

Alternativní zdroje energie

**Malé vodní elektrárny
Větrné elektrárny • Sluneční kolektory
Palivové články • Využití biomasy**

Pražská energetika se již delší dobu řadí mezi firmy, které podporují využívání obnovitelných zdrojů energie. Se vzrůstem energetické spotřeby lidstva se tento termín v našem životě objevuje čím dál častěji. Obnovitelnými energetickými zdroji pro výrobu elektřiny jsou vodní energie, sluneční energie, větrná energie, biomasa, bioplyn a geotermální energie.

Na rozdíl od fosilních a uranových paliv se nazývají obnovitelnými proto, že se díky slunečnímu záření a dalším procesům neustále obnovují.

Toto PREtórúm Speciál se snaží populární cestou blíže seznámit veřejnost s jednotlivými druhy obnovitelných zdrojů energie.

ALTERNATIVNÍ ZDROJE ENERGIE

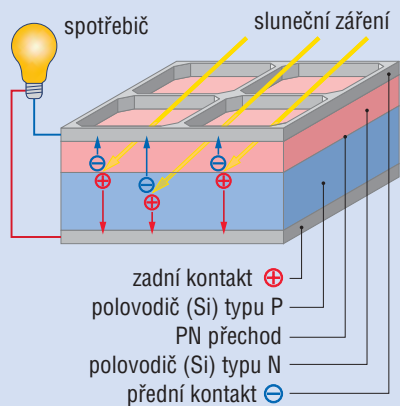
Pro hledání alternativních zdrojů energie existuje celá řada důvodů. Není to pouze vyčerpateľnost klasických zdrojů a geograficky omezená dostupnost, která je často příčinou politických konfliktů. Znečištěné ovzduší, skleníkový efekt, ekologické katastrofy a mnoho dalších problémů ohrožujících zdraví lidí a dokonce i život na naší planetě vede k vývoji nových, alternativních technologií, využívajících obnovitelné zdroje.

Výroba elektřiny ze slunce

Fotovoltaická (FV) zařízení představují jednoduchý a elegantní způsob, jak sluneční paprsky přeměnit na elektřinu. Sluneční energie se využívá mnoha způsoby, například pro ohřev vody v solárních kolektorech nebo při pěstování řepky

pro výrobu bionafty. Přímá výroba elektřiny je však složitější. Pokud nám stačí poměrně malý výkon, jsou velmi vhodné fotovoltaické panely. Jejich provoz je zcela nehlukný, nevyžadují žádnou obsluhu a jen nepatrnou údržbu, provozní náklady jsou nulové a nevznikají žádné zplodiny. Jistě není bez zajímavosti, že jde původně o kosmickou technologii, vyvinutou pro zásobování družic a vesmírných lodí elektřinou.

Princip činnosti solárního článku



TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

Základem fotovoltaického zdroje elektřiny jsou **solární články**. Ty pracují na principu fotoelektrického jevu: částice světla (fotony) dopadají na článek a svou energií z něj „vyrážejí“ elektrony. Polovodičová struktura článku pak uspořádává pohyb elektronů na využitelný stejnosměrný elektrický proud.

Komerčně nabízené panely jsou konstruovány obvykle tak, že dávají **stejnosměrný proud** s napětím 12 V. Sériovým nebo paralelním zapo-

jením panelů lze zvyšovat výsledné napětí nebo proud; možnosti jsou téměř neomezené. Dalšími součástmi fotovoltaického systému bývají **akumulátory**, regulátor dobíjení, indikační, zobrazovací, komunikační a měřicí přístroje, někdy též **napěťový střídač**, případně automatické sledovače Slunce.

Životnost fotovoltaického článku je asi 20 let, během prvních dvou až čtyř let provozu získá tolik energie, kolik bylo potřeba na jeho výrobu.

MOŽNOSTI POUŽITÍ – KAPESNÍ APLIKACE

Asi nejčastěji se s fotovoltaikou můžeme setkat v kalkulačkách, budících, rádiích a podobné elektronice, která nemá příliš vysokou spotřebu. Pár čtverečních centimetrů fotovoltaických článků nahradí jednu nebo dvě tužkové baterie. Oblíbené jsou různé cestovní dobíječky mobilů nebo tužkových akumulátorů, které jsou vhodné zejména na delších výpravách do odlehklých míst. Fotovoltaické články mohou být naneseny i na pružnou podložku – posledním hitem je „elektrická“ bunda, která díky fotovoltaice na ramenu a zádech může napájet walkman nebo dobíjet mobil tomu, kdo ji má na sobě. I když se zdá, že jde jen o hračky, fotovoltaika zde zajímavým způsobem snižuje množství problematického odpadu, který jinak představují alkalické tužkové i jiné baterie.

MOŽNOSTI POUŽITÍ – GRID-ON

Fotovoltaický zdroj elektřiny lze použít pro dodávku **do distribuční sítě**. U nás zatím pracuje jen několik takových zařízení, jedna fotovoltaická elektrárna je instalována na budově ředitelství PRE. Častěji se však toto zapojení využívá v rodinných domech, kdy fotovoltaika napájí přednostně domácí spotřebiče. Není-li v domě odběr, jsou přebytky prodávány do sítě. Tyto systémy se obejdou bez poměrně náklad-



Schéma zapojení systému dodávajícího energii do rozvodné sítě

ných akumulátorů; jako nekonečně velký akumulátor jim slouží síť. Naopak vždy potřebují **střídač**, který přemění stejnosměrný proud na střídavý, na který jsou spotřebiče v domácnosti konstruovány.

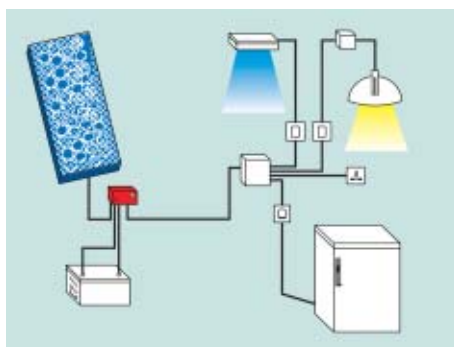
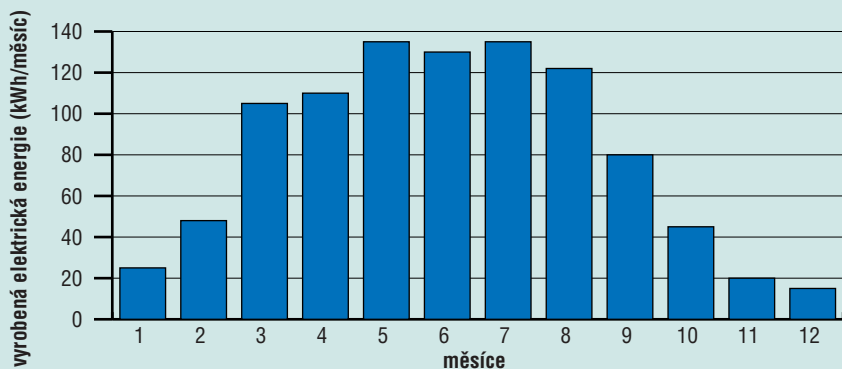


Schéma zapojení ostrovního systému

MOŽNOSTI POUŽITÍ – GRID-OFF

Ve střeoevropských podmínkách se však častěji využívá fotovoltaika v místech, kde není k dispozici elektřina ze sítě. Může to být chata či obytný automobilový přívěs, kde je díky slunečnímu záření zajištěn komfort elektrického osvětlení, chladničky i dalších spotřebičů. Fotovoltaika může napájet elektrický ohradník na pastvinách nebo zařízení ostrahy na staveništi.



Průměrné hodnoty výroby elektrické energie (kWh/měsíc) v jednotlivých měsících z fotovoltaického systému s výkonem 1 kW_p v podmínkách ČR (Severní Morava); sklon fotovoltaických panelů cca 60 °

Často pohání nouzové telefonní budky u dálnic nebo výstražnou dopravní signalizaci. Ve měsících jsou fotovoltaicky napájené některé parkovací automaty. Takové zařízení lze kdykoli snadno přemístit bez rozkopání chodníku kvůli napojení k síti.

Součástí takových autonomních systémů je vždy **akumulátor**. Používají se speciální akumulátory, konstruované pro pomalé nabíjení i vybíjení; automobilové akumulátory se pro tento účel příliš nehodí. U připojených spotřebičů se pak klade důraz na nízkou spotřebu energie – čím menší spotřeba, tím levnější pak je i fotovoltaický systém. Na trhu jsou k dispozici nejrůznější spotřebiče konstruované na stejno-

směrný proud, od zářivek přes chladničky, televize až třeba po vodní čerpadla.

MNOŽSTVÍ ZÍSKANÉ ENERGIE

Výkon fotovoltaického systému pochopitelně závisí na intenzitě dopadajícího světla. **Účinnost** nejrozšířenějších panelů (z monokrystalického křemíku) je **14 až 16 %**. Články o ploše 1 m² tak mohou dát za plného slunce výkon cca 110 W; při zataženém obloze výkon klesá asi na desetinu. Za rok lze z 1 m² získat 80 až 120 kWh elektřiny. V zimě je zisk pochopitelně výrazně nižší než v létě. Fotovoltaiku rozhodně nelze využít pro vytápění budov! Může však pohánět klimatizaci během léta.

Sledujte fotovoltaickou elektrárnu PRE

www.pre.cz/fve

BUDOUCNOST

V současnosti je největší překážkou rozvoje fotovoltaiky poměrně vysoká cena solárních článků. Náklady na fotovoltaický systém jako celek jsou 30 až 40 tisíc Kč/m². Z toho vlastní solární články stojí 25 až 30 tisíc Kč/m².

Cena však neustále klesá s tím, jak roste využívání fotovoltaických panelů po celém světě. Panely se používají třeba pro zastřešení parkovišť a hal, jako fasádní obklad budov. Tak mohou sluneční energii nejen využívat, ale i bránit nežádoucímu letnímu přehřívání. Na trhu jsou nabízeny solární články v různých odstínech, což umožní pestřejší architektonické využití. V současnosti lze na fotovoltaický systém získat dotaci od Státního fondu životního prostředí; pokud získanou elektřinu prodáme do sítě, můžeme počítat s cenou 6 Kč/kWh.



Fotovoltaické panely na budově PRE

Výroba elektřiny z větru

Větrná energie byla většinou využívána ve větrných mlýnech pro mletí obilí a čerpání vody (tzv. **farmářská větrná kola**), přibližně posledních sto let se však používá i k výrobě elektřiny. Elektrárny s výkonem několika megawattů se vyvíjejí pro využití na moři, kde jsou velmi příznivé větrné podmínky.

Větrná energie je na předním místě pomyslného žebříčku obnovitelných zdrojů vhodných k výrobě elektřiny v ČR. Česká republika je vnitrozemský stát s typicky kontinentálním klimatem, který se projevuje významným sezónním kolísáním rychlosti větru. Příčinou je zejména globální vzdušné proudění typické pro severní a střední Evropu.

Povětrnostní podmínky České republiky umožňují ekonomicky výhodné využití větrné energie především ve **vyšších nadmořských výškách**, obvykle nad 500 m n. m. Zde je však rozvoj omezen požadavky na ochranu přírody i nepříznivými

mi povětrnostními podmínkami (námrazy, bouřky, srážky), které silně omezují provoz elektráren v největrnějším období roku. V nižších nadmořských výškách je roční průměrná rychlost větru nízká (kolem 2 až 4 m/s). Rozhodujícími ukazateli pro hodnocení konkrétní lokality z hlediska využití větrného potenciálu jsou dva základní parametry – **průměrná rychlost a četnost směru** větru.

Pro praktické využití energie větru jsou zajímavé výšky od 40 m nad zemským povrchem. V tomto rozmezí závisí rychlost větru zejména na **tvaru okolního terénu**. Čím hladší je jeho povrch, tím vyšší je rychlost větru. Zalesněná krajina klade větru v přízemní vrstvě odpor, který se projevuje tvorbou **turbulencí**.

VYUŽITÍ ENERGIE VĚTRU V ČR

Systémy nezávislé na rozvodné síti (grid-off), autonomní systémy, slouží pro lokální zásobování



Instalace větrné elektrárny Enercon, E40/6. 44, Jindřichovice pod Smrkem

vání elektřinou (**mikroelektrárny**). Větší systémy tohoto typu využívají klasické větrné elektrárny se záložními zdroji (bez akumulace) upravené pro tzv. ostrovní provoz (omezený jen na určité místo). V každém případě je kladen důraz na minimální ztráty energie a na používání energeticky úsporných spotřebičů.

Systémy dodávající energii do rozvodné sítě (grid-on) jsou nejrozšířenější a používají se v oblastech s velkým větrným potenciálem; slouží výhradně pro komerční výrobu elektřiny. Podobně jako u sluneční energie se jedná o nestálý energetický zdroj, který je většinou doplňkem klasických zdrojů energie. Nevýhodou je obecná závislost na počasí, denní době a ročním období.

Množství vyrobené elektřiny je ovlivněno typem navržené větrné elektrárny a jejím výkonem. Větrné elektrárny se od sebe liší výtěžností pro různé parametry větru, což vyplývá z konstruk-

ce rotoru, typu generátoru a zejména regulace. Výkony **mikroelektráren** se pohybují cca od 50 do 1 000 W. Elektřina má obvykle výstupní napětí 12 nebo 24 V; napájí malé spotřebiče (světlo, TV, chladničky) a slouží pro nabíjení akumulátorů (např. lodní palubní systémy). Elektrárny lze doplnit měničem, který dodává střídavý proud o napětí 220 V.

Elektrárny velkých výkonů (300 až 3 000 kW) jsou určeny k dodávce energie do veřejné rozvodné sítě. Většina elektráren má konstantní otáčky. Některé typy mají obvykle dvě rychlosti otáčení, případně proměnné otáčky podle okamžité rychlosti větru.

V praxi se používají většinou větrné elektrárny s horizontální osou rotace. Velké elektrárny mají průměr rotoru 40 až 80 m a věž o výšce více než 80 metrů. Trendem poslední doby je zvětšování výkonu větrných elektráren, větší průměry rotorů a zvyšování stožárů. Ke zefektivnění provozu a snížení nákladů na projekt a výstavbu se velké elektrárny sdružují do skupin (obvykle 5 až 30 elektráren), tzv. **větrných farem**.

Velké větrné elektrárny mohou svým vysokým stožárem a rotorem o velkém průměru narušit vzhled krajiny. U nových typů je konstrukce podřízena velmi přísným požadavkům omezení hluchosti, a to jak mechanické (převodová skříně, generátor), tak aerodynamické (rotor).

VÝHLED DO BUDOUCNOSTI

Moderní velké větrné elektrárny se rozbíhají při rychlosti větru přibližně 4 m/s. Pro zvýšení výroby jsou některé z nich vybaveny dvěma generátory (nebo jedním s dvojím vinutím). Při nízké rychlosti větru běží menší generátor, při vyšší rychlosti větru se přepne na větší. Startovací rychlost pro snížený výkon je potom kolem 2,5 m/s. Aby se větrná elektrárna dostala z rozběhové části výkonové křivky do výroby, musí být rychlost větru vyšší než rychlost startovací



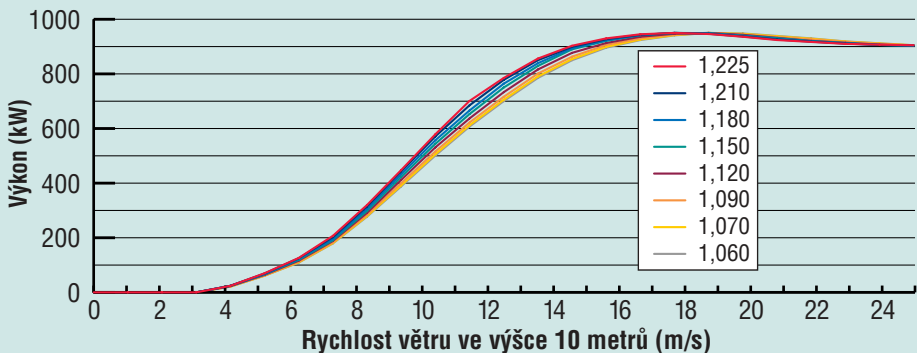
(vždy záleží na typu a parametrech elektrárny). Trend vývoje v ČR směřuje, podobně jako ve světě, k výkonově větším zařízením (okolo 0,85–2,5 MW). Větrné elektrárny se budou instalovat i v lokalitách s nižšími průměrnými rychlostmi větru, než bylo dosud obvyklé. Proto se již konstruují nové typy elektráren, které takové podmínky optimálně využijí. Se zdokonalováním technologie a rozšiřováním výroby se ceny elektráren snižují, v průměru klesá reálná cena instalovaného výkonu každoročně zhruba o 5 %. O větrné elektrárny se často zajímají jednotliví spotřebitelé, kteří buď nemají možnost se připojit k rozvodné síti, anebo hledají levnější zdroj energie. Těmto zájemcům jsou určeny tzv. **mikroelektrárny**. Nejmenší z nich dodávají výkon v řádu stovek až tisíců wattů. Jsou určeny k zásobování malých spotřebičů v kombinaci s akumulátory, například k osvětlení chaty, napájení spotřebičů na jachtě či v karavanu, napáje-

ní čerpadla pro čerpání vody v zahrádkářské kolonii apod.

Účelnost a rozšíření těchto malých zdrojů je však dána zejména stupněm elektrifikace. Tam, kde je dostupná relativně levná elektřina ze sítě, jejich využití obvykle ztrácí opodstatnění.

To vedlo k praktickému zrušení trhu tzv. **malých větrných elektráren** o výkonu řádově jednotek až desítek kilowattů se střídavým výstupem 3 x 380 V. Tyto elektrárny většinou používají asynchronní generátor a pro svoji činnost vyžadují připojení k veřejné síti, z níž asynchronní generátor odebírá budicí proud.

Z poradenské praxe víme, že výkon několika desítek kilowattů je lákavý pro vlastníky rodinných domů či rekreačních objektů, kteří uvažují o **energetické soběstačnosti** pro osvětlení, vaření i vytápění. Ve skutečnosti je však využití těchto elektráren ekonomicky nevýhodné a ani v zahraničí se prakticky neuplatnilo.



Výkonová charakteristika větrné elektrárny NM54 Power Trim-950 kW v závislosti na hustotě vzduchu a rychlosti větru

Příklad:

Malá větrná elektrárna o výkonu 10 kW stojí přibližně 350 000 Kč, přípojka a další náklady zvýší cenu ještě o 100 000 Kč. Elektrárna je schopna v místě s poměrně vysokou průměr-

nou roční rychlostí větru 6 m/s vyrobit asi 22,5 MWh elektrické energie za rok. Při výkupní ceně elektřiny vyrobené malou větrnou elektrárnou 2,70 Kč/kWh bude trvat přibližně 7 let, než se investované prostředky vrátí.

Výroba elektřiny z biomasy

Biomasa, veškerá hmota organického původu, by nemohla existovat bez sluneční energie. Biomasa pro energetické využití se buď cíleně pěstuje, nebo se využívají odpady zemědělské, potravinářské či lesní produkce.

Z energetického hlediska lze energii z biomasy získávat téměř výhradně spalováním. Biomasa je podle druhu spalována buď přímo, nebo jsou spalovány kapalné či plynné produkty po jejím zpracování.

VYUŽITÍ BIOMASY V PODMÍNKÁCH ČR

Biomasa se obvykle přímo spaluje s následným využitím tepla pomocí horkovodních či teplovodních kotlů pro vytápění nebo výrobu teplé užitkové vody (TUV). Velký rozvoj zaznamenaly technologie na výrobu elektřiny, případně na společnou výrobu elektřiny a tepla (kogenera-

ce), zvláště v oblasti výkonu do 2 000 kW. Pro dosažení optimální účinnosti je dobré výše uvedená zařízení provozovat převážně podle potřeby tepla.

Pro výrobu elektřiny z biomasy se používá zejména parní Rankin-Clausiusův cyklus; na stejném principu funguje většina klasických elektráren na fosilní paliva. Výroba elektřiny je možná v elektrárnách nebo formou společné výroby elektřiny a tepla v teplárnách, potom se jedná o tzv. kogeneraci. Zde jsou palivem zejména odpady z rostlinné, lesní a průmyslové výroby (sláma, seno, odpady z údržby zeleně a travnatých ploch, pařezy, kořeny, kůra, vršky stromů, větve, šišky, odřezky, piliny, hobliny, kůra atp.), případně rychle rostoucí energetické rostliny, čili biomasa záměrně produkovaná k energetickým účelům (vrby, topoly, olše, akáty,

konopí seté, čirok, křídlatka, šťovík krmný, sléz topolovka, sloní tráva, chrastice, trvalé travní porosty). V těchto případech se **spalují balíky slámy, štěpky či kusové palivo**.

Jinou možností je přímé **spalování produktů z biomasy** (bioplyn, bionafta, skládkový plyn, dřevoplyn, ...) ve spalovacích motorech. Zdrojem paliva jsou zejména **odpady ze živočišné výroby** (hnůj, kejda, zbytky krmiv, odpady z přidružených zpracovatelských kapacit) a **komunální organické odpady** (kaly, organický tuhý komunální odpad), případně **energetické plodiny** (řepka olejná, slunečnice, len, dýně na semeno, brambory, cukrová řepa, obilí (zrno), topinambur, cukrová třtina, kukuřice).

PARNÍ A ORC CYKLUS

V **elektrárně na biomasu** expanduje vysoce přehřátá pára o tlaku několika jednotek až desítek MPa v parní turbíně, která pohání elektrický generátor. Expanze je ukončena při velmi nízkém absolutním tlaku, teplota odváděné páry z turbíny se proto pohybuje mezi 30 a 40 °C. Výstupní pára kondenzuje v kondenzátoru, uvolněné skupenské teplo se předává do chladicího okruhu a přes chladicí věž odchází do okolí (do vzduchu). Zpravidla se jedná o 40–45 % energie přivedené v palivu. Standardní elektrárny na biomasu reálně dosahují čistě účinnosti kolem 26–28 % při vlhkosti biomasy 20 %. Při zvyšování vlhkosti však účinnost rapidně klesá a při vlhkosti biomasy nad 35 % se blíží asi 20 %.

V **teplárně na biomasu** se pára z turbíny odvádí již při vyšším tlaku a teplotě (0,4–0,6 MPa, 140–160 °C), nechá se zkondenzovat ve spotřebiči tepla nebo výměníku, na který je připojena například topná soustava. V tomto případě sice poněkud klesne výroba elektřiny zmenšením elektrické účinnosti cyklu, avšak využije se i ta část tepla, která by se v elektrárně jinak nezužitovala. Reálná účinnost se

v důsledku ztrát kotle a turbíny pohybuje kolem 70–80 %. Provozní nevýhodou tohoto, jinak velice efektivního systému je jistá závislost výroby jednoho produktu na spotřebě druhého. Pro výrobu elektřiny z biomasy je vhodný tzv. **proces s regenerací tepla v palivu**. Teplo se nevyužívá pro externí spotřebu, ale pro předsušení vlhké biomasy. Celý proces je pak primárně využit pro výrobu elektřiny. Vyšší energetická účinnost spočívá v tom, že se téměř všechno kondenzační teplo páry využívá pro sušení vstupující biomasy, čímž se zvýší výhřevnost paliva. Jistou nevýhodou procesu je, že jeho dimenzování je nutné přizpůsobit vlhkosti použité biomasy. Uvolněného tepla je totiž více, než je potřeba na zásobování kotle – teoreticky je totiž možné zpracovat biomasu o vlhkosti až 83 %. Toto teplo lze využít k sušení nadprodukce biomasy pro její další zpracování nebo je možné pro sušení odebrat pouze část z celového množství páry a zbytek využívat odběrovou kondenzační parní turbínou.

Schéma oběhu s regenerací tepla v palivu s protitlakou parní turbínou

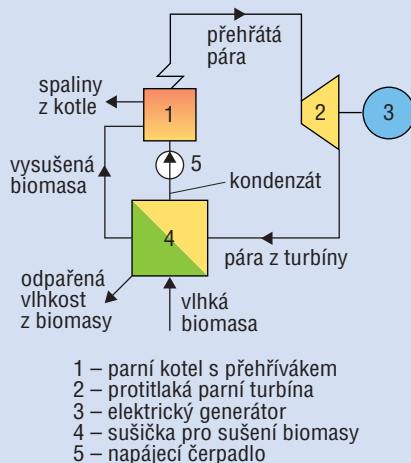
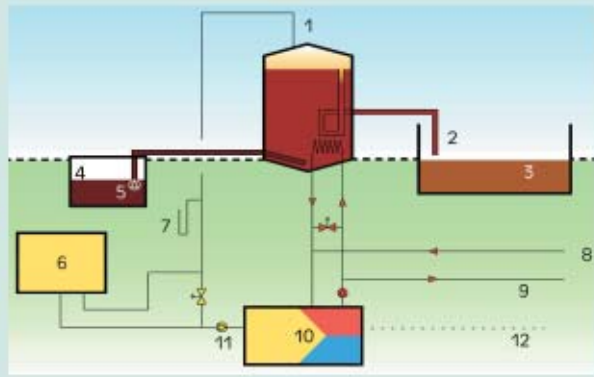


Schéma bioplynové stanice (kontinuální systém)



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

ORC (Organic Rankine Cycle) je proces společné výroby elektřiny a tepla s využitím zdroje o nízké teplotě. Od obvyklého procesu protitlaké parní turbíny se liší relativně **nízkou teplotou odpařování** pracovního média, kterým není obvykle používána voda, nýbrž **organický uhlovodík**. Výhodou je nízká úroveň teploty a tlaku a dobré chování při dílčích zátěžích.

Slibně se rozvíjejí i technologie využívající **proces parního šroubového motoru** a **proces Stirlingova motoru**, které jsou ve fázi před vstupem na trh.

V přehledu technologií výroby elektřiny z biomasy je nutno zmínit také **společné spalování biomasy (co-firing)**, které obvykle probíhá ve velkých elektrárnách.

Za stejných podmínek jsou u decentralizovaných kogeneračních jednotek náklady na výrobu elektřiny zpravidla o něco vyšší než u společného spalování biomasy. Nejchopitelnější jsou parní procesy a ORC proces. Náklady na jejich pořízení jsou však relativně vysoké.

Zařízení spalující biomasu je nutno budovat v centru oblastí, kde se biomasa vyskytuje. Náklady na její svoz z větších vzdáleností jsou totiž značné. Lokality nejvhodnější z hlediska dostupnosti biomasy jsou však často velmi

vzdálené od potenciálních spotřebitelů tepla, a proto nemusí být výstavba zdrojů s kombinovanou výrobou elektřiny a tepla ekonomická. Vyloučení výroby tepla v těchto případech potom zjednodušuje provozní regulaci zdroje a zlepšuje možnosti celoročního využití.

VÝROBA ELEKTŘINY VE SPALOVACÍCH MOTORECH

Praktickým příkladem využití biochemické přeměny mohou být **bioplynové stanice**. Zejména v čistírnách odpadních vod je tato technologie velmi oblíbená. Anaerobní metanová fermentace se zde využívá zejména ke stabilizaci čistírenských kalů a využití tepla pro technologické procesy. Kromě toho se tento proces v ČR používá při čištění průmyslových odpadních vod a při získávání **skládkového plynu**, v okolí Prahy například v Modlanech, Chabrech nebo Hluboší. Komunální odpad se při výrobě bioplynu zatím příliš neuplatňuje, ačkoli v zemích EU se jeho využití intenzivně rozvíjí. Bioplynové stanice realizované v ČR jsou v tomto ohledu spíše pilotního charakteru a jsou zaměřeny zejména na zvířecí fekálie. Výroba elektřiny ve spalovacích motorech může být pochopitelně realizována i jako kogenerace.

Výroba elektřiny z vody

Využití energie potoků a říček má u nás dlouhou tradici. Mlýny, pily a hamry se od počátku dvacátého století předělávaly na malé elektrárny. Elektřina se pro pohon nejrůznějších strojů hodila mnohem lépe než transmise a soukolí, často složitá a nebezpečná. V roce 1930 bylo u nás okolo 11 tisíc malých vodních elektráren (MVE). Padesátá léta však znamenala likvidaci většiny z nich, dnes je v ČR okolo 1 400 MVE. Díky účinnějším turbínám a intenzivnějšímu využití vody je však jejich výkon téměř dvojnásobný (275 MW) oproti roku 1930.

U nás je stále ještě dostatek lokalit pro výstavbu nebo obnovu MVE. Využívají se hlavně historicky osvědčená místa, jako bývalé mlýny. Nezbytnou a velmi nákladnou součástí každé elektrárny je vzdouvací zařízení (jez), případně přiváděcí nebo odtokový kanál. Je-li nutné tyto části vybudovat zcela nové, elektrárna se hodně

prodraží, takže se taková stavba obvykle již nevyplácí. Když je možné rekonstruovat starší vodní dílo, náklady na výstavbu významně klesnou. Nové lokality jsou zejména na nízkých spádech (do 4 m), což je pro stavbu MVE málo výhodné. Je logické, že ta nejlepší místa jsou již využita.

POTENCIÁL VODNÍ ENERGIE

Velká část potenciálu vodní energie spočívá právě v lepším využití současných MVE. V některých lze najít turbíny staré téměř sto let! To sice svědčí o zručnosti našich předků, ale také o tom, že v minulosti nebyl provoz MVE natolik výdělečný, aby vlastníkům umožnil investovat do zásadní rekonstrukce. Stávající a fungující MVE je velmi často možné osadit novou, účinnější turbínou, která dokáže využít větší část průtoku vody. Není výjimkou, že po rekonstrukci se výkon MVE zvýší na několiknásobek. V sou-



časnosti využívají MVE asi třetinu potenciálu, který je k dispozici.

Z energetického hlediska je výhodné, že MVE jsou rozptýleny po celé republice, takže elektřinu z nich není nutno přenášet daleko a nedochází k velkým ztrátám v rozvodech. Případný výpadek některé z nich je z hlediska sítě nevýznamný, narozdíl od výpadku velkého centrálního zdroje. MVE přitom tvoří okolo 17 % instalovaného elektrického výkonu v ČR.

STAVBA MVE

Chceme-li vybudovat novou MVE, potřebujeme zjistit především, jaký je využitelný spád a průtok. Spád je rozdíl výšek mezi hladinami nad jezem a pod turbínou. V jednodušších případech si ho můžeme změřit sami pomocí latě s centimetrovým dělením, v komplikovanějších můžeme využít služeb geodetických firem. Průtok se během roku mění, nejvyšší u nás bývá na jaře, nejmenší v létě. Tzv. průtokové křivky poskytne Český hydrometeorologický ústav nebo správa příslušného povodí. Vodní elektrárny se obvykle dimenzují na 90denní až 180denní průměrný průtok.

Pro předběžný odhad dosažitelného výkonu MVE lze použít zjednodušený vztah:

$$P = k \cdot Q \cdot H$$

kde:

P je výkon [kW]

Q je průtočné množství vody, průměrný průtok [m³/s]

H je spád využitelný turbínou v [m]

k je bezrozměrná konstanta uváděná v rozsahu 5–7 pro malé vodní elektrárny, 8–8,5 pro střední a velké; její velikost je ovlivněna účinností soustrojí a technickou úrovní použité technologie.

Výroba elektřiny ve vodní elektrárně potom bude:

$$E = P \cdot T$$

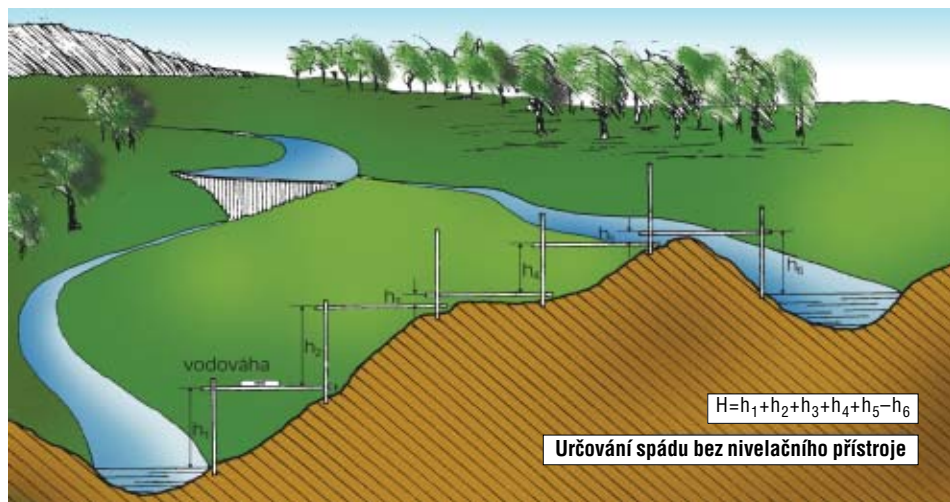
kde:

E je množství vyrobené energie během roku [kWh]

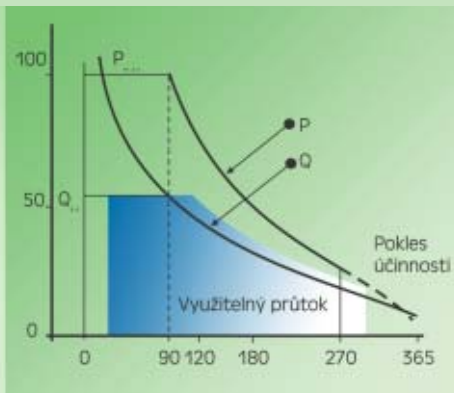
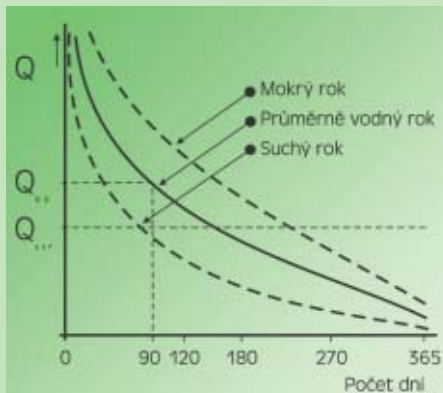
P je výkon [kW]

T je počet provozních hodin během roku [h].

Počet provozních hodin během roku se stanoví podle počtu dní, ve kterých může turbína pracovat, a měl by být alespoň 4 000 h.



Roční odtoková křivka a výkon dosažený v průběhu roku



Velmi důležité je předem znát i další okolnosti, zejména majetkoprávní vztahy jak k pozemku či stavbě, kde má být MVE umístěna, tak i k vodnímu dílu. Dobré je včas zjistit požadavky místního stavebního úřadu, správy povodí a dalších dotčených orgánů. Stavba MVE může být v konfliktu se zájmy ochrany krajiny nebo může narušit místní populaci chráněných živočichů či rostlin. Včasné řešení problémů umožní předejít pozdějším konfliktům. Náklady na výstavbu může silně ovlivnit vzdálenost lokality od distribuční elektrické sítě, dostupnost pro stavební stroje a podobně.

Před definitivním rozhodnutím o stavbě je dobré si nechat zpracovat odborníky studii proveditelnosti, která přesně stanoví výkon a produkci elektřiny a z toho plynoucí tržby. Stanoví i investiční a provozní náklady MVE a z nich vyplývající návratnost investice. Dobrá studie posoudí i možnosti financování (jak vysoký úvěr lze splácet z výnosů MVE) a případná rizika (pokles tržeb při nucené dlouhodobé odstávce, změnu výkupních cen elektřiny atd.). Studie může obsahovat i více variant řešení. Umožní nám kvalifikovaně se rozhodnout, zda MVE vůbec stavět a za jakých podmínek.

Ekologie provozu

Provoz malé vodní elektrárny by neměl poškozovat životní prostředí. MVE nesmí znečišťovat vodu únikem olejů, nesmí zatěžovat okolí hlukem strojů.

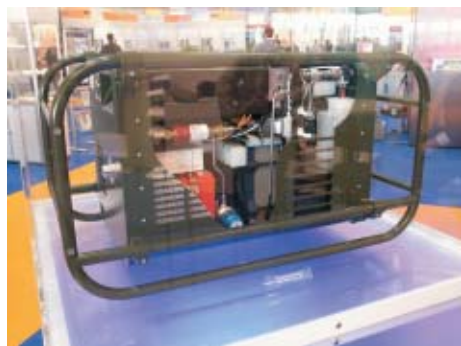
Často se však stává, že provozovatel elektrárny nedodrží minimální průtok řecištěm. V létě, kdy je vody nejméně, prohání turbínou i vodu, která by měla podle provozního řádu přetéci přes jez. Důsledkem je pak koryto suché od jezu po výpusť elektrárny. To není dobré pro ryby ani pro vodu v řece, obvykle se to nelíbí ani lidem; Česká inspekce životního prostředí může takovéto chování pokutovat.

U elektráren větších výkonů je potřeba stavět větší vodní díla, která významně ovlivní vzhled krajiny. Aktuálním příkladem mohou být kontroverzní jezy na dolním toku Labe. Ačkoli zde má být hlavním důvodem výstavby loďní doprava, jezy by umožnily i provoz vodních turbín s výkonem odhadovaným na zhruba 10 000 kW. Správně navržená a provozovaná malá vodní elektrárna je zdrojem čisté elektřiny bez emisí, odpadů a bez nutnosti platit zahraničním dodavatelům energií. Je harmonickou součástí české obydlené krajiny.

Palivové články

Palivové články představují jedno z alternativních řešení výroby elektrické energie vůči současným systémům spalování paliva. Český název „palivový článek“ je poněkud zavádějící, neboť stejný technický termín se používá i pro palivo do jaderných reaktorů. Označení ve světových jazycích fuel cell (angl.), Brennstoffzelle (něm.), pile a combustible (fr.) je důvodem, proč bývá občas při překladech z cizojazyčné literatury nesprávně použit termín „palivová buňka“.

Palivové články jsou založeny na elektrochemickém principu, podobně jako baterie a akumulátory. Rozdíl je však v tom, že do palivového článku je kontinuálně přiváděno palivo a okysličovadlo, přičemž materiál elektrod se vlastní reakce neúčastní. Palivo a okysličovadlo se na katalytickém povrchu elektrod ionizuje,



Přenosný palivový článek s výkonem 2 kW

ionty jsou vedeny elektrolytem k druhé elektrodě a uvolněné elektrony vytvářejí elektrický proud. Tato přímá přeměna energie chemicky vázané v palivu na energii elektrickou není limitována stejnými termodynamickými principy jako ve spalovacích motorech (Carnotův cyklus), a umožňuje tak dosažení vyšší účinnosti. Dalšími výhodami jsou téměř bezhlučný



Experimentální automobil poháněný palivovým článkem

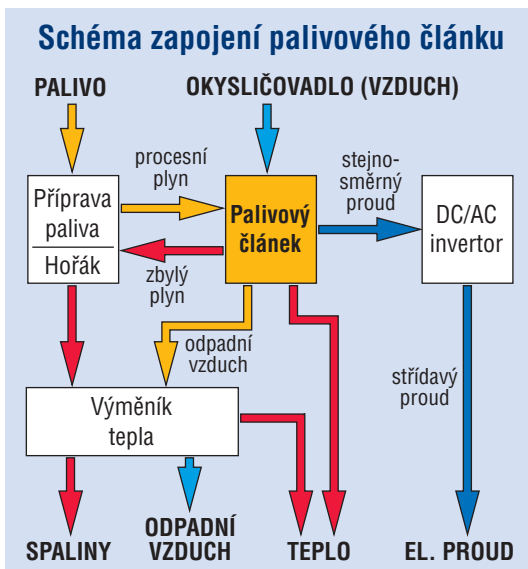
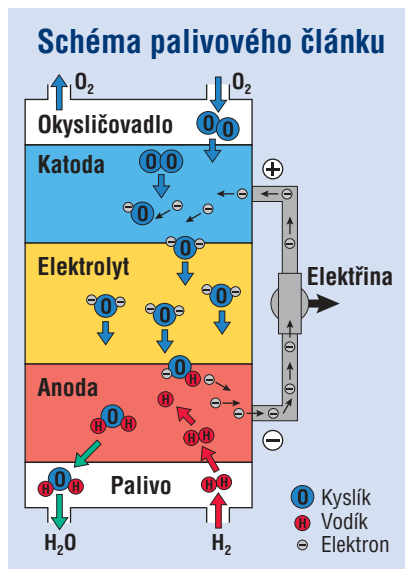
provoz a minimální či nulové emise škodlivin. Existuje celkem pět typů palivových článků. Princip jejich činnosti je sice stejný, liší se však použitým elektrolytem a pracovní teplotou. Dle provozní teploty se články v principu dělí na nízkoteplotní (cca 60–200 °C) a vysokoteplotní (cca 600–1000 °C). V oblasti nízkoteplotních článků se v současné době největší pozornost věnuje článkům s polymerní iontoměničovou membránou jako elektrolytem (PEFC – Polymer Electrolyte Fuel Cell), v oblasti vysokoteplotních pak článkům s keramickým elektrolytem (SOFC – Solid Oxide Fuel Cell).

Přirozeným palivem pro palivové články je vodík. U vodíkových článků PEFC je účinnost vlastního článku bez dalších zařízení (kompresory, řídicí elektronika atd.) přibližně 50%. Existuje i speciální typ článků PEFC, kde palivem je methanol (DMFC – Direct Methanol Fuel Cell). Nevýhodou tohoto snadno skladovatelného a transportovatelného kapalného paliva je nižší účinnost oproti vodíkovým článkům. Ta se pro celé zařízení pohybuje kolem 25%. Použití ostatních uhlovodíkových paliv vyžaduje je-

jich chemickou úpravu na plyn bohatý na vodík. Největší problém v souvislosti s vodíkem spočívá v jeho skladování a transportu. Existují tři možnosti jak skladovat vodík: plyný vodík stlačený pod vysokým tlakem, zkapalnělý vodík a vodík chemicky vázaný v metalhydridech. Byly vyvinuty speciální kompozitové tlakové nádoby na vodík, které snesou tlak až 700 barů. Konvenční tlakové nádoby z oceli nejsou vhodné, protože by pro daný tlak a množství paliva měly neúměrně vysokou hmotnost. V případě zkapalněného vodíku je třeba udržovat teplotu $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$. Palivové články nabízejí velmi široké spektrum uplatnění, od miniaturních zdrojů elektřiny pro elektronická zařízení (výkon několik wattů) přes malé záložní zdroje (stovky až tisíce wattů) a pohon automobilů až po velké stacionární zdroje (výkon několik megawattů). Zatím největší postavená jednotka má výkon 11 MW, jedná se o článek s kyselinou fosforečnou jako elektrolytem (PAFC – Phosphoric Acid Fuel Cell). Princip palivového článku je znám již přes 160 let. V šedesátých letech byly články s alkalickým

elektrolytem (AFC – Alkaline Fuel Cell) úspěšně nasazeny jako zdroj elektřiny pro vesmírný modul Apollo. Od té doby, zvláště však od začátku devadesátých let, probíhá intenzivní vývoj směřující k širšímu využití palivových článků. Tomu brání stále příliš vysoká cena a nízká životnost. Komerčně dostupných palivových článků je zatím velmi málo. Jedním z nich je modul Nexa firmy Ballard o výkonu 1,2 kW. Cena se nyní pohybuje kolem 6 000 EUR a životnost dosahuje 1 500 provozních hodin. Při těchto parametrech je zřejmé, že je nutný ještě další vývoj. Pokud by se do sériové výroby dostaly nejmodernější prototypy palivových článků, dalo by se počítat s cenou 1 000 EUR/kW a životností 4 000–5 000 hodin.

V USA a Japonsku se do výzkumu palivových článků a využití vodíku, jako jednoho z paliv budoucnosti, investují značné finanční prostředky. Evropská komise založila letos v Bruselu Evropskou technologickou platformu pro vodík a palivové články s cílem podporovat a usměrňovat evropský výzkum v této oblasti.



Ekologická energie PREKO

Nabídka elektřiny z obnovitelných zdrojů energie

- PREKO – přírážka 0,10 Kč/kWh včetně DPH ke standardním cenám pro odběratele ze sítí nízkého napětí
- Získané prostředky z přírážky PREKO budou použity výhradně na rozvoj obnovitelných zdrojů energie
- O dodávku PREKO lze požádat v kterékoliv Obchodní kanceláři, na Zákaznické lince nebo na internetových stránkách PRE



Více informací:
www.pre.cz/preko/

PREfórum vydává zdarma pro své zákazníky Pražská energetika, a. s.

Na Hroudě 1492/4, 100 05 Praha 10

Zákaznická linka: tel. 267 055 555

www.pre.cz • wap.pre.cz • e-mail: preforum@pre.cz

Registrace: MK ČR E 13944

Obálka: Studio FTG • Ilustrace: I. a S. Mandič

Foto: Z. Porš, J. Beranovský, J. Peterka, Solartec s. r. o, NEG Micon, ČEA

Texty: PRE, K. Srdečný, J. Beranovský, Z. Porš, J. Truxa

Uzávěrka tohoto čísla: 26. 7. 2004

IPRE
Pražská energetika, a. s.