



Středoškolská technika 2016
Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Obnovitelné zdroje energie, energie vody a větru
Vodní turbíny
Fotovoltaické elektrárny
Biomasa

Vypracovali :

Ondřej Šubert
Daniel Buček
Roman Hradil
Lukáš Ježek

Střední škola technická
Kouřilkova 8, Přerov

OBSAH

1. Obnovitelný a neobnovitelný zdroj energie.....	3
2. Vodní energie.....	5
3. Větrná energie.....	9
4. VODNÍ TURBÍNY	11
5. FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY.....	15
6. BIOMASA.....	22

Obnovitelný a neobnovitelný zdroj energie

K velkým problémům lidstva v současné době patří zajišťování jeho energetických potřeb. Energetická potřeba lidstva přitom stále narůstá. Je to dáno mnoha faktory, např. stoupajícím počtem obyvatel na Zemi, rostoucími požadavky lidí apod. Vyrůstající spotřeba energie je ale v protikladu se stále se vyčerpávajícími zdroji primární energie, ke kterým patří jednak vyčerpatelné (tj. neobnovitelné) a obnovitelné zdroje energie. Kromě primárních zdrojů energie existují tzv. druhotné zdroje energie, které vznikají důsledkem spotřeby paliv a energie v technologických zařízeních, ve kterých se nevyužijí beze zbytku. Tato zařízení nejsou úplně dokonalá a pracují tedy s určitou účinností. Jako druhotný zdroj energie může být energie chemická, tlaková nebo tepelná.

Neobnovitelný zdroj energie je takový zdroj energie, jehož vyčerpání je očekáváno v horizontu maximálně stovek let a jeho případné obnovení by trvalo podstatně déle. K typickým příkladům neobnovitelných zdrojů energie patří fosilní paliva, tzn. uhlí, ropa, zemní plyn a uran.

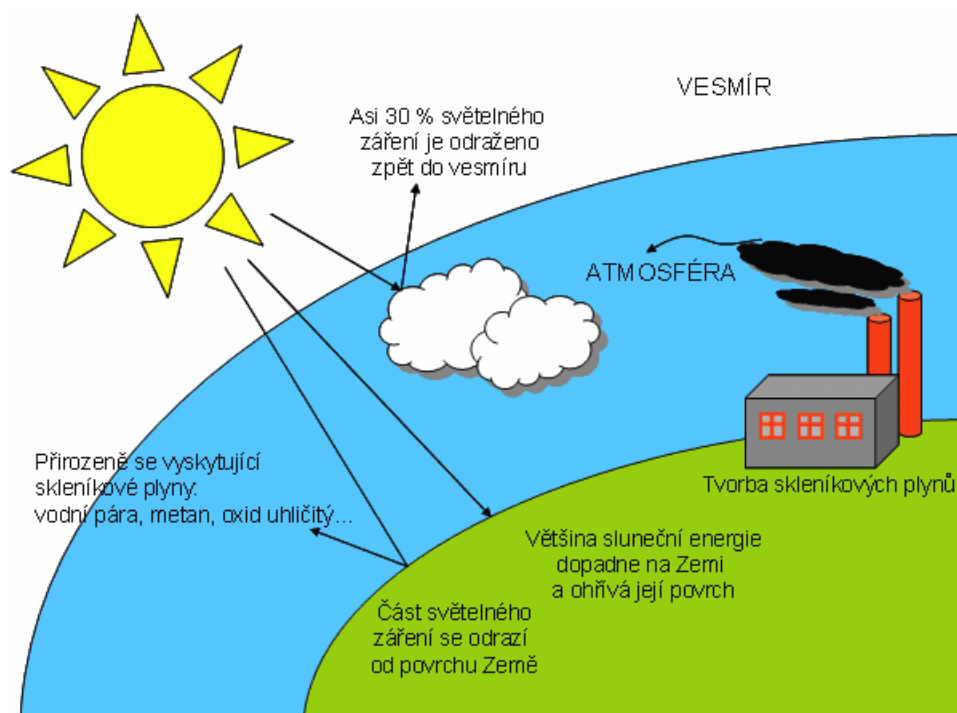
Neobnovitelný zdroj energie je zdroj energie, který bude vyčerpán v horizontu maximálně stovek let a jeho případné obnovení by trvalo podstatně déle. Mezi neobnovitelné zdroje energie patří uhlí, ropa, zemní plyn a jaderná energie.

Zásoby neobnovitelných zdrojů budou v relativně krátké době zcela vyčerpány. Dobu jejich vyčerpání nelze přesně stanovit, závisí to na mnoha faktorech, zejména na energetických úsporách (např. technologických zařízení a budov), nalezení případných nových nalezišť neobnovitelných zdrojů, nárocích lidí z hlediska spotřeby energie apod. Kromě toho využívání energie fosilních paliv má negativní vliv na naše životní prostředí (např. znečištění vod a ovzduší, skleníkový efekt a různé nemoci), jejich cena z dlouhodobého hlediska všeobecně vzrůstá apod. Skleníkový efekt souvisí s oteplováním naší planety. Princip skleníkového efektu je znázorněn na obr. 11.1. Část (tj. 30 %) vysílaného slunečního záření se nejprve odráží zpět do vesmíru, a sice 20 % od mraků, 6 % od atmosféry a 4 % od zemského povrchu. Zbýlých 70 % je pohlceno, z toho 16 % atmosférou, 3 % mraky a 51 % zemským povrchem. V důsledku toho dochází k ohřevu zemského povrchu, který vyzařuje dlouhovlnné infračervené záření. Toto záření se ale jen zčásti dostane zpět do vesmíru. Část infračerveného záření je totiž

pohlcována tzv. skleníkovými plyny, ke kterým patří zejména vodní páry, dále oxid uhličitý, metan, oxid dusný a ozón. Důsledkem toho pak dochází k oteplování naší planety. Z těchto důvodů je třeba klást velký důraz na snižování spotřeby energie fosilních paliv a využívání obnovitelných zdrojů energie.

Obnovitelný zdroj energie je takový zdroj energie, v jehož čerpání lze teoreticky pokračovat další tisíce až miliardy let. Mezi obnovitelné zdroje energie patří energie sluneční a z jejího působení sekundární zdroje energie, tzn. energie vody, moří, větru, biomasy a geotermální energie.

Obnovitelný zdroj energie je zdroj energie, jehož čerpání je možné další tisíce až miliardy let. Mezi obnovitelné zdroje energie patří sluneční energie, energie vody, moří, větru, biomasy a geotermální energie.



Vodní energie

Využití vodní energie patří k jednomu z nejstarších způsobů získávání energie pro potřeby člověka. Vodní energie patří ke stále se obnovujícím obnovitelným zdrojům z důvodu neustálého koloběhu vody v přírodě. Nejprve voda stéká z vyšších nadmořských výšek a přitom postupně uvolňuje svou potenciální energii. Po vyčerpání energie se vrací do moří, kde je nejnižší potenciální energie vody. Původní energii získá voda působením slunečního záření, jehož důsledkem dochází k vypařování vody. Voda se následně ve formě deště nebo sněhu vrací zpět do míst s vyšší potenciální energií a tento koloběh se pravidelně opakuje.

U vody lze využít její potenciální a kinetickou energii k přímě výrobě elektrické energie nebo pohonu technologických zařízení. V podmínkách České republiky se využívá energie vody především ve vodních elektrárnách, jejichž základním prvkem jsou vodní turbíny. Kromě toho lze využít energii vody v oceánech a mořích, kde dochází k pohybu vodních částic ve formě vlnění. Toto vlnění může být způsobené např. větrem, přitažlivostí Slunce a Měsíce spolu se zemskou rotací (tzv. slapová energie ve formě přílivu a odlivu) a podmořským zemětřesením (tzv. tsunami).

Vodní elektrárny

Vodní elektrárny jsou hydrodynamická díla, která se používají k transformaci energie vody především v elektrickou energii. Hlavní součástí vodní elektrárny je vodní turbína. Voda způsobí otáčení rotoru turbíny a otáčející se turbína pohání rotor elektrického generátoru. Konečným produktem je vyrobená elektrická energie, která se dále odvádí rozvodnou elektrickou sítí ke spotřebitelům. K dalším součástem vodních elektráren patří hráz nebo jez pro zadržování vody, vodní přivaděče aj.

Vodní elektrárny se rozdělují podle několika hledisek. Z hlediska jejich funkce se dělí vodní elektrárny na:

- průtočné – pracující bez akumulčního prostoru a jejich výkon je závislý na aktuálních průtokových poměrech toku,
- špičkové – pracující s akumulční nádrží pouze v době špičkového zatížení jen několik hodin denně,
- přečerpávací – pracující ve dvou režimech. V době špičkového zatížení pracují v turbínovém provozu. Naopak v době nízkého odběru elektrické energie (např. v noci) pracují v čerpacím režimu. Přečerpávací elektrárny pracují mezi dvěma akumulčními nádržemi (horní je na kopci, dolní v údolí).

Z hlediska velikosti spádu H mohou být vodní elektrárny:

- nízkotlaké – pracující se spádem
- středotlaké – *pracující se spádem*
- vysokotlaké – *pracující se spádem*

Vodní elektrárna	Instalovaný výkon P [MW]	Rok uvedení posledního bloku do provozu
Lipno I	120	1959
Lipno II	1,5	1957
Orlík	364	1962
Kamýk	40	1961
Slapy	144	1955
Štěchovice I	22,5	1944
Štěchovice II	45	1948
Vrané	13,9	1936
Střekov	19,5	1936
Nechranice	10	1968
Brněnská přehrada	3,1	1941
Spytihněv	2,6	1951
Pastviny	3	1938
Slezská Harta	3,1	1998
Dalešice	480	1978
Dlouhé Stráně I	650	1996
Dlouhé Stráně II	0,16	2000

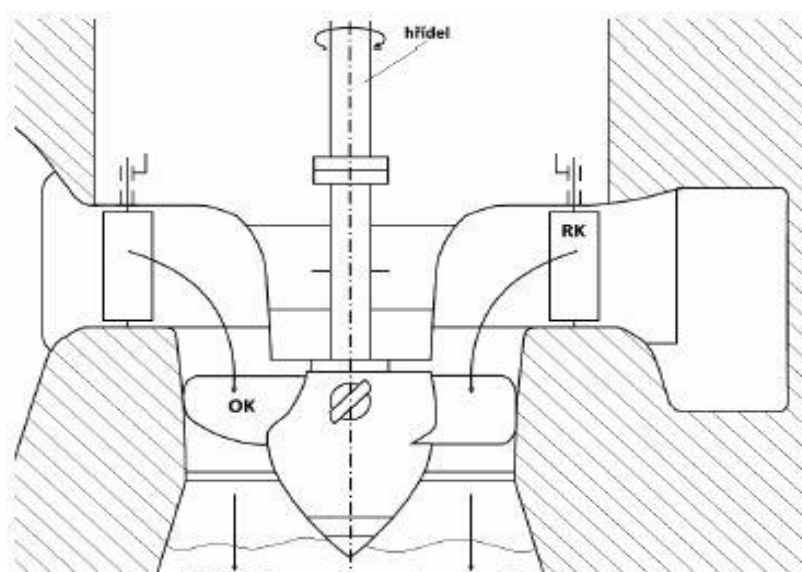
Vodní turbíny

Vodní turbíny, jejichž předchůdcem byla vodní kola, jsou zařízení, která se používají k transformaci kinetické a potenciální tlakové energie vody na mechanickou energii. Tuto mechanickou energii lze dále transformovat na elektrickou energii pomocí elektrického generátoru nebo využít k pohonu technologických zařízení (např. mlýnů). Zatímco účinnost vodních kol je přibližně 30 %, u vodních turbín lze dosáhnout účinnosti až 90 %.

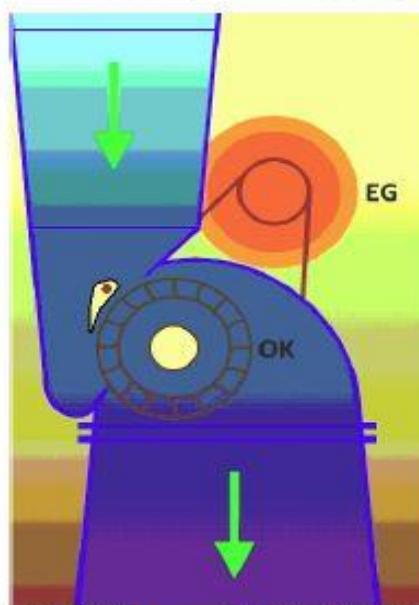
Vodní turbíny jsou proudové motory, které se používají k transformaci kinetické a tlakové energie vody na mechanickou energii.

Schématické znázornění principu činnosti vodní turbíny (v tomto případě se jedná o Kaplanovu turbínu) je znázorněno na obr. 11.2. Základním prvkem vodních turbín je oběžné kolo OK s lopatkami. Voda je přiváděna vhodným přiváděčem k tomuto kolu. Na jedné straně OK voda do lopatek vstupuje, na druhé straně vychází. Většina vodních turbín je před vstupem do OK opatřena rozváděcím kolem RK, které slouží k tomu, aby voda dopadala na lopatky OK v optimálním směru. Je tedy zřejmé, že lopatky obou kol musí být vhodně tvarované, aby bylo dosaženo vysoké účinnosti. Tvary lopatek se stanoví pomocí hydrodynamických výpočtů nebo modelů. Rozváděcí kolo bývá v některých případech nahrazeno několika tryskami (jako je to typické u Peltonových turbín) nebo regulační klapkou pro regulaci průtoku v přítoku vody (viz Bánkiho turbína na obr. 11.3). Dopadající voda na OK způsobí uvedení tohoto kola do rotačního mechanického pohybu

společně s hřídelí, na které je toto kolo uloženo. Tento hřídel pak může přímo pohánět pracovní mechanismus nebo rotor elektrického generátoru EG pro výrobu elektrické energie. Voda za OK odtéká odpadním kanálem z vodní turbíny.



Obr. 11.2: Schéma principu činnosti Kaplanovy turbíny.



Obr. 11.3: Schéma soustrojí s Bánkiho turbínou.

Podle směru proudění kapaliny se dělí vodní turbíny na:

-axiální,radiální,radiaxiální,diagonální,tangenciální,s šikmým průtokem,
s dvojnásobným průtokem

Podle uspořádání mohou být vodní turbíny:

-horizontální,vertikální,šikmé

Vodní turbíny se dále dělí podle velikosti spádu, otáček, možnosti natáčení lopatek rozváděcího a oběžného kola apod.

Jednotlivé typy vodních turbín lze použít pro určité spády a průtoky. V podmínkách České republiky se používají zejména Kaplanovy turbíny, které jsou konstruovány pro malé spády od 1 m do 20 m a pro poměrně velký rozsah průtoků (od 0,15 m³/s až do několika desítek m³/s). Francisovy turbíny se používají pro podobné průtoky jako Kaplanovy turbíny, ale pro větší spády. Pro největší spády (od 30 m až do cca 200 m) a malé průtoky (již od 10 l/s) se používají Peltonovy turbíny. Bánkiho turbíny se používají pro menší spády (od 5 m do 60 m) i průtoky (od 10 l/s do 900 l/s).

Větrná energie

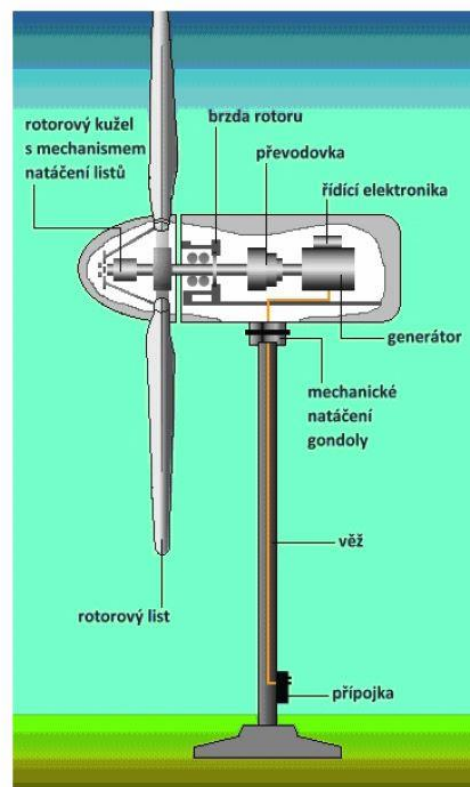
Vítr vzniká jako důsledek nerovnoměrného ohřevu zemského povrchu slunečním zářením. Od ohřátého zemského povrchu se ohřívá i přilehlá vzduchová vrstva. Protože teplý vzduch má nižší měrnou hmotnost než studený vzduch, má snahu stoupat směrem vzhůru. Tento děj je ovlivněn střídáním dne a noci a rotací Země. Tímto způsobem vznikají v atmosféře tlakové rozdíly, a sice tlakové níže a tlakové výše. Vyrovnaním tlakových rozdílů pak vzniká vítr, který proudí od tlakové výše k tlakové níži.

Energie větru začala být využívána pomocí větrných mlýnů již v 7. st. př. n. l. Byla využita zejména k mletí obilí a čerpání vod. Dále se dá využít energie větru pomocí plachtových nebo farmářských kol, zejména za účelem čerpání vod. V současné době se používají větrné motory k výrobě elektrické energie. Nejvíce se používají větrné motory vrtulového typu, dále se používají větrné motory typu Savonius a Darrieus.

Větrné motory jsou zařízení sloužící k přeměně kinetické energie větru na mechanickou energii.

Jsou základním prvkem větrných elektráren, které mechanickou energii získanou větrným motorem dále transformují v elektrickou energii. Schématické znázornění nejvíce používaných větrných elektráren s větrným motorem vrtulového typu pracujícím na vztlačovém principu je znázorněno na obr. 11.4. Na vrcholu věže větrné

elektrárny se nachází těleso gondoly, které se automaticky natáčí vzhledem ke směru proudění větru. Základním prvkem elektrárny je větrný motor s vhodně tvarovanými rotorovými listy, které jsou důsledkem proudění větru uváděny do rotačního pohybu. V gondole je uložen generátor s převodovkou, který transformuje mechanickou energii v elektrickou energii. Ta je následně rozváděna do elektrické sítě. Součástí elektrárny je rovněž brzda rotoru, která odstaví větrnou elektrárnu v případě, kdy hrozí nebezpečí její havárie (např. při velmi vysokých rychlostech proudění větru, námraze nebo přehřátí ložiska a vnitřích generátoru). Při malých výkonech (do 5 kW) se používají stejnosměrné generátory nebo generátory s permanentními magnety, při vyšších výkonech se používají generátory na střídavý proud



Obr. 11.4: Schéma vztlačové větrné elektrárny vrtulového typu.

Rozdělení větrných elektráren

Existuje několik kritérií, podle kterých se dělí větrné elektrárny. Nejdůležitějším kritériem je aerodynamický princip, podle kterého mohou větrné motory pracovat na odporovém nebo vztlakovém principu.

Větrné motory pracující na odporovém principu patří mezi nejstarší typy. Podstatou těchto motorů je skutečnost, že plocha nastavená proti větru mu vytváří aerodynamický odpor. Tím se na této ploše vytváří síla která se mechanicky přeměňuje na jiný (obvykle rotační pohyb). Typickým příkladem větrných motorů pracujících na odporovém principu je mističkový anemometr po jehož obvodu jsou rovnoměrně umístěny mističky (3 nebo 4) ve tvaru polokoule. Mistička orientovaná svou dutinou proti směru proudění větru mu klade podstatně větší odpor (asi 3,5 krát) než mistička nastavená proti větru svou vypuklou částí. Tímto způsobem vzniká moment sil, který uvádí rotor motoru do otáčivého pohybu úhlovou rychlostí. Na podobném principu je založen Savoniův větrný motor, u něhož jsou polokulové mističky nahrazeny dvěma poloválčovými plochami. Další příklady větrných motorů pracujících na odporovém principu jsou znázorněny na obr. 11.7. Nevýhodou větrných motorů odporového typu je jejich velmi nízká účinnost (maximálně kolem 20 %).

Výhody a nevýhody větrných elektráren

Větrné elektrárny využívají energie větru, která je obnovitelná a prakticky nevyčerpatelná. Výhodou je možnost vyrábět elektrickou energii v místech, kde není k dispozici přípojka k rozvodné elektrické síti. Větrné elektrárny jsou dále výhodné pro majitele pozemků a obce, přispívají k tvorbě nových pracovních míst a příležitostí pro český průmysl apod. Kromě toho větrné elektrárny mají spoustu nevýhod. Mezi největší nevýhody patří nestálost rychlosti proudění větru, která se obecně mění. Jedná se tedy o nestálý zdroj energie. Provoz větrné elektrárny se vyplatí při minimální rychlosti větru okolo 5 m/s. Horní využitelná rychlost větru je okolo 25 m/s. Při vyšších rychlostech větru je nutno větrnou elektrárnu odstavit z důvodu bezpečnosti jejího provozu. K dalším nevýhodám patří např. hluk (zejména u rychloběžných malých větrných elektráren), stroboskopický jev (tj. vytváření pohyblivých stínů), rušení zvěře a nebezpečí pro ptactvo, narušení krajinného rázu, rušení televizního a rádiového signálu, málo vhodných míst pro jejich umístění, odlétávající kusy namrzlého ledu v zimním období apod.

Z výše uvedeného je zřejmé, že jako vhodné lokality pro instalaci větrných elektráren na území České republiky se jeví místa vzdálenější od lidských obydlí a současně s vyššími rychlostmi proudění větru, tzn. místa s vyššími nadmořskými výškami (cca od 500 m n. m).

Vodní turbíny

Vodní turbína je točivý mechanický stroj, který přeměňuje kinetickou či tlakovou energii vody na mechanickou energii. Předchůdcem vodní turbíny bylo vodní kolo (známé také jako mlýnské kolo). Spolu s elektrickým generátorem resp. alternátorem spojeným s turbínou je hlavní součástí vodních elektráren. Generátor převádí mechanickou energii turbíny na energii elektrickou.



Podle orientace proudění

- Tangenciální
- Radiální
- Diagonální
- Axiální

Podle způsobu předání energie

- přetlaková (reakční) turbína: tlaková energie vody se přeměňuje na kinetickou energii oběžného kola turbíny. Za oběžným kolem tlak vody klesá. Příklady: Kaplanova, Francisova.
- rovnotlaká (impulsní) turbína: tlaková energie vody se v rozváděcím zařízení přeměňuje na kinetickou energii vody a ta se přeměňuje na kinetickou energii oběžného kola turbíny. Tlak vody se za oběžným kolem nemění. Příklady: Peltonova, Bánkiho.

Podle polohy

- Horizontální
- Vertikální

Podle celkové konstrukce

Francisova turbína

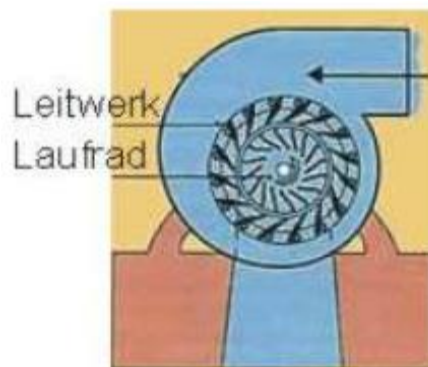
Francisova turbína byla poprvé postavená v roce 1849. Jedná se o přetlakovou turbínu. Konstrukce Francisovy turbíny vychází z teoretických základů významného matematika Leonarda Eulera. Tato turbína je aktuální dodnes.

Princip

Francisova turbína je reakční přetlaková turbína, což znamená, že pracovní kapalina mění tlak během své cesty strojem. Přitom odevzdává svou energii. Pro udržení toku vody jsou nutné rozváděcí lopatky. Rotor turbíny se nachází mezi vysokotlakým přívodem a nízkotlakou sávkou většinou v patě přehrady. Vstupní potrubí se postupně zužuje. Pomocí rozváděcích (automaticky stavěných regulátorem) lopatek je voda směřována na rotor takovým způsobem, aby ztráta vířením a narážením na lopatky oběžného kola byla co nejmenší. Jak voda prochází rotorem, její rotační rychlost se zmenšuje a zároveň odevzdává energii rotoru. Tento efekt (spolu s působením samotného vysokého tlaku vody) přispívá k efektivitě turbíny. Výstup z turbíny je tvarován tak, aby byla rychlost výstupní vody co nejnižší.

Použití

Francisovy turbíny se používají v energetice. Jsou určeny pro střední a větší průtoky a spády, zejména u přečerpávacích elektráren. Například největší evropská přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé Stráně, používá dvě Francisovy turbíny o výkonu 325 MW.



Kaplanova turbína

První Kaplanovu turbínu zkonstruoval, teoreticky propracoval a přihlásil k patentování brněnský profesor Viktor Kaplan (1876 – 1934). V letech 1910 – 1912 navrhl na základě svých úvah nový tvar oběžného kola. První prototyp Kaplanovy turbíny byl vyroben brněnskou firmou Ignác Storek v roce 1919. Po zkouškách se ukázalo, že turbína dosahuje vynikající mechanické účinnosti až 86 %.

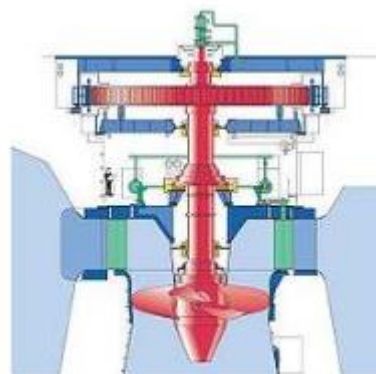


Princip

Kaplanova turbína je reakční přetlaková axiální turbína s velmi dobrou možností regulace. Toho se využívá především v místech, kde není možné zajistit stálý průtok nebo spád. Od svého předchůdce, Francisovy turbíny, se liší především menším počtem lopatek, tvarem oběžného kola a především možností regulace náklonu lopatek u oběžného i rozváděcího kola. Má vyšší účinnost než Francisova turbína, je ale výrazně složitější a dražší.

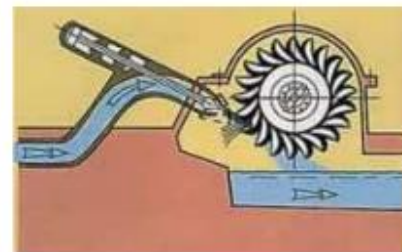
Použití

Kaplanovy turbíny se používají pro spády od 1 do 70,5 m (což je spád na vodní elektrárně na Orlíku) a průtoky 0,15 až několik desítek m³/s. Největší hltnost na světě mají Kaplanovy turbíny na vodní elektrárně Gabčíkovo na Dunaji, a to až 636 m³/s, při spádu 12,88 až 24,20 m. Obecně se dá říci, že se používají především při velkých průtocích a malých spádech, které nejsou konstantní. V závislosti na rozdílu hladin může být instalována buď se svislou, nebo s vodorovnou osou otáčení.



Peltonova turbína

Peltonova turbína je nejefektivnější v případě vysokého tlaku přivodní vody. Jelikož voda je prakticky nestlačitelná, téměř všechna její energie je předána turbíně. Proto stačí pouze jediné oběžné kolo k převedení energie vody na energii rotoru.



Peltonova turbína byla vynalezena Američanem Lesterem Allanem Peltonem (1829 – 1908). Hlavní inspirací vývoje nové turbíny mu byla studia důlních zařízení během Kalifornské zlaté horečky. První Peltonovo oběžné kolo bylo instalováno v roce 1878 v Mayflower Mine, ve státě Nevada.

Princip

Peltonova turbína se používá pro výrobu vodní energie v místech s vysokým spádem vody a malým průtokem. Jedná se o akční rovnotlakou tangenciální turbínu, kdy voda proudí tečně na obvod rotoru pomocí trysek. Rozvaděčem je dýza na přívodním potrubí, z níž voda vystupuje kruhovým paprskem a dopadá na lopatky lžičkovitého tvaru. Každá z lopatek se postaví proti směru toku vody a tak otočí její směr. Výsledkem vzniklých sil je pohyb rotoru turbíny. Oběžné lopatky ve tvaru dvojitých korečků jsou pevné (neregulovatelné). Regulace výkonu změnou průtoku se provádí zavíráním nebo otevíráním výtokového otvoru dýzy přímočarým pohybem regulační jehly. K posuvu jehly se většinou používá servomotor. K rychlému odstavení z provozu, např. při výpadku generátoru ze sítě, se užívá zařízení na odklánění nebo odřezávání vodního paprsku, tzv. deviátoru nebo deflektoru, jehož pohyb je kombinován s pohybem regulační jehly. Uspořádání soustrojí bývá většinou horizontální, při více jak dvou dýzách je vertikální.



Použití

Peltonovy turbíny se používají pro vysoký spád a malý průtok vody. Jsou vyráběny ve všech možných velikostech. Pro použití v energetice se využívá vertikální uložení a výkon až 200 MW. Nejmenší turbíny jsou veliké několik desítek centimetrů a používají se pro malé vodní elektrárny s velkým spádem. Rozsah použití je od 15 m až po 1800 m.

Fotovoltaické elektrárny

Fotovoltaický článek

je velkoplošná polovodičová dioda schopná přeměňovat světlo na elektrickou energii. Využívá při tom fotovoltaický jev.

Fotovoltaický jev

Foton s dostatečnou energií může v polovodičovém materiálu uvolnit elektron z valenčního do vodivostního pásu. Na jeho původním místě vznikne tzv. díra – elementární kladný náboj. Je-li v polovodičovém materiálu vytvořen PN přechod (dioda), pohybují se tyto náboje směrem k elektrodě se stejnou polaritou. Jsou-li elektrody propojeny vnějším obvodem, vzniká na PN přechodu působením světla napětí a proud – PN přechod se stává zdrojem.

Historie fotovoltaických článků

Fotovoltaický jev poprvé pozoroval William Grylls Adams v roce 1876. První fotovoltaický článek však byl sestaven až v roce 1883 Charlesem Frittssem. Jeho zařízení mělo pouze jednocentní účinnost. V roce 1946 si nechal patentovat konstrukci solárního článku Russel Ohl. Současná podoba solárních článků se zrodila v roce 1954. Na začátku sedmdesátých let se fotovoltaické články dostaly z laboratoří a z kosmického prostoru i na zem, z velké části díky ropným společnostem těžícím v Mexickém zálivu. Na automatických ropných plošinách je elektrická energie potřebná pro osvětlení (maják) a pro ochranu proti korozi. Fotovoltaické články zcela vytlačily do té doby používané primární články elektrické energie.

Různé technologie výroby

Technologie tlustých vrstev

Fotovoltaický článek je tvořen polovodičovou P-N diodou. Tyto články se vyrábějí z křemíkových plátků, ať už z monokrystalického nebo polykrystalického křemíku. V současné době se touto technologií vyrábí více než 85% solárních článků na trhu.

Technologie tenkých vrstev

Fotovoltaický článek je tvořen nosnou plochou (například sklem, textilií a podobně), na které jsou napařené velmi tenké vrstvy amorfního nebo mikrokrytalického křemíku. Množství materiálu, použitého pro výrobu tenkovrstvého fotovoltaického článku, je nižší, než u tlustých vrstev, takže články jsou levnější. Nevýhodou současných tenkovrstvých fotovoltaických článků je nižší účinnost a nižší životnost.

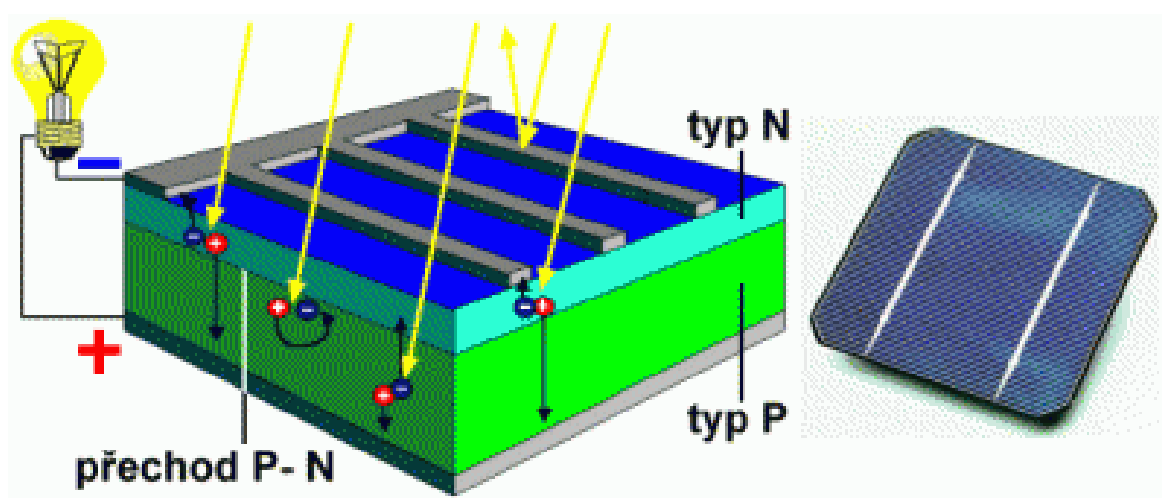
Nekřemíkové technologie

Na rozdíl od předešlých dvou se pro konverzi světla na elektrickou energii nepoužívá tradiční P-N polovodičový přechod. Používají se různé organické sloučeniny, polymery a podobně. Tyto technologie jsou většinou ve stadiu výzkumů.

Vzhledem k možnému masovému využití fotovoltaických článků, jejichž výrobní cena by byla podstatně nižší než v současnosti, probíhá také výzkum fotovoltaických článků pracujících s jinými fotocitlivými materiály než je křemík. Jednou z možností jsou vodivé polymery; např. v listopadu 2005 se podařilo výzkumné skupině na University of California v Los Angeles dosáhnout zatím maximální účinnosti 4,4%.

Princip fotovoltaických článků

Fotovoltaický (sluneční, solární) článek je v podstatě polovodičová dioda. Jeho základem je tenká křemíková destička s vodivostí typu P. Na ní se při výrobě vytvoří tenká vrstva polovodiče typu N, obě vrstvy jsou odděleny tzv. přechodem P-N. Osvětlením článku vznikne v polovodiči vnitřní fotoelektrický jev a v polovodiči se z krystalové mřížky začnou uvolňovat záporné elektrony. Na přechodu P-N se vytvoří elektrické napětí, které dosahuje u křemíkových článků velikosti zhruba 0,5 V. Energie dopadajícího světla se v článku mění na elektrickou energii. Připojíme-li k článku pomocí vodičů spotřebič (například miniaturní elektromotor), začnou se kladné a záporné náboje vyrovnávat a obvodem začne procházet elektrický proud. Je-li třeba větší napětí nebo proud, zapojují se jednotlivé články sériově či paralelně a sestavují se z nich fotovoltaické panely.



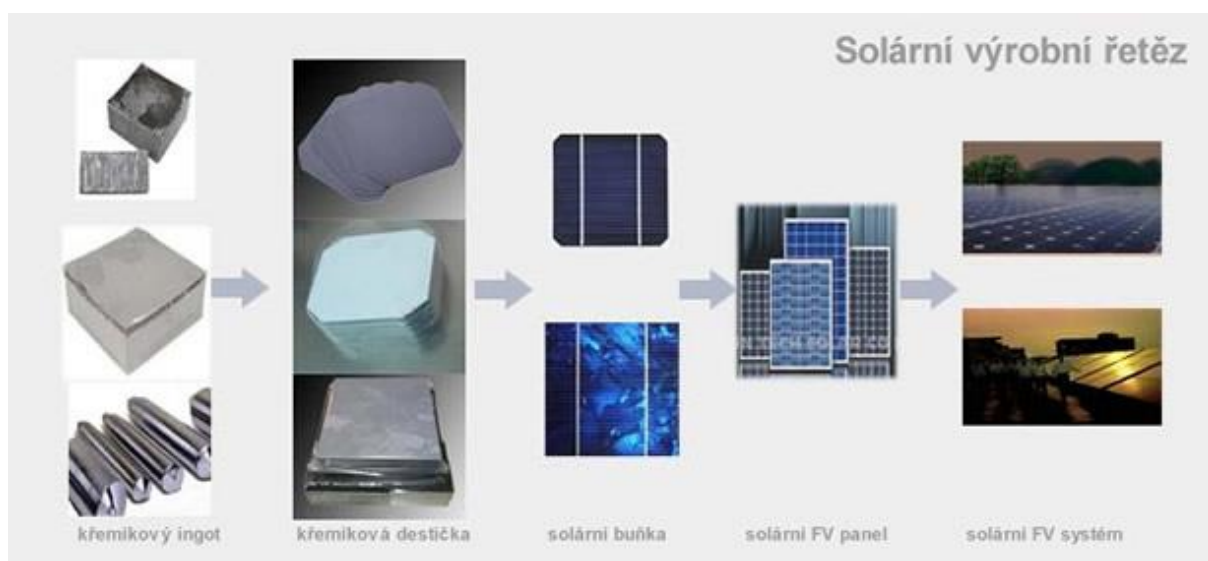
Proud, který můžeme ze slunečního článku odebírat, je úměrný velikosti ozařované plochy článku. Výkon křemíkových fotovoltaických článků o ploše 1 m^2 je 80 – 100 W, účinnost přeměny světelné energie na energii elektrickou závisí na struktuře materiálu a způsobu výroby článku

Výroba solárních článků

Různé řezy a druhy solárních článků.

Velká část dnes používaných článků je vyráběná z monokrystalického (případně polykrystalického) dopovaného P křemíku. Polykrystalické křemíkové ingoty se vyrábějí se čtvercovým průřezem, vhodným pro výrobu solárních článků. Kulaté monokrystalické ingoty se často ořezávají na pseudočtvercový průřez, aby byla lépe využita plocha solárních panelů. Ingoty se rozřežou na tenké destičky (maximálně 1/3 mm).

Na těch se pak vytvoří leptáním textura (destička zmatní a lépe pohlcuje světlo). Destička se poté dopuje fosforem, čímž se vytvoří polovodivý P-N přechod, vybaví se antireflexní vrstvou nitridu (článek získá tmavě modrou barvu), a vodivou pastou se sítotiskem vyrobí metalizace na zadní i přední straně. Poté se článek vypálí (sintruje) - vytvoří se vodivé propojení metalizace s křemíkem. Hotové články se spojují do série (a/nebo paralelně) pájenými plochými kovovými pásky a montují se do fotovoltaických panelů.



Fotovoltaický článek

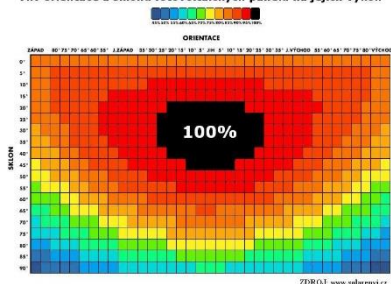
Že FV jev funguje, potvrzují fotodiody - el. součástky s jedním P-N přechodem sloužící většinou k detekci světla. Jeden P-N přechod ale moc energie neuvolní, tisíce P-N přechodů už stojí za řeč. Každý jistě zná "takové ty staré ruské kalkulačky" - jako první obsahovaly solární články s několika stovkami fotodiód (P-N přechodů) a fungují dodnes. Správnou konstrukcí a pospojováním fotovoltaických článků vznikne fotovoltaický panel o výkonu cca 100 - 173 Wp/m². Wp znamená špičkový výkon při ideálních podmínkách (světlo o intenzitě 1000 W/m² dopadá kolmo na panel při teplotě 25°C). Množství získané energie závisí na těchto faktorech:

- na technologii výroby FV panelů (účinnosti)
- na intenzitě dopadajícího světla (lokalita)
- na ploše, na kterou světlo dopadá (přímoúměrně)

Velikosti FV panelů jsou různé dle výrobců, obecně lze říci, že aby byla dobrá manipulovatelnost s panelem při instalaci systému, měla by být plocha panelu menší než 2 m². Ještě jedna důležitá věc - všechny články či panely dodávají stejnosměrné veličiny, tedy stejnosměrné napětí, stejnosměrný proud

Umístění fotovoltaických panelů

Vliv orientace a sklonu fotovoltaických panelů na jejich výkon



Na toto téma jdou na netu mnohé diskuse a většinou je resumé takové, že za ideál je považován jižní směr s maximálním odklonem 10-15° na západ. Samozřejmě, že nesmí slunečnímu záření nic bránit v tom aby paprsky dopadaly na panely. Sklon panelů bývá udáván mezi 35-45° od vodorovné roviny. V případě stavby fotovoltaiky na rovné střeše nebo pozemku si poradíme s orientací snadno, pokud ale máte střechu odkloněnou od jihu o více než 45° na východ

či západ, stavbu raději nedoporučujeme. Určitě se na webu dočtete o dvou systémech uchycení panelů - statické a natáčecí systémy. Natáčecí mají vyšší výkon, ovšem mají poněkud vyšší pořizovací náklady, natáčecí mechanismy jsou náchylné na mechanické poškození, potřebují pravidelnou údržbu. Z hlediska nulové údržby a nulových provozních nákladů ovšem vřele doporučujeme statické systémy, u kterých opravdu jen budete posílat faktury ...

Fotovoltaická elektrárna

je soubor menšího či většího počtu solárních panelů, střídače či střídačů, podpůrných a jistících prvků. Samozřejmě, že k elektrárně patří i konstrukční prvky a kabeláž. Solární elektrárny se liší především svým výkonem, jinak se většinou jedná o stejný princip - energie vyrobená dopadem slunce na fotovoltaické panely se přemění ve střídavé veličiny a poté je předána do domácí či rozvodné elektrické sítě o kmitočtu 50 Hz.

Sluneční elektrárnu můžete postavit na střeše svého rodinného domu, chaty, výrobní haly (nemusíte ji pak hlídat) nebo třeba na poli. Dle způsobu dodávky energie do elektrorozvodné sítě pak rozlišujeme tyto 3 základní způsoby:

- ostrovní systém (bez připojení na elektrorozvodnou síť)
- připojení na síť samostatnou přípojkou
- připojení na síť za využití tzv. zeleného bonusu.



Připojení na síť samostatnou přípojkou

Jedná se o způsob připojení vhodný spíše u větších instalací především všude tam, kde elektrárna je postavena pouze za účelem dodávky do rozvodné sítě. Výhoda této varianty je ve vyšší výkupní ceně za jednu dodanou kWh, ovšem je zde i jedna dosti podstatná nevýhoda (smytá větší velikostí elektrárny) a sice nutnost zřízení elektrické přípojky (v roce 2009 počítejme u RD s náklady cca 10 tisíc za připojení + 500 Kč za každý ampér na hlavním jističi, u FV farem to je trošku jinak ...)

Účinnost

Sluneční světlo vzniká termonukleární reakcí ve slunečním centru při teplotách okolo 15 miliardů Kelvinů. Na povrchu Slunce už je teplota kolem 6. tisíc Kelvinů.

Zářivý výkon celého slunce je $3,85 \times 10^{23}$ kW. Většina tohoto výkonu se vyzáří do prostoru a k Zemi dorazí jen asi půl miliardtiny. I tak je to výkon $1,744 \times 10^{14}$ kW na celou ozářenou polokouli.

Země obíhá kolem Slunce ve vzdálenosti 150 milionů kilometrů. Energetická hustota slunečního záření v této vzdálenosti je ve vakuu $1367 \pm 7 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Tato energie je rozložena do elektromagnetického spektra přibližně odpovídající záření absolutně černého tělesa o teplotě 5700 K.

Při průchodu atmosférou se část sluneční energie ztratí. Asi $300 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ se v atmosféře absorbuje, kolem $100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ se rozptýlí. Část rozptýlené energie přispívá k celkovému osvětlení jako difuzní záření oblohy. Účinnost solárních článků se měří při definovaném osvětlení AM1.5 - energetická hustota tohoto spektra je $1 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$, ale silně závisí na průhlednosti atmosféry.

Energie fotonu, která překračuje potřebnou hranici pro výrobu elektřiny, se mění v teplo. Ve fotovoltaickém článku tak lze na elektřinu přeměnit teoreticky maximálně padesát procent dopadajícího světla. Prakticky se dosahuje účinnosti asi patnáct procent u průmyslově vyráběných článků. U experimentálních laboratorně vyráběných článků se dosahuje účinnosti až třicet procent.

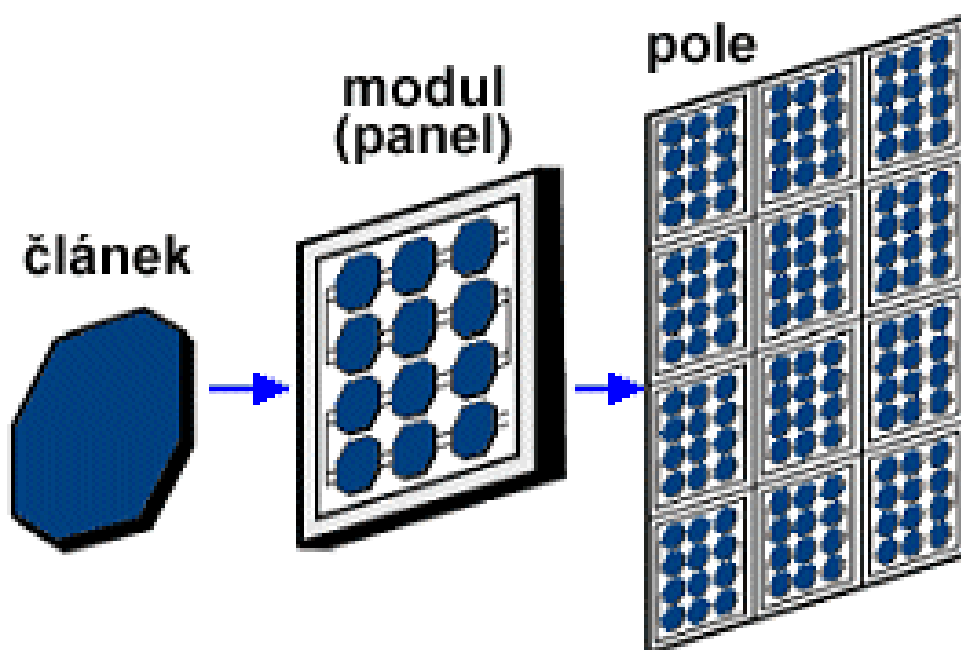
U současných tenkovrstvých článků dosahuje účinnost přibližně 8-9 procent, časem se však snižuje mnohem rychleji, než u tlustovrstvých článků. V roce 2006 Národní laboratoř pro obnovitelnou energii (USA) představila články využívající trojnásobné přechody s efektivitou až 40,7%

Fotovoltaické systémy

fotovoltaický článek má jen velmi malé využití. Výstupní napětí i výkon je pro většinu aplikací příliš malý. Proto se články podle požadovaného napětí a odebíraného proudu spojují a vytvářejí fotovoltaický modul (panel). Spojením více modulů vzniká rozměrné fotovoltaické pole, které se instaluje například na střechu nebo fasádu budovy. Pro dosažení vysoké životnosti se moduly ukládají do hermeticky uzavřených pouzder, která jsou opatřena vysoce průhledným tvrzeným sklem. Tato úprava chrání moduly před povětrnostními vlivy, udávaná životnost je 20 - 30 let.

Nejjednodušší fotovoltaický systém:

Fotovoltaický modul je přímo připojen ke spotřebiči, jak je znázorněno na schématu. Spotřebič v tomto zapojení pracuje jen při dostatečně intenzivním osvětlení modulu a to je hlavní nevýhoda. Toto řešení je možno zvolit jen výjimečně, například k napájení jednoduchých kalkulaček, dětských hraček nebo učebních pomůcek.



Biomasa

Biomasa je souhrn látek tvořících těla všech organismů, jak rostlin, bakterií, sinic a hub, tak i živočichů. Tedy je to téměř jakákoliv hmota organického původu, ať už rostlinného či živočišného. V kontextu s energetickými zdroji se většinou jedná o, dřevní odpad, slámu a další zemědělské zbytky a odpad, ale i exkrementy užitkových zvířat. Energie biomasy má svůj prapůvod ve slunečním záření a fotosyntéze, a proto se jedná o obnovitelný zdroj energie – tzn. při racionálním využívání nevyčerpatelný.

Biomasa je CO₂ neutrální palivo – tzn. při racionálním využívání je emise tohoto hlavního skleníkového plynu rovny jeho spotřebě v nově narůstajících biomase; také emise ostatních znečišťujících prvků jsou při efektivním spalování standardizovaných biopaliv nižší než u nejčastěji používaných fosilních paliv.

Biomasa může být transformována a skladována – tzn. různé formy biomasy mohou být transformovány na různá pevná, plynná a kapalná biopaliva, která mohou být používána v různých energetických zdrojích a i v dopravě; současně mohou být skladována a používána v době potřeby.

Ekologická definice

Biomasa je v ekologii termín definovaný jako úhrn hmoty jedinců určitého druhu, skupiny druhů nebo všech druhů společenstva. Úhrn je součtem této skupiny na dané ploše. Může být rozlišen stav daných organismů, s ohledem na možnosti technického využití. U rostlin je takto rozlišována biomasa podzemní nebo nadzemní, biomasa suchá nebo ve vegetativním stavu. Jednotkami, v kterých jsou vyjadřovány tyto veličiny je celková hmotnost sušiny nebo objemové jednotky (litr, cm³, m³), nebo u čerstvé hmotnosti je používáno jednotek energie (joule).

Suchá biomasa, což je například dřevní a suchý rostlinný odpad, se většinou zpracovává suchými procesy, jako jsou spalování či zplyňování. Mokrý biomasa, tedy například právě tekuté a pevné výkaly hospodářských zvířat či siláž, se zpracovává mokkými procesy v bioplynových stanicích. Mezi další možnosti jejího zpracování pak patří lisování olejů a jejich úprava například při výrobě bionafty.

Formy a zdroje biomasy

Biomasa v nejširším smyslu je hmota všech organismů na Zemi. Zahrnuje tedy jak jejich "tělesné" schránky tak i živé či neživé produkty jejich činnosti (obaly, exkrementy, semena, dřevo). Existuje proto celá řada forem biomasy podle jejího původu nebo způsobu vzniku jako například fytomasa, zoobiomasa, dendromasa atd.

Základním producentem biomasy jsou rostliny, které jsou schopné využitím světelné energie zachycené v zeleném barvivu – chlorofylu – produkovat sacharidy a následně bílkoviny. Ty jsou základním „stavebním kamenem“ všech živých organismů – biomasy. Tato reakce je syntézou atmosférického CO₂ a vody za pomoci energie slunečního záření (proces zvaný fotosyntéza). Teoreticky všechny formy biomasy je možno využít pro produkci energie, neboť základním stavebním prvkem živé hmoty je uhlík a uhlíková vazba, která obsahuje energii. Je pouze technickou otázkou jak tento potenciál využít a zda je to ekonomicky výhodné.

Biomasa má mnoho forem, z nichž mnohé se ke spalování nehodí, kvůli vysokému obsahu prvků nebo látek, které zhoršují kvalitu spalování, nebo se při spalování vytvářejí nebezpečné emise. U těchto forem biomasy je možně zvolit jiný způsob transformace například výrobu bioplynu anaerobním kvašením. Z hlediska vzniku biomasy je biomasu vhodnou pro výrobu energie možno rozdělit na tyto základní skupiny:

1. Zbytková biomasa ze zemědělství

- rostlinné sklizňové zbytky zemědělské prvovýroby, zejména sláma obilná a řepková
- organické zbytky zemědělské výroby, zejména chlévská mrva
- organické nebo rostlinné zbytky ze zpracovatelského průmyslu, zejména mlékárenského a potravinářského (např. rostlinné obaly olejnatých semen - slunečnice, tuky)

2. Zbytková biomasa z lesnictví

- těžební odpad z lesního hospodaření např. z prořezávek, probírek (průměr kmene < 7cm) z mýtní těžby
- spalitelný odpad z pilařské výroby, dřevozpracujícího a papírenského průmyslu

3. Biomasa energetických plodin 1. generace

- řepka a palma olejná na FAME a PPO (čistý řepkový olej)
- pšenice a kukuřice (v USA) na bioetanol
- žitovec (triticale) na pelety

4. Biomasa energetických plodin 2. generace (tzv. ligno-celulózní plodiny)

- dřeviny: např. topoly, vrby nebo v teplejších oblastech eukalyptus
- nedřevnaté rostliny: energetický šťovík, ozdobnice, proso dvojřadé aj.

Je zajímavé, že biomasa zbytková z ligno-celulózních plodin má v suchém stavu velmi podobné chemické složení. Je tvořena přibližně ze 44 – 48 % uhlíkem, 44 % kyslíkem a 5,5 - 6,5 % vodíkem. Z tohoto faktu také vyplývá skutečnost, proč je

výhřevnost zcela suché biomasy různých plodin skoro stejná – obvykle se pohybuje mezi 17,5 – 19,5 MJ/kg. Biomasa z některých plodin obsahuje však také prvky a sloučeniny, které mohou

negativně ovlivnit kvalitu biopaliva. Jsou to například chlor, křemík, dusík a těžké kovy. Velkou předností fytopaliv je, že, až na výjimky, neobsahují síru a jejich spalování tedy není zdrojem SO₂. Obsah popela v biomase je velmi nízký, u dřeva se hodnoty pohybují v průměru okolo 1 %, ale často je jeho podíl i nižší. Spalné teplo biomasy je závislé na obsahu vody, který se v praxi pohybuje v širokém rozmezí 10 – 70 %. Výhřevnost s obsahem vody lineárně klesá.

Zbytková biomasa lesní a zemědělská

Zbytková biomasa je v našich podmínkách převážně snadno dostupná a levná forma paliva. Bývá tedy prvním a zatím také hlavním zdrojem biopaliv v existujících nebo budovaných výtopnách a kotelnách na spalování biomasy.

Nejčastějším zdrojem bývají pilařské a dřevozpracující provozy, které často jako odpadní produkt poskytují piliny a odřezky různého rozměru. Tato forma biomasy – zejména z velkých zdrojů - začíná být pomalu zcela využita především pro výrobu biopaliv, například lisovaných dřevních pelet a briket. Menší lokální pily však stále mohou být rentabilním zdrojem pro místní potřeby.

Další velmi slibným zdrojem je odpadní dřevní biomasa z výchovných a mýtních těžeb v lesních porostech. Přesto, že je její potenciál velmi vysoký, není zatím téměř vůbec využíván, protože lesnické společnosti, které provádějí těžbu, nejsou schopny tuto biomasu vyklízet z lesa ekonomicky rentabilním způsobem.

Zemědělské sklizňové zbytky – zejména obilná, příp. řepková sláma, mají široké uplatnění. Kromě toho, že jsou krmivem a stelivem pro hospodářská zvířata, substrátem v kompostárenství, jsou také velmi dobrým, dostupným a relativně levným palivem. Energetické využití u nás však stagnuje z různých důvodů (vysoká cena, agro-ekologické námitky, nevhodnost pro některá topeniště).

Energetické rostliny a plodiny

Termínem energetické plodiny nebo rostliny jsou označovány taxony dřevin, trvalek a bylin – tedy botanické druhy, kultivary, klony, přírodní i záměrní kříženci – které jsou využívány nebo testovány pro záměrnou produkci biomasy k energetickému využití (resp. pevných, kapalných a plyných biopaliv). V posledním evropském přehledu energetických plodin bylo celkem evidováno 37 plodin, z čehož bylo 10 druhů dřevin.

V posledních letech dochází k jistému posunu v chápání energetických plodin a to tak, že se po vzoru biopaliv rozdělují na energetické plodiny 1. a 2. generace. První skupinu tvoří původně potravinářské, krmivářské, příp. technické zemědělské

plodiny, které jsou zpracovávány převážně na kapalná příp. plynná biopaliva. Patří mezi ně například řepka používaná na výrobu FAME a čistého řepkového oleje (PPO), pšenice na výrobu ethanolu, žitovce na výrobu pelet a kukuřice na výrobu bioplynu a ethanolu (USA).

Do druhé skupiny patří "nové energetické plodiny", někdy také nazývané ligno-celulózní energetické plodiny. Jedná se zejména o vybrané klony a odrůdy rychle rostoucích dřevin, vytrvalých travin a bylin. Podle současných prognóz by se měly v zemědělství výrazně rozšířit v druhém desetiletí spolu s komerčním rozvojem technologií zkapalňování biomasy (například na ethanol) a efektivních metod spalování (například kogenerací). Pěstování energetických plodin 2. generace a jejich konverzní technologie budou mít lepší ekonomickou efektivnost a výrazně vyšší environmentální přínosy (např. úsporu skleníkových plynů). Podle našeho aktualizovaného přehledu, bylo zatím v Evropě testováno přes 150 taxonů rostlin pro výběr energetických plodin „druhé generace“. V praxi se pěstuje 5 až 8 taxonů výhradně na zemědělské půdě (ZPF) jako alternativní zemědělské plodiny. Největší pěstební plochy dosahují vrby a topoly (18tis resp. 5tis. ha hlavně ve Švédsku a Itálii) a proso dvojřadé. V domácí praxi se pak nejvíce pěstuje tzv. energetický šťovík na cca 1200 ha a rychle rostoucí dřeviny (topoly a vrby) na cca 150 ha.

Rostliny vhodné pro pěstování k energetickému využití

Pěstování energetických rostlin nemá u nás zatím žádnou tradici. Většina rostlin je málo známých, i když některé z nich se už i v minulosti u nás pěstovaly. Základní členění záměrně pěstovaných rostlin pro energetické účely je na:

- dřeviny
- nedřevnaté rostliny (byliny).

Rostliny jednoleté, víceleté a vytrvalé

Rostlin bylinného charakteru je velké množství a z hlediska se tyto rostliny dělí na jednoleté a víceleté či vytrvalé. Jejich výhodou je, že se pouze vysévají a že dovolují okamžitý přechod půdy zpět na potravinářské využití. Mezi jednoleté a dvouleté rostliny patří laskavec, konopí seté, světlice barvířská, sléz přeslenitý (krmný), komonice bílá (jednoletá až dvouletá), pupalka dvouletá a hořčice sarepská. Mezi víceleté a vytrvalé patří mužák prorostlý, jestřabina východní, topinambur, čičorka pestrá, šťovík krmný, sléz vytrvalý, oman pravý a bělotrn kulatohlavý.

Energetické trávy

Další skupinu biomasy tvoří energetické trávy: sveřep bezbranný, sveřep horský, psineček veliký, lesknice rákosovitá, kostřava rákosovitá, ovsík vyvýšený a ozdobnice čínská. Řada rostlin má mimo energetické využití i využití v textilním a chemickém průmyslu, zemědělství nebo potravinářství.

Ozdobnice čínská



Rychle rostoucí dřeviny

V současné době mohou být zkušenosti v lesním hospodářství uplatněny při využívání zemědělských půd k produkci biomasy pro energetické účely. Nejvhodnější pro tento účel jsou tzv. rychle rostoucí dřeviny. Jsou dřeviny s krátkou obmětní dobou a hmotovým přírůstkem významně převyšujícím průměrný hmotový přírůstek ostatních dřevin. Nejznámějšími rychle rostoucími dřevinami jsou topoly, vrby, akáty, olše, osiky a břízy. Sklizeň dřevní hmoty probíhá během zimního období, obsah vody ve sklizené štěpce se pohybuje mezi 48-59 % a proto je nutné její dosoušení. Pro sklizeň je již vhodná mechanizace, větší problémy při velkých objemech sklizené štěpky je její dosoušení.

Pro zakládání plantáží rychle rostoucích dřevin lze využít ekonomicky nerentabilní půdy pro zemědělské plodiny. Rovněž nelze opomenout i důležitou funkci plantáží rychle rostoucích dřevin pro zkvalitnění prostředí (problémové lokality) rekultivaci apod. Také přispívají k ochraně přírody (větší biodiverzita) úkryt a potrava pro drobnou zvěř, hnízdiště ptactva aj. a plantáže rychle rostoucích dřevin přispívají k utváření krajiny (revitalizace).

Energii z biomasy lze získat

- a. termochemickou konverzí (tzv. suchým procesem), to znamená spalováním – využití – teplo a elektřina, zplyňováním a pyrolýzou – vznikají produkty: olej, plyn, dehet, metan, čpavek, metanol – využití elektřina, teplo a pohon vozidel
- b. biochemickou konverzí (tzv. mokrým procesem), to znamená anaerobní fermentací, aerobní fermentací nebo alkoholovou fermentací – vznikají produkty bioplyn, metan, etanol – využití elektřina, teplo, pohon vozidel
- c. fyzikálně-chemickou konverzí, to znamená esterifikací bioolejů – využití pohon vozidel

Termochemická konverze–(suchý proces) do této skupiny konverze biomasy patří spalování, zplyňování a pyrolýza:

Spalování

Při spalování hoří pevný uhlík případně vodík obsažený v palivu i unikající plynné látky z biomasy ve společném prostoru (topeniště). Vzduch je pokud možno přiváděn ve všech částech topeniště.

Zplyňování

Při zplyňování (nedokonalé spalování) hoří pevný uhlík obsažený v palivu v jiné části spalovacího zařízení než unikající plynné produkty (ty není nutné ihned spalovat, ale mohou se odvádět a využívat mimo zplyňovací zařízení). Výhodou zplyňování je vysoká účinnost využití energie v palivu a nižší škodlivé emise oproti klasickému spalování. Nevýhodou je složitější zařízení.

Pyrolýza

Pyrolýza je termický rozklad biomasy bez přístupu kyslíku. Tímto způsobem se vyrábí například dřevěné uhlí. Většina v současné době provozovaných pyrolýzních systémů je založena na termickém rozkladu odpadu v rotační peci vytápěné zevně spalinami, které vznikají z následného spalování pyrolýzních plynů v tzv. termoreaktoru. K ohřátí biomasy lze použít přímo i horkého inertního plynu (neobsahující kyslík).

Biochemická konverze–(mokrý proces) do této skupiny konverze biomasy patří alkoholová fermentace, aerobní fermentace (kvašení) a anaerobní fermentace

Energetický potenciál různých druhů biomasy

Druh biomasy	Energie celkem (%)	Teplo (PJ)	Elektřina (GWh)
Dřevo a dřevní odpad	24	25,2	427
Sláma obilnin/olejnin	11,7	11,9	224
Energetické rostliny	47,1	47,7	945
Bioplyn	16,3	15,6	535
Celkem	100	100,4	2231

Biopaliva

Pokud budeme považovat biomasu za palivo, můžeme ji hodnotit podle stejných fyzikálních a chemických kritérií jako běžná tuhá paliva. Biomasa má několik vlastností, kterými se liší od běžně užívaných paliv. Jednou z nejdůležitějších vlastností je proměnný a často vysoký obsah vody. Biomasu je třeba vysušit při skladování, jinak spotřebuje při spalování velký podíl spalného tepla – snižuje se výhřevnost, což může způsobit nestabilitu spalování. Spalování vlhkého paliva snižuje účinnost kotle a může zkracovat jeho životnost.

Jednotlivé druhy biomasy mají různou výhřevnost, která mj. závisí na obsahu vody v konkrétní surovině. Obsah vody se pohybuje od 10 do 70 %. Čím více je v surovině vody, tím klesá její výhřevnost. Tuto skutečnost ilustruje následující tabulka.

Závislost obsahu vody na výhřevnosti biomasy

Druh biomasy	Obsah vody v %	Výhřevnost MJ/kg
Polena	10	16,4
Polena	20	14,28
Polena	30	12,18
Dřevní odpad	10	16,4

Dřevní odpad	20	14,28
Dřevní štěpka	30	12,18
Dřevní štěpka	40	10,1
Sláma obilovin	10	15,5
Sláma kukuřice	10	14,4
Lněné stonky	10	16,9
Sláma řepky	10	16

Biomasa obsahuje poměrně hodně prchavé hořlaviny, které hoří v horních partiích spalovací komory, kam je třeba přivést sekundární vzduch a zajistit jeho dobré promíchání s plynným prchavým podílem. Prchavý podíl se pohybuje od 70 do 85%. Některé druhy biomasy mají nízký bod měknutí popelovin (800°C až 900°C), je proto nebezpečí nalepování a spékání popelovin na roštu či keramických tělesech ve spalovací komoře. Tuto vlastnost způsobuje velký podíl sloučenin alkalických kovů. Další charakteristický znak biomasy je její prvkové složení. Biomasa obecně obsahuje cca 50% uhlíku, 43% kyslíku a 6 % vodíku. Biomasa téměř neobsahuje síru, v některých případech však obsahuje chlór, flór, draslík a těžké kovy. Tyto prvky nepříznivě působí na životní prostředí, některé z nich mohou způsobovat korozi části kotle. Oproti uhlí, má biomasa poměrně nízkou proměnlivou hustotu.

Biopalivo vzniká cílenou výrobou či přípravou z biomasy. Představuje tedy jedno z možných využití biomasy, kterou lze jinak použít jako surovinu pro výstavbu, nábytek, balení, pro výrobky z papíru atd.

Možné rozdělení biopaliv:

- tuhá biopaliva
- kapalná biopaliva
- plynná biopaliva

Rozdělení dle generací:

- 1. generace: z polysacharidů a olejnin - mohou konkurovat výrobě potravin
- 2. generace: z lignocelulozových zbytků (dendromasa a zbytková biomasa)
- 3. generace: z řas a mikroorganismů - průběžná sklizeň

V současnosti je chemická energie z biopaliv uvolňována hlavně jejich spalováním. Jsou vyvíjeny jiné účinnější metody pro jejich využití k výrobě elektřiny pomocí palivových článků. Biopaliva pokrývají 15 % celkové světové spotřeby energie, především ve Třetím světě, kde

slouží převážně k vaření a vytápění domácností, ale relativně vysoký podíl mají biopaliva i ve Švédsku a Finsku (17 % a 19 %).

Zda a případně o kolik biopaliva snižují produkci skleníkových plynů, stále zůstává předmětem sporů. Při výrobě biopaliv je třeba dodávat obvykle nezanedbatelné množství energie – např. proto, že k účinnému růstu rostlin je potřeba hnojivo, rostliny je třeba sklídit, přetransformovat na biopaliva a přemístit do nádrží.

K výrobě elektrické energie se využívají různé formy biomasy v bioplynových stanicích. Bioplynová stanice je v podstatě zařízení, ve kterém se díky procesu řízené fermentace přemění mokrá biomasa na bioplyn. Zpracovávají se v ní dají nejen tekuté a pevné výkaly hospodářských zvířat, ale i siláž. Výsledkem produkce bioplynových stanic je nejen elektrická energie dodávaná do sítě. Jako "vedlejší" produkt vzniká i teplo využitelné například pro vytápění rodinných domků, ohřev vody, sušárny zemědělských produktů apod.

Například z 1 tuny biologických odpadů lze získat průměrně 340 kWh, z 1 tuny močůvky (z hovězího a vepřového dobytka) lze získat 60 kWh, z 1 tuny trávy lze získat 320 kWh elektrické energie. Ze všech uvedených obnovitelných zdrojů energie, pouze jediný zdroj - rostlinná biomasa produkuje kyslík. To je velmi důležitý faktor, který dělá z rostlinné biomasy pozoruhodný víceúčelový zdroj.

Bioplynové stanice u nás zažívají velký rozmach a ročně jich nyní vznikají desítky. Přesto bývá jejich výstavba i provoz stále ještě spojena s velkými emocemi těch, v jejichž okolí se taková výstavba plánuje. Je tomu tak pravděpodobně proto, že široká veřejnost toho o nich ví většinou jen tolik, "že se v nich zpracovává kejda, a ta přece smrdí". Pravda je to tak napůl.

Tak například v Chrobolech u Prachatic funguje bioplynová stanice téměř dva roky, vstupními surovinami – tedy zpracovávanou biomasou – jsou travní a kukuřičná siláž, chlévská mrva a dokonce i pivovarské mláto. V Kralovicích u Plzně zase takto kromě kukuřičné siláže zpracovávají také prasečí a kachní hnůj. Všechno funguje, jak má. A ve Vejprnicích u Plzně míchají kukuřičnou siláž s podestýlkou z drůbežárny, zkušební provoz zahájili v prosinci 2008. Jen pro představu. Bioplynová stanice o výkonu 500 kW, jako je ta ve Vejprnicích, vyrobí ročně tolik elektrické energie, kolik spotřebuje celá tisícovka domácností s průměrnou spotřebou 4 000 kWh/rok

Bioplynová stanice



Pozitivní vliv biomasy na globální ekosystém je všeobecně známý. Uhlík „putuje“ globálním ekosystémem, protože je získáván fotosyntézou z atmosféry (z oxidu uhličitého) a je součástí rostlinné tkáně. Fotosyntéza je základní proces v přírodě, který zajišťuje vazbu sluneční energie, vody a oxidu uhličitého za vzniku složitých organických látek. Bez této chemické reakce by život na planetě nebyl možný (organismy vzniklé fotosyntézou jsou zdrojem potravy pro mikroorganismy a živočichy, které jsou potravou pro člověka). Rostlinná biomasa se stává dílčím skladem uhlíku při svém růstu i po její těžbě. Pokud je biomasa využívána pro energetické účely, spálením se uhlík dostává do atmosféry a může být opět uložen do rostlinné tkáně, resp. může být také vdechnut do těl živočichů. Produkty vznikající spalováním biomasy jsou vráceny zpět do čistého koloběhu a jsou tedy vůči člověku přátelské.

Všechny organické látky rostlinného těla vznikají složitými biochemickými procesy z vody, oxidu uhličitého a jednoduchých minerálních látek, které rostliny přijímají prostřednictvím kořenů z půdy a listů ze vzduchu. Základním procesem vzniku těchto látek je fotosyntetická asimilace (fotosyntéza). Syntézou dochází k přeměně jednoduchých látek (H_2O a CO_2) na složitější organické látky. Zelené rostliny a mořské řasy využívají energie fotonů z viditelné části slunečního spektra, tj. fotonů vlnových délek 400 až 750 nm.

Fotosyntéza je základní proces, zabezpečující život na Zemi. Téměř veškerá biomasa vzniká fotosyntézou ze vzdušného oxidu uhličitého. V atmosféře je obsaženo 0,03 objemového procenta oxidu uhličitého. Odhaduje se, že fotosyntézou se ročně přemění přibližně 2.1011 tun (0,2 biliónu tun) oxidu uhličitého. Vzhledem k tomu, že na každých šest molekul CO_2 vznikne šest molekul O_2 , je také množství kyslíku vznikajícího při fotosyntéze velmi vysoké. Fotosyntéza je jediný děj na Zemi, při kterém se kyslík uvolňuje. Zatímco látky (H_2O a CO_2) neustále kolují, tok energie

je jednosměrný. Z celkové sluneční energie vyzařované Sluncem do vesmíru, zachytí planeta Země jednu miliardtinu (10^{-9}). Z ní se 40 % odrazí zpět do vesmíru. Zbytek energie stačí k udržení veškerého života, k ohřívání atmosféry a zemského povrchu. Ze světla dopadajícího na rostliny jsou jen 3 % využita na tvorbu asimilátů. Všechny atomy kyslíku v glukóze pocházejí z CO_2 a veškerý kyslík uvolňovaný do ovzduší pochází z vody.

Obnovitelnost biomasy je obrovská výhoda, které by si měli lidé vážit. V současné době ještě není výrazný tlak na zakládání lesů pro energetické účely (energetické lesy), protože je fosilních paliv zatím dostatek. Jejich cena je pro většinu lidí akceptovatelná a topení uhlím, naftou, elektřinou je snadné. Určitým negativním psychologickým faktorem je skutečnost, že dnes založený les začne produkovat palivo až za několik let, resp. za několik desítek let. Abychom mohli lesy využívat dříve, než za 40 – 80 let, vytvořili jsme vhodným křížením rychleji rostoucí dřeviny než je to u nás obvyklé. Rozdíl v rychlosti růstu mezi tuzemskými dřevinami (vrba, olše) a těmi vyšlechtěnými není příliš velký, ale svůj význam má i jednoduchost výsadby a pěstování. Lesy tvořené rychle rostoucími dřevinami jsou u nás pěstovány v současné době především pro jediný cíl. Tím je vyprodukování co největšího množství určité biomasy pro energetické využití na co nejmenší ploše. Tento způsob pěstování není žádnou novinkou. Ve světě je velmi dobře známý. Těmto lesům se říká plantáže, protože výsadba stromů je organizována do rovných řad v pravidelných vzdálenostech. Tento způsob je výhodný pro použití jednoduchých technologií při výsadbě, ošetřování a sklizni. Rychle rostoucí dřeviny jsou především velmi důležitým zdrojem biomasy.

Produkce biomasy nemusí být využívána pouze pro spalování, resp. pro ohřev vody, vzduchu a pro parní turbíny roztáčející hřídele generátorů vyrábějících elektrický proud. Dřevní hmota, zpracovaná v různých formách, může být využita pro výrobu kompostů, pro farmaceutický průmysl, pro výrobu obalového materiálu, částí nábytku, částí izolačních stavebních desek, pro rozšíření vlastních pěstebních ploch (řízky) a pro prodej sadebního materiálu. Především je ale produkce využívána jako obnovitelný zdroj energie. Na formy: štěpku, výřezy kmenů o průměru nad 15 cm, polena, kusové sekané dříví a malé energetické otepi. Každá forma je určena pro specifické spotřebitele. V závislosti na předpokládaném využití musí být zvolena vhodná technologie sklizně, výroby a skladování.

Dřevní hmota jako je například kůra, štěpka či piliny se pro uživatelské pohodlí zpracovávají do formy pelet. Pelety jsou granule získané vysokotlakým lisováním dřevního odpadu. Tím se rozumí nejen nejčastěji používané piliny, ale například i sláma nebo třeba š'ovík. Protože se jedná o nenákladný a obnovitelný zdroj energie, obecně se pelety považují za palivo budoucnosti.

Při jejich spalování totiž nedochází ke zvyšování emisí skleníkových plynů, protože emise CO_2 vznikající při spalování jsou pohlcovány pomocí procesu fotosyntézy. Vzniká přitom jen minimální množství popela, který lze navíc využít jako hnojivo navracející půdě potřebné živiny (vyčerpané například při vypěstování

rostlinné biomasy). V tomto koloběhu také spočívá princip plně obnovitelného zdroje energie.

Z tabulky potřeb a cen paliv a energií na vytápění například vyčtete, že při spalování dřevěných peletek vás roční výdaje přijdou zhruba na 17 tisíc. Což je srovnatelné například s náklady na uhlí. Za hnědé utratíte zhruba 15 tisíc, za černé 19 a půl tisíce. Zato topení zemním plynem vás přijde na 33 tisíc a topení elektrickými přímotopy dokonce na 48 tisíc ročně.

České peletárny uzavřely bilanci roku 2015 – vyrobily rekordních 300 tisíc tun ekologického topiva. Jen třetina dřevěných pelet se spotřebovala na domácím trhu, většina byla určena pro export. Díky vysoké kvalitě domácích pelet, kde ČR drží prvenství ve srovnání s celou východní Evropou, se daří vyvážet pelety na Západ – do Itálie, Rakouska a Německa. Domácí majitelé kotlů a kamen na dřevní pelety tedy nemají důvod k obavám, pelet je v České republice přebytek.

Výroba dřevních pelet patří v Česku k rychle se rozvíjejícím odvětvím. Zaprvé je bohatě obsloužena domácí poptávka, za druhé se daří orientace na západní trhy. Majitelé kotlů a kamen na pelety se rozhodně nemusí obávat nedostatku, pelet bude také v následujících letech násobně více, než kolik na domácím trhu spotřebujeme, přestože domácí poptávka pravděpodobně poroste. Stát totiž letos podpoří nákup ekologických kotlů na dřevní pelety.

A kam směřují pelety, které se nespotřebují v Česku? V uplynulém roce 2015 zejména výrazně narostly vývozy dřevních pelet do Itálie, které meziročně stouply o více než 100 %. Do Itálie putovala více než polovina vývozu všech českých pelet, tj. celkem 114 tis. tun. Proč právě Itálie? Itálie je jedním z největších spotřebitelů dřevních pelet na světě a je vysoce závislá na dovozech. Vyrobí stejné množství jako Česká republika, tj. jen 300 tis. tun, přitom tamní spotřeba přesahuje 3 mil. tun. V roce 2015 narostl také export do Rakouska na 65 tis. tun, zatímco Německo stagnovalo – 37 tis. tun vyvezených pelet je stejný objem jako v předchozím období.

Českým dřevním peletám se na západních trzích daří z jednoznačného důvodu – držíme prvenství mezi zeměmi východní Evropy v počtu vysoce kvalitních, certifikovaných pelet. Česká republika v roce 2015 vyrobila přes 230 tis. tun pelet s certifikací ENplus. Více než 99 % vývozů bylo pod certifikací ENplus a v nejvyšší kvalitativní třídě A1. Prodej na západní trhy je vždy spojen s prokázáním kvality a původu pelet. Ve vývozech dominuje balení do 15kg sáčků, které se přepravují na tunových paletách.

Zdroje energetické biomasy v ČR

České země mají poměrně dlouhou tradici využívání různých forem biomasy pro výrobu energie. Asi nejznámější byly dřevoplynové agregáty pro pohon automobilů za druhé světové války a těsně po ní (příkládala se polínka nebo dřevěné uhlí).

Největšího rozsahu nabylo u nás využívání biomasy pro energetické účely ještě před nástupem spalovacích motorů do zemědělství. Hlavním zdrojem „paliva“ byla zemědělská půda, která pokrývá přes polovinu rozlohy státu. Tehdy byla až třetina produkce obilnin (zejména ovsa) zkrmena hospodářskými, především tažnými, zvířaty – a ta ji přeměnila na energii kinetickou. Přibližně v období první republiky, kdy tažných zvířat s rozvojem zemědělské mechanizace ubývalo, nastal problém, který je aktuální dodnes: Jak efektivně využít zemědělskou půdu v méně úrodných oblastech, na níž se dříve pěstovaly krmné (energetické) plodiny? Hledaly se nové zemědělské plodiny a nová využití plodin tradičních, například u nás existoval dotační program, který podporoval pěstování brambor pro výrobu lihu na Českomoravské vrchovině. Na trhu s kapalnými palivy se vyskytovalo několik směsí využívajících biolih. Není bez zajímavosti, že přibližně stejná rozloha zemědělské půdy je v současnosti považována za „půdy s nižším produkčním potenciálem“ a na její obhospodařování jsou vynakládány značné finanční prostředky formou dotací.

Biomasa má v České republice z pohledu výroby energie nejvyšší zastoupení mezi ostatními obnovitelnými zdroji energie. Veškeré druhy biomasy se podílejí na výrobě energií z obnovitelných zdrojů energie přes 80 %. Bioenergetika zahrnuje především výrobu elektřiny, tepla nebo pohonných hmot ve formě pevné biomasy, bioplynu nebo kapalných biopaliv. Zvláštní část tvoří zpracování bioodpadů, které mohou být využity pro výrobu energií nebo hnojiv .

Pevná biomasa se uplatňuje ve formě ušlechtilých paliv (pelety, brikety) převážně ve vytápění domů, nebo ve formě průmyslových paliv (dřevní štěpka, sláma, zemědělské zbytky) v elektroenergetice nebo kombinované výrobě elektřiny a tepla. Bioplyn je produkován v bioplynových stanicích (BPS) a slouží k výrobě elektřiny, tepla nebo výrobě biometanu. Nejrozšířenějšími typy v ČR jsou BPS komunální instalované na ČOV a BPS zemědělské, které využívají kukuřičnou siláž, travní senáž nebo zemědělské zbytky. Kapalná biopaliva se v ČR přimíchávají k běžným motorovým palivům. Bioetanol v max. 5 % do automobilových benzinů a bionafta v max. 7 % do nafty. Vedle toho se mohou motoristé setkat s vysokoprocenními biopalivy na bázi etanolu (E85) nebo bionafty (SMN30,B100).

Další skupinou biomasy je odpadní biomasa. Jedná se o odpady z živočišné a rostlinné výroby nebo z lesní těžby. V podmínkách ČR jde především o využití biomasy z těchto zdrojů:

- Rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby: kukuřičná, obilná, řepková sláma, zbytky po likvidaci křovin a lesních náletů, dřevní odpady ze sadů a vinic, luk a pastvin.
- Odpady z živočišné výroby: exkrementy z chovů hospodářských zvířat, zbytky krmiv, odpady z mléčnic a z přidružených zpracovatelských kapacit.
- Lesní odpady: dřevní hmota z lesních probírek, kůra, větve, pařezy, kořeny, palivové dřevo, manipulační odřezky, klest.
- Organický podíl tuhých komunálních odpadů: komunální organické odpady z venkovských sídel, kaly z čistíren odpadních vod, odpadní organické zbytky z údržby zeleně a travnatých ploch.
- Organické odpady z potravinářských a průmyslových výrob (odpady z provozů na zpracování a skladování rostlinné produkce, odpady z jatek, mlékáren, lihovarů, cukrovarů, konzerváren, z vinařských provozů odpady ze stravovacích provozů, odpady z dřevařských provozů – odřezky, hobliny, piliny, odpady z papíren).