

Netradiční (nekonvenční, alternativní) zdroje energie

Netradičními nebo také nekonvenčními zdroji energie se rozumějí takové energetické zdroje, které v nedávné minulosti nebyly využívány buď vůbec, nebo jen v malé míře. Přitom mohlo jejich užívání mít v historii větší význam, ale později byly vytlačeny zdroji jinými.

Pod termínem alternativní zdroje energie se rozumějí jiné zdroje energie, než energie získaná z fosilních paliv nebo energie jaderná.

VYUŽITÍ TEPELNÉ ENERGIE SLUNCE

Zdroj tepelné energie Slunce

Uprostřed Slunce probíhá termonukleární reakce, při které se mění vodík v helium. Uvolňuje se tepelná energie o vysokém potenciálu. Tato energie opouští Slunce ve formě záření, takže množství tepla v jádru Slunce zůstává konstantní (asi $8 \cdot 10^{15} \text{ J} \cdot \text{m}^{-3}$).

Teplota uvnitř Slunce je 13 000 000 K, tlak 20 miliard MPa, hustota $100\,000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ($100 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$). Výkon slunečního záření je asi $7,6 \cdot 10^{23} \text{ kW}$. Hustota zářivého toku na povrchu Slunce je asi $60\,000 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$. Celková zásoba tepla v jádru Slunce je asi $3 \cdot 10^{41} \text{ J}$.

Sluneční energie na Zemi

Tepelná energie ze Slunce dopadá na Zemi převážně jako světlo. Výkon slunečního záření dopadajícího na Zemi je asi $3,8 \cdot 10^{14} \text{ kW}$. Hustota zářivého toku přicházejícího do atmosféry je asi $1,4 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$, ale průchodem atmosférou se zmenšuje.

Sluneční energie dopadající na Zem se projevuje

- zahříváním zemského povrchu
- kinetickou energií mořských proudů
- kinetickou energií v atmosféře
- potenciální energií oblaků a vodních toků (koloběh vody v přírodě)
- chemickou energií biosféry.

Přednosti sluneční energie spočívají v tom, že

- je rovnoměrně rozdělena po celé planetě Zemi
- mnohokrát převyšuje potřebu civilizace (pro rok 2000 se předpokládá potřebný světový příkon $3,67 \cdot 10^{10} \text{ kW}$)
- je ve smyslu prvotního získání zadarmo
- je „čistá“, tj. není spojena s produkcí škodlivých zplodin, radioaktivním odpadem a odpadovým teplem
- je prakticky nevyčerpatelná (množství vodíku v nitru Slunce stačí na asi 15 miliard let).

Nedostatky sluneční energie spočívají v tom, že

- je příliš zředěná; tato skutečnost je vyvážena rovnoměrností rozdělení sluneční energie; místo koncentrované výroby spojené s nákladným rozvodem, jak je tomu např. u současných elektráren, je možno zdroje decentralizovat
- Slunce nesvítí v noci; noční spotřebu bude v budoucnu možno krýt z vhodně umístěných družicových elektráren
- sluneční energii nelze akumulovat; v současné době se sluneční teplo akumuluje ve vodních nádržích; perspektivní je rozklad vody pomocí sluneční energie na vodík a kyslík
- účinnost přeměny sluneční energie na jiné formy je malá.; zvýšení účinnosti je otázkou technického vývoje
- výrobní cena jednotky sluneční energie je vyšší než cena energie získané jinými způsoby; opět se jedná o otázku technického vývoje; kromě toho není cena vyrobené jednotky výkonu jediným kritériem vhodnosti použití určitého druhu energie.

Přeměna slunečního záření na tepelnou energii

K přeměně slunečního záření na teplo slouží sběrače slunečního záření (kolektory). V podstatě to jsou výměníky tepla. Sluneční záření se v nich zachycuje, případně koncentruje, a ohřívá pracovní látku (voda, olej, vzduch atd.).

Podle konstrukce a dosahovaného stupně koncentrace mohou být sběrače

- rovinné
- fokusační - válcové
- parabolické.

Rovinné sběrače

Rovinné sběrače jsou bez koncentrace. Dosahují teplot pracovní látky 60 až 200 °C a pracují s účinností 30 až 50 %.

Jako absorber rovinných sběračů může sloužit

- kovová deska opatřená vhodnou absorbující vrstvou, ke které jsou uchyceny trubky s pracovní látkou
- soustava trubek opatřených absorbující vrstvou
- soustava průhledných trubek, kterými protéká tmavě zbarvená pracovní látka absorbující záření.

Ideální absorbní povrchová vrstva je selektivní. To znamená, že dobře pohlcuje sluneční záření o vlnové délce 0,35 až 3 mikrometry, vstupující do absorberu, ale má minimální vyzařovací schopnost, tedy maximální odrazivost, pro tepelné záření o vlnové délce 3 až 30 mikrometru. Proto dobře propouští sluneční záření dovnitř, ale tepelné záření vycházející z absorberu odráží zpět.

Rovinné sběrače jsou pro zvýšení účinnosti kryty skleněnou deskou. Uvnitř pak dochází k tzv. skleníkovému efektu, protože sklo nepropouští infračervené (tepelné) záření ven.

Ostatní, nefunkční, strany sběrače musí být dobře tepelně izolovány.

Výhody rovinných sběračů jsou:

- jednoduchá konstrukce a nízká cena
- využívají i rozptýleného světla bez přímého oslunění
- nevyžadují otáčení podle polohy Slunce.

Nevýhoda je v nižším výkonu a nižší účinnosti.

Rovinné sběrače se používají zejména pro ohřev užitkové vody.

Fokusační sběrače

Fokusační sběrače koncentrují zachycené záření do absorberu. Ke koncentraci se užívají zpravidla zrcadla.

Čočky se pro velkou váhu užívají méně. Hustota toku záření se tak zvětšuje v poměru velikosti odrazné plochy zrcadla nebo plochy čočky ku velikosti pohlcující plochy absorberu. Tento poměr bývá od 1,5 do 10 000.

Zrcadlové sběrače užívají zrcadel válcových, které mohou mít tvar části kruhového nebo parabolického válce, nebo parabolických, které mají tvar rotačního paraboloidu.

Válcové zrcadlové fokusační sběrače dosahují teplot pracovní látky 250 až 700 °C a pracují s účinností 50 až 70 %. Parabolické zrcadlové fokusační sběrače dosahují teplot pracovní látky 650 až 4000 °C a pracují s účinností 60 až 75 %. Podle své velikosti a konstrukce mohou být zhotoveny vcelku nebo složeny z montážních částí. Materiálem zrcadel je sklo nebo plasty opatřené hliníkovou odrazivou vrstvou, vytvořenou vakuovým pokovováním. Skleněné sběrače jsou podstatně těžší.

Nosná konstrukce fokusačních sběračů musí zajistit jejich otáčení podle polohy Slunce.

Fokusační sběrače se používají pro dosažení vysokých teplot, například pro výrobu páry. Užívají se také jako tavicí pece.

Přeměna slunečního záření na elektrickou energii

Sluneční záření se přeměňuje na elektrickou energii ve fotovoltaických (solárních) elektrárnách, složených z fotovoltaických (solárních) panelů.

Fotovoltaika je elektrotechnický obor zabývající se procesem přímé přeměny světla na elektrickou energii.

Název je odvozen od slova foto (světlo) a volt (jednotka elektrického napětí). Proces přeměny probíhá ve fotovoltaickém článku. Funkce fotovoltaického článku je založena na aplikaci fotoelektrického jevu, při němž dopadem fotonů (částic světla) na polovodičový P-N přechod dochází k uvolňování a hromadění volných elektronů. Fotovoltaický článek vzniká doplněním P-N přechodu dvěma elektrodami (anodou a katodou).

Fotovoltaické panely složené z fotovoltaických článků mění dopadající sluneční záření na stejnosměrný proud.

Proto jsou připojeny na tzv. střídače (měniče, investory), které přeměňují stejnosměrný proud na střídavý. Ten je pak u malých lokálních elektráren veden přímo ke spotřebičům, u velkých elektráren do veřejné rozvodné sítě.

Solární panely vyrábí elektrickou energii ze slunečního záření i při zatažené obloze. Produkce energie je však v těchto případech nižší.

VYUŽITÍ ENERGIE VĚTRU

Vznik větru

Větrek se rozumí pohyb vzduchu způsobený jeho rozdílnou hustotou v různých místech atmosféry v důsledku jeho rozdílné teploty. Vzduch se ohřívá od zemského povrchu, na který dopadá sluneční záření. V podstatě má tedy také energie větru svůj původ v energii Slunce.

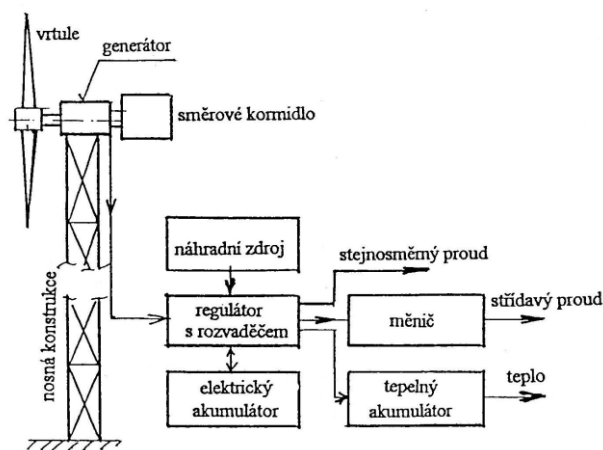
Historie

V historii se energie větru využívalo k pohonu lodí, mlýnů, zavlažovacích a dalších zařízení. Později se ve významnější míře energie větru transformovala na elektrickou v malých větrných elektrárnách, používaných v odlehlých oblastech některých zemí (například USA). Rozvoj elektrifikace jejich provoz ukončil. V současné době se využití větrné energie opět stává aktuálním a to zejména pro výrobu elektrického proudu ve větších výkonových jednotkách.

Celková energie pohybu vzduchu na Zemi je obrovská. Není však na povrchu Země rozdělena rovnoměrně a v daném místě zpravidla není stálá. Účelné je instalování větrných elektráren například v přímořských oblastech Dánska, kde je proudění vzduchu poměrně stálé a intenzivní.

Konstrukce

Funkční schéma větrné elektrárny



Nosným zařízením elektrárny je věž, na které je umístěn generátor elektrického proudu s vrtulí a příslušenstvím.

Generátor elektrického proudu může být stejnosměrný nebo střídavý. Na obrázku je znázorněna první varianta. Regulátor upravuje napětí vyrobeného elektrického proudu. Rozvaděč řídí výstup vyrobeného proudu k dalšímu užití a propojuje vlastní systém větrné elektrárny s náhradním zdrojem. Měnič slouží změně stejnosměrného proudu na střídavý, potřebný pro pohon běžných spotřebičů. Standardní částí systému je elektrický akumulátor zajišťující dodávku energie pro kratší období bezvětrí. Pro případ dlouhodobého bezvětrí je k větrné elektrárně připojen náhradní

zdroj energie, kterým je zpravidla elektrický generátor se spalovacím motorem.

Ve vývoji jsou další způsoby akumulace vyrobené elektrické energie v době její menší spotřeby. Je to

- přečerpávání vody do výše položených akumulčních nádrží, přičemž by náhradním zdrojem mechanické energie byla vodní turbina
- stlačování vzduchu do vhodných prostorů, např. nepoužívaných důlních šachet, přičemž by náhradním zdrojem mechanické energie byly expanzní turbíny
- akumulace mechanické energie pomocí velkých setrvačníků
- akumulace chemické energie elektrolýzou vody
- akumulace tepelné energie; tento způsob se již ve větší míře používá.

V případě použití střídavého generátoru by součástí systému nebyl měnič, ale naopak usměrňovač proudu.

Výkon a účinnost

Pro maximální dosažitelný výkon větrného motoru je z teorie o působení proudu tekutiny na pohybující se desku možno odvodit výraz

$$P_{\max} = 0,08 \cdot \rho \cdot v^3 \cdot D^2$$

kde ρ je hustota vzduchu

v je rychlost větru

D je průměr kružnice opsané vnějším okrajům vrtule.

Tento výkon odpovídá 59 % výkonu proudu vzduchu procházejícího kruhem průměru D rychlostí v .

Protože účinnost vrtule může být až 75 % a účinnost poháněného elektrického generátoru je také asi 75 %, je celková účinnost systému

$$\eta_c = 0,59 \cdot 0,75 \cdot 0,75 = 0,33$$

V současné době se vyrábějí větrné generátory o výkonu několika stovek W, užívané pro domácnosti, až několika MW, které jsou zapojeny jako součást celé rozvodné sítě.

Investiční náklady přepočtené na jednotku získaného výkonu jsou v současné době srovnatelné s náklady na výstavbu tepelné elektrárny se spalováním uhlí, vybavené dokonalým zařízením pro odstranění škodlivých zplodin.

VYUŽITÍ ENERGIE OCEÁNŮ

Světové oceány představují ohromnou hmotu, která je v neustálém pohybu a která má v různých místech různou teplotu. Proto je možno energii oceánů z hlediska jejího využití rozdělit na

- kinetickou
- tepelnou.

Využití kinetické energie oceánů

Pohyb vodních mas je možno z hlediska jeho směru rozložit na

- vertikální, tj. výškové změny polohy hladiny neboli vlnění
- horizontální, tj. proudění.

Energie vlnění se využívá v plovoucích, ponořených nebo přibojových elektrárnách. Zpravidla je mechanická energie pohybující některou částí elektrárny měněna na elektrickou.

Energii proudění vody v oceánech je možno podle jejího původu rozlišit ve dvou podobách:

- energie mořských proudů
- energie slapová, tj. střídání přílivu a odlivu.

Využití energie mořských proudů je zatím ve vývoji. Předpokládá stavbu obřích vodních turbin o průměru lopatek oběžného kola asi 170 m. V takovém zařízení by například bylo možno získat z jednoho m² průtočné plochy Gofského proudu asi 0,8 kW elektrického výkonu.

Slapové elektrárny se staví na mořském pobřeží. Využívají výškové změny hladiny při přílivu a odlivu, která bývá 6 až 10 m, ale může být i 20 m (například v Novém Skotsku v Severní Americe). Ve hrázi, která odděluje část moře, jsou uloženy vodní turbíny, kterými při přílivu a odlivu protéká voda.

Využití tepelné energie oceánů

Povrchové vrstvy oceánů jsou ohromnými sběrači (kolektory) a akumulátory tepelné energie přicházející jako záření Slunce. Přitom se teplota vody na povrchu a v hloubce liší až o 22 °C.

Z uvedených skutečností vyplývá, že teplo akumulované ve vodě oceánů představuje ohromné množství energie o nízkém potenciálu. K vlastnímu využití slouží tepelné motory, jejichž princip činnosti je naznačen na obrázku. Pracovní látka s nízkou teplotou vypařování (čpavek, kysličník siřičitý, propan, butan, etan) se ve výparníku zahřívá vodou přiváděnou potrubím od hladiny. Mění se v páru, jejíž tepelná energie se v turbině mění na mechanickou. V kondenzátoru se pára chladí vodou přiváděnou potrubím z hloubky asi 5 km.

Pro ilustraci jsou uvedeny údaje o projektu elektrárny OTEC I (Ocean Thermal Energy Conversion): teploty přiváděné vody jsou 25 °C a 5 °C, průměr rotoru turbíny je 2,5 m, otáčky rotoru turbíny jsou 1800 min⁻¹, výkon je 25 MW.

GEOTERMÁLNÍ ENERGIE

Teplota uvnitř Země se ve směru od jejího povrchu do jejího středu zvyšuje. Na hranici zemské kůry, jejíž tloušťka se mění od asi 5 km pod mořským dnem do asi 40 km v oblasti pevnin, a pláště je teplota asi 375 °C. Ve svrchním plášti v hloubce 50 km je teplota asi 800 °C a v hloubce 1000 km asi 1800 °C. Teplota zemského jádra je odhadována na 3000 až 4000 °C.

Teplota uvnitř zemské kůry se s hloubkou zvyšuje asi o 1 °C na 30 m. Teplo se z hlubších vrstev přenáší

k zemskému povrchu vedením neboli kondukcí a prouděním neboli konvekcí. V praxi se tohoto tepla, nazývaného geotermální energií, využívá třemi způsoby:

- z přírodních zdrojů horké vody a páry jako jsou gejzíry, horké

*Princip činnosti tepelného motoru
k využití nízkopotenciálního tepla*

prameny nebo parní výrony

- z uměle vytvořených zdrojů jako jsou voda tryskající z hloubkových vrtů v místech podzemních horkovodních jezer nebo ohřátá voda zaváděná pomocí vrtů do míst tzv. suchých horkých kamenů
- přeměnou nízkopotenciálního tepla pomocí tepelných čerpadel (viz dále).

BIOPLYN

Bioplyn vzniká zpracováním hnoje, který může být ve formě

- tekuté, což je tzv. kejda, která má obsah sušiny asi 8 %
- slámaté, což je mrva, která má obsah sušiny asi 25 %.

Principem výroby bioplynu je anaerobní vyhnívání hnoje (tj. vyhnívání bez přístupu vzduchu).

Vyrobený bioplyn obsahuje přibližně 65 % methanu, 34 % oxidu uhličitého a 1 % dalších látek jako vodní páry, dusíku, sirovodíku atd. Jeho výhřevnost je 23 až 25 MJ.m⁻³, to jest asi 6,75 kWhm⁻³. Pro srovnání: výhřevnost zemního plynu je asi 42 MJ.m⁻³, to jest asi 11,627 kWhm⁻³.

Výtěžnost procesu je asi 0,5 m³ bioplynu z 1 kg organické sušiny.

DRUHOTNÉ ENERGETICKÉ ZDROJE

Druhotným energetickým zdrojem se rozumí energetický potenciál, obsažený jako chemicky vázané teplo nebo zbytkový tlak ve výrobcích, meziproduktech, vedlejších produktech a odpadech, který se vytváří v technologickém zařízení, ale nevyužívá se v něm, přičemž ale může být částečně nebo úplně využit jako zdroj energie pro jiné zařízení.

Je zřejmé, že existence a vydatnost druhotného zdroje energie udává míru nedokonalosti využití primární energie v technologickém procesu.

Podle své povahy mohou být druhotné zdroje energie

- palivové, tj. spalitelné odpady
- tepelné, tj. odpadní teplo
- tlakové, tj. zbytky tlaku po řízené expanzi; tento zdroj má relativně menší význam.

Nejvýznamnější druhotné palivové zdroje energie jsou:

- vysokopeční plyn
- odpady ze zpracování dřeva
- sulfátové a sulfítové louhy (vodné roztoky odpadávající při výrobě celulózy hydrolyzou dřeva; jejich zkvašením vzniká etanol)
- plyny z chemické výroby
- rafinační odpadové plyny a odpady z petrochemických provozů
- odpadní plyny z výroby tlakového plynu
- kůra a větve stromů

- znehodnocené oleje
- konvertorový plyn při výrobě oceli
- škvára s nedopalem, tj. nevyužitým zbytkem spalitelných látek, nad 20 %
- další tuhé odpady.

Nejvýznamnější druhotné tepelné zdroje energie jsou:

- teplo chladicí vody z kondenzace parních turbin
- teplo koksu odváděné bez užitku jeho ochlazením po vytlačení z koksárenských pecí při výrobě v koksárnách
- teplo spalín z kompresorových stanic plynovodu
- teplo spalín ze silikátových pecí (pece pro zpracování křemičitanů při výrobě stavebních materiálů)
- zbytkový tlak odpadních par
- teplo spalín z hutnických a jiných pecí
- teplo obsažené v chladicí vodě a kondenzátu různých zařízení
- energie plynů a par z dalších technologických procesů.

Vedlejším přínosem využití druhotných palivových zdrojů je zmenšení objemu vzniklých odpadů a tím snížení nákladů při jejich likvidaci.

VYUŽÍVÁNÍ NÍZKOPOTENCIÁLNÍHO TEPLA

U nekonvenčních i jiných zdrojů energie se objevuje problém využití nízkopotenciálního tepla, to je tepla spojeného s nízkou teplotou nosné látky. Nízkopotenciální teplo se převádí na teplo s vyšším potenciálem v tzv. tepelných čerpadlech.

Princip činnosti tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo je z hlediska své funkce opakem chladicího zařízení. Princip jeho činnosti znázorňuje obrázek. Ve zdroji nízkopotenciálního tepla je umístěn výparník, ve kterém dochází k odpařování teplonosné látky. Teplonosnou látkou je látka s nízkou teplotou vypařování, jakou má například čpavek, freony a další. Páry teplonosné látky jsou kompresorem přivedeny do kondenzátoru, kde odevzdají k dalšímu užití teplo o vyšším potenciálu a zkapalní.

V obrázku zakresleném T-S diagramu, který pro zjednodušení uvažuje oběh čerpadla v ideální podobě jako oběh Carnotův, představují

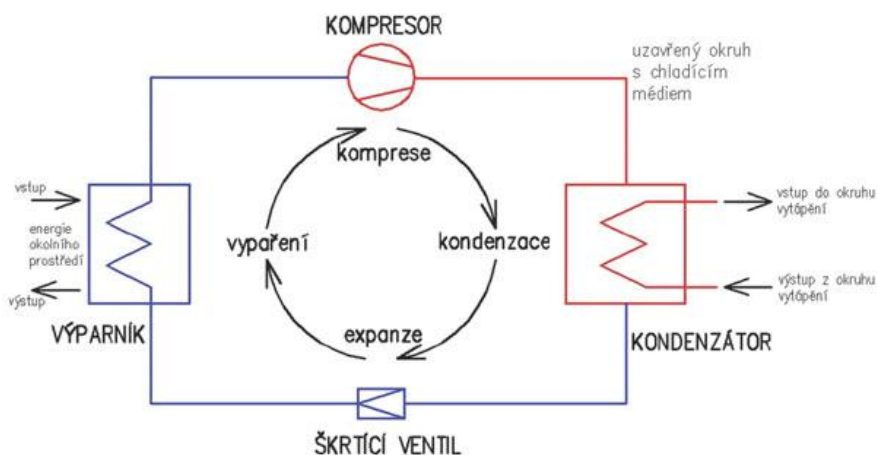
- plocha $S_2 S_1 S_1$ teplo Q_p přivedené teplonosné látce ve výparníku
- plocha 1234 práci W přivedenou do oběhu v kompresoru
- plocha $S_2 34 S_1$ teplo Q_o odvedené z teplonosné látky v kondenzátoru.

Mezi těmito plochami a tedy také energiemi platí rovnice

$$Q_o = Q_p + W$$

Ukazatelem hospodárnosti čerpadla je tzv. topný činitel, definovaný vztahem

$$\varepsilon = \frac{Q_o}{W} = \frac{T_o}{T_o - T_p}$$



Princip činnosti tepelného čerpadla

Topný činitel udává, kolikrát větší je množství tepla odvedeného ze systému oproti množství práce dodané do systému kompresorem. Bývá od 2,5 do 4. To znamená, že při spotřebě 1 kWh elektřiny pro pohon kompresoru dostaneme na výstupu 2,5 až 4 kWh užitečného tepla.

Skutečný oběh má ovšem nižší účinnost než oběh Carnotův. Se započtením všech dalších ztrát je možno uvažovat, že skutečný topný činitel je 0,45 až 0,65 teoretického.

Použití tepelných čerpadel

Podle prostředí, ze kterého je teplo odebíráno a prostředí, do kterého je teplo dodáváno, je možno uspořádat několik variant systémů:

vzduch - vzduch; teplo se odebírá z venkovního vzduchu a teplotonosnou látkou se přímo ohřívá vzduch uvnitř vytápěného prostoru

vzduch - voda; teplo se odebírá venkovnímu vzduchu a dodává teplotonosnému topnému systému, který teprve vyhřívá vytápěný prostor

voda - vzduch; teplo je odváděno z vody řeky, rybníka, ze spodní vody nebo chladicí vody různých zařízení; teplotonosnou látkou se přímo ohřívá vzduch uvnitř vytápěného prostoru

voda - voda; teplo je odváděno z vody řeky, rybníka, ze spodní vody nebo chladicí vody různých zařízení a dodává se teplotonosnému topnému systému

teplotonosná látka solárních systémů - voda nebo vzduch; používá se pro zvýšení teploty sekundární teplotonosné látky.

Kompresory tepelných čerpadel mohou být poháněny elektromotorem nebo plynovým spalovacím motorem.

Kromě kompresorových zařízení se užívá také systémů absorpčních.

Obrácením smyslu oběhu je možno v případě potřeby systém užít jako chladicí.

Současná a budoucí problematika využívání energetických zdrojů

V současné době je celková světová spotřeba energie kryta přibližně ze tří čtvrtin spalováním fosilních paliv.

Zbývající čtvrtina světové spotřeby energie je kryta spalováním paliv energeticky chudých, jako je dřevo a rašelina, což má praktický význam především v rozvojových zemích, a jinými zdroji.

Při výrobě elektrické energie představuje asi 64 % energie získaná spalováním fosilních paliv, asi 18 % energie z vodních elektráren a asi 17 % energie z jaderných elektráren. Alternativní zdroje energie dávají méně než 1 % světové spotřeby.

V České republice je podíl elektrické energie získané z tuhých paliv 74,1 %, ze zemního plynu a kapalných paliv po 1 %, z vodních elektráren 2,5 %. Energie získaná z jaderných elektráren tvoří asi 40 % současné výroby.

Podle současných průzkumů by při dosavadní míře spotřeby měly ověřené světové zásoby uhlí vystačit ještě na 235 let, zásoby ropy na 43 let a zásoby zemního plynu na 66 let. Termínem „ověřené zásoby“ se rozumějí zásoby ekonomicky těžitelné při stávající těžební technologii. Vývoj technologie může zpřístupnit zásoby další, jejichž získávání je při dnešních možnostech nepřijatelně nákladné. Možnost využívání fosilních paliv je kromě technologických problémů spojena také s problémy politickými. Například 75 % zásob ropy vlastní země sdružené v OPEC (Organizace zemí vyvážejících ropu), tedy arabské země.

Žádný ze zdrojů energie není bez problémů. Spalování fosilních paliv se největší měrou podílí na znečišťování životního prostředí. Využití jaderné energie vyvolává obavy z nebezpečí následků při havárii elektráren, z negativního ovlivnění životního prostředí odpadním teplem a v neposlední řadě z možnosti zneužití jaderné technologie pro výrobu jaderných zbraní.

Často se přikládá přehnaný a nereálný význam možnosti získávání energie z tzv. alternativních zdrojů, protože i zde existují zásadní omezující problémy.

Potenciál sluneční energie je sice velký a pro naši civilizaci prakticky nevyčerpatelný. Jenže v době, kdy Slunce vydatně a využitelně září, tj. ve dne a v létě, není jeho energie pro vytápění a svícení zapotřebí. Naopak je nutno spotřebovávat energii pro zvýšené chlazení určitých prostorů včetně obytných. Kromě toho je výrobní cena energie získané ze slunečního záření dosud velmi vysoká, zhruba desetinásobná ve srovnání s energií získanou z fosilních paliv.

Energie větru bude asi i v budoucnosti hrát pouze okrajovou roli. Praktický význam má pouze v oblastech s příznivými povětrnostními podmínkami. Instalace větrných elektráren s mnoha vysokými stožáry a svišticími vrtulemi estetice krajiny také nijak nepřidá. Není možno zanedbat ani skutečnost, že velké rotující vrtule zabíjejí ptáky.

Využívání energie pohybu vody v oceánech je spojeno s nezanedbatelným negativním vlivem na životní prostředí mořských živočichů.

Geotermální energie je ve významnější míře využitelná pouze v několika vybraných lokalitách Země.

Využití biomasy je lákavé, ale zatím není ve větším měřítku z hlediska ekonomiky zvládnuto.

S problémy je spojena i otázka snahy o úspory energie, která nemusí vždy přinášet jen pozitivní výsledky.

Například dokonalé utěsnění oken při tepelné izolaci obytných domů, podstatně snižující přirozenou infiltraci

(pronikání) vzduchu z okolí do domů, se projevilo výrazným nárůstem koncentrace radonu v obytných prostorech.

Pro informaci o současných nákladech na výrobu jedné kWh je zde uvedena srovnávací tabulka. Protože jsou údaje v ní obsažené převzaty z amerického zdroje (Shell), jsou ceny energií uvedeny v centech.

druh energie podle původu	cena za kWh	procentní vyjádření střední ceny dané energie ve srovnání s cenou energie z fosilních paliv
z fosilních paliv	3 až 6	100 %
vodní z běžných vodních děl	2 až 10	135 %
jaderná	5 až 12	155 %
větrná	5 až 12	155 %
z biomasy	5 až 15	220 %
energie mořských vln a přílivová	10 až 20	330 %
geotermální	20 až 40	665 %
sluneční	30 až 60	1000 %

Tabulka, přestože její údaje nejsou zcela aktuální, dostatečně ilustruje nereálnost požadavků různých tzv. ekologických hnutí, vyzývajících například k zastavení rozvoje jaderných elektráren. Je třeba si uvědomit, že zlepšení současného stavu životního prostředí a odstranění vlivů, které životní prostředí poškozují, si vyžádá dokonalejší technologii, která může být paradoxně spojena s vyššími energetickými nároky.

Otázky zajištění energie pro potřeby lidstva nemohou být řešeny izolovaně od jiných problémů civilizace. Pro budoucnost je nutné hledat a nalézat globální způsoby trvale udržitelného vývoje vztahu mezi kulturou a přírodou v nejobecnějších významech těchto termínů.