



Background report

Komise pro udržitelný rozvoj (CSD)

Energetika

ENERGETIKA

1. Úvod

Na následujících několika stranách textu soustředíme svou pozornost na to, kde bereme energii pro fungování naší společnosti, jak čerpáme zdroje energie, a kde jsou slabá místa cesty energie od zdroje k místu využití. Naše pozornost bude omezena především na oblast výroby a spotřeby elektřiny. Tento text rozhodně není vyčerpávající publikací na dané téma, nýbrž se snaží seznámit čtenáře s nezákladnějšími aspekty problematiky a poskytnout odrazový můstek pro vaši přípravu na konferenci.



Protože se budeme v tomto článku věnovat energetice, je třeba na začátku definovat pojmy a jednotky. Co je vlastně energie? Pro účely tohoto článku nám postačí sice nepřesná, ale jednoduchá definice, že „Energie je schopnost konat práci“. No a co je to vlastně práce? Ve fyzikálním slova smyslu je to působení síly po dráze. Důležité je také definovat jednotky, které se budou v tomto článku i na přednáškách objevovat. Základní jednotka, kterou budeme používat, je Joule (J)¹. Jeden Joule je definován jako práce, kterou koná síla 1 N (Newton) působící po dráze 1 m (metru). Další jednotka, se kterou se setkáme, je Watt (W)². Watt je jednotka výkonu, která nám neříká nic jiného než to, že pokud práci jednoho J děláme přesně vteřinu, máme výkon 1 Watt. Pokud udržíme tento výkon jednu hodinu, vykonáme práci 1 Wh (Wathodiny) a nebo 3600 J (hodina má 3600 vteřin). Protože obě dvě jednotky jsou příliš malé na to, aby se daly použít na popis energetického systému státu či planety, budeme často používat jejich násobky. Například spotřeba energie dosáhla v roce

¹Pojmenována dle Jamese Prescottta Joulea, (1818 - 1889). Joule byl anglický fyzik. Nejvíce výzkumů provedl mezi roky 1837 až 1847. V této době spolupracoval s Hermannem von Helmholtzem, Juliem von Mayerem, Williamem Thomsonem. S použitím různých materiálů mimo jiné zjistil, že teplo je forma energie nezávisající na látce, která je zahřívána. Dokázal, že jakákoliv forma energie, ať už elektrická, chemická nebo mechanická vyrábí stejné množství tepla. S těmito pokusy udělal Joule krok dál k určení přesného mechanického ekvivalentu tepla. Vysvětlil, že energie nikam nemizí, pouze přechází do jiných podob. To je jeden ze základních fyzikálních zákonů, který se dnes nazývá "zákon zachování energie". Tento zákon dal pak vzniknout nové vědní disciplíně zvané termodynamika.

² Pojmenována dle Jamese Watta (1736 - 1819). Watt byl skotský mechanik, vynálezce a fyzik - samouk, známý především skrze své vynálezy a vylepšení parních strojů. Watt ve skutečnosti nebyl vynálezce parního stroje, provedl pouze taková vylepšení, která umožnila jeho průmyslové využití. Záslouhou J. Watta se mohla průmyslová revoluce ve Spojeném království roztočit opravdu na plné obrátky.

2005 v ČR 1 845 000 000 000 000 000 J. Jsou to známé předpony k - kilo 10^3 , M - mega 10^6 , G - giga - 10^9 , T - tera - 10^{12} , P - peta - 10^{15} .

2. Elektřina - nejušlechtlejší energie

První energií, kterou začal člověk využívat, bylo teplo získané spalováním dřeva. Postupně jsme se naučili využít sílu větru a vody pro pohon mlýnů a hamrů a vyrobit dřevěné uhlí do výhni kováren a sklářských pecí. Během průmyslové revoluce jsme si podmanili sílu páry.

Stále však zůstával jeden problém. Mlýn musel stát na břehu řeky nebo na větrném místě, sklářské hutě stály v horských údolích, kde bylo v okolí dost dřeva. Každá továrna musela mít vlastní strojovnu s parním kotlem a parním strojem ženoucím transmisi³ pohánějící výrobní stroje. K parnímu kotli bylo nutné dopravovat stále dostatek uhlí. Zdroj energie musel být velmi blízko místa její spotřeby. To je hlavní problém energetiky, vyřešený právě vynálezem a především praktickým využitím elektřiny.

První elektrické stroje (např. telegraf) byly poháněny galvanickými články⁴. Tyto články však byly schopny poskytovat jen malý výkon a nehodily se pro široké praktické uplatnění. První fungující a prakticky využitelné dynamo sestrojil roku 1867 Werner von Siemens. Tento vynález umožnil vyrábět levně neomezeně velký elektrický proud, který mohl být využit jako pracovní síla. To byl počátek energetiky. Za zmínku stojí ještě jeden historický mezník a sice rok 1882, kdy Thomas Alva Edison uvedl v New Yorku do provozu první ryze komerční elektrárnu na světě, která zásobovala obyvatelstvo elektřinou. Její výkon stačil pro rozsvícení 6000 edisonových žárovek. Definitivní nástup elektřiny potom umožnily především objevy využití střídavého proudu (systém tří fází; možnost transformace napětí), jejichž autorem je Nikola Tesla.

Elektřina je velice výhodná pro všechny aplikace, protože ji umíme snadno a účinně převádět na jiné formy energie (teplo, světlo, mechanická energie, chemická energie). Zároveň ji lze velmi snadno dopravovat na velké vzdálenosti. Jejím hlavním specifickým a slabinou však je fakt, že ji téměř nelze skladovat. V každém okamžiku je nutno vyrábět právě tolik elektrické energie, kolik je jí v daném okamžiku spotřebováno.

3. Skladování energie

Jak jsme již zmínili, tolik energie, kolik je v každém okamžiku vyrobeno, musí být v daném okamžiku spotřebováno. Uřídit celý systém energetické sítě tak, aby nedocházelo k výkyvům vlivem nadvýroby nebo naopak k přetížení vlivem nedostatku výkonu v energetické síti, je velmi náročný a sofistikovaný problém. Výkyvy způsobené zhasnutím či rozsvícením žárovky v domácnosti jsou vzhledem k velikosti sítě zanedbatelné, naopak odstavení provozu v továrně na konci pracovní doby nebo postupný propad požadovaného výkonu s postupujícím večerem již vidět je a je nutné jej kompenzovat snížením výrobní kapacity. Naopak s probouzejícím se dnem musí produkce elektřiny růst.

³ Transmise - řemenový převod sloužící ke spojení parního stroje (nebo jiného motoru) s poháněným zařízením.

⁴ Galvanický článek - článek přeměňující chemickou energii na elektrickou - zjednodušeně jde o baterii.



Horní nádrž přečerpávací vodní elektrárny Dlouhé Stráně (zdroj: nasemorava.cz)

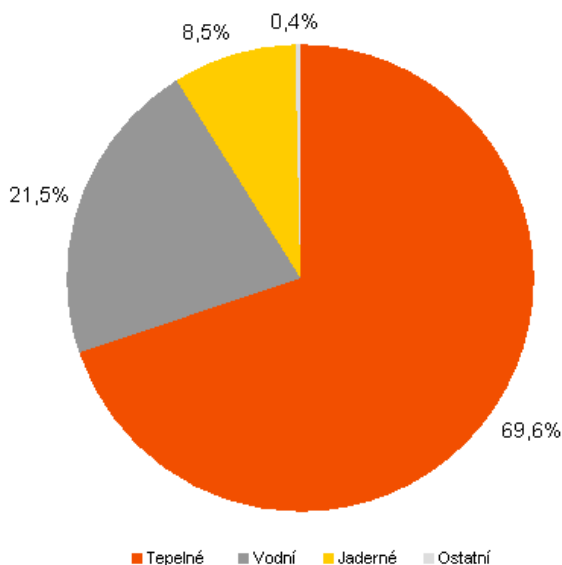
Samozřejmě snahou je udržovat výrobu i spotřebu pokud možno konstantní, protože odstavení elektrárny, či její náběh a přifázování do sítě může trvat desítky vteřin u vodních elektráren, ale i hodiny nebo desítky hodin u tepelných respektive jaderných elektráren.

Proto se základní zatížení svěruje velkým tepelným a jaderným elektrárnám a výkyvy jsou kryty pomocí menších závodních elektráren (patří jednotlivým podnikům), hydroelektráren a akumulčních elektráren.

Elektrickou energii lze uložit mnoha způsoby třeba do supravodivých indukčních akumulátorů (kapacita až 800 MWh, ale jsou vyvíjeny akumulátory pro ještě vyšší kapacity) nebo pokročilých klasických akumulátorů (kapacita 10 - 50 MWh) anebo ji uložit v podobě potenciální energie vody v přečerpávací hydroelektrárně⁵ (až 3000 MWh). Takovéto akumulční prvky v energetické soustavě jsou naprosto nezbytné pro její spolehlivý a hospodárny provoz.

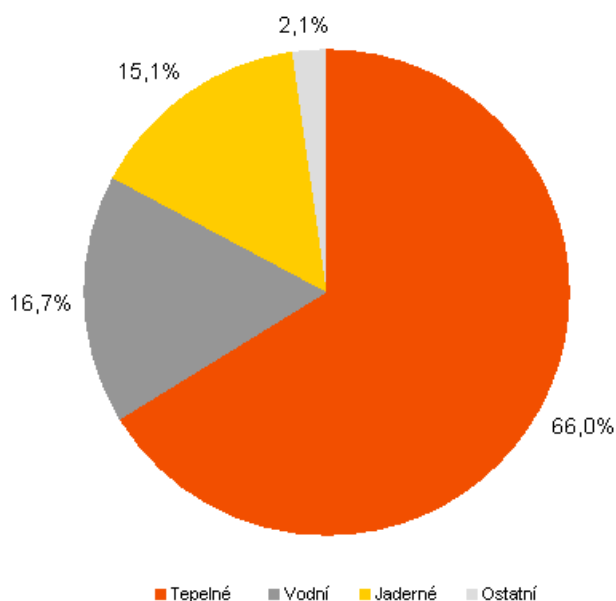
⁵ Přečerpávací hydroelektrárna funguje tak, že v době nízkého odběru v síti spotřebovává elektřinu a využívá ji k čerpání vody do horní nádrže a v době vysokých odběrů naopak voda tekoucí z horní nádrže roztáčí turbínu a elektrárna elektřinu dodává.

Struktura světové výroby elektřiny (1980)



Zdroj: www.cez.cz

Struktura světové výroby elektřiny (2005)



Zdroj: www.cez.cz

4. Fosilní (klasické) zdroje pro energetiku

Mluvíme-li o fosilních zdrojích, budeme mluvit o palivech, protože energii v nich uloženou měníme na elektřinu jejich spalováním. Fosilní paliva vznikla postupnou přeměnou prehistorických rostlin a živočichů v uhlíkatý materiál, který lze dobře spalovat. V zásadě disponujeme třemi druhy fosilních paliv: zemním plynem, uhlím a ropou. Všechny tři v sobě nesou akumulovanou sluneční energii, která na zemi dopadla před miliony let. Mají dvě hlavní společné chyby:

- 1) Jejich zásoby jsou konečné a tedy vyčerpatelné.
- 2) Kromě energie je v nich také „uložen“ oxid uhličitý, který se jejich spalováním uvolňuje do atmosféry, což má řadu dalších důsledků, které jsou předmětem bodu agendy „klimatická změna“.

Z hlediska energetiky mají fosilní paliva zásadní význam, protože jejich spalováním se vyrábí v tepelných elektrárnách přibližně 66 % elektřiny na světě. Jsou však po světě značně nerovnoměrně distribuovány, což vytváří geopolitické napětí a tím vzniká závislost některých států na druhých.

Příkladem může být závislost Evropské unie (EU) na dovozu fosilních paliv z Ruska a dalších států. Připomeňme, že Evropské státy dovážejí přes 54 % své spotřeby zemního plynu a dokonce více než 80 % spotřeby ropy, což v kombinaci s menším dovozem uhlí dává celkovou závislost na dovozu něco více než poloviny spotřeby energetických surovin. Tyto vztahy jsou však oboustranně důležité, protože například Evropa se neobejde bez dovozu ropy a plynu, ale Rusko se neobejde bez tržeb za své vyvezené suroviny.

a. Uhlí

Uhlí je palivo, které vzniklo fosilizací prvohorních a druhohorních rostlin. Protože to je první neobnovitelný zdroj v našem přehledu, je třeba si říci nejen něco o spotřebě, ale i o jeho zásobách. Současné největší zásoby leží v severní Americe a ve východní Asii. Evropa většinu svých zásob již vytěžila, i když uhlí je stále palivo, kterého má Evropa nejvíce. Uhlí je palivo, které nastartovalo v devatenáctém století průmyslovou revoluci. Je to palivo, jehož spalování silně znečišťuje životní prostředí (oxidy síry, skleníkové plyny, prach). Jeho těžba je riziková (v případě hlubinných dolů) nebo devastuje krajinu (v případě povrchové těžby). Na druhou stranu je to palivo, kterého je zatím ve světě relativní dostatek (globální zásoby jsou odhadovány na tisíce let), je dobře skladovatelné a je technologicky dobře zvládnuté. V rozvojovém světě je to dost často jediné dostupné palivo. V rozvinutém světě lze očekávat též renesanci uhlí, jelikož se objevují nové efektivnější technologie.

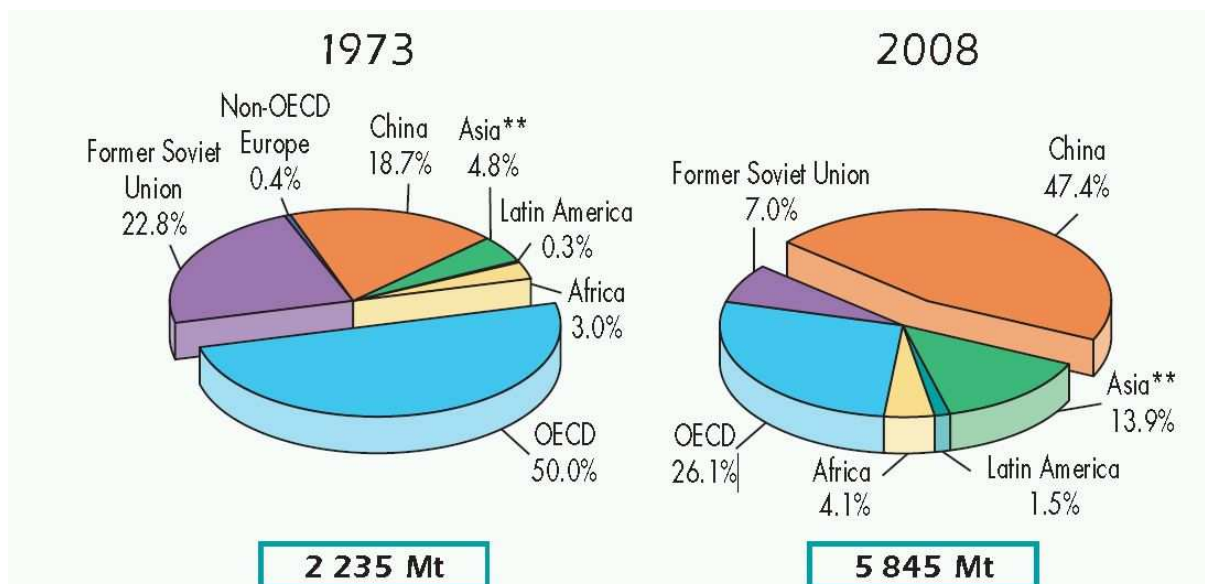


Zdroj: profimedia.cz

První uhelné elektrárny vybavené klasickými kotli a parními stroji poskytovaly účinnost kolem 5 %. Pokročilé technologie fluidních trubkových kotlů ve spojení s parními turbínami účinnost pozvedly k 50 %. Budoucnost však jistě patří technologiím založeným na parním reformingu uhlí a následném spalování vznikající směsi vodíku a oxidu uhelnatého nebo pracující v tzv. paroplynovém cyklu⁶.

Přehled těžby uhlí ve světě je na obrázku 6. Výrazný je zejména vzrůst produkce v Číně a ve zbytku Asie vůbec, kde sečtená produkce uhlí v roce 2008 přesáhla polovinu celkové světové produkce.

⁶ Paroplynový cyklus funguje tak, že uhlí je nejprve za vysoké teploty zplyněno, následně je oddělena síra, kterou lze prodat a zbylý energetický plyn postupuje do turbíny, kde se spaluje a následně ještě spaliny ohřívají vodu v kotli na páru.

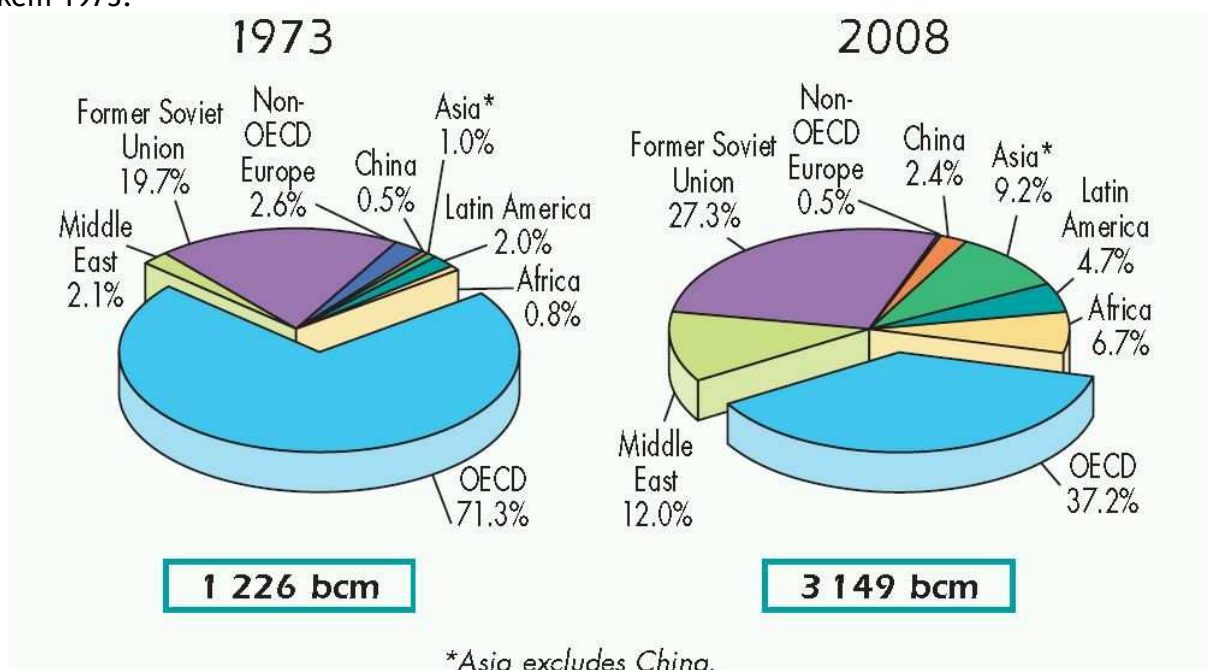


Přehled světové těžby uhlí v letech 1973 a 2008 (zdroj: Key energy statistics 2009, IEA)

**Asie kromě Číny

b. Zemní plyn

Zemní plyn většinou doprovází ložiska ropy, i když to není vždy pravidlem. Převážná část zásob leží v Asii - buď na středním východě nebo v Rusku. Zemní plyn je neekologičtější z fosilních paliv, protože se jedná o plyn, neobsahuje žádné prachové částice a spalováním zemního plynu prakticky nevznikají oxidy síry (zemní plyn prakticky síru neobsahuje. Je tvořen z 98 % methanem, který má zároveň nejprůšnější poměr emisí CO₂ vůči získané energii). Zemní plyn je distribuován podobně jako ropa - plynovody a tankery (zkapalněný - tzv. LNG - liquid natural gas). Ve vyspělých zemích se používá jako ekologická alternativa v místním vytápění a také v energetice v plynových tepelných elektrárnách. Obrázek 7 zobrazuje současné světové rozložení těžby plynu a srovnání s rokem 1973.



*Asia excludes China.

Světová těžba zemního plynu v letech 1973 a 2008 - bcm = miliarda metrů krychlových (zdroj: Key energy statistics 2009, IEA)

c. Ropa

Ropě se někdy také říká černé zlato. V současnosti je nedůležitějším palivem, které lidstvo používá. Pohyby cen ropy na světových trzích určují akce vlád a spory o ropu přerůstají v mezinárodní konflikty. Ropu lidstvo zná již po staletí, ale těžba a masové využití přišlo až s nástupem spalovacích motorů. Ropa tvoří zhruba 40 % světové spotřeby primární energie. Je potom správnou otázkou, jaké jsou zásoby ropy a kde leží. Ve srovnání s uhlím jsou světové zásoby ropy soustředěny do podstatně menšího počtu nalezišť. Největší zásoby leží na Středním východě a v jižní Americe. Evropa, USA a Čína mají na svém území jen zlomek světových zásob ropy (v roce 2005 to bylo celkem asi 6,2 % světových zásob ropy⁷), což je samozřejmě problém, protože tyto tři regiony spotřebovávají většinu světové produkce.

Ropa je především zdrojem paliv pro dopravu (v roce 2007 bylo spotřebováno v dopravě 61,2 % světové produkce ropy⁸), zdrojem surovin pro průmysl a jen její malá část je využívána v energetice a to především v oblastech, kde se těží (5,6 % světové výroby elektřiny pochází z ropy⁸).



Těžba ropy na Moravě (zdroj: financninoviny.cz)

5. Hydroenergetika

Záměrně jsme oddělili hydroenergetiku (vodní elektrárny) od ostatních alternativních, nebo chcete-li „zelených“ zdrojů energie. Dá se říci, že hydroenergetika je oporou energetické sítě, která pomáhá vyrovnat výkyvy ve spotřebě během dne. To ovšem nelze říci o dalších alternativních zdrojích.

Hydroenergetika představuje přibližně 16,7 % světové produkce elektřiny a 2,2 % celkové světové spotřeby primární energie. Nespornou výhodou vodní energie je, že je poměrně ekologicky šetrná (oprotíme-li se od zaplavovaných území), nespotebovává paliva, vytváří velmi často rekreační krajinné prvky a je technologicky dobře zvládnutelná.

Již v kapitole skladování energie jsme uvedli informace o přečerpávacích hydroelektrárnách, které jsou schopné ve chvílích nízkého odběru přebytečný výkon základních elektráren spotřebovávat a měnit jej na mnohonásobně dražší špičkovou elektřinu, kterou dodávají ve chvílích vysokého

⁷ zdroj: ČEA

⁸ zdroj: Key energy statistics 2009, IEA

odběru. Klasické vodní elektrárny mohou v rámci energetické soustavy hrát řadu rolí, které lze v omezené míře mezi sebou zaměňovat.

Velké hydroelektrárny často pracují v režimu základních zdrojů, což však předpokládá dostatečný přítok vody. Takovéto elektrárny mohou stát především na větších tocích. Uvnitř přehrad se často staví hydroelektrárny pro špičkové dodávky, využívající akumulaci přitékající vody v době nízkého odběru a naopak vyšší odtok z přehrady ve špičce.



Sajano-Šušenská vodní elektrárna (Rusko) 6. největší hydroelektrárna světa, po rozsáhlé havárii v srpnu 2009 mimo provoz (zdroj: idnes.cz)

6. Alternativní zdroje energie

Zdroje, které jsme zařadili mezi alternativní na první pohled představují možnost zbavit svět kouřících komínů elektráren a hrozeb jaderného odpadu, ale mají řadu zásadních nevýhod, které je odsuzují jen k doplňkovému využití. Největší z nich je pravděpodobně fakt, že tyto zdroje energie jsou nestálé a do značné míry nepředvídatelné (snad s výjimkou biomasy, která není dost energeticky bohatá).

Veškeré větrné a solární elektrárny jsou v řadě zemí (především EU) silně podporovány a dotovány, což z nich dělá výhodné investice, ale pro energetiku je to jen zelená koule na noze. Všechny instalovaný výkon těchto elektráren totiž musí být jistěn nějakým spolehlivým, často neobnovitelným zdrojem (vodní nebo tepelná elektrárna). Ve chvíli, kdy přestane foukat vítr nebo přestane dostatečně svítit slunce, daný obnovitelný zdroj přestane pracovat a je nutné jej rychle nahradit.

Podívejme se navíc na tabulku 1 srovnávající výrobní náklady v tunách CO₂ na výrobu 1 GWh elektřiny hodnocené tzv. LCA metodikou, tedy se započtením veškerých nákladů na stavbu, provoz, zásobování a likvidaci. Například „emise“ solární elektrárny jsou dvojnásobné oproti vodní či jaderné.

Tabulka 1: Náklady (t CO₂) na výrobu 1 GWh elektřiny v různých typech elektráren⁹.

Větrné	Geoterm.	Jaderné	Vodní	Sluneční	Biomasa	Plynové	Uhelné
14	15	17	18	39	46	622	1041

a. Vítr



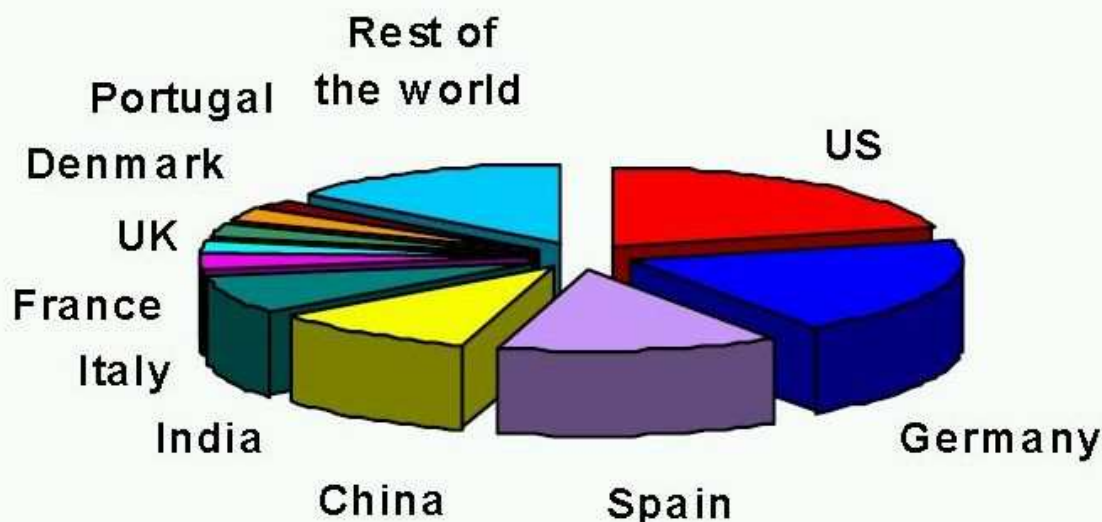
Zdroj: scienceweek.cz

Energii větru lidstvo umí využívat již po staletí pro pohon větrných mlýnů a plachetnic. Elektrický generátor byl k větrné vrtuli připojen poprvé v roce 1890 v Dánsku, přesto se větrná energetika dostává do popředí zájmu až po první ropné krizi v roce 1973.

V současnosti používané větrné turbíny poskytují výkony od 300 kW až po 4 MW. Největší vrtule větrných elektráren mají průměr až 100 m. Jsou zkoumány i další konstrukce, než jen klasická jedno až třílistá vrtule, ale masového využití se zatím nedočkaly.

Země EU přijaly již v roce 1980 program rozvoje větrné energetiky. Mezi země EU s nejpříznivějšími podmínkami pro větrnou energetiku patří Dánsko, Nizozemí, Německo a Velká Británie. Celkový instalovaný výkon v Evropě činí 65 946 MW z toho v EU-27 je instalováno 64 948 MW, což představuje přibližně 55 % světového instalovaného výkonu. Dalšími zeměmi, kde je větrná energie masově využívána jsou např. USA (země s největším celkovým instalovaným výkonem větrných elektráren - 25 170 MW) a Čína (12 210 MW). V těchto dvou zemích dochází také k největšímu růstu instalovaného výkonu¹⁰. Obrázek 11 zobrazuje celkové rozložení využití větrné energetiky ve světě.

⁹ zdroj: Česká nukleární společnost¹⁰ rok 2008, zdroj: GWEC



10 států světa s největším instalovaným výkonem větrných elektráren (prosinec 2008; zdroj: GWEC)

b. Slunce

V podstatě všechna námi využívaná energie s výjimkou jaderné energie pochází původně ze Slunce. Sluneční výkon 40 bilionkrát přesahuje teoretickou spotřebu lidstva. Z celkového na Zemi dopadajícího záření 180 000 tW se asi 30 % odráží zpět do kosmického prostoru, 19 % je pohlceno v atmosféře a téměř polovina se přemění v teplo na povrchu Země. Asi 0,05 % (90 tW) se mění díky fotosyntéze zelených rostlin a fytoplanktonu v chemickou energii uloženou v biomase.

Přímé využití energie slunečního záření patří z hlediska ochrany životního prostředí k nejčistším a nejšetrnějším způsobům výroby elektřiny. Jde o energetický zdroj, kterého je a dlouho bude v přírodě dostatek. V současné době však lze získat z jednoho metru aktivní plochy nejvýše kolem 110 kWh elektrické energie za rok.

Jak tedy využít přímo dopadající sluneční záření? V současnosti nejrozšířenější (a v Evropě také masivně dotované) jsou tzv. fotovoltaické elektrárny, využívající jevu, kdy dopadající záření uvolňuje ve vhodné látce (obvykle polovodiče - např. křemík) elektrony, čímž vzniká elektrický proud. Další možností jsou elektrárny používající dopadající záření jako zdroj tepla tak, že je záření soustředěno soustavou zrcadel do jednoho místa, kde je již dostatečně intenzivní, aby bylo možné jej využít např. pro ohřev vody pro parní turbínu.

Fotovoltaická technika je však v současné době stále drahá a navíc je její ekologický přínos diskutabilní, protože výroba superčistého křemíku pro fotovoltaické články je energeticky velmi náročná a je otázka, zda vůbec za dobu své životnosti tuto (neobnovitelnou) energetickou investici významně převyší, či vůbec vrátí.

c. Biomasa a další exotické zdroje

Biomasa a biopaliva jsou v současnosti využívány spíše v dopravě nebo pro místní vytápění. V energetice masivní využití nemají a jejich využití lze očekávat především v menších decentralizovaných zdrojích.

Celková spotřeba biomasy se za poslední roky nijak výrazně nezvětšuje. Biomasa má totiž jednu velkou nevýhodu - je to řídký zdroj energie. Pro ilustraci uveďme, že jeden blok Jaderné elektrárny Temelín lze nahradit produkcí biomasy z 1100 km² (čtverec o hraně 33 km).

Především ve vulkanicky aktivních oblastech (ale ne výhradně) lze využívat pro výrobu energie nebo vytápění geotermální energii. Tedy energii pocházející z horkého zemského jádra. Soustavou vrtů je voda hnána do podzemí, kde se ohřívá, až se mění v páru a přivádí se zpět na povrch k využití, nebo je jímána rovnou pára či horká voda z přírodní soustavy puklin. Například na Islandu je využívána pro vytápění domů, skleníků, bazénů i pro výrobu elektřiny (15 %, zbytek vodní elektrárny) takřka výhradně geotermální energie. Další země využívající ve větší míře tuto energii jsou USA, Velká Británie, Francie, Švýcarsko, Německo a Nový Zéland.

Jen pro zajímavost uvedu ještě několik dalších zdrojů energie, které však praktické využití téměř nemají a asi ani mít nebudou. Jednou z vodních elektráren je tzv. přílivová elektrárna využívající rozdílu hladin mezi přílivem a odlivem. Její použití je však omezeno na mělké zátoky s vysokým rozdílem přílivu a odlivu.

Také byly prováděny pokusy s několika konstrukcemi elektráren využívajících energii mořských vln a energii mořského příboje. Tyto elektrárny jsou však prozatím spíše ve stadiu experimentálních zařízení.

7. Přenosová soustava

Nedílnou součástí energetiky je energetická přenosová soustava, tedy soustava elektrických vedení, rozvodů a transformačních stanic mezi elektrárnou a koncovým odběratelem. Díky tomu, že elektřinu nelze skladovat, jak jsem zmínil již v kapitole 3 a proto je řízení přenosové soustavy velmi náročný úkol, který je ještě ztěžován špatně regulovatelnými „obnovitelnými“ zdroji.

Energetická soustava je tedy tvořena několika úrovněmi rozvodů o různém napětí, transformačními stanicemi, kde se mění napětí a rozvodnami, které jsou schopny připojit či odpojit vedení nebo změnit odkud kam proud teče.

Nejvyšší úroveň vedení tvoří síť o napětí 400 kV a 220 kV. Elektřina se transformuje na takto vysoké napětí, aby byly omezeny ztráty způsobené odporem vodičů. Touto nejvyšší sítí se elektřina dopravuje na velké vzdálenosti (stovky kilometrů) a na toto napětí jsou obvykle transformovány výstupy z velkých elektráren.

Následuje nižší úroveň vedení s napětím 110 kV a 22 kV. Touto soustavou je elektřina rozvedena do měst a továren, kde je transformována obvykle na standardně používané napětí 3 x 380/220 V.



Zdroj: lidovky.cz

Podstata regulace energetické soustavy je jednoduchá - pro každou hodinu je nasmlouván odběr elektřiny, a tedy i její výroba a následně se regulují odchylky od této plánované výroby/spotřeby. Drobné odchylky se regulují drobnými úpravami výkonu regulovatelných zdrojů (např. tepelné nebo vodní elektrárny) větší potom připojením třeba akumulačních zdrojů (viz kapitola 3). Jaderné elektrárny obvykle pracují v režimu základního zdroje, i když je lze také v omezené míře regulovat.

Výkony obnovitelných zdrojů nelze tak snadno naplánovat a je tedy vhodné, aby vyráběly elektřinu „do zásoby“ (viz kapitola 3).

Posledním používaným prostředkem pro regulaci (užívaným pro vyrovnání produkce v různých částech dne) je systém tzv. hromadného dálkového ovládní, na který se připojují např. akumulační kamna, bojler a další de facto drobné spotřebiče, které však v součtu vytvářejí slušný výkon. Systém je ovládán z centrálního dispečinku povely zakódovanými přímo v dodávaném elektrickém proudu.

Vzhledem k přeshraniční propojenosti energetických soustav je nutné provádět regulaci i na mezinárodní úrovni. Nejen za tímto účelem byla nedávno vytvořena ENTSO-E (Evropská síť provozovatelů přenosových soustav elektřiny). Jejím cílem bude řešit regulaci sítě na evropské úrovni a rozvoj přenosové sítě s cílem zvládnout boom především větrných farem.

Např. Česká republika zdědila poměrně hustou a spolehlivou přenosovou soustavu, což však nelze říci o řadě jiných evropských zemí. Situaci dobře ilustruje vyjádření výkonného ředitele pro energetický obchod a zahraniční spolupráci společnosti ČEPS Zbyňka Boldiše na otázku, zda se podaří dostatečně rychle zkvalitnit evropské energetické sítě, aby byly schopny zvládnout i obrovský instalovaný výkon ve větrných elektrárnách: „Již dnes jsme svědky masivních toků elektrické energie z Německa, které zhoršují bezpečnost provozu okolních operátorů (ČEPS v Česku, PSE-Operator v Polsku, TENNET v Holandsku, atd.). Přetěžování našich linek v situacích, kdy je vysoká výroba elektrické energie v Německu, je natolik vážné, že ČEPS musí pro jejich řešení používat nestandardní nástroje operativního řízení. Tyto nástroje ale z dlouhodobého pohledu k řešení problémů s narůstajícím instalovaným výkonem v Německu (dnes cca 23000 MW a do roku 2020 cca 50000 MW) nestačí. Pro adekvátní a dlouhodobé řešení tohoto rizika se nabízí dvě varianty. První je omezení toků z Německa za použití transformátorů s příčnou regulací (tzv. „phaseshifters“), které tokům do Polska zabrání. Toto obranné řešení ale může zhoršit situaci v Německu a nepřispívá k integraci jednotného trhu s elektřinou v Evropě. Druhou variantou je okamžitá výstavba linek na území ČR, které by umožnily přenos toků z Německa dál na jih. Výstavba nových vedení dnes v celé Evropě ale trvá průměrně 15 let. Tato nepružnost ve vztahu k novým potřebám po přenosech je daná především legislativou. Provozovatelé přenosových soustav pro urychlení procesu výstavby nových zařízení reálně nemají žádné nástroje. Pokud se přístup EK a EU jako celku k oblasti zajištění bezpečnosti a spolehlivosti zajištění dodávek nezmění, je jenom otázkou času, kdy toky elektřiny z větrných farem v Německu způsobí v České republice blackout.“¹¹

8. Blackout

Ve chvíli, kdy se i přes veškerou snahu nepodaří udržet energetickou síť stabilní a dojde k přetížení a výpadku větší části sítě, nastane blackout. Kdyby šlo jen o jednoduchý výpadek, jako když v domácnosti vypadne jistič, o nic by nešlo, ale blackout je obvykle doprovázen rozpadem sítě a hlavně se lavinovitě šíří.

V některých zemích (USA, Německo, Itálie atd.) došlo v minulých letech k rozpadu celé rozvodné sítě vlivem jejího přetížení a následnému kaskádovému šíření kolapsu. Po selhání přetíženého vedení nebo ztrátě některého ze zdrojů (např. velká větrná farma) vzroste přetížení zbytku sítě a jsou postupně odpojeny další a další prvky. Obnova provozu po rozsáhlé poruše je navíc velmi problematická, často totiž dochází i k pozastavení elektráren, které mohou znovu najet jen s pomocí elektřiny z funkční části sítě.

¹¹ <http://www.euractiv.cz/energetika/interview/zbynek-boldis-blackout-je-pouze-otazkou-casu-005844>

Ztráty pro ekonomiku jsou potom obrovské např. cena za blackout, který nastal na části východního pobřeží USA v srpnu 2003 a trval 4 dny se vyšplhala na 10 miliard dolarů.¹²

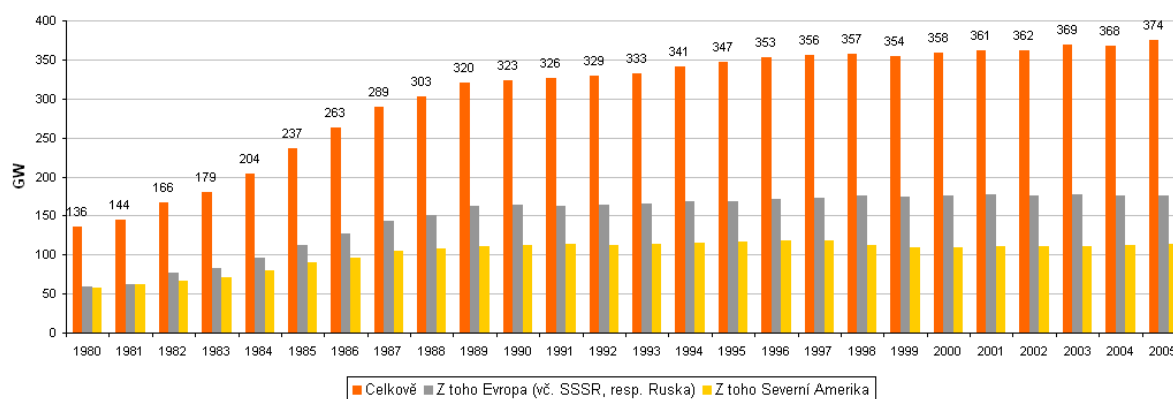
9. Jaderná energetika

Úmyslně jsme ponechali jadernou energetiku až na úplný konec našeho povídání o energetice, protože jde o téma konfliktní a především známé. Pro detailnější přehled poslouží materiály z 12. a 13. ročníku PSS, které naleznete v archivu na stránkách PSS v sekci CSD.

Jaderná energie je jeden z nejnovějších zdrojů využívaných lidstvem. Všechny klasické zdroje dodávají energii spalováním (oxidací) uhlíku na oxid uhličitý. Jaderná energie nemá se spalováním nic společného. Vzniká štěpením jader uranu na lehčí prvky. Jaderná energetika je vnímána dvojznačně. Velmi často je kritizována z pozice bezpečnosti. Havárie, které se čas od času dějí, mají sice malou pravděpodobnost, ale zato dlouhodobé následky, předcházení jim je však zvláště po zkušenostech z dřívější doby na velmi vysoké úrovni. Výhrady jsou i k vyhořelému palivu, které je odpadem, který bude nebezpečný po desetitisíce let, ale před dokončením jsou technologie jeho dalšího využití v tzv. množivých reaktorech. Navíc je tato technologie prostá dopadů na klimatický systém - neprodukuje žádné skleníkové plyny, je nenáročná na palivo.

V březnu 2008 bylo ve 41 státech světa podle statistik WNA (World Nuclear Association - Světová jaderná asociace) v provozu 439 jaderných reaktorů s celkovou instalovanou kapacitou 371 989 MW. Celosvětově tyto reaktory vyrábějí asi 16 % světové elektřiny (podíl na výrobě za rok 2006). Ve výstavbě je jich 35 ve 12 zemích a plánuje se výstavba dalších 91 reaktorů. Celkem se ve světě předběžně uvažuje o vybudování 228 reaktorů v 29 zemích světa (včetně ČR), jejichž instalovaný výkon dosáhne téměř 200 000 MW. Ve stavbě, projekci nebo předprojekčních přípravách je celkem 349 bloků s výkonem 321 GW.¹³

Světová instalovaná kapacita jaderných elektráren



Hudbou budoucnosti (a nadějí pro budoucí generace) zatím zůstává intenzivně zkoumaná termojaderná syntéza, tedy využití slučování jader vodíku na těžší prvky - reakce probíhající na slunci, která bude prostá nebezpečného odpadu. Její praktické využití však pravděpodobně v nejbližších 20 letech čekat nemůžeme.

¹² Pro bližší pochopení průběhu blackoutu doporučuji přečíst si následující článek jednoho z předních odborníků JE Temelín Petra Nejedlého: <http://nejedly.blog.idnes.cz/c/39287/Jak-Norwegian-Pearl-srazil-Evropu-do-kolen.html>

¹³ zdroj: IEA

Zdroje:

Augusta, P., Ed. *První česká obrázková encyklopedie energetiky*, 1.st ed.; ČEZ a.s., 1997.

BGR CSD, 12. ročník PMUN; Svět a zdroje energie

OECD/IEA, *Key energy statistics 2009*

www.iea.cz

www.cez.cz

www.jihocestitatkove.cz

proatom.luksoft.cz

Top partneři

Generální partner
Modelu OSN



Hlavní partner
Modelu OSN



Model NATO is co-sponsored by
the North Atlantic Treaty Organization



Hlavní partner
Modelu NATO



British Embassy
Prague

Generální partner
Modelu EU



Nizozemské velvyslanectví

Hlavní partner
Modelu EU



Zastoupení
Evropské komise
v České republice

Univerzitní partner



Partner zahájení

Obecní dům

Partner jednání



Dodavatelé služeb



Mediální partneři

RESPEKT



Evropské
noviny



THE PRAGUE POST



**Asociace
pro mezinárodní
otázky**
Association
for International
Affairs

Asociace pro mezinárodní otázky využívá pravodajství z databázi ČTK, jejichž obsah je chráněn autorským zákonem. Přepis, šíření, či další zpřístupňování tohoto obsahu či jeho části veřejnosti, a to jakýmkoli způsobem, je bez předchozího souhlasu ČTK výslovně zakázáno.

Copyright (2003) The Associated Press (AP) - všechna práva vyhrazena. Materiály agentury AP nesmí být dále publikovány, vysílány, přepisovány nebo redistribuovány.

Zpracoval: Jan Přeček

Redakční úprava: Lucie Bednářová, Daniela Zrucká, Kateřina Palová

Grafická úprava a tech. spolupráce: David Petrbock

Vydala Asociace pro mezinárodní otázky pro potřeby XV. ročníku Modelu OSN.

© AMO 2010

Model OSN

Asociace pro mezinárodní otázky, Žitná 27, 11000 Praha 1

Tel./fax: +420 224813460, e-mail: model.osn@amo.cz, IČ: 65999533

»www.amo.cz« »www.studentsummit.cz«