstvo spotřebovává, často velice nerozumně či dokonce nesmyslně a čím dál tím nezodpovědněji. Denně přibývá na naší planetě skoro čtvrt milionů nových konsumentů, kteří se budou hlásit o svůj podíl na spotřebě energie. Abychom pro ně zajistili alespoň minimální množství energie, řekněme na průměrné úrovni globální spotřeby, museli bychom uvádět do provozu každý druhý den jeden temelínský reaktor.



Boj proti jaderné energii je jednou z nejnesmyslnějších a nejnebezpečnějších ideologií, které vznikly v minulém století. Energie bude stále vzácnější a stále potřebnější. Například nedostatek pitné vody, který hrozí lidstvu v mnohých oblastech, je lehce překonatelný při dostatku energie, ale nepřekonatelný při jejím nedostatku.

Jaderná energie – mám nyní na mysli klasické uranové reaktory – nejsou a zřejmě ani nemohou být pro lidstvo panaceou. Tvoří však důležitý instrument v překonávání globální energetické krize, která před lidstvem stojí. Překonání této krize však bude vyžadovat, zvláště ze strany bohatší části populace naší Planety, zamyšlení se nad vlastním způsobem života a zvláště nad používáním (chce se napsat: zneužíváním) našich energetických zdrojů: bez radikální proměny naší filozofie využívání energie lidstvo energetickou krizi nevyřeší. Zatímco konec zásob ropy je již v horizontu části lidského života (kolem 40 let), na ulicích je více a více městských džípů, v horách jsou sjezdovky pokrývány umělým sněhem a luxusní turistické parníky na rovníku nabízí svým cestujícím atrakce jako je bruslení a balet na ledě. Duben 2007, František Janouch.“ [27]

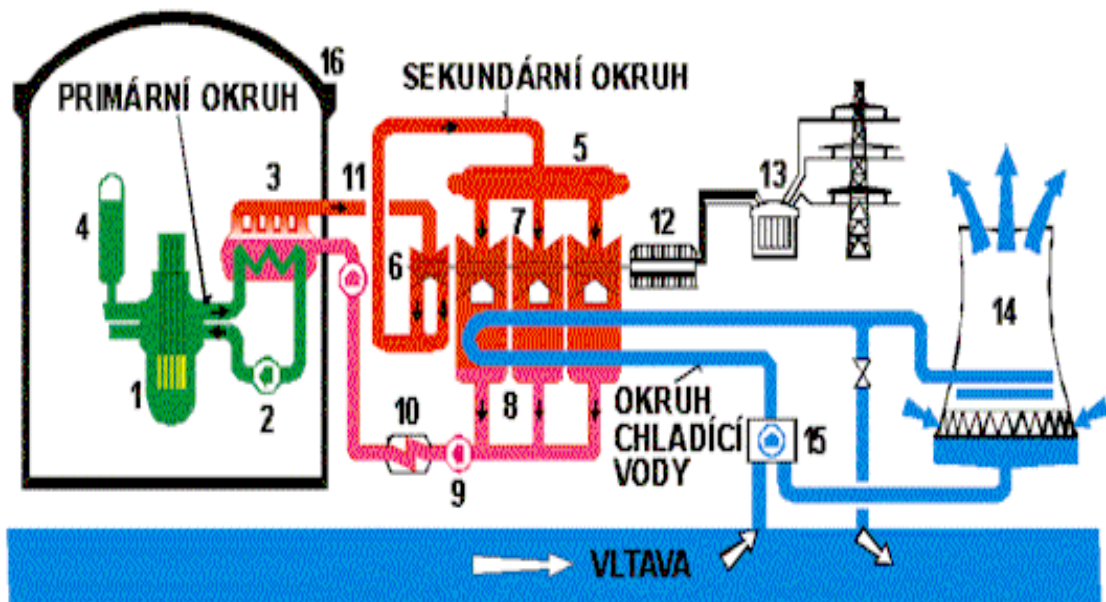
## 5.5 Jaderná energie

Dějiny lidstva jsou spojeny s dějinami využití energie. V současné době, kdy je snaha snižovat zdroje klasických energií, je nutno využít energie ukryté ve hmotě, využít štěpení jádra atomu. Jaderná energetika neprodukuje prakticky žádné skleníkové plyny a naopak přispívá významným způsobem ke snížení globálních emisí těchto plynů do ovzduší. Pro perspektivu jaderné energetiky hovoří i dostatek surovin pro výrobu paliva. Světové zásoby ekonomicky dostupných jaderných paliv by mohly bez recyklace paliva vystačit na 85 let a pokud by se nasadily rychlé reaktory, pak by s recyklací mohly vystačit na 2 500 let. Zásoby lithia pro další generaci fůzních reaktorů by vystačily až na 46 milionů let.

Tlakovodní jaderný reaktor byl vyvinut americkou firmou Westinghouse před čtyřmi desítkami let. První generace tlakovodních reaktorů se začala komerčně používat v roce 1961. Tlakovodní reaktory byly nadále vyvíjeny, dnes se běžně používají reaktory o výkonu až 1300 MW. [28]

### 5.5.1 Princíp tlakovodných jaderných elektrární

Obr. 5.2 JE Temelín



[28] 6.7.2008

Popis obrázku

- primární okruh: 4 – kompenzátor objemu  
1 – reaktor  
2 – hlavné cirkulačné čerpadlo  
3 – parogenerátor
- sekundárny okruh: 11 – hlavné parný kolektor  
5 – separátor  
7 – nízkotlaké diely turbíny  
8 – kondenzátor  
9 – kondenzačné čerpadlo  
10 – ohrievač vody  
6 – turbonapáječka
- chladicí okruh: 15 – cirkulačné čerpadla  
14 – chladicí věž
- dodávka do sítě: 12 – generátor  
13 – blokové transformátory
- ochrana: 16 – ochranný kontejment

Obr. 5.2. V reaktoru vzniká teplo při štěpení jader uranu 235, obsažených v jaderném palivu. Toto teplo je z reaktoru odváděno vodou, která reaktorem protéká a ochlazuje jeho aktivní zónu. Vysoký tlak, který je v reaktoru a v celém primárním okruhu, zabraňuje vodě ve varu (odtud název tlakovodní reaktor). Z reaktoru proudí ohřátá voda do tepelného výměníku - parogenerátoru - kde svoji tepelnou energii předává vodě cirkulující v odděleném sekundárním okruhu. Tlak vody v tomto okruhu je nižší než v okruhu primárním a voda v parogenerátoru se tudíž může přeměnit v páru o vysokém tlaku a teplotě. Pára z parogenerátoru proudí do turbíny, kterou roztáčí působením na její lopatky. K přeměně pohybové energie na energii elektrickou dochází v generátoru, jehož rotor roztáčí právě turbína. Pára je z turbíny odváděna do kondenzátorů, kde se sráží na vodu a kondenzuje. Chlazení kondenzátorů, v nichž je páře odnímána její již nevyužitelná energie, zajišťuje tření tzv. chladící okruh elektrárny. Jeho nejznámější část tvoří mohutné chladící věže, které nenajdeme pouze u elektrárny, zde lze vodu z chladícího okruhu ochlázovat v moři nebo velké řece. Voda kondenzátoru je vedena zpět do parogenerátoru, kde se znovu změní v páru a proudí znovu do turbíny. Tím se cyklus vody a páry v sekundárním okruhu uzavírá.

Výhodou jaderných elektráren je, že nevypouštějí do ovzduší škodlivé látky jako oxid siřičitý, oxidy dusíku, popílek, těžké kovy nebo oxid uhličitý.

Nevýhodou jaderných elektráren je velká finanční nákladnost a doba likvidace jaderného odpadu. Radioaktivní odpady vznikají v jaderné energetice v podstatě v průběhu celého palivového cyklu, od vytěžení uranové rudy až po likvidaci elektrárny na konci její životnosti. Vyhořelé jaderné palivo představuje vysoce aktivní odpad, který je možné uložit anebo přepracovat na nové palivo. Při provozu jaderné elektrárny vznikají i nízko aktivní a středně aktivní odpady.

V České republice máme dvě jaderné elektrárny.

### **5.5.2 JE Dukovany**

Jaderná elektrárna Dukovany byla uvedena do provozu na plný výkon roku 1987 a každoročně dodává do rozvodné elektrické sítě více než 12 miliard kilowatthodin elektrické energie. Znamená to, že každá pátá žárovka v ČR spotřebovává energii z této elektrárny.

### **5.5.3 JE Temelín**

O výstavbě jaderné elektrárny Temelín bylo rozhodnuto v roce 1980. O tom, že ze čtyř plánovaných bloků, by měli být v elektrárně Temelín dokončeny pouze první dva rozhodla již porevoluční federální vláda v roce 1990. Ale roce 1993 schválila česká vláda definitivní dostavbu všech čtyř bloků Temelína. Dostavba JE Temelín nadále pokračuje.

### **5.5.4 Havárie v Černobylu**

Reaktor číslo 4 jaderné elektrárny v Černobylu explodoval 26. dubna 1986 v 1:23 hodin středoevropského času. Po výbuchu byla zamořena Ukrajina a část Evropy, hlavně pak Bělorusko a Rusko. Moskvě trvalo dlouho, než přiznala, že došlo k havárii. Přes 25 000 lidí, kteří se v různých fázích bezprostředně podíleli na odstraňování následků neštěstí, zemřelo na důsledky ozáření. OSN v září 2005 odhadla počet úmrtí na rakovinu způsobených Černobylem na 4 000. Tato katastrofa se stala celosvětovou a dodnes postihuje zdraví lidí a přírodní prostředí. Po pečlivé rekonstrukci všech událostí a činností před výbuchem bylo zjištěno a prokázáno, že příčinou havárie bylo selhání lidského faktoru.

Elektrárna, jejíž jeden blok produkoval elektřinu ještě dlouho po havárii, byla definitivně uzavřena v prosinci 2000. Poškozený reaktor byl hned po výbuchu spěšně zakryt železobetonovým sarkofágem, který však rychle chátrá a konstrukci hrozí zhroucení, navíc už nezachytává radioaktivní záření ze zbytků reaktoru, které nadále více než padesátkrát překračuje přípustné normy. Stavba nového krytu nad zničeným reaktorem začala před šesti lety, ale kvůli radioaktivitě se protahuje. Stavbaři směji působit v Černobylu nejvýše tři měsíce.

V rezoluci, kterou na podzim 2007 přijalo Valné shromáždění OSN se uvádí, že pohotovostní fáze v oblastech kolem Černobylu skončila. Zamořené oblasti se sice budou nadále sledovat, ale nyní přichází období obnovy, rekonstrukce a trvalého rozvoje regionu za přispění a podpory OSN.

## **5.6. Alternativní – obnovitelné zdroje energie**

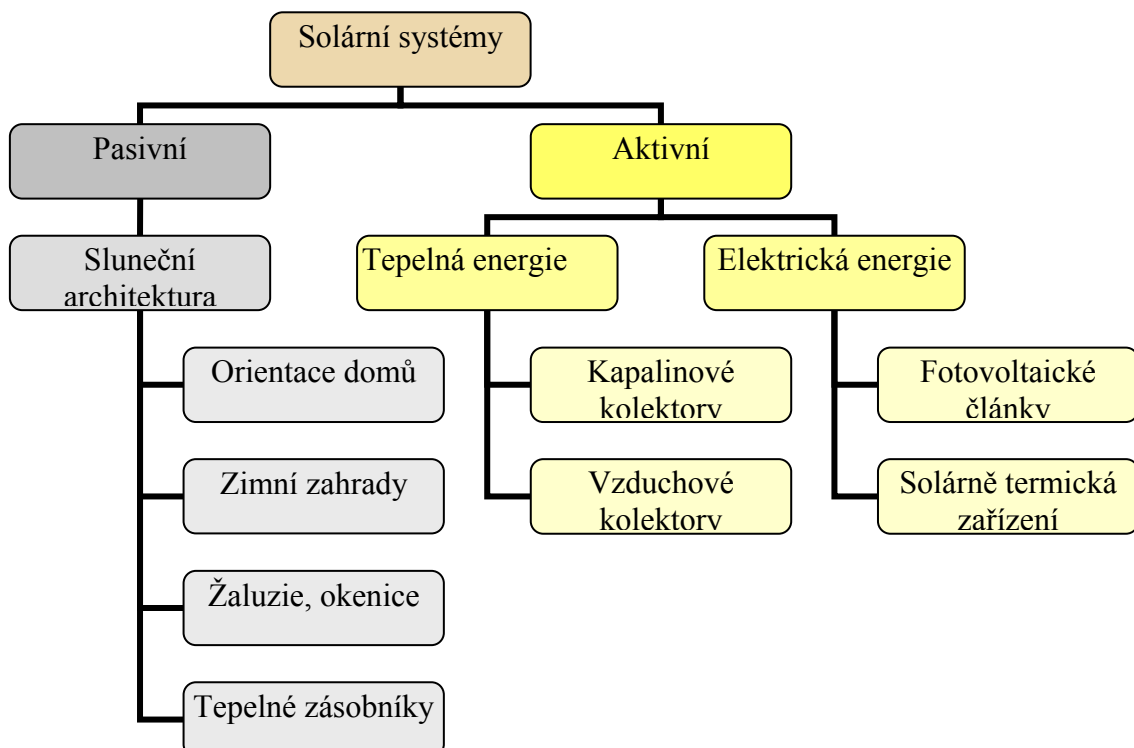
Znečištění životního prostředí a nedostatek primárních energetických zdrojů se v současné době stávají celospolečenskými tématy, jimž věnujeme stále větší pozornost. Obnovitelné zdroje energie jsou takové zdroje, které pro svoji činnost využívají obnovitelnou energii. Tu může lidstvo čerpat jako větrnou a vodní, ze Slunce jako

solární, ze Země jako geotermální a z moře jako gravitační (příliv, odliv). Energetický potenciál Země je více než dostačující. Prakticky každá z obnovitelných technologií je schopna pokrýt celosvětovou spotřebu energie. Jejich používání neznečišťuje životní prostředí. Problémem zůstávají především jejich horší technickoekonomické ukazatele. V současné době jsou klasické druhy energie relativně levnější a umožňují libovolnou dodávku energie v čase. Jejich okamžitá dostupnost je dána celkovou deformací cen energie.

### 5.6.1 Sluneční energie, solární systémy

Slunce ohřívá naši planetu a všechny předměty na jejím povrchu, je hnací silou koloběhu vody, jeho energii využívají rostliny k produkci biomasy. Nepředstavuje tedy nový zdroj energie, prioritou zůstává, jak jej využít. Využití sluneční energie je stále mnohem menší, než by odpovídalo teoretickým možnostem. Tato energie je dostupná vlastně všude, ale vzhledem k ceně slunečních článků zatím málo atraktivní. Elektřinu lze získat ze sluneční energie přímo i nepřímo. Přímá přeměna využívá fotovoltaického jevu, při kterém se v určité látce působením světla uvolňují elektrony, nepřímá je založena na získání tepla. Zařízení, která toto zprostředkovávají, nazýváme solární systémy, obr. 5.3.

Obr. 5.3 Rozdělení solárních systémů



a) Nepřímá přeměna.

### **Sluneční kolektory.**

Využití sluneční energie zajišťují ploché kolektory, pro něž je charakteristická černá plocha, která pohlcuje dopadající sluneční záření. Absorbovaná zářivá energie ohřívá vhodný nosič tepla, kapalinu nebo plyn, který zajišťuje transport takto získané tepelné energie na místo spotřeby. Kolektory pohlcují 85 – 95 % dopadající sluneční energie. Využívají se nejčastěji na ohřev teplé užitkové vody a přitápění budov. Nosná plocha pro umístění všech typů solárních kolektorů má být orientována na jih a celodenně osvětlena Sluncem. Kolektory by měly splňovat vzhledem k horizontální rovině sklon 20 až 50 % a rozvody potrubí by měly být co nekratší, aby nedocházelo ke zbytečným ztrátám.

Kolektory rozdělujeme na ploché nebo koncentrační. Ploché kolektory mají čelní plochu stejně velkou jako absorpční. Používají se většinou pro nízkoteplotní systémy do 100 °C. Jsou nejrozšířenější pro svoje dobré parametry, nízkou cenu a snadnou aplikaci. Účinnost je obvykle kolem 70 %. Dnes jsou na trhu kolektory se selektivní absorpční vrstvou, která podstatně zlepšuje pohltivost slunečního záření. U koncentračních kolektorů čelní (odrazná) plocha koncentruje záření na menší absorpční plochu. Toho se obvykle využívá u vakuových kolektorů. Absorbérem je pak potrubí umístěné ve vakuové trubici. Záření se soustřeďuje na tuto trubku a okolní vakuum značně omezí únik tepla konvekcí. Dosáhne se tím vyšších teplot. Tyto kolektory jsou velmi účinné, až 90 % a dosahují vyšší teplotní hladiny. [4]

### **Termoelektrické články.**

Nepřímá přeměna je založena na získání tepla pomocí slunečních sběračů. V ohnisku sběračů jsou umístěny termočlánky, které mění teplo na elektřinu. Termoelektrická přeměna spočívá v tzv. Seebeckově jevu (v obvodu ze dvou různých vodičů vzniká elektrický proud, pokud jejich spoje mají různou teplotu). Jednoduché zařízení ze dvou různých vodičů na koncích spojených vytváří termoelektrický článek. Jeho účinnost závisí na vlastnostech obou kovů, z nichž jsou vodiče vyrobeny, a na rozdílu teplot mezi teplým a studeným spojem. Větší množství termoelektrických článků vhodně spojených se nazývá termoelektrický generátor.

b) Přímá přeměna.

### **Sluneční články**

Obzvláště perspektivní formou využití solární energie je její přímá přeměna na energii elektrickou. Tato technologie je založena na využití fotoelektrického jevu, který byl popsán již v polovině 19. stol. Základem slunečních článků, označovaných též jako sluneční baterie, jsou polovodičové vlastnosti některých látek. Jejich účinnost se pohybuje kolem 10 %. To znamená, že pokud je energie dopadajícího slunečního záření 1 000 W na 1 m<sup>2</sup>, získáme z článků pokrývajících 1 m<sup>2</sup> energii 100 W. K výrobě článků se používají polovodičové materiály. Polovodič může mít vodivost typu N způsobenou přítomností příměsí dodávajících volné elektrony (negativní nosiče náboje), nebo typu P spojenou s přítomností příměsí zachycujících elektrony, po kterých v polovodiči zbudou volná místa, jež se chovají jako kladné nosiče náboje. Díky vlastnostem obou polovodičů vzniká na rozhraní mezi nimi na P-N přechodu samovolně rozdíl potenciálů, přičemž polovodič typu N je kladný a P záporný. Dopadne-li do oblasti přechodu foton, předá svou energii látce. Některý elektron díky tomu přejde na vyšší energetickou hladinu a zanechá za sebou volné místo, které se chová jako kladný náboj. Oba náboje z vytvořeného páru se v důsledku difúzního rozdílu potenciálů od sebe oddělí. Elektron je přitahován do oblasti typu N, volné místo opačným směrem. Dopadá-li na článek proud světla, je těchto nábojů mnoho, vzniká na něm napětí a při uzavřeném elektrickém obvodu protéká proud.

### **Fotovoltaické články.**

Fotovoltaický článek je tvořen nejčastěji tenkou destičkou z monokrystalu křemíku, použit lze i polykrystalický materiál. Destička je z jedné strany obohacena atomy trojmocného prvku (např. bóru), z druhé strany atomy pětímocného prvku (např. arzenu). Jeden čtvereční centimetr dává proud okolo 12 mW. Aby se dosáhlo potřebného napětí (na jednom článku je 0,5 V), zapojují se sluneční články za sebou, větší proud se získá zapojením vedle sebe. Spojením mnoha článků vedle sebe a za sebou vzniká sluneční panel, viz obr. 5.6. Rozměry jednoho článku jsou asi 10 x 10 cm, spojují se do panelů o výkonech od 10 do 300 W.

### **Palivový článek.**

Elektřinu lze získávat ze slunečního záření také prostřednictvím chemické energie tak, že pomocí slunečního záření rozložíme vodu na vodík a kyslík. Tím se původní energie záření uskladní jako energie chemická do obou plynů. Při slučování obou plynů, tj. při okysličování vodíku, vzniká opět voda. Nahromaděná energie se

přítom uvolní buď jako teplo (při hoření), nebo v palivovém článku jako elektrický proud. Palivový článek je měnič, ve kterém se energie chemická mění v energii elektrickou. Účinnost palivových článků je vysoká, až 90 %, a jejich provoz je absolutně čistý, neboť jejich produktem je voda. Články pracují zcela bezhlučně, neboť neobsahují žádné pohyblivé části.

### **Sluneční elektrárna.**

Dosud největší solární elektrárna na světě, obr. 5.4, stojí na 250 hektarech půdy u městečka Amareleja v regionu Alentejo na jihu Portugalska. Skládá se z celkem 262 000 solárních panelů, obr. 5.5, a její výstavba stála 237 milionů eur. Do konce roku 2008 bude elektrárna uvedena do plného provozu a bude zásobovat až 30 000 domácností. Její plná kapacita je 46,41 MW. Jižní Portugalsko je jedním z nejslunnějších míst v Evropě. Ročně je zde přes 3300 hodin slunečního svitu. [51]

Obr. 5.4 Sluneční elektrárna v Portugalsku



[51] 20.10.2008



Obr. 5.5 Solární panely



[51] 19.10.2008

Obr. 5.6 Solární panel



[51] 19.10.2008

Základním předpokladem pro energetickou efektivnost solárních kolektorů a článků je skutečnost, aby energie spotřebovaná při jejich výrobě byla menší, než energie, kterou vygenerují během své životnosti. Cena solární energie je v současnosti 2x vyšší než energie z tradičních zdrojů. Postupem času by se měla dostat na srovnatelnou cenovou úroveň a tím by měla stoupnout i její produkce a poptávka po této pro životní prostředí bezzátěžové energii.

Také počítačové firmy investují do oblasti solární energie a obnovitelných zdrojů. Uvědomují si, že ekologie je důležitá. Důkazem může být firma Intel, která se rozhodla stimulovat vývoj obnovitelných zdrojů energie a poptávku po nich. Proto zakládá společně s dalšími investory firmu SpectraWatt. Nová společnost bude vyrábět a dodávat fotočlánky výrobcům solárních modulů. Mimo pokročilé technologie solárních článků se firma chce zaměřit i na inovace současných výrobních procesů a postupů, které sníží náklady na fotovoltaický proces výroby elektrické energie. [29]

### **5.6.2 Větrná energie, větrná elektrárna**

Nejobvyklejším využitím energie větru jsou dnes větrné elektrárny. Závislost větrných elektráren na počasí a jejich roztržitost bude ale ještě vyžadovat velké investice do přenosu a uchování vyráběné energie. Plánovaný globální systém vysokonapěťového přenosu elektřiny má také umožnit účinný přenos mezi vzdálenými lokalitami během střídání dne a noci.

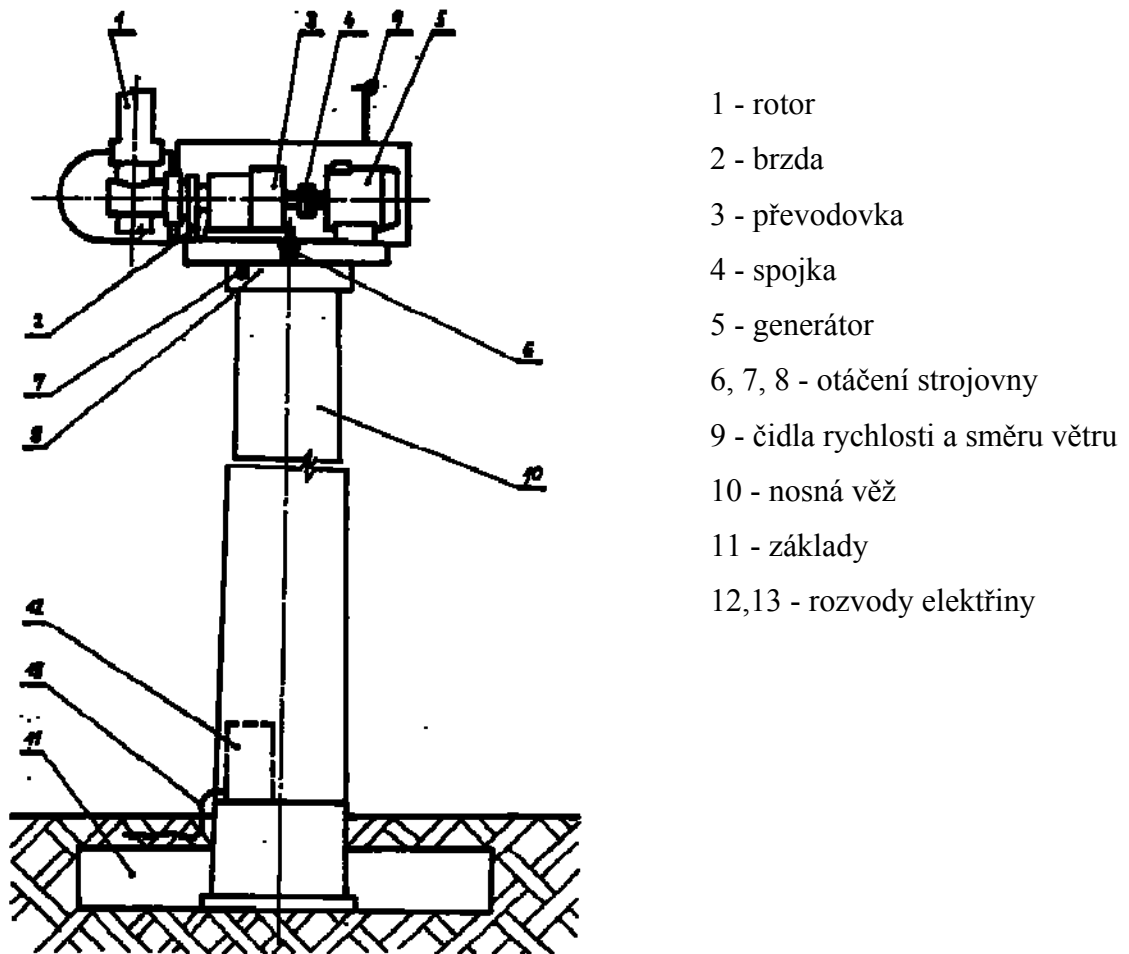
Je velmi důležité, uvědomit si, že větrná elektrárna, neprodukuje tuhé či plynné emise a odpadní teplo, nezatěžuje okolí odpady, ke svému provozu nepotřebuje vodu, nepředstavuje ani významný zábor zemědělské půdy. Pro získání většího výkonu je samozřejmě třeba stavět větrné farmy o obrovských rozlohách. Např. 1 000 MW větrná

farma zabere rozlohu 35 000 km<sup>2</sup>, kdežto uhelná nebo jaderná elektrárna o stejném výkonu pouhých několik km<sup>2</sup>.

### Princip větrné elektrárny.

Větrné elektrárny využívají síly větru k roztočení vrtule.

Obr. 5.7 Schéma větrné elektrárny



[30] 23.6.2008

Obr. 5.7. Proudící vzduch předává lopatkám větrné elektrárny část své kinetické energie. Působením aerodynamických sil na listy rotoru převádí větrná turbína umístěná na stožáru tuto kinetickou energii na rotační energii mechanickou. Ta je poté prostřednictvím generátoru přeměněna na energii elektrickou (na podobném principu turbogenerátoru pracuje jak klasická, vodní či jaderná elektrárna). Protože podél rotorových listů vznikají aerodynamické síly, musejí mít listy speciálně tvarovaný profil, velmi podobný profilu křídel letadla. Se vzrůstající rychlostí vzdušného proudu

rostou vztahové síly s druhou mocninou rychlosti větru a energie vyprodukovaná generátorem s jeho třetí mocninou. Je proto třeba zajistit efektivní a rychle pracující regulaci výkonu rotoru tak, aby se zabránilo mechanickému a elektrickému přetížení větrné elektrárny. Obsluha větrné elektrárny je automatická. Životnost nové větrné elektrárny je asi 20 let od uvedení do provozu.

Obr. 5.8 Větrná elektrárna



[31] 27.6.2008

Na území ČR se využívala větrná energie již od 18 století. Svědčí o tom asi 260 zmapovaných lokalit, kde dříve stávaly větrné mlýny. Naše republika nemá tak výhodné podmínky pro využití větrné energie jako přímořské státy (Dánsko, Anglie atp.). Přesto je u nás mnoho dobrých míst, kde lze výhodně instalovat větrné turbíny. Působením různých klimatotvorných faktorů nad naším územím dochází k tomu, že se příhodné lokality téměř vždy nacházejí v nadmořských výškách nad 650 m, zejména na západě a severu. Například Šumava není pro větrnou energetiku zajímavá. Aby bylo nasazení větrné energetiky smysluplné, musí být k dispozici vhodná lokalita, která musí splňovat kritéria daná zákonem. Samou podstatou podmínky pro stavbu větrné elektrárny, obr. 5.8, je základní potřeba – vítr. Roční průměrná rychlost větru v místě instalace musí činit ve výšce 10 m alespoň  $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a v ose rotoru alespoň  $6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Námitky ve smyslu újmy na estetickém vzhledu krajiny mají vždy subjektivní charakter a vnímání symbiózy přírodních a umělých prvků v krajině je věcí zvyku. Neprokázano se ani vážné nebezpečí pro ptactvo a zvěř. Nesmí být ale budovány na trase tahu ptactva. Pečlivě je též sledován negativní vliv akustických emisí na okolí. Jde o hluk, jehož zdrojem je strojovna elektrárny, popř. interakce proudícího vzduchu s povrchem listů rotoru a uvolňováním vzduchových vírů za hranou listů. Tento hluk je snižován modernější

konstrukcí listů vrtule. Hladina hluku na úrovni 500 m od stroje se pohybuje okolo 35 – 40 dB, což může být zhruba hladina hluku v obývacím pokoji. Agentura ochrany přírody a krajiny uvádí, že les ve vzdálenosti 200 metrů vydává při rychlostech větru 6 – 7 m.s<sup>-1</sup> přibližně stejný hluk jako větrná elektrárna ve stejné vzdálenosti. Povolené hladiny hluku v místě nejbližší budovy jsou podle českých zákonů na úrovni 50 dB ve dne a 40 dB v noci. Tyto limity dodrží větrné elektrárny bez problému. Ale ne vždy se pečlivě připravený projekt větrné elektrárny sejde s podporou dotčených občanů, obcí a různých hnutí za životní prostředí. [30]

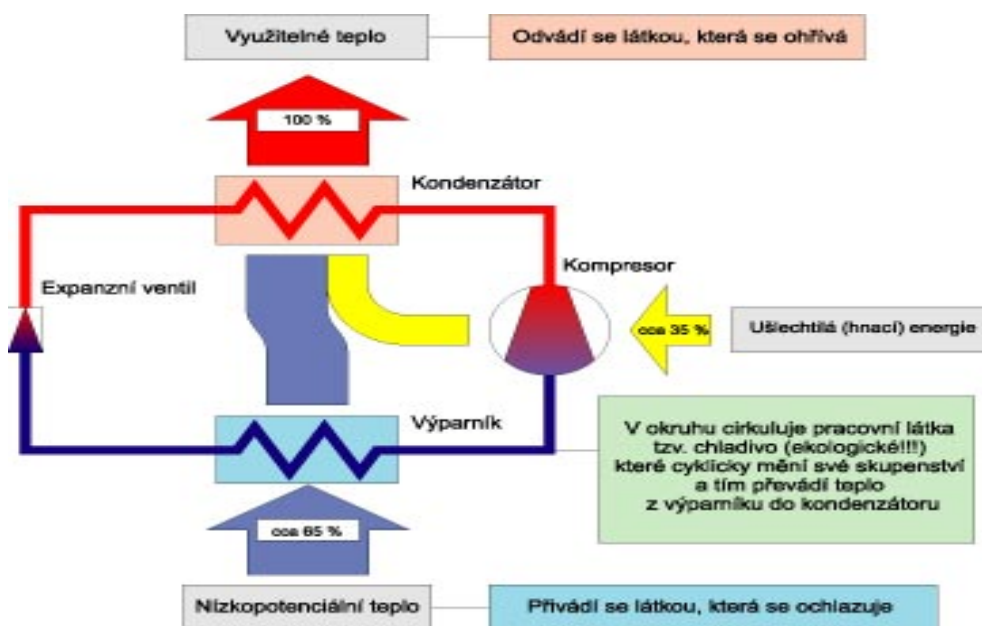
### **5.6.3 Energie ze Země, tepelné čerpadlo**

Teplo z přírodního prostředí je pro svou nízkou teplotu běžným způsobem nevyužitelné. Přitom více než sto let je známo řešení, jak toto teplo účelně využívat. Je jím tzv. tepelné čerpadlo, které ale až se zvyšujícími se cenami energií, i díky generačním skokům ve vývoji jeho komponentů, nabylo na významu. Zejména od sedmdesátých let minulého století nachází stále větší uplatnění. Tepelné čerpadlo dokáže odebírat jinak nevyužitelné, tzv. nízkopotenciální teplo z přírodního prostředí a pomocí elektrické energie ho umí hospodárně převést na teplo vhodné pro vytápění, přípravu teplé užitkové vody i další účely. Tepelná čerpadla v porovnání s klasickými zdroji tepla, např. kotli na tuhá paliva, zemní plyn či topný olej, šetří primární energetické zdroje a přímo či nepřímo snižují tvorbu škodlivých emisí. Vedle toho snižují i tepelnou a tedy opět ekologickou zátěž okolního prostředí, která je průvodním jevem vytápění.

#### **Princip tepelného čerpadla.**

Tepelné čerpadlo, obr. 5.9, pracuje ve svém principu jako chladicí zařízení, jehož hnacím prvkem je kompresor poháněný elektromotorem. Zařízení odvádí v prvním výměníku, tzv. výparníku, teplo z prostředí s nižší teplotou, například z okolního vzduchu, ze země nebo z vody, tím toto prostředí ochlazuje a pomocí hnací elektrické energie ho předává ve druhém výměníku, tzv. kondenzátoru, do prostředí s vyšší teplotou, například do topné vody a tím toto prostředí ohřívá. Teplo převáděné z výparníku do kondenzátoru se přitom zvětšuje o teplo, na které se v kompresoru mění hnací elektrická energie. Jinými slovy řečeno, tepelná energie produkovaná tepelným čerpadlem je dána součtem obou vložených energií, tzn. že je vždy větší než energie hnací.

Obr. 5.9 Tepelné čerpadlo



[30] 19.6.2008

Převod tepla v tepelném čerpadle se uskutečňuje pomocí pracovní látky. Tou je chladivo, které v zařízení trvale obíhá a cyklicky mění své skupenství. Přiváděným nízkopotenciálním teplem se ve výparníku při sacím tlaku kompresoru vypařuje, teplem odváděným v kondenzátoru pro vytápění při výtlačném tlaku kompresoru kondenzuje. Převod a stlačování par z výparníku do kondenzátoru zajišťuje kompresor. Převod kapalného chladiva z kondenzátoru do výparníku zajišťuje vhodný expanzní ventil. Chladivo musí splňovat požadavky ekologické, bezpečnostní a hygienické.

Topný výkon čerpadla je vždy větší než jeho elektrický příkon. Poměr topného výkonu a elektrického příkonu, tzv. topný faktor, je tedy vždy větší než jedna, za informativní můžeme pokládat hodnotu 3. Použijeme-li tedy tepelné čerpadlo pro vytápění, znamená to, že z 1 kWh spotřebované elektrické energie čerpadlo dodá 3 kWh energie tepelné. Tím se výrazně snižuje spotřeba energie pro vytápění, provozní náklady na vytápění i celkové náklady na energii ve vytápěném objektu. [4]

Energetická výhodnost tepelného čerpadla vyjádřená topným faktorem bude tím větší, čím vyšší bude teplota odebíraného nízkopotenciálního tepla a s čím nižší teplotou topného média bude pracovat. Parametry tepelného čerpadla nejsou charakterizovány jen jeho topným výkonem a příkonem. Vždy musí být uvedeno, pro jaké teploty nízkopotenciálního tepla a topného média tyto údaje platí, protože na nich jsou v poměrně širokém rozmezí závislé.

### **Možnosti získávání tepla.**

Okolní vzduch: vzduch se ochlazuje ve výměníku tepla umístěném vně budovy. Obvykle se používá v kombinaci s jiným zdrojem tepla (elektřina, plyn, uhlí) v tzv. bivalentním provozu.

Odpadní vzduch: ochlazuje se vzduch odváděný větracím systémem objektu – má vyšší teplotu a čerpadlo pracuje s lepší účinností.

Povrchové vody: voda v toku nebo rybníce se může ochlazovat tepelným výměníkem umístěným buď přímo ve vodě, nebo blízko břehu.

Hlubinné vrty: v současnosti je tento systém velice rozšířen. Využívá vrtů hlubokých až 150 m, ve kterých se voda ochlazuje výměníkem z plastových trubek.

Půda: i tento systém je velmi rozšířen. Zde se ochlazuje půda tepelným výměníkem z plastových či měděných trubek. Výměník se umísťuje vedle objektu nejméně 1,2 m pod povrchem země.

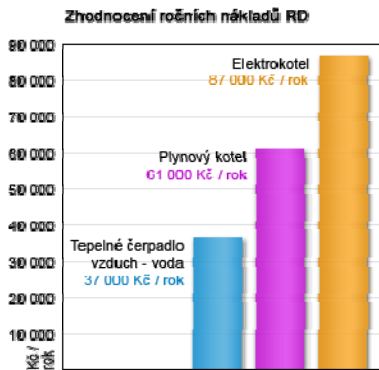
Dvě studny: pracuje se dvěma hlubokými studněmi. Z jedné se odebírá voda, která se ochladí a vypustí do druhé, tzv. zasakovací studny.

### **Ekologická zátěž.**

Činnost, která má za úkol udržovat teplotu vnitřního prostoru na nějaké úrovni tepelné pohody se nazývá vytápění. Na celkovém množství tepla potřebného pro vytápění, které je produkováno tepelným čerpadlem, se nízkopotenciální teplo, tj. teplo odebírané z přírodního prostředí (které je k dispozici „zdarma“) podílí asi 60 až 70 % a hnací elektrická energie (ta se musí zaplatit) asi 40 až jen 30 %. Tepelnou, respektive ekologickou zátěž okolí při vytápění tepelným čerpadlem proto nevytváří celé produkované teplo, ale jen hnací energie. Zbývající teplo se recykluje a nepředstavuje proto ekologickou zátěž. Zátěž okolí způsobená vytápěním je proto nepřímou úměrná topnému faktoru a oproti klasickým vytápěcím systémům je tedy zhruba jen třetinová.

Pro představu o ekonomické výhodnosti vytápění tepelným čerpadlem je na grafu obr. 5.10 brán v úvahu příklad rodinného domu s tepelnou ztrátou 10 kW. Základní podmínky pro srovnání jsou dány podílem na potřebě tepelné energie pro vytápění, přípravě teplé užitkové vody a energie pro další účely, uvedené na kruhovém grafu na obr. 5.11.

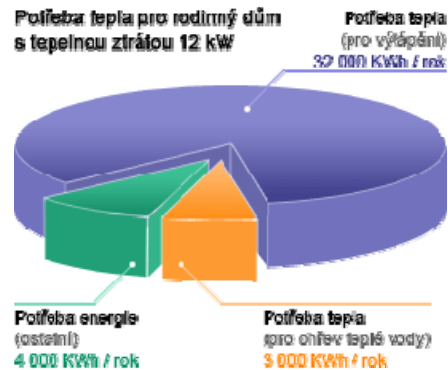
Obr. 5.10 Roční náklady RD



Údaje odpovídají cenám k 1.1.2008.

[30] 19.6.2008

Obr. 5.11 Podíly na potřebě energie



[30] 19.6.2008

### 5.6.4 Vodní energie – energie moře

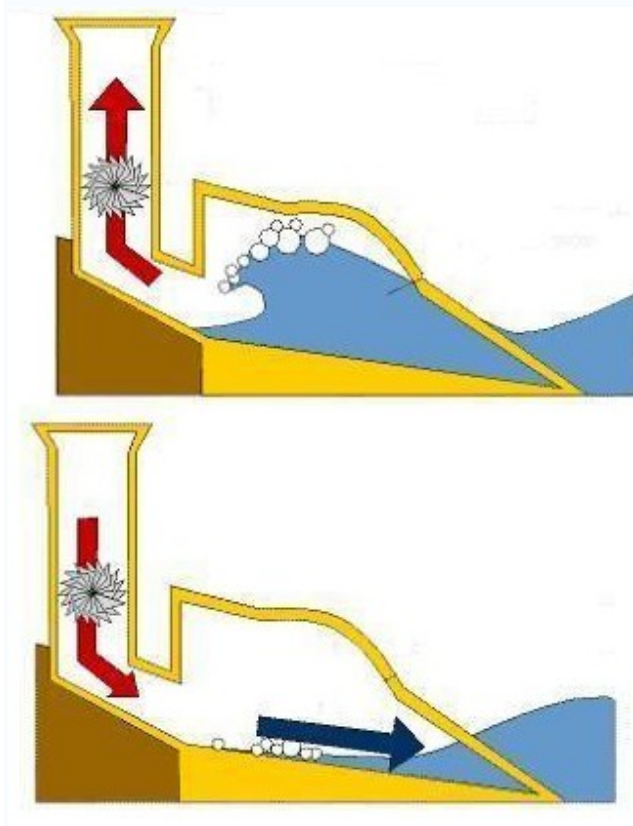
Ze všech primárních zdrojů lze pouze vodu považovat za obnovitelný zdroj. Omezení tohoto zdroje totiž závisí jen na přírodních podmínkách. Vanoucí větry a gravitační přitažlivost Měsíce a Slunce na Zemi vytvářejí mořské vlny, příliv a odliv, které lze využít k výrobě elektrické energie. Jako zdroj energie je také možné využít teplotního rozdílu mezi teplejším povrchem a chladnějšími hlubinami oceánu. Doposud jsou elektrárny využívající mořskou energii spíše experimentální, navíc jejich stavba je možná jen v některých vhodných oblastech. V současnosti se u těchto elektráren poukazuje i na značné ekologické dopady na okolí, neboť zabraňují přirozenému vodnímu proudění a transportu horninových částí a také znemožňují migraci biosféry. Existují dva základní systémy využití mechanické energie moře: [45]

#### 1. Systémy mořského vlnění.

Velká část sluneční energie dopadajícího na Zemi je také příčinou proudění vzduchu, které způsobuje i mořské vlnění. Energie mořských vln je obrovská – asi 70 MW na 1 km délky vzedmuté vlny. Tyto vlny se pohybují mnoho kilometrů aniž by ztratily svoji energii. Vlny jsou vytvářeny bouřemi uprostřed Atlantického oceánu a normálně se pohybují směrem k pobřeží bez ztráty energie. Téměř všechna energie je koncentrována blízko vodní hladiny, pouze malá část se dostává do hloubky 50 metrů pod hladinu moře. Jedná se o velmi koncentrovaný zdroj energie, který má mnohem menší denní proměnlivost ve srovnání s energií Slunce či větru. Technologie využití této energie je založena na zachycení vln v uzavřeném prostoru a přeměně jejich kinetické energie na elektrickou.

Na obr. 5.12 je znázorněn systém s oscilujícím vodním sloupcem (OWC). V komoře se zdvihá vlna, která vytlačuje vzduch ven z komory. Pohyb vzduchu roztáčí turbínu, která pohání generátor. Při klesání vlny prochází vzduch turbínou a zpět do komory, která jsou normálně zavřená.

Obr. 5.12 Generátor OWC



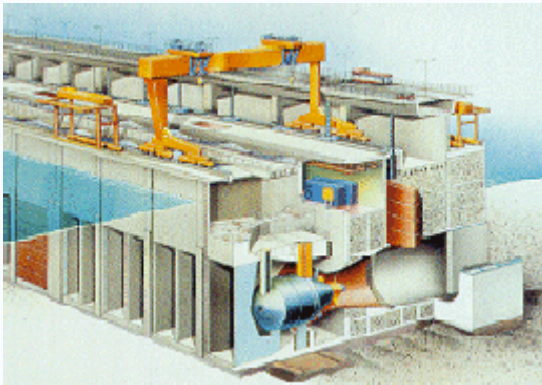
[45]10.10.2008

## 2. Přílivové systémy.

Přílivová energie se liší od ostatních zdrojů energie, protože má svůj původ v potenciální a kinetické energii pocházející z aktivity Měsíce na Zemi. Příliv, který je výsledkem této aktivity, se projevuje na všech mořských pobřežích. Úroveň vodní hladiny se pravidelně mění dvakrát denně (roste a klesá). Pro přeměnu přílivové energie na elektřinu se používá hráz, viz obr. 5.13.



Obr. 5.13 Průřez přílivovou hrází



[45]10.10.2008

Hráz, postavená napříč ústí, umožňuje vodě naplnit nádrž pomocí řady komor. Při vysoké hladině vody jsou vrata komor zavřena a vytvářejí tak spád vody při odlivu. Elektřina je generována propouštěním vody přes řadu konvenčních turbín. Tento typ elektrárny produkuje elektřinu pouze několik hodin denně. Ve srovnání s klasickými vodními elektrárnami produkují přílivové elektrárny pouze jednu třetinu elektrické energie.

### 5.6.5 Energie biomasy.

Biomasa je velmi složité palivo, protože podíl částí zplynovaných při spalování je velmi vysoký (u dřeva je 70 %, u slámy 80 %). Vzniklé plyny mají různé spalovací teploty a proto se stává, že ve skutečnosti hoří jenom část paliva, zatímco zbytek doutná. Rozlišujeme biomasu suchou (např. dřevo) a mokrou (např. kejda). Od toho se odvíjejí dvě základní technologie:

a) suché procesy – na základě termochemické přeměny

spalování

zplynování

b) mokré procesy – na základě biochemické přeměny

fermentace (etanol)

anaerobní (bioplyn)

Zvláštní podskupinou je potom lisování olejů a jejich následná úprava, což je v podstatě mechanicko – chemická přeměna (např. výroba bionafty a přírodních maziv).

Bioplyn vznikající na skládkách odpadu je uvolňován do atmosféry, kde zvyšuje obsah skleníkových plynů. Proto se testují různé způsoby pro využití bioplynu jako

zdroje tepla. Vhodným technologickým postupem lze dosáhnout dokonalého spálení organických látek a následného využití získaného tepla pro vytápění. Je to příklad, jak ekologicky využít nepříjemné skládky komunálního odpadu..

U spalování biomasy představuje stanovení výhřevností, uvedeno v tab. 5.1, celkem problém. Paliva jako zemní plyn mají výhřevnost poměrně stabilní, na rozdíl třeba od hnědého uhlí, kde kvalita velmi kolísá. U rostlinných paliv výhřevnost kolísá nejen podle jejich druhu ale i vlhkosti. Se zvyšováním obsahu vody se prudce snižuje účinnost spalování. Kupříkladu energie v 1 kg úplně suchého dřeva je asi 5,2 kWh. V praxi však nelze dřevo vysušit úplně, zbytkový obsah vody je asi 20 % hmotnosti suchého dřeva. Protože se při spalovacím procesu část energie spotřebuje na vypaření této vody, je nutné počítat s nižším energetickým obsahem, asi 4,3 kWh na 1 kg dřeva. Zvyšováním obsahu vody se energetický obsah dřeva snižuje, dokud není obsah vody tak vysoký, že celkové spálení je nemožné.

Tab. 5.1 Porovnání výhřevnosti jednotlivých paliv

Druh	Množství	[MJ]	[kWh]
nafta	1 kg	42,6	11,83
topný olej	1 kg	40,3	11,19
zemní plyn	1 m <sup>3</sup>	36,0	10,08
koks – černé uhlí	1 kg	28,3	7,86
bioplyn	1 m <sup>3</sup>	25,0	6,95
dřevo	1 kg	15,5	4,30
sláma	1 kg	14,2	3,90
hnědé uhlí	1 kg	11,1	3,08

Ve dřevě není síra, stopy síry jsou ve slámě asi 0,1 % v porovnání s minimálně 2 % v hnědém uhlí. Obsah dusíku je 0,1 až 0,5 % na rozdíl od tradičních paliv, která mají až 1,4 %. Dřevo či sláma, které jsou správným spálením plně rozloženy, jsou hned po vodíku přírodě nejprátelštějším palivem, neboť jediným příspěvkem ke znečištění ovzduší jsou NO<sub>x</sub>. Tvorbu NO<sub>x</sub> lze řídit optimální teplotou plamene. Původ NO<sub>x</sub> je však ve vzduchu, protože vznikají při každém spalování, kde se používá atmosférický vzduch. [11]

Vzhledem k tomu, že CO<sub>2</sub> uvolněný při spalování organické hmoty je znovu absorbován při růstu rostlin, není problém s emisemi CO<sub>2</sub>, je to proces obnovitelný, neboť rostlina uvolní při spálení jen tolik CO<sub>2</sub>, kolik ho spotřebovala při vlastním růstu. Jedná se vždy o přirozený cyklus, který nezhoršuje skleníkový efekt na Zemi. Nové

rostlině trvá nějaký čas než dosáhne takové velikosti, aby byla použitelná jako palivo. Pro slámu je to za normálních okolností jeden rok a pro běžné stromy asi 15 let. Podobné vztahy platí i pro uhlí, ropu i zemní plyn, ale čas potřebný k obnově rovnováhy CO<sub>2</sub> je několik milionů let.

### 5.6.6 Vodík jako zdroj energie, auto na vodu

Již dnes je vodík (H<sub>2</sub>) běžně využíván v kosmonautice a v palivových článcích k přímé produkci elektrické energie. Při spalování vodíku se nevytvářejí absolutně žádné nečistoty. Jediným produktem spalování, tedy získávání energie z vodíku, je voda (H<sub>2</sub>O). Je to však technologie velice nákladná.

Auto na vodu.

Žhavou novinkou se v nedávné době stalo prohlášení japonské firmy Genepax o jejím jedinečném vynálezu, automobilu s pohonem na vodu na obr. 5.14.

Obr. 5.14 Auto na vodu



[32] 17.6.2008

Asi každý řidič se někdy zasní nad tím, jaké by to bylo, kdyby do nádrže u auta nemusel lít drahý benzín, ale něco podstatně levnějšího, třeba vodu. Takové auto už mají Japonci. A může jít klidně o dešťovou vodu. Zatím jde jenom o prototyp, nicméně toto řešení údajně funguje. Princip je obdobný jako u běžného palivového článku, v tomto případě se coby palivo používá vodík. Systém je unikátní v tom, že k provozu nepotřebuje nabíjet speciální baterii. Stačí pouze nalít vodu a generátor energie z ní odčerpá vodík. Uvolní se elektrony a ty se přemění v elektrickou energii, která slouží k rozpořívání vozidla. Jeden litr vody stačí zhruba na hodinovou jízdu a nejvyšší

rychlost je téměř  $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Další výhodou je, že auto má nulové emise oxidu uhličitého a jeho provoz je velmi tichý. To jistě ocení všichni, kdo žijí poblíž frekventované silnice. Japonská společnost by prý ráda začala automobil na vodu brzy vyrábět sériově. Výrobní náklady činí v současné době zhruba 320 000,- Kč a při zavedení hromadné výroby by cena měla dále klesnout. Celý systém bude ještě důkladně prozkoumán, zejména jeho životnost.

### **5.6.7 Mikrovlnný přenos energie**

Je známo, že v celoročním průměru dopadá na horní okraj atmosféry asi 8x více slunečního záření, než dopadá na povrch Země. Pokud by se podařilo realizovat mikrovlnný přenos této energie alespoň s 50 % až 60 % účinností, pak  $1 \text{ m}^2$  fotovoltaických článků na vnějším obvodu atmosféry by poskytl Zemi energii 75 – 100 W. Zní to zatím jako utopie, přesto tato myšlenka stojí na solidních vědeckých i technických základech.

### **5.7 Přejít k nové ekonomice**

Celý přechod na nová paliva a obnovitelné zdroje musí však být organizačně a technicky dobře zajištěn a hlavně podporován vládní politikou, jež bude ekonomicky zvýhodňovat k přírodě přátelské technologie. Současná ekonomika je založená na technologii spalování fosilních paliv. V situaci kdy si konkurují dvě technologie má obvykle obrovskou výhodu ta, která byla zavedena dříve. Proto je zapotřebí, aby na politickém poli byly vyvinuty aktivity, které by nasměrovaly trh směrem k ekologickým technologiím.

Proto se samozřejmě zvyšují emise uhlíku nad normu, s níž se přirozené systémy Země dokáží vypořádat. Nárůst koncentrace  $\text{CO}_2$  a dalších skleníkových plynů mají za následek zvýšení průměrné teploty na Zemi během posledního století. Bude – li spalování fosilních paliv nadále pokračovat, v důsledku zvýšení hodnoty koncentrace  $\text{CO}_2$  v atmosféře se zvýší teplota Země o 1 až  $3,5 \text{ }^\circ\text{C}$  a to už před rokem 2100. To sebou přinese extrémní klimatické podmínky, včetně ničivých bouří a záplav, rozpouštění ledovců a zvyšování hladin moří. Podle některých studií by se dokonce oblast Amazonie a jižní Evropa po roce 2050 mohly přeměnit na vyprahlé pouště.

## **6 Odpadová problematika**

### **6.1 Odpadové hospodářství**

#### **6.1.1 Historický vývoj**

Produkce a zneškodňování odpadů jsou známé jako lidstvo samo. Již v prehistorických dobách se odpady a nepotřebné nástroje odhazovaly do vyhloubené jámy. Ve starém Řecku a Římě existovaly stanovené komunální služby, které vykonávali zpravidla váleční zajatci. Středověk se zase vyznačoval potížení se zásobováním vodou a dodržováním podmínek čistoty, důsledkem byly četné nemoci a epidemie. Teprve ve druhé polovině 19. století přišla ke slovu konkrétní organizační a technická opatření ke zlepšení hygieny a pořádku a počátkem 20. století byl již koncepčně zvládnut odvoz odpadů z měst a omezování prašnosti při jeho sběru a svozu. Průkopníkem zneškodňování odpadů se stala Velká Británie, kde byly uvedeny do provozu první spalovny a řízené skládky.

#### **6.1.2 Vývoj odpadové strategie**

Během období průmyslového růstu byla obvyklá velmi malá ohleduplnost k životnímu prostředí. Všeobecně se jaksi tolerovalo, že při výrobě vznikají vedlejší produkty jako znečištěný vzduch, znečištěná voda a znečištěná půda. Postupně se sice zvyšovala životní úroveň obyvatelstva, ale zároveň rostlo i množství odpadů a škodlivin. Teprve když se jejich působením začal měnit vzhled okolí, začalo se o tomto problému veřejně mluvit. Řešení se hledalo v technice ředění a skládkování. Znečištěný vzduch a voda byly zředovány a rozptylovány pomocí potrubí a čerpadel do okolí. Pevný odpad se shromažďoval na skládkách, kde docházelo k otevřenému spalování. Později s rozvojem různých typů filtračních technik bylo znečišťující látky koncentrovány do filtrátů a kalů a částečně průmyslově využívané spalování odpadů omezovalo rostoucí potřebu nových skládek. Techniky čištění však ve své podstatě problém znečišťování pouze přesunuly z jednoho místa na druhé. Koncem 20. století se začalo naléhavěji hovořit o globálních problémech a s ním souvisejících vyčerpatelných zdrojích surovin a energie. Na řadu přišly techniky opakovaného užití a recyklace, jejich pomocí se začalo třídit lépe a účelněji a suroviny zpracovávat opakovaně. Díky této metodě se zachovalo mnoho přírodních zdrojů. Ale ani tato cesta nevedla ke snížení znečištění na místě výroby a množství odpadů neustále rostlo. Technika spalování se ukázala jako ne vždy vhodná, neboť je odvislá od složení a množství odpadu.

Rostoucí problémy se znečištěním prostředí stále podněcují odborníky k hledání nových strategií. V současné době se jako nejúčelnější, velice efektivní a ekonomicky výhodná ukazuje strategie čistší produkce. Tato je založena na preventivní ochraně životního prostředí a principiálně brání vzniku znečištění a odpadů už ve fázi výroby.

### **6.1.3 Odpady a industrializace**

Pro naši společnost je příznačná spotřeba surovin. Současné hospodářství využívá všech 92 přirozeně se vyskytujících prvků periodické tabulky. Pro srovnání, v roce 1900 bylo využíváno pouhých dvacet prvků. Materiály, potažmo jejich recyklace, se stávají složitějšími a lidé i přírodní prostředí jsou ve velkém ohrožení toxiny. S tím je spojeno ohromné hromadění odpadních hmot. Přesto, že recyklaci se věnuje stále vyšší pozornost, většina materiálů se použije jen jednou a poté vyhodí. S jistou nadsázkou by se dalo říci, že mimozemský pozorovatel by z informací o na přelomu 20. a 21. století mohl usoudit, že přeměna surovin v odpad je vlastním smyslem hospodářské činnosti lidí.

Převážná část odpadů je produkována v souvislosti s těžbou nerostných surovin a jejich zpracováním na výrobky. Spotřební život vede ke stále většímu obratu zboží, obalů a tedy i odpadu. S rostoucí industrializací rozvojového světa lze očekávat i nárůst produkce odpadů. Odpad je a bude předmětem obchodu. Bohaté země, kde platí velmi přísné právní normy pro nakládání s odpady a jejich zneškodňování se snaží vyvážet svůj odpad do zemí chudších. Zde platí mírnější zákony na ochranu prostředí a dovoz odpadů může být důležitým zdrojem státního příjmu. Odpad dříve byl a někde ještě dnes je bez jakéhokoli zajištění a kontroly ukládán do moří.

### **6.1.4 Minimalizace odpadu**

Hlavním břemenem pro životní prostředí je získávání základních surovin pro průmyslovou výrobu. Produkce energie z omezených zásob fosilních paliv tyto zdroje vyčerpává a je stálou příčinou znečištění. Optimální využití zdrojů je v podstatě širším konceptem, než jen omezení produkce odpadu na minimum. Nebylo by samozřejmě účelné ani užitečné produkovat méně odpadů na úkor zvýšené spotřeby energie či použitých chemikálií. Pro názornost uveďme jednoduchý příklad: kdosi ujede 10 km automobilem za účelem vyhození několika plastových lahví a pár kilogramů papíru do kontejnerů určených k recyklaci. Vynaložené prostředky a znečištění způsobené jízdou autem dalece převyšují ušetřené prostředky za plasty a papír. Pokud by byly uvedené

recyklovatelné předměty vhozeny během cesty potřebné z jiného důvodu, nejednalo by se o navíc vynaložené prostředky a akce by byla jednoznačně účelná. Hlavním zájmem při zachování zdrojů by měla být minimalizace nebezpečného odpadu.

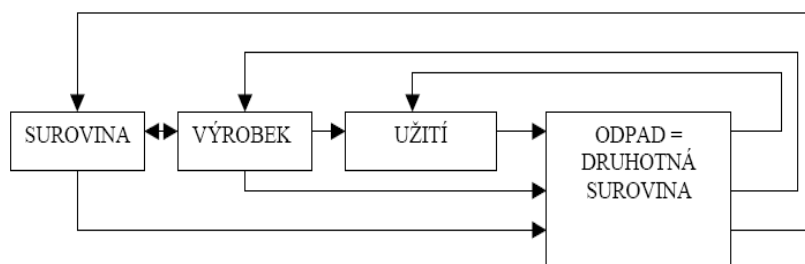
### 6.1.5 Čistší produkce

Odpadové hospodářství je díky různorodosti odpadů velice mnohostranné a díky svému specifiku musí ze zákona dbát na mnoho legislativních předpisů. Nakládáním s odpady se rozumí shromažďování, soustřeďování, sběr výkup, třídění, skladování, přeprava, doprava, úprava, využívání a odstraňování odpadů všeho druhu. Další využívání odpadu, obr. 6.1, má vždy přednost před jejich odstraněním, nevyžaduje se pouze tehdy, pokud pro něj v daném místě a čase neexistují technické nebo ekonomické podmínky. Při posuzování vhodnosti způsobu odstranění odpadů se vždy dává přednost metodě, která je šetrnější k životnímu prostředí a zajišťuje vyšší ochranu lidského zdraví.

Podchycením příčin vzniku odpadů a znečištění a souvisejících ekologických rizik se zabývá metoda čistší produkce. Místo toho, aby řešila vzniklé následky znečištění, snaží se jim předcházet. Je to cesta optimálního řešení jak lépe využít suroviny, snížit tvorbu odpadů a omezit únik škodlivin. Tento pracovní postup také přináší nižší investiční a provozní náklady je tedy zároveň i ekonomicky efektivní. Aby se dosáhlo kýženého výsledku, je třeba dodržovat zásady podle následujících priorit: [9]

1. zabránit vzniku odpadů a škodlivin ve výrobě
2. snížit množství odpadů a škodlivin
3. interně recyklovat vzniklé odpady
4. externě recyklovat odpady, které nemohly být zpracovány interně
5. využít odpad pro výrobu vedlejších produktů
6. využít odpad, z něhož nemohou být opakovaně získány suroviny, pro výrobu energie
7. zachycovat a skládkovat odpady a škodliviny, které nemohly být zpracovány podle bodu 1 – 6.

Obr. 6.1 Odpad jako druhotná surovina



[47]

## 6.2 Odpad

### 6.2.1 Kam s ním

Obr. 6.2 Jan Neruda

Jan Neruda [1834 – 1891], obr. 6.2, významný český básník a novinář devatenáctého století, velmi oblíbený fejetonista (často se podepisoval trojúhelníkem), který patřil ve své době k nejčtenějším.



[33] 5.8.2008

A kdo by neznal ono známé nerudovské „Kam s ním?“. Zřejmě ani sám autor netušil, jak aktuální a neotřepaný se i po více jak století stane jeho legendární fejeton.

[33] citace:

„Na silnici leží pekáč u chodníku, bandaska. Jak tam ty věci přišly? Každý Pražan smí mít nějaký džbán nebo pekáč a ten, když se rozbije tak když ho vyhodíš na dvůr, přinutí tě domovník, abys ho sebral, vyhodíš-li ho na ulici, sebere tě strážník. Vezmeš tedy džbán v noci, vyjdeš na ulici a postavíš ho kamkoliv, tak nikdo neví, kdo ho tam dal.“

Asociace s dnešní dobou je téměř dokonalá. Lidé stále něco vyrábí a následně se obklopují spoustou více i méně důležitých věcí, které se po čase zcela nebo částečně stávají nepotřebnými a nežádoucími. A tak vzniká neuvěřitelně obrovské množství



odpadu a problémů kam s ním. Hledání optimálního řešení otázky odpadů se stává velmi důležitým úkolem pro celé týmy vědců a odborníků.

### 6.2.2 Hmota nezná odpad

Příroda v podstatě nezná odpad, neboť v koloběhu látek v ekosystému je na každém stupni určitá látka předmětem chemických reakcí až do vyčerpání živin a energie a zbytky jsou zdrojem pro další stupeň. Látky se tak neustále vracejí do koloběhu, podléhají jakési samorecyklaci. Tento nekončící a stále se opakující proces probíhá podle zákona zachování hmoty.

#### **Zákon zachování hmoty:**

„Hmota v průběhu času nevzniká ani nezaniká, pouze může měnit svou formu. Součet hmotností všech složek, které se účastní chemické reakce je konstantní.“

Rozumějme tomuto známému zákonu tak, že žádná látka použitá k výrobě určitého produktu nezaniká s jeho životností a vrací se tudíž zpět do prostředí. V průběhu každé přeměny látky vznikne nějaká jiná látka. Teoreticky skutečný odpad neexistuje. Pokud během určité výrobní fáze vznikají jako vedlejší produkt nechtěné či nevyužitelné látky, tedy vlastně látky, které neumíme dále zpracovat, mluvíme o odpadech. U každé suroviny a s ní spojené výrobní činnosti sledujeme proces jejího získání, zpracování, využití a odstranění, viz tabulka 6.1.

Tab. 6.1 Metabolismus spotřeby

fáze procesu	druh odpadu
těžba	odpad z těžby
výroba	odpad z výroby
výrobek	odpad z výrobku (obal)
spotřebitel	odpad ze spotřeby

Protože odpady jsou vlastně původní látka, která prošla výrobním a spotřebním procesem, je zřejmé, že jsou v nich skryty opět využitelné suroviny, které jsou často dále i energeticky zpracovatelné. Chceme-li se zabývat problematikou odpadů se všemi souvislostmi, hledejme odpověď na otázku „Co je to odpad?“ a jak s ním chceme, můžeme a musíme nakládat.

### 6.2.3 Definice odpadu

Samotný pojem odpad nelze vysvětlit zcela jednoznačně. Proto byl sestaven seznam odpadů jako přehled látek, které za odpady považujeme. Existuje více definic, které různě vykládají, co to odpad vlastně je. Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech jej vymezuje takto:

#### § 3 Pojem odpad

„Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit a přísluší do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu.“ [49]

Jako odpad tady chápeme každou věc, které se chce její majitel či původce zbavit, nebo věc, jejíž odstranění je nutné z hlediska ochrany životního prostředí nebo ochrany zdraví člověka. Ke zbavování dochází vždy, kdy osoba předá movitou věc k využití nebo k odstranění ve smyslu zákona o odpadech, nebo jestliže ji předá osobě oprávněné ke sběru nebo výkupu odpadů bez ohledu na to, zda se jedná o převod úplatný nebo neúplatný. Ke zbavování se odpadu dochází i tehdy, odstraní-li tuto movitou věc osoba sama. Odpadem můžeme nazvat všechno, co již nepotřebujeme, co nám překáží, co již nechceme dále vlastnit a co tedy hodláme takzvaně vyhodit.

### 6.3 Rozdělení odpadů

Průmyslová doba, sféra výrobních i nevýrobních činností, dává vznik mnoha druhům odpadů, které mají různé vlastnosti, charakter a možnosti dalšího zpracování. V okamžiku, kdy je odpad vyprodukován, podléhá řadě předpisů a norem a podle jeho zařazení do druhu odpadu je s ním také nakládáno. [49]

Odpady můžeme dělit podle různých hledisek na určité skupiny. Každá tato skupina pak v sobě zahrnuje takové látky, které mají společnou charakteristiku a upřesňují odpad jako takový. Snaha stanovit všechny druhy oficiálně směřuje k tomu, aby nedocházelo k nejasnostem při aplikování zákona. Toto opatření bylo vyhlášeno pod názvem „Kategorizace a katalog odpadů“. Přiřazení kódu druhu odpadu a stanovení jeho kategorizace je nutnou podmínkou pro nakládání s ním.

Mezi základní rozdělení odpadů patří rozlišení podle:

- původu – komunální, průmyslové, zemědělské, stavební, kaly, ostatní
- nebezpečnosti – neškodné, toxické, radioaktivní, hořlavé
- základních fyzikálních vlastností – pevné, kapalné, plynné, směsné

- chemického složení – kyselé, zásadité, neutrální, organické, anorganické

Hlavním aspektem pro určení druhu odpadu je vždy jeho původ a nebezpečnost.

### 6.3.1 Komunální odpad

Tuhý komunální odpad je pro každého z nás asi nejvíce vnímaným odpadem. Je to nehomogenní směs mnoha látek a věcí, které pro svého majitele ztratily svoji původní hodnotu. S tímto smíšeným odpadem se setkáváme především v domácnosti v podobě smetků, potravin, plastů, papíru, skla, popela aj., tab. 6.2. Jeho složení může být velmi proměnlivé, kupříkladu v závislosti na typu a místě bydlení.

Tab. 6.2 Průměrná skladba domovního odpadu

Látka	[%]
biologický odpad	20 - 30
papír	15
plasty	13
sklo	9
kovy	7
nebezpečný odpad	3
ostatní	zbytek

Domovní odpad je možné z větší části využít. Jednotlivé druhy odpadů je nejvýhodnější oddělovat přímo v místě jejich vzniku. Je nutné dbát na to, aby zhodnocování odpadů nezpůsobovalo žádné další škody na životním prostředí a aby pro vyříděné druhotné suroviny existovaly odbytové možnosti. Základem minimalizace odpadů v domácnosti je uvědomělé nakupování, čímž se předchází vzniku odpadů. I když se pak snažíme o důsledné třídění, následná recyklace není levnou záležitostí a je často energeticky náročná. A samozřejmě opět vznikají nové odpady.

Současný jednotný veřejný systém třídění v naší republice podporuje v první řadě recyklaci papíru, plastů a skla. V obcích jsou na mnoha místech přistaveny kontejnery, do kterých se tyto suroviny mohou vyhazovat. Jsou náležitě označené a barevně rozlišené: modrý kontejner – papír, zelený kontejner – sklo, žlutý kontejner – plasty.

Při recyklaci papíru se ušetří především samotné stromy. Použití 1 tuny sběrového papíru nahradí asi 17 stromů v lese a uspoří se až 50 % energie a 40 % vody. Sníží se také znečištění vzduchu o 75 % a vody o 35 %.

Sklo je z mnoha ohledů ideální materiál. Je snadno recyklovatelný a recyklací se jeho kvalita nesnižuje. Výhodou recyklace skla je úspora primárních zdrojů surovin a energie. Při třídění skla je třeba dát velký pozor na čistotu, důležité je třídít sklo na barevné a bílé. Technologie výroby bílé a barevné skloviny je totiž odlišná. Do výrobní směsi lze přidávat až 90 % střepek. Každých 10 % střepek ve směsi ušetří kolem 2 % energie. Recyklace skleněných obalů pro jednorázové použití představuje až druhé nejlepší řešení, neboť sklo se stává odpadem teprve tehdy, když je poškozené nebo rozbité. Životnost skleněné lahve přitom umožňuje 30 a více oběhů. Je tedy třeba podporovat používání vratných skleněných lahví. [11]

Plastové materiály musí splňovat různé funkce. Pro různé oblasti užití byly vyrobeny plasty s rozdílnými vlastnostmi. Existuje přibližně 25 důležitých plastů a nejméně 5 000 komerčních označení. Výskyt velkého množství různých umělých látek ztěžuje druhově čistý sběr. Mnohé postupy pro jejich recyklaci zatěžují životní prostředí nebo jsou dosud neefektivní a příliš drahé. Vzhledem k rozdílným bodům tání a odlišnému složení jednotlivých umělých hmot je každý druh plastu zpracováván jinou technologií.

### 6.3.2 Objem plastových obalů

Zlepšení využití objemu sběrných nádob sběrem stlačených plastových obalů.

Obr. 6.3 Plastová láhev



[34] 22.6.2008

Obr. 6.4 Kontejner na platové obaly



[34] 22.6.2008

V ČR se ročně spotřebuje cca 1 miliarda plastových lahví, což představuje přibližně 40 000 tun. Vzhledem ke své objemnosti kladou PET lahve, obr. 6.3, po

vyprázdnění vysoké nároky na skladování. Proto je snaha o zmenšení jejich objemu při následném sběru. Pro zjištění úspory objemu při sběru těchto obalů do sběrných nádob byl pokusně ověřen následující experiment. [50]

Objemy přistavených sběrných nádob, obr. 6.4, se pohybují nejčastěji od 1,1 m<sup>3</sup> do 2,5 m<sup>3</sup>. Předpokladem je, že nestlačené plastové lahve, volně vhozené do sběrné nádoby, zaujmou v jejím prostoru určitou polohu a budou mít jinou hodnotu úspory místa v této nádobě než vhozené stlačené lahve. Vliv na zaplnění sběrné nádoby bude mít také různý počet lahví o nestejném objemu, který je dán osobní spotřebou obyvatel. Do sudu o objemu 200 l byly postupně vřazovány neporušené a pak stlačené lahve tak, aby vizuálně nepřechýlaly přes okraj. Pro naplnění sudu bylo potřeba 47 lahví o objemu 1,5 l a 19 lahví o objemu 2 l. Při přesnějším vynásobení počtu lahví se skutečným objemem  $((47 \times 1,57 \text{ l} + 19 \times 2,04 \text{ l}) = 112,55 \text{ l})$  činila objemová zaplněnost sudu 56,27 %. Pro zaplnění sudu slisovanými lahvemi bylo zapotřebí 186 lahví o objemu 1,5 l a 81 lahví o objemu 2 l. Po vynásobení počtu lahví s jejich skutečným objemem  $((186 \times 1,57 \text{ l} + 81 \times 2,04 \text{ l}) = 457,26 \text{ l})$  byla objemová zaplněnost sudu 228,63 %. Při běžné manipulaci, kdy se občan pokusí láhev alespoň sešlápnout, se do sudu vešlo 62 lahví o objemu 1,5 l a 32 lahví o objemu 2 l. Po přepočítání skutečného objemu  $((62 \times 1,57 \text{ l} + 32 \times 2,04 \text{ l}) = 162,62 \text{ l})$  dosáhla objemová zaplněnost sudu hodnotu 81,31 %.

Přesto, že žádným způsobem nelze plastové lahve stlačit tak, abychom dosáhli zaplnění sběrového prostoru na 100 %, vyplývá z tohoto jednoduchého pokusu, že snaha o stlačení PET lahví před vhozením do kontejneru má opodstatněný smysl a vede k účelné a efektivní recyklaci.

## **6.4 Metody zpracování odpadu**

### **Samočisticí schopnost přírody.**

Odpadní vody a plynné produkty spalování se omezeně vypouštějí do prostředí. Po čase jsou zředěny a reakcemi s ostatními složkami vyskytujícími se v okolí zneškodněny nebo rozloženy na běžné látky. Škodlivé odpady musí být na místo zneškodnění dopraveny a před zneškodněním ještě upraveny.

### **Recyklace.**

Recyklace je možnost, jak se zbavit odpadu a v něm skryté látky a energie ještě dále využít. Materiály, které se dnes používají jsou velmi různorodé a v praxi poměrně obtížně recyklovatelné a tak se po využití většinou ukládají nebo spalují. Důvodem pro recyklaci je problém s narůstajícím odpadem, nedostatek surovin, vzrůstající náklady na

výrobu a zpracování a samozřejmě úspora energie. Aby odpadní surovina splňovala podmínky recyklace, musí být snadno transportovatelná, technologicky nepříliš náročně zpracovatelná a měla by obsahovat co nejméně přímíšenin. Základem recyklace je třídění odpadu, nejlépe už u jeho původce. Nejvhodnější pro recyklaci jsou kovy, sklo a papír. Recyklace plastů je pro jejich různorodost a chemické složení obtížnější. V ideálním případě pokud není možná recyklace je vhodné látku vyrobit jako biodegradabilní, to znamená rozložitelnou biologickými procesy. Pro odpad který nelze recyklovat existují další metody jejich zpracování a zneškodňování.

### **Kompostování.**

Tato metoda, založená principu přirozeného přírodního procesu je v podstatě jedním ze způsobů recyklace. Jsou v ní využity přirozené mikrobiální a klimatické procesy, kdy je organická hmota rozložena na složky obohacující půdu živinami, což je nám dobře známé hnojení. Látky nesmí obsahovat žádné choroboplodné zárodky, pesticidy nebo toxické kovy, aby se následně nemohly dostat do potravinového řetězce.

### **Ukládání odpadu na skládky.**

Skládkování je nejznámější a nejpoužívanější způsob ukládání odpadu. Vzhledem k různorodosti, množství, toxicitě a zápachu musí být tyto skládky řízené, aby z nich do prostředí neunikaly nežádoucí škodliviny. Taková skládka má dané parametry propustnosti podloží, odvádění skládkové a dešťové vody a má přesný režim ukládání. Výhodou skládek je jednoduchost odvozu a ukládání. Rozkladnými procesy vzniká ve skládkách metan, který může být jako skládkový plyn energeticky využíván. Nevýhodou skládek je znečištění průsakovými vodami, zápach v okolí a úlet lehkých materiálů. Po uzavření skládky a její rekultivaci vznikají v krajině nepřirozené pahorky, které navíc zabírají půdu. Skládkováním se především ztrácí mnoho recyklovatelných surovin.

### **Ukládání nebezpečného odpadu.**

Zvláštní pozornost a zvláštní zacházení si zasluhují nebezpečné odpady, obzvláště odpady radioaktivní pocházející z laboratoří a vyhořelé palivo z jaderných elektráren. Principem zneškodnění radioaktivních odpadů je jejich oddělení od biosféry takovým způsobem, aby po celou dobu jejich existence nemohlo dojít k ohrožení člověka a životního prostředí. Skladování použitého jaderného paliva je součástí koncové části palivového cyklu. Účelem skladování je snížení zbytkového tepelného výkonu použitého paliva na míru potřebnou pro jeho další přepracování nebo definitivní uložení jaderného odpadu v hlubinném úložišti. Tomuto účelu odpovídá i požadavek na

životnost kontejnerů minimálně 60 let. Izolace odpadů, jako základ ochrany životního prostředí, je zabezpečena pomocí aplikace multibariérových systémů úložiště radioaktivních odpadů, kde se uplatňují jak přírodní, tak uměle vytvořené bariéry proti únikům uložených radioaktivních odpadů a šíření kontaminace radionuklidy. [10]

Vitrifikace. Toxický a radioaktivní odpad musí být obklopen obaly, které zabraňují úniku účinné látky a záření, musí je dokázat účinně absorbovat. Jedním ze způsobů likvidace vysoce toxických a radioaktivních odpadů je zalévání do sklovité hmoty, tzv. vitrifikace. Konečné uložení takových odpadů musí být provedeno na místě v bezpečné vzdálenosti od lidských sídel, vegetace, zdrojů podzemních i povrchových vod. Mnohdy se ukládají do podzemních prostor. Zde zůstanou stovky až tisíce let, než dojde k rozpadu na neškodné izotopy, které produkují nepatrné množství radioaktivního záření.

Pyrolýza je tepelný rozklad odpadu během něhož jsou nežádoucí toxické látky za vysoké teploty rozloženy na látky snáze upravitelné, filtrovatelné a neškodné.

### **Spalování.**

Spalování je postup, při kterém se využívá vysoký obsah energie tuhého odpadu. Ve spalovnách se tak získává tepelná případně elektrická energie, takže může být navíc zdrojem tepla a energie pro okolí. Teplota spalování musí být vyšší než 1 000 °C, neboť při nižších teplotách se z některých plastů uvolňují dioxiny a další jedovaté plyny. Po vyhoření mohou být zbytky dále zbaveny některých kovů. Popel tvoří asi 30 % původního objemu a je uložen na skládku. Největším problémem spalování odpadu je zvýšení koncentrace závadných látek např. toxických kovů, a tím vzniklého zvýšení nebezpečnosti odpadu. Spalování je také velmi náročné na používané technologie a spotřebu energií, neboť spaliny musí být ještě dále čištěny.

Při všech úvahách o produkci a zneškodňování odpadů platí, že řešením není spalování, skládkování ani recyklace, ale jedině snížení jejich produkce a přechod na druhy biologicky rozložitelné mohou vyřešit palčivou otázku problematiky odpadů.

## **6.5 Kovový odpad**

### **6.5.1 Sběrné suroviny**

Ve Sběrných surovinách se soustřeďuje velké množství různorodého odpadu, především barevné (neželezné) kovy, železo, papír a plasty. Z toho značnou část na poli současného trhu zaujímá skupina barevných kovů. Největší poptávka a zájem bývá o

hliník, měď, mosaz, bronz, olovo a nerez. Obchodování s tímto zbožím je poměrně živelné a finančně velice zajímavé.

Sběr barevných kovů a jejich zpracování pro další výrobu jsou důležité především z toho důvodu, že jejich získávání z prvotních zdrojů je nákladné a při těžbě surovin dochází k velkému zatížení životního prostředí. Navíc se jedná o vyčerpatelné zdroje surovin, které vznikají v přírodě složitými procesy miliony let. Množství barevných a vzácných kovů se nachází například v nejrůznějších elektro – zařízeních jako jsou televize, monitory, drobné spotřebiče, velkým zdrojem jsou elektromotory či kabely. Dodávky odpadů musí odpovídat příslušné normě. Odpady se třídí podle třídy a druhu odpadu. Nesmějí obsahovat látky zdraví škodlivé, výbušné, předměty vyzařující nebezpečné záření a uzavřené dutiny, které by mohly při manipulaci, úpravě i zpracování ohrozit zdraví a bezpečnost pracujících a čistotu životního prostředí. Vlhkost, mastnota a jiné nekovové i kovové nečistoty mohou být v odpadech přítomny jen v dovolených tolerancích a odečítají se z hmotnosti dodávky. Při překročení stanovených tolerancí platí předem uzavřená dohoda mezi dodavatelem a odběratelem.

Obr. 6.5 Kovový odpad



[35] 26.5.2008

Železo, barevné a vzácné kovy, obecně kovový odpad, viz obr. 6.5, se získávají nejenom výkupem od občanů a firem, ale z velké části též vlastní separací. K přesnému určení složení materiálů a vytřídění jednotlivých druhů kovového odpadu se používají různé speciální přístroje, např. elektronický spektrometr a sigmatest. Ty dokáží přesně procentuálně určit složení slitin. Každý obchodník s kovy nosí v kapse příruční magnet, třídíči na výkupně a ve skladu mají k dispozici různé typy ručních magnetů. Ke třídění velmi drobných částic s příměsí železa je používán elektromagnetický třídíč špon. Oddělování velkých součástí nebo oddělení nežádoucích železných prvků se provádí pomocí řezání plasmovým plamenem nebo stříháním na nůžkách. Dalším důležitým a



nepostradatelným zařízením všech výkupen, sběren a firem obchodujících s druhotnými surovinami je váhová technika. Ať už se jedná o menší váhy, digitální mostní váhy, automobilové silniční váhy, vždy je zapotřebí co nejpřesněji určit váhové množství materiálu. Pro cenu materiálu je totiž rozhodující nejenom jeho správné zařazení do druhu a jakosti ale mnohdy rozhoduje především jeho množství. Bez znalosti co mám a kolik toho mám nelze dobře nakoupit ani prodat. Úroveň technického vybavení a investice do nových technologií jsou měřítkem pro kvalitu tříděného odpadu a ukazatelem dodržování podmínek ochrany životního prostředí. Dobré zázemí společnosti nakládající s odpady tvoří zděné budovy, zpevněná plocha, spolehlivé přístroje pro třídění, digitální váhy, nákladní vozidla, hydraulická technika, vysokozdvihné vozíky, drobná strojní zařízení, pečlivá administrativa a dodržování legislativy.

### **6.5.2 Údržba vážicí techniky a měřících přístrojů**

Veškeré měřicí přístroje a váhy vyžadují šetrné zacházení, měly by být udržovány v čistotě, používány v odpovídajícím prostředí a ke stanovenému účelu a administrativně vedeny. Pokud jsou používány pro obchodní účely, musí být úředně přezkoušeny a zaplombovány způsobilou osobou. Jejich provozování podléhá příslušným normám a legislativním nařízením, viz následující pojmy. [49]

**Kalibrace** je soubor činností, kterými se za daných podmínek stanoví vztah mezi hodnotami veličiny naměřenými měřicím přístrojem (měřidlem) a odpovídajícími hodnotami, realizovanými etalonem.

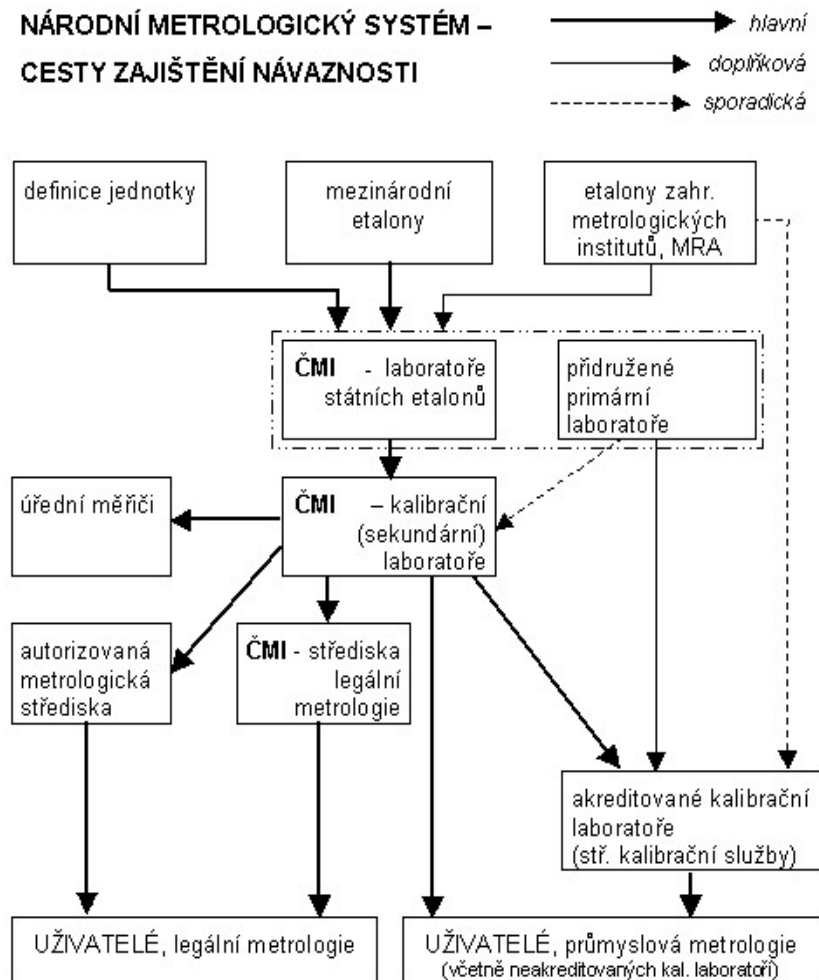
**Ověření** je soubor činností, kterými se potvrzuje, že stanovené měřidlo má požadované metrologické vlastnosti. Postup při ověřování stanovených měřidel stanoví ministerstvo vyhláškou. Ověření se potvrzuje vydáním ověřovacího listu a ověřené měřidlo se opatří úřední značkou.

**Justáž** je seřízení měřidla dle etalonových závaží pro příslušnou třídu přesnosti tak, aby byla zajištěna správnost, jednotnost a návaznost měřidel.

**Návaznost** je vlastnost výsledku měření nebo hodnoty etalonu, kterou je určen vztah k národním nebo mezinárodním etalonům prostřednictvím nepřerušenoho řetězce porovnání s uvedením příslušných nejistot. V podstatě se jedná o zařazení daného měřidla do nepřerušenoé posloupnosti přenosu hodnoty veličiny počínající etalonem nejvyšší metrologické kvality.

**Národní metrologický systém**, obr. 6.6, je tvořen soustavou právních a technických předpisů, vymezujících postavení orgánů státní správy a dalších subjektů a subjekty vyrábějícími, opravujícími a montujícími měřidla a uživateli měřidel.

Obr. 6.6 Národní metrologický systém



[36] 20.9.2008

## 6.5.3 Váhy a vážení

### 6.5.3.1 Pojmy

Hmotnost není míra množství látky v tělese. Přestože je tak často chápána, obecně to neplatí, neboť z teorie relativity vyplývá, že při velikých rychlostech hmotnost roste, ačkoliv množství látky zůstává stejné. Hmotnost nepředstavuje jiné označení pro hmotu (v angličtině se používá stejný výraz „mass“ pro oba dva pojmy,

což vede stále ke zmatkům a špatným překladům a výkladům). Hmota je vše, co je možné zkoumat, může nabývat různých forem (látky, fyzikální pole, záření).

Hmotnost je obdobná charakteristika hmoty jako například energie nebo elektrický náboj.

### Definice hmotnosti

„Hmotnost je základní fyzikální veličina v soustavě SI jednotek, která charakterizuje základní vlastnost všech hmotných objektů, která se ve fyzikálních jevech projevuje setrvačností a vzájemným přitahováním hmotných objektů.“

Jednotkou hmotnosti je kilogram (kg), viz. tab. 6.4. Hmotnost je základní jednotka soustavy SI a podle normy ISO je kilogram hmotnost mezinárodního prototypu kilogramu, který je uložen v Mezinárodním úřadu pro míry a váhy v Sévres u Paříže (definice pochází z roku 1901). Prototyp vyrobila firma C. Longue v Paříži ze slitiny platiny a iridia (9:1). Druhá definice vychází z faktu, že kilogram je hmotnost 1 dm<sup>3</sup> destilované vody při teplotě 20 °C a normálním tlaku 1,013 25 · 10<sup>5</sup> Pa. [21]

Měření hmotnosti se nazývá vážení. Zařízení určená ke zjišťování hmotnosti těles nebo látek se nazývají váhy. Při vážení měříme klidovou hmotnost tělesa. Při měření hmotnosti (vážení) se využívá úměrností mezi tíhou tělesa a jeho hmotností, proto hmotnost tělesa stanovíme z měření jeho tíhy. Vážení je jedno z nejpřesnějších fyzikálních měření, tab. 6.3.

Tab. 6.3 Přesnost určování hmotnosti

Hmotnostní rozsah	Relativní přesnost
1 až 10	10 <sup>-7</sup> až 10 <sup>-6</sup>
10 až 100	10 <sup>-7</sup> až 10 <sup>-6</sup>
100 až 1000	10 <sup>-7</sup> až 10 <sup>-5</sup>
nad 1000	10 <sup>-5</sup> a nižší

Tab. 6.4 Převodní tabulka hmotnosti

Jednotka	Zkratka	Koeficient	Poznámka
kilogram	kg	1	kilogram je základní jednotka SI
gram	g	0,001	
miligram	mg	0,000 001	
mikrogram	µg	0,000 000 001	
metrický cent	g	100	
tuna	t	1000	tuna je vedlejší jednotka SI

### 6.5.3.2 Vážící systémy

První zmínky o vážení pocházejí již ze starého Babylonu, Egypta a Číny. Od té doby se vážící technika nemálo zdokonalila a od mechanických vah prošla materiálovou, technickou i vizuální proměnou k dnešním vahám elektronickým.

Váhy dělíme na: pákové (rovnoramenné, nerovnoramenné, kyvadlové)

pružinové

tenzometrické.

#### **Tenzometrické váhy.**

Váhy tenzometrické, nazývané též elektronické, jsou nejmodernějším druhem vah. Samotný princip tenzometrické váhy spočívá v přeměně účinku mechanického působení tíhy měřeného tělesa na úměrnou elektrickou veličinu, která se v příslušném vyhodnocovacím centru zpracuje na výsledný údaj o hmotnosti měřeného tělesa. Deformace způsobená tíhou váženého objektu je měřena elektronickou cestou většinou na základě piezoelektrického jevu. Tyto váhy mají značnou přesnost a podle konstrukce, která může zahrnovat i mechanické převody snižující velikost deformační síly, mají i velmi velký měřicí rozsah od mikrogramů po desítky tun. Mohou být používány např. v laboratořích, pro vážení v kuchyni, v lékařské ordinaci (osobní váhy) i pro vážení vozidel (mostové váhy, přenosné silniční váhy). Mohou být osazeny jako zapuštěné nebo nadúrovňové a také jsou rozděleny podle použitých tenzometrů. Nezanedbatelnou výhodou elektronických vah je okolnost, že mohou být propojeny s počítačem, který zajišťuje další zpracování naměřených hodnot. [16]

#### **Mostové váhy.**

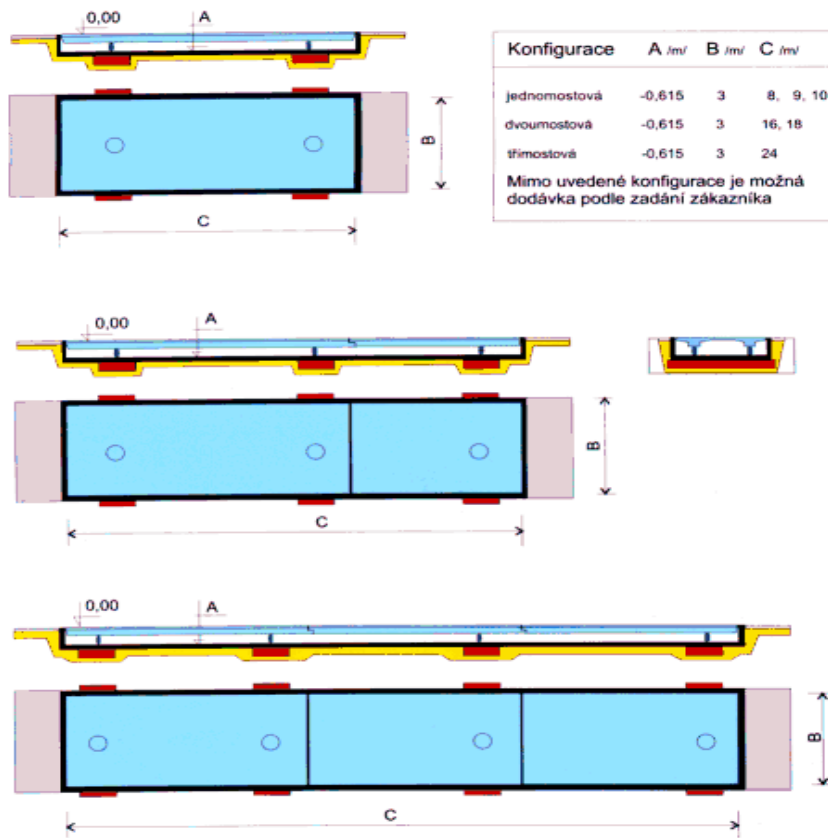
Nejstarší typy mostových vah pro vážení povozů s nákladem pracovaly na principu nerovnoramenných vah s větším poměrem délky ramen, a ještě dnes je můžeme jako zapomenuté spatřit na některém ze starých vlakových nádraží. Moderní mostové silniční váhy jsou určeny pro statické vážení vozidel a nákladu, obr. 6.7. Sestávají ze 4 hlavních částí: spodní stavba, nosič zatížení, tenzometrické snímače a indikační zařízení.

Obr. 6.7 Tenzometrická váha určená pro vážení silničních vozidel



[37] 13.8.2008

Obr. 6.8 Mostové váhy zapuštěné do vozovky



[37] 13.8.2008

Spodní stavba a nosič zařízení.

V rámci spodní stavby je realizováno propojení uzemňovacího vodiče s napájecím rozvaděčem váhového systému.

Základem je ocelový nebo železobetonový vážní most o šířce 3 m nabízený v různých délkách (8 až 18 m, podle délky vážených vozidel). Váhy o váživosti nad 30 t jsou

koncipovány jako dvourozsahové s automatickým přepínáním dílku , kdy do rozsahu 30 t je dílek 10 kg, nad 30 t pak 20 kg. Mostové váhy se instalují buď jako zapuštěné do úrovně vozovky na obr. 6.8, nebo také v provedení nadúrovňovém – nájezdovém. Mostní díly jsou konstrukčně řešeny jako ocelové svařence nebo jako železobetonové prefabrikáty a jsou vyrobeny v přesných rozměrech. Ochrana proti korozi ocelových prvků je provedena zinkováním. Každý most je opatřen servisním otvorem, který zajišťuje bezpečný přístup k prvkům váhy umístěným pod vážními mosty. Zachycení horizontálních sil působících na mosty váhy a vymezení potřebné vůle mezi mosty a základem váhy zajišťují speciální pryžové nárazníky vložené mezi mosty a obvodový rám základů váhy. Mezera mezi základovým rámem a okrajem mostů je po celém obvodu váhy překryta pryžovým těsnícím profilem tvaru T, který zabraňuje padání nečistot do váhy a zanášení spodní stavby. [37]

### **Tenzometrické snímače.**

Tenzometrický snímač je zařízení, ve kterém se mechanický účinek měřeného tělesa transformuje na úměrnou elektrickou veličinu. Signály z jednotlivých tenzometrů jsou propojené do slučovací skříňky, která je propojovacím kabelem spojená s vyhodnocovací jednotkou. Tenzometrické snímače typu analog, obr. 6.11, jsou standardní snímače s analogovým výstupem. Výstupní signál, řádově v desítkách mV, je přes slučovací box připojen na vyhodnocovací jednotku s A/D převodníkem. Tenzometrické snímače typu Digital, obr. 6.9, 6.10, jsou špičkové snímače s digitálním výstupem. Tento tenzometr má již v sobě zabudovaný A/D převodník. Charakteristickým znakem snímače s digitálním výstupem je konektorové připojení kabelu, provozní spolehlivost, snadná údržba a jednoznačná diagnostická hlášení, které rovněž přináší uživatelské výhody.

Obr. 6.9 Typ Digital Obr 6.10 Průřez Digitem



[37] 3.8.2008



[37] 3.8.2008

Obr. 6.11 Typ analog



[37] 3.8.2008

## Indikační zařízení.

Nejnovější indikační zařízení splňují náročné požadavky na provozní řešení a možnost archivace dat přímo v ukazateli. Terminál má integrovanou síťovou kartu pro přímé připojení do PC sítě. PC přebírá hodnoty z vážního indikátoru a zpracovává je do bilančních přehledů a statistik.

Obr. 6.12 Indikátor Cardinal 204



Indikátor Cardinal 204 na obr. 6.12, je přesné vážící zařízení, které sdružuje nejnovější technologii pro váhový průmysl. Má velký 2,5 cm vysoký LCD displej, napájení na baterii nebo ze sítě, režim automatického vypínání a režim úsporného provozu, až 4 až 350  $\Omega$  snímače, kryt z nerezové oceli. Kabel snímače se připojuje přes 9-ti pinový konektor na zadním panelu indikátoru.

[38] 3.8.2008

Obr. 6.13 Příklad pracoviště digitálního zpracování dat



[37] 3.8.2008

Dále ještě mohou být váhy vybaveny volitelným příslušenstvím, obr. 6.13, jako jsou závory, semafore, snímače identifikačních karet, kamery, dorozumívací zařízení atd.

#### 6.5.4. Měřicí přístroje

Pro prvotní rozlišení jednotlivých druhů vykupovaných kovů jsou důležité znalosti a zkušenosti zaměstnanců, kteří se dostávají do styku s materiálem jako první. Základní pomůckou těchto třidičů je nepostradatelný ruční magnet v podobě od klasického třídícího magnetu s rukovětí na obr. 6.14, přes teleskopický magnet na obr. 6.15, až po moderní výstřelky různých přívěsků a ozdob. K zajištění co největší kvality a čistoty se v dalších fázích putovního řetězce kovů používá různá přístrojová technika. Jako velmi přesné a osvědčené se v tomto oboru označují sigmatest, spektrometr a ruční rentgenfluorescenční analyzátor. V případě velkoobjemového skladování na šrotišti se používají elektromagnety v jeřábech.

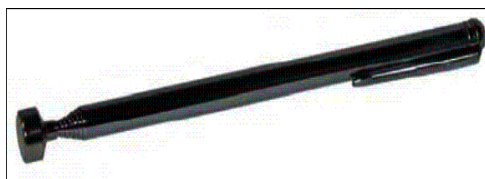
#### Magnet.

Obr. 6.14 Třídící magnet



[39] 3.8.2008

Obr. 6.15 Teleskopický magnet



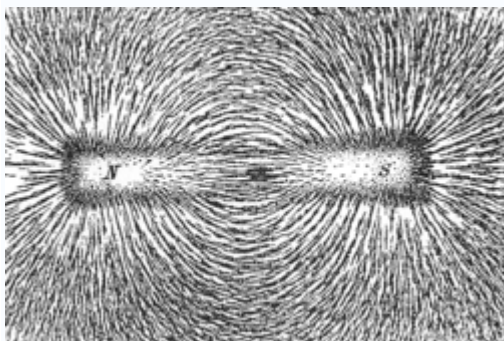
[39] 3.8.2008

Magnet je objekt, který v prostoru ve svém okolí vytváří magnetické pole, obr. 6.16. Může mít formu permanentního magnetu nebo elektromagnetu. Permanentní magnety nepotřebují k vytváření magnetického pole vnější vlivy. Vyskytují se přirozeně v některých kamenech, ale dají se také vyrobit. Elektromagnety potřebují k vytvoření magnetického pole elektrický proud – když se zvětší proud, zvětší se i magnetické pole.



Magnety jsou přitahovány nebo odpuzovány jinými materiály. Materiál, který je silně přitahován k magnetu má vysokou permeabilitu (propustnost). Železo a ocel jsou dva příklady materiálů s velmi vysokou permeabilitou a jsou velmi silně přitahovány magnety. Permeabilita se dá změřit u všeho, i u lidí.

Obr. 6.16 Železné piliny v magnetickém poli vytvořeném magnetem



[40] 14.7.2008

### **Permanentní magnety.**

Normální hmota je složená z částic jako jsou protony, neutrony a elektrony a všechny mají základní vlastnost: kvantový mechanický spin. Spin dává každé této částici určité magnetické pole. Dalo by se očekávat, že všechna hmota bude magnetická, přesto tomu tak není. V každém atomu a molekule je spin těchto částic přísně uspořádan, princip uspořádání spinu ale neplatí na velkou vzdálenost mezi atomy a molekulami. Nevzniká zde síťové magnetické pole, protože magnetický moment každé z částic je vyrušen momentem ostatních částic. Permanentní magnety jsou zvláštní v tom, že u nich vzdálené uspořádání existuje. Čím vyšší je uspořádanost, tím silnější je výsledné pole. Vzdálené uspořádání (a výsledné silné magnetické pole) je hlavním znakem feromagnetických materiálů.

### **Síly mezi magnety.**

Když se přiblíží severní póly magnetů, budou se magnety odpuzovat. Když se severní pól jednoho magnetu přiblíží k jižnímu pólu druhého magnetu, magnety se budou přitahovat.

### **Magnety a feromagnetické materiály.**

Když se magnet dostatečně přiblíží k feromagnetickému materiálu, který není zmagnetizovaný, začne ho silně přitahovat bez ohledu na jejich vzájemné postavení. Jak jižní tak severní pól budou přitahovat materiál stejnou silou.

### **Elektrické vytvoření magnetu.**

Elektrony uvnitř atomu existují buď samostatně nebo v párech na jakékoliv orbitě. Když jsou spárované, tak jednotlivé elektrony z tohoto páru mají opačný spin – jeden horní, druhý dolní. To, že spiny jsou opačné znamená, že jeden druhého vyruší a magnetické pole se nevytvoří.

V některých atomech jsou nespárované elektrony. Všechny magnety mají nespárované elektrony, ale ne všechny atomy s nespárovanými magnety jsou feromagnetické. Aby byl materiál feromagnetický, musí obsahovat nespárované elektrony, ale tyto na sebe musí působit přes velkou vzdálenost tak, aby byly všechny orientované na stejnou stranu. Specifické postavení elektronů v atomu (a také vzdálenost mezi atomy) je to co vytváří vzdálené uspořádání. Elektrony mají nižší energii pokud jsou stejně orientované.

### **Elektromagnety.**

Elektromagnet v nejjednodušší formě je drát svinutý do jedné nebo více smyček, které se říká cívka. Když smyčkou prochází elektrický proud, vytvoří se kolem ní magnetické pole, jeho orientace se určí podle pravidla pravé ruky. Počet smyček cívky určuje rozsah působení, množství proudu určuje množství aktivity a materiál v jádru určuje elektrický odpor. Čím více smyček a čím vyšší proud, tím silnější magnetické pole vznikne. Jestliže je smyčka dutá, bude generovat jen velmi slabé pole. Do středu cívky lze vkládat různé feromagnetické nebo paramagnetické věci, což zesílí jejich magnetické pole, například železný hřebík. Pro tento účel se běžně používá měkké železo. Přidání takových předmětů může pole zesílit stokrát až tisíckrát. Na dlouhé vzdálenosti se magnetická pole řídí zákonem nepřímého čtverce. To znamená, že síla pole je nepřímo úměrná čtverci vzdálenosti od magnetu. Jestliže je magnet v kontaktu s rovným kovovým plátem, síla potřebná na jejich oddělení musí být tím větší, čím těsnější je kontakt mezi oběma povrchy. Čím rovnější povrchy, tím je mezi nimi větší počet styčných bodů a tím je menší odpor mezi magnetickým okruhem a magnetickým polem. Jestliže smyčkou elektromagnetu prochází dostatek proudu, magnetická síla mezi sousedícími smyčkami cívky může způsobit, že se elektromagnet rozdrtí vlastní magnetickou silou.

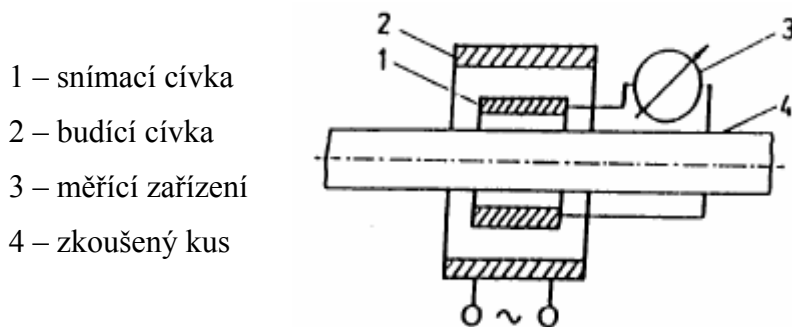
### **Sigmatest.**

Sigmatest, obr. 6.17, je přístroj pracující na principu vířivých proudů, který měří elektrickou vodivost všech neželezných kovů, které jsou elektricky vodivé, tedy magnetické i nemagnetické.

Metoda vířivých proudů.

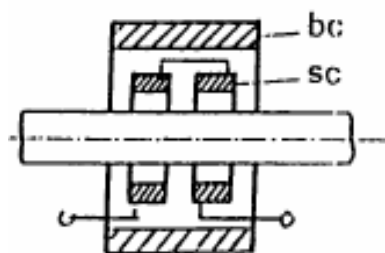
Umístíme-li do střídavého magnetického pole elektricky vodivý předmět, indukují se v něm tzv. vířivé proudy, které se soustřeďují u povrchu předmětu. Intenzita a rozložení vířivých proudů závisí na některých vlastnostech materiálu (magnetická permeabilita, magnetická vodivost). Toho se využívá při nedestruktivním zkoušení materiálu. V technické praxi jsou tyto proudy většinou jev nežádoucí, neboť působí energetické ztráty v elektrických strojích.

Obr. 6.18 Princip metody vířivých proudů



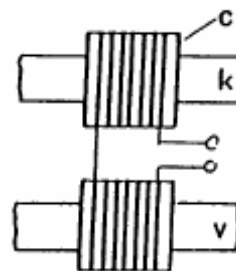
Obr. 6.19 Uspořádání diferenciálních cívek

a) za sebou



bc – budící cívka  
sc – snímací cívka

b) vedle sebe



c - cívka  
k – kontrolní vzorek  
v – zkoušený výrobek

U jednoduchého zařízení s tzv. průchozí cívkou prochází zkoušený předmět dvojicí soustředěných cívek, obr. 6.18. Vnější cívka, napájená střídavým proudem, budí magnetické pole v podélném směru, čímž vznikají ve zkoušeném materiálu vířivé

proudy. Ve vnitřní, snímací cívice se indukuje napětí. Jeho velikost a fázový posuv vůči budícímu proudu závisí na jakosti a případných vadách materiálu. Napětí na snímací cívice závisí na mnoha faktorech a je nutno volit speciální postupy, aby se užitečný signál odlišil od rušivých signálů. [16]

Zvýšení citlivosti je možno dosáhnout diferenciálním zapojením dvou cívek proti sobě, obr. 6.19a), přičemž se rušivá napětí v určité míře odečtou. Při zapojení vedle sebe, obr. 6.19b), se jedná o dva samostatné snímače s budícím a snímacím vinutím, signály se vzájemně odečítají. Do jednoho snímače se umístí dobrý výrobek, do druhé cívky zkoušený výrobek. Pokud jsou kusy stejné, signály se kompenzují. Při zapojení za sebou, obr. 6.5.4ea, má snímač jedno budící vinutí a dvě snímací vinutí zapojená proti sobě. Vzájemně se porovnávají dvě blízká místa na témže kusu, odečítají se vlivy struktury, chemického složení, místního kolísání vodivosti a permeability. Signál vznikne tehdy, zasáhne-li povrchová vada do jedné snímací cívky. Takto je indikován začátek a konec vady, nelze zjistit průběžné vady po celé délce kusu.

Obr. 6.17 Sigmatest

Princip měření.

Sigmatest 2.069 je bezdotykový vířivoproudý přístroj měřící elektrickou vodivost neferomagnetických kovů na základě souhrnné impedance měřící sondy. Měřicí rozsah přístroje je určen kalibrací. Při měření neznámých zkoušených kusů převádí přístroj hodnotu souhrnné impedance na hodnotu elektrické vodivosti, jejíž hodnota se zobrazuje na LCD displeji.



[41]13.7.2008

Příklady typických aplikací:

- určování fyzikálních a technických vlastností materiálu

- třídění kovů a slitin
- kontrola homogenity kovů
- oddělování kovového odpadu na základě elektrické vodivosti
- zjišťování záměny materiálu
- kontrola kvality materiálu
- určování rozsahu tepelného zpracování
- detekce tepelného poškození v konstrukcích letadel – vytvrzování hliníku vlivem stárnutí
- při vysokých teplotách materiálu se při měření chrání sonda keramickými destičkami o tloušťce až 500  $\mu\text{m}$

Hlavní charakteristiky:

- rychlé a spolehlivé určování elektrické vodivosti s vysokou přesností
- velký rozsah měření 0,5 až 65  $\text{MS}\cdot\text{m}^{-1}$
- 5 volitelných měřících frekvencí (60, 120, 240, 480, 960 kHz)
- vyšší frekvence umožňuje provádět přesná měření na tenkých zkoušených kusech
- sondu a kabel lze měnit nezávisle
- hodnoty elektrické vodivosti v závislosti na odchylkách teploty zkoušeného kusu lze korigovat pomocí interního nebo externího snímače teploty a uživatelem definovaného teplotního koeficientu
- monitorování teploty zkoušeného kusu pomocí sondy a automatické hlášení o nutnosti nové kalibrace v případě, že se teplota liší o  $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . [41]

### **Ruční rentgenfluorescenční analyzátor.**

Analyzátor X-MET 3000TX na obr. 6.20, je přenosný víceprvkový analyzátor nabízející metodu pro chemickou analýzu nebo identifikaci vzorků (třídění) přímo ze vzorků různých tvarů. Je konstruován pro práci v terénu s integrovaným PDA počítačem. Tento přístroj pracuje na principu energiově disperzní rentgenové fluorescence, je napájen z baterií nebo ze sítě. Analyzátor je uživateli dodáván plně nakalibrovaný.

Obr. 6.20 Ruční rentgenfluorescenční analyzátor



[42] 12.6.2008

#### Analyzátor.

Budícím zdrojem záření je rentgenka. Standardním materiálem antikatomy je stříbro. Sonda obsahuje polovodičový detektor s chlazením Peltierovým článkem. Na sondě jsou dva kulaté Lemo konektory, sloužící k připojení PDA počítače a dálkového spouštědla. Indikátor umístěný na sondě ukazuje kdy je zapnuto napájení a kdy je generováno rentgenové záření. Infračervený bezpečnostní senzor na nose přístroje zpracovává světlo odražené od povrchu vzorku a slouží k ochraně před rentgenovým zářením, pokud není přiložen vzorek.

#### PDA počítač.

Vyjímatelný počítač obsahuje uživatelské rozhraní k obsluze přístroje. Displej je barevná obrazovka, která může být obsluhována dotykem prstu nebo ukazovátkem.

#### Analýza.

Analýza je prováděna z povrchu vzorku, který nesmí být znečištěn. Pokud by obsahoval prach, stopy oleje, rzi apod., byl by výsledek měření ovlivněn. V paměti přístroje jsou uloženy různé měřicí metody.

Empirická kalibrace je metoda typu složení a značka pro stanovení chemického složení neznámého vzorku. Je založena na sadě kalibračních křivek a dalších parametrů, které vypočítávají koncentrace kalibračních specifikovaného souboru prvků. Software automaticky kontroluje a zobrazuje, pokud jsou výsledky mimo kalibrační rozsah.

Identifikační metoda identifikuje nebo ověřuje značku případně typ slitiny. V přístroji probíhá srovnání rentgenového spektra neznámého vzorku a spektra známého vzorku, uloženého do paměti v průběhu kalibrace.

Metoda fundamentálních parametrů je způsob pro stanovení chemického složení neznámého vzorku. Fundamentální parametry poskytují chemickou analýzu na základě znalosti fyziky rentgenového záření, vlastnosti detektoru a základních spekter několika referenčních vzorků. Nízké koncentrace prvků nejsou zobrazovány, pokud je hodnota nižší než dvojnásobek standardní odchylky měření. [42]

Intenzita záření v primárním svazku je poměrně vysoká a záření by neměla být vystavena žádná část těla. Při měření je nutno dbát, aby přístroj byl v kontaktu se vzorkem a celé měřicí okénko a infračervený zářič byly zakryty vzorkem a u malých vzorků používat kryt. Při práci s rentgenovým spektrometrem řady X-MET je nutno dodržovat předepsaný pracovní postup a bezpečnostní opatření, aby nedošlo náhodně či nesprávným použitím přístroje k expozici operátora či jiných osob rentgenovým zářením.

## 6.6 Shrnutí

K dosažení ekonomicky, ekologicky a globálně udržitelného hospodářství vede cesta úspory energií a omezování vzniku odpadů. Moderní koncepce ochrany životního prostředí vyžaduje, aby nezpracovatelné a škodlivé odpady nevznikaly ani v procesu využívání daného výrobku, ani v procesu jeho odstraňování po uplynutí doby životnosti. Hlavní úlohou výzkumu v oblasti zavádění maloodpadových technologií je předcházení vzniku odpadů a jejich minimalizace. Strategie minimalizace spočívá v ekologicky neškodném využití produktů, při minimální spotřebě materiálů a energie a v maximálním využití odpadů jako druhotných surovin. Odpadovou problematiku je tedy potřeba řešit přímo ve výrobním procesu a ne až za ním. Rozhodujícím kritériem při omezování produkce odpadů totiž nejsou vlastnosti odpadů, ale technologie, při nichž vznikají. Moderní vize odpadového hospodářství předpokládá regulaci a značné omezení emisí znečišťujících prostředí a recyklaci vznikajících odpadů. Způsoby omezování emisí a odpadů by měly být integrovány tak, aby zatížení prostředí bylo rovnoměrně rozloženo mezi jeho jednotlivé složky. Půda, voda a vzduch by tak měly být schopny pohlcovat a zpracovávat tyto odpady.

Co se týče energie, prioritním cílem na všech úrovních její spotřeby je bezesporu nastolení režimu její úspory. Ta spočívá ve znatelném omezení spotřebovávání

vyčerpatelných zdrojů a zaměření se především na zdroje alternativní. Zde se otevírá obrovský prostor pro výzkum a zavádění nových technologií, které dokáží využít nekonečný potenciál, jenž se nabízí v oblasti nevyčerpatelných zdrojů.

## 7 Závěr

Globální klima je neodmyslitelným základem přirozených systémů a celého lidského hospodářství. Vstoupí-li svět do období klimatické nestability, následky mohou být velmi vážné. Ani ve vysoce rozvinutém informačním věku nemůže lidská společnost prospívat, pokud je přirozené prostředí postupně ničeno. Potřebujeme zdravé ekosystémy pro zachování zdrojů pitné vody a příznivých klimatických změn nezbytných pro samotnou podstatu života. Je třeba neotálet a co nejdříve započít s novým přístupem k přirozeným zdrojům, tedy upustit od tendencí jejich jednorázového vyčerpání a naopak maximálně využívat zdroje obnovitelné. Každý jednotlivec a potažmo celá společnost se by měla urychleně zbavit zavedených špatných zvyků a naučit se pracovat s energií, půdou, vodou a materiály rozumněji a mnohem efektivněji, než je tomu dnes.

Úcta k planetě Zemi není jen záležitostí pragmaticky uvažujícího rozumu, ale také otázkou citu, určité pokory, dobré vůle a pevného přesvědčení. Záleží především a jen na lidech, v jakém prostředí chtějí nadále žít a jak dlouho bude vše fungovat v relativním pořádku. Ke zlepšení životního prostředí stačí více vnímat okolí a uvědomit si, že bez přičinění každého se odpady samy nezlikvidují ani nezrecyklují a energie neušetří. Každý jednotlivec by měl přijmout vlastní odpovědnost za současný i budoucí stav životního prostředí. Je načase přehodnotit míru hmotné a energetické spotřeby a začít s jejich omezováním a úsporami.

„Až bude pokácený poslední strom, až bude poslední řeka otrávená, až bude chycena poslední ryba, tehdy poznáme, že peníze se nedají jíst.“ Toto jsou moudrá slova pocházející z úst příslušníků indiánského kmene Cree.

Jedno z pravidel lidské morálky říká „Chovejme se k druhým tak, jak bychom chtěli, aby se oni chovali k nám“. Chovejme se tedy ke svému okolí ohleduplně, buďme šetrní k životnímu prostředí, chraňme přírodu, neohrožujme rostliny, nepodílejme se na vyhubení živočišných druhů. Nečerpejme nadměru přírodní zdroje, spotřebovávejme v rozumné míře materiál a výrobky, neprodukujme zbytečně odpad, používejme techniku a vědu s rozmyslem a domýšlejme nebezpečné důsledky neuváženého



využívání potažmo zneužívání vědeckých poznatků. Snažme se nezatěžovat Zemi ekologickými katastrofami, neřešitelnými spory, mocenskými manýry a nesmyslnými válkami.

Vážme si života a zachovejme jedinečnou planetu Zemi zdravou a nepoškozenou i pro příští generace.

## Seznam použité literatury a www stránek:

Vysvětlivka: u obrázků uváděné datum značí den jeho stažení z www stránky.

- [1] Integrovaný registr znečišťování životního prostředí. Ministerstvo životního prostředí, CENIA-česká informační agentura životního prostředí, 2006.
- [2] Statistická ročenka životního prostředí České republiky 2006. Ministerstvo životního prostředí, CENIA-česká informační agentura životního prostředí, Český statistický úřad, 2006.
- [3] BRANIŠ, M.: Základy ekologie a ochrany životního prostředí. Praha: vydavatelství Informatorium, 1997.
- [4] BERANOVSKÝ, J., TRUXA, J. a kol.: Alternativní energie pro váš dům. Brno: vydavatelství ERA, 2003.
- [5] NÁTR, L.: Země jako skleník. Praha: Academia, 2006
- [6] KONIG, H., ERLACHER, P.: Neviditelná hrozba. Ostrava: nakladatelství HEL, 2001.
- [7] NEMEŠOVÁ, I., PRETEL, J.: Skleníkový efekt a životní prostředí. Praha: vydalo MŽP ve spolupráci s ČHMÚ a Ústavem fyziky atmosféry AV ČR, 1998.
- [8] ALTMAN, V.: Odpadové hospodářství. Praha: vydalo MŽP ČR, 1996.
- [9] AMUNDSEN, A.: Omezování vzniku odpadů. Praha: ENZO, 1995
- [10] Nebezpečné odpady. Státní zdravotní ústav Praha, nakladatelství Fortuna, 2002.
- [11] GRODA, B. a kol.: Technika zpracování odpadů. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1995.
- [12] ALTMAN, V.: Odpadové hospodářství. Praha: vydalo MŽP ČR, 1996.
- [13] HÄBERLE, G. a kol.: Technika životního prostředí pro školu i praxi. Praha: nakladatelství Europa-Sobotáles cz, 2003.
- [14] [www.mzp.cz](http://www.mzp.cz)
- [15] [www.cenia.cz](http://www.cenia.cz)
- [16] [www.firmy.cz](http://www.firmy.cz)
- [17] <http://www.novinky.cz/clanek/146558-cina-udela-pro-uspech-olympiady-vse-treba-rozezene-mraky-raketami.html>
- [18] [http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Stylised\\_Lithium\\_Atom.png](http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Stylised_Lithium_Atom.png)
- [19] [http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Ernst\\_Haeckel.jpg](http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Ernst_Haeckel.jpg)
- [20] [www.in-pocasi.eu/clanky/teorie/sklenikovy-efekt/](http://www.in-pocasi.eu/clanky/teorie/sklenikovy-efekt/)
- [21] <http://cs.wikipedia.org/>
- [22] [http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Antarcite\\_ozone\\_layer\\_2006\\_09\\_24.jpg](http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Antarcite_ozone_layer_2006_09_24.jpg)

- [23] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Spektrofotometr>
- [24] <http://images.google.com/imgres?imgurl=http://hluk.eps.cz>
- [25] [http://www.norsonic.cz/web\\_pages/nor-121\\_page.html](http://www.norsonic.cz/web_pages/nor-121_page.html)
- [26] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Boyle%27sSelfFlowingFlask.png>
- [27] [http://neviditelnypes.lidovky.cz/ekologie-energeticka-krize-ddr-/p\\_veda.asp?c=A080714\\_183427\\_p\\_veda\\_wag](http://neviditelnypes.lidovky.cz/ekologie-energeticka-krize-ddr-/p_veda.asp?c=A080714_183427_p_veda_wag)
- [28] <http://www.temelin.cz/>
- [29] [www.solarnisystemy.cz](http://www.solarnisystemy.cz)
- [30] <http://cde.ecn.cz/dokumenty/energetika/obnovzdr.htm#4>
- [31] <http://www.novinky.cz/>
- [32] <http://www.novinky.cz/clanek/142610-video-japonske-auto-jezdi-na-vodu.html##>
- [33] <http://ld.johannesville.net/neruda/zivotopis?bio=1&fig=1>,
- [34] [www.zdirec.cz](http://www.zdirec.cz)
- [35] <http://www.kovosteel.cz/cs/art/131-barevne-kovy>
- [36] <http://www.cmi.cz/index.php?lang=1&wdc=76>
- [37] <http://www.tenzona.cz/prumyslove-vahy/silnicni-vahy#>
- [38] <http://www.i-vahy.cz/indikatory-pridavne-displeje/>
- [39] [www.druso.cz/cojsme.htm](http://www.druso.cz/cojsme.htm).
- [40] [www.supermagnety.cz/](http://www.supermagnety.cz/).
- [41] <http://www.foerster.cz/images/m2.jpg>
- [42] <http://images.google.com/imgres?imgurl=http://www.testeworld.com/pictures/gongquiu/>
- [43] [http://www.chmi.cz/uoco/act/aim/aregion/aim\\_region.html](http://www.chmi.cz/uoco/act/aim/aregion/aim_region.html)  
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Voda>
- [44] <http://www.phil.muni.cz/fil/sbornik/1998/16vesely.html>
- [45] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:TideKraftwerk.jpg>
- [46] KREMPASKÝ, J. a kol.: Synergetika. Bratislava: vydavatelství Slovenské akademie věd, 1988.
- [47] FILIP, J.: Odpadové hospodářství, 2002.
- [48] KROPÁČEK, I.: Nulový odpad. Vydalo hnutí Duha, 2003.
- [49] Zákony IV/2004. Český Těšín: Poradce s.r.o., 2004.
- [50] Sborník z II. Mezinárodní konference.
- [51] <http://pier.blog.cz/0808/dosud-nejvetsi-slunecni-elektrarna-svete>