

Význam, přehled a celkové využití energetických zdrojů

Publikace vznikla v rámci projektu Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost Zelený most mezi školou a praxí – environmentální vzdělávací moduly pro trvale udržitelný rozvoj, registrační číslo CZ.1.07/1.1.00/14.0153, který realizuje Střední průmyslová škola strojní a stavební, Tábor, Komenského 1670 ve spolupráci s těmito partnery:

- Vyšší odborná škola a Střední zemědělská škola, Tábor, náměstí T. G. Masaryka 788
- Střední odborná škola a Střední odborné učiliště, Hradec Králové, Hradební 1029
- Střední odborná škola energetická a stavební, Obchodní akademie a Střední zdravotnická škola, Chomutov, příspěvková organizace, Na Průhoně 4800
- Masarykova střední škola, Letovice, Tyršova 500
- Střední škola – Centrum odborné přípravy technické, Kroměříž, Nábělkova 539
- Integrovaná střední škola technická, Benešov, Černoleská 1997

Tato publikace je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Více informací o projektu najdete na www.zelenymost.cz.

VÝZNAM, PŘEHLED A CELKOVÉ VYUŽITÍ ENERGETICKÝCH ZDROJŮ

Autorský tým:

Bc. Kacerovský Radoslav, DiS.

Ing. Kaňková Milena

Ing. Kostrůnek Ladislav

Ing. Maroušek Josef

Ing. Zámečníková Lenka

Editor: Ing. Marcel Gause

Metodická pomoc: RNDr., PhDr. Danuše Kvasničková, CSc.

Odborná pomoc: Ing. Soňa Stachová

Obálka a grafická úprava: Quo-ST, spol. s r.o.

Tisk: FINAL EXIT tisková produkce

Text neprošel jazykovou úpravou

Vydala Střední průmyslová škola strojní a stavební, Tábor, Komenského 1670
Tábor 2013



Význam, přehled a celkové využití energetických zdrojů



Obsah

1	Úvod	5
2	Pojem energie	8
3	Energie a Země	10
4	Neobnovitelné zdroje	18
4.1	Fosilní paliva	18
4.2	Radioaktivní suroviny	21
5	Obnovitelné	23
5.1	Sluneční - solární - energie	23
5.1.1	Přímé využití	24
5.1.1.1	Aktivní využití sluneční soustavy	24
5.1.1.1.1	Fotovoltaické články	25
5.1.1.1.2	Sluneční kolektory	28
5.1.1.1.3	Solární elektrárny	30
5.1.1.2	Pasivní	31
5.1.1.2.1	Architektonické a technologické řešení budov	31
5.1.1.2.2	Tepelná čerpadla	34
5.1.2	Nepřímé využití	37
5.1.2.1	Energie větru	37
5.1.2.2	Energie vody	39
5.1.2.3	Energie biomasy	43
5.2	Zdroje nemající původ ve sluneční energii	61
5.2.1	Geotermální energie	61
5.2.2	Energie přílivu	62
6	Historie využívání energie	64
7	Udržitelný rozvoj a jeho zajišťování v České republice	68
7.1	Cesta k myšlence udržitelného rozvoje	68
7.2	Zajišťování udržitelného rozvoje v naší republice	70
8	Rozbor problematiky obnovitelných zdrojů energie z pohledu ekologického úspory jako jedna z cest k udržitelnému rozvoji	72
9	Rozšíření užití obnovitelných zdrojů energie a energetické úspory jako jedna z cest k udržitelnému rozvoji	76
	Literatura	78

1. Úvod

Říkává se, že energie je krev průmyslu. Ale zdaleka nejen průmyslu. Často si ani neuvědomujeme, že energie je základním předpokladem veškerého **života** na naší planetě, tedy i nás - lidí. Každé malé dítě ví, že musí jíst - a že většímu výdeji energie (při sportu, při práci) odpovídá i větší potřeba výživy. Tuto **energetickou potřebu** pro život lidí zajišťuje již více než 5000 let hlavně zemědělství ve formě potravin, v některých oblastech světa také rybářství.

Základním energetickým zdrojem pro naši planetu je Slunce, které vyzařuje do vesmírného prostoru obrovské množství energie (okolo $3,8 \cdot 10^{19}$ MJ /s). Z ní na naši Zemi dopadá přibližně pouze jedna dvoumiliardtina, ale tato „kapka“ energie ohřívá zemský povrch, uvádí do pohybu vrstvu atmosféry kolem něho a přeměňuje se v energii větru, umožňuje oběh vody a mění se ve vodní energii, je příčinou energie mořského vlnění a díky fotosyntéze je jeho malá část (necelé 1 %) zdrojem energie pro veškerý život na Zemi. Fotosyntéza představuje obdivuhodnou základní reakci života, při níž je v zelených rostlinách energie slunečního záření převáděna do energie chemických vazeb organických látek (z energetického hlediska do „energetických konzerv“ či do biomasy). Ty jsou pak v následných potravních řetězcích postupně využívány a měněny a slouží jako zdroj výživy (energie a látek) pro všechny ostatní organismy - tedy i pro nás.

Kromě této základní energetické potřeby pro život, je pro lidi důležitá také další **energetická spotřeba** - pro úpravu potravy, bydlení, výrobu různých látek, dopravu, obchod, spotřebu, kulturu - prostě pro lidský způsob života. Velikost energetické spotřeby se v průběhu vývoje lidské společnosti měnila. I v dnešním světě existují obrovské rozdíly ve spotřebě energie.

Předpokládá se, že naši předchůdci, kteří ještě nepoužívali oheň, potřebovali pro svůj život okolo 8000 kJ denně, což odpovídá i dnešnímu příjmu potravy. Využíváním ohně stoupla energetická spotřeba našich předchůdců někdy před 500 000 lety na dvojnásobek - tj. asi na 6 GJ/rok na osobu. V dobách počátečního zemědělství asi před 10 000 lety se tato spotřeba vlivem využívání zvířat zvýšila na 20-30GJ/osobu/rok, ve starověku a středověku se dále zvyšovalo využívání energie vody a větru. Naprostou změnu ve spotřebě energie pak znamenala **průmyslová revoluce**, která zahájila využívání nového energetického zdroje - fosilních paliv. S vynálezem parního stroje stoupla spotřeba energie přibližně na 100 GJ/osobu/rok. Další velmi nerovnoměrný vývoj ve světě dokumentuje diametrálně rozdílná spotřeba energie v dnešním světě: zatímco v USA se roční spotřeba energie na osobu odhaduje na 350 GJ, v Evropě průměrně na 200 GJ, v rozvojových státech Afriky pouze na 20-30 GJ na osobu/rok. Hlavním energetickým zdrojem současné civilizace jsou fosilní paliva.

Odkud se vlastně vzala?

Jejich základem je biomasa (především rostlin, ale i ostatních organismů), která se na Zemi fotosyntézou vytvářela **před mnoha miliony let** a která se v průběhu následujících milionů let vlivem geologických změn postupně pod vrstvami hornin za nepřístupu vzduchu měnila v uhlí, ropu a zemní plyn. Když uvážíme, že existence člověka na Zemi (včetně jeho přímých předchůdců) se dnes odhaduje na dobu 1 - 2 miliony let a proces vytváření např. černého uhlí na více než 200 milionů let, pak je na prvý pohled zřejmé, že fosilní paliva jsou **zdroje neobnovitelné**.

Nevíme sice přesně, jak velké zásoby fosilních paliv se v hlubinách naší Země ještě skrývají a odhady se u jednotlivých druhů paliv i u jednotlivých odhadců liší až v měřítku století, ale víme, že je nejvyšší čas intenzivně **hledat nové energetické zdroje** pro lidstvo, chceme-li nadále využívat stejné či zvyšující se množství energie.

Navíc využívání fosilních paliv s sebou nese vážné nebezpečné vlivy na prostředí. **Nečistoty** vypouštěné do ovzduší z domácích i průmyslových topenišť a ze stále rostoucího počtu dopravních prostředků představují vážné nebezpečí pro zdraví lidí a významně snižují také výnosy a kvalitu zemědělských produktů. Snad ještě větším globálním problémem je to, že při jejich spalování se uvolňuje oxid uhličitý vázaný do těl organismů před mnoha miliony let, což sebou přináší zvyšování skleníkového jevu a s tím související hrozbu **klimatických změn**, jejichž důsledky by mohly představovat katastrofy nezvyklých rozměrů.

Bezesporu nový nepominutelný energetický zdroj nepůsobící na **klimatické změny** představuje **jaderná energie**, která se uvolňuje při rozpadu radioaktivních prvků. Zdrojem je však rovněž neobnovitelný zdroj - různé nerosty ze zemské kůry obsahující izotop U^{235} . Zdá se, že tohoto zdroje je zatím k dispozici značné množství, ale tragické katastrofy z ukrajinského Černobylu a japonské Fukušimy budí mnoho obav z využívání tohoto přírodního zdroje a mnohé státy se proto orientují jiným směrem. Naděje se obracejí i k **jaderné fúzi** - tedy k období procesů probíhajících na Slunci, ale možnosti jejího využívání v praxi jsou zatím v nedohlednu.

Energie však není nedostatek. Stálý a prakticky **nevyčerpatelný** je zdroj sluneční energie, která se na Zemi dostává v množství přibližně $21 \cdot 10^{20}$ kJ /rok - a je zdrojem neustále se **obnovující energie vody, větru i biomasy**. Nevyčerpatelným energetickým zdrojem je i **teplo zemského nitra**, které se uvolňuje stálými radioaktivními přeměnami v hlubinách Země a také **přitažlivé síly Měsíce** na naši Zemi, které způsobují pravidelný příliv a odliv na pobřežích oceánů a moří.

Před technicky vyspělou společností stojí nyní velmi závažné i podněcující úkoly: - jak efektivněji a bezpečněji (s ohledem na vlivy na prostředí) využívat dosavadní energetické zdroje (neboť jejich náhlé opuštění není prakticky možné), - jak zlepšit možnosti a perspektivy využívání energetických zdrojů nevyčerpatelných a obnovitelných, s nimiž nemusí být spojeny závažné problémy bezpečnostní, ani vlivy na biosféru. Přitom je nezbytné mít na zřeteli souvislosti **environmentální, ekonomické i sociální** - tedy základní pilíře **udržitelnosti** dalšího vývoje naší civilizace. Na tuto cestu je důležité vykročit co nejdříve - a začít ověřovat nejrůznější současné možnosti v praxi. Které způsoby šetření a využívání energie to jsou?

Možnosti šetření energií jsou nejen v jednání každého člověka, které zamezí zbytečnému plýtvání, ale i v řadě technických opatření v průmyslu (nové technologie), v zemědělství (využívání zbytkového tepla a biomasy), v dopravě (nové formy pohonu dopravních prostředků a snižování jejich spotřeby), ve stavebnictví (nové formy izolací, energeticky úsporné stavby atd.).

A další možnosti jsou v postupném a kombinovaném zavádění různých zařízení pro využívání nevyčerpatelných a obnovitelných energetických zdrojů:

- energie solární, jako přímého zdroje tepla, jako zdroje elektrické energie prostřednictvím fotovoltaiických článků či jako naakumulované energie v ovzduší, ve vodě a v půdě prostřednictvím tepelných čerpadel (popř. v kombinaci s využíváním energie geotermální),
- energie větru prostřednictvím větrných elektráren
- energie vody prostřednictvím různých typů vodních elektráren,
- energie biomasy, a to jak novými termickými způsoby jejího využívání prostřednictvím spalování, zplynování, zkapalňování apod., tak i různými biotechnologickými způsoby využívání zbytkové biomasy a odpadních organických látek.

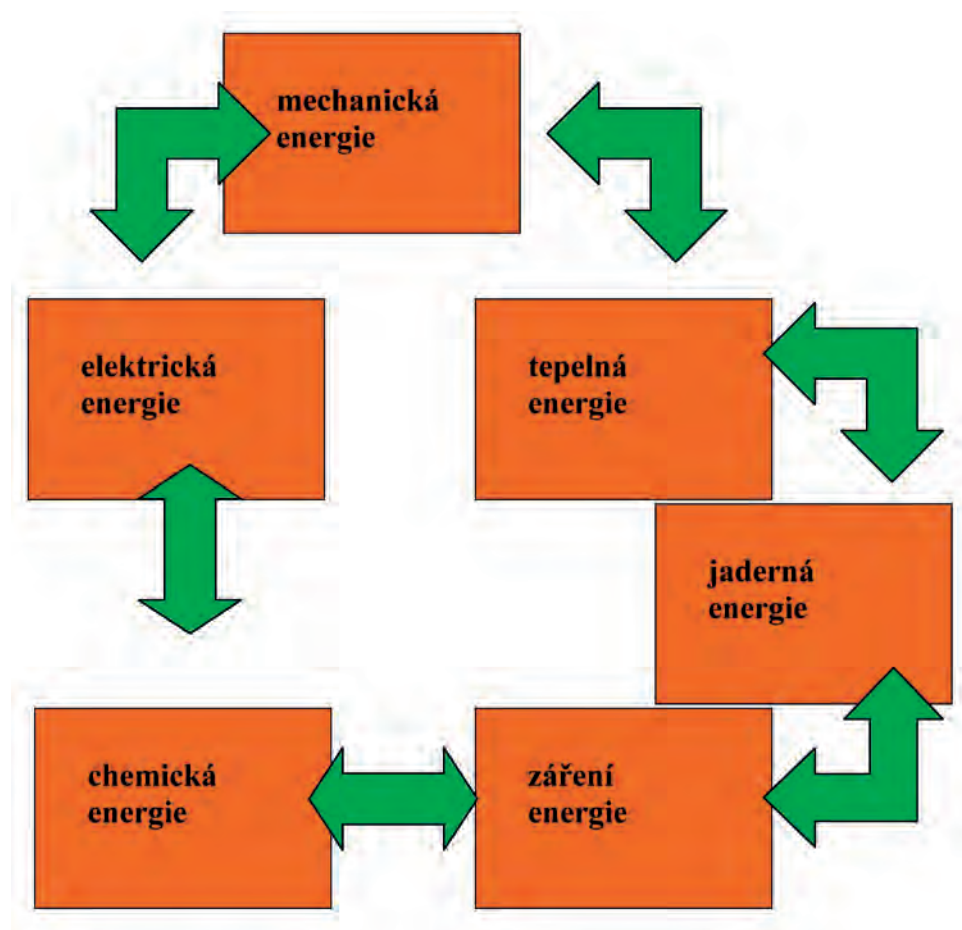
Zavádění těchto nových možností úspor a získávání energie musí překonávat mnohé problémy spojené zejména s nepravidelností slunečního záření, ale také s mnoha předsudky, neochotou hledat nové cesty a s řadou nežádoucích společenských vlivů ekonomického i sociálního rázu. Žádné novinky nikdy nebyly přijímány jednoznačně kladně a bez obav.

Navzdory různým těžkostem je důležité nenechat se odradit od hledání možnosti udržitelného řešení energetiky v 21. století.

2. Pojem energie

Energie je fyzikální veličina, která vyjadřuje schopnost tělesa konat práci. Jednotkou energie jsou jouly (**J**) a kilowatthodiny (**kWh**). Energii není možné vytvořit ani zničit. Může se pouze přeměňovat z jedné formy energie na druhou. Při těchto přeměnách se do okolního prostředí uvolňuje zbytkové teplo, které se dalších přeměn již neúčastní.

Jednotlivé druhy energie se mohou navzájem přeměňovat. Pro procesy v uzavřeném systému platí fyzikální **zákon zachování energie**: „celková energie v izolované soustavě zůstává stejná. Dochází pouze k přeměnám mezi jednotlivými druhy energie“. Ve skutečnosti při přeměnách z jedné formy energie na druhou dochází ke ztrátám.



Možnosti přeměny energie

Množství práce (**W**) vykonané za jednotku času **t** nazýváme **výkon (P)**

$$P = W / t$$

Jednotkou výkonu v soustavě jednotek SI je **watt (W)**.

1 W je výkon, při kterém se vykoná práce 1 J za 1 s.

Platí: 1 W / s = 1 J

1 W / h = 3 600 J

1 kW / h = 3 600 kJ = 3,6 MJ

Podíl vykonané práce (**P**) a dodané energie (**E**) se nazývá **účinnost (η)**

Je potřebná k posouzení hospodárnosti. Většinou se vyjadřuje v %.

Definuje se jako podíl výkonu a příkonu, kdy příkon představuje celkový dodaný výkon. Jinak řečeno, je to podíl využitelné energie (**E_{už}**) a energie vynaložené (**E_{vyn}**).

$$\eta = E_{už} / E_{vyn}$$

Děj, při kterém je část vnitřní energie teplejšího tělesa předána tělesu chladnějšímu, se nazývá **tepelná výměna**. Při styku dvou těles s různou teplotou se vnitřní energie ochlazovaného tělesa zmenšuje a vnitřní energie ohřívaného tělesa se zvětšuje.

Jestliže při tepelné výměně předá teplejší těleso část své vnitřní energie tělesu chladnějšímu, říká se, že teplejší těleso odevzdalo chladnějšímu tělesu **teplo (Q)**. Současně chladnější těleso teplo (Q) přijalo.

Jednotkou tepla (Q) je joule (J).

Teplo, které při tepelné výměně přechází z tělesa teplejšího na těleso chladnější, se přenáší třemi způsoby:

- Vedením (kondukcí)
- Prouděním (konvekcí)
- Tepelným zářením (sáláním, radiací)

Kontrolní otázky:

1. Definujte energii jako fyzikální veličinu a uveďte její jednotky.
2. Co je to výkon a jaké jsou jeho jednotky?
3. Co je hospodárnost a jak ji vypočteme?

3. Energie a země

Jakýkoliv pohyb – jakákoliv změna jsou spjaty s energií. Nepředstavitelné množství energie představuje vesmír, v němž se všechna tělesa řítí obrovskou rychlostí a probíhají v něm děje rozsahů vymykajících se lidským představám. Součástí těchto dějů byla a je i naše země – součást sluneční soustavy - Mléčné dráhy... i vyšších vesmírných světů.

Současné zdroje energie na Zemi souvisí jednak se vznikem Země a spočívají ve **vlastních energetických zdrojích naší planety**, jednak souvisí se stále probíhajícími ději ve vesmíru, především **na Slunci**, které je hlavním **vnějším zdrojem energie**, na kterém závisí i život na Zemi.

Vlastní energetické zdroje naší planety se označují jako **translační energie** a projevují se především mechanickým pohybem celé naší planety – otáčením kolem osy jednou za 24 hodin a oběhem kolem Slunce a dále **geotermální energií v nitru Země**. Názory na původ geotermální energie jsou různé, ale předpokládá se, že jejím zdrojem je hlavně **radioaktivní rozpad**, který probíhá v celém zemském tělese.

Teplota jednotlivých vrstev zemského tělesa (geotermální energie) se směrem do hloubky Země postupně zvyšuje. V zemské kůře stoupá každých 100 m zhruba o 3 °C. (Ve spodní části zemské kůry se pohybuje kolem 370 °C, ve středu země se odhaduje kolem 3000 °C). Teplo se **v zemském tělese** přenáší v pevných vrstvách pravděpodobně **kondukcí** (vedením) a v kapalných vrstvách **konvekci** (prouděním).

Tepelná hustota u zemského povrchu je nízká, vyšší je jen v místech **geotermálních anomálií** projevujících se např. Přítomností horkých pramenů, gejzírů a únikem horkých par a plynů z nitra Země. Nahromaděná vnitřní energie Země se projevuje vulkanickou činností, zemětřesením apod.

Stálým **vnějším zdrojem energie** pro naši Zemi jsou také přitažlivé čili **gravitační síly** ve vesmíru – především bezprostřední přitažlivost **Slunce** a **Měsíce**, které vyvolávají **příliv a odliv mořské vody** – tedy pohyb obrovských objemů vody.

Základním vnějším energetickým zdrojem pro život i pro lidské aktivity na naší Zemi je **Slunce**.

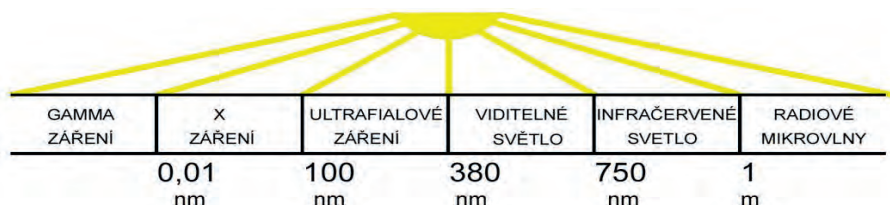
Je to hvězda vzdálená od země přibližně 150 milionů km. Slunce je třistatisíckrát větší než Země a jeho přitažlivost udržuje Zemi na více méně stálé oběžné dráze.

Energie dopadající ze Slunce na Zemi je zhruba miliardkrát větší než záření dopadající ze všech ostatních hvězd dohromady. **Zdrojem sluneční energie** jsou neustále probíhající intenzivní **termonukleární reakce** - nejdůležitější je přeměna vodíku v helium. Každou sekundu se přemění okolo půl miliardy tun vodíku v helium a uvolní se energie $3,8 \cdot 10^{26}$ W. Uvolní se **v různé formě**.

Pro zemský povrch má největší význam **světelné a infračervené záření**, ostatní druhy jsou spíše nebezpečné.

Intenzita slunečního záření ($3,8 \cdot 10^{23}$ kW) je nepředstavitelně obrovská (50 bilionkrát větší než veškerá energetická spotřeba lidstva – tj. 8 TW).

Z tohoto množství energie se na Zemi dostává asi 180 000 TW, tj. Přibližně jedna dvoumiliardtina energie. Ze dvou miliard světelných fotonů vyzářených sluncem se asi 20 zachytí ve sluneční soustavě a jeden dopadne na naši planetu. Intenzita slunečního záření kolísá v cyklech a v souvislosti s tím se mění i podnebí.



Sluneční spektrum (podle Základy ekologie – Kvasničková 2004)

Množství energie dopadající na horní hranici atmosféry na plochu kolmou k záření za jednotku času je tzv. **solární konstanta** - je to přibližně $1\,367 \text{ W.m}^2$. Zpět do kosmického prostoru se hned vrací přibližně 1/3 slunečního záření dopadajícího na zemi (asi 60 000 TW). Zbývající 2/3 představují efektivní **příkon energie ze Slunce pro Zemi**.

Světelná energie se při průchodu vrstvami atmosféry oslabuje. Naše Země se stále otáčí (rotuje) kolem své osy a přitažlivá síla Slunce ji udržuje na oběžné dráze. Tyto děje rozhodují o tom, **kolik a kdy** se na jednotlivé části naší země dostává **energie uvolňované Sluncem**.

Značná část sluneční energie ovlivňuje mnohé velmi významné děje v hydrosféře a v atmosféře a je i **základním zdrojem energie pro život**.

Atmosféra propouští sluneční záření diferencovaně. *Fotony slunečního větru a rentgenové záření ze Slunce se pohlcuje v ionosféře (nad 50 km), ultrafialové záření (zejména beta) se zachycuje v ozonoféře (nad 20 km).*

Podobně se zachycuje i kosmické záření přicházející z hlubin vesmíru. Tyto formy záření jsou pro život nebezpečné. Ani dlouhé radiové vlny nepronikají ionosférou.

Oblaka přímo odrážejí 25 – 30 % slunečního záření (především krátkovlnné záření) - a další část se odráží od zemského povrchu pokrytého ledem a sněhem i od hladiny oceánů. Tak se celkem odrazí okolo 31 – 34 % slunečního záření (tj. asi 60 000 TW). Poměr množství odraženého záření k dopadajícímu se nazývá albedo.

Zhruba 1/5 (asi 18%) slunečního záření pohlcuje atmosféra, a téměř 1/2 (48 %) zachycuje povrch pevnin, oceánů a moří. Z toho přibližně 23% energie je využito k výparu vody, 18 % k ohřátí zemského povrchu, od něhož se ohřívá atmosféra, 8,9 % k pohybu vzduchu a vln, 0,1 % k fotosyntéze.

K zemskému povrchu se dostává pouze malé množství **ultrafialového záření** (záření alfa, kdežto záření beta je odfiltrováváno ozonoférou) a především **středněvlnné záření** (viditelné světlo) o vlnových délkách mezi 380 – 750 nm.

Toto světlo je složeno z monochromatických záření o různé vlnové délce, která můžeme pozorovat po průchodu viditelného světla kapkami vody, nebo skleněným jehlanem jako **světelné spektrum**. V troposféře se v ovzduší na molekulách vody rozptyluje především modré světlo (mezi 430 – 500 nm) – a proto je obloha modrá.

Pro život je **fotosyntézou** zachyceno přibližně 0,1 % sluneční světelné energie - okolo 90 TW. Nakonec je veškerá přijatá energie přeměněna v **dlouhovlnné infračervené (tepelné) záření**, které naše Země vyzařuje do prostoru. Celá Země je tak v teplotní rovnováze vůči vesmíru.

Tepelné záření pozdržují u zemského povrchu tzv. **skleníkové plyny** (vodní pára, oxid uhličitý, metan a další). Světelné paprsky přicházející ze slunce propouštějí snadno, ale infračervené tepelné záření se od nich zčásti ještě znovu odráží k zemskému povrchu, který se tak více otepluje.

Tomuto jevu se říká **skleníkový jev** (skleníkový efekt) a je příčinou vyšší teploty na Zemi (o více než 15 °C), než by odpovídala situaci bez přítomnosti těchto plynů v atmosféře. To je pro život na Zemi velmi důležité. V současné době se skleníkový jev díky činnosti člověka (uvolňování emisí škodlivin) nebezpečně zvyšuje (viz dále).

Sluneční záření se podílí na vzniku dalších energetických zdrojů:

- Nerovnoměrné ohřívání povrchu souše a vodních ploch ovlivňuje složité pohyby atmosféry a ovlivňuje pohyby vzdušných hmot představující **energii větru**.
- Změny teploty vody oceánů a přilehlé souše spolu s energií větru vyvolávají **mořské proudy, vlnění moří a mořský příboj**.
- Vypařování vody a její následná kondenzace po ochlazení ve vyšších vrstvách atmosféry do různých forem srážek je základem **hydrologického cyklu**.
- Prudká kondenzace vodních par obsažených ve vzduchu způsobuje vznik bouřkových mraků obsahujících elektrické náboje – vzniklé napětí se vybíjí jako **energie blesku**.
- Pohyb vody po zemském povrchu z vyšších míst opět do moří a oceánů představuje **mechanickou vodní energii na souši**.

Všechny zmíněné **energetické zdroje odvozené ze slunečního záření** jsou **stálými energetickými zdroji**, které mohou být využívány různými způsoby a s různými obtížemi.

Sluneční energie je i základem pro život na Zemi. V rostlinách je **fotosyntézou** převáděna do energie **chemických vazeb organických látek**. Z celkového množství světla dopadajícího na autotrofní organismy (zelené rostliny, sinice) se v energii chemických vazeb přemění asi 1 - 3 %.

Rostliny využívají světlo zejména o **vlnových délkách** mezi 380 - 400 nm (fialové světlo) a 600 – 750 nm (oranžové a červené světlo) (Nejméně je pro fotosyntézu využíváno světlo zelené, popř. modré a žluté, takže světlo o těchto vlnových délkách rostlinám prochází – proto jsou rostliny různě zelené.)

Fotosyntéza má dvě fáze - fázi světelnou a fázi temnostní

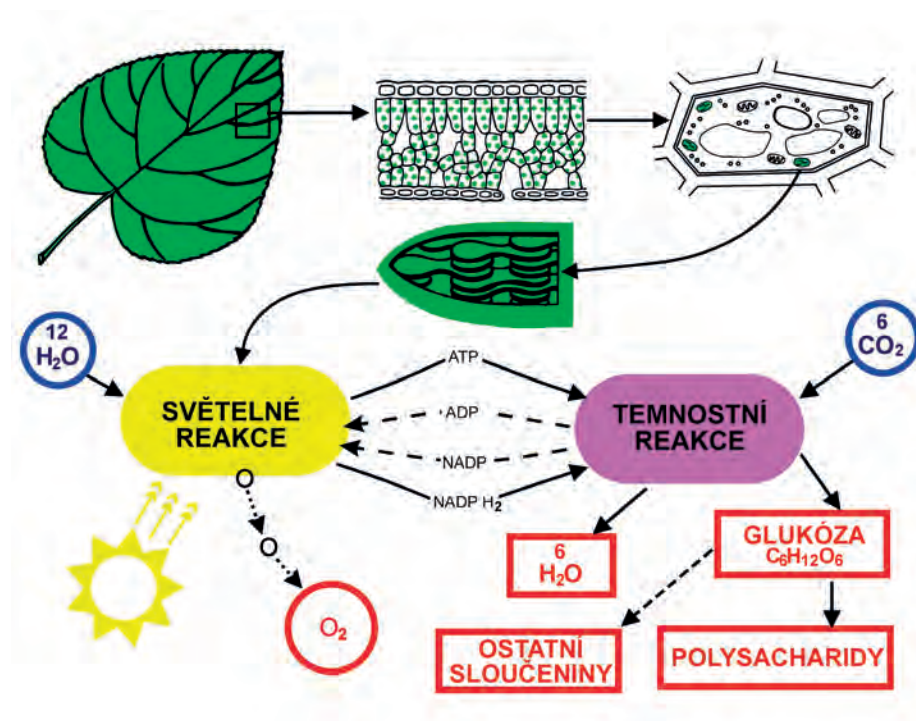
Světelná fáze (reakce fotochemická) probíhá v buňce rostliny v chloroplastech, ve kterých je velmi složitě uspořádána látka zvaná chlorofyl, který působí v první fázi jako katalyzátor.

Nejprve se štěpí voda (H_2O): do okolí se z ní uvolňuje kyslík, *kdežto vodík se váže na enzym NADP (nikotinadenindinukleotidfosfát) a tím vzniká redukční činidlo - NADPH, které je důležité pro další fázi. fotosyntézy. Část sluneční energie je vázána do energeticky bohaté sloučeniny ATP (adenosintrifosfát - „energetický akumulátor“), která je rovněž využívána v temnostní fázi fotosyntézy.*

V temnostní fázi se vodíkem postupně ve sledu řady reakcí redukuje oxid uhličitý a vznikají jednoduché cukry – především glukóza. *Energie z ATP je přitom převáděna do energie chemických vazeb těchto cukrů. Jsou to základní energeticky bohaté organické látky. Jako zplodina se při těchto reakcích naopak uvolňuje voda.*

Z jednoduchých cukrů dalšími reakcemi vznikají ostatní energeticky bohaté **organické látky**: nejprve složité cukry a dalšími reakcemi tuky i bílkoviny, které z energetického hlediska pro organismus představují jakési „konzervy“ energie.

Z těchto látek čerpají energii pro svůj život jak **autotrofní** organismy (rostliny, sinice), které je vytvářejí, tak i organismy **heterotrofní** (živočichové, houby), které je přijímají jako potravu.



Fotosyntéza (Podle Základy ekologie – Kvasničková 2004)

Bezprostředním **zdrojem energie pro organismy** jsou energií bohaté látky, které obsahují „makroenergetické vazby“ – zejména **ATP** (adenosintrifosfát) – mají funkci „akumulátoru“ při využívání energie z energeticky bohatých látek.

Chemickou přeměnou těchto látek (např. ATP na ADP – tedy odštěpením fosfátové vazby) se **uvolní značné množství energie** molekuly, a to může být použito pro různé životní děje (energie chemické vazby se může měnit na energii mechanickou (pohyb), osmotickou (např. přijímání látek buňkou), elektrickou (elektrické napětí) atd. Při každé přeměně se část energie uvolňuje ve formě tepla.

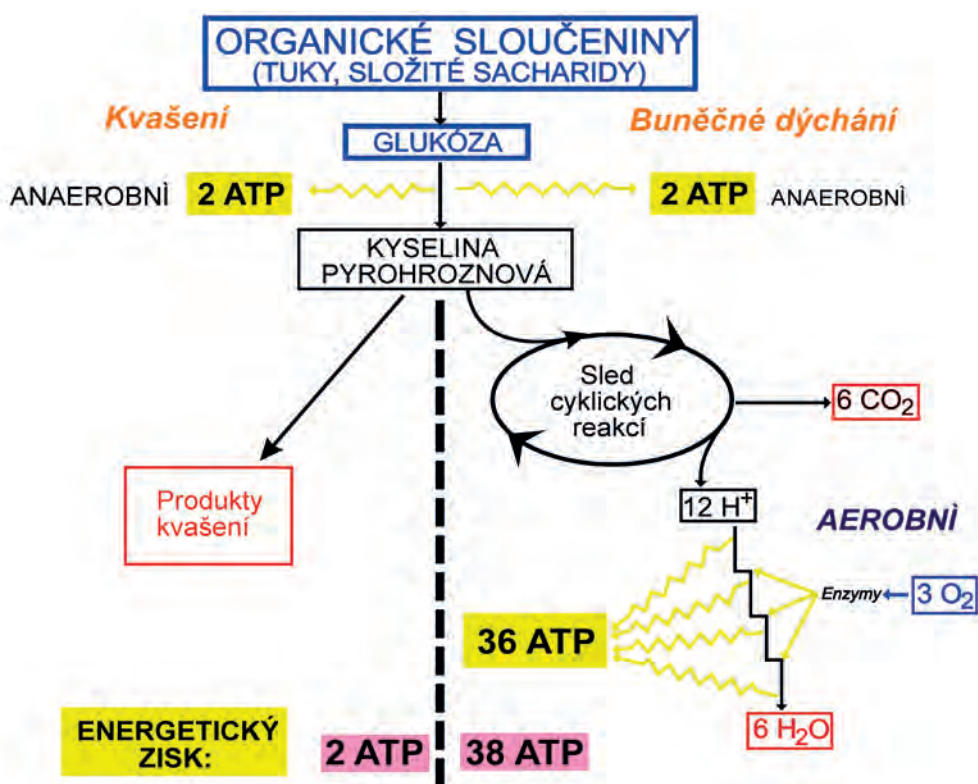
Uvolňování energie probíhá ve všech buňkách (organismů autotrofních i heterotrofních) a označuje se jako **buněčné dýchání**.

Musí probíhat postupně, protože energie chemických vazeb je velká (z 1 molu – gramů molekuly - glukózy se uvolní až 2 818 kJ) – a uvolněné teplo by zničilo buněčné struktury (zejména bílkoviny).

Uvolňování energie může probíhat:

- **anaerobně** – za nepřístupu kyslíku – tzv. **anaerobní glykolýza**: *probíhá ve všech buňkách a u některých organismů se tímto způsobem (různým kvašením) získává všechna nebo převážná část energie pro život*). Celkový energetický zisk je energie ve formě 2 ATP.
- **aerobně** – za přístupu kyslíku – na anaerobní glykolýzu navazuje v buňkách tzv. **citrátový (Krebsův) cyklus**, ve kterém se postupně uvolňuje vodík, který je přenášen v oxidačně redukčních reakcích (dýchací řetězec) a nakonec se slučuje s atmosférickým kyslíkem na vodu.

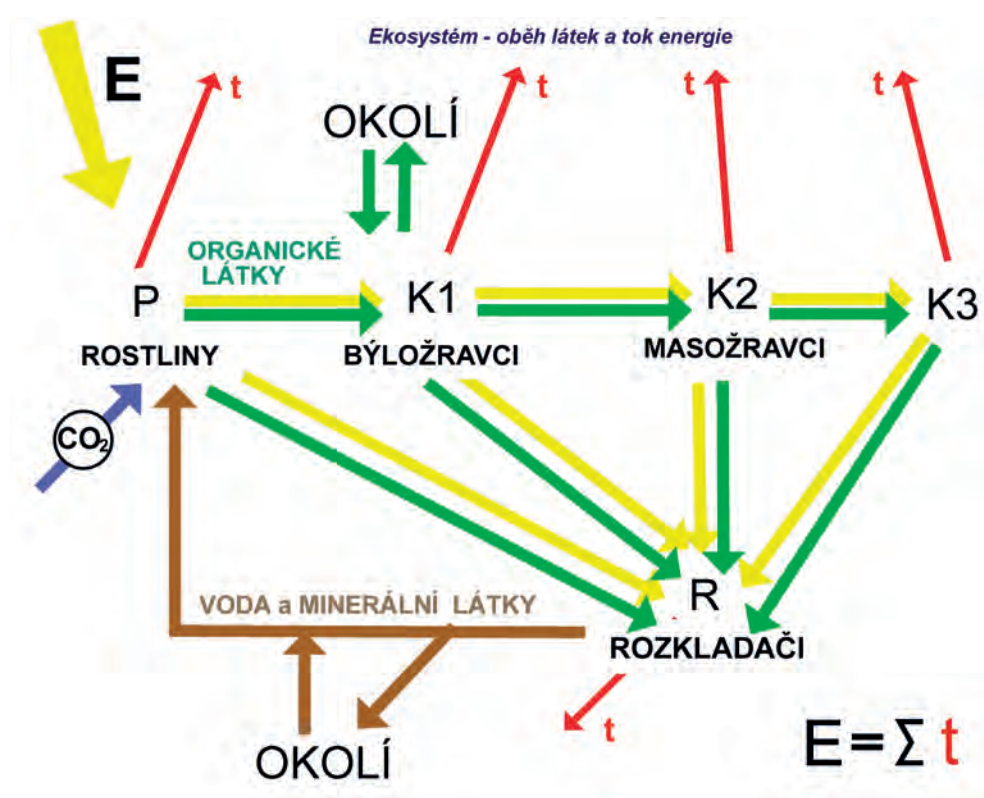
Reakce jsou provázeny kaskádovitým uvolňováním energie (dalších 36 ATP) – celkový energetický zisk je tedy 38 ATP. Takto se uvolňuje energie u většiny organismů.



Uvolňování energie (Podle Základy ekologie – Kvasničková 2004)

Autotrofní organismy vždy představují první článek **potravních (trofických) vztahů v ekosystémech** – základních jednotkách živé přírody. (Producenti – konzumenti = býložravci + masožravci – rozkladači)

V ekosystému probíhá neustálý **oběh látek** (prvků) poháněný **jednosměrným tokem energie** – od energie slunečního záření - přes postupné energetické přeměny v životě organismů až po uvolňování tepla. (V souladu s termodynamickými zákony).



Ekosystém – oběh látek a tok energie (Podle Základy ekologie – Kvasničková 2004)

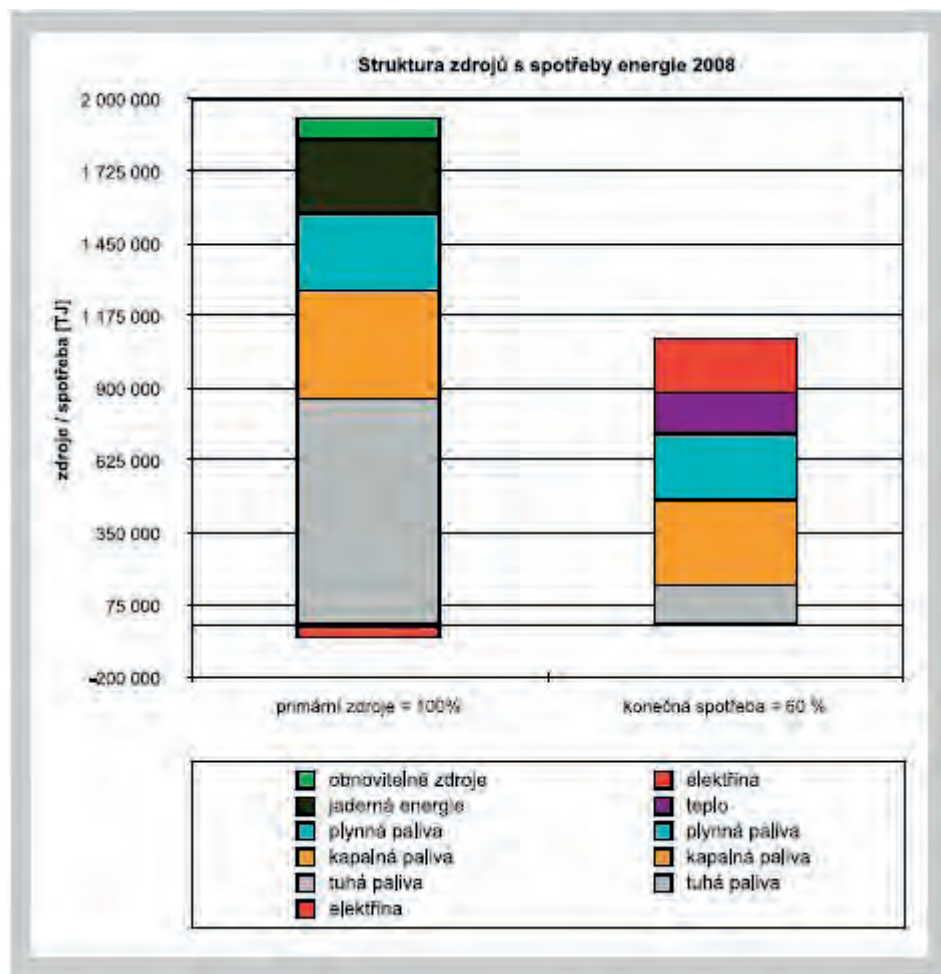
Každý druh rostliny má jinou schopnost poutání sluneční energie a jejího ukládání do svého těla – do **biomasy**. I každý ekosystém má jinou produktivitu. **Produktivita ekosystému** závisí na podmínkách pro život a představuje biomasu, která vznikne za určitou dobu na určité ploše.

Na Zemi je **v současné době** okolo 2,5 bilionu t hmoty rostlin a každým rokem přirůstá okolo 170 miliard t biomasy v podobě dřeva, těl různých bylin a vodních rostlin.

To v přírodě zčásti představuje **energetický zdroj pro život živočichů (včetně člověka)** a následně ve formě odpadů organických látek **energetický zdroj pro rozkladače**, zčásti tato biomasa rostlin přímo podléhá rozkladu v procesech hnití, trouchnivění a hoření.

Biomasu je ovšem možno využívat **jen z takové části, která nenaruší existenci ekosystémů**. Některé ekosystémy je ovšem možno více orientovat na produkci biomasy pro energetické využití (**energetické plodiny**).

Ve vývoji Země byla v dávných geologických dobách **část biomasy zakonzervována** (*stromovité formy kapradin, přesliček, plavuní a dalších rostlin*) pod vrstvami sedimentů hornin a v průběhu mnoha milionů let postupně přeměněna na **ložiska uhlí, ropy a zemního plynu (tzv. fosilní paliva)**. Ložiska fosilních paliv se pro člověka následně stala nepostradatelným zdrojem energie.



Podíl primárních energetických zdrojů a spotřeby

Kontrolní otázky:

1. Charakterizujte jednotlivé druhy slunečního záření z hlediska významu pro život.
2. Uveďte jak je využito (pro které procesy) sluneční záření pronikající do biosféry.
3. Který proces umožňuje vznik energeticky bohatých organických látek z látek anorganických?. Stručně objasněte průběh a přeměny energie, které při něm probíhají.
4. Objasněte pojmy producent, konzument a reducent, uveďte jejich příklady a naznačte, jak získávají energii.
5. Co je ekosystém, jak v něm probíhá oběh látek a čím je tento oběh umožněn.

4. Neobnovitelné zdroje

Člověk potřebuje pro svůj život různé přírodní zdroje, ze kterých získává materiály (suroviny) a energii. Některé přírodní zdroje jsou nezbytné k zajištění života (potravin, pitná voda), jiné pro mnoho specifických lidských potřeb a aktivit. Jedná se o tzv. **přírodní zdroje**. Z hlediska možností využití těchto zdrojů rozlišujeme zdroje **neobnovitelné** a zdroje **obnovitelné**.

Neobnovitelné zdroje jsou přírodní zdroje, které nejsou schopny obnovy – nového vzniku. Jsou to zdroje, které vznikly v průběhu vývoje Země. Patří sem fosilní paliva, zdroje rud, vápenec, kaolin apod. Jejich množství je konečné, i když termín jejich úplného vyčerpání zatím obvykle neznáme.

Obnovitelné zdroje jsou zdroje, které mají původ v nevyčerpatelné energii slunečního záření, v geotermální energii nitra naší Země a v působení Slunce a Měsíce na naši planetu, jehož důsledkem je pohyb vody v oceánech i na pevninách.

Zdroji energie, jejíž spotřeba neustále narůstá, jsou jak neobnovitelné, tak obnovitelné přírodní zdroje. Mezi **neobnovitelné zdroje energie** patří fosilní paliva a radioaktivní suroviny.

4.1 Fosilní paliva

Fosilní paliva jsou stále hlavním energetickým zdrojem současné civilizace. Získává se z nich okolo 85 % stávající spotřeby energie. Jedná se o látky na bázi uhlíku a vodíku, které vznikly před miliony let v zemské kůře přetvořením těl rostlin a živočichů.

Při spalování těchto paliv (stejně jako při spalování dřeva vznikajícího v současné biosféře) se uvolňuje tepelná energie a vzniká oxid uhličitý, voda a uvolňují se další zplodiny jako oxid siřičitý, oxidy dusíku a malé množství dalších látek. Fosilní paliva se tak **nevratně ztrácejí**. Podle skupenství je rozdělujeme na tuhá (uhlí), kapalná (ropa) a plynná (zemní plyn).

Uhlí vzniklo geochemickým procesem zvaným **prouhelňování**. (*Z organických zbytků v podmínkách bez přístupu vzduchu a za vysokého tlaku nadložných vrstev dochází k postupnému zvyšování obsahu uhlíku a snižování obsahu vody*). Podle obsahu uhlíku (stupně prouhelňování) a stáří rozlišujeme několik druhů uhlí.

Černé uhlí vzniklo z biomasy vytvořené **v mladších prvohorách** v období karbonu a permu (přibližně před 360 miliony let) z plavuní, přesliček a kapradin, které dorůstaly do výšky až 30 m.

Odumřelá vegetace se nahromadila v rašeliništích a močálech, následně byla překryta písky a jíly a postupně se dostávala do hlubších částí zemské kůry. Stále větší váha nadložních vrstev, tektonické síly a vysoké teploty způsobily postupné prouhelňování a vznikala uhelná ložiska (tzv. uhelné sloje).

(*Odhaduje se, že z vrstvy rašeliny silné 10 - 15 metrů, vznikla sloj silná 1 metr*). Ložiska černého uhlí se nachází nerovnoměrně rozložená na celém zemském povrchu v zemské kůře.

Kvalita černého uhlí je závislá na stupni přeměny organického materiálu a době prouhelňování. Obsahuje 74 – 95 % uhlíku. Dále obsahuje i spalitelné a nespalitelné složky, z nichž nejvýznamnější je vodík (okolo 3 %), dusík (3 %), síra (0,5 – 1,25 %) a malé procento vody. Množství uhlíku má vliv na kvalitu uhlí a na **výhřevnost**, která se pohybuje v rozmezí **21 - 31 MJ/kg** – uhlíkem bohatší černé uhlí je výhřevnější.

Celkové složení a kvalita určuje typy černého uhlí:

- *antracit* – je geologicky nejstarší, lesklý, černý, má nejvyšší obsah uhlíku (96 %) a nejvyšší výhřevnost
- *černé kamenné* – vzniklo v karbonu, je černé, tvrdé a lesklé s nižším obsahem těkavých látek
- *koksovatelné* – obsahuje více těkavých látek (20 – 28 %) je tzv. mastné, spékavé a hodí se na výrobu koksu
- *plynové uhlí* – hodí se na výrobu svítiplynu (destilací)

Černé uhlí se těží převážně **hlubinnou těžbou** (je velmi ztrátová v důsledku nedokonalého vytěžení slojí). Známé světové zásoby černého uhlí představují zhruba 480 000 milionů tun (53 % světových zásob uhlí) a jsou z největší části na území šesti států – USA, Indie, Čína, Rusko, Jižní Afrika a Austrálie.

Evropa je z pohledu černého uhlí silně závislá na dovozu (vlastní ložiska byla z větší části vytěžena nebo jsou již z důvodu ochrany přírody, limitů těžby atd. uzavřena). V ČR se těží v ostravsko-karvinské pánvi, v ostatních pánvích (kladensko-rakovnické, plzeňské a trutnovské) byla těžba ukončena.

Hnědé uhlí vzniklo z biomasy vytvořené **v mladších třetihorách** z jehličnatých a listnatých stromů. Je méně prouhelňované než černé uhlí a obsahuje velké množství příměsí, především popelovin, síry (0,5 - 2 %), uhlovodíků (50 - 60 %) a obvykle i vody (5 - 40 %). Jde o méně kvalitní uhlí, které se užívá především jako palivo (**výhřevnost je 7 - 22 MJ/kg**).

Nejméně prouhelněné a tudíž nejméně kvalitní hnědé uhlí se nazývá **lignit** (38 % uhlíku). Spalováním hnědé uhlí vznikají oxid siřičitý, oxidy dusíku a další nežádoucí látky negativně ovlivňující ovzduší.

Těžba probíhá **povrchovým způsobem**, umožňujícím úplnější vytěžení suroviny, tento způsob však silně devastuje krajinu a vyžaduje následnou rekultivaci. Světové zásoby hnědé uhlí představují 430 000 milionů tun (47 % světových zásob uhlí). Hlavními světovými producenty hnědé uhlí jsou Německo, USA a Rusko. V ČR se hnědé uhlí těží v Sokolovské a v Chomutovsko-mostecké pánvi.

Ropa a zemní plyn vznikly ze zbytků živočichů (i rostlin), které se usazovaly na dně předvěkých moří.

Ropa se po následném překrytí nadložními vrstvami tvořila za nepřístupu vzduchu při teplotách 60 - 140 °C, v hloubkách 1500 - 5000 m v jemných usazeninách. Odtud migrovala a hromadila se pod nepropustnými vrstvami v porézních nebo rozpukaných horninách. Je to hnědá až nazelenalá hořlavá kapalina, tvořená **směsí uhlovodíků**, především alkanů. Obsahuje 84-87% uhlíku, 11 - 14 % vodíku, 0,2 - 4 % síry, až 1 % dusíku a až 1 % kyslíku. **Výhřevnost** ropy dosahuje **až 44 MJ/m³**.

Bývá dělena podle hustoty na lehkou, střední a těžkou, podle obsahu síry pak na sladkou (méně než 0,5 % síry) a kyselou (více než 0,5 % síry). Ropný průmysl velmi často ropu rozděluje podle nalezišť. Naleziště ropy jsou pod nepropustnými vrstvami v hloubkách až 8 km pod zemským povrchem.

Těžba ropy se koncentruje do několika málo oblastí jednak **na pevnině** (Arabské státy, Rusko, USA a pod) a **do šelfových moří**. Podmořské vrty jsou často až 100 km od pobřeží a v současnosti se posunuly až za hranice šelfu do velkých hloubek. Při těžbě ropy buď vyvěrá pod tlakem nebo je čerpána.

Devastace krajiny těžbou není příliš rozsáhlá, velkým ekologickým problémem ale je znečištění moří při haváriích přímo při těžbě (Mexický záliv) nebo při převážení tankerů. Obdobným problémem jsou i havárie ropovodů. V Česku se ropa v malé míře těží na jižní Moravě.

Ropa dnes pokrývá **38 % světové spotřeby energie**. Na základě tempa její současné spotřeby vědci odhadují, že známé zásoby ropy dojdou přibližně za 40 let. I přes nesporné přednosti patří ropa k palivům, jejichž spalováním dochází k uvolňování látek znečišťujících ovzduší-především oxidu uhličitého.

Zemní plyn je přírodní hořlavý plyn. Jeho hlavní složkou je **metan** (86 - 90 %) a etan (1 - 6%). Nachází se v podzemí buď samostatně nebo společně s ropou. Je zpravidla uložen v pórovitých horninách, ohraničených nepropustnými vrstvami a vodou, kde se jako specificky lehčí látka nahromadil v průběhu tisíců let nad vrstvami ropy nebo vody.

Těží se vrty vedenými přímo do pórovitých vrstev ložisek, která se většinou nacházejí v hloubce do 3 km pod povrchem Země, ale i mnohem hlouběji (kolem 8 km). Jeho ložiska jsou jak **na pevnině** (Rusko, Alžírsko, Nizozemsko) tak **pod mořským dnem** (Norsko). V ČR se v malém množství nachází na jižní Moravě. Upravený zemní plyn se přepravuje potrubím nebo zkapalněný v tankerech.

Díky obsahu metanu, má **vysokou výhřevnost (kolem 38 MJ/m³)** a ve srovnání s ostatními fosilními palivy při spalování nejmenší podíl CO₂ na jednotku uvolněné energie. Proto je považován za ekologicky vhodnější palivo.

V budoucnu se počítá s využitím tzv. **břidlicového plynu**. Je to v podstatě zemní plyn, který se získává z břidlicového podloží, ve kterém je plyn rozpuštěn. Získávání břidlicového plynu je velmi nákladné především proto, že ložiska břidlice se nacházejí v hloubce několika tisíc metrů a zatím nejsou uspokojivě vyřešeny technické problémy s těžbou. Břidlicový plyn je nyní označován jako palivo třetího tisíciletí.

4.2 Radioaktivní suroviny

Přírodní radioaktivní suroviny jsou uran, thorium a radium. K výrobě **jaderné energie** se nejvíce používá uran. Podstatou získávání jaderné energie je přirozená radioaktivita uranu. Byla objevena koncem 19. století (*M. Curie + H. Becquerell na jáchymovském smolinci = uraninit /OU₃/*).

Při štěpení nestabilního jádra izotopu uranu 235, vznikají jádra nuklidů s nižším atomovým číslem (počtem protonů v jádře) i hmotností, které se velmi rychle pohybují a zároveň uvolňují 2 - 3 neutrony, které navozují řetězovou reakci štěpení dalších jader. Při řetězové reakci každý vyrobený nuklid uvolní velké množství energie (*při tzv. nadkritickém množství U²³⁵ dochází až k výbuchu*). V jaderném reaktoru se používá tzv. **obohacený U²³⁸**, který obsahuje jen 3,6 % U²³⁵. V takovém případě lavinovitá reakce nemůže proběhnout, uvolňuje se jen tepelná energie, která přeměňuje vodu v páru. Pára pohání turbínu a ta pohání generátor vyrábějící elektřinu.

Uran **se těží** ve formě **nerostu uraninitu** (*smolinec = OU₃*). K získání 1 kg jaderného paliva je třeba vytěžit asi 2 - 4 tuny uranové rudy. Dobývá se především **povrchovou těžbou** ze sedimentárních ložisek. Dalším způsobem je **hlubinná těžba**, která se provádí klasickými hornickými metodami nebo chemicky – podzemním louhováním pomocí kyseliny sírové. Při těžbě dochází k devastaci krajiny, při chemickém způsobu je navíc kontaminována podzemní voda. Dalším problémem jsou haldy radioaktivní hlušiny.

Jaderná energie pokrývá v současnosti jen 2 % světové spotřeby energie, ale 17 % spotřeby elektřiny. **Využívání jaderné energie** ve světě je na velmi **rozdílné úrovni**. Např. Francie získává až 70 % elektrické energie z atomových elektráren. Naopak stále přibývá zemí, kde se využití jaderných elektráren redukuje.

Neobnovitelné zdroje jsou stále hlavním energetickým zdrojem současné civilizace a světová spotřeba energie se stále zvyšuje. Proto se neustále zvyšuje i těžba fosilních paliv – hledají se stále nová ložiska a za ztížených podmínek se vyčerpávají ložiska stará.

Tím stoupají náklady na těžbu (i spotřeba energie související s těžbou), zkracuje se doba do konečného vyčerpání zásob fosilních paliv a stále stoupá již zmíněná produkce znečišťujících látek vznikajících při spalování těchto paliv.

Rostoucí koncentrace SO_2 v ovzduší způsobuje **acidifikaci prostředí**, NO_x a těkavé organické látky (vznikající při spalování pohonných hmot) zvyšují množství škodlivého **přízemního ozonu**.

Největší globální problém současnosti hrozící zásadními **klimatickými změnami** pak představuje rostoucí množství CO_2 , které významně přispívá ke **zvyšování skleníkového efektu**.

To znamená, že **akutní mezí v případě fosilních paliv nejsou ani tak zdroje jako spíše způsob jejich využívání a množství vznikajících odpadů**. Z hlediska dlouhodobé perspektivy zřejmě není vhodná ani **jaderná** energie (vzhledem k vysokým ekonomickým nákladům na zajištění bezpečnosti atomových elektráren a nevyřešení likvidace jaderných odpadů).

Kontrolní otázky:

1. Charakterizujte obnovitelné a neobnovitelné zdroje, uveďte příklady.
2. Jak a v kterém geologickém období vznikla fosilní paliva?
3. Charakterizujte jednotlivé druhy fosilních paliv z hlediska výhřevnosti a vlivu na ŽP.
4. Která radioaktivní surovina se užívá pro výrobu jaderné energie?
5. Vysvětlete princip jaderné reakce.
6. S využitím internetu zjistěte klady a zápory využívání jaderné energie.

5. Obnovitelné (alternativní) zdroje energií

Zdroje energie označované jako alternativní představují ve své podstatě vlastně nejstarší formy energie využívané člověkem – energii Slunce a biomasy, vody, větru. Dnes se lidé vracejí k jejich využívání na kvalitativně vyšší technické a technologické úrovni.

Podle charakteru jsou tyto zdroje jednak **nevyčerpatelné** – jako je přímá energie Slunce, energie vody a větru, jednak **obnovitelné**, což jsou zdroje živé přírody; do nichž je sluneční energie transformována a díky schopnosti reprodukce organismů se stále různé formy biomasy obnovují.

5.1 Sluneční - solární energie

dopadající na zemský povrch je pro lidské činnosti nevyčerpatelným zdrojem energie, jehož využívání není spojeno s negativními vlivy na prostředí.

Sluneční záření dopadající na plochu pod vrstvou atmosféry se skládá z **přímého** a z **rozptýleného** (difúzního) záření.

Přímé sluneční záření je záření od slunečního disku, které tvoří vzhledem k velké vzdálenosti svazek prakticky rovnoběžných paprsků. Rozptýlené sluneční záření vzniká v důsledku rozptylu přímých slunečních paprsků na molekulách plynných složek vzduchu, vodních kapkách a ledových krystalcích a na různých aerosolových částicích. Rozptýlené záření se jeví jako světlo oblohy.

Základní veličinou při popisu přímého slunečního záření je jeho **intenzita**, která je definována jako množství zářivé energie dopadající za jednotku času na jednotkovou plochu orientovanou kolmo ke slunečním paprskům.

Množství celkového slunečního záření dopadajícího za jednotku času na jednotku plochy horizontálního zemského povrchu se nazývá **globální sluneční záření** a je dáno algebraickým součtem intenzity **přímého** a intenzity **difúzního slunečního záření** na horizontálním zemském povrchu.

Využití solární energie v naší republice je velice vhodné. Průměrný počet hodin solárního svitu se v ČR pohybuje kolem 1 460 hod. za rok. Nejmenší počet hodin má severozápad území. Směrem na jihovýchod počet hodin narůstá. Jednotlivé lokality se však od sebe liší v průměru o 10% v obou směrech.

Na plochu jednoho čtverečního metru dopadne za rok průměrně 1 100 kWh energie. V oblastech se silně znečištěnou atmosférou je nutno počítat s poklesem globálního záření o 5 – 10 %, někdy i o 15 – 20 %.

Využívání sluneční (solární) energie může být **přímé** a **nepřímé**:

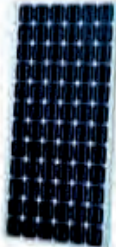
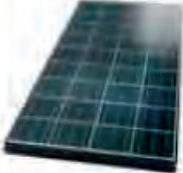
5.1.1 Přímé využití

Přímé využívání je možné v několika směrech:

5.1.1.1 Aktivní využití sluneční energie

- a) - přeměnou slunečního záření v elektrickou energii pomocí **fotovoltaických článků**,
- b) - přeměnou energie slunečního záření na teplo prostřednictvím **slunečních kolektorů** vyplněných kapalinou nebo vzduchem (termická cesta),
- c) - přeměnou **tepla** získaného ze slunečního záření nejprve v mechanickou energii a potom v energii elektrickou (perspektivně i k získávání vodíku (rozkladem vody) a jeho následnému využití k získávání energie.

Přímé využívání sluneční energie přeměnou slunečního záření v elektrickou energii pomocí **fotovoltaických článků**:

Články z monokrystalického křemíku Účinnost 14 až 18 %		Panel se skládá z článků tvaru čtverce s kulatými rohy (to je dáno výrobní technologií, destičky se řezou z válcové tyče).
Články z polykrystalického křemíku Účinnost 13 až 16 %		Panely jsou složeny z destiček čistě čtvercového tvaru s jasně viditelnou kontaktní mřížkou.
Panely z amorfního tenkovrstvého křemíku Účinnost 5 až 8 %		Panely jsou na pohled tvořeny jednotnou tmavou plochou, s nevýraznou kontaktní mřížkou. Mohou být i na ohebných materiálech (střešní fólie).



Natáčecí zařízení umožní zvýšit výnos energie. Foto: Karel Srdečný, Eko WATT

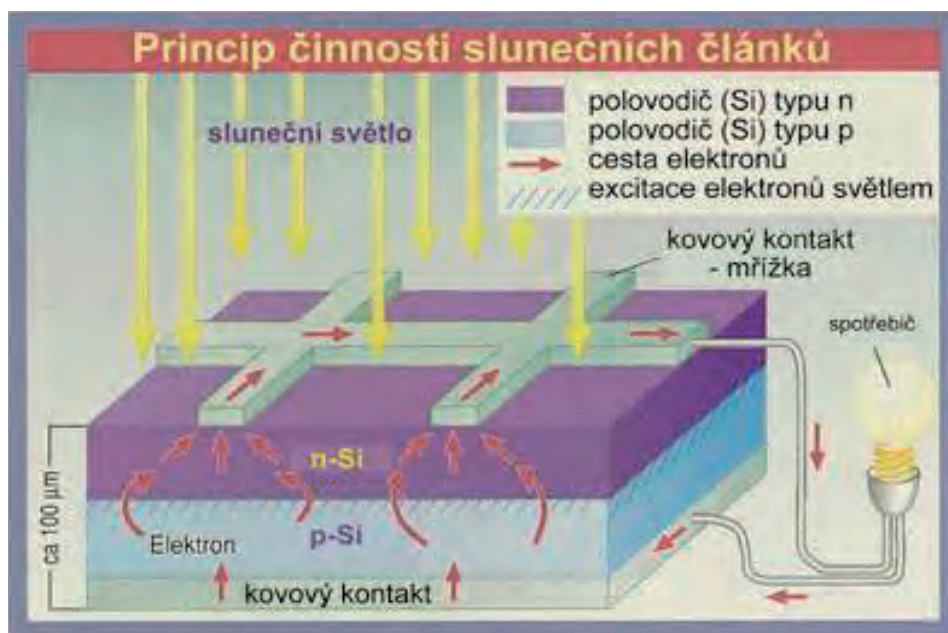
5.1.1.1 Fotovoltaické články

Fotovoltaický článek je ploché polovodičové zařízení, které přeměňuje světlo na elektrickou energii. Využívá přitom tzv. **fotoelektrického efektu**, který objevil v roce 1839 Alexander Becquerel. Je to fyzikální jev, při němž působením záření–viditelného světla nebo rentgenového záření – jsou z látky (nejčastěji z kovu) uvolňovány elektrony.

Při ozáření solárního (fotovoltaického) článku fotony uvolňují z N - vrstvy polovodičového materiálu volné elektrony, které se přesouvají k P - vrstvě. N - vrstva je materiál s přebytkem volných elektronů a naopak P - vrstva je materiál s jejich nedostatkem.

Přesun volných elektronů v materiálu se nazývá průtok proudu a probíhá vždy od záporného ke kladnému proudu. Polovodičové plátky jsou tenčí než 1 mm. Na spodní straně je elektroda plošná, horní elektroda je uspořádána do tvaru dlouhých prstů zasahujících do plochy, takže světlo může na plochu svítit.

Povrch je pokryt antireflexní skleněnou vrstvou, aby do článku vstupovalo maximum světla a článek byl chráněn před vlivy počasí. Zatím nejpoužívanějším polovodičem bývá křemík. Křemíkové články jsou přitom různě utvářeny.



Stavba a princip činnosti slunečních článků

Sériovým nebo i paralelním elektrickým propojením solárních článků vzniká po jejich zapouzdření **solární panel**. Články jsou sério-paralelně propojeny tak, aby bylo dosaženo potřebného napětí a proudu pro přímé využití generované elektrické energie.

Panel musí zajistit hermetické zapouzdření solárních článků a musí zajišťovat dostatečnou mechanickou a klimatickou odolnost.

Přehled používaných zařízení

Pro využití elektrické energie ze solárních panelů je třeba připojit k panelu kromě elektrických spotřebičů další technické prvky—např. akumulátorovou baterii, regulátor nabíjení, napěťový střídač, indikační, zobrazovací, komunikační a měřicí přístroje, popř. automatické sledovače Slunce. Sestava fotovoltaických panelů, podpůrných zařízení, spotřebiče a dalších prvků se nazývá **fotovoltaický (solární) systém**.

Množství a skladba prvků fotovoltaického systému závisí na druhu aplikace a na konkrétním řešení:

Systémy nezávislé na rozvodné síti, tzv. ostrovní systémy, jsou instalovány na místě, kde není účelné budovat elektrickou přípojku. Náklady na vybudování a provoz přípojky jsou vyšší než náklady na fotovoltaický systém.

Systémy nezávislé na rozvodné síti lze rozdělit na:

- systémy s přímým napájením
- systémy s akumulací elektrické energie
- hybridní ostrovní systémy

Systémy s přímým napájením se používají tam, kde nevadí, že je připojené elektrické zařízení funkční jenom po dobu dostatečné intenzity slunečního záření.

Jedná se pouze o propojení solárního modulu a spotřebiče (příklad aplikace= čerpání vody pro závlahu, napájení ventilátorů k odvětrání prostoru, nabíjení akumulátorů malých přístrojů)

Systémy s akumulací elektrické energie se používají tam, kde potřeba elektřiny nastává i v době bez slunečního záření. Z tohoto důvodu mají tyto ostrovní systémy akumulátorové baterie. Optimální nabíjení a vybíjení akumulátorové baterie je zajištěno regulátorem nabíjení (příklad aplikace – zdroj elektrické energie pro chaty, penziony a rodinné domy, napájení dopravní signalizace, telekomunikačních zařízení nebo monitorovacích přístrojů v terénu, zahradní svítidla, světelné reklamy apod.)

Hybridní ostrovní systémy se používají tam, kde je nutný celoroční provoz a kde je občas používáno zařízení s velkým příkonem.

V zimních měsících je možné získat z fotovoltaického zdroje podstatně méně elektrické energie než v letních měsících. Proto je nutné tyto systémy navrhovat i na zimní provoz, což má za následek zvýšení instalovaného systému a podstatné zvýšení pořizovacích nákladů (příklad aplikace – rozsáhlejší systémy pro napájení budov s celoročním provozem).

Systémy dodávající elektrickou energii do rozvodných sítí, tzv. síťové fotovoltaické systémy, se nejvíce uplatňují v oblastech s hustou sítí elektrických rozvodů. V případě dostatečného slunečního svitu jsou spotřebiče v budově napájeny vlastní sluneční elektrickou energií a případný přebytek je dodáván do veřejné rozvodné sítě. Při nedostatku vlastní energie je elektrická energie z rozvodné sítě odebírána.

Fotovoltaický systém pracuje nejlépe, pokud je navržen pro skutečně místní podmínky s ohledem na dimenzování, umístění solárních článků a způsob využití.

Mezi nejdůležitější **vstupní údaje**, které rozhodují o umístění a výstavbě systému v krajině, patří:

- počet hodin slunečního svitu a intenzita slunečního záření,
- orientace pozemku vůči světovým stranám – nejlepší je na jih, popř. jihozápad,
- sklon fotovoltaických panelů – pro celoroční provoz je optimální sklon 45°, vzhledem k vodorovné rovině.
- množství stínících překážek – optimální je celodenní osvit sluncem.



Výtopna na dřevo doplněná solárním systémem pro letní provoz

5.1.1.1.2 Sluneční kolektory

Přímé využívání sluneční energie přeměnou energie slunečního záření na teplo prostřednictvím **slunečních kolektorů** vyplněných kapalinou nebo vzduchem (termická cesta)

Termické solární kolektory se využívají zejména k celoroční **přípravě teplé vody, ohřevu bazénové vody a k přitápění budov**. Tepelnou energii lze i dlouhodobě akumulovat v zásobnících. Čím je ale doba akumulace delší, tím je systém dražší a méně ekonomický. Proto se nejčastěji používá **krátkodobá akumulace**.

Základním stavebním prvkem **slunečního kolektoru** je **absorbér**. Absorbér je obvykle plochá deska s neodrazitelným tmavým povrchem, na níž jsou uchyceny trubice pro odvod ohřátého teplonosného média – teplonosným médiem je zde přímo ohřívána voda. Uložením absorbéru do uzavřené skříně, která má jednu stěnu prosklenou, vznikne sluneční kolektor, který využívá skleníkového efektu.

Z hlediska teplonosného média dělíme kolektory na **kapalinové** a **vzduchové**, resp. **kombinované**. Sluneční absorbéry přeměňují zachycené sluneční záření na tepelnou energii – dlouhovlnné záření. Ta je buď odváděna pomocí teplonosného média proudícího trubicemi absorbéru do místa okamžité spotřeby, nebo je akumulována v zásobníku.

Kolektory dělíme podle tvaru na **ploché** (*celá plocha absorbuje sluneční záření*) a **trubicové** (*absorbér mají zataven ve vakuové trubici*). Vakuum snižuje tepelné ztráty a zvyšuje účinnost při dosažení vyšších výstupních teplot, používá se i u plochých kolektorů.

Kvalitní solární kolektory mají absorbér opatřený spektrálně selektivní vrstvou – speciální černá barva nebo galvanické pokovení, mají vyšší účinnost a dokáží mnohem lépe zpracovat difuzní záření.



Kolektory se směřují k jihu (mírně k jihozápadu, aby se využilo i zapadající slunce). Mají být ve sklonu kolem 45°, někdy se ke Slunci natačejí. Při celodenním svitu je nejvyšší výkon kolem 14 hodiny.

Solární výměník tepla je v zásobníku umístěn co nejnižše, nad ním je výměník okruhu ústředního vytápění a nejvýš je elektrické topné těleso. Plochy výměníků musí být navrženy s ohledem na materiál, z něhož jsou vyrobeny, na teplotu kapaliny v solárním okruhu a dále na průtok a objem zásobníku.

29

Oběhové čerpadlo zajišťuje cirkulaci teplotnosné kapaliny.

Mezi další nezbytné části celého systému patří i **armatury**, které zabezpečují správnou funkci z hlediska spolehlivosti a bezpečnosti včetně kontroly a regulace.

Vyrovnnání tlaku vlivem značného kolísání teplot zajišťuje **expanzní nádobka**, jejíž konstrukce a umístění musí odpovídat předpokládané maximální teplotě, objemu a tepelné roztažnosti teplotnosné kapaliny.

Jako ochrana proti extrémně zvýšenému tlaku při výpadku elektřiny se instaluje **pojistný ventil**. **Automatická regulace** zabezpečuje optimální výkon systému, chrání ho před poškozením a umožňuje potřebnou regulaci tepla mezi spotřebiči.

Sluneční systém pracuje nejlépe, pokud je navržen pro **skutečné místní podmínky**. Pro dimenzování je důležité znát spotřebu teplé vody, zda bude ohříván bazén, zda bude požadováno přitápění, způsob napojení na klasický zdroj energie, způsob regulace a další **vstupní údaje**:

- počet hodin slunečního svitu a intenzitu slunečního záření
- chod ročních venkovních teplot, větru či jiných nepříznivých jevů, které určují tepelné ztráty kolektorů / zejména námrazy /
- orientace vůči světovým stranám. Ideální je na jih, jihozápadní směr je výhodnější než jihovýchodní, protože maximum výkonu nastává obvykle po 14. hodině, kdy jsou v důsledku nejvyšší denní teploty nejnižší tepelné ztráty kolektorů
- sklon slunečních kolektorů – pro celoroční provoz je optimální sklon 45° vzhledem k vodorovné rovině
- délka potrubních rozvodů - má být co nejkratší vzhledem k tepelným ztrátám
- únosnost střechy – pokud nedostačuje, je možno využít i štítovou střechu, střechu garáže, přístavku, pergoly
- rozložení spotřeby tepla – v ideálním případě kopíruje roční průběh slunečního záření

5.1.1.1.3 Solární elektrárny

Přímé využívání sluneční energie přeměnou **tepla** získaného ze slunečního záření nejprve v mechanickou energii a potom v energii elektrickou podobně jako v tepelných **elektrárnách**, perspektivně i k rozkladu vody – tj. k získání **vodíku**, jehož slučováním na vodu se získá obrovské množství energie.

1. Solární elektrárny - tj. získávání elektrické energie termickou cestou je vhodné budovat v oblastech s velmi intenzivním slunečním zářením a dostatkem prostoru - např. na pouštích v horkých oblastech.

V soustavách zrcadel (absorbérech) se zahřívá buď přímo voda rozváděná v trubkách nebo se teplo přenáší prostřednictvím nějakého jiného teponosného média na vodu. V absorbérech se dosahuje teploty i přes 1 000 °C.

Získávaná přehřátá vodní pára pohání turbinu a mechanický pohyb je v alternátorech převáděn v elektrickou energii.

Kontrolní otázky:

1. Vysvětlete princip fungování fotovoltaického článku
2. Vyjmenujte základní části solárního systému
3. Uveďte optimální přírodní a další podmínky pro umístění fotovoltaických panelů a slunečních kolektorů v krajině.

5.1.1.2 Pasivní využití sluneční energie

(Přímé využití sluneční energie pasivním způsobem)

Pasivní využití sluneční energie lze realizovat:

- a) vhodným **architektonickým** a technologickým řešením budov i výrobních postupů.
- b) využíváním **energie naakumulované** (nahromaděná) v různých částech prostředí (ve vzduchu, ve vodě, v půdě) pomocí tzv. **tepelných čerpadel**.

5.1.1.2.1 Architektonické a technologické řešení budov

Pasivní využití sluneční energie vhodným **architektonickým** a **technologickým** řešením budov, výrobních postupů a dodržováním dalších úsporných opatření - tyto způsoby snižují spotřebu energie.

Nejlepší energie je ta, kterou není třeba vyrábět. V současné době lidstvo přírodními zdroji velmi plýtvá, a tak jsou úspory energie velmi významnou cestou k udržitelnosti rozvoje.

Úspory energie směřují v našich krajích k zadržování tepla (snižování spotřeby energie k vytápění), v jižních krajích naopak k ochraně před slunečním žářem (snižování spotřeby energie pro chlazení).

Význam využívání solární energie vyplývá z příkladu:

V rodinném domku se spotřebuje za rok přibližně 6 - 8 t uhlí, z něhož se hořením uvolní okolo 35 000 kWh. Toto množství energie dopadne na necelých 35 m² plochy střechy domku.

Energetické úspory ve stavebnictví mají různé formy:

- výstavba nízkoenergetických a pasivních domů
- snižování energetické náročnosti budov
- rekonstrukce panelových domů v nízkoenergetickém standardu
- úsporná opatření v rodinných a bytových domech

Nízkoenergetické domy

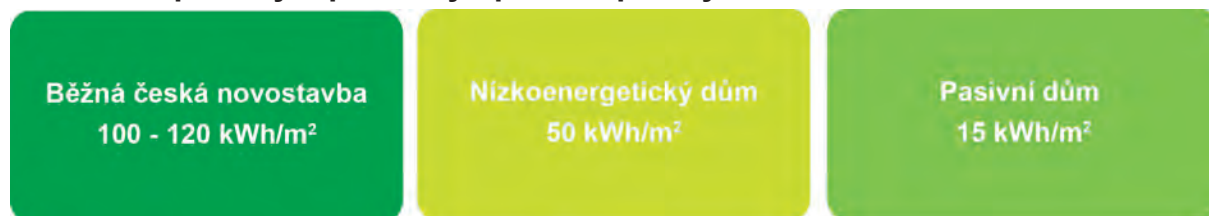
mají ve srovnání s běžnou novostavbou jen poloviční až třetinovou spotřebu tepla na vytápění. Roční spotřeba tepla nízkoenergetického domu na vytápění nepřesahuje 50 kWh/m². V České republice nízkoenergetický dům definuje ČSN 73 0540.

Pasivní domy

spotřebují ve srovnání s běžnou stavbou desetkrát méně tepla na vytápění. Pasivní domy se obejdou bez klasické topné soustavy. Po většinu roku si vystačí s tepelnými zisky od osob, spotřebičů, z dopadajícího slunečního záření, s teplem z odpadního vzduchu apod.

Spotřeba tepla na vytápění pasivního domu je maximálně 15 kWh/m². Pasivní dům díky nízké spotřebě tepla zpravidla nepotřebuje obvyklou otopnou soustavu. Využívá pasivní solární prvky, systém nuceného větrání se zpětným využitím tepla z odváděného vzduchu (rekuperace) a malá zařízení pro dohřev vzduchu v období velmi nízkých venkovních teplot. Pasivní dům definuje ČSN 73 0540.

Srovnání spotřeby tepla na vytápění m² plochy za rok:



Důležitým požadavkem pro nízkoenergetické a pasivní domy je **těsnost budovy**. Do domu nesmí pronikat nežádoucí vzduch spárami ve stěnách, okolo oken, ze sklepa, otevřeným krbem apod. Dostatečné větrání těchto budov je zajištěno řízeným větráním se zpětným využitím tepla.

Pro ověření kvality provedení stavby nízkoenergetického nebo pasivního domu, pro které je podmínkou vzduchotěsnost, se používá **test vzduchotěsnosti budovy - Blower-door test**.

Po uzavření všech otvorů (oken, dveří, komínových průduchů apod.) se u otvoru vstupních dveří instaluje ventilátor a zbývající otvor dveří se zakryje fólií. Ventilátor dům napumpuje vzduchem. Měří se rozdíl tlaků uvnitř a venku.

Úsporná opatření v rodinných a bytových (zejména panelových) domech

Jsou spojena s regenerací obalových konstrukcí a hlavně s jejich zateplením. Rekonstrukce jsou vedeny takovým způsobem, aby došlo ke snížení nákladů na vytápění objektu i snížení nákladů na ohřev vody.

Další opatření vedoucí k úsporám energie ve stavbách a bytech

- využití úsporných forem osvětlení a spotřebičů v domácnosti
- kombinovaná výroba elektřiny a tepla

Úsporná osvětlení a spotřebiče v domácnosti

Počet elektrospotřebičů v domácnostech roste. Spotřeba energie závisí na tom, jak se s výrobkem zachází a také na jeho energetické náročnosti. Důležité informace ve vztahu k energetické náročnosti spotřebiče jsou zaznamenány na energetickém štítku výrobku.

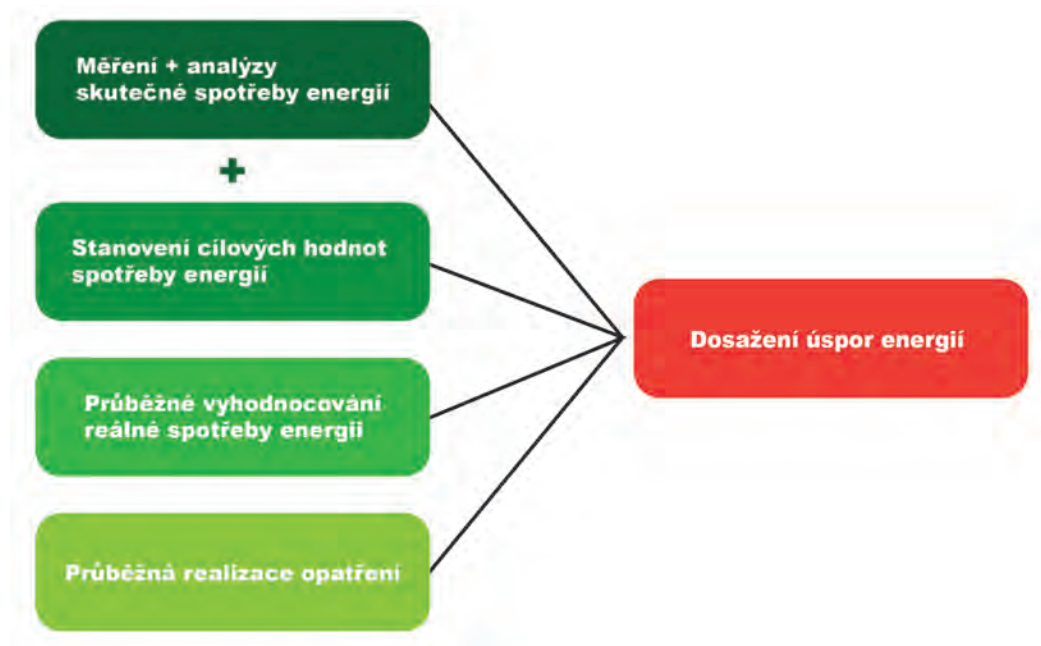
Kombinovaná výroba elektřiny a tepla principem kogenerace

Při výrobě elektřiny spalováním fosilních paliv nebo biomasy vždy uniká teplo. Principem kogenerace je toto teplo využít a zvýšit tak účinnost využití paliv.

K hodnocení budov z hlediska všech energií, které do budovy vstupují se využívá tzv. **Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB)**. Hodnotí se potřeba energie na vytápění, chlazení, ohřev teplé vody, větrání a osvětlení.

Pro hodnocení úspor energie v objektech se používá hodnocení **tzv. tepelné ztráty**: Je to únik tepla z určitého objektu nebo zařízení do okolí. Jedná se o teplo nevyužité. Tepelné ztráty lze snížit např. tepelnou izolací, eliminací tepelných mostů a vazeb, utěsněním objektu apod. Tepelné ztráty se zjišťují termovií.

Snížování energetické náročnosti budov (obecně výrobního procesu a dalších postupů) je velmi žádoucí. K jejímu dosažení se v poslední době užívá **metoda energetického řízení – tzv. Monitoring a Targeting** je metoda energetického řízení, pomocí které lze dosáhnout významného, rychlého a dlouhodobého snížení spotřeby energií, tím také nákladů, emisí skleníkových plynů a dalšího znečištění.



Monitoring a Targeting

Je založena na systematickém měření a analýze skutečné spotřeby energií (Monitoring), na stanovení cílových hodnot spotřeby energií, průběžném vyhodnocování reálné spotřeby z hlediska cílových hodnot (Targeting) a průběžné realizaci opatření k dosažení úspor.

Hlavní přínosy uvedené metody:

- skutečné dosažení úspor a zamezení plýtvání
- snížení provozních nákladů
- zvýšení kvality výroby a navýšení konkurenceschopnosti
- zlepšení plánování a řízení
- snížení produkovaného znečišťování, nižší dopady na životní prostředí
- dochází k uplatňování systémů environmentálního řízení (např. EMAS, ISO 14001)
- využití takových technik, které vedou k omezování znečištění

Kontrolní otázky:

1. Vysvětlíte, na čem je založená metoda „Monitoring a Targeting“.
2. Jakým způsobem lze dosáhnout energetických úspor ve stavebnictví?

5.1.1.2.2 Tepelná čerpadla

Pasivní využití sluneční energie využíváním **energie naakumulované** (nahromaděné) v různých částech prostředí (ve vzduchu, ve vodě, v půdě) pomocí tzv. **tepelných čerpadel**.

Tepelná čerpadla jsou alternativní zdroje energie, které získávají teplo z okolního prostředí (vzduchu, vody nebo země). Používají se pro ohřívání vody a pro vytápění - nahrazují kotel ústředního topení nebo přímo vhánějí do místnosti teplý vzduch. Tepelné čerpadlo se skládá z kondenzátoru, trysky, výparníku a kompresoru.

Chladivo (*=látko, která za normálního tlaku vře při velmi nízké teplotě*), které se v oběhu stroje či zařízení nachází v plynném stavu, je stlačeno **kompresorem** a poté vypuštěno do **kondenzátoru**.

V kondenzátoru odevzdá své skupenské teplo, které předtím odebralo ze zdroje tepla (voda, vzduch, půda). Zkondenzované chladivo poté projde **expanzní tryskou** do **výparníku**, opět přijme teplo ze zdroje a odpaří se (při nižším tlaku a teplotě). Poté se přesouvá opět do kompresoru a celý cyklus se takto opakuje.

Tepelné čerpadlo pracuje v souladu s termodynamickými zákony. K přečerpávání tepla z nižší energetické hladiny na vyšší je potřebná energie. Obvykle se používá elektrická energie.

Tepelné čerpadlo pak předá do svého okolí třikrát až čtyřikrát více tepla, než odpovídá energii spotřebované elektřiny. Čím menší je rozdíl energetických hladin (tj. mezi teplotou prostředí, z něhož se teplo odčerpává a teplotou, která je v topné soustavě), tím méně energie se spotřebuje. Výhodnější je proto ohřívat uvnitř vodu na vytápění jen na 40 - 50 °C (např. při podlahovém vytápění), než na 90 °C (jak bývá při vytápění radiátory).



Tepelné čerpadlo využití geotermální energie v ZOO v Ústí nad Labem. Foto: Marek Bláha

Dle **zdroje**, odkud se teplo čerpá a tzv. **teplosměrného média** (kam se teplo čerpá) rozlišujeme tepelná čerpadla typu:

- země – voda
- vzduch – voda
- voda – voda
- země – vzduch
- voda – vzduch
- vzduch – vzduch

Odebírání tepla z okolního **vzduchu** není pro topení výhodné, protože v zimě bývá velmi nízká teplota vzduchu. Někdy se využívá teplého vzduchu ze sklepa (ten se ochlazuje), z půdy nebo z odpadního vzduchu odcházejícího větrací soustavou z domu, z chlévů apod.

Odebírání tepla z povrchové vody v zimě také velmi závisí na venkovní teplotě. Stálější podmínky jsou při odebírání tepla z **podzemní vody**, jejíž teplota v hloubce 10m bývá již stálá. Může se také využívat teplo odpadní vody z průmyslu, prameny podzemní vody apod.

Časté bývá využívání tepla z **půdy**, do níž se v létě naakumuluje (nashromáždí) teplo ze slunečního záření. Plastové nebo měděné trubky se umísťují nejméně do hloubky 1,2 m pod povrchem země, někdy se využívají hlubinné vrty až do hloubky 150 m.



Tepelné čerpadlo pro vytápění bytového domu teplem z hlubinných vrtů. Foto: Karel Srdečný.EkoWATT

Význam a výhody tepelných čerpadel

Tepelná čerpadla patří mezi alternativní zdroje energie s **minimální zátěží pro životní prostředí**. Nezatěžují životní prostředí emisemi ani odpady. Jejich provoz je **téměř nezávislý na cenách energií** + energetické společností pro ně poskytují **nízký tarif**, který významně snižuje celkové provozní náklady tepelného čerpadla. Moderní tepelná čerpadla **ušetří až 80 % nákladů za energie**.

Návratnost investice do jejich pořízení je **rychlá** (3 – 8 let) a na pořízení lze čerpat dotace ze státního rozpočtu. **Ovládání je jednoduché** (lze i prostřednictvím mobilního telefonu nebo internetu). Moderní typy jsou vcelku bezhlučné, neruší uživatele ani živočichy a neohrožují je výbuchem, vznícením či otravou oxidem uhelnatým.

Nevýhody tepelných čerpadel

Tepelná čerpadla **země – voda** potřebují poměrně **velkou plochu zahrady**, typ **vzduch – voda** má **kratší životnost** a **nižší zimní výkon**, typ **voda – voda** lze umístit pouze v lokalitách s **dostatečným množstvím podzemní vody** a čerpadla **staršího** typu a čerpadla typu **vzduch – voda** mají **vyšší hlučnost**.

Kontrolní otázky:

1. Vyjmenuj jednotlivé typy tepelných čerpadel.
2. Vysvětli význam a výhody tepelných čerpadel.
3. Vysvětli nevýhody tepelných čerpadel.

5.1.2 Nepřímé využití

využívání sluneční energie

Nepřímo se sluneční záření projevuje jako **energie větru, vody a biomasy**.

5.1.2.1 Energie větru

Vítr lidé využívali odedávna k pohánění lodí, v Egyptě stavěli již v 17. stol. před našim letopočtem větrné mlýny apod. V současné době se k využití nevyčerpatelné energie větru začínají navracet **větrné elektrárny**.

Stát Kalifornie v USA získává zhruba 8% energie z větru, podobně využívá větrnou energii Holandsko, Německo a další země. Rozšíření a rozvoj větrných elektráren v Evropě se značně zvyšuje.

Větrná energie vzniká jako důsledek dopadající sluneční energie.

Vítr je proudění vzduchu, které vzniká tlakovými rozdíly mezi různě zahřátými oblastmi vzduchu v zemské atmosféře. Pod pojmem vítr se označuje zpravidla pouze horizontální složka proudění vzduchu.

Česká republika je vnitrozemský stát s typicky kontinentálním klimatem, které se projevuje významným sezónním kolísáním rychlostí větru. Příčinou je zejména globální vzdušné proudění typické pro severní a střední Evropu.

Povětrnostní podmínky České republiky umožňují ekonomicky výhodné využití větrné energie ve vyšších nadmořských výškách, obvykle nad 500 m, kde je vyšší průměrná rychlost, četnost i stálost větru.

Udává se, že vhodná místa pro využití větrné energie jsou taková, kde průměrná roční rychlost větru je nejméně 4m/s. Mezi další činitele ovlivňující výběr vhodné lokality patří reliéf terénu (množství a parametry překážek, které způsobují turbulenci) a klimatické podmínky (chod ročních venkovních teplot a nepříznivých meteorologických jevů / námrazy /).

Možnosti využití větrné energie jsou dvě:

- přímá přeměna energie větru na mechanickou práci, např. čerpání vody
- přímá přeměna energie větru na elektřinu, kterou je možno dodávat do sítě nebo využívat v dané lokalitě



Odstup elektráren od zástavby je někdy překvapivě malý

Větrná elektrárna pracuje tak, že vítr roztáčí **lopatky větrného kola (rotoru)** a **mechanický pohyb se v generátoru převádí na elektrickou energii**.

Toto zařízení zahrnuje soustavu převodů, čidla rychlosti a směru větru atd. Větrné motory pracují na odporovém principu (vítr se opírá do lopatky a ta se otáčí), nebo na vztakovém principu (lopatky jsou tvarované, aby vznikla tlaková síla, která uvádí rotor do pohybu)



Montáž větrné elektrárny v ČR

Pro **lokální zásobování elektřinou** se používají tzv. autonomní systémy=**Systémy nezávislé na rozvodné síti**. Větší autonomní systémy využívají klasické větrné elektrárny se záložními zdroji upravené pro ostrovní provoz. Pro komerční výrobu elektřiny se používají tzv. **Systémy dodávající energii do rozvodné sítě**. Používají se v oblastech s velkým větrným potenciálem. Jsou nejrozšířenější.

Investiční náklady na výstavbu větrné elektrárny jsou poměrně vysoké a relativně stoupají u malých elektráren. Z ekonomického hlediska jsou optimální větrné elektrárny o výkonu 300 až 500 kW.

Větrná turbína, která vyrobí za rok 400 000 kWh elektrické energie, nahradí 120 až 200 tun uhlí a neznečistí prostředí žádnými exhalacemi. Zatížení prostředí hlukem u moderních elektráren již nehrozí. **Nevýhodou** větrných elektráren je nepravidelnost podmínek jejich provozu a tím spojené problémy jejich napojení na přenosovou energetickou síť.

Kontrolní otázky:

1. Co je to vítr?
2. V jakých přírodních podmínkách je vhodné budovat větrné elektrárny
3. Vysvětlete princip práce větrné elektrárny

5.1.2.2 Energie vody

Vodní energie patří mezi nejvýznamnější nevyčerpatelné zdroje energie, zaujímá hned druhé místo za využíváním biomasy. Odedávna ji lidé využívali k dopravě či ve vodních mlýnech, pilách, hamrech. V současné době je nejvíce využívána její přeměna na elektrickou energii ve vodních elektrárnách.

Mezi státy s vysokým podílem využití vodní energie na celkové produkci elektrické energie patří například Norsko, Švédsko, Rakousko, Švýcarsko a Kanada.



Vodní elektrárna Hněvkovice

Vodní elektrárny se budují na různě velkých tocích, na přehradách, nebo se vytvoří spád mezi dvěma vodními nádržemi pro přečerpávací elektrárnu. Množství využitelné vodní energie určuje **spád** vodního toku a **průtok** vody.

Vodní elektrárna je technické zařízení, které přeměňuje potencionální energii vody na elektrickou energii. Má v podstatě následující části:

- *Vzdouvací zařízení* (hráze, jezy, přehrady), které slouží k tomu, aby se vodní tok usměrnil k elektrárně a zvýšil se spád vody.
- *Přiváděče vody* - náhony, kanály ,které přivádějí vodu k turbině.
- *Strojní zařízení elektrárny*, což zahrnuje **česle** (mříž pro zachycování nečistot), **turbínu** spojenou s **alternátorem** k výrobě elektřiny a další strojní, elektro-technické a regulační části. Používají se různé druhy turbin. (Pro malé je rozšířená Kaplanova turbina, která se používá pro spády od 1 do 20 m a průtoky vody od 0,1 m³/s až několika m³/s.)
- *Odpadní kanál*, odvádějící vodu z elektrárny zpět do koryta vodního toku.

Podle nakládání s vodou vodní elektrárny dělíme na:

Průtokové

a) Velké vodní elektrárny

Jsou stavěny na velkých vodních tocích, přičemž se zpravidla budují přehrady zadržující velké množství vody a umožňující stálé využívání vodní energie podle potřeby.

Některá vodní díla (např. ve světě známá Asuánská přehrada na Nilu v Egyptě, přehrady na řekách Obu a Jeniseji na Sibiři, přehrada Gabčíkovo na Dunaji aj.), která jsou vybudována v nížinných oblastech znamenají zatopení rozsáhlých ploch zemědělské půdy vysídlování obyvatel, někdy ztráty historických památek a další průvodní jevy.

Přitom jim obvykle hrozí, že se po čase začnou zanášet bahnem, které řeka přináší. Vyžadují velké ekonomické náklady a jejich výstavba bývá často pokládána za velmi problematickou, přestože někdy zároveň představuje ochranu před náhlými záplavami a povodněmi.

V minulém 20. století se také u nás vystavělo mnoho velkých vodních elektráren na přehradách, které zcela změnily řeky i okolní krajiny.

b) Malé vodní elektrárny

Na jedné straně nepředstavují velký zdroj energie, ale na druhé straně je jich možno vybudovat (nebo obnovit) velký počet.

V předminulém 19. století se u nás na malých vodních tocích vybudovalo mnoho malých vodních elektráren, které zásobovaly elektřinou okolí. V současné době se k malým vodním elektrárnám opět vracíme. Vyrábějí proud buď pro odlehlé usedlosti, nebo jsou napojeny na veřejnou energetickou síť.

Přečerpávací

Tyto vodní elektrárny se někdy budují jako elektrárny zajišťující dodávky energie v tzv. energetické špičce, kdy je nárazově vyšší spotřeba energie (např. v ranních nebo večerních hodinách).

Budují se obvykle v horských oblastech tak, že se ve vyšší nadmořské výšce vybuduje nádrž na vodu, do které se v době nižší spotřeby energie přečerpá voda z nádrže v nižší nadmořské výšce.

Obě nádrže jsou spojené potrubím, kterým proudí voda v době špičky na turbíny. Budování takových elektráren je ekonomicky velmi nákladné a obvykle nepříznivě ovlivňuje krajinu (alespoň dočasně).

Dalšími hledisky rozdělení vodních elektráren jsou **výkon a spád**. Dělí je podle:

a) výkonu:

- průmyslové (od 1 MW)
- minielektrárny (do 1 MW)
- minizdroje (do 0,1 MW)
- domácí el. (do 35 kW)

b) spádu:

- nízkotlaké (do 20 m)
- středotlaké (20 – 100 m)
- vysokotlaké (od 100 m)

V České republice nejsou, na rozdíl od mnoha jiných zemí, ideální podmínky pro budování vodních elektráren. Vliv na to má zejména **nedostatečná spádovost** vodních toků, **nedostatečné množství protékající vody** ve většině vodních toků a **nerovnoměrné rozložení srážek** v průběhu roku. Tyto faktory mají samozřejmě vliv na velikost produkce elektrické energie z vody - v současnosti jsou to zhruba 4 %.

K velkým **kladům** využití vodní energie patří kromě **ekologičnosti** (nedochází ke znečištění ovzduší, nevyžaduje těžbu a přepravu surovin, provozem nevznikají odpady a provoz je bezpečný) **relativní levnost výroby elektrické energie** (nezapočítáváme-li náklady na vybudování vodního díla). Vodní elektrárny jsou minimálně náročné na obsluhu i údržbu a je možné je ovládat na dálku.

Spuštění vodní elektrárny proběhne během několika sekund, což umožňuje možnost rychle a pružně reagovat na případnou potřebu dodání energie do přenosové sítě a vyrovnat tak výkyvy ve spotřebě elektrické energie.

Vodní díla budovaná společně s vodními elektrárnami dokáží výrazně snížit riziko povodní, případně omezit rozsah povodní a doprovodná díla (přehrady) často slouží pro rekreační účely, případně jako zdroj pitné či užitkové vody.

Mezi nesporné **zápory vodních elektráren** patří vysoká **finanční i časová náročnost**, **zábory půdy a zatopení** značných území související s jejich výstavbou, **omezení lodní dopravy** a nebezpečí pro vodní organismy (nebo alespoň **omezení** jejich přirozené migrace).

Zmíněná omezení pak vyvolávají nutnost dalších investic (doprovodné stavby=plavební komory, zdymadla, rybí přechody a pod.). Z estetického hlediska mohou zejména velké vodní elektrárny a související stavby působit v krajině značně nevhodně.



Rybí přechod Foto Edvard Sequens

Kontrolní otázky:

1. Vysvětlí význam vodní energie a vodních elektráren.
2. Jaké negativní důsledky mohou mít vodní elektrárny?
3. Jak dělíme vodní elektrárny?

5.1.2.3 Energie biomasy

Biomasa (z řeckého bios = život, živý; masa = hmota tzn. živá hmota) je tvořena těly všech organismů - rostlin, bakterií, sinic, hub i živočichů. **Má svůj původ rovněž ve sluneční energii** (a jejím využití fotosyntézou).

Prakticky se využívá biomasa rostlin, čili fytomasa a **zbytky a odpadní látky organismů** obsahující organické látky, tj. látky energeticky bohaté. **Je to zdroj obnovitelné energie**, protože organismy jsou schopny **autoreprodukce**.

Biomasa je perspektivním **obnovitelným zdrojem energie**. Odhaduje se, že celosvětová produkce energeticky využitelné biomasy svým energetickým potenciálem téměř desetkrát převyšuje roční objem světové produkce ropy a zemního plynu.

V zájmu udržitelnosti však nelze energeticky využít celý tento objem, část hmoty biomasy (minimálně 1/10) musí být uchována pro přirozenou regeneraci ekosystémů. Přesto je podíl obnovitelných zdrojů energie (kam patří i biomasa) na primárních zdrojích energie poměrně malý. V České republice to bylo v roce 2010 zhruba 8 %, z toho tvoří biomasa přibližně 75 %.



*Zpracování dřevního odpadu štěpkovačem
- Neznašov/podle L, Kostrůnka/*



*Zpracování dřevního odpadu
- Neznašov/podle L, Kostrůnka/*

Do biomasy určené k energetickému využití se vkládá naděje, že v budoucnu nahradí podstatnou část mizejících neobnovitelných zdrojů energie, jako jsou uhlí, ropa nebo zemní plyn. V současnosti je biomasa (zejména dřevo) zdrojem energie nejméně pro polovinu lidstva.

Tradičně je **dřevo** využíváno jako zdroj energie v rozvojových zemích (ze dřeva se získává asi 43 % energie, tj. přibližně 14 % celosvětové potřeby energie).

Nedostatek tohoto energetického zdroje vede v některých částech světa k úplnému odlesňování a vysušování krajiny (např. v Sahelu na jihu Sahary) a k šíření pouští.

Jde o následek nadměrného využití biomasy ekosystémů, kdy nezůstává alespoň minimální zbytková biomasa potřebná k udržení úrodnosti půdy a přirozenému vývoji ekosystémů.



Automatický kotel na štěpku s automatickým provozem

Také v rozvinutých zemích se využívá dřevo, zejména k topení. Přitom se stále častěji využívá i dřevní odpad (zbytky po těžbě, z celulózek apod.).

Uvádí se, že ve Švédsku se počítá s 7 - 15 % podílem dřeva na celkové energetické spotřebě. Pro **energetické účely** se využívá buď zbytková (odpadní-velmi perspektivní) biomasa nebo cíleně pěstované rostliny.

Zbytková (odpadní) biomasa:

- rostlinné odpady ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny (*sláma obilní, řepková, kukuřičná, seno, zbytky po likvidaci křovin, odpady ze sadů, vinic, údržby zeleně a travnatých ploch*)
- lesní odpady (*pařezy, kořeny, kůra, vršky z odtěžených stromů, větve, šišky, odpady z probírek stromů*) – je však třeba dbát, aby v ekosystému zůstalo alespoň minimální množství zbytkové biomasy
- organické odpady z průmyslových výrob (*spalitelné odpady z dřevařských provozoven, odřezky, hobliny, piliny, kůra, - odpady z cukrovarů, lihovarů, pivovarů, konzerváren, mlékáren, jatek*)
- komunální organické odpady (*kaly, organický tuhý komunální odpad, komunální odpadní vody*)
- vedlejší produkty živočišné výroby (*hnůj, kejda, močůvka, hnojůvka, zbytky krmiv*)

Záměrně produkováná biomasa :

- rychlerostoucí dřeviny (*vrby, topoly, olše, akáty*)
- obiloviny (*celé rostliny*)
- travní porosty (*sloní tráva, chřastice, trvalé travní porosty*)
- ostatní rostliny (*technické konopí, šťovík krmný, čirok, sléz, topolovka, křídlatka*)
- energetické plodiny - olejnaté (*řepka olejná, len, dýně/semeno*)
- škrobnato-cukernaté (*brambory, cukrová řepa, obilí/zrno, topinambur, cukrová třtina, kukuřice*)



Bioplynová stanice se často využívá pro zvýšení energetické soběstačnosti obce, Foto: Jiří Beranovský, EkoWATT



Odrůdové pokusy hybridů kukuřice pro energetické účely - ZD Choustník/podle L.Kostrůnka



Doprovodný výklad v rámci polního dne - ZD Choustník/podle L.Kostrůnka

Využití biomasy k energetickým účelům má řadu výhod.

Patří k nim především obnovitelný charakter, výrazně nižší emise než u fosilních paliv, skutečnost že nepřispívá ke zvyšování skleníkového jevu (uvolněný CO_2 *byl spotřebován při fotosyntéze* -vysvětlení viz úvod), téměř nulový obsah těžkých kovů, široké spektrum zdrojů biomasy (včetně odpadů), široká dostupnost i jednoduchá a (s výjimkou druhů rychle podléhajících rozkladu) i dlouhodobá skladovatelnost.

K **nevýhodám biomasy** patří větší nároky na plochu a objem skladovacích prostor a u některých jejích druhů i nižší energetická účinnost než u fosilních paliv.

Z dlouhodobého hlediska je ale biomasa **v České republice pokládána za nejperspektivnější z obnovitelných zdrojů energie** jak pro výrobu tepla, tak i elektřiny.

Důvody jsou následující:

- Dodávka energie z biomasy není nestabilní, jak tomu bývá u větrné či sluneční energie
- Používání biomasy není omezeno jen na určité lokality (opět výhoda oproti větrným a vodním elektrárnám)
- Technologie využívání biomasy jsou v současné době již dostatečně ověřeny
- Získávání energie z biomasy nepřispívá ke zvyšování skleníkového jevu (*uvolněný CO_2 se rovná CO_2 spotřebovanému na fotosyntézu při tvorbě biomasy vysvětleno dříve*)

Získávání energie z biomasy závisí na jejích vlastnostech, především na vlhkosti. (Hranice mezi mokrymi a suchými procesy je dána 50 % sušiny v biomase).



Bioplynová stanice součástí kravína. Foto: Jiří Beranovský, EkoWATT

Základní technologie zpracování a přípravy k energetickému využití:

I. Termochemická přeměna	přímé spalování (suchá nebo dosoušená biomasa)
	zplynování (produkce plynu)
	pyrolýza (produkce plynu, oleje)
II. Biochemická přeměna	anaerobní vyhnívání, metanové kvašení (produkce bioplynu)
	fermentace, alkoholové kvašení (produkce etanolu)
III. Mechanicko chemická přeměna	esterifikace surových bio-olejů (výroba bionafty a přírodních maziv)
	lisování olejů (produkce kapalných paliv, oleje)
	štípání, drcení, lisování, peletace, mletí (výroba pevných paliv)



Bioplynová stanice - ZD Kloužovice u Chýnova /podle L.Kostrůnka/

Biomasa je podle obsahu vody **spalována přímo** nebo je vhodnou technologií **upravena pro spalování**:

Suchá biomasa

dřevo, dřevní odpady, sláma a další zbytky z pěstování zemědělských plodin (*Spalování je možné přímo nebo po dosoušení*).

Mokrá biomasa

tekuté odpady ze živočišné výroby (keřda, hnojůvka, močůvka) a tekuté komunální odpady (*Nelze ji spalovat přímo, využívá se v bioplynových technologiích.*)

Speciální biomasa

škrobové, cukernaté a olejnaté plodiny (*Využívají se ve speciálních technologiích k získání energetických látek - bionafta, líh.*)

Stručná charakteristika hlavních technologií a produktů využití zbytkové biomasy:

Spalování

Je nejčastějším způsobem získávání energie z biomasy (=spalování vlastní primární biomasy (např. dřeva) nebo produktů vzniklých zpracováním biomasy (bioplyn...))
Suchá biomasa je velmi složité palivo (podíl zplynovaných částí při spalování je velmi vysoký). Vzniklé plyny mají různé spalovací teploty. Stává se, že ve skutečnosti hoří jenom část paliva, zejména při pálení dřeva v kotlích na uhlí, proto se užívají speciální spalovací zařízení. Při využití kogenerační jednotky je možná současná výroba tepelné i elektrické energie. Na rozdíl od fosilních paliv má nulovou bilanci oxidu uhličitého (*uvolněné množství je spotřebováno při tvorbě biomasy viz fotosyntéza*).

Zplynování

Jde o uvolnění hořlavé plynné složky z biomasy za působení vysokých teplot (= **dřevoplyn**). Za přítomnosti vzduchu dojde k hoření - jde o **prosté spalování**. Pokud jde o zahřívání bez přístupu vzduchu, odvádí se vzniklý dřevoplyn do spalovacího prostoru, kde se spaluje obdobně jako jiná plynná paliva. Část vzniklého tepla je použita na zplynování další biomasy. Výhodou je snadná regulace výkonu, nižší emise, vyšší účinnost.

Pyrolýza

Je to proces, při kterém jsou organické materiály rychle ohřát bez přístupu vzduchu na teplotu 450 - 600 °C. Za těchto podmínek se vstupní surovina přemění na stabilní plyny a pevný zbytek-dřevěné uhlí. Plyny jsou odvedeny do kondenzátoru, kde zkondenzují na **pyrolýzní olej**. Ze vstupní suroviny vzniká přibližně 50-75 % váhového množství bio-oleje. Pyrolýzní olej je stabilní kapalné biopalivo, které lze, na rozdíl od biomasy nebo jiných objemných energetických surovin, snadno skladovat i přepravovat. Využívá se při **výrobě tepla, elektřiny, pohonných hmot i v chemickém průmyslu**. Část byla již s úspěchem testována v praxi (osvědčilo se spoluspalování bio-oleje v kotlích na zemní plyn).

Biochemická přeměna– vznik bioplynu, skládkového plynu a bioetanolu



*Kogenerační jednotka přeměňuje bioplyn na elektřinu a teplo
Foto: Jiří Beranovský, EkoWATT*

Bioplyn

Při rozkladu organických látek (hnůj, zelené rostliny, kal z čističek) v uzavřených nádržích bez přístupu kyslíku (**=anaerobní vyhnívání, metanové kvašení**) vzniká bioplyn. Tento proces, kdy se organická hmota štěpí na anorganické látky a plyn probíhá díky bakteriím pracujícím bez přístupu kyslíku (anaerobně).

Rozkládání víceméně odpovídá procesům probíhajícím v přírodě s tím rozdílem, že v přírodě probíhají i za přítomnosti kyslíku (aerobní procesy). Proto jsou meziprodukty těchto procesů odlišné a také chemické složení konečných produktů se liší. Zbytky vyhnívacího procesu jsou vysoce hodnotným hnojivem nebo kompostem.

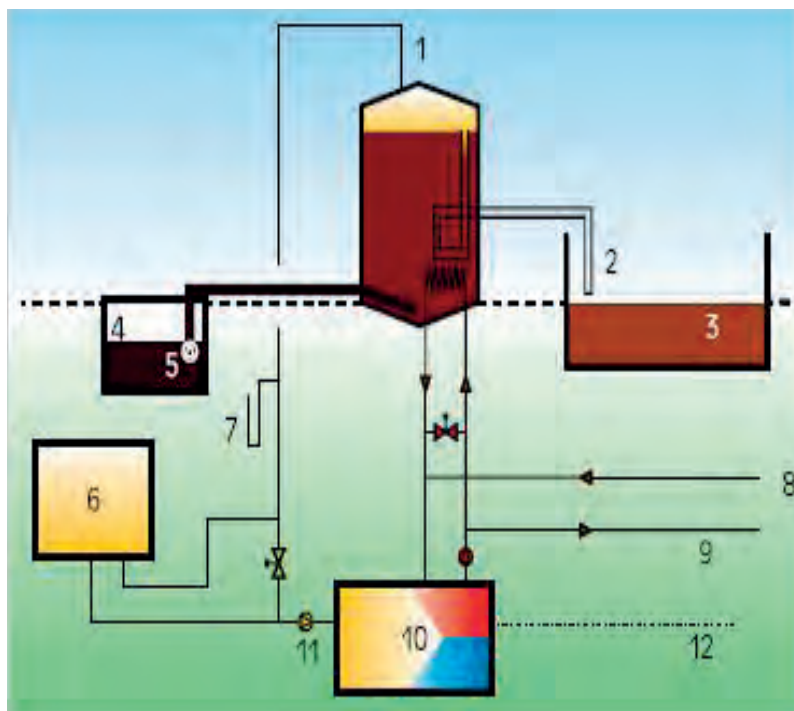


Schéma bioplynové stanice, kontinuální systém. Zdroj: EkoWATT

Popis zařízení: 1- odvod bioplynu, 2 - přepad kalu, 3 - zásobník odplyněné kejdy, 4 - nová sběrná nádrž, 5 - kalové čerpadlo, 6 - plynojem, 7 - vodní uzávěr, 8 - připojení ke stávajícímu dálkovému vytápění, 9 - teplo z kogenerační jednotky, 10 - kogenerační jednotka, 11 - dmychadlo, 12 - elektřina z kogenerační jednotky

Bioplyn obsahuje cca 55 - 70 objemových procent **metanu**, výhřevnost se proto pohybuje od 19,6 do 25,1 MJ/m³.

V zemědělství se k jeho výrobě v největší míře využívá **kejda** (tekuté a pevné výkaly hospodářských zvířat promísené s vodou), případně **slamnatý hnůj**, v menší míře sláma, zbytky travin, stonky kukuřice, bramborová nať (obtížnější zpracování). Bioplynový potenciál v hnoji závisí na obsahu sušiny a na složení a strávení potravy.

V bioplynové stanici se biomasa zahřívá na provozní teplotu ve vzduchotěsném **reaktoru**, kde zůstává pevně stanovenou **dobu zdržení** (většinou experimentálně ověřenou). Optimální teplotní pásma jsou vázána na různé kmeny bakterií (bakterie psychrofilní -15-20 °C, bakterie mezofilní 37- 43 °C a bakterie termofilní 55 °C).



Drcená kůra jako pachový filtr pro skladový digestat. Foto: František Macholda, EkoWATT



Kompostárna v Jarošovicích u Týna nad Vltavou/podle L. Kostrůnka/



Kompostárna v Jarošovicích u Týna nad Vltavou/podle L. Kostrůnka/

Skládkové plyny

Na skládkách komunálního odpadu (KO) dochází ke složitým biologickým pochodům - důsledkem je tvorba skládkového plynu. Složení plynu se mění v průběhu let. Průměrné množství KO na jednoho obyvatele na rok je asi 310 kg. Z toho množství je přibližně 35 % organického původu, z něhož lze odhadovat přibližnou produkci 0,3 m³/kg.

Bioetanol

Vzniká přeměnou roztoku cukrů obsažených v biomase na alkohol (etanol) za přítomnosti kvasinek (=fermentace, alkoholové kvašení).

Vhodnými materiály jsou cukrová řepa, obilí, kukuřice, ovoce nebo brambory. Cukry mohou být vyrobeny i ze zeleniny nebo celulózy. Teoreticky lze z 1 kg cukru získat 0,65 l čistého etanolu. V praxi je však energetická výtěžnost 90 až 95 %.

Fermentace cukrů může probíhat pouze v mokřím (na vodu bohatém) prostředí. Vzniklý alkohol je nakonec oddělen destilací a je vysoce hodnotným kapalným palivem pro spalovací motory. Jeho přednostmi jsou ekologická čistota a antidetonační vlastnosti. Nedostatkem etanolu jako paliva je schopnost vázat vodu a působit korozi motoru, což lze odstranit přidáním antikoročních přípravků.

V USA probíhají výzkumy výroby etanolu z celulózy pomocí speciálně vyšlechtěných mikroorganismů. Etanol lze pak získat i ze dřeva, slámy nebo sena. Výroba je však energeticky náročná.

V ČR existuje program, kdy se etanol z obilí a brambor bude přimíchávat do běžných automobilových benzínů. (Obdobně se přidává bionafta/metylester řepkového oleje/do nafty). Tím se sníží závislost na fosilních palivech..



Malá továrna na bionaftu (Německo). Foto: Jiří Beranovský, EkoWATT



Pro výrobu olejnatých biopaliv se nejčastěji používá řepka

Mechanicko-chemická přeměna

Bionafta

Z řepkového semene se lisuje olej, který se působením katalyzátoru a vysoké teploty (= esterifikace) mění na metylester řepkového oleje, který je použitelný jako bionafta. Nazývá se „bionafta první generace“. Protože výroba metylesteru je dražší než běžná motorová nafta, mísí se s některými lehkými ropnými produkty, nebo s lineárními alfa-olefiny, aby jeho cena mohla konkurovat běžné motorové naftě. Tyto produkty se nazývají „bionafty druhé generace“, musí obsahovat alespoň 30 % metylesteru řepkového oleje, zachovávají si svou biologickou odbouratelnost a svými vlastnostmi, jako je např. výhřevnost, se více přibližují běžné motorové naftě. Jejich výroba se řídí ČSN 656507, která pojednává o výrobě biopaliv. Motory musí být pro spalování bionafty přizpůsobeny (např. pryžové prvky).

Pevná paliva

Vznikají různými mechanickými úpravami suché nebo dosušené biomasy (=štípání, drcení, mletí, lisování, peletizace)

Pěstování biomasy pro energetické účely

Některé rychle rostoucí rostliny se začínají pěstovat přímo pro biomasu - k jejímu energetickému zužitkování. Takové rostliny se označují termínem „**energetické rostliny**“ a pěstují se zejména tam, kde je půda znehodnocena např. vysokým obsahem těžkých kovů (na úložištích popílku atd.).

Při spalování rostlin z těchto oblastí je nezbytné věnovat speciální pozornost čištění unikajících spalin a ukládání popelovin. Energetické rostliny je možné pěstovat i na polích, která se na čas nechávají ladem pro příliš vysokou produkci potravin.

Druh energetické plodiny je určován mnoha faktory: **druhem půd**, způsobem **využití a účelem**, možností sklizně a dopravy, druhovou skladbou v okolí. Předem se musí porovnat náklady na pěstování a na výrobu (spotřebu energie) a výnosu (zisku) energie.

Z bylin jsou zajímavé rostliny produkující cukr, škrob nebo olej. Například brambory, cukrová řepa, slunečnice a zejména řepka (řepkový olej se zpracovává na naftu a mazadla, řepková sláma se použije ke spálení). **Řepková sláma** má vyšší výhřevnost 15 - 17,5 GJ/t oproti obilné slámě, u které počítáme s výhřevností 14,0 - 14,4 GJ/t.

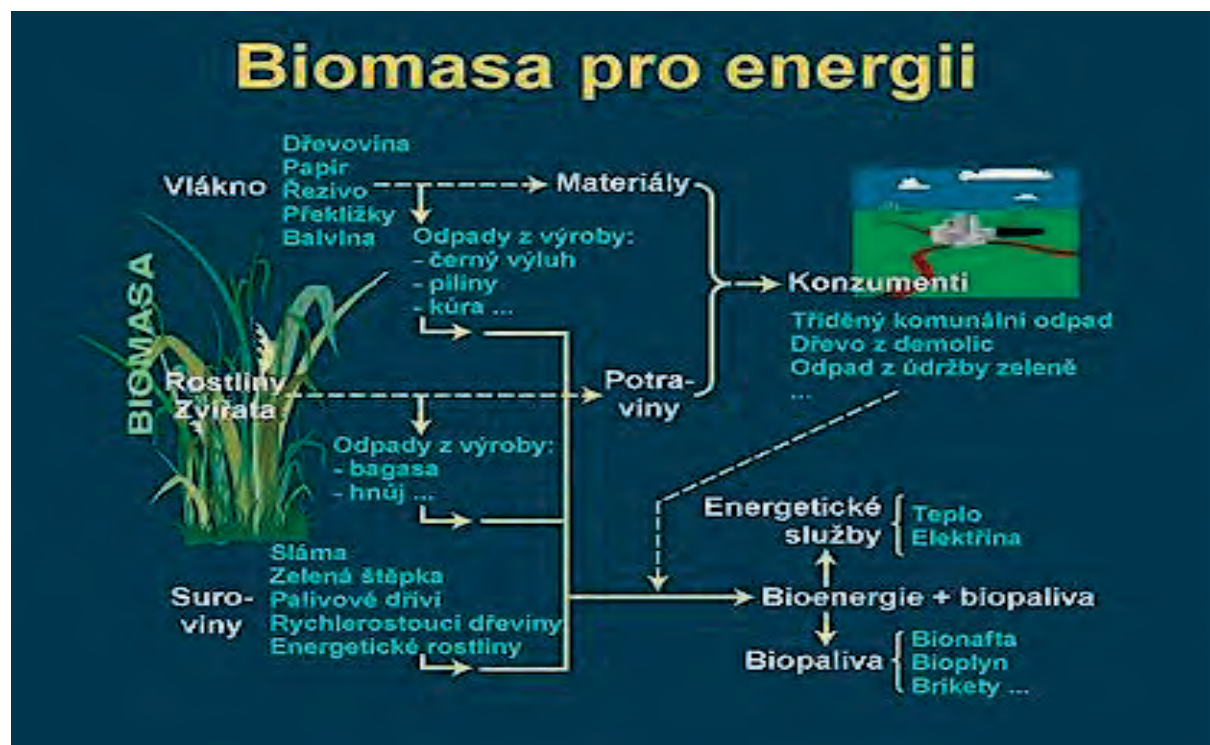
Z víceletých rostlin je známá **křídlatka sachalinská** (*Reynoutria sachalinensis* Nakai), která dosahuje vysokých výnosů 30 - 40 t sušiny z ha. (*Jedná se ovšem o tzv. invazní rostlinu vyžadující přísnou kontrolu šíření, jinak ohrožuje další ekosystémy*). Velmi diskutovanou energetickou rostlinou je **sloní tráva** (*Miscanthus sinensis*).

Svou odolností a vytrvalostí je známá odrůda **krmného šťovíku** *Rumex* OK2 (nazývána Uteuša). Výhodné je také pěstování technického **konopí setého** (*Cannabis sativa* L.), neboť nevyžaduje žádné ošetření v průběhu vegetace. V Evropě dosahuje výšky až 4 m a výnosu hmoty 6 - 15 t suché hmoty z ha. Konopí je jednoletá rostlina, ale na stanovišti vydrží, pokud se vysemení, mnoho let.

Nejvhodnějšími energetickými **rychle rostoucími dřevinami** (RRD) jsou platany, **topoly** (japonský, černý, balzamový), pajasany (žláznatý), akáty, olše a zejména **vrby**, které jsou vhodné hlavně pro hydromorfní půdy podél vodotečí, kde lze uplatnit i domácí **topol černý**.

Obmýtní doba je 2 až 8 vegetačních období, životnost plantáže je 15 - 20 let. Speciální vyšlechtěné klony mají výtěžnost až 15 -18 t sušiny na ha, v našich podmínkách se dosahuje roční výtěžnosti 10 t/ha a výhřevnosti kolem 17 MJ/kg. Je třeba respektovat zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny (cizí rostliny a dřeviny).

Další příklady využívání biomasy jsou spojeny s novými technologickými postupy a s technickými zařízeními.





Elektrárna spalující dřevní odpad (Rakousko). Foto: Karel Srdečný, EkoWATT

Výhřevnost biomasy (vliv vlhkosti na výhřevnost):

Výhřevnost je dána množstvím tzv. **hořlaviny** (organická část bez vody a pope-lovin, směs hořlavých uhlovodíků – celulózy, hemicelulózy a ligninu). U rostlinných paliv však kolísá podle **druhu a vlhkosti**, na kterou jsou tato paliva citlivá. **Výhřevnost dřeva** je srovnatelná s **hnědým uhlím**.

Čerstvě vytěžené dřevo má relativní vlhkost až 60 %, dobře proschlé dřevo na vzduchu má relativní vlhkost cca 20 %; pod střechou sníží svůj obsah vody na 20 % za půl až jeden rok. Dřevěné brikety mohou mít relativní vlhkost od 3 do 10 %, podle kvality lisování.

Pro spalování štěpek je optimální vlhkost 30 - 35 %. Při vlhkosti nižší má hoření explozivní charakter a mnoho energie uniká s kouřovými plyny. Při vyšší vlhkosti se mnoho energie spotřebuje na její vypaření a spalování je nedokonalé. Pro spalování dřeva lze doporučit vlhkost cca 20 %.



Skladování dřevní štěpky z plantáží rychle rostoucích dřevin v Březnici /podle L. Kostrunka/

Orientační klíčová čísla pro výhřevnost, výnosy, dobu sklizně a sklizňovou vlhkost energetické fytomasy. (Zdroj: VÚRV)

PLODINA/TERMÍN	VÝHŘEVNOST [MJ/kg]	VLHKOST[%]	VÝNOS [t/ha]		
			min.	prům.	opt.
Sláma obilovin (VII-X)	14	15	3	4	5
Sláma řepka (VII)	13,5	17-18	4	5	6
Energetická fytomasa - orná půda (X-XI)	14,5	18	15	20	25
Rychlerostoucí dřeviny - zem. půda (XII-II)	12	25-30	8	10	12
Energetické seno - zem. půda (VI;IX)	12	15	2	5	8
Energetické seno - horské louky (VI;IX)	12	15	2	3	4
Rychlerostoucí dřeviny - antropogenní půda (XII-II)	12	25-30	8	10	12
Jednoleté rostliny - antropogenní půda (X-XI)	14,5	18	15	17,5	20
Energetické rostliny - antropogenní půda (X-XII)	15	18	15	20	25

Jednotky a termíny pro objemové značení dřevní hmoty. V praxi používaný výraz „kubík“ většinou znamená plm.

	NÁZEV	PŘEPOČET	VÝZNAM
plm	plnometr = m ³		krychle o hraně 1 m vyplněná dřevem bez mezer, 1 m ³ skutečné dřevní hmoty („bez děr“)
prm	prostorový metr = m ³ p. o. (tedy „prostorového objemu“)	1 prm = 0,6 až 0,7 plm	krychle o hraně 1 m vyplněná částečně dřevem s mezerami, čili 1 m ³ složeného dřeva štípaného nebo neštípaného („s dírami“), např. dřevo v lese složené do „metrů“
prms	prostorový metr sypaný	1 prms = cca 0,4 plm	1 m ³ volně loženého sypaného (nezhutňovaného) drobného nebo drceného dřeva

Výhřevnost biomasy

DRUH PALIVA	OBSAH VODY	VÝHŘEVNOST	MĚRNÉ HMOTNOSTI		
			[kg/m³]= [kg/plm]	[kg/prm]	[kg/prms]
listnaté dřevo	15	14,605	678	475	278
jehličnaté dřevo	15	15,584	486	340	199
borovice	20	18,4	517	362	212
vrba	20	16,9			
olše	20	16,7			
habr	20	16,7			
akát	20	16,3			
dub	20	15,9	685	480	281
jedle	20	15,9			
jasan	20	15,7			
buk	20	15,5	670	469	275
smrk	20	15,3	455	319	187
bříza	20	15,0			
modřín	20	15,0			
topol	20	12,9			
Dřevní štěrka	30	12,8			210
Sláma obilovin	10	15,49		120	(balíky)
Sláma kukuřice	10	14,40		100	(balíky)
Lněné stonky	10	16,90		140	(balíky)
Sláma řepky	10	16,0		100	(balíky)

Kontrolní otázky:

1. Co je to biomasa
2. jaké jsou výhody a nevýhody biomasy?
3. Jaké jsou možnosti využití biomasy
4. Co ovlivňuje vlhkost biomasy?
5. Které plodiny lze záměrně pěstovat pro získání biomasy?

Všechny předchozí alternativní způsoby získávání energie mají svůj **původ v energii Slunce**.

Solární energie je energií budoucnosti. Na Zemi je 22 milionů km² pouští, které je možno využít k přeměňování sluneční energie v energii elektrickou a tu pak převádět na velké vzdálenosti. Jen z desetiny rozlohy Sahary (7milionů km²) by bylo možno získávat asi 50 terawattů, což je 5x více než lidstvo v současné době potřebuje. Kromě přeměny slunečního záření v elektrickou energii je možno sluneční energii využívat ke štěpení vody na vodík a kyslík a vodík je pak např. palivem pro sluneční auta.

5.2 Zdroje nemající původ ve sluneční energii

Alternativními energetickými zdroji, které nemají svůj původ ve sluneční energii jsou:

- **geotermální energie**
- **energie přílivu** (a výhledově i energie z některých chemických reakcí).

Většina produkce této energie se netýká možností naší republiky.

5.2.1 Geotermální energie

Svůj původ má ve vnitřním teple Země. Tuto energii lze v příznivých podmínkách využívat k **vytápění** nebo výrobě **elektriny** v geotermálních zařízeních. Geotermální energie, získaná z podzemního puklinového výměníku a ve formě ohřátého média vyvedená na povrch, se dále ve formě tepla využívá v povrchových zařízeních. Tato zařízení se podle způsobu využití této tepelné energie dělí do tří skupin. Jsou to **geotermální elektrárny, geotermální výtopny a geotermální teplárny**.

Geotermální elektrárny jsou zařízení, kde se teplo z primárního okruhu předává přes výměník do sekundárního uzavřeného okruhu s tzv. Kalinovým cyklem, popřípadě Organickým Rankinovým cyklem (ORC), který pohání turbínu nebo soustavu turbín pro výrobu elektrické energie.

Dnes se využívají **tři druhy elektráren** - na **suchou páru**, na **mokrou páru** a **horkovodní** (binární). Systém suché páry používá přímo páru získanou ze Země na pohon turbíny. Systém mokré páry nechá nejprve horkou vodu přeměnit v páru a ta pak slouží k pohonu turbíny. Horkovodní (binární) systém použije vodu s nízkou teplotou, která předá ve **výměníku** teplo organické kapalině (např. **propan, izobufan a freon**) s nižším **bodem varu**, a teprve její **pára** pak **pohání turbínu**.

Geotermální výtopny využívají geotermální energii ve formě tepla k vytápění a ohřevu teplé užitkové vody.

Geotermální teplárny v sobě spojují obě výše uvedené varianty, kdy se zbytkové teplo z výroby elektrické energie dále využívá k vytápění a ohřevu teplé užitkové vody. Jedná se o optimální využití.

Kromě velkých geotermálních zařízení se využívají ještě tzv. **geotermální pumpy**. Slouží k ohřívání (i chlazení) individuálních domů a využívají zemní teplo (v létě chladno), které se nachází v hloubce 2-3 metrů a během roku zůstává stabilní.

Geotermální energie se ve větším rozsahu **využívá** např. na Islandu (využívá ji 75 % obyvatel). Slouží jak pro vytápění obytných a veřejných budov, tak skleníků, bazénů, chodníků (snížení potřeby zimní úpravy) i k pěstování jižního ovoce. Obdobně rozšířené je využití této energie na Filipínách, v USA, Mexiku, na Čukotce, Novém Zélandu i některých dalších zemích. (Pro představu – v roce 2000 bylo z těchto zdrojů ve světě získáváno zhruba 10 000 MW.)

V České republice je možné využívat geotermální energii mnohem více než tomu bylo dosud. Existuje mapa tepelného toku pod celou ČR, z které je možné zjistit území s dobrými podmínkami pro využití geotermální energie z litosféry. Jedná se asi o 28 lokalit. V současnosti se využívá na Děčínsku (hydrotermální energie z podzemního jezera), Litoměřicku (geotermální vrty do tzv. horkých suchých skal) a Ústí nad Labem (vytápění plaveckého stadionu a zoologické zahrady). Výhodné podmínky jsou také u Kadaně, Mělníka, Nové Paky, Chomutova či na Moravě u Kroměříže.

Geotermální elektrárny jsou **tiché**, neprodukují **žádný odpad**. Jsou provozovány automatizovaně s pomocí počítačů, takže jsou to ukázkové nezávislé zdroje energie. Na rozdíl od větrných nebo solárních zdrojů probíhá **dodávka energie průběžně a celoročně**, nepotřebují žádný záložní zdroj. Voda z geotermálního zdroje se dá využít na topení.

Geotermální zařízení mají ovšem **i nepříznivý vliv na životní prostředí**, protože přispívají k **vynášení toxických prvků** (Hg, As, Cl atd) z hlubin Země na povrch do odpadních vod. Silně mineralizovaná voda často **zanášá technologická zařízení**, což vede k nutnosti časté výměny potrubí a čištění systému. Dostatečný tepelný spád je navíc obvykle spojen s geologickou nestabilitou oblasti, ve které se nachází a vyžaduje maximální kvalitu stavby schopnou **odolávat zemětřesením**.

5.2.2 Energie přílivu

Má svůj původ ve slapových silách, tj. v přitažlivosti Měsíce. Snaží se ji využívat zejména státy, kde je vysoký rozdíl mezi přílivem a odlivem moří a oceánů a budují **přílivové elektrárny**. Oproti slunečním a větrným elektrárnám zajišťují tyto elektrárny **pravidelný přísun energie**, neboť mořský příliv a odliv jsou pravidelně se opakující jevy. Výstavba těchto elektráren je ale dosud **velmi nákladná**, protože se musí zamezit pronikání slané vody do sladké vody na souši.

Zkoušky s využitím přílivových elektráren se provádějí zejména ve Francii a mnoho dalších přímořských států se zabývá přípravou projektů výstavby těchto elektráren (Kanada, USA, Jižní Korea, Indie, Skotsko a další). Využití energie z mořského odlivu a přílivu je do budoucna významnou alternativou k neobnovitelným zdrojům.

V poslední době se zkoumá také využívání **energie vln** a pokusně se začíná uvažovat i o možnosti využívání **teplotního rozdílu** mezi hladinou a hloubkou v 800 -1000 m v tropických mořích a hledají se i další možnosti získání alternativních zdrojů energie.

Z uvedeného **přehledu obnovitelných zdrojů energie** vyplývá, že znečišťujícími látkami zatěžují atmosféru jen minimálně, jsou méně závislé na těžbě a přepravě surovin a paliv a jejich provoz je ve většině případů máloodpadový. (Odpady vznikající po skončení životnosti technologických zařízení jsou srovnatelné se zdroji neobnovitelnými). Na vysoké úrovni je rovněž jejich bezpečnost. Přestože výtěžnost energie získané z obnovitelných zdrojů bývá nižší než u většiny používaných zdrojů neobnovitelných, lze předpokládat, že se při využití moderních technologií a nových postupů získávání a přeměny energie z obnovitelných zdrojů rozšíří jejich uplatnění a zvýší ekonomická efektivita. Předpokladem uvedených změn jsou však dostatečné finanční investice do **inovací a vývoje** v této oblasti.

Obnovitelné zdroje energie jsou **ve vyspělých státech v centru pozornosti** podpory státních orgánů. I v České republice se podíl obnovitelných zdrojů na celkové produkci elektrické energie každoročně zvyšuje. Kromě pozitivnějšího přístupu ke vnímání problémů životního prostředí a využívání přírodních zdrojů jsou to i požadavky Evropské unie. Česká republika by tak podle evropské směrnice měla v roce 2020 zvýšit podíl obnovitelných zdrojů na celkové energetické spotřebě na 20 %.

Kontrolní otázky:

1. Co je příčinou geotermální energie?
2. Jaká geotermální zařízení využíváme ?
3. Stručně zhodnoťte klady a zápory geotermálních zařízení.
4. Co je zdrojem energie přílivu?
5. Uveďte klady a zápory přílivových elektráren.

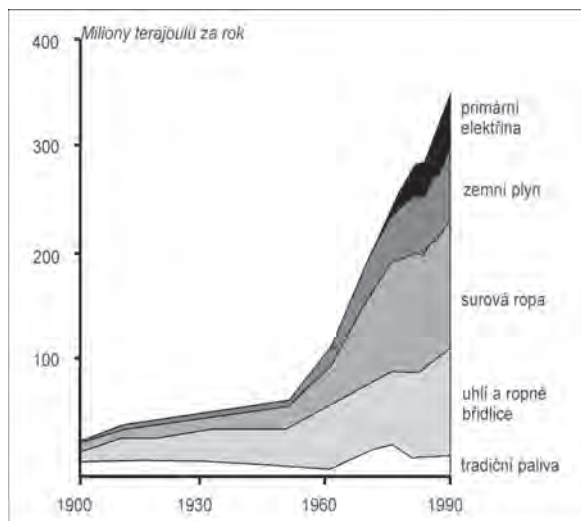
6. Historie využívání energie

Předvěký člověk (*Homo sapiens*) se na Zemi objevil přibližně před 40 000 lety a o současném člověku mluvíme asi posledních 10.000 let. Z hlediska vývoje Země je to pouhý okamžik. Přesto právě člověk znamená ve vývoji Země novou kvalitu: na jedné straně je součástí všech základních naznačených vztahů v biosféře, na druhé straně začíná **aktivně zasahovat do základních podmínek života**, které se utvářely po miliony let a **aktivně** využívá různé i **přírodní zdroje** pro své potřeby.

Člověk **lovec a sběrač** ovlivňoval své prostředí jen málo. S využíváním **ohně** se působení zintenzivňuje a s přechodem na **pastevectví a zemědělství** již dochází k přetváření celých krajín. Přesto byly tehdejší zemědělské ekosystémy velmi podobné ekosystémům přirozeným: Jediným zdrojem energie bylo **sluneční záření**, čistá produkce polí nebyla příliš vysoká. Vypěstované plodiny se sice odvážely z polí, ale sloužily k výživě a krmení jen v rámci daného hospodářství a odpady (hnůj, močůvka) se vracely zpět do půdy.

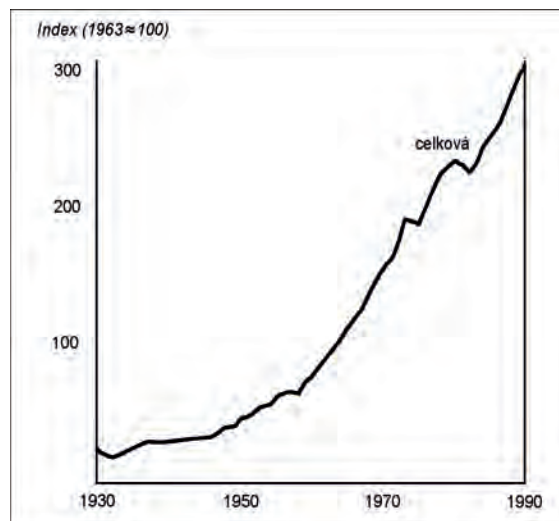
Množství dostupné výživy bylo samozřejmě i limitujícím faktorem pro růst lidské populace. Lidské vědění však rychle stoupalo. Každý **objev a vynález** posouval lidstvo k ekonomickému rozvoji, ale současně prohluboval i jeho negativní vlivy na prostředí. Rozvoj **výroby** různých předmětů, nástrojů a **stavebnictví** vyžadoval již ve středověku značné množství energie a výrazně měnil tvářnost některých evropských krajín. Novou kvalitu i nebývalou kvantitu vlivů člověka na přírodu s sebou přinesla **průmyslová revoluce**.

Tato vývojová etapa je poháněna novým energetickým zdrojem – **fosilními palivy** (*tedy s využitím energie, která byla poutána do biomasy před miliony let-viz dříve*) a je spojena s překotným rozvojem vědy a techniky, s rychlým využíváním vynálezů, s mnoha sociálními změnami, s novým životním stylem v průmyslově rozvinutých zemích i s novým charakterem vlivů těchto zemí na ostatní svět. Zpočátku rostla spotřeba fosilních paliv zvolna, ale po 2. světové válce dochází k exponenciálnímu růstu. Od osmdesátých let stoupá také výroba jaderné energie a v poslední době probíhá na vyšší technické úrovni i **návrat k obnovitelným zdrojům**.



Růst světové spotřeby energie

(Podle Překročení mezí - zdroj OSN)



*Růst světové průmyslové produkce.
100% vztaženo k roku 1963.*

Pro **rostoucí průmysl** je třeba z přírody získávat stále více **surovinových zdrojů**. Hromadí se **odpady** z těžby (hlušina), narůstají i odpady z výroby, distribuce a spotřeby. Rozvoj průmyslu postupně významně ovlivnil i **charakter zemědělství**.

Díky rozmachu mechanizace a chemizace se do zemědělské výroby vkládá tzv. **dotatková energie**, založená na fosilních palivech. Původní „cyklický“ charakter zemědělství se mění v jednosměrný.

Zvýšená produkce potravin pak vytváří předpoklad pro **růst lidské populace**. Narůstá nejen počet obyvatel, ale mění se i **způsob života lidí**. Ke změnám prostředí i vztahů člověka k prostředí nemalou měrou přispívá i proces **urbanizace** (přechod k městskému způsobu života), **koncentrace** obyvatel, rychlý **růst výroby** nejružnějších věcí, **obchodu** i rozšiřování **dopravy** věcí a **cestování** lidí.

Výroba a využívání **velkého množství energie** jsou spojeny s mnoha negativními vlivy na prostředí. Získávání **energie** spalováním **fosilních paliv** vede nejen k rychlému čerpání neobnovitelných přírodních zdrojů, ale i ke **znečišťování ovzduší** a ke **zvyšování množství oxidu uhličitého** v ovzduší.

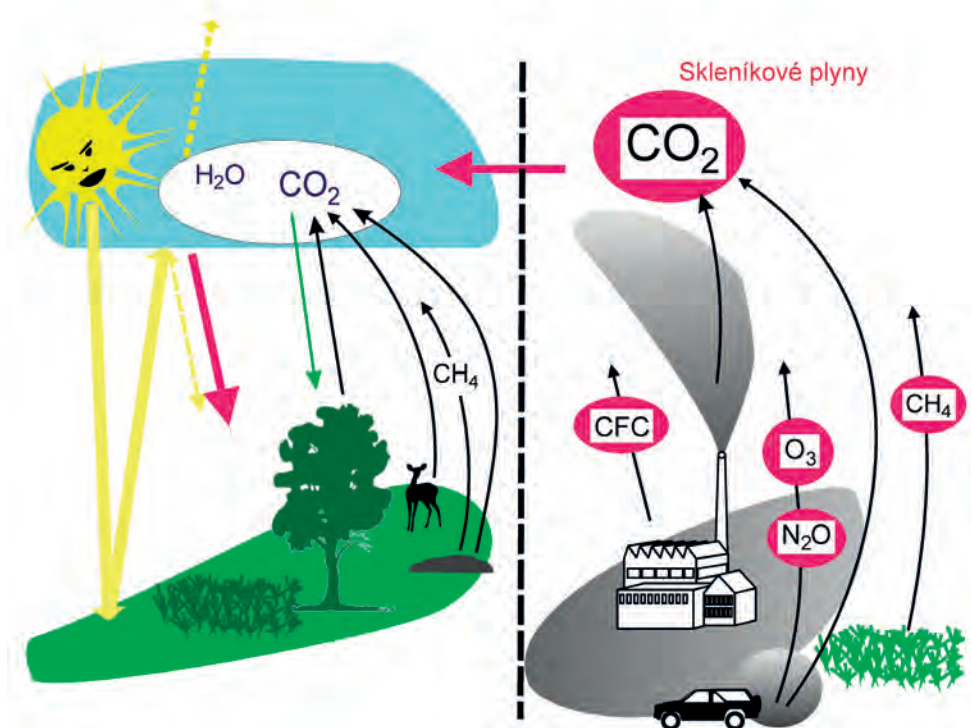
Do ovzduší se dostává CO_2 vázaný do organických látek před mnoha miliony let. Zároveň se snižuje rozloha lesů, které ve své biomase poutají CO_2 .

Tento plyn patří mezi významné **skleníkové plyny** a zvyšování jeho množství v atmosféře přispívá ke stoupání průměrné teploty na zemském povrchu. Velké množství tohoto plynu sice absorbuje oceán, ale tato jeho schopnost právě s rostoucí teplotou klesá.

Dalším významným skleníkovým plynem je **metan**, jehož velké množství je ve zmrzlé půdě tundry – a vlivem růstu teploty a tání půdy se uvolňuje do ovzduší.

Mezi skleníkové plyny patří i **přízemní ozón** vznikající ve značném množství za letních slunečních dnů v místech intenzivní silniční dopravy a **freony**, které ohrožují ozón ve stratosféře chránící zemský povrch před intenzivním nebezpečným UV zářením a jejichž produkce je již naštěstí podstatně omezena.

Zvyšování množství skleníkových plynů v atmosféře vede k růstu skleníkového jevu, který zřejmě značně přispívá k ovlivňování **klimatického systému** Země.



Skleníkový jev v přírodě a zvyšování skleníkového jevu (Podle Základy ekologie-Kvasničková2004)

Klimatické změny se začínají projevovat různě: zmenšují se ledovce, mění se směry a síla větrů, roste množství záplav a naopak sucha atd.

Předpokládá se, že by mohly výrazně zasáhnout i do života lidí - ovlivnit dostatek vody a potravy v různých místech Země, migraci obyvatel a další různé problémy. Ke zpomalení klimatických změn je proto naléhavě potřebné **snížit emise CO₂**.

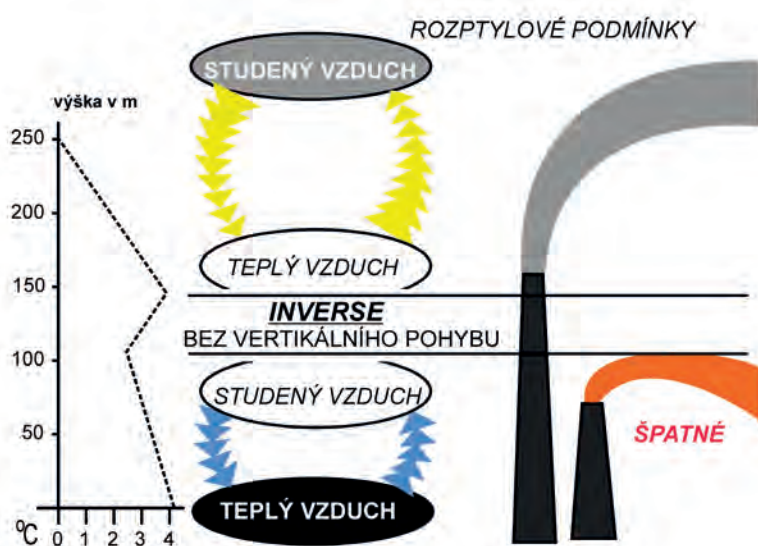
Znamená to postupně snížit používání fosilních paliv, na nichž je dosud průmyslový růst založen, zvýšit podíl alternativních zdrojů energie a omezovat kácení lesů (zejména tropických deštných lesů, ale i tajgy), které poutají velké množství uhlíku.

Možnosti snižování emisí velmi úzce souvisí s tím, kolik energie budeme potřebovat, které energetické zdroje budeme používat a jak bude probíhat další ekonomický rozvoj ve světě. Problémy klimatických změn se týkají celého světa – jsou to problémy celosvětové čili **globální** a k jejich řešení je nezbytná mezinárodní spolupráce.

Nebezpečné je i **znečišťování ovzduší** různými látkami - prachem, aerosoly a plyny (SO₂, NO_x, CO, přízemní ozón a mnoho různých organických látek, jejichž molekuly ulpívají na povrchu prašných částic i jemné mlhy).

Nečistoty uvolňované z různých **zdrojů znečištění** (komínů různých průmyslových a energetických podniků i domácností, ze spalovacích dopravních prostředků apod.) jsou tzv. **emise**. V ovzduší reagují s vodními parami, s kyslíkem i navzájem a jako tzv. **imise** působí na všechno na povrchu Země-(např. ovlivňují zdraví lidí, výnosy plodin i technická zařízení a stavby).

Pro množství znečišťujících látek jsou stanoveny limity, které mají snížit jejich negativní vlivy zvláště na zdraví. K překročení těchto limitů dochází nejčastěji při tzv. **inverzi**, kdy vrstva teplejšího vzduchu v určité výšce nad zemí brání normálnímu rozptýlování nečistot v ovzduší; ty se pak hromadí u země a vzniká nebezpečná tzv. **smogová situace**.



Teplotní inverze - (Podle Základy ekologie-Kvasničková2004)

Kontrolní otázky:

1. Vysvětlete, jak se v průběhu vývoje člověka měnil jeho vztah k ŽP a proč vzrůstalo znečištění ŽP.
2. Charakterizujte tzv.jednosměrný tok energie a tzv.dodatkovou energii.
3. Vysvětlete pojmy emise, imise, zdroj znečištění.
4. Co je skleníkový jev, jaký má význam a jak dochází k jeho zvyšování.
5. Uveďte hlavní skleníkové plyny a charakterizujte jejich vliv na globální oteplování.
6. Co je tzv. teplotní inverze, co je její příčinou a jak ovlivňuje vznik tzv.smogové situace.

7. Udržitelný rozvoj a jeho zajišťování v České republice

7.1 Cesta k myšlence udržitelného rozvoje

V 2. polovině minulého století se spolu s ekonomickým rozvojem stále častěji ukazovaly i **negativní vlivy na prostředí a zdraví**. Významné upozornění na hrozící následky změn v prostředí přinesla **publikace R. Carsonové Mlčící jaro** (1968).

Rozkryla vlivy hojně používaného insekticidu DDT i jiných chemických látek na přírodu i zdraví člověka v USA. Dalším významným podnětem byla studie ekonomického charakteru **Meze růstu** (1972).

Přinesla celkovou prognózu vývoje vztahů mezi početním růstem lidské populace, dostupností neobnovitelných přírodních zdrojů, zajištěním výživy, hospodářským rozvojem a znečišťováním a ohrožováním životního prostředí.

Upozornila na **možnost globální ekologické katastrofy**, pokud si lidstvo včas neuvedomí nebezpečí ohrožování základních vztahů člověka a biosféry a nezmění své jednání.

Lidstvo začalo řešit problémy životního prostředí na mezinárodní úrovni. Na **1. světové konferenci OSN o životním prostředí ve Stockholmu** (1972) byly **vytýčeny hlavní ekologické problémy**: *(nebezpečí znečištění ŽP odpady, možnost narušení klimatického systému, ozonové vrstvy, hydrologického cyklu, oceánských proudů, koloběhu biogenních prvků, snižování biodiverzity a zrychlující se tempo čerpání neobnovitelných i ohrožení reprodukce obnovitelných zdrojů)*.

V následujícím období se k uvedeným environmentálním problémům přidaly další, zejména ekonomického charakteru, související především s „rozevíráním nůžek“ mezi tzv. bohatým severem (průmyslově vyspělými státy) a chudým jihem (rozvojové země).

V roce 1983 ustavilo Valné shromáždění OSN **Světovou komisi pro životní prostředí a rozvoj** a pověřilo ji zpracováním **analýzy vztahů mezi hospodářským a sociálním rozvojem a environmentálními problémy světa**. Komise ve studii **Naše společná budoucnost** poprvé vyjádřila nezbytnost **udržitelného rozvoje** a vyslovila optimistickou prognózu možnosti takového vývoje:

„Lidstvo je schopno učinit rozvoj udržitelným: zaručit, že se uspokojí potřeby přítomnosti, aniž by se ohrozila schopnost budoucích generací uspokojovat jejich vlastní potřeby“. Konkrétní cesty k udržitelnosti však nenaznačila.

Na **2. světové konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji v Rio de Janeiru** (1992) byly pak přijaty konkrétní dokumenty pro řešení vztahů mezi člověkem a životním prostředím:

- Úmluva o změně klimatu,
- Úmluva o ochraně biodiverzity
- Zásady obhospodařování lesů
- Deklarace,
- Agenda 21 (= akční plán udržitelnosti rozvoje na 21. století)

Byly formulovány :

hlavní zásady udržitelnosti – jako například:

- *dodržování předběžné opatrnosti,*
- *volba nejlepší dostupné technologie,*
- *„kdo znečišťuje, ať platí“,*
- *preventivní hodnocení vlivů na životní prostředí a povinnosti informovat veřejnost o stavu životního prostředí a další*

principy hospodářského rozvoje:

- *regenerace (důraz na využívání obnovitelných zdrojů),*
- *nahraditelnost (šetření zdrojů neobnovitelných a hledání jejich náhrady).*
- *asimilace (ochrana ekosystémů jako základního předpokladu zajišťování podmínek života),*
- *ireversibilita (vyloučení nevratných změn ohrožujících lidskou společnost)*

Zdůrazněny byly 3 základní pilíře udržitelnosti rozvoje a jejich vzájemné vazby:

- environmentální,
- ekonomický
- sociální.

3.světová konference OSN o životním prostředí v Johannesburgu (2002) byla zaměřena na integraci ekonomické, environmentální a sociální politiky v zájmu UR. Hlavní dokument ze summitu tzv.Implementační plán obsahuje cíle týkající se zachování biodiverzity, zlepšení přístupu lidstva k pitné vodě, boje proti chudobě a nemocem, zajištění udržitelnosti zemědělství, zvýšení užívání obnovitelných zdrojů a odstranění subvencí do fosilních paliv.

Zároveň bylo zdůrazněno, že UR znamená jedinou pozitivní perspektivu lidstva, dotýkající se všech sfér života společnosti a úzce související s rozvojem lidských zdrojů – tedy i se vzděláváním a výchovou.

Následovaly i další významné konference a akce k jednotlivým otázkám, jako např. ke klimatickým změnám s cílem dosáhnout omezení emisí oxidu uhličitého (2010 Cancún Mexiko – připravil zásady pro snížení emisí CO₂ po skončení platnosti protokolu z japonského Kyóto, který řešil zmíněnou problematiku) či k ochraně rozmanitosti přírody (biodiverzity). Nastoupená cesta k UR je velkou výzvou pro současnou generaci.

7.2 Zajišťování udržitelného rozvoje v naší republice

Z naznačených trendů komplexního spolupůsobení všech základních pilířů UR (ekonomického, sociálního a environmentálního – zakotvených již v Agendě 21), vychází Strategie udržitelného rozvoje Evropské unie i naší republiky, k níž byl v roce 2010 přijat nový Strategický rámec udržitelného rozvoje České republiky. Pro uvedené oblasti rozvoje naší společnosti stanovuje dlouhodobé cíle, strukturované do 5 prioritních os, na které se je třeba při prosazování udržitelnosti zaměřit:

- **Společnost, člověk a zdraví**
- **Ekonomika a inovace**
- **Rozvoj území**
- **Krajina, ekosystémy a biodiverzita**
- **Stabilní a bezpečná společnost**

Zároveň je všem oblastem hospodářství a společnosti uložen požadavek podniknout na svých úsecích konkrétní kroky k prosazování udržitelného rozvoje .

Významným spojujícím článkem zajištění hospodářského rozvoje naší společnosti a docílení udržitelnosti, je řešení problematiky získávání a využívání energie.

V zájmu UR je nezbytné co nejvíce omezit další znečišťování životního prostředí. Velmi alarmující je především stoupající koncentrace CO₂ v atmosféře a s ní spojené globální oteplování.

Protože hlavním zdrojem narůstající koncentrace CO₂ v atmosféře jsou fosilní paliva, je třeba snížit jejich podíl na produkci energie. Existuje několik možností, jak množství nežádoucích emisí omezit:

- **Zlepšení technologií spalování fosilních paliv**, uvolňujících méně emisí nebo instalace technických zařízení odstraňujících ze zplodin spalování více škodlivin (*zařízení sloužící k zachycování nečistot*).
- **Úspory energie snižováním energetické náročnosti výroby, dopravy a spotřeby**
(*komplex preventivních opatření snižujících spotřebu energie a tím i její výrobu /i emise/= využití kogeneračních zařízení, energeticky méně náročných technologií, úsporné typy dopravních prostředků, energeticky méně náročné spotřební výrobky, nové stavební materiály s lepšími izolačními vlastnostmi, nízkoenergetické stavby apod.*)
- **Omezení spotřeby energie odpovědným chováním lidí** a jejich spotřebitelským vlivem na vývoj a prodej energeticky úsporných zařízení, strojů a materiálů (*omezování svícení, spotřeby pohonných hmot, výběr energeticky úsporných výrobků a tlak na jejich vývoj a výrobu*).

- **Zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie na celkové produkci energie.** Zdroje umožňující získat energii s větší účinností a bez dalších negativních vlivů na prostředí (*např. energie z uhlí nebo jádra se získává s účinností pouze kolem 2 %, naproti tomu při přímé přeměně sluneční energie v elektrickou ve fotovoltaických článcích se dosahuje účinnost až 20 %*).

Hlavní hospodářská odvětví podnikají v zájmu udržitelnosti následující kroky:

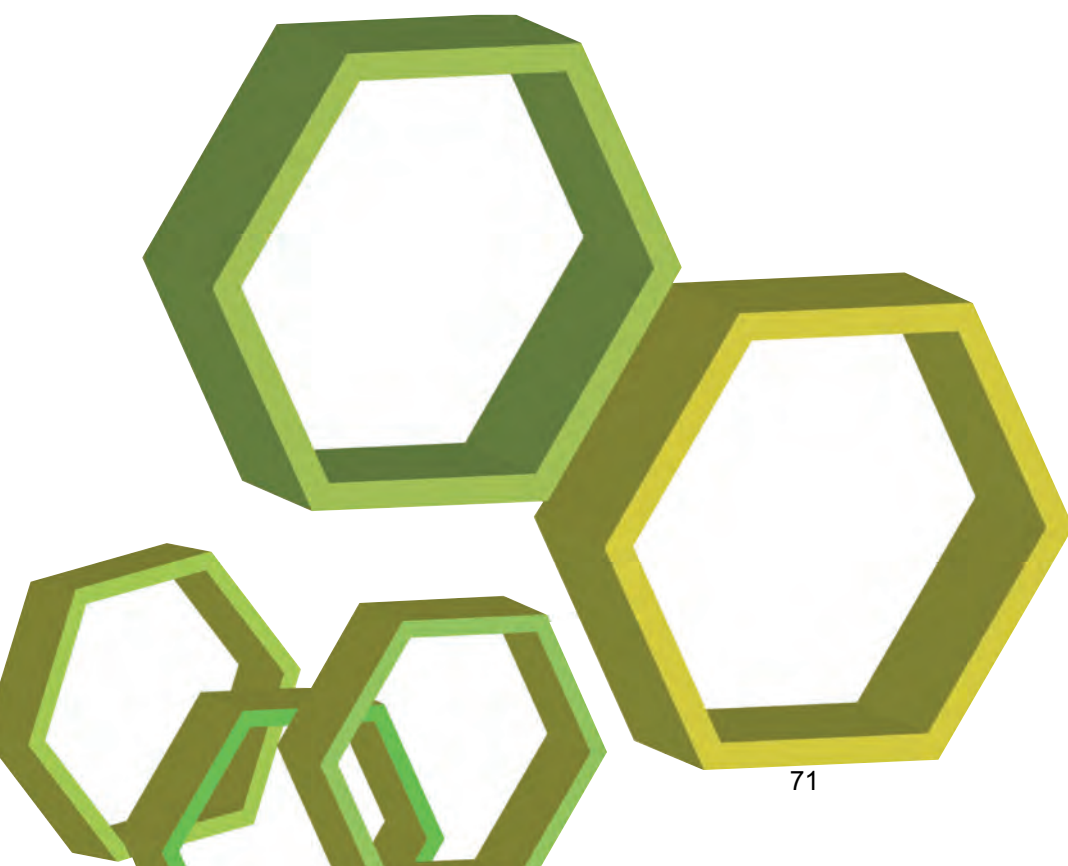
Průmysl se zaměřuje především na *vhodné technologické postupy redukující vliv výroby na životní prostředí a snižující její materiálovou i energetickou náročnost.*

Udržitelná **doprava** vychází z cíle *uspokojit požadavky mobility bez ohrožení veřejného zdraví a ekosystémů.*

Udržitelné **stavebnictví** dbá na *omezení vlivu stavebních činností na životní prostředí při současném zlepšení kvality, životnosti a estetických vlastností budov.*

Udržitelné **zemědělství** klade důraz na náhradu intenzivního způsobu hospodaření (*poškozujícího životní prostředí*) hospodařením založeným na dodržování tzv. dobrého zemědělského a environmentálního stavu a postupného přechodu k zemědělství integrovanému (*vycházejícímu z ekologických principů péče o krajinu a optimálního rozšiřování ekologického zemědělství*).

Velká pozornost je věnována i péči o půdu a obnově venkova podporující tvorbou nabídky pracovních míst a zkvalitňováním infrastruktury.



8. Rozbor problematiky obnovitelných zdrojů energie z pohledu ekologického, ekonomického a sociálního

Jednou z podmínek UR je **zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie na celkové produkci energie**. Tyto zdroje nemohou zatím zcela nahradit fosilní paliva, ale mohou výrazně snížit produkci emisí. Evropská unie se proto zavázala zvýšit do roku 2020 podíl obnovitelných zdrojů energie na celkové produkci energie na 20 %.

Velkou **výhodou alternativních zdrojů je množství jejich druhů** a tím i možnost výběru zdroje vhodného pro konkrétní místní podmínky. Při výběru bychom vždy měli vycházet nejen z důkladného posouzení hledisek technických a technologických, ale brát v úvahu i hlediska ekologická, ekonomická a sociální. Obecně lze tento pohled shrnout takto:

A. Hlediska ekologická:

1. Vliv na čistotu životního prostředí:

- Energie získaná ze slunečního záření, vody i větru nezatěžují životní prostředí žádnými emisemi.
- Při vzniku energie z biomasy se sice uvolňuje CO_2 a malé množství dalších oxidů, ale vzhledem k tomu, že biomasa stejné množství plynů spotřebovává při svém vzniku, nepřispívá ke zvyšování skleníkového jevu.
- Provozem se netvoří nebezpečný odpad.
- Značně je omezena těžba surovin, jejich doprava a hospodaření s odpady, tedy vznik dalších škodlivin

2. Vliv na krajinu a její funkce:

Působení jednotlivých alternativních zdrojů není stejné.

- **Velké vodní elektrárny** svými přehradními nádržemi mění ráz i klima krajiny, zatopí poměrně velké území s jeho ekosystémy, dávají však vzniknout jiným. Zpomalují odtok vody z krajiny a pomáhají zadržet zátopové vlny. Budování dalších velkých vodních elektráren na našich tocích však již nepřichází v úvahu.
- **Malé vodní elektrárny** sice nemají velký výkon, ale možnosti pro budování nových či rekonstrukce stávajících jsou daleko větší. Ráz krajiny téměř nenarušují, a na ekosystémy mají minimální negativní vliv. Rozšiřování jejich množství lze doporučit.
- **Větrné elektrárny** sice díky své výšce pozměňují ráz krajiny, ale zabírají poměrně malou plochu a po uvedení do provozu nenarušují běžné aktivity v krajině, ani její ekosystémy. (V CHKO je ale jejich výstavba s ohledem na jedinečnost ekosystémů zakázána) Často připomínané problémy s hlučností jsou u současných typů do značné míry omezeny.
- **Solární elektrárny**, které se v současné době budují v naší krajině, její ráz narušují značně a především způsobují záборы často velmi kvalitní půdy. Jejich výstavbu stávajícím způsobem je neudržitelná právě pro zmíněné záборы. Naopak fotovoltaické a termické panely umístěné na střechách (případně v místech se silně narušenými ekosystémy a nevhodnými pro zemědělskou výrobu) jsou vhodné a jejich budování by se v budoucnosti mělo rozšířit).
- **Biomasa rostlin** (tedy i rostlin energeticky využívaných) plní v krajině řadu funkcí. Je producentem kyslíku, příznivě ovlivňuje klima, využitím energie pro výpar zmírňuje globální oteplování, přispívá k zadržování vody v krajině a omezení eroze a (pokud její plochy nenarušují ráz krajiny a rozrůžňují životní podmínky) podporuje i biodiverzitu a stabilitu krajiny i její estetický vzhled.
- **Biomasa tvořená exkrementy** z chovů a organických odpadů či přebytků vedlejších produktů přispívá k efektivnímu odstranění jinak těžko využitelných hmot z krajiny bez produkce škodlivin v případě fermentace pro výrobu bioplynu i k získání kvalitní organické hmoty pro zvýšení úrodnosti půdy.
Často připomínané negativní dopady (eroze spojená s pěstováním kukuřice pro výrobu bioplynu, vysoká koncentrace řepky pro výrobu bionafty, či poměrně vysoká spotřeba doplňkové energie při pěstování zmíněné kukuřice a řepky) lze do značné míry kompenzovat vhodnými agrotechnickými opatřeními a dodržováním zásad dobrého zemědělského a environmentálního stavu .

3. Vliv na zdravotní stav obyvatel a ekosystémů:

- Energie z alternativních zdrojů nezvyšuje v ovzduší obsah respirabilních pevných částic a plynů, tedy přispívá k omezení výskytu chronických onemocnění dýchacích cest i dalších zdravotních problémů
- Zlepšení čistoty ovzduší příznivě ovlivňuje zdravotní stav ekosystémů.

B. Hlediska ekonomická:

1. Náklady na pořízení a provoz technických zařízení a technologií:

- Výstavba většiny zařízení alternativních zdrojů energie je poměrně nákladná.
- Nákladnost pořízení vyvažuje poměrně rychlá návratnost investice a ve většině případů i nenákladné odstranění z prostředí po ukončení životnosti (na rozdíl zejména od jaderné elektrárny)

2. Ekologická zátěž ekonomiky (= náklady na opatření k omezení nepříznivých vlivů na životní prostředí):

- Při využití alternativních zdrojů energie odpadají náklady na ekonomické ztráty (= zvýšené náklady na zdravotní péči obyvatel ve znečištěném prostředí, např. léčení nemocí dýchacích cest a cévní soustavy)
- Odpadají i tzv. kompenzační náklady (= náklady na odstranění škod způsobených výrobě a ekosystémům znečištěným prostředím, např. poškození strojů korozí, soch kyselým spadem, vymírání lesů vlivem SO₂)

3. Podpora využití alternativních zdrojů energie:

- Snížení ekologické zátěže ekonomiky umožňuje uplatnění pozitivních ekonomických nástrojů tvořených z financí zaměřených na ochranu životního prostředí (= dotace, zvýhodněné ceny energie, tzv. zelené bonusy)
- Na podpoře se podílí stát a Státní fond životního prostředí (zvýhodněné ceny energií, zelené bonusy) a Evropská unie (finanční podpora projektům na výstavbu alternativních zdrojů energie)

C. Hlediska sociální:

1. Podpora drobného podnikání a zaměstnanosti:

- Využití alternativních zdrojů energie umožňuje zapojení malovýrobců do systému zásobování energií = podpora podnikatelské činnosti (malé vodní elektrárny, větrná energie a energie z biomasy pro zásobování obcí a mikroregionů)
- Technologie a zařízení pro výrobu alternativní energie vytváří nová pracovní místa (tzv. green jobs)

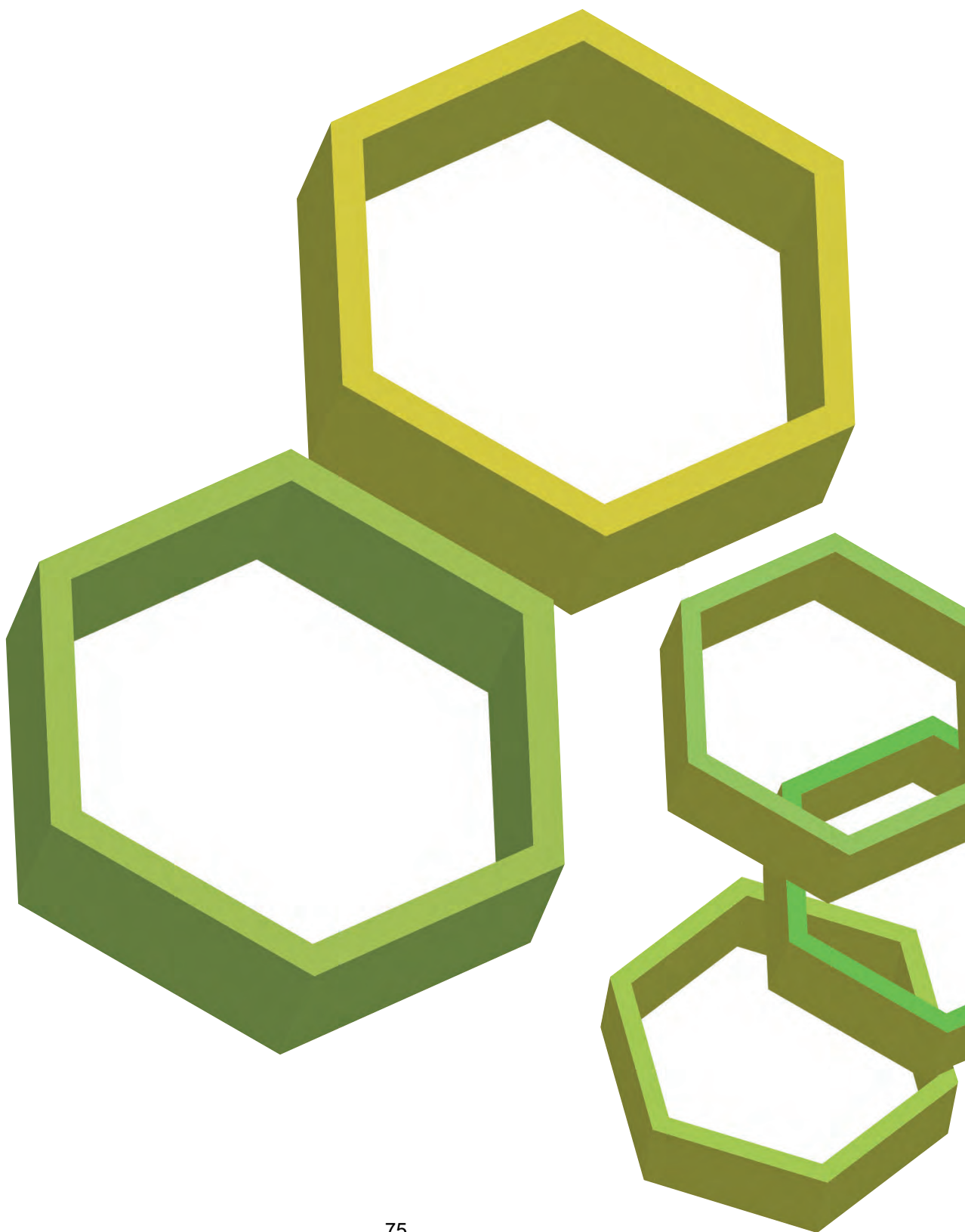
2. Omezení závislosti na velkovýrobcích a zvýšení bezpečnosti:

- Místní zdroje provozované malovýrobcí snižují závislost na energetických gigantech a příznivě působí na regulaci cen energie
- Zvyšuje se odolnost proti teroristickým útokům i možným přírodním katastrofám

3. Podpora obnovy a rozvoje venkova:

- Produkce alternativní energie (především z biomasy) často podporuje udržení zaměstnanosti venkovského obyvatelstva v místě bydliště (Jde hlavně o místa při produkci biomasy po omezení výroby zemědělských komodit). Dochází tak ke spojení dvou kladných dopadů: snížení intenzivní zemědělské produkce narušující stabilitu krajiny a podporu získávání čisté energie)

- Zřízení alternativních zdrojů energie pro zásobování obce nebo mikroregionu energií zvyšuje životní úroveň a kvalitu života obyvatelstva, zvyšuje zájem mladých o život na venkově, rozvíjí se podnikání a společenský život
4. Upevnění mezilidských vztahů:
- Společný zájem a často i společný podíl na pořízení alternativních zdrojů energie pomáhá upevňovat mezilidské vztahy, vzrůstá osobní odpovědnost obyvatel za životní prostředí a celkově se posiluje kvalita života na venkově.



9. Rozšíření užití obnovitelných zdrojů energie a energetické úspory jako jedna z cest k udržitelnému rozvoji

Lidstvo stojí před důležitou volbou: Dál zavírat oči před vzrůstajícími problémy životního prostředí způsobenými neuváženým čerpáním neobnovitelných přírodních zdrojů a zatěžovat životní prostředí stále větším množstvím škodlivin, nebo se vydat cestou rozumu, zvažování a hledání kompromisů?

Pokud vezmeme v úvahu všechna možná hlediska přístupu k další existenci a rozvoji lidstva, zjistíme, že předpokladem hospodářského růstu nemusí být stále vzrůstající spotřeba energie, ale hospodářský růst je možný i při poklesu její spotřeby. Je jen třeba zvolit cestu úspor energie a zaměřit se na využití obnovitelných a nevyčerpatelných zdrojů energie.

Samozřejmě, že otázka zajištění dostatečného množství energie bez zbytečné zátěže životního prostředí není jediným požadavkem, který v zájmu udržitelnosti musí lidstvo řešit. Je tu problém stále klesající biodiverzity, nutnost zajištění vody a potravin pro značnou část lidstva strádající jejich nedostatkem, řešení problémů zdravotních, ekonomických, sociálních i dalších.

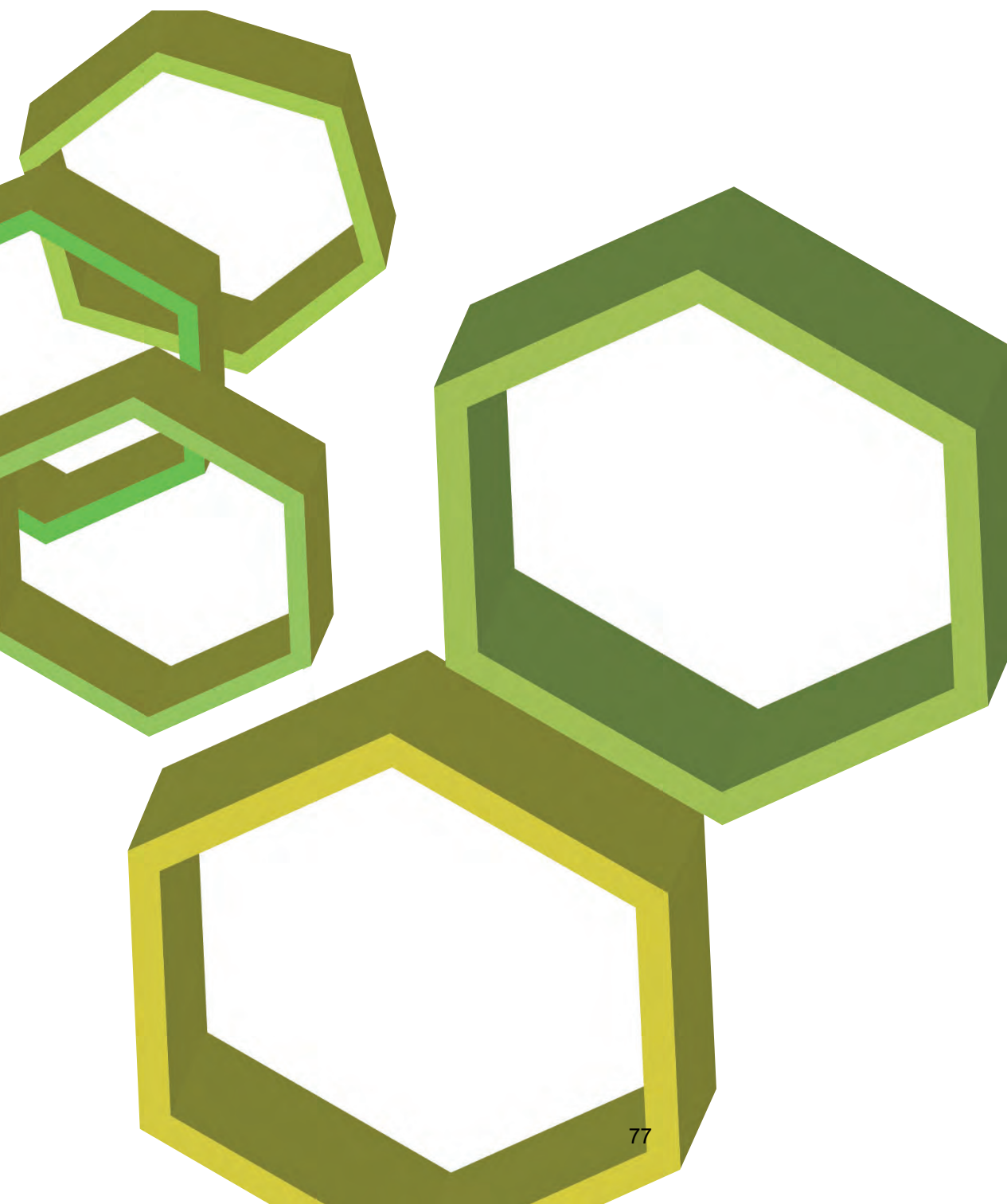
Cesta k řešení všech problémů souvisejících s udržitelností rozvoje a života bude obtížná. Vyžádá si především změny v myšlení lidí, v postojích politiků, potřebu vzdělávat se a spojit síly k řešení společných problémů souvisejících s narušeným životním prostředím a zasahujících dnes již do všech sfér lidského života a činností.

Řešení bude zpočátku velmi obtížné a vyžádá si i zvýšené ekonomické náklady na výzkum, pořízení nových technologií, a další inovace, vzdělávání, osvětu apod., v konečném důsledku však zajistí perspektivu udržení rozvoje i života a zachová budoucím generacím zdravé životní prostředí.

Je také třeba, aby se mladá generace připravila na řešení tohoto nemalého úkolu. Základem přípravy je získat dostatek informací formou vzdělávání pro udržitelnost (k němu patří i předkládané učební materiály) a ve vzdělávání pokračovat i v průběhu dalšího života.

Kontrolní otázky:

1. Jak je definován udržitelný rozvoj?
2. Které ekologické problémy přiměly lidstvo k řešení zhoršujícího se stavu ŽP a jak se změnil přístup k jejich řešení?
3. Charakterizujte tzv. pilíře udržitelného vývoje.
4. Naznačte a proveďte rozbor cest, které vedou ke snížení množství nežádoucích emisí.
5. Proveďte rozbor kladů a záporů jednotlivých OZE a naznačte jejich příspěvek k řešení problémů ekologických, ekonomických a sociálních.



LITERATURA:

- Beranovský J., Mutinger K. - Energie z biomasy, 2011; ISBN: 978-80-251-2916-6
- Bergstedt a kol. - Člověk a příroda-Energie: ISBN: 80-7238-341-8
- Červinka a kol. – Ekologie a životní prostředí, Česká geografická společnost 2005; ISBN 80- 86034-63-1
- Kubín a kol. – Proměny české energetiky – Český svaz zaměstnavatelů v energetice 2009
- Gabriel P., Čihák F., Kalandra P. - Malé vodní elektrárny, ČVUT Praha 1998, ISBN 8001018121• Gavrielová H., Sequens E - Obnovitelné zdroje energie v Českých Budějovicích, 2007
- Holata M.- Malé vodní elektrárny, Academia 2002, ISBN 8020008284
- Quashing V. - Obnovitelné zdroje energií; 2010; ISBN:978-80-247-3250-3
- Kouřba J.- Bioplynové stanice s mokřým procesem; 2008; ISBN: 978-80-87093-33-7
- Kvasničková D., Ševčík J. – Základy ekologie, Fortuna 2004; ISBN 80-7168-902-5
- Kvasničková D., Mikulová V., Plachejdomá E. . Životní prostředí, Fragment 1998; ISBN 80- 7200-286-4
- Lepil, Bednařík, Hýblová – Fyzika pro střední školy: ISBN: 978-80-7196-184-0
- Petráš D. a kol. - Obnovitelné zdroje energie pro nízkoteplotné systémy, Jaga group 2010, ISBN 9788080760755
- Sequens E. - Atlas obnovitelných zdrojů energie; 2007 ; Tintěra L. – Tepelná čerpadla, ABF, a.s. 2003, ISBN 8086165612
- Srdečný K., Truxa J. – Tepelná čerpadla, ERA 2005, ISBN 8073660318
- Žeravík A. – Stavíme tepelné čerpadlo, ELTEX 2003, ISBN 802390275X
- Strategický rámec udržitelného rozvoje České republiky – Usnesení vlády č.37/ 2010
- Zákon č. 17/1992. Sb. o životním prostředí
- Zákon č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů)
- <http://biom.cz/cz-obnovitelne-zdroje-energie>
- <http://www.cenia.cz>
- <http://www.mpo.cz>
- <http://www.ekowatt.cz/cz/sluzby/rizeni-energetickych-uspor>
- <http://cs.wikipedia.org/wiki/Biomasa>, Fosilní paliva
- <http://www.energetika.cz/index.php?id=169>
- <http://www.elektrarny.xf.cz/index1.php>
- www.tzb-info.cz
- www.calla.cz

V rámci projektu Zelený most mezi školou a praxí - environmentální vzdělávací moduly pro trvale udržitelný rozvoj, reg. č. CZ.1.07/1.1.00/14.0153 vznikl soubor sedmi učebnic, které poskytují ucelený pohled na současné možnosti využívání obnovitelných zdrojů energie a způsobů, jak šetřit energiemi.

Učebnice jsou určeny studentům středních a vyšších odborných škol a dále všem zájemcům o studium energetiky, stavebnictví a udržitelnosti rozvoje lidstva.



1. Význam, přehled a celkové využití energetických zdrojů

- Kategorizace energetických zdrojů
- Charakteristika obnovitelných zdrojů
- Výhody a nevýhody užití obnovitelných zdrojů
- Energetické úspory
- Udržitelný rozvoj



2. Biomasa pro energii

- Biomasa a její produkce
- Energetické rostliny a další druhy biomasy
- Zpracování biomasy pro energetické využití
- Energetické využití biomasy
- Biotechnologické využití biomasy
- Využití bioodpadů



3. Solární energie

- Význam a využití solární energie
- Solární kolektory a solární systémy
- Fotovoltaické systémy



4. Tepelná čerpadla

- Význam a využití energie akumulované v prostředí
- Tepelná čerpadla – druhy, princip činnosti, užití



5. Úspora energie ve stavebnictví

- Materiály
- Snižování energetické náročnosti
- Úspora energie ve stavebnictví
- Ekologicky šetrné stavby



6. Větrná energie

- Význam a využití větrné energie
- Větrné elektrárny
- Podmínky pro stavbu větrných elektráren



7. Vodní energie

- Význam a využití vodních zdrojů energie
- Vodní turbíny a motory
- Montáž turbín
- Vodní elektrárny

BIOMASA PRO ENERGII

Výsledky vzdělávání	Učivo
Žák: - kategorizuje energetické zdroje, objasní význam a perspektivy využívání obnovitelných zdrojů energie - vyjmenuje a stručně charakterizuje všechny druhy obnovitelných a nevyčerpatelných zdrojů energie: slunce, voda, vítr, zdroje živé přírody - biomasa, energie akumulovaná v prostředí, hlubinné geotermální zdroje apod. - vysvětlí obecné výhody a nevýhody využívání obnovitelných zdrojů energie pro udržitelný rozvoj - zdůvodní význam energetických úspor ve vztahu k udržitelnému rozvoji, tj. k ochraně prostředí i k hospodářskému a sociálnímu rozvoji a objasní význam hledání nových energetických zdrojů	1. Význam a přehled využití obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů - rozdíl mezi neobnovitelnými, nevyčerpatelnými a obnovitelnými přírodními zdroji - přehled obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů - vztah energetiky k řešení současných globálních a regionálních problémů
- vysvětlí proces vytváření biomasy za různých podmínek a tok energie v trofických vztazích - vysvětlí význam, možnosti a obecné podmínky pro nepotravinářské využití fytomasy (např. v energetice, stavebnictví) a organických zbytků (vedlejších produktů, odpadů) jako alternativního zdroje energie - uvede podíl biomasy ve využití ze všech energetických zdrojů zejména u nás, ale i ve světě	2. Biomasa a její produkce - fytomasa jako primární produkce různých ekosystémů (různý podíl dodatkové energie) - nepotravinářská fytomasa, její produkce a využívání (agro, lesní a jiné ekosystémy) - energie v biologických zbytcích a odpadech (zemědělství, potravinářství, lesnictví, komunální sféra, další odvětví)
- uvede hlavní druhy pěstovaných energetických rostlin (dřeviny, byliny a řasy) a jejich biologickou a energetickou charakteristiku - objasní technologii pěstování hlavních druhů energetických rostlin	3. Energetické rostliny - druhy rostlin - způsoby pěstování - možnosti využití
- uvede příklady využití polních plodin pro energetické účely - zhodnotí význam rozptýlené zeleně v krajině, vyjmenuje a pozná hlavní druhy rostlin - uvede možnosti využití zbytkové biomasy	4. Další biomasa využitelná jako zdroj energie - polní plodiny - rozptýlená zeleň v krajině - zbytková biomasa v krajině

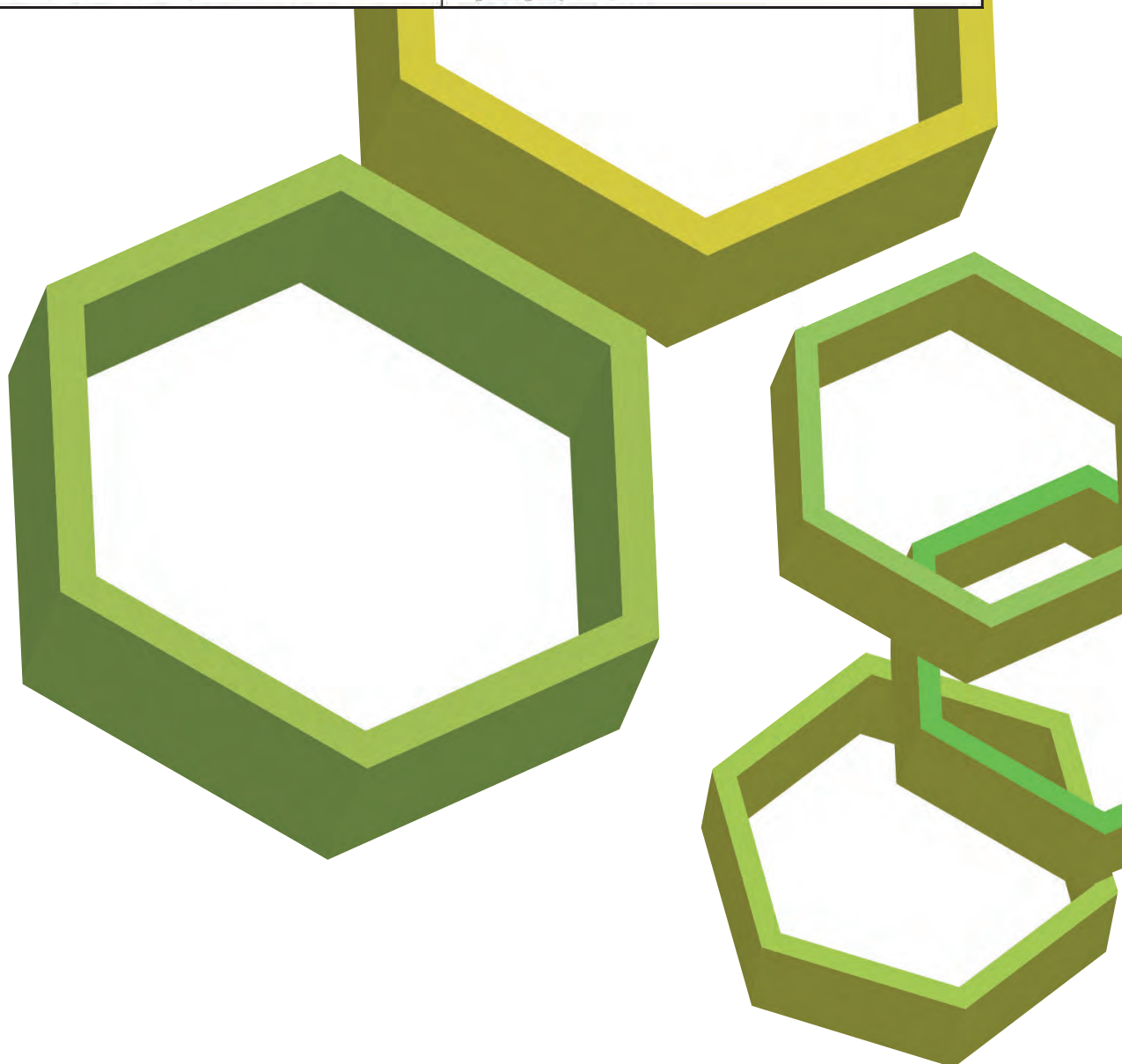
(lesy, sady, stromořadí, porost kolem vodotečí apod.) - vyhledá a hodnotí potenciál biomasy z vedlejších zemědělských produktů - popíše způsoby využití dřevní hmoty po lesní těžbě - odhadne potenciál biomasy z lesa - objasní způsoby zpracování dřevní hmoty pro využití ke spalování (dřevní štěpka, dřevěné brikety, dřevěné pelety) - zhodnotí využitelnost těžebního odpadu pro energetické účely	- využívání vedlejších produktů ze zemědělství a potravinářství - lesní biomasa - dřevní hmota po lesní těžbě a její zpracování
- popíše přípravu pro energetické využití rostlin - uvede a popíše stroje a zařízení používané pro pěstování, sklizeň a zpracování pro využití energetických rostlin (např. sklízecí mechanizmy, sušárny apod.) - objasní možnosti logistiky pro energetiku	5. Zpracování biomasy pro energetické využití a její distribuce - stroje a zařízení pro pěstování, sklizeň, úpravy a dopravu biomasy - ekonomické, ekologické a bezpečnostní aspekty využívání biomasy
- popíše výrobu tepla z biomasy ve velkých i malých provozech - popíše výrobu elektřiny z biomasy - vysvětlí principy kogenerace (společné výroby tepla a elektřiny) - porovná výrobu tepla a společnou výrobu elektrické energie a tepla z ekonomického i technického hlediska - zhodnotí význam malých decentralizovaných komunálních energetických zdrojů - vysvětlí klasickou technologii výroby dřevoplynu	6. Energetické využití biomasy - výroba tepla - výroba elektřiny - nové vývojové trendy - znovuobjevený dřevní plyn
- vysvětlí princip tvorby bioplynu - vyjmenuje zdroje biomasy vhodné pro výrobu bioplynu (zemědělství, potravinářství, komunální odpad) - popíše technická zařízení používaná k výrobě bioplynu - vysvětlí možnosti využití digestátů (kapalný podíl) z bioplynových stanic - vyjmenuje způsoby a možnosti využití bioplynu - uvede vliv zušlechťování bioplynu na kvalitu zemního plynu z bioplynových stanic	7. Biotechnologické využití biomasy - bioplyn - pyrolýzní plyn

- nízkoteplotní depolymerizace (základ pro výrobu kapalných motorových paliv II. generace) - vysvětlí princip výroby a využití pyrolýzního plynu	
- popíše technologii kompostování, uvede způsoby využití kompostu - charakterizuje zpracování a využití biologicky rozložitelného komunálního odpadu - charakterizuje zpracování a využití čistírenských kalů	8. Využití bioodpadů - kompostování - biologicky rozložitelný komunální odpad - čistírenské kalý
- vysvětlí principy chemických procesů (fermentační procesy, esterifikace, depolymerizace, pyrolýza, krakování) - uvede suroviny, popíše způsob výroby bionafty - uvede suroviny, popíše způsob výroby bioetanolu - uvede další kapalná biopaliva (např. butanol)	9. Využití dalších chemických procesů pro zpracování biomasy - bionafta - bioetanol
- analyzuje potřeby pěstování a využívání biomasy na regionální i celostátní úrovni ve vztahu k ekonomickým a sociálním aspektům - prakticky hodnotí možnosti získávání a využívání biomasy v okolní krajině - komunikuje se zemědělci, vlastníky pozemků, občany a s místní samosprávou, zajišťuje osvětu - vyjmenuje předpisy a možnosti podpory ze strany státu vztahující se k pěstování a využívání biomasy - využívá a řídí se právními předpisy - zná a dodržuje předpisy a zásady BOZP	10. Podpora a osvěta pro využívání biomasy - propagace - právní předpisy - předpisy BOZP

SOLÁRNÍ ENERGIE

Výsledky vzdělávání	Učivo
Žák: - kategorizuje energetické zdroje, objasní význam a perspektivy využívání obnovitelných zdrojů energie - vyjmenuje a stručně charakterizuje všechny druhy obnovitelných a nevyčerpatelných zdrojů energie: slunce, voda, vítr, zdroje živé přírody - biomasa, energie akumulovaná v prostředí, hlubinné geotermální zdroje apod. - vysvětlí obecné výhody a nevýhody využívání obnovitelných zdrojů energie pro udržitelný rozvoj - zdůvodní význam energetických úspor ve vztahu k udržitelnému rozvoji, tj. k ochraně prostředí i k hospodářskému a sociálnímu rozvoji a objasní význam hledání nových energetických zdrojů	1. Význam a přehled využití obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů - rozdíl mezi neobnovitelnými, nevyčerpatelnými a obnovitelnými přírodními zdroji - přehled obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů - vztah energetiky k řešení současných globálních a regionálních problémů
- vysvětlí význam, možnosti a obecné podmínky pro využití slunce jako zdroje energie a její podíl ze všech energetických zdrojů zejména u nás, ale i ve světě - stručně popíše i historický vývoj využití solární energie - uvede možnosti pasivního využívání solární energie včetně praktických příkladů	2. Význam a využití sluneční energie - solární architektura
- čte a používá technickou a schvalovací dokumentaci obsaženou hlavně v normách - používá základní pojmy a vztahy v elektrotechnice - měří elektrické a neelektrické veličiny a vyhotovuje záznamy - volí správné pracovní postupy a technické prostředky při instalaci - montuje a zapojuje systémy - diagnostikuje poruchy - udržuje a opravuje systémy - popíše princip akumulace energie v solárních kolektorech a systémech	3. Solární kolektory a solární systémy - technická dokumentace - druhy kolektorů - montáž systémů - opravy, údržba a diagnostikování - způsoby akumulace energie
- čte a používá technickou a schvalovací	4. Fotovoltaické systémy

dokumentaci obsaženou hlavně v normách - používá základní pojmy a vztahy v elektrotechnice - měří elektrické a neelektrické veličiny a vyhotovuje záznamy - volí správné pracovní postupy a technické prostředky při instalaci - montuje a zapojuje systémy - diagnostikuje poruchy - udržuje a opravuje systémy - popíše princip akumulace energie ve fotovoltaických systémech	- technická dokumentace - druhy panelů - montáž systémů - opravy, údržba a diagnostikování - způsoby akumulace energie
- využívá informace o solární energii k její propagaci v jednání s veřejnou správou a veřejností - řídí se právními předpisy - zná a dodržuje předpisy a zásady BOZP	5. Podpora a osvěta pro různé způsoby využívání solární energie - propagace - právní předpisy - předpisy BOZP



TEPELNÁ ČERPADLA

Výsledky vzdělávání	Učivo
- kategorizuje energetické zdroje, objasní význam a perspektivy využívání obnovitelných zdrojů energie - vyjmenuje a stručně charakterizuje všechny druhy obnovitelných a nevyčerpatelných zdrojů energie: slunce, voda, vítr, zdroje živé přírody - biomasa, energie akumulovaná v prostředí, hlubinné geotermální zdroje apod. - vysvětlí obecné výhody a nevýhody využívání obnovitelných zdrojů energie pro udržitelný rozvoj - zdůvodní význam energetických úspor ve vztahu k udržitelnému rozvoji, tj. k ochraně prostředí i k hospodářskému a sociálnímu rozvoji a objasní význam hledání nových energetických zdrojů	1. Význam a přehled využití obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů - rozdíl mezi neobnovitelnými, nevyčerpatelnými a obnovitelnými přírodními zdroji - přehled obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů - vztah energetiky k řešení současných globálních a regionálních problémů
- vysvětlí akumulaci energie v prostředí z dostupných zdrojů - uvede příklady a možnosti využívání energie akumulované v prostředí (v domácnostech, průmyslu, zemědělství, dopravě)	2. Význam a využití energie akumulované v prostředí - princip akumulace energie
- čte a používá technickou a schvalovací dokumentaci a normy - používá základní pojmy a vztahy v elektrotechnice - měří elektrické a neelektrické veličiny a vyhotovuje záznamy - volí správné pracovní postupy a technické prostředky při instalaci - montuje a zapojuje systémy - obsluhuje a udržuje v chodu tepelná čerpadla - diagnostikuje poruchy - opravuje systémy	3. Tepelná čerpadla - technická dokumentace - systémy tepelných čerpadel - montáž systémů - diagnostikování, opravy a údržba
- využívá informace o tepelných čerpadlech k jejich propagaci v jednání s veřejnou správou a veřejností - řídí se právními předpisy - zná a dodržuje předpisy a zásady BOZP	4. Podpora a osvěta pro využívání tepelných čerpadel - propagace - právní předpisy - předpisy BOZP

ÚSPORA ENERGIE VE STAVEBNICTVÍ

Výsledky vzdělávání	Učivo
Žák: - kategorizuje energetické zdroje, objasní význam a perspektivy využívání obnovitelných zdrojů energie - vyjmenuje a stručně charakterizuje všechny druhy obnovitelných a nevyčerpatelných zdrojů energie: slunce, voda, vítr, zdroje živé přírody - biomasa, energie akumulovaná v prostředí, hlubinné geotermální zdroje apod. - vysvětlí obecné výhody a nevýhody využívání obnovitelných zdrojů energie pro udržitelný rozvoj - zdůvodní význam energetických úspor ve vztahu k udržitelnému rozvoji, tj. k ochraně prostředí i k hospodářskému a sociálnímu rozvoji a objasní význam hledání nových energetických zdrojů	1. Význam a přehled využití obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů - rozdíl mezi neobnovitelnými, nevyčerpatelnými a obnovitelnými přírodními zdroji - přehled obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů - vztah energetiky k řešení současných globálních a regionálních problémů
- orientuje se v tepelně izolačních stavebních materiálech a porovná jejich vlastnosti - zvolí vhodný typ materiálu pro jednotlivé konstrukce - sleduje a hodnotí z různých hledisek nové možnosti využívání energeticky vhodných stavebních materiálů	2. Materiály - přehled a vlastnosti tepelně izolačních materiálů - volba materiálu
- vysvětlí význam snižování energie z ekonomických a ekologických hledisek - uvede příklady snižování energetické náročnosti domácností, finančně je zhodnotí - uvede základní principy pasivního využívání solární energie pro energetické úspory včetně konkrétních příkladů - uvede příklady snižování energetické náročnosti v průmyslových a zemědělských provozech ze stavebního hlediska	3. Snižování energetické náročnosti průmyslových provozů a domácností - význam - ekonomické a ekologické aspekty
- vysvětlí význam zateplování budov, zdůvodní ho z hledisek ekologických a ekonomických - charakterizuje zásady pro rekonstrukci budov z hledisek energetických úspor	4. Úspora energie ve stavebnictví - zateplování budov - rekonstrukce budov - nízkoenergetické domy

a objasní význam dodatečné izolace ve všech souvislostech (úspora, ochrana konstrukcí, apod.) - zvolí způsob zateplení podle účelu jednotlivých konstrukcí - vysvětlí a dodržuje technologické postupy při jednotlivých způsobech zateplení - vysvětlí principy a odlišnosti mezi způsobem výstavby nízkoenergetických a pasivních domů a úsporami při provozu objektů - provádí práce spojené s výstavbou nízkoenergetických a pasivních domů	- pasivní domy
- zhodnotí význam dřevěných staveb z hlediska energetického, ekonomického a sociálního i vzhledem k umístění v krajině k podmínkám prostředí	5. Ekologicky šetrné stavby - dřevostavby
- orientuje se v předpisech týkajících se energetických úspor souvisejících se stavebnictvím - vysvětlí roli stavebních úřadů - uvede účastníky investiční výstavby - zpracuje žádost na stavební úřad pro ohlášení stavby nebo stavební povolení	6. Legislativa - právní předpisy (Stavební zákon č.183/2006Sb., ve znění pozdějších předpisů) - přímí a nepřímí účastníci investiční výstavby
- využívá informace o energetických úsporách spojených se stavebnictvím k propagaci a k jednání s veřejnou správou a s veřejností - zná a dodržuje předpisy a zásady BOZP	7. Podpora a osvěta pro energetické úspory spojené se stavebnictvím - propagace - předpisy BOZP

VĚTRNÁ ENERGIE

Výsledky vzdělávání	Učivo
Žák: - kategorizuje energetické zdroje, objasní význam a perspektivy využívání obnovitelných zdrojů energie - vyjmenuje a stručně charakterizuje všechny druhy obnovitelných a nevyčerpatelných zdrojů energie: slunce, voda, vítr, zdroje živé přírody - biomasa, energie akumulovaná v prostředí, hlubinné geotermální zdroje apod. - vysvětlí obecné výhody a nevýhody využívání obnovitelných zdrojů energie pro udržitelný rozvoj - zdůvodní význam energetických úspor ve vztahu k udržitelnému rozvoji, tj. k ochraně prostředí i k hospodářskému a sociálnímu rozvoji a objasní význam hledání nových energetických zdrojů	1. Význam a přehled využití obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů - rozdíl mezi neobnovitelnými, nevyčerpatelnými a obnovitelnými přírodními zdroji - přehled obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů - vztah energetiky k řešení současných globálních a regionálních problémů
- vysvětlí význam, možnosti a obecné podmínky pro využití větrného zdroje energie a její podíl ze všech energetických zdrojů zejména u nás, ale i ve světě - stručně popíše i historický vývoj využití větrné energie	2. Význam a využití větrné energie - přehled a podmínky pro využití větrné energie
- vysvětlí princip různých typů VTE, jejich funkce a vlastnosti - charakterizuje podmínky vhodné pro stavbu VTE (přírodní, technické, ekonomické a environmentální) - charakterizuje provoz a podmínky provozu větrné elektrárny včetně jejího výkonu a výroby ve vztahu k provozním podmínkám a efektivitě - provádí montážní práce	3. Větrné elektrárny (VTE) - typy větrných elektráren - podmínky pro stavbu a provoz VTE
- využívá informace o větrné energii k její propagaci v jednání s veřejnou správou a veřejností - řídí se právními předpisy - zná a dodržuje předpisy a zásady BOZP	4. Podpora a osvěta pro využívání větrné energie - propagace - právní předpisy - předpisy BOZP

VODNÍ ENERGIE

Výsledky vzdělávání	Učivo
Žák: - kategorizuje energetické zdroje, objasní význam a perspektivy využívání obnovitelných zdrojů energie - vyjmenuje a stručně charakterizuje všechny druhy obnovitelných a nevyčerpatelných zdrojů energie: slunce, voda, vítr, zdroje živé přírody - biomasa, energie akumulovaná v prostředí, hlubinné geotermální zdroje apod. - vysvětlí obecné výhody a nevýhody využívání obnovitelných zdrojů energie pro udržitelný rozvoj - zdůvodní význam energetických úspor ve vztahu k udržitelnému rozvoji, tj. k ochraně prostředí i k hospodářskému a sociálnímu rozvoji a objasní význam hledání nových energetických zdrojů	1. Význam a přehled využití obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů - rozdíl mezi neobnovitelnými, nevyčerpatelnými a obnovitelnými přírodními zdroji - přehled obnovitelných a nevyčerpatelných energetických zdrojů - vztah energetiky k řešení současných globálních a regionálních problémů
- vysvětlí význam, možnosti a obecné podmínky pro využití energie z vodních zdrojů a jejich podíl ze všech energetických zdrojů zejména u nás, ale i ve světě - stručně popíše i historický vývoj využití vodních zdrojů energie - hodnotí perspektivy využívání vodní energie i nové možnosti využívání (moře)	2. Význam a využití vodních zdrojů energie - přehled a podmínky pro využití energie z vodních zdrojů
- vysvětlí princip funkce a možnosti využití různých typů vodních turbín a vodních motorů	3. Vodní turbíny a motory - funkce a využití
- popíše přípravu stanoviště pro montáž - vysvětlí postup sestavování jednotlivých dílů - vysvětlí průběh a zásady montáže turbíny - orientuje se v technických podkladech - charakterizuje způsoby vyhledávání různých druhů závad - vysvětlí sestavení technologie oprav - objasní důvod provádění údržbářských, inspekčních a opravárenských prací na strojních součástech	4. Montáž turbín - příprava stanoviště - montáž turbín - závady a jejich vyhledávání - opravy a opravárenské práce - údržba - evidence dat

- charakterizuje způsob ošetřování a údržbu příslušného vybavení a strojů - eviduje technická data o průběhu a výsledcích práce	
- vysvětlí princip funkce vodních elektráren - charakterizuje přírodní podmínky vhodné pro stavbu vodní elektrárny - uvede optimální parametry/ukazatele (včetně ekonomických, ekologických, hygienických, bezpečnostních atd.) vhodné pro stavbu vodní elektrárny - charakterizuje provoz a podmínky provozu vodní elektrárny včetně jejího výkonu a výroby ve vztahu k provozním podmínkám a efektivitě vodní elektrárny - vypočítá dle zadání výkon a výrobu vodní elektrárny - provádí montážní práce - charakterizuje vztah vodních elektráren k ochraně organismů - popíše význam MVE z ekologického hlediska zejména ve vztahu k ochraně organismů	5. Vodní elektrárny - vodní elektrárny s výkonem nad 10 MWh - vodní elektrárny s výkonem do 10 MWh (MVE)
- využívá informace o vodní energii k její propagaci v jednání s veřejnou správou a veřejností - řídí se právními předpisy - zná a dodržuje předpisy a zásady BOZP	6. Podpora a osvěta pro využívání vodní energie - propagace - právní předpisy - předpisy BOZP

POZNÁMKY:

POZNÁMKY:

POZNÁMKY:

POZNÁMKY:



Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky