

TECHNOLOGIE VHODNÉ PRO DECENTRALIZOVANOU ENERGETIKU



říjen 2008

Ing. Karel Srdečný

Ing. Jiří Beranovský, PhD, MBA



Identifikační údaje

Předmět zakázky:	Technologie vhodné pro decentralizovanou energetiku
Zadavatel: <i>sídlo (ulice, PSČ, město):</i> <i>IČ, DIČ nebo RČ:</i> <i>tel.:</i> <i>fax:</i> <i>e-mail, www:</i> Statutární zástupce: Odborný garant: Zmocněnec pro jednání:	<p style="text-align: center;">Zelený Kruh Lublasňská 12, Praha</p> <p style="text-align: center;">zuzana.drhova@ecn.cz</p> <p style="text-align: center;">Zuzana Drhová Mgr. Petr Holub</p>
Zhotovitel: <i>sídlo (ulice, PSČ, město):</i> <i>IČ, DIČ</i> <i>tel.:</i> <i>fax:</i> <i>e-mail:</i> <i>www:</i> <i>Právní forma:</i> <i>Statutární zástupce:</i> <i>Registrace:</i> <i>Předmět činnosti:</i> <i>Kontaktní osoba:</i> <i>e-mail:</i> <i>Bankovní spojení:</i> <i>Číslo účtu:</i>	<p style="text-align: center;">EkoWATT Bubenská 1542/6, 170 00 Praha 7 45 25 05 53, CZ45 25 05 53 +420 266 710 247 +420 266 710 248 ekowatt@ekowatt.cz www.ekowatt.cz občanské sdružení Ing. Jiří Beranovský, Ph.D., MBA u MV ČR pod číslem VS/1-1/36669/98-R Poradenská činnost v energetice</p> <p style="text-align: center;">Raiffeisenbank, a.s., Milady Horákové 10, Praha 7 101 106 2172 / 5500</p>
Zodpovědný řešitel:	Ing. Karel Srdečný
Autoři a řešitelský tým:	Ing. Karel Srdečný Ing. Jan Truxa Ing. Jiří Beranovský, Ph.D., MBA
Spolupracovníci:	
Konzultanti:	
Oponenti:	
Šíření:	Dokument lze užívat pouze ve smyslu příslušné smlouvy o dílo. Kopírování a rozšiřování je možné pouze po předchozím souhlasu statutárního zástupce EkoWATTu.

Obsah

1. SOUČASNÝ STAV	4
2. TECHNOLOGIE PRO DECENTRALIZOVANOU VÝROBU TEPLA	5
2.1. CZT A SPALOVÁNÍ BIOMASY	5
2.2. LOKÁLNÍ SPALOVÁNÍ BIOMASY	6
2.3. SOLÁRNÍ TERMICKÉ SYSTÉMY	6
2.4. SOLÁRNÍ CHLAZENÍ	7
3. TECHNOLOGIE PRO DECENTRALIZOVANOU VÝROBU ELEKTŘINY	8
3.1. FOTOVOLTAIKA	9
3.2. ENERGIE VĚTRU	14
3.3. ENERGIE VODY	15
3.4. SUCHÁ BIOMASA	15
3.5. BIOPLYNOVÉ TECHNOLOGIE	17
3.6. BIOPALIVA	18
3.7. GEOTERMÁLNÍ ENERGIE	18
3.8. ENERGETICKÉ VYUŽITÍ ODPADŮ	19
4. PŘÍKLADY	20
4.1. BIOMASA NA TELČSKU	20
4.2. BIOPLYNOVÁ STANICE BRUCK A.D. LEITHA	20
4.3. VĚTRNÉ PARKY V RAKOUSKU	21
4.4. KOGENERACE A SOLÁRNÍ SYSTÉM V ÚSTAVU SOCIÁLNÍ PÉČE V LIBNÍČI	22
4.5. BIOPLYNOVÁ STANICE NA KUKUŘICI V RAKOUSKU	22
5. ZÁVĚREČNÁ POZNÁMKA.....	23
SEZNAM TABULEK	24
SEZNAM OBRÁZKŮ	24

Použité zkratky:

KVET	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla
OZE	Obnovitelné zdroje energie
ODZE	Obnovitelné a druhotné zdroje energie
OKEČ	odvětvová klasifikace ekonomických činností
ČSÚ	Český statistický úřad
KSE	Konečná spotřeba energie
NAP	Národní alokační plán

1. SOUČASNÝ STAV

Jedna z nejdůležitějších příčin, které vedly ke stávající centralizované energetice, je skutečnost, že čím je zařízení větší, tím je relativně levnější. Postavit několik velkých zdrojů je téměř vždy levnější než stavět desítky malých.

Na druhou stranu, velké projekty vyžadují velké peníze. V minulosti, kdy investorem do energetických systémů byl stát, nebyl s financováním problém. Dnes, kdy se drtivá většina energetických společností chová jako soukromý objekt (na tom, kdo firmu vlastní většinou nezáleží), je pro ně mnohem obtížnější získat investiční peníze. To tedy vede k poptávce po spíše menších zařízeních.

Nelze přehlédnout i obecný odpor veřejnosti ke stavbě čehokoli (NIMBY efekt), přičemž větší projekt vyvolává také větší odpor. Z hlediska investora jsou tedy velké investice problematictější.

V současnosti roste zájem průmyslových podniků i jednotlivých lidí o pořízení vlastního zdroje. Důvodem není nespolehlivost dodávek nebo technické problémy se sítěmi, ale rostoucí ceny plynu a elektřiny. V kombinaci s podporou výroby elektřiny z OZE a kogenerace roste ekonomická zajímavost takové investice. Ekonomika investice je vždy prvořadá, technické řešení je téměř podružný problém a případný ekologický přínos třešničkou na dortu nebo vítaným ozeleněním firemního (obecního, osobního) image.

Rostoucí ceny paliv, hlavní složka provozních nákladů stávající energetiky, významně zvyšují konečnou cenu energie. Tím klesá význam investičních nákladů. To tedy otevírá prostor pro relativně nákladná zařízení, které však dovedou využívat levné palivo (biomasu), nebo sluneční, větrnou či vodní energii, která je zdarma. Získané teplo či elektřina rozhodně ale zadarmo není. Investiční náklady se musí rozpočítat na množství energie, které zařízení za svůj život vyprodukuje, cenu dále zvyšují provozní (případně i palivové) náklady. Nejvýznamnějším problémem pro většinu zdrojů je tedy cena zařízení - to platí jak pro obnovitelné zdroje, tak pro fosilní paliva.

Oblast „malé“ energetiky se rozvíjí velmi dynamicky. Kromě pracovních míst, která souvisejí s výrobou, montáží a provozem zařízení, jsou již ekonomicky zajímavou oblastí i navazující služby, jako konference a semináře, specializované výstavy, časopisy atd.

2. TECHNOLOGIE PRO DECENTRALIZOVANOU VÝROBU TEPLA

Dodávka tepla je poměrně decentralizovaná. V ČR je asi 2000 větších centrálních zdrojů tepla (teplárna, výtopna). Zejména ve větších sídlech je CZT (centrální zásobování teplem) spíše žádoucí, neboť velký zdroj má nižší emise než mnoho malých zdrojů a díky vyššímu komínu jsou i nižší emise. Odpadá i zátěž dopravou paliva k jednotlivým objektům, individuální skladování atd. Významnou výhodou je i lepší kontrola – je známo, že špatně seřízený kotel v rodinném domku může mít horší emise než spalovna odpadů.

Výstavba nových centrálních zdrojů tepla představuje velkou investici, zejména do rozvodů. Je zřejmé, že budovat síť v zástavbě rodinných domů bude mnohem méně efektivní než v městské čtvrti s bytovými domy. Přesto i pro vesnice může být výstavba CZT zajímavou alternativou k plynofikaci. Kromě jiných výhod (viz jiná část této publikace) může provoz CZT přinášet peníze do obecní pokladny. Při plánování investice je zásadním rizikem přecenění prodeje tepla, u zdrojů na biomasu mohou být i problémy s dodávkou paliva.

Současným trendem je ale spíše odpojování stávajících odběratelů od sítí CZT. Důvodem je zejména cena tepla, v roce 2008 se pohybuje od 350 do 730 Kč/GJ (1,30 až 2,60 Kč/kWh). Cena tepla z domácího plynového kotle je přitom 270 až 310 Kč/GJ (0,98 až 1,11 Kč/kWh), bez započtení investičních nákladů. Příčiny vysoké ceny tepla z CZT mohou být různé. Jednou je použití drahého paliva (mazut), jinou jsou velké ztráty v zastaralých rozvodech, které nakonec musí zaplatit konečný spotřebitel. V případě, že majitel CZT investoval do nových rozvodů, kotlů či jiné technologie, rozpouští tyto své náklady do ceny tepla, což ji opět zvyšuje. V neposlední řadě je třeba si uvědomit, že CZT většinou provozují komerční společnosti, které musí generovat zisky, přičemž mají na dodávku tepla určitý monopol. I když jsou tyto ceny tepla z CZT regulovány Energetickým regulačním úřadem, takže provozovatel může do ceny zahrnout jen oprávněné náklady a tzv. přiměřený zisk, je kreativita podnikatelů značná – například jedna teplárna pořídila jako služební vozidla údržbářů luxusní vozy, každý za několik mil. Kč.

Ekonomiku provozu CZT může vylepšit kombinovaná výroba tepla a elektřiny (kogenerace). Potenciál pro obnovu technologie je zde značný. Výhodou je možnost využít stávající infrastrukturu, není potřeba zábor půdy a podobně. Pokud je palivem biomasa či bioplyn, lze využít poměrně výhodné výkupní ceny elektřiny.

2.1. CZT A SPALOVÁNÍ BIOMASY

Dřevo, štěpky, slámu a jinou suchou biomasu lze jednoduše spalovat. Potíž je v tom, že každé palivo vyžaduje jiný typ kotle. Před výstavbou je tedy žádoucí zpracovat velmi kvalitní studii proveditelnosti, která mimo jiné určí potenciál dostupných druhů biomasy. Je ovšem možné instalovat různé kotle pro různá paliva. Příkladem může být teplárna v Třebíči, která spaluje jak dřevní štěpku, tak slámu.

Logickým důsledkem velké investice do CZT je snaha použít co nejlevnější palivo. Technologie pro spalování štěpky jsou dobře dostupné, obvykle lze spalovat i syrovou nebo mokrou štěpku, odpady z dřevovýroby atd. Výhodou je možnost likvidace zbytků z údržby městské zeleně a podobně. Nevýhodou je dosud nepříliš stabilní trh se štěpkou, stavba nových a nových zdrojů zvyšuje poptávku a ceny. Řešením je vlastní výroba štěpky z vlastních lesů. Pěstování rychlerostoucích dřevin je zatím příliš nákladné a takto vyrobená štěpka je zatím dražší než štěpka z jiných zdrojů.

Jinou možností je spalování obilné slámy, i zde jsou technologie komerčně dostupné. Může být zajímavé pálit nevymlácené obilí, které se pouze poseče a zbalíkuje. Protože na kvalitě zrna nezáleží, je pěstování takového obilí levnější.

Množství paliva, které je třeba zajistit pro provoz typické výtopny, je uvedeno v následující tabulce.

Tabulka 1: Spotřeba paliva pro dodávku 30 tis. GJ (cca 1000 bytů)

	výhřevnost	spotřeba paliva	plocha pro pěstování zhruba
hnědé uhlí	15 GJ/t	2 500 tun	
zemní plyn	33,6 GJ/tis. m ³	1 116 tis. m ³	
štěpka - dřevní odpad	14,6 GJ/t	2 568 tun	
štěpka - rychlerostoucí dřeviny	12 GJ/t	3 125 tun	313 ha
sláma obilná	15 GJ/t	2 500 tun	625 ha
obilí (sláma se zrnem)	17,5 GJ/t	2 143 tun	214 ha

2.2. LOKÁLNÍ SPALOVÁNÍ BIOMASY

Zejména u malých obcí, kde CZT nepřichází v úvahu, lze biomasu spalovat v individuálních kotlích či kamnech. Na trhu je mnoho kotlů s výkony od 20 do 50 kW, vhodných pro rodinné domky. Kotlů s výkony do 10 kW, vhodných pro moderní domy s nízkou spotřebou, je na trhu málo; obvykle je vždy nutno zapojit kotel s akumulací nádrží. Instalovat kotel na dřevo v nízkoenergetickém domě je paradoxně třeba dvakrát dražší než pořídit třikrát větší kotel do staršího nezatepleného domu. Někdy se proto jako zdroj používají interiérová kamna či krbová vložka. V tom případě se majitelé musí smířit s tím, že za zimu přinesou do obýváku několik metrů dřeva.

Nejčastějším palivem je polenové dřevo nebo peletky. Kotle na štěpky se vyrábějí obvykle s výkony od 50 kW, což je pro rodinný domek až 10x více než by bylo potřeba, navíc jsou takto malé kotle výrazně dražší než kotle na polenové dřevo. Polenové dřevo je levnější a lze ho skladovat snadno v hranicích, vyžaduje však práci. Starší lidé to mohou vnímat jako zásadní překážku. Některé obce proto svým občanům nabízejí dodávku polenového dřeva z obecních lesů až do domu a za příznivou cenu.

Roste obliba peletek, které lze přikládat automaticky. Jejich cena ve srovnání s jinými palivy je vyšší, ale nabídka na českém trhu se zvyšuje a tím jsou peletky cenově i dopravně stále dostupnější. Velká nevýhoda peletek je nutnost zajistit pro ně suchý sklad (když zvlhnou, rozpadají se), což zabírá cenný prostor v objektu. Pro nezateplený rodinný domek je třeba počítat se spotřebou peletek o objemu zhruba 6 až 10 m³ za topnou sezónu.

2.3. SOLÁRNÍ TERMICKÉ SYSTÉMY

Využití solární energie pro ohřev vody lze realizovat i poměrně málo sofistikovanou technologií, jako je plechový sud natřený na černo. Běžné solární systémy pracují celoročně a získané teplo lze využít pro ohřev vody i pro vytápění.

V ČR dopadá na povrch za rok průměrně 1100 kWh/m² energie. Pomocí kapalinových kolektorů můžeme získat 300 – 800 kWh/m² za rok. Zisk se však v jednotlivých měsících značně liší; pro letní přebytky často není využití. Pro reálné odhady hrubé výroby energie v průměrných solárních zařízeních lze v podmínkách ČR uvažovat průměrnou roční výrobu 380 – 420 kWh/m² kolektorové plochy za rok.

Při navrhování je nutno zjistit co nejpřesněji odběr teplé vody v jednotlivých měsících nebo týdnech. To je mnohdy obtížné, neboť spotřeba vody se měří obvykle pro studenou

i teplou vodu dohromady. Navrhování systému jen podle odhadu projektanta nebo podle normových hodnot spotřeby může vést ke špatným výsledkům, neboť skutečná spotřeba velmi silně závisí na skutečném chování osob v domě.

V poslední době se i v ČR lze setkat s velkoplošnými systémy, zejména pro ohřev vody v internátech, domovech pro seniory a jinde. Ve veřejných budovách je efektivita solárního systému snižována termickou dezinfekcí vody. Aby se ve vodě nerozmnožily bakterie Legionella, ohřívá se celý zásobník vody např. jednou týdně na 70°C nebo se trvale provozuje s teplotou nad 55°C atd. To zhoršuje účinnost solárního systému, který pracuje nejefektivněji s nižšími teplotami vody (pro mytí stačí voda okolo 40 °C). Řešením je například průtočný ohřev vody pomocí spirály uložené v hydraulicky odděleném zásobníku.

Velké systémy vyžadují velký objem akumulčních nádrží. Standardní tlakové nádrže systém prodražují, proto se používají nádrže otevřené nádrže, např. z plastů nebo z betonu.

Solární systémy jsou velmi vhodný zdroj pro jednotlivé rodinné domky, ale i pro bytové domy. Nabídka na trhu je široká, překážkou je tedy zejména jejich cena. Ta sice trvale klesá, významnější je ale nárůst ceny paliv a elektřiny. Cena tepla z termického systému se již několik let pohybuje od 1,40 až 2,50 Kč/kWh. Cena tepla např. ze zemního plynu je 0,98 až 1,11 Kč/kWh, z elektřiny je to 1,40 až 2,00 Kč/kWh. V některých případech je tedy solární energie dražší, v minulosti to bylo poměrně často. Díky dotacím však lze cenu solárního tepla snížit.

2.4. SOLÁRNÍ CHLAZENÍ

Stále častější požadavek na letní chlazení budov lze řešit i s využitím solární energie. Takovéto systémy se dnes teprve rozvíjejí a komerčně dostupných je zatím jen málo zařízení.

Nejjednodušší je samozřejmě osadit budovu fotovoltaickými panely, které vyrobí elektřinu pro pohon kompresoru konvenčního chladicího zařízení. Tato cesta je však příliš nákladná a málo účinná.

Proto se vyvíjejí systémy, kde se místo kompresorového chlazení používá sorpční chlazení – systém je poháněn teplem, získaným ze solárních kapalínových kolektorů. Používají se vakuové trubkové kolektory, schopné dosáhnout vyšších teplot (potřebných pro chod systému). Tyto kolektory pak v létě chladí a v zimě přitápějí, teplou vodu ohřívají celoročně. Takovéto systémy začínají být dostupné i komerčně, s jedním takovým se lze setkat např. v pražském hotelu DUO.

V budoucnu lze čekat stále častější využití, které umožní snížit investiční i provozní náklady tak, že solární chlazení bude moci ekonomicky dobře konkurovat konvenčním systémům.

Výhodou solárního chlazení je snížení letních odběrových špiček elektřiny, které jsou stále významnější. V rámci Evropy některé elektrárny musí v létě kvůli vysokým teplotám snižovat výkon, v létě může klesat i účinnost elektráren, které pracují v kogeneračním režimu, protože poptávka po teple je mnohem menší.

3. TECHNOLOGIE PRO DECENTRALIZOVANOU VÝROBU ELEKTŘINY

Do přijetí zákona o obnovitelných zdrojích energie (OZE) č. 180/2005 Sb. nebyla výstavba zdrojů elektřiny pro investory příliš zajímavá. Existoval sice systém výkupních cen, ale nebyla žádná garance jejich trvání. Riziko, že se ceny výrazně změní z roku na rok, bylo příliš vysoké. Zákon o OZE tuto nejistotu odstranil. Výkupní ceny jsou vesměs nastaveny tak, že návratnost investice je okolo 15 let. To je pro mnoho investorů příliš dlouhá doba. Teprve ve chvíli, kdy bylo možno získat dotaci na výstavbu zdroje, zájem investorů stoupl.

Největší zájem je v poslední době o fotovoltaické elektrárny (PVE). Tento zdroj je výjimečný tím, že investiční náklady jsou téměř přímo úměrné velikosti. Lze stavět libovolně malá zařízení, což přitahuje i drobné investory - fyzické osoby. Existuje i projekt tzv. občanských solárních elektráren, který umožní investovat částku od cca 30 tis. Kč. Současně vznikají větší PVE, až na výjimky nikoli na střechách existujících budov, ale „na zelené louce“. Příčin je více: jednodušší stavební řízení a vlastnické vztahy, neomezená plocha pro instalaci, možnost PVE s trackery (natáčení panelů za Sluncem během dne). Ve většině případů je motivace investorů čistě ekonomická – chtějí vydělat peníze, shodou okolností právě výrobou elektřiny. Další příčinou zájmu je i klesající cena fotovoltaiky, spolu s posilováním české měny vůči dolaru a euru. Největší roli ovšem hraje zvýšení výkupních cen v roce 2006.

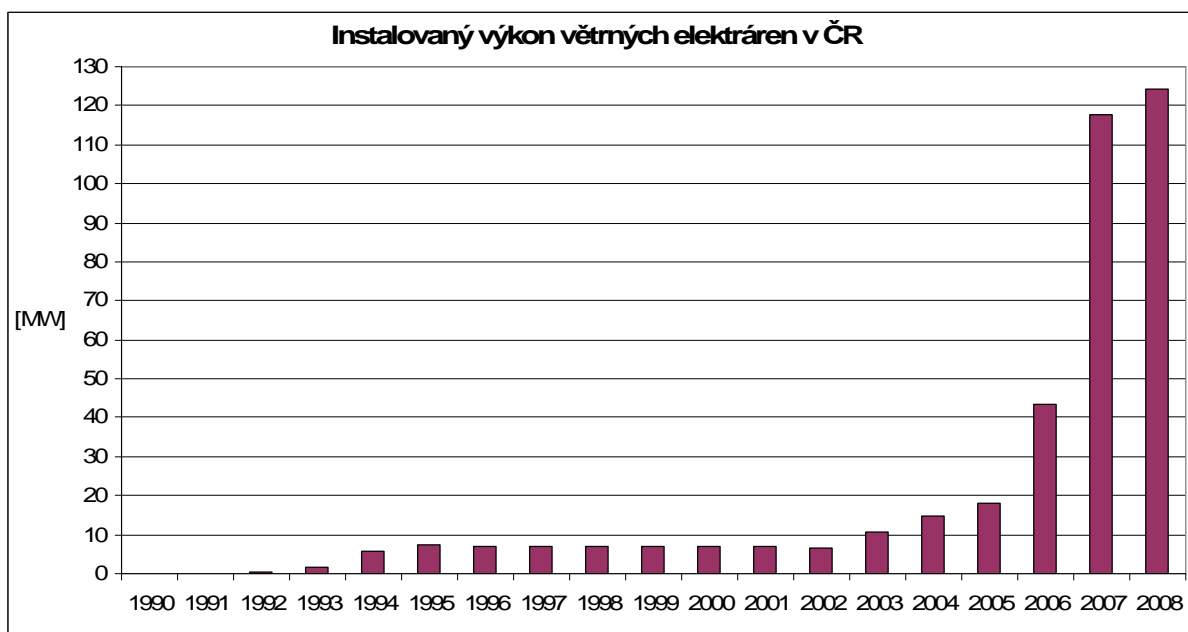
Roste rovněž zájem o stavbu větrných elektráren. Vzhledem k tomu, že výkupní ceny od roku 2002 klesají, resp. jsou konstantní, je zřejmé, že zvýšený zájem způsobilo právě zvýšení jistoty při podnikání dané zákonem o OZE. Projevuje se i trend zvyšování instalovaného výkonu a tím i velikosti větrných elektráren. Záměr výstavby se častěji než dříve dostává do konfliktu s ochranou území. Častý je i odpor místních obyvatel, což vede k tomu, že investor slibuje každoročně přispívat do obecního rozpočtu.

Obdobně roste i zájem o výstavbu bioplynových stanic, zejména po zvýšení výkupní ceny v roce 2008. Plánování je zde složitější, protože je nutno zajistit dostatek vstupní suroviny (využití zemědělských odpadů může být z hlediska investora málo spolehlivé, protože zemědělci v okolí mohou kdykoli přejít na jiné hospodaření) a obvykle i využití odpadního tepla.

Z hlediska decentralizace je velmi důležité i použití kogenerace při výrobě tepla z fosilních paliv. Zákon o hospodaření energií č. 406/2000 Sb. dokonce předepisuje větším zdrojům povinně zvážit možnost kogenerace; za elektřinu z kogenerace získá výrobce i zvláštní příplatek.

O kogeneraci by mohli mít zájem i drobní provozovatelé; kogenerační jednotka by mohla nahradit třeba kotel v rodinném domku. Na trhu však nejsou jednotky dostatečně malých výkonů. Nejmenší zařízení na bázi upraveného automobilového motoru mají tepelný výkon v desítkách kW, což je obvykle dost i na nezateplený domek, pro moderní dům s nízkou spotřebou je to několikrát více, než by bylo potřeba. Výrobci jsou si však tohoto zájmu vědomi a vyvíjejí mikrozdroje s výkonem v řádu jednotek kW, což by bylo pro nasazení v rodinných domcích ideální.

Obrázek 1: Nárůst větrných elektráren v ČR.



3.1. FOTOVOLTAIKA

Přímá přeměna slunečního záření na elektřinu funguje na základě fotoelektrického jevu v polovodičích. Původně kosmická technologie se dnes uplatňuje i v zemích třetího světa jako spolehlivý a provozně nenáročný zdroj.

Tytěž solární články lze použít pro nejmenší aplikace (kalkulačka) i pro rozlehlé elektrárny s výkonem v jednotkách MW. To umožňuje pořídit zdroj libovolné velikosti, což je v energetice poměrně neobvyklé.

Fotovoltaické články mají za sebou 50 let vývoje, dnes rozlišujeme 4 generace:

- První generace – z destiček z monokrystalického křemíku, v současnosti stále nejpoužívanější typ. Velikost krystalů je více než 10 cm. Vyrábí se pomalým [tažením](#) ingotu z roztaveného křemíku a to ve formě tyče o průměru až 300 mm, které se potom rozřežou na tenké plátky (waffers). V poslední době lze připravovat monokrystalický křemík přímo ve formě tenkých pásků (ribbon growth).
- Druhá generace – z polykrystalického, mikrokrytalického nebo amorfního křemíku. Oproti první generaci jsou levnější, protože spotřebují méně křemíku, lze je najít i na ohebných podkladech (na oblečení, fóliové střešní krytině). Velikost krystalů je 1 mm až 100 mm. Přítomnost většího množství menších krystalů resp. rozhraní mezi nimi vede k nižší účinnosti, nicméně výroba je podstatně levnější a rychlejší. V zásadě jde o [odlévání](#) ingotu z křemíku (může být i méně čistý, protože při kontrolovaném chladnutí odlitku dochází k separaci nečistot). Amorfní křemík nemá krystalickou, ale sklovitou strukturu, obsahuje jisté procento vodíku a vyrábí se napařováním na vhodný podklad. Jeho nevýhodou je menší [stabilita](#), zejména rychlejší snižování účinnosti.
- Třetí generace – nevyužívají křemík, ale třeba organické polymery. Dosud se komerčně příliš nepoužívají. Klade se zde důraz spíše na nízkou cenu, pružnost a ohebnost článků. Zatím se lze setkat třeba s fotogalvanickými články s organickým barvivem (též Grätzelovy články), nebo z vodivých polymerů, nebo také s články které využívají nanostruktury.

- Čtvrtá generace – kompozitní články z různých vrstev, schopné lépe využívat sluneční spektrum – každá vrstva využívá světlo jiné vlnové délky. Vytvořením vícevrstvé struktury, kde každá vrstva může využít jinou část solárního spektra, se dá docílit podstatně vyšší účinnosti. Jako materiál se pro jednotlivé vrstvy používají slitiny (intermetalické sloučeniny) například InP , GaSb, GaAs. Zpravidla se používají tři vrstvy, nicméně ověřují se již i 6-ti vrstvé struktury.

Tabulka 2: Účinnost fotovoltaických článků

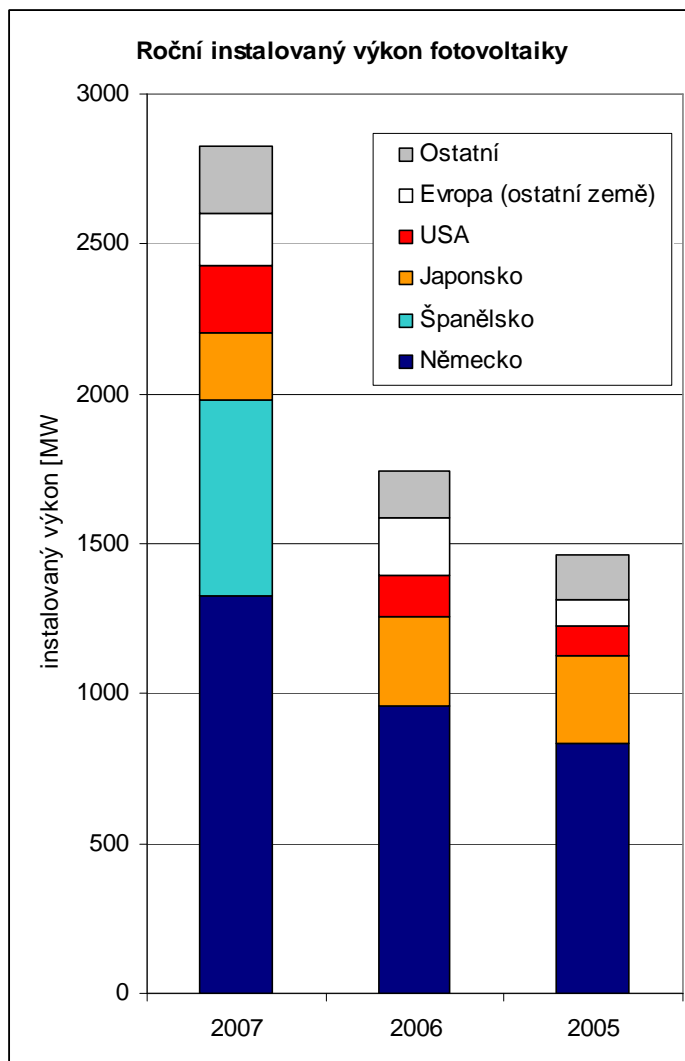
	běžná účinnost	max. laboratorní účinnost
Monokrystalický	14–17 %	25 %
Polykrystalický	13–16 %	20 %
Amorfní	5–7 %	12 %

Protože výkon článků závisí pochopitelně na okamžitém slunečním záření, udává se jejich výkon jako tzv. špičkový, tedy při dopadajícím záření s intenzitou 1000 W/m^2 při definovaném spektru. Článek s účinností 17 % má při ploše 1 m^2 špičkový (peak) výkon 170 Wp.

Energie vložená do výroby fotovoltaických panelů je těmito panely získána zpět v našich podmínkách během asi 6 roků, přitom předpokládaná životnost je minimálně 20 let. U článků z monokrystalického a multikrystalického křemíku je běžný pokles výkonu cca o 1 % za rok, po 20 letech tak článek má 80% nominálního výkonu. U článků z amorfního křemíku je pokles v prvních letech výraznější.

Začátkem roku 2007 se výrobou fotovoltaických panelů zabývalo 151 společností ve 32 zemích, jen za rok 2006 vzniklo 42 nových společností. Kapacita výroby v letech 2006 a 2007 se zvýšila o 56 %. Přitom většinu výroby pokrývá Japonsko, Německo a Čína.

Obrázek 2: Vývoj fotovoltaiky ve světě.



Zvyšující se poptávka vede k tomu, že i při rostoucí produkci křemíku jeho cena příliš neklesá. Poptávka přitom značně závisí na dotační politice jednotlivých států. To je dobře vidět třeba v nárůstu instalací ve Španělsku. Vysoká cena křemíku posiluje pozici výrobců tenkovrstvých článků a vede také k intenzivnějšímu vývoji článků třetí generace (na bázi polymerů).

V ČR však přesto lze vysledovat významný pokles cen fotovoltaiky. Roli samozřejmě hraje i posilující koruna. S rostoucí cenou elektřiny z konvenčních zdrojů lze čekat, že fotovoltaika může během několika let cenově konkurovat konvenčním zdrojům.

I když jsou možnosti aplikace fotovoltaiky téměř neomezené, v praxi se lze setkat s několika typickými aplikacemi:

Tabulka 3: Klady a zápory fotovoltaických elektráren integrovaných do budov

fotovoltaická zařízení integrovaná do budov		
	výhody	nevýhody
	+ nezabírá se volná plocha	- plocha pro instalaci je omezená
	+ nepřístupné zlodějům a vandalům	- někdy nevhodná orientace budovy
	+ obvykle není nutno budovat (posilovat) přípojku k síti	- může budovu zohyztit
	+ může sloužit pro vlastní spotřebu v budově, napájení záložních systémů	- instalace na stávající budovu znamená zásah do budovy
		- lze použít jen pevné panely
panely na konstrukci na ploché střeše		
	+ optimální sklon a orientace	- nutno kotvit proti větru
panely integrované do krytiny nebo nad krytinou		
	+ minimální zásah do budovy	
střešní fotovoltaická krytina pro ploché střechy		
	+ nahradí krytinu = úspora stavebních nákladů	- riziko poškození při instalaci antén, bleskosvodů atd.
		- lze použít jen u určitých budov
prosklení s fotovoltaikou		
		- zhoršení tepelných ztrát budovy
panely integrované do fasády		
	+ reprezentativní vzhled	- nevhodný sklon
	+ nahradí vnější plášť	- obvykle nevhodná orientace
		- panely se špatně ochlazují, s rostoucí teplotou klesá účinnost

Tabulka 4: Klady a zápory fotovoltaických elektráren „na zelené louce“

fotovoltaická zařízení na zelené louce		
	výhody	nevýhody
	+ neomezená plocha	- riziko poškození a krádeže, vyšší náklady na ostrahu
	+ lze použít trackery, koncentrátoři atd.	- nutno udržovat plochu (sečení, pastva)
	+ lze instalovat v optimální poloze a sklonu	- nutno vybudovat přípojku k síti
panely na pevné konstrukci		
	+ optimální sklon a orientace	
	+ levnější nosná konstrukce	
panely na trackeru (dvouosé nebo jednoosé natáčení)		
	+ vyšší zisk elektřiny oproti pevným systémům	- vyšší náklady na údržbu
		- riziko poruchy pohyblivých částí
		- potřeba větších rozestupů, větší zábor plochy
systémy s koncentrátoři, zrcadly aj.		
	+ vyšší zisk elektřiny oproti pevným systémům	- nutno použít tracker nebo posun koncentrátoru
		- riziko poruchy pohyblivých částí
		- nutno použít speciální články odolné vyšším teplotám

Fotovoltaická zařízení jsou vhodná pro individuální využití i pro větší (obecní, městské) projekty. Vzhledem k vysokým investičním nákladům je cena vyrobené elektřiny asi 3x vyšší než ze sítě. Díky výkupním cenám však může být fotovoltaika ekonomicky zajímavá. Běžný model provozu je ten, že veškerá elektřina se dodává do sítě a výrobce pro svou potřebu veškerou elektřinu nakupuje ze sítě.

Elektřinu je možno dodávat do sítě. Výkupní ceny předepisuje Energetický regulační úřad (www.eru.cz) pro každý rok zvlášť. Zákonem je garantováno, že tato cena se nezmění po dobu 20 let od uvedení do provozu. Pokud se elektřina spotřebuje v domě (ev. ji výrobce prodá třetí osobě), může dostat tzv. zelené bonusy. Při ceně elektřiny pro domácnost okolo 4,50 Kč/kWh je druhý způsob výnosnější – celková suma je v součtu vyšší než přímá výkupní cena.

Vzhledem k tomu, že sluneční záření má největší potenciál, může být fotovoltaika v budoucnosti rozhodujícím zdrojem elektřiny. V současnosti je však motorem celého průmyslu Německo, resp. vybrané země EU, kde fungují dotace či zaručené výkupní ceny (tedy i ČR). Protože tyto věci jsou otázkou politickou, nelze vývoj v tomto oboru spolehlivě předvídat.

V současnosti je produkce elektřiny z fotovoltaiky tak malá, že nezatěžuje energosoustavu požadavkem na záložní zdroje.

Následující tabulka přináší ekonomické porovnání provozu ostrovního fotovoltaického systému a systému připojeného k síti pro instalaci na rodinném domě.

Tabulka 5: Ekonomika malého fotovoltaického systému - příklad

celoroční spotřeba domu	3000 kWh
dopadající solární energie	1050 kWh/m ²
plocha PV systému cca	23,8 m ²
instal. výkon cca	3 kWp
produkce systému	3000 kWh
cena el. ze sítě (E.ON - C02d)	3,47 Kč/kWh
výkupní cena při dodávce do sítě	13,46 Kč/kWh
platba za zelený bonus při vl. spotřebě	12,65 Kč/kWh

	ostrovní systém	dodávka do sítě
příjem za zelené bonusy	37 950 Kč/rok	
úspora za vl. spotřebu	10 413 Kč/rok	
příjem za dodávku do sítě		40 380 Kč/rok
náklady na vl. spotřebu		-10 413 Kč/rok
celkem	48 363 Kč/rok	29 967 Kč/rok
náklady		
PV panely	330 000 Kč	330 000 Kč
střídač	40 000 Kč	40 000 Kč
akumulátory	500 000 Kč	
ostatní	50 000 Kč	50 000 Kč
celkem	920 000 Kč	420 000 Kč
návratnost	19 let	14 let

3.2. ENERGIE VĚTRU

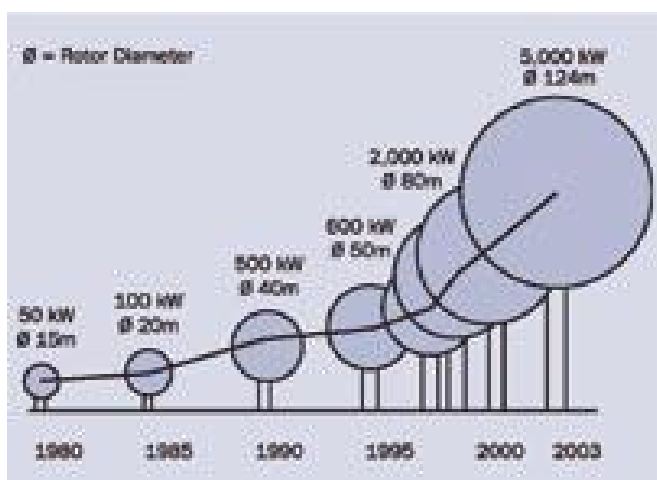
Přímé využití energie větru pro mechanickou práci (větrné mlýny, čerpadla) je historií, která se asi už nevrátí. Dnes vítr produkuje výhradně elektřinu.

V současnosti se až na výjimky používají větrné elektrárny (VE) s horizontální osou otáčení a třílistým rotorem. To je výsledek dlouholetých zkušeností a výzkumu. Tyto typy jsou nejakceptovatelnější z hlediska náročnosti technologie, dynamického namáhání, životnosti, účinnosti, výkonu i estetického hlediska. Trendem je stále se zvyšující výkon a velikost VE. To je důsledek několika faktorů. V první řadě platí, že větší zařízení je relativně levnější než malé, dále vhodných míst pro stavbu je omezené množství a velká VE „vytěží“ větrný potenciál lépe než malá - a samozřejmě k dispozici jsou vhodné technologie a materiály.

Průměry rotorů se v současné době pohybují od 60 do 127 m, obvyklé instalované průměry rotorů se pohybují mezi 70 a 90 m. Nabízené výkony větrných turbín se pohybují od 600 kW do 6 MW. V roce 2008 by v ČR mělo být instalováno několik VE s výkonem 3 MW.

Velké elektrárny jsou více vidět. Pohyb vrtulí přitahuje zrak. V kombinaci s umístěním zábleskového zařízení (kvůli bezpečnosti letového provozu) se stávají skutečně nepřehlédnutelným prvkem v krajině. Jde však o prvek dočasný, fyzická životnost je okolo 20 let. Větrná elektrárna může krajině i prospět, na její stožár lze umístit například vysílače mobilních telefonů více operátorů současně. Díky větší výšce se zvýší i pokrytí, takže může odpadnout mnoho menších stožárů s vysílači. Pronájem stožáru k těmto účelům je často zajímavý i ekonomicky.

Obrázek 3: Vývoj větrných elektráren. Zdroj: EWA



I když výkupní ceny elektřiny z VE klesají, přesto se v poslední době v ČR staví více a více elektráren. Důvodem je stabilnější právní prostředí dané zákonem o OZE, resp. zaručenou dobou trvání výkupních cen. Investoři nabízejí obcím, v jejichž katastru chtějí stavět, pravidelný příspěvek do rozpočtu. Dosud jsou větrné elektrárny v ČR celkem vzácné, ty existující přitahují turisty. Pro obec může být zajímavý i tento aspekt. V ČR zatím neexistuje VE s vyhlídkovou plošinou, jaká stojí např. v Rakousku ve městě Bruck a.d. Leitha poblíž Vídně.

Malé větrné elektrárny (do 10 kW) vhodné pro rodinné domky na trhu příliš nejsou. Vzhledem k jejich vysoké ceně je obvykle levnější kupovat elektřinu ze sítě. Používají se tedy v ostrovních provozech, kde síť není k dispozici. To otevírá prostor pro různé svépomocně vyráběné stroje, které však kvůli technickým požadavkům lze jen obtížně připojit k síti – zbývá tedy opět ostrovní provoz. Navíc dům pro bydlení by měl stát na místě chráněném před větrem, zatímco větrná elektrárna naopak potřebuje větru co nejvíce. Nízko nad zemí je

vzduch brzděn stromy, domy, vegetací, takže je nutno umístit turbínu na co nejvyšší stožár. Kabel mezi domem a elektrárnou zvyšuje náklady; pokud by měl vést přes cizí pozemky, může jít o nepřekonatelnou překážku.

Dalším problémem je dostatečná rychlost větru. Malé stroje začínají pracovat již při rychlostech okolo 4 m/s (= 14,4 km/h), ale jejich výkon je velmi malý. Energie větru totiž roste se třetí mocninou rychlosti, takže např. vítr o rychlosti 5 m/s má dvakrát více energie než při rychlosti 4 m/s. Problémem je ale i příliš vysoká rychlost větru – při rychlosti kolem 20 m/s je obvykle nutno elektrárnu zastavit (zabrzdit vrtuli), aby nedošlo k havárii. Plného (jmenovitého) výkonu dosahuje elektrárna při rychlostech větru kolem 10, někdy až 15 m/s – podle typu.

3.3. ENERGIE VODY

Zájem o využití vodní energie je poměrně malý, neboť ty nejlepší lokality vhodné pro stavbu MVE jsou převážně již obsazeny. I když je zde teoreticky stále dost nových lokalit, tyto mají výrazně horší hydrologické podmínky a návratnost investice je tak dlouhá, že je pro komerční investory nepřijatelná (pro obce to tak být nemusí). Potenciál je tedy hlavně ve zvýšení účinnosti díky obnově stávající technologie, případně v lepším využití stávajícího množství vody.

V úvahu přichází tedy:

1. Využití retenčních nádrží, rybníků a jiných akumulčních nádrží, kde je možnost získání vhodného tlaku, s téměř konstantním spádem a kde průtočné množství vody vykazuje malé změny, vyrovnávané retencí nádrže. Problémem je kolísání hladiny a obecně konflikt mezi hospodářskými a ochrannými funkcemi (chov ryb, hnízdění vodního ptactva) a energetickým využitím.
2. Využití vodárenských objektů, vybudovaných pro účely zásobování pitnou, nebo užitkovou vodou, kde je možno získat téměř konstantní vysoké tlaky s průtoky bez větších změn. K dispozici jsou technologie, kde nehrozí znečištění vody unikajícími mazivy. Výhodně se tak může využít energie, která se dosud často maří ve škrticích armaturách.
3. Rekonstrukce a modernizace provozovaných MVE, převážně zastaralé technologie z 20–tých až 50–tých let, které dosahují účinností v průměru o 15 % nižších než současné moderní technologie. Problémem bývají vlastnické vztahy.

Pro využití nejmenších průtoků lze využít kromě svépomocně vyráběných vodních kol také třeba mikroturbínu SETUR. Aplikace je spíše pro ostrovní provoz, protože připojení k síti vyžaduje náročnější technické řešení. Instalovaný výkon je často do 1 kW.

3.4. SUCHÁ BIOMASA

Z hlediska energetického využití je účelné rozdělit biomasu na suchou, tj. vhodnou k přímému spalování, a mokrou, vhodnou pro bioplynové technologie. Další druhy biomasy se hodí pro výrobu biopaliv.

Důležité je, že produkce elektřiny je vždy svázána s produkcí tepla. Z hlediska využití energie i kvůli ekonomice provozu je třeba najít pro toto teplo smysluplné využití. Osvědčený je teplárenský provoz, kdy se teplo dodává do sítě CZT pro vytápění domů a elektřina do veřejné sítě. Návrh velikosti zařízení by tedy primárně měl vycházet z potřeby tepla. Teplo lze využít i pro sušení vstupní biomasy, což zvyšuje následně účinnost celého zařízení.

Je zde obrovský potenciál v existujících obecních a městských výtopnách (asi 2000 zdrojů v celé ČR), kde je již k dispozici síť CZT a odběr tepla lze dobře predikovat. Instalace nové technologie (resp. změna stávající) nevyžaduje zábor nové půdy, k dispozici jsou obslužné provozy, sklady atd. Rizikem je zvýšení ceny tepla pro konečného odběratele, které může vést k odpojování zákazníků. Nevýhodou je pokles odběru tepla v létě.

Významným parametrem je tzv. teplotní modul, který vyjadřuje poměr výroby tepla a elektřiny. U některých zařízení je výroba elektřiny nízká ve srovnání s výrobou tepla.

Pro výrobu elektřiny z biomasy lze použít například tyto technologie:

1. Pomocí parní turbíny, případně parního pístového motoru. Jde ekvivalent „konvenční“ energetiky, kdy se pára získává v kotli spalujícím dřevo nebo jinou biomasu. V praxi lze použít i kombinaci s fosilními palivy formou spoluspalování (biomasa se smíchá s uhlím) nebo paralelního spalování (použití více kotlů na různé druhy paliv). To je vhodné právě pro nasazení v existujících zdrojích. Parní turbíny se hodí pro větší výkony (od 1 do 500 MW_t), parní stroj (pístový motor) naopak pro malá zařízení (od 0,5 do 10 MW_t). Jeho nevýhodou je malá produkce elektřiny a velká produkce tepla.
2. ORC (Organic Rankine Cycle) je v podstatě modifikací parní technologie, kdy se používá namísto vody resp. vodní páry jako pracovní látka v primárním okruhu směs organických sloučenin (silikonový olej). Výhodou oleje je, že při dané teplotě (např. 300 °C) se udrží v kapalném stavu při značně nižším tlaku než voda.
3. Spalovací motory s generátorem, které používají jako palivo dřevoplyn. Dřevoplyn lze získat různými cestami. Dnes se používá nejčastěji zplyňování teplem, kdy se biomasa zahřívá bez přístupu vzduchu a rozkládá se na dehet, olejová paliva a plyny (H₂, CO) při současném vzniku kyslíku. Dřevoplyn se následně spaluje v upraveném pístovém motoru, který pohání generátor. Kvalita dřevoplynu závisí na vstupní surovině a ovlivňuje životnost motoru. Kvůli relativně malé výhřevnosti dřevoplynu se tato technologie nehodí pro dynamický odběr, není tedy vhodná pro ostrovní provoz.
4. Stirlingův motor s generátorem. V motoru tohoto typu se palivo nespaluje uvnitř válce, ale vně. V principu tedy lze použít jakékoli palivo, tedy i levnou, málo kvalitní biomasu (ale třeba i teplo ze solárního systému). Z tohoto důvodu se mu již mnoho let prorokuje velká budoucnost, v praxi se však zatím setkáváme jen s prototypy. Během několika let lze čekat i komerční výrobky, s el. výkonem do 10 kW, které budou alternativou k běžným kotlům pro rodinné domy. Otázkou zůstává cena a ekonomická stránka provozu.

Tabulka 6: Porovnání parametrů různých technologií výroby elektrické energie z biomasy

Typ teplárny	Podíl výroby elektřiny a tepla Q_{EL}/Q_{TEP}	Účinnost elektrická	Účinnost tepelná	Účinnost celková	El. výkon teplárny
	(-)	(%)	(%)	(%)	(MW)
S parním strojem	0,16 – 0,25	8 – 12	60 – 67	68 – 87	0,1 – 2
S parními turbínami	0,24 – 0,34	12 – 15	60 – 80	72 – 80	0,15 – 100
Se spalovacími motory	0,7 – 1,0	32 – 41	44 – 53	82 – 90	0,1 – 10
Se Stirlingovým motorem	0,25 – 0,35	12 - 22	50 - 70	62 - 92	0,001 – 0,05
Se spalovacími turbínami	0,5 - 0,8	23 - 38	36 - 50	68 - 85	2 - 100
Paroplynové	0,5 - 1,5	35 - 44	32 - 50	78 - 87	5 - 200 a více

Podle údajů MPO se z biomasy vyrobilo v roce 2006 celkem 731 GWh = 0,87 % brutto výroby elektřiny v ČR. Další 0,21 % připadá na elektřinu z bioplynu (sem se započítává i skládkový plyn a plyn z komunálních i průmyslových ČOV).

Pokud bychom chtěli nahradit hnědé uhlí např. cíleně pěstovanými rychlerostoucími dřevinami, získáme z hektaru energetický ekvivalent 6,5 až 9,5 tuny uhlí. Takovéto

množství by stačilo pro roční vytápění nezatepleného rodinného domku. Pokud bychom tuto biomasu spálili v konvenční tepelné elektrárně, získáme zhruba 10 tis. kWh, což odpovídá spotřebě asi tří domácností.

Tabulka 7: Orientační klíčová čísla pro výhřevnost, výnosy, dobu sklizně a sklizňovou vlhkost energetické fytomasy. Zdroj: VÚRV

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

3.5. BIOPLYNOVÉ TECHNOLOGIE

Zemědělské a potravinářské odpady, biologickou složku komunálního odpadu, splašky a další biomasu, která se kvůli velkému obsahu vody nehodí pro přímé spalování, lze využít pomocí bioplynové technologie. Hmota se rozloží anaerobním rozkladem (metanovým kvašením) za vzniku bioplynu. Bioplyn obsahuje 55-80 % metanu, 20-45 % oxidu uhličitého, síru ve formě sirovodíku, dusík, vodu aj. Složení závisí na vstupní surovině a částečně na použité technologii. Získaný bioplyn lze spalovat v kogeneračních jednotkách, tedy v upravených pístových motorech které pohánějí generátor. Kogenerace se spalovací turbínou je v principu možná, ale vzhledem k velikosti běžných bioplynových zařízení se nepoužívá. Bioplyn lze využít i pro přímé spalování v upravených kotlích na zemní plyn, může tedy tvořit i alternativu tomuto palivu. Lze ho použít i v dopravě pro pohon automobilů či autobusů. Bioplynová technologie se běžně používá v komunálních čistírnách odpadních vod. Starší bioplynové stanice pracovaly zejména s kejdou a zemědělskými odpady, v současnosti vznikají i stanice zpracovávající např. kukuřici pěstovanou cíleně pro tento účel.

Typickým problémem bioplynových technologií je najít pro ně vhodné umístění. Doposud se budovala bioplynová zařízení v rámci zemědělských (ev. čistírenských) provozů, neboť doprava vstupních surovin by byla problematická. V těchto místech ale nebývá dostatečný odběr tepla, což je pro ekonomiku často rozhodující. Řešením může být vybudovat

bioplynovou stanicí poblíž zástavby, což naráží na odpor obyvatel, nebo v obci vybudovat jen teplárnu spalující bioplyn a ten dopravovat potrubím, což je drahé.

V Evropě se staví větší bioplynové stanice s produkcí od 1000 m³ za den. Naproti tomu v Číně se bioplyn tradičně využívá v domácích zařízeních, kde jsou surovinou fekálie a další odpad. Zařízení vypadají primitivně, stavějí se svépomocně, ale slouží desítky let, plyn se používá hlavně pro vaření. V ČR by takovéto zařízení, využitelné i v rodinném domku narazilo na náročné stavební, bezpečnostní a hygienické předpisy. Navíc domácnost vyprodukuje jen málo odpadu, takže vyprodukovaný bioplyn by rozhodně nepokryl potřebu tepla na vytápění.

3.6. BIOPALIVA

Výroba biopaliv pro dopravu je v ČR v podstatě řízena státem. Jde o líh jako náhradu benzínu a bionaftu jako náhradu motorové nafty. Na nižší úrovni však lze rovněž vyrábět biopaliva, zejména za studena lisovaný rostlinný olej. Tento olej lze použít místo nafty do dieselových motorů v automobilech. Vozidla vyžadují speciální úpravu. Olej má za nízkých teplot vysokou viskozitu, takže auto musí startovat na naftu a teprve po zahřátí se přepne na pohon olejem. Před ukončením jízdy je nutno opět přepnout na naftu, aby v palivovém systému nezůstal olej.

Olej však lze použít i jako palivo pro kogenerační jednotku, tj. stacionární motor s generátorem. Dobré výsledky byly získány u Elsbettova motoru, který má nové konstrukční řešení spalovacího prostoru a vstřikování. Výkony se pohybují od 20 kW_e do 1000 kW_e.

Olej se získává zejména z řepky, případně ze slunečnice a jiných olejnin. Technologie lisování a čištění oleje je poměrně nenáročná. Ekonomiku investice do komplexního systému (pěstování olejnin – výroba oleje – výroba elektřiny a tepla) ovlivňují zemědělské dotace, výkupní ceny elektřiny a tepla a daňové zatížení (v současnosti je spotřební daň na biopaliva nulová); samozřejmě i cena plodin (může být výhodnější např. řepku prodat než ji dále zpracovávat).

3.7. GEOTERMÁLNÍ ENERGIE

Geotermální energie pochází z tepla žhavého zemského jádra. Geotermální elektrárny využívají k pohonu turbín páru, vycházející z vrtu hlubokého kilometr i více. Nevyskytuje-li se v hloubi vrtu voda, musí být vháněna pod tlakem do sousedního vrtu. Vrt přebírá úlohu kotle používaného v běžné elektrárně.

Stavba geotermálních elektráren je velmi drahá záležitost. Je třeba provrtat často i několik kilometrů zemské kůry. Elektrárna však může pracovat nepřetržitě s plným výkonem.

V ČR se provádí zkušební vrt v Litoměřicích, kde se uvažuje o stavbě geotermální elektrárny.

Geotermální vody zahřáté zemským teplem se kromě tradičních lázeňských účelů dají využít i k vytápění. Příkladem je Děčín, kde se podzemní voda s teplotou 30°C ochlazuje tepelným čerpadlem a teplo se využívá pro vytápění domů. Ochlazená voda se používá jako pitná.

V ČR není mnoho vhodných lokalit, geotermální vrty (včetně těch „krátkých“ pro tepelná čerpadla) se navíc mohou dostat do konfliktu s lázeňskými zdroji.

Nejběžnější využití geotermální energie je pomocí relativně mělkých vrtů (100 až 150 m), kde se teplo využívá pomocí tepelných čerpadel pro vytápění budov a ohřev vody. Tepelná

čerpadla jsou poháněna elektřinou, nelze tedy mluvit o decentralizovaném zdroji. Topný faktor je u těchto instalací okolo 4,0. To znamená, že 1 kWh elektřiny vyprodukuje 4 kWh tepla, přičemž na 1 kWh elektřiny bylo v centrálních uhelných elektrárnách spotřebováno asi 3,4 kWh v uhlí.

3.8. ENERGETICKÉ VYUŽITÍ ODPADŮ

Komunální odpad lze jistě pokládat za významný zdroj energie. Je však vhodné rozlišit mezi likvidací odpadu a energetickým využitím (viz § 23 zák. 185/2001 Sb. o odpadech). Města a obce si zpracovávají koncepce odpadového hospodářství, kde je vesměs správně kladen důraz na prevenci vzniku, třídění a recyklaci odpadu. To není příznivé pro záměr energetického využití odpadů, protože investice takového zařízení bude efektivnější při co největším objemu odpadů s co nejvyšší výhřevností. Separací papíru a plastů přitom výhřevnost komunálního odpadu klesá – viz tabulka.

V současnosti není komunální odpad podle zákona o OZE obnovitelným zdrojem. Tím je pouze část tohoto odpadu, definovaná v § 2 odst. 2 a) takto: *biomasou [se rozumí] ...biologicky rozložitelná část vyříděného průmyslového a komunálního odpadu.*

V praxi to znamená, že u zařízení pro spalování odpadu nelze počítat se současnými poměrně výhodnými výkupními cenami elektřiny z OZE (až 2,50 Kč/kWh). Rovněž tak nelze uplatnit tzv. zelené bonusy. To významně zhoršuje ekonomiku spaloven odpadu.

Tabulka 8: Orientační výhřevnost odpadů.

druh odpadu	množství	výhřevnost	
		spodní mez	horní mez
	% hmotnostní	MJ/kg	MJ/kg
směsný komunální odpad	55,2 %	10,5	11,0
objemný odpad	20,0 %	12,0	12,5
separovaný a tříděný odpad	24,8 %	19,0	20,0
celkem	100 %		
průměrná výhřevnost (vč. separovaného a tříděného odpadu)		12,9	13,5
průměrná výhřevnost (bez separovaného a tříděného odpadu)		10,9	11,4

Jinou možností je separace biologických složek komunálního odpadu a dřevní hmoty a jejich využití v bioplynových technologiích nebo ve spalovnách biomasy. V tom případě je možné tuto část odpadu pokládat za obnovitelný zdroj. Je-li produkována elektřina, lze ji v tomto případě prodávat za výhodné výkupní ceny, nebo získat tzv. zelené bonusy.

4. PŘÍKLADY

4.1. BIOMASA NA TELČSKU

V Mikroregionu Telčsko se v roce 2004 s podporou dotací z fondů EU instalovalo 48 různých kotlů a kamen na biomasu. Pro různé objekty (škola, obecní úřad, farma...) tak bylo možno použít nejvhodnější palivo – polenové dřevo, peletky ze dřeva či rostlin nebo obilí. Větší poptávka po peletách podnítila i místní zemědělské družstvo k zavedení výroby peletek z rostlinných odpadů. Zajistit takovéto vytápění biomasou bylo 10x levnější než by byla výstavba CZT.

Zpočátku obce neměly o projekt zájem, ale během projektu proběhlo několik seminářů, kde odborníci vysvětlovali výhody topení dřevem, ale i možnosti zateplení a dalších úspor. Nakonec byl zájem o instalaci kotlů větší, než bylo možno uspokojit. Osvěta byla pro úspěch velmi důležitá.

Obrázek 4: Výměna jednoho z kotlů v základní škole na Telčsku



4.2. BIOPLYNOVÁ STANICE BRUCK A.D. LEITHA

Hlavním zdrojem tepla pro energeticky soběstačné město Bruck a.d. Leitha (východně od Vídně) je výtopna spalující štěpku a kůru. V létě, kdy se netopí, je třeba dodávat do města teplou vodu. V tomto období je výtopna na biomasu mimo provoz a na řadu přichází bioplynová stanice. V bioplynové stanici jsou zkvašovány zbytky cukrové řepy, dále organické zbytky z města a významnou součástí jsou odpady z potravinářského průmyslu, např. z výroby krmiva pro psy. Používání odpadů z průmyslové výroby je velmi výhodné, protože dodavatelé za odběr odpadu bioplynové stanici platí, což významně zlepšuje ekonomiku provozu. Voda, která je potřebná pro fermentaci, je z větší části získávána uvnitř areálu z dešťové vody, která je sbírána ze všech zpevněných ploch.

Bioplyn je použit pro pohon motorů kogeneračních jednotek. Produktem je jednak elektrická energie a jednak teplo. Tím je zajištěno maximální energetické využití vstupující energie.

V zimě se velká část vyrobeného tepla používá pro zajištění fermentace, protože mikroorganismy potřebují vhodnou teplotu. Proto je zimní produkce tepla dodávaného do městského rozvodu o hodně nižší. V létě, kdy je vlastní spotřeba malá, stačí dodávka tepla pokrýt potřebu na ohřev vody pro celé město.

Častým problémem bioplynových stanic je zápach. V tomto případě je otázka pachu vyřešena dokonale – zpracování páchnoucího materiálu je umístěno dovnitř hlavní budovy, která je dobře utěsněna. Větrání je vyvedeno přes biologický filtr, což je kontejner o objemu několika m³ naplněný kůrou. Obsah je neustále zvlhčován. Tento systém funguje opravdu výborně. V okolí není znát žádný zápach.

4.3. VĚTRNÉ PARKY V RAKOUSKU

V roce 1997 bylo v Rakousku jen asi 10 větrných elektráren, méně než v ČR. Dnes je jich více než 600. Velká část z nich byla postavena s majetkovou účastí obyvatel z blízkých obcí. Například jeden z prvních větrných parků v Schenkenfelden v roce 1998 postavila společnost s ručením omezeným, jednotliví vlastníci jsou místní lidé. Zájemců o investování bylo více než firma mohla uspokojit. Poněkud odlišný model byl použit například při stavbě větrného parku Petronell-Carnutum. Majiteli parku je 40 fyzických osob, které nesou i veškeré riziko spojené s projektem. Další, relativně malou část peněz poskytli drobní investoři, kteří nakoupili dluhopisy. Tyto cenné papíry mají zaručený výnos minimálně 3,5%, ale reálný výnos se pohybuje kolem 5 – 6% p.a. Držení dluhopisů není spojeno navíc s žádnými riziky, protože jsou kryty zárukami. Dluhopisy mají omezenou platnost, která končí po třinácti letech běhu projektu, což je uvažovaná doba návratnosti vloženého kapitálu. Z hlediska ekonomiky projektu je tento finanční zdroj velmi málo důležitý, ale má značný význam z hlediska spolupráce s místní komunitou. Lidé, kteří jsou do projektu tímto způsobem osobně zapojeni, jsou na „svůj“ větrný park velmi hrdí.

Obrázek 5: Větrný park Schenkenfelden.



4.4. KOGENERACE A SOLÁRNÍ SYSTÉM V ÚSTAVU SOCIÁLNÍ PÉČE V LIBNÍČI

V ústavu sociální péče jsou instalovány dvě menší kogenerační jednotky na zemní plyn. Vyrobené teplo i elektřina se spotřebovávají ve vlastním provozu. To snižuje náklady na nakupovanou energii. Dále je instalován solární systém pro ohřev vody.

Obrázek 6: Solární systém na historické budově v Libníči.



4.5. BIOPLYNOVÁ STANICE NA KUKUŘICI V RAKOUSKU

Poblíž Güssingu v rakouském Burgenlandu byla postavena bioplynová stanice, která zpracovává kukuřici pěstovanou místními zemědělci. V oblasti se nechová dobytek, který by kukuřici přeměnil na maso, mléko a výkaly, proto technologie bioplynové stanice musí při rozkladu kukuřice nahradit také kravský žaludek.

Vyrobený bioplyn se spaluje v kogenerační jednotce s pístovými motory, teplem je zásobována vesnice Strem a elektřina se dodává do veřejné sítě.

Stanice je schopna zpracovat kukuřici z 250 ha (tj. 11 000 tun kukuřice), ročně vyrobí 4 350 MWh elektřiny a 5 220 MWh tepla. Pokud teplo z bioplynu nestačí, je kogenerační stanice doplněna kotlem na spalování štěpky.

Obrázek 7: Pístový motor na bioplyn z kukuřice v Burgenlandu



5. ZÁVĚREČNÁ POZNÁMKA

Decentralizaci nelze zaměňovat za energetickou soběstačnost! Různé energeticky soběstačné domy, obce, regiony až na výjimky využívají síť jako nekonečně velký akumulátor. Podle potřeby do ní dodávají přebytky nebo z ní energii odebírají v době, kdy vlastní zdroje poptávce nestačí. Soběstačnost je pak jen „účetní“ - v roční bilanci je výroba a spotřeba vyrovnaná. Bez napojení na síť by bylo dosáhnout soběstačnosti mnohem náročnější a dražší.

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Spotřeba paliva pro dodávku 30 tis. GJ (cca 1000 bytů).....</i>	<i>6</i>
<i>Tabulka 2: Účinnost fotovoltaických článků.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabulka 3: Klady a zápory fotovoltaických elektráren integrovaných do budov.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabulka 4: Klady a zápory fotovoltaických elektráren „na zelené louce“</i>	<i>12</i>
<i>Tabulka 5: Ekonomika malého fotovoltaického systému - příklad</i>	<i>13</i>
<i>Tabulka 6: Porovnání parametrů různých technologií výroby elektrické energie z biomasy .</i>	<i>16</i>
<i>Tabulka 7: Orientační klíčová čísla pro výhřevnost, výnosy, dobu sklizně a sklizňovou vlhkost energetické fytomasy . Zdroj: VÚRV.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabulka 8: Orientační výhřevnost odpadů.....</i>	<i>19</i>

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Nárůst větrných elektráren v ČR.....</i>	<i>9</i>
<i>Obrázek 2: Vývoj fotovoltaiky ve světě.</i>	<i>11</i>
<i>Obrázek 3: Vývoj větrných elektráren. Zdroj: EWA</i>	<i>14</i>
<i>Obrázek 4: Výměna jednoho z kotlů v základní škole na Telčsku.....</i>	<i>20</i>
<i>Obrázek 5: Větrný park Schenkenfelden.....</i>	<i>21</i>
<i>Obrázek 6: Solární systém na historické budově v Libníči.</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 5: Pístový motor na bioplyn z kukuřice v Burgenlandsu.....</i>	<i>22</i>