

SBORNÍK PŘEDNÁŠEK SEMINÁŘE

**ÚSPORNÉ A EKOLOGICKÉ
VYTÁPĚNÍ PRO OBCE
I PODNIKATELE**

pořádaného v listopadu 2006

**Českým spolkem pro péči o životní prostředí,
Českou energetickou agenturou
a společností s r.o. RAEN**

Motto: Nejlevnější energie je uspořená energie

Cílem semináře bylo seznámení pracovníků veřejné správy, jednotlivců, poradenských organizací, podnikatelů, učitelů, odborníků i laiků s moderními, úspornými životní prostředí šetřícími postupy zásobování obcí, podnikatelů i jednotlivců teplem a možnostmi podpory jejich realizace.

PLANETA

odborný časopis pro životní prostředí

Ročník XIV, číslo 11/2006

Vychází 6 – 12× ročně

Vydává Ministerstvo životního prostředí, Vršovická 65, 100 10 Praha 10, tel. 267 122 549, fax: 267 126 549

Tisk DOBEL, Lanškroun

Titul PLANETA má registrováno Ministerstvo životního prostředí
a časopis vychází jako monotematická čísla věnovaná problematice životního prostředí

MK ČR E 8063

ISSN – tištěná verze 1801-6898

Obsah

Současná zákonná podpora využívání obnovitelných zdrojů.....	4
Úsporné způsoby vytápění pro obce i podnikatele	6
Záměrně produkovaná biomasa jako zdroj energie na příkladu rychle rostoucích dřevin.....	9
BIOPLYN PRO PRODUKCI ENERGIE	12
Nové alternativní postupy produkce energií	15
Podpora obnovitelných zdrojů energie a úspor energie	18
Možnosti podpory projektů z oblasti ochrany ovzduší a obnovitelných zdrojů energie v plánovacím období 2007–2013 z Operačního programu životní prostředí	21

Současná zákonná podpora využívání obnovitelných zdrojů

Ing. Václav Šrámek, RAEN spol. s r.o.

Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií novelizován zákonem č. 359/2003 Sb., zákonem 694/2004 Sb. a zákonem 177/2006 Sb.

Účelem zákona je vymezit a upravit práva a povinnosti právnických a fyzických osob v oblasti hospodaření energií včetně vymezení práv a povinností orgánů státní správy na tomto úseku.

Obsahuje předmět zákona a definice základních pojmů, stanovuje zpracování státní i územní energetické koncepce, programy hospodárného nakládání s energií a využívání jejich druhotných a obnovitelných zdrojů, úpravu účinnosti užití energie a kombinované výroby elektřiny a tepla, aplikace energetických štítků, provádění a náplň energetických auditů a postavení energetických auditorů.

Zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů).

Zákon upravuje způsob podpory výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie (OZE) a z důlního plynu uzavřených dolů.

Dosud je zákonem opomenuto využití OZE pro výrobu tepla. Obnovitelnými zdroji se rozumí obnovitelné nefosilní přírodní zdroje, jimiž jsou energie větru, slunečního záření, geotermální energie, energie půdy, vzduchu, biomasy, skládkového plynu, kalového plynu a energie bioplynu.

Z podpory jsou vyjmuty větrné elektrárny na rozloze 1 km² o celkovém instalovaném výkonu 20 MWe a velké vodní elektrárny, finančně je podporována pouze elektřina z malých vodních elektráren o instalovaném výkonu do 10 MWe včetně.

Systém ukládá provozovateli regionální distribuční soustavy povinnost vykoupit od výrobce elektřinu vyrobenou z OZE.

Najde-li si výrobce sám odběratele, provozovatel regionální distribuční soustavy mu doplatí k dohodnuté ceně příplatek ve formě zeleného bonusu.

Vyhláška č. 475/2005 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů.

Vyhláška stanovuje termíny a podrobnosti výběru způsobu podpory elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů, termíny oznámení záměru nabídnout elektřinu vyrobenou z obnovitelných zdrojů k povinnému výkupu a technické a ekonomické parametry.

Vyhláška č. 482/2005 Sb., o stanovení druhů, způsobů využití biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy

Vyhláška stanoví druhy a způsoby využití biomasy, na které se z hlediska ochrany životního prostředí vztahuje podpora. Vedle druhů biomasy, které jsou předmětem podpory (celkem 24 druhů), uvádí také seznam nepodporovaných invazních a expanzních druhů vyšších rostlin, které narušují funkci ekosystémů a mohou způsobovat hospodářské škody.

Vyhláška rovněž stanovuje kategorie biomasy s odlišnou podporou výroby elektřiny.

Kategorie pro termické procesy

1. kategorie 1, která zahrnuje zejména byliny nebo dřeviny cíleně pěstované pro energetické využití a biopaliva z nich vyrobená,
2. kategorie 2, která zahrnuje zejména biomasu včetně zbytkové biomasy, kterou nelze materiálově využít, především z těžby dřeva, z procesů zpracování dřeva, ze zemědělství a z průmyslových výrob a biopaliva z ní vyrobená, a biopaliva vyrobená z jinak nevyužitelných kalů z čistíren odpadních vod,
3. kategorie 3, která zahrnuje materiálově využitelnou biomasu, biopaliva z ní vyrobená a ostatní biomasu nezařazenou do kategorie 1 nebo 2, není-li z podpory vyloučena.

Vyhláška č. 502/2005 Sb., o stanovení způsobu vykazování množství elektřiny při spalování biomasy a neobnovitelného zdroje.

Vyhláška stanoví při společném spalování biomasy a neobnovitelného zdroje způsob vykazování množství elektřiny z obnovitelných zdrojů, způsob vykazování skutečného nabytí množství biomasy a její kvalitu a způsob vykazování skutečného využití veškeré nabyté biomasy pro účely výroby elektřiny.

Společné spalování biomasy a neobnovitelného je rozděleno na dvě skupiny. V první tzv. spoluspalování znamená společné spalování biomasy a neobnovitelného zdroje energie ve stejném kotli. V druhé tzv. paralelní spalování znamená společné spalování biomasy a neobnovitelného zdroje, při kterém se oba druhy paliv spalují odděleně v samostatných kotlích dodávajících vyrobené teplo do společné parní sběrnice, ze které se uskutečňuje odběr tepla pro výrobu elektřiny.

Cenové rozhodnutí ERÚ č. 10/2005, kterým se stanovuje podpora pro výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie, kombinované výroby elektřiny a tepla a druhotných zdrojů

a **Cenové rozhodnutí ERÚ č. 1/2006**, kterým se mění rozhodnutí ERÚ č. 10/2005.

Systém podpor v cenovém rozhodnutí ERÚ vychází z definice současných zákonů a vyhlášek a stanovuje výše podpor ve formě výkupních cen a zelených bonusů pro výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie.

Výše výkupních cen a zelených bonusů

Zdroj energie / Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč za 1 MWh		Zelené bonusy v Kč za 1 MWh
	VT	NT	
Malé vodní elektrárny			
Uvedená do provozu po 1. lednu 2006 včetně nových lokalit	2 340	3 800	1 430
Uvedená do provozu po 1. lednu 2005 včetně a rekonstruované MVE	2 130	3 470	1 220
Uvedená do provozu před 1. lednem 2005	1 660	2 700	750

Zdroj energie / Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč za 1 MWh			Zelené bonusy v Kč za 1 MWh		
	kat. O1	kat. O2	kat. O3	kat. O1	kat. O2	kat. O3
Biomasa kat. (viz. vyhl. 482/2005 Sb)						
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy pro zdroj uvedený do provozu po 1. lednu 2006 včetně	2 930	2 600	2 290	1 960	1 630	1 320
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy pro zdroj uvedený do provozu před 1. lednu 2006	2 930	2 600	2 290	1 960	1 630	1 320
Biomasa - společné spalování				kat. S1	kat. S2	kat. S3
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy a fosilních paliv	-	-	-	1 180	850	540
Biomasa - paralelní spalování				kat. P1	kat. P2	kat. P3
Výroba elektřiny paralelním spalováním palivových směsí biomasy a fosilních paliv	-	-	-	1 430	1 100	790

Zdroj energie / Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč za 1 MWh	Zelené bonusy v Kč za 1 MWh
Výroba elektřiny spalováním skládkového plynu pro zdroj uvedený do provozu po 1. lednu 2006 včetně	2 230	1 260
Výroba elektřiny spalováním kalového plynu pro zdroj uvedený do provozu po 1. lednu 2006 včetně	2 230	1 260
Výroba elektřiny spalováním bioplynu v bioplynových stanicích pro zdroj uvedený do provozu po 1. lednu 2006 včetně	2 980	2 010
Výroba elektřiny spalováním důlního plynu z uzavřených dolů	2 230	1 260
Výroba elektřiny spalováním bioplynu ve výrobě uvedené do provozu od 1. lednu 2004 do 31. prosince 2005	2 520	1 550
Výroba elektřiny spalováním bioplynu ve výrobě uvedené do provozu před 1. lednem 2004	2 620	1 650

Zdroj energie / Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč za 1 MWh	Zelené bonusy v Kč za 1 MWh
Uvedená do provozu po 1. lednu 2006 včetně	2 460	2 020
Uvedená do provozu od 1. ledna 2005 do 31. prosince 2005	2 700	2 260
Uvedená do provozu od 1. ledna 2004 do 31. prosince 2004	2 830	2 390
Uvedená do provozu před 1. lednem 2004	3 140	2 700

Zdroj energie / Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč za 1 MWh	Zelené bonusy v Kč za 1 MWh
Výroba elektřiny využitím geotermální energie pro zdroj uvedený do provozu po 1. lednu 2006 včetně	4 500	3 640
Výroba elektřiny využitím geotermální energie pro zdroj uvedený do provozu před 1. lednem 2006	3 640	2 780

Zdroj energie / Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč za 1 MWh	Zelené bonusy v Kč za 1 MWh
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu po 1. lednu 2006 včetně	13 200	12 590
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu před 1. lednu 2006	6 280	5 670

Úsporné způsoby vytápění pro obce i podnikatele

Ing. Evžen Příbyl, RAEN spol. s r.o.

Vytápění obcí nebo podnikatelských objektů je z hlediska úspornosti možno hodnotit dvojím způsobem:

- hledisko energetické a ekologické (spotřeba paliva nebo energie a odpovídající tvorba emisí)
- hledisko ekonomické (cena paliv nebo energie, cena zařízení pro výrobu energie a jeho provozní náklady)

Navíc se přidružuje hledisko komfortu vytápění, tedy minimalizace nutnosti zásahů provozovatele topné soustavy do jejího provozu včetně nutnosti doplňování paliva a odstraňování zbytků po jeho spálení.

Výhřevnost jednotlivých paliv nebo el. energie, výše emisí při spalování paliv a cena paliv nebo el. energie a odpovídajících zařízení pro výrobu energie se značně liší.

Obvykle je příznivá měrná cena paliva vztažená k výhřevnosti a zařízení pro jeho využití negována vyšším emisním zatížením a naopak výhodnější ekologického řešení lze dosáhnout pouze s vyšším finančním nákladem.

Stanovení optimálního způsobu vytápění v daných podmínkách je proto možno stanovit pouze při vzájemném komplexním hodnocení (energetickém, ekologickém i ekonomickém) několika variant řešení tohoto problému respektujících místní situaci v obci nebo podnikatelského subjektu.

Zatímco el. energie je v jakékoli obci dostupná z veřejné sítě, teplo pro vytápění, přípravu TUV a případně technologickou spotřebu je nutno vyrábět v obci – pokud ve zcela výjimečných případech není možno zásobovat obec teplem ze zdroje tepla mimo katastrální území obce pomocí systému centralizovaného zásobování tepla (CZT).

Způsob zásobování obce teplem z místního zdroje nebo zdrojů může být:

- **decentrální**, pomocí malých zdrojů tepla (domovních kotlů, el. přímotopných nebo akumulčních topidel, tepelných čerpadel)
- **centrální**, pomocí centrálního zdroje tepla umístěného na katastrálním území obce a dodávajícího teplo pro obec pomocí soustavy CZT
- **kombinací obou způsobů**

Decentrální zásobování obce teplem

Zdroje tepla o relativně nízkých nebo nižších výkonech jsou instalovány do jednotlivých vytápěných objektů. Úsporné vytápění lze zajistit použitím kotlů s co nejvyšší průměrnou roční účinností, tedy s řádně dimenzovaným výkonem dle max. požadovaného tepelného příkonu vytápěného objektu, tak aby kotel byl provozován pokud možno na výkon zaručující jeho dobrou účinnost. Pro objekty s vyšším odběrem tepla pro vytápění (objekty terciární a průmyslové sféry), je výhodné zdroj tepla koncipovat s několika kotli o nižším jednotkovém výkonu umožňujícím celkový okamžitý tepelný výkon zdroje přizpůsobit aktuálnímu požadavku na dodávku tepla.

Uvedenou zásadu je třeba dodržovat především při vytápění kotli na uhlí nebo biomasu jejichž závislost účinnosti na výkonu je citlivější než u kotlů na plyná nebo kapalná paliva. Prakticky nezávislá jsou elektrická přímotopná a akumulční topidla.

V případě, že obec je plynofikovaná je možno využít k vytápění kondenzačních plynových kotlů s účinností přesahujících 100% (nejedná se o perpetuum mobile, pouze je využito kondenzačního tepla vodních par ve spalinách). Aby bylo dosaženo kondenzace a tím i vysoké účinnosti je nutno ovšem instalovat nízkoteplotní vytápěcí soustavu. Zemní plyn je však drahým palivem jehož cena dále poroste. Cena tepla z plynu je však stále nižší (a pravděpodobně bude) než cena tepla z el. přímotopných nebo akumulčních topidel. Při přímém využití el. energie pro vytápění se navíc jedná o ekologické vytápění pouze v místě spotřeby, ne v místě výroby el. energie.

U obcí neplynofikovaných jsou kromě el. energie alternativou k plynu pevná a kapalná paliva. Z pevných paliv se jedná především o uhlí (koks je znatelně dražší) nebo biomasu v jakékoli formě, z kapalných paliv o lehký nízkosírný olej nebo zkapalněný plyn.

Spalování propan – butanu nebo nízkosírného topného oleje je z hlediska komfortu vytápění téměř ekvivalentní zemnímu plynu, vysoká cena obou těchto paliv a zařízení pro jejich spalování však vylučuje jejich větší rozšíření.

Uhlí

Hlavními nedostatky uhelných kotlů a kamen starší konstrukce jsou nízká účinnost spalování, obtížná regulovatelnost výkonu a nutnost častého doplňování paliva. Stávající kotle je možno nahradit moderními automatickými uhelnými teplovodními kotli, které jsou dodávány ve velmi širokém výkonovém rozsahu, 20–700 kW.

Tyto kotle, které mohou spalovat jak uhlí, tak směs uhlí a dřevěné štěpky v poměru až 50/50 % mají větší zásobník paliva umístěný nad kotlem a otočný válcový rošt. Spalování uhlí probíhá na malé části válcového roštu, kam je dávkováno automaticky samospádem ze zásobníku. Spalování je regulováno od teploty topné vody změnou rychlosti otáčení roštu a provozem kouřového ventilátoru. U některých kotlů je uhlí z vedle umístěného zásobníku dopravováno do kotle pomocí šnekového dopravníku.

V důsledku řízeného spalování uhlí a vyššího vychlazení spalin přesahuje jmenovitá účinnost 80 %. Zásobník o větším objemu umožňuje automatický provoz těchto kotlů bez přikládání paliva v topném období v době od jednoho do tří dní (dle výkonu kotle) a až sedm dní v letním období při ohřevu jen teplé užitkové vody. Instalací uvedených kotlů je dosaženo proti stávajícímu stavu snížení spotřeby uhlí o 20–30% s ekvivalentním snížením emisí v důsledku řízeného spalování uhlí.

Biomasu

V kotlích o nižších výkonech lze spalovat biomasu buď ve formě kusového dřeva nebo dřevěných briket (vyžadují časté ruční přikládání) nebo pelet (automatické kotle podobné konstrukce jako na uhlí s podstatně vyšším komfortem nutné obsluhy).

Měrná cena různých druhů biomasy se velmi liší, od levného odpadního dřeva, přes polenové dřevo a dřevní brikety až po pelety jejichž cena se dle dodavatele blíží téměř ceně zemního plynu. Pelety je však možno vyrábět i v obci na peletizační lince, v tomto případě je však nutno přesně kalkulovat všechny vstupní náklady (cena biomasy, el. energie, mzdy apod.) tak, aby bylo dosaženo nižší ceny vyráběných pelet.

Obnovitelné zdroje energie

Kromě fosilních paliv je možno využít pro vytápění i obnovitelné zdroje energie, především energii solární a energii prostředí (pomocí tepelných čerpadel).

Využití solární energie

Solární energii lze využít pro výrobu tepla buď pomocí termických solárních systémů s plochými nebo válcovými kolektory pro ohřev teplé užitkové vody (TUV) a též pasivním způsobem pro přitápění budov (využitelné však pouze při stavbě nových budov jejich vhodným stavebním řešením a vhodnou orientací).

Solární systém je nutno vždy koncipovat jako bivalentní, tzn. v kombinaci s klasickým zdrojem tepla, který vyrovnává disproporce mezi okamžitým tepelným výkonem solárního systému, daným počasím, a požadavkem na dodávku tepla.

Ekonomie provozu solárního systému je závislá především na způsobu jeho provozu vůči bivalentnímu klasickému zdroji tepla. Všeobecně lze říci, že je neekonomické provozovat solární systém na vyšší teploty ohřívání média, neboť účinnost kolektorů a tím využití dopadající solární záření rychle klesá.

Využití solární energie pro přímou výrobu el. energie pomocí fotovoltaických solárních systémů je ekonomicky zdůvodnitelné pouze při dodávce vyrobené el. energie do veřejné el. sítě za státem garantovanou velmi vysokou výkupní cenu. Nejedná se tedy o využití vyrobené el. energie v obci, ale pouze o podnikatelský záměr.

Tepelná čerpadla pro využití energie prostředí

Tepelná čerpadla využívají citelného tepla okolního prostředí (půda, spodní voda, vzduch) tak, že toto teplo o nízké teplotě „přečerpávají“ pomocí el. energie na teplo o vyšší využitelné teplotě přičemž el. příkon pro zajištění určitého využitelného tepelného výkonu je podstatně nižší než při dodávce stejného tepelného výkonu pomocí přímotopných nebo akumulčních el. systémů.

Podle druhu tepelného čerpadla (voda – voda, vzduch – voda, vzduch – vzduch) a způsobu jeho provozování je možno

dosáhnout snížení celoroční spotřeby el. energie ve výši cca 50–65 % v porovnání s přímotopným nebo akumulčním vytápěním. Další výhodou tepelného čerpadla v porovnání s přímotopnými nebo akumulčními topidly je nižší el. příkon, který je cca dvaapůlkrát nižší než příkon el. přímotopů (tzn. včetně boilerů pro ohřev TUV) nebo cca sedmkrát nižší než příkon akumulčních kamen. Je nutno však zdůraznit, že při instalaci tepelného čerpadla je nutno, v důsledku nižší teploty topné vody, zvýšit plochu otopných těles.

Topný výkon tepelného čerpadla se dimenzuje pouze na cca 60–70 % max. tepelné ztráty objektu, dodatečný výkon v zimním období dodá levný elektrokotel, který je obvykle součástí tepelného čerpadla. Tímto řešením je zajištěna příznivější ekonomie provozu, než kdyby byl výkon tep. čerpadla dimenzován na max. tepelnou ztrátu.

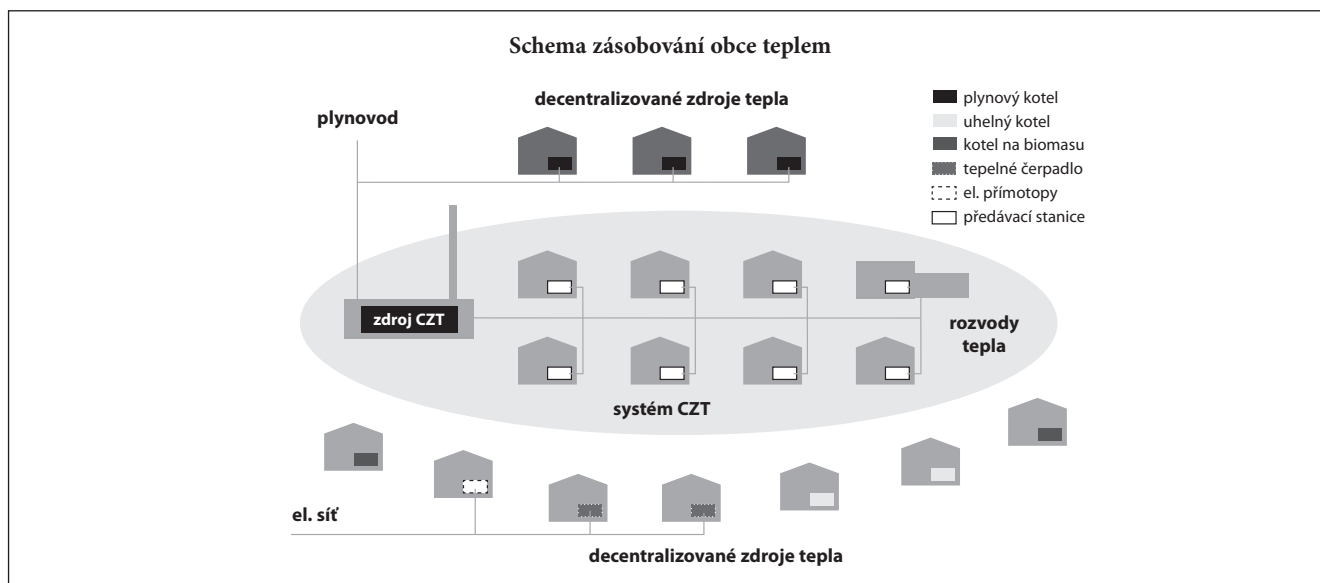
V případě instalace tepelného čerpadla není vhodná současná instalace solárního systému. Zatímco účinky těchto zařízení se nesčítají (teplo dodané ze solárního systému snižuje využití tepelného čerpadla), investiční náklady na tato zařízení se sčítají.

Centrální zásobování obce teplem

Vytápění obce, nebo části obce, z centrálního energetického zdroje zajišťuje pro připojené subjekty nejvyšší komfort v dodávce tepla. Uživatelé v ceně za dodané teplo platí za veškeré náklady na systém CZT.

Výstavba centrálního zdroje se soustavou CZT je však ekonomicky zdůvodnitelná pouze v případě sevřenějšího charakteru obce s nižšími investičními náklady na rozvody tepla, nebo jen pro část obce splňující tento požadavek.

Pro středně složité systémy (dle délky a složitosti rozvodů) lze brát měrné investiční náklady na rozvody tepla v relativně velkém rozsahu cca 5–20 mil. Kč/MW instalovaného tepelného výkonu zdroje především v závislosti na měrné délce rozvodů vůči instalovanému výkonu zdroje.



Dále je nutno, kromě nákladů na palivo, uvažovat další provozní náklady - na opravy a údržbu, na el. energii pro provoz oběhových čerpadel a mzdové náklady v souvislosti s provozem zdroje vyššího výkonu včetně manipulace s palivem (především při spalování uhlí

nebo biomasy) a úpravy paliva (řezání, drcení, peletizace v případě biomasy). Rozsah těchto nákladů je velmi široký dle konkrétních podmínek zdroje a rozvodů tepla a velmi významně ovlivňuje ekonomii provozu celé soustavy CZT a tedy i nákladovou cenu tepla.

V nákladové ceně tepla činí podíl odpisů z investičních nákladů na zdroj a rozvody tepla obvykle jen cca 30–40 %, zbývající podíl 60–70% tvoří náklady na palivo a další zmíněné provozní náklady.

V tomto smyslu je vhodné zdůraznit, že případnou finanční dotaci je možno získat pouze na realizaci systému CZT v obci. Dotace tedy redukuje pouze výši odpisů z investičních nákladů na CZT. Snížení nákladové ceny tepla není tedy v poměru výše získané dotace, ale podstatně nižší.

Zdroj CZT

V případě, že obec je plynofikovaná nelze instalaci systému CZT jednoznačně doporučit, vhodnější je obvykle instalovat decentrální zdroje (plynové kotle) do jednotlivých objektů, protože rozvody plynu jsou levnější než rozvody tepla a měření spotřeby plynu je levnější než měření dodaného tepla. Podobný závěr platí pro vytápění pomocí el. energie, ať už přímotopy, akumulacími kamny nebo tepelnými čerpadly.

Zdroj CZT je tedy vhodné koncipovat především pro spalování tuhých paliv. Centrální zdroj tepla, oproti decentrálnímu, má z hlediska úspory nákladů na palivo opodstatnění jednak pro možnost spalování paliva o nižší ceně (velkoodběr), a z hlediska ekologického v možnosti instalace účinného odprášení spalin (při spalování tuhých paliv), které společně s vysokým komínem velmi sníží imisní přízemní koncentrace v ovzduší na území obce oproti spalování uhlí v malých decentrálních kotlích bez odprášení a s nízkými komíny.

Biomasu pro spalování ve zdroji je možno buď nakupovat od dodavatelů (sláma, štěpka apod.) nebo účelově pěstovat (stébelniny nebo rychle rostoucí dřeviny) a sklizenou biomasu vhodně upravovat.

Ceny a energetická výtěžnost biomasy

	cena biomasy (Kč/GJ)	výnos pěstování biomasy (GJ/ha/r)
Biomasa nakupovaná		
štěpka	110–130	
sláma	80–130	
pelety, brikety	100–250	
Biomasa pěstovaná		
rychle rostoucí dřeviny	140–180	120–180
stébelniny	100–140	100–250
sláma	80–130	50–60

Objemová hmotnost biomasy se může pohybovat od cca 40 kg/m³ (řezaná sláma) do cca 700 kg/m³ (brikety, pelety). Vlhkost biomasy se může pohybovat od 10 do 50 i více % a výhřevnost od 8 MJ/kg do 18 MJ/kg v závislosti na obsahu vody. Tomu odpovídá i různá objemová náročnost na skladování biomasy, např. v porovnání s uhlím může být při stejném množství energie v palivu skladovací objem biomasy i třikrát až čtyřikrát vyšší.

Efektivní používání biomasy vyžaduje vhodné zařízení na spalování a výrobu tepla, jejichž konstrukce, sestava a investiční náročnost závisí na tepelném výkonu kotlů a způsobu používání a zejména na systému topeniště. Topeniště i uspořádání kotlů musí vyhovovat požadavkům na dokonalé prohoření vznikajících spalných plynů. V topeništích na spalování biomasy nepostačuje proto přívod spalného vzduchu po rošt (primární vzduch) jako u kotlů na spalování koksu nebo černého uhlí, ale do hořících plynů musí být zaváděn turbulentně i sekundární vzduch nebo dokonce u velkých zařízeních i terciární vzduch. Jinak snadno dochází k tepelným ztrátám v komínových plynech, usazování sazí a kondenzaci dehtů.

Z vhodného druhu biomasy (tzv. biologicky rozložitelných odpadů), lze též kromě přímého spalování vyrábět v bioplynové stanici s fermentačním reaktorem bioplyn nebo v případě tvrdého suchého dřeva dřevoplyn (ve zplyňovacím reaktoru) s následnou kombinovanou výrobou tepla a el. energie pomocí plynové kogenerační jednotky.

Elektrickou energii vyrobenou v kogenerační jednotce je možno dodávat do veřejné sítě za státem garantovanou výkupní cenu el. energie vyrobenou z biomasy. Je nutno upozornit, že výhřevnost dřevoplynu je velmi nízká (cca 4 MJ/m³), zatímco bioplynu podstatně vyšší (cca 22 MJ/m³), tomu odpovídá i vyšší účinnost výroby el. energie, která u bioplynu je kromě toho vykoupována za vyšší cenu (2,98 Kč/kWh) než u dřevoplynu (2,6 Kč/kWh). S přihlédnutím navíc k provozní spolehlivosti zařízení na výrobu bioplynu nebo dřevoplynu je obvykle vhodnější vyrábět a energeticky využívat bioplyn.

Při nedostatku vhodného paliva pro výrobu bioplynu nebo dřevoplynu lze jakékoli palivo spalovat v parním kotli v kombinaci s parním protitlakým soustrojím s parní turbínou nebo parním motorem. (tzv. Rankinův cyklus resp. organický Rankinův cyklus). Protože však účinnost výroby el. energie je podstatně nižší než v předchozím případě a značně závisí na parametrech páry a výkonové velikosti zdroje je možno tento způsob doporučit jen pro největší obce s vysokým výkonem zdroje a s velmi pečlivým dimenzováním výkonu el. turbosoustrojí.

Závěr

Z uvedeného je patrné, že vhodnou koncepcí vytápění obce lze stanovit až po podrobné analýze všech kombinací možných vstupů a jejich energetických, ekologických a ekonomických efektů. Po předběžné variantní analýze, kterou by měla zpracovat instituce s dostatečnou erudiicí a referencemi v uvedené oblasti, je vhodné se závěry této analýzy seznámit co nejvyšší počet obyvatel obce s vyhodnocením jejich připomínek, názorů a návrhů.

Konečné rozhodnutí o koncepci vytápění obce je vhodné provést nejen z hlediska výše nákladové ceny tepla navrženého řešení a zlepšení ekologické situace v obci, ale též se zahrnutím i jiných hodnotících kritérií. Jedná se především o zvýšení komfortu uživatelů vytápěných objektů a snížení závislosti obce na zvyšování ceny a případně i dostupnosti importovaných paliv – především zemního plynu.

Jak již bylo řečeno, nejvyššího komfortu je dosaženo při vytápění pomocí systému CZT s centrálním energetickým zdrojem. Tuto změnu proti stávajícímu způsobu vytápění (obvykle domovními kotli na uhlí) nelze posuzovat jen ze zvýšení nákladové ceny tepla (obvyklé zvýšení ceny tepla cca o 200 Kč/GJ), ale též ze změny absolutních nákladů na vytápění. Pro menší rodinný domek toto zvýšení ceny tepla představuje zvýšení nákladů na vytápění o cca 12 000–18 000 Kč/rok dle jeho velikosti a tepelně-izolačním vlastnostem. Pro srovnání – celkové náklady na provoz rodinného automobilu (odpisy, pojištění, pohonné hmoty, opravy a údržba) se pohybují v rozsahu cca 50 000–150 000 Kč/rok.

S vývojem cen a dostupnosti importovaných paliv je dosažení vyšší autonomie obce velmi pozitivním jevem. Toho lze dosáhnout především využíváním pro výrobu tepla biomasy účelově pěstované a dodávané subjektem, který má z její dodávky též zaručen dlouhodobý a jistý odbyt a finanční zisk.

Kromě uvedených zásad týkajících se zdroje nebo zdrojů tepla, druhu paliv a rozvodů tepla má ovšem na ekonomii vytápění objektů v obci vliv též i tepelně-izolační stav vytápěných objektů. Návratnost investic na zateplení je tím kratší, čím je objekt v horším stavu a čím je vyšší cena tepla. Při výstavbě nových bytových objektů v obci by měla být dána přednost menším bytovým domům před jednotlivými rodinnými domky. Např. bytový dům se šesti byty má přibližně poloviční spotřebu tepla pro vytápění než šest rodinných domků o celkové stejné velikosti obytné plochy, i když jsou všechny postaveny z materiálů ze stejnými tepelně-izolačními vlastnostmi. Je to dáno příznivějším poměrem vychlazené plochy a vytápěného objemu, navíc měrné investice na byt jsou u bytového domu znatelně nižší.

Záměrně produkovaná biomasa jako zdroj energie na příkladu rychle rostoucích dřevin

**Mgr. Ivana Zánová, Ing. Jan Weger, Ing. Kamila Havlíčková Ph.D.
Výzkumný ústav S.T. pro krajinu a okrasné zahradnictví Průhonice**

Biomasa je v dlouhodobém horizontu pro Českou republiku nejperspektivnější z obnovitelných zdrojů energie. Podle současné energetické politiky by v roce 2030 měla tvořit 85 % z celkového využití obnovitelných zdrojů energie, to znamená, že by biomasa měla pokrývat okolo 13 % primárního energetického zdroje. V roce 2003 to bylo jen okolo 2 %. [1]

Biomasu vhodnou pro výrobu energie je možno podle způsobu jejího vzniku rozdělit následovně:

- Zbytková biomasy
 - Sláma obilná a řepková
 - Trvalé travní porosty
 - Lesní těžební zbytky
 - Dřevní odpad z pil a dřevozpracujícího průmyslu
- Recyklovaná biomasa z výrobků po ukončení jejich životnosti
- Záměrně pěstovaná biomasa
 - Rychle rostoucí dřeviny
 - Nedřevnaté energetické plodiny

V minulosti byla využívána hlavně biomasa v podobě palivového dříví, dřevního odpadu z pil a dřevozpracujícího průmyslu, ale v posledních letech stoupá taky spotřeba těžebních zbytků např. Plzeňská teplárenská a.s., ročně spaluje 30 000 t dřevní štěpky a v budoucnosti plánují zvýšit spotřebu štěpky na 60 000 t ročně.

Záměrně produkovaná biomasa nedřevnatá (tzv. energetické byliny a traviny)

Dosahuje poměrně vysokých výnosů a je možné jí sklízet zemědělskými sklízňovými stroji. Mezi energetické byliny patří např. ozdobnice (*Miscanthus*), topinambury (*Helianthus*), konopí (*Canabis*) a jiné. Nejznámější a v České republice nejvíce pěstovanou energetickou bylinou je šťovík krmný Uteuša (*Rumex tianshanicus x Rumex patentia*). Je to vyšlechtěná krmivářského odrůda (Ukrajina, prof. Uteuš), kterou lze pro tento účel sklízet na zeleno dvakrát až třikrát do roka. Pro spalitelnou biomasu se od druhého roku sklízí v červnu vysoké stvolky, které vyschnou na vlhkost 15 %. Podle Ing. Vlasty Petříkové, DrSc., z CZ-Biom, by měl v závislosti na výsevu dosahovat hektarového výnosu 8–10 tun suché hmoty. Jeho vytrvalost v provozních podmínkách se odhaduje na více než deset let. V praxi se zatím dosahují výnosy o něco nižší, ale zdokonaluje se agrotechnika. Nejpodstatnějším agrotechnickým zásahem, je provzdušnění půdy vždy po letní sklizni. Co se týče výsevního množství, optimální je pět kilogramů osiva na hektar při pěstování na krmné účely. Z nejnovějších zkušeností s pěstováním šťovíku pro biomasu v České republice vyplývá, že je třeba výsev zvýšit na sedm až osm kilogramů na hektar. Rozloha šťovíku je v současné době v ČR okolo 1000–1200 ha. Šťovík lze využít jak v suchém stavu k přímému spalování, ale i jako přísadu do fermentoru, pro výrobu bioplynu. [1]

Záměrně produkovaná biomasa dřevnatá (tzv. energetické dřeviny)

Tzv. rychle rostoucí dřeviny (RRD), jsou dřeviny které mají kromě vysokého výnosu (kritérium IUFRO na 10 m³/ha/rok = cca 4,5 t(suš)/rok/ha) vynikající výmladkovou schopnost a schopnost vegetativního množení (z řízků, prutů). K produkci štěpky k energetickému využití jsou v našich klimatických podmínkách využívány klony či odrůdy topolů a vrb, v menší míře také růže, olše a jiné. Vhodnou vlastností je také dobrý výškový přírůst zejména po výsadbě (přes 70 cm/rok). Klony splňující uvedené vlastnosti je možné potom pěstovat na zemědělské půdě v tzv. výmladkových plantážích. Rozloha RRD je okolo 100 ha. V současnosti roste rychle rozloha matečnic (reprodukčních porostů) – cca 5–10 ha rok (celkem je asi 30 ha), což umožní snížit náklady na založení.

Podrobnosti výsadby a pěstování matečnic a výmladkových plantáží obsahuje projekt na založení porostů RRD. V současnosti je u nás nejrozšířenější technologie vertikální výsadby řízků v jarním termínu (III.–V.), která je prováděna lesnickými sazečími stroji. Ve Švédsku jsou úspěšně používány specializované dvojřádkové sazeče, které si řízků vyrábějí z prutů při výsadbě. Provozně se již využívají také různé varianty horizontální výsadby řízků do vyorané mělké brázdy. Pro úspěšné založení porostu je po výsadbě a případně i v dalších letech bezpodmínečně nutné zajistit kvalitní odplevelování. Hnojení připadá v úvahu pouze na nejnepohodnějších půdách a je vhodné je provést po sklizni. Sklizeň výmladkových plantáží může být vícefázová, nebo jednofázová. Při vícefázové, první fázi provádí např. jednoduché přídatné zařízení na traktor, který podřezává kmen. Na menších rozlohách je pro sklizeň možno použít krovinořez. V druhé fázi, jsou kmeny snopkovány. Kmeny nebo snopky se obvykle nechají proschnout (1–2 měsíce) buď na plantáži anebo na místě dalšího zpracování. Třetí fáze – štěpkování – může probíhat přímo na poli nebo na jiném vhodném místě. Jednofázová sklizeň využívá většinou samojízdne, ale i tažené sklízecí stroje schopné okamžité výroby dřevní štěpky (řezanky) přímo po podřezání na poli. Takto sklizená štěpka má vyšší vlhkost, ale je snadněji manipulovatelná a dopravovatelná oproti kmenům a snopkům. V zahraničí jsou k dispozici výkonné sklízecí stroje adaptované ze sklízeců na kukuřici nebo na cukrovou třtinu viz obr.1 Speciální sklízecí stroj se vyplatí pro velké energetické nebo pěstelské celky, kde se velké pořizovací náklady rozloží na větší počet provozních hodin stroje.

[1] HAVLIČKOVÁ K., WEGER J., A KOL.(2006):

Metodika analýzy potenciálu biomasy jako obnovitelného zdroje energie. Acta Pruhoniana 83, VÚKOZ, Průhonice 7 s.ISBN 80-85116-48-0

Obr.1



Dotiční tituly

Zakládání produkčních plantáží RRD pro energetické účely a reprodukčních porostů RRD bylo podporováno od roku 2001 v rámci vládního nařízení č. 505/2000 o podpůrných programech k podpoře mimoprodukčních funkcí zemědělství, k podpoře aktivit podílejících se na udržování krajiny, program pomoci k podpoře méně příznivých oblastí a kritéria pro jejich posuzování.

V roce 2004 došlo v ČR ke změně způsobu podpory zakládání výmladkových plantáží RRD i matečnic (dle Nařízení vlády ČR č. 308/2004 Sb., o stanovení některých podmínek pro poskytování dotací na zalesňování zemědělské půdy a na založení porostů rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě určených pro energetické využití) v souvislosti se zásadní úpravou způsobu finančních podpor zemědělství tak, aby bylo možno čerpat podporu ze strukturálních fondů EU – program Horizontálního plánu rozvoje venkova (HRDP). Od příštího roku se program a výše podpory mění. Porosty budou podporovány v rámci programu Evropského zemědělského fondu pro rozvoj venkova (EAFRD). Podpora bude nadále stejného charakteru, bude se jednat o jednorázovou sazbu na hektar. (Tab.1)

Tab.1 Návrh podpory z programu EAFRD

Míra podpory přijatelných nákladů	Produkční porost (produktem štěpka)	Reprodukční porost (produktem sadba)
70 %	76 000 Kč/ha	86 000 Kč/ha
80%	87 000 Kč/ha	98 000 Kč/ha

Hodnocení ekonomiky výmladkových plantáží RRD

Cenu biomasy (štěpky) z plantáží RRD lze odhadnout pomocí ekonomických modelů plantáží RRD. Ekonomické modely plantáže RRD (princiálně to platí pro všechny typy projektů) jsou postaveny na těchto pravidlech:

- Zachycení všech procesů, které jsou nezbytné pro realizaci projektu v celém cyklu existence plantáže RRD,
- rozsah procesů musí být stanoven na základě analýzy fyzického rozsahu činností např. pomocí časových snímků,
- zahrnutí všech podpůrných a režijních činností,
- předpoklad reálného způsobu financování projektu,
- ocenění jednotlivých činností v rámci identifikovaných procesů musí vycházet z reálných tržních cen,

- korektní výše diskontu, který vyjadřuje časovou hodnotu peněz, diskont současně musí odrážet i míru rizika projektu.

Pravidla tvorby ekonomického modelu byla aplikována na modelový projekt výmladkové plantáže topolů a vrb o velikosti 5 ha. Vstupní údaje modelu byly odvozeny na základě identifikace všech procesů souvisejících s pěstováním a zpracováním biomasy a vycházejí z:

- výsledků experimentálního pěstování biomasy na výzkumných plochách,
- časových snímků činností (pracnost při sklizni biomasy a při údržbě výmladkové plantáže – např. odplevelování apod.,
- z průzkumu nabídkových cen za materiál a služby (orání apod.) běžně dostupných na trhu,
- expertních odhadů – zejména v případě administrativních a režijních nákladů.

V modelu byly důsledně ohodnoceny všechny nákladové položky jako v případě, kdy by výmladková plantáž byla realizována jako klasický komerční projekt zaměřený na dosažení investorem požadovaného výnosu z vloženého kapitálu. Nepředpokládá se tedy, že by některé procesy byly realizovány na bezplatné bázi (např. zapůjčení techniky, práce lidí apod.).

Vlastní výpočet ceny biomasy pak vychází z výpočtu čisté současné hodnoty (NPV) hotovostních toků generovaných projektem za jeho celý životný cyklus, kdy je hledána taková cena biomasy (tzv. minimální cena jednotky produkce), aby NPV projektu bylo rovno nule. Investor pak realizuje výnos z vloženého kapitálu ve výši diskontu, který odráží míru rizika daného typu podnikání. Pro investora je takto spočtená cena limitou, pod kterou nesmí jít, aby posuzovaný projekt nebyl pro něj ekonomicky nevýhodný. Samozřejmě skutečná cena biomasy na trhu se může a často i bude od této hodnoty i významně lišit, zejména v závislosti na vztahu nabídky a poptávky po biomase.

Při předpokladu nákladů na sklizeň (včetně štěpkování) ve výši cca 600 Kč/t sušiny a výnosu 10 t (suš)/ha/rok pak spodní mez minimální ceny biomasy vychází cca 100 Kč/GJ. Za dobu existence výmladkových plantáží (21 let) lze množství vyprodukované energie ve štěpce odhadnout ve výši cca 16 450 GJ, což je ca 156 GJ/rok/ha. Pomyslný energetický ekvivalent výkonu výmladkové plantáže je pak cca 5,0 kW/ha (počítáno pro časový fond 8760 hodin, předpokládá výhřevnost 12,5 GJ/t štěpky pro 30 % vlhkost).

Rajonizace RRD

Jedním z cílů výzkumu probíhajícího na VÚKOZ Průhonice, je provedení typologie půd (resp.stanovišť) a rajonizace nejperspektivnějších klonů RRD pro různorodé půdní a klimatické podmínky ČR. Pro vytvoření rajonizace RRD a teda i základního hodnocení vhodnosti stanovišť jsou využívány dva podklady: výsledky testování sortimentu klonů RRD a soustava BPEJ (bonitovaných půdně ekologických jednotek) zemědělských půd v ČR.

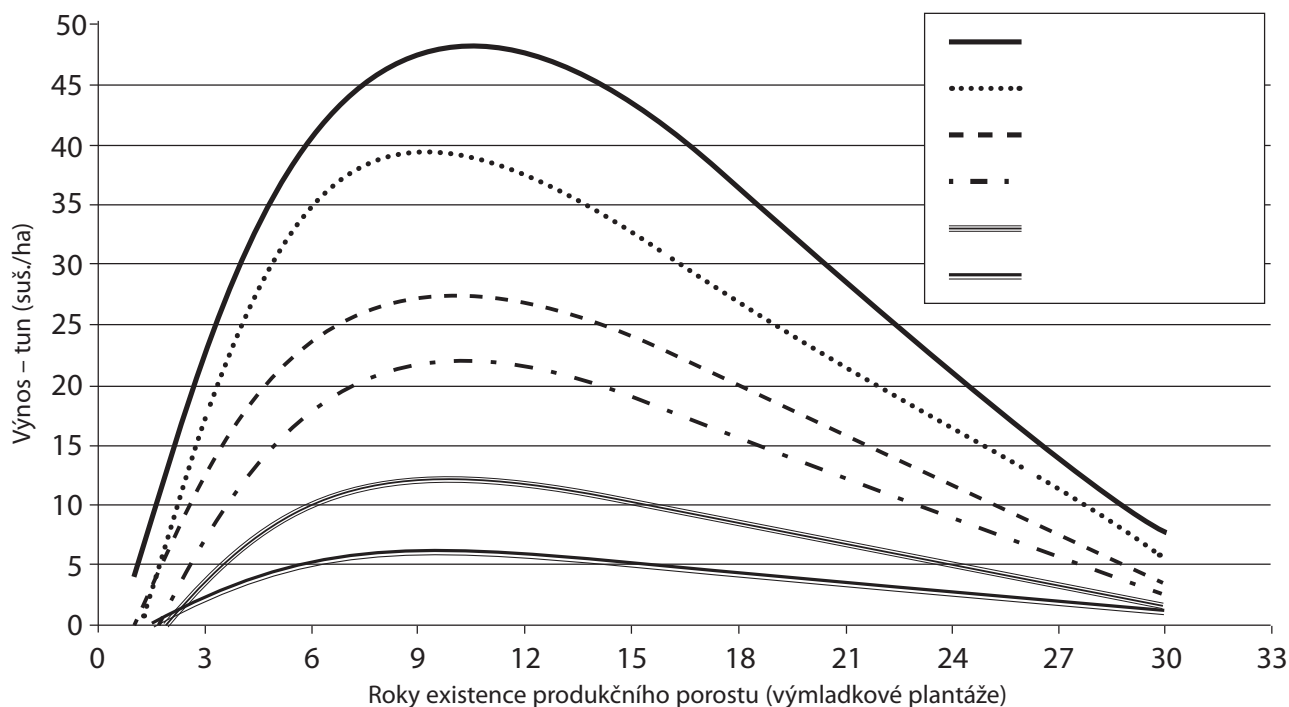
Na základě využití výsledků devítiletého hodnocení sortimentu RRD na téměř 30 maloplošných výzkumných plochách, byla vytvořena tabulka hlavních půdních jednotek (HPKJ – první 3 čísla BPEJ) podle vhodnosti pro pěstování vybraných klonů RRD k energetickému využití [1]. K takto vytvořeným základním skupinám HPKJ podle vhodnosti pro pěstování RRD byly vytvořeny tzv. výnosové

křivky, z kterých je možné odhadnout očekávaný výnos plantáží a jeho průběh v čase (viz. graf 1). Více informací a podrobné hodnocení vhodnosti stanovišť jako i metodiku analýzy potenciálu bi-

omasy můžete najít v aktuálním čísle ACTA PRUHONICIANA 83 (Metodika analýzy potenciálu biomasy jako obnovitelného zdroje energie), které vydává VÚKOZ Průhonice.

Graf 1 Očekávaný výnos sušiny biomasy z výmladkové plantáže RRD, Acta Pruhoniana 83

Odhad výnosů výmladkových plantáží RRD v základních pěstebních oblastech (6)
(3 leté obmytí, výsadba 10000 ks/ha)



Biodiverzita porostů RRD

Význam porostů RRD jako zdroje biomasy pro energetické využití je nepochybný. V současné době vyvstává otázka krajinných funkcí plantáží RRD. Kromě jiných neméně důležitých funkcí je tady otázka biodiverzity, druhové rozmanitosti živočichů vyskytujících se v porostech RRD. Výskyt určitých skupin živočichů nám může indikovat ekologickou stabilitu porostu. Jednou takovou bioindikační skupinou je komplex střevlíkovitých, rod *Carabus*. Výskyt střevlíků závisí na mnoha abiotických a biotických faktorů. Z abiotických a biotických faktorů se jedná zejména o vlhkost, charakter vegetace, teplotu, geologický substrát, migrační schopnost druhů, predaci a také vliv člověka. A právě přítomnost resp. absence střevlíku a struktura jejich společenstva nám o porostech RRD, může mnohé prozradit.

U porostů RRD je třeba brát v úvahu specifický způsob hospodaření (management). Porosty RRD se každé tři roky sklízí, takže by jsme nemělo o porostu uvažovat jako o stromovitém typu ale jako o křovinatém typu. V úvahu je také potřeba brát orbu mezi řádky resp. její zamezení a tvorbu rostlinného opadu. Výzkumy (Syrovátka, Šír and Balounová, 1999 a j.) prokázali, že v případě příznivých změn půdních, vegetačních a vlhkostních podmínek může poměrně rychle docházet k významným pozitivním změnám složení komplexu těchto bezobratlých.

Na výzkumných plochách Výzkumného ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví v Průhonicích došlo ke studiu rodu *Carabus* v porostech RRD. Studie byla zaměřená na porovnání

výskytu rodu *Carabus* v třech biotopech louce, porostu rychle rostoucí dřeviny a v lesním společenství. Původní hypotéza této studie byla, že půda plantáží, porostlých vzrostlejšími dřevinami, pokrytá opadem listů a zastíněná, by již měla být vhodná pro postupné rozšiřování lesních druhů, z nichž některé projevují tendenci do plantáže migrovat. V této studii však nebyla brána v úvahu právě výše zmíněná fakta o managementu plantáže. Dosud dosažené výsledky naznačují, že od porostu RRD lze očekávat nikoli vytvoření podmínek pro existenci společenstev skutečně lesních, nýbrž druhově mnohem rozmanitějších společenstev přechodových. (Syrovátka, 2004)

Literatura:

- [1] HAVLÍČKOVÁ K., WEGER J., A KOL.(2006): Metodika analýzy potenciálu biomasy jako obnovitelného zdroje energie. Acta Pruhoniana 83, VÚKOZ, Průhonice 7 s.ISBN 80-85116-48-0
- [2] HAVLÍČKOVÁ K. (2004): Hodnocení ekonomických parametrů celého produkčního cyklu výmladkové plantáže RRD. Energetické a průmyslové rostliny X, Chomutov
- [3] HAVLÍČKOVÁ K. (2005): Ekonomika výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin. Sborník konference MŽP, Obnovitelné zdroje energie pro venkov i teplárny, Hradec Králové
- [4] WEGER J., VLASÁK P., ZÁNOVÁ I., HAVLÍČKOVÁ K.: Plantations of Short Rotation Coppice. Život.Prostr., Vol. 40, No. 3, p. 137 – 142, 2006. ISSN 0044-4863
- [5] SYROVÁTKA O.: Bioindikace významu porostů rychle rostoucích dřevin pro obnovu biologické rozmanitosti v příměstské krajině na základě využití komplexu střevlíků rodu *Carabus* – III

BIOPLYN PRO PRODUKCI ENERGIE

Ing. Jaroslav Kára, CSc. Výzkumný ústav zemědělské techniky

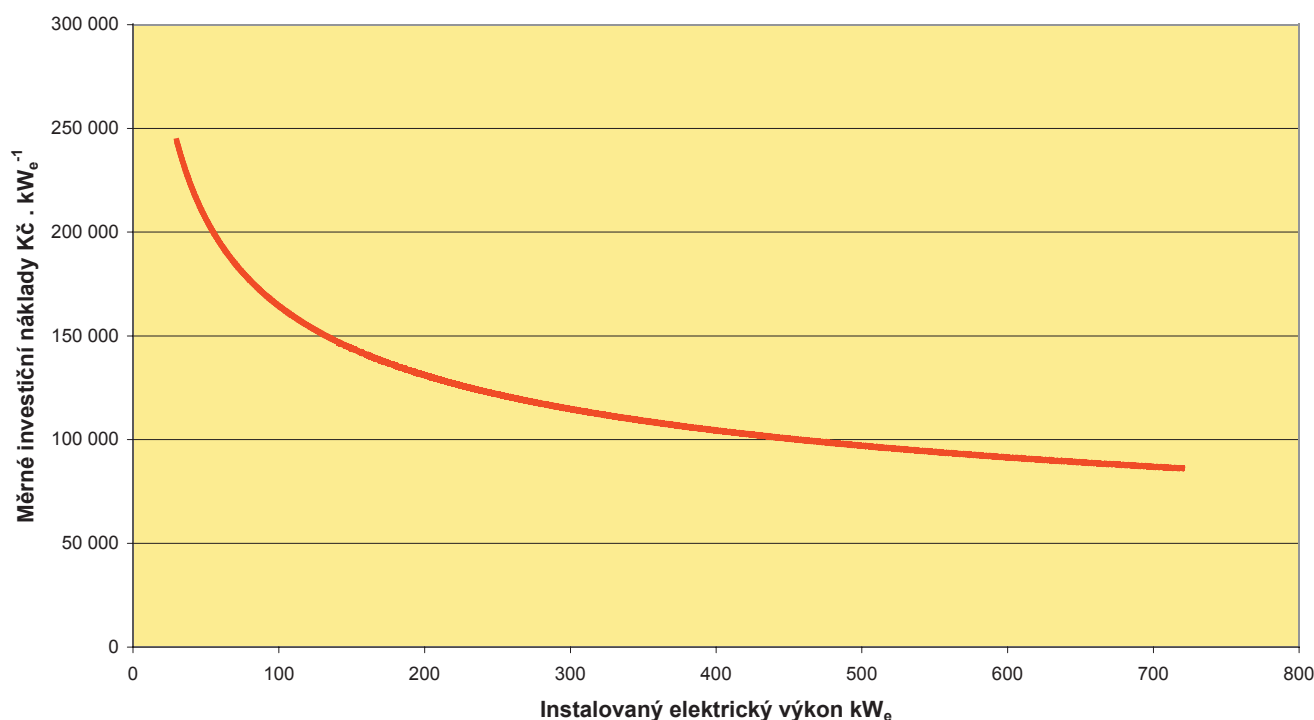
Moderní zemědělské bioplynové stanice

Bioplyn lze vyrábět z kejdy, chlévské mrvy, biologicky odbouratelných domovních odpadů, odpadů z ČOV a potravinářského průmyslu, ale i z energetické fytomasy k tomu účelu pěstované. Výroba bioplynu z účelově pěstované energetické fytomasy je v České republice ve stadiu modelových experimentů. V zahraničí věnuje tomuto problému pozornost celá řada interdisciplinárních pracovišť využívajících možnosti kombinace anaerobní digesce zemědělských vedlejších a druhotných surovin spolu s průmyslovými bioodpady. Hlavní důraz je ovšem kladen na zpracování zvířecích exkrementů a účelově pěstované vhodné energetické fytomasy. Tyto technologie úspěšněji zabezpečují stabilní intenzivní fermentační proces a navozují ekonomickou efektivnost celého systému včetně produkce následně aerobně stabilizovaného organického hnojiva, produkovaného kompostováním separovaných organických zbytků po fermentaci.

Některé zemědělské podniky v České republice mají rovněž dlouhodobé zkušenosti s využíváním bioplynu. Dodnes je v provozu jedna z prvních a zároveň největších evropských bioplynových stanic v Třeboni. Také dodávky technologie pro bioplynové stanice je zcela možno zabezpečit z tuzemských zdrojů. Základní překážkou pro rozvoj a šíření bioplynových technologií v ČR je jejich relativně vysoká pořizovací cena a z ní vyplývající výše výrobních nákladů na jednotku vyprodukované energie, která převyšuje současnou realizační cenu za tuto energii a náročné bezpečnostní požadavky, které jsou zejména u malých a středních bioplynových stanic významným omezením možnosti jejich rozšíření. Měrné náklady na instalovaný elektrický výkon jednoho kilowatu se pohybují přibližně od 70 do 120ti tisíc korun pro bioplynovou stanici o výkonu 500 kWe.. Přibližný průběh měrných nákladů je uveden na obrázku 1.

Obr. 1: Měrná investiční náročnost bioplynové stanice

Měrná investiční náročnost bioplynové stanice



Měrné náklady jsou ovlivněny mnoha skutečnostmi, v jaké lokalitě bude výstavba probíhat, jaká infrastruktura je v místě k dispozici, jaké substráty se budou zpracovávat a v neposlední řadě jaké firmy bioplynovou stanici projektují, jaké technologické prvky jsou na výstavbu použity a jaké dodavatelské firmy výstavbu zajišťují. Graf na obrázku č. 1 je proto pouze přibližný, ale signalizuje, že optimální je

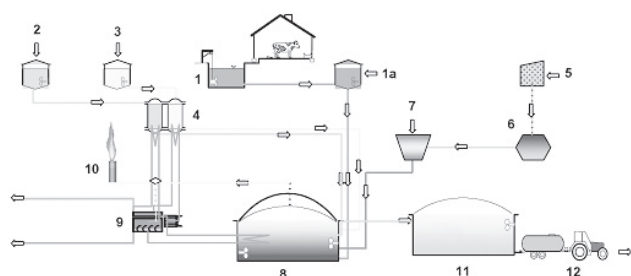
stavět bioplynovou stanici od instalovaného elektrického výkonu plus, minus 400 až 500 kWe. Většina prvních zemědělských bioplynových stanic byla v ČR uvedena do provozu v období let 1986–1989, další do roku 1993 a to v rámci ověřovacích, nebo experimentálních provozů s podporou státu na jejich výstavbu. Z toho důvodu jsou některé ekonomické údaje z tohoto období v podstatě nepoužitelné.

Po roce 1993 se výstavba bioplynových stanic v zemědělství omežila na několik malých jednotek, financovaných z dotačních titulů.

Anaerobní digesce může zabezpečit ekologické palivo pro výrobu tepla, elektrické energie i provoz motorů mobilních zařízení. Konkurenceschopnost bioplynu bude stoupat se zvyšujícími se cenami energií a environmentálními požadavky občanů. Ve srovnání s postupy termické konverze fytohmoty je účinek anaerobní digesce fytohmoty na snížení produkce CO_2 vyšší a navíc nedojde ke znehodnocení rostlinných živin, zejména dusíku. Je možné předpokládat, že anaerobní digesce biomasy bude ve třetím tisíciletí součástí akumulacních biotechnologických cyklů propojených s dalšími systémy ekologické výroby energie do integrovaných systémů.

Potřeba nekrmivářského využití fytohmoty je v České republice způsobena omezením stavu skotu na téměř poloviční stav proti roku 1989. Největší pokles je převážně v marginálních zemědělských oblastech, kde se útlum potravinářské produkce řeší zatravněním orné půdy. Část fytohmoty z těchto ploch by bylo možné zpracovat na bioplyn a organické hnojivo. K tomu přistupuje fytohmota z údržby veřejné zeleně, sportovišť a okrajů komunikací. Dále je třeba na základě zahraničních zkušeností uvažovat o společném zpracování fytohmoty a dalších biologicky odbouratelných substrátů. Při anaerobní digestaci fytohmoty je možné uplatnit kofermentaci odpadů z výroby bionafty, z tukového průmyslu, z konzerváren, lihovarů, jatek, mlékáren a ČOV. Schema takové bioplynové stanice je uvedeno na obrázku č. 2.

Obr. 2: Schema moderní bioplynové stanice



Legenda: 1-keжда ze stáje, 1a-keжда přivážená z okolních zemědělských podniků, 2-přijem jatečních odpadů, 3-přijem kuchyňských odpadů, 4-tepelná úprava rizikových substrátů 2 a 3, 5-příjmové místo zrnin, 6-mechanická úprava zrnin (mačkání, drcení, šrotování), 7-přijem a úprava zelené biomasy, 8-fermentor se střesním plynojemem, 9-kogenerační jednotka, 10-hořák zbytkového plynu, 11-zásobní jímka na digestát, 12-odvoz digestátu jako hnojiva

Bioplyn se využívá i v bioplynových stanicích jako technologické palivo v provezech, souvisejících s jeho výrobou (např. pro vyhřívání vyhnívacích nádrží), pro výrobu tepla v plynových kotlích a také jako motorové palivo pro stacionární motory kogeneračních jednotek, vyrábějících teplo a elektrickou energii. V některých případech je nutné předčištění (odsíření) bioplynu před jeho spalováním, aby byly sníženy emise oxidů síry do ovzduší. Oproti spalování biomasy jsou výroba a využití bioplynu obtížněji realizovatelné, zejména pro vysoké investiční náklady a tím i vysokou cenu vyrobené energie. Pro racionální využití bioplynu je potřeba pečlivě vybrat pro výstavbu bioplynové stanice vhodnou lokalitu s vysokou a celoročně stálou poptávkou po teple a pokud možno i po elektrické energii z kogenerační jednotky.

Bioplynové stanice na zpracování komunálního odpadu

Tuhý komunální odpad je specifický druhem odpadu, jeho odstraňování je vážným ekologickým a ekonomickým problémem. Podle obecného pravidla nakládání s hmotami, jež vytvářejí TKO je nejvýhodnější snižování množství odpadu (tzv. prevence) před recyklací vyříděných složek odpadu a třídění s následnou recyklací má přednost před likvidací (většinou spalováním nebo ukládáním na skládkách). Za předpokladu, že je v uvedeném TKO přibližně 35 % odpadu organického původu (záleží na lokalitě, ročním období atd.) je TKO zdrojem biologicky rozložitelného komunálního odpadu (BRKO) vhodného pro energetické využití. Podle definice dané příslušnou směrnicí EU, je biologicky rozložitelný odpad jakýkoli odpad, který je schopen anaerobního nebo aerobního rozkladu mikroorganismy (např. potraviny, odpadní zeleň, papír atd.). Tento odpad nemá v „Katalogu odpadů“ svou samostatnou položku, je rozložen mezi řadu jiných druhů odpadů a snad i to byl důvod, že se tomuto odpadu nevěnovala dostatečná pozornost.

Směrnice EU č. 99/31/C o skládkování odpadů ukládá členským zemím povinnost postupně snižovat množství ukládaného biologicky rozložitelného odpadu na skládky (75% do roku 2005, 50% do roku 2009, 35% do roku 2016, 30% do roku 2020), tento předpis je v ČR plně převzat zákonem č. 185/2001 Sb. o odpadech, platným od 1. 1. 2002

V souvislosti se schválením této směrnice, kde se postupně omezuje ukládání biologicky rozložitelných komunálních odpadů na skládky, se tomuto druhu odpadu začíná věnovat větší péče. Vedle tohoto „mezinárodního“ aspektu je tu však další, neméně důležitý, a to národní. Jednou ze součástí BRKO je odpad z údržby zeleně v zahradách a parcích, který produkují především občané. Tento odpad je často neřízeně spalován v přírodě, ale především je odkládán volně v prostředí, kde se z takto vzniklých hromad velmi rychle stávají zárodky nepovolených skládek, mnohdy i nebezpečných odpadů. Biologicky rozložitelný odpad, který je především spojován s komunálním odpadem, nebyl dosud evidován. Až v posledním období bylo několik studií (Koncepte odpadového hospodářství ČR, první pracovní návrh pro diskusi, 01/2001, ČEÚ; Omezení množství biologicky rozložitelných odpadů ukládaných na skládky, Implementační a investiční strategie v nakládání s odpady v ČR, 02/2001, Projekt Phare CZ 9811-02-02) věnováno bilančním rozboru, ze kterého vyplynulo, že v současné době vzniká ročně asi 1,6 mil. tun BRKO.

Podle obecného pravidla nakládání s hmotami, jež vytvářejí TKO je vhodné snižovat množství odpadu (tzv. prevence) před recyklací tříděných složek odpadu. Třídění s následnou recyklací má zase přednost před likvidací (většinou spalováním nebo ukládáním na skládkách). Předností spalování nebo třídění a recyklace TKO proti jeho ukládání na skládkách je, že se nezabírá značná plocha území nutného pro skládku, nevzniká nebezpečí znečištění podzemních vod, okolí není obtěžováno nepříjemným zápachem a vylučuje se nebezpečí exploze skládkového plynu. Naopak spalovny, které vykazují emise v přípustném pásmu obsahu škodlivin, stejně jako technologie třídění a recyklace odpadů, jsou investičně a provozně nákladné. Přes snahy likvidovat TKO především spalováním nebo tříděním s následnou recyklací jeho složek se předpokládá, že ještě asi 20 roků bude převládat ukládání TKO na skládky. Prakticky se neuvažuje anaerobní zpracování TKO ze složky BRKO s následnou výrobou bioplynu a kompostu. Tento způsob zpracování TKO je rovněž investičně náročný, ale přináší

energetický zisk, snižuje objem odpadu ve velmi krátkém časovém úseku a produkuje organické hnojivo.

Mimo bioplynu je produktem takovéto bioplynové stanice odvodněný vyhnitý kal. Tuhý anaerobní zbytek je kompostu podobný materiál, který však může ještě obsahovat kousky plastů a jiných příměsí. Tento materiál může být použit na zakrytí skládek. Další možností je separace zbylých příměsí a výroba kompostu pro komunální potřeby (péče o veřejnou zeleň). V případě, že konečný produkt splňuje hygienické normy pro aplikaci v zemědělství je možné jej využít jako organické hnojivo i tam. Tento stabilizovaný materiál může být rovněž po smíchání s dřevní štěpkou spalován ve velkých kotlích na biomasu. To může být ve formě pelet, briket, nebo v sypkém stavu. Sušina organické frakce tuhého domovního odpadu přechází při anaerobní stabilizaci obvykle z 50 % (ale jsou technologie s podílem až 80 %) na bioplyn, 32 % kapalné hnojivo, 8 % kompost a 10 % zůstává jako nerozložitelný zbytek. Domovní odpad musí být před dávkováním do reaktoru upraven. Úprava spočívá v dezintegraci odpadu, odstranění příměsí, jako jsou sklo, kovy, kameny, plasty apod. a zahřátí upraveného odpadu na teplotu 70 °C po dobu jedné hodiny, nebo na 60 °C po dobu 2,5 hodiny, s cílem zneškodnění patogenních mikroorganismů a semen plevelů.

Anaerobní fermentace je soubor dílčích na sebe navazujících biologických procesů mnoha druhů anaerobních mikroorganismů. Rozklad organických látek až na bioplyn vyžaduje jejich koordinovanou metabolickou součinnost, kde produkt jedné skupiny mikroorganismů se stává substrátem skupiny druhé, (hydrolyza, acidogeneze, acetogeneze, metanogeneze). To znamená, že při řízené fermentaci musí být zabezpečeny vhodné fyziologické podmínky pro činnost anaerobních mikroorganismů. Mezi nejdůležitější faktory patří:

1. Anaerobní prostředí
2. Teplota (mezofilní oblast 35–42 °C, termofilní oblast do 55 °C)
3. pH 6,5–7,5
4. Živiny (hlavně u průmyslových vod)
5. Složení substrátu
6. Míchání

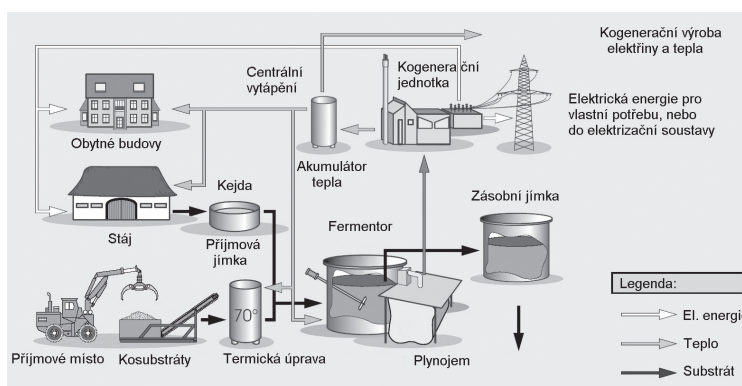
Pro vlastní technologický proces se využívají u bioplynových stanic ke zpracování BRKO jednostupňové až třístupňové systémy a různé typy reaktorů, např. s pevným ložem, BIMA, výplňový reaktor, reaktor s fluidním ložem atd. Obvykle se bez ohledu na počet pracovních stupňů navrhuje mezofilní proces, ale jsou i kombinace první stupeň mezofilní, druhý termofilní a jiné zcela libovolné kombinace. Z hlediska sanitace je i pochopitelné, že po ohřevu na 70 °C následuje stupeň který může bez výrazných tepelných ztrát podržet vyšší teplotní pracovní hladinu.

Efektivita výroby bioplynu ze zemědělských bioplynových stanic a BRKO

Výrobu bioplynu z BRKO je potřeba chápat jako alternativu zpracování odpadů různého původu a různého druhu, která šetří životní prostředí. Finální produkt při dobrém projektu může být ekonomicky zhodnocen. Míru ziskovosti podporuje zavedená vyšší sazba za výkup elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů (2,23 Kč.kWh-1 pro kalový plyn z ČOV a 2,98 Kč.kWh-1 pro bioplyn ze zemědělských bioplynových stanic).

Aby se ale technologie zaplatila sama bez dotací, je nutné navýšení sazby ještě o 100%, při složitějších projektech i o 200 %. Při platbách za likvidaci BRKO by hranice 100% mohla postačit. Není totiž žádným tajemstvím, že technologie využití bioplynu je například proti prostému spalování biomasy daleko technologicky náročnější. Hlavním důvodem váhání investorů při volbě technologie zpracování BRKO v BPS jsou vysoké investiční náklady a vysoká cena vyrobené energie. Navíc každý nový projekt je vlastně originálem, který prodražuje investici. Univerzální schéma nejde použít vzhledem k umístění v lokalitě, různému typu zpracovávaného materiálu, charakteru provozu, místnímu vybavení, technologiím atd. Pro využití bioplynu je proto třeba pečlivě vybrat vhodnou lokalitu s vysokou a celoročně stálou poptávkou po teple a elektřině z kogenerační jednotky. Řešit je třeba i návazné provozy vylepšující ekonomiku, viz obr. 3.

Obr. 3: Technologické schéma využití elektrické energie a tepla



Bioplynové stanice jsou tak na nejlepší cestě zajistit v některých obcích, při kombinaci s ostatními obnovitelnými zdroji centrální zásobování teplem a ohřev teplé užitkové vody. Někdy je možné přebytek tepla využít pro sušení některých komodit, jako zemědělských produktů či dřeva.

Důležitý je pravidelný a dostatečný přísun vstupního materiálu pro fermentaci a výrobu bioplynu. Udržování vhodných podmínek anaerobní fermentace ve fermentorech bioplynových stanic umožňuje v porovnání se skládkami podstatně rychlejší rozklad organické hmoty a tím vyšší a rychlejší produkci bioplynu. Pro zabezpečení a udržení jednotlivých parametrů existuje v dnešní době celá řada technologických řešení, jejichž výběr záleží na druhu zpracovávaných odpadů, kvalitě požadovaných výstupů a samozřejmě na ekonomických možnostech. Ekonomika provozu bioplynové stanice (BPS) je kromě množství a kvality zpracovávaného odpadu výrazně ovlivněna využitím vznikajícího bioplynu a anaerobně stabilizovaného zbytku.

Pro výstavbu BPS je optimální sdružení sil a prostředků místních dodavatelů. Perspektivu mají obce, zemědělské podniky, farmy i komunální sféra. Významnou pomocí pro větší rozšíření BPS by byla úprava předpisů umožňující dotaci i podnikatelským subjektům. ČR se bude muset vyrovnat se směrnicí EU redukující množství „skládkovaného“ biologicky rozložitelného materiálu z úrovně v roce 1995 na pouhých 30% tohoto množství v roce 2020. Komunální bioplynové stanice na zpracování BRKO a společné bioplynové stanice na zpracování zemědělských, potravinářských a komunálních BRO mohou být v tomto směru perspektivní.

Tento příspěvek byl zpracován jako výsledek řešení projektů MZE QG 50039 a QD 3160.

Nové alternativní postupy produkce energií

Ing. Evžen Příbyl, RAEN spol. s r.o.

V současné době jsou již provozovány a dále rozvíjeny další způsoby výroby energie, které by bylo možno výhledově využít jako zdroje energie pro obce. V této přednášce je stručně popsán princip a stav rozvoje u čtyř postupů:

- fotovoltaická výroba el. energie
- kombinovaná výroba el. energie a tepla pomocí
 - geotermální energie
 - palivových článků
 - Stirlingova motoru

U všech těchto způsobů lze vyrobenou el. energii prodat do veřejné el. sítě za státem dotovanou cenu dle Zákona č.180/2005 Sb.

Fotovoltaická výroba el. energie

Princip

Přímá přeměna energie slunečního záření na elektrickou energii, má dnes ve světové energetice nezastupitelné místo. Instalovaný výkon fotovoltaických systémů ve světě již přesáhl úroveň 3 000 MWp. Fotovoltaika se stala jedním z nejrychleji se rozvíjejících oborů (v celosvětovém měřítku, ne v ČR) s ročním nárůstem instalovaného výkonu převyšujícím 30%. Z hlediska vývojových trendů se význam fotovoltaiky jako energetického zdroje neustále zvyšuje.

Základem fotovoltaických systémů je solární článek koncipovaný na principu polovodičové diody na jejímž P – N přechodu jsou po dopadu fotonů solárního záření generovány páry elektrických nábojů s opačnou polaritou, které jsou odváděny elektrodami na ozářené straně článku (ve formě mřížky minimálně zastíňující absorpční plochu) a na zadní neozářené straně (plošná elektroda).

Napětí ozářeného solárního článku je cca 0,4–0,5 V při proudu cca 3–6 A, články jsou proto spojovány serio-parallelně do solárních panelů pro dosažení požadovaného napětí a proudu. Solární fotovoltaické panely jsou tedy zdrojem stejnosměrného proudu. Při ozáření panelu protéká připojeným el. obvodem stejnosměrný elektrický proud, jež je přímo úměrný ploše solárních článků a intenzitě dopadajícího slunečního záření. El. výkon fotovoltaických panelů se udává jako tzv. špičkový, při dopadajícím solárním záření s intenzitou 1 000 W/m² a je označen ve W_p (peak).

V současné době jsou nejrozšířenější solární články vyrobené z krystalického křemíku ve formě monokrystalu (účinnost 14 až 17%) nebo polykrystalu s účinností 12 až 15 %. Zatím bylo poloprovodně dosaženo špičkové účinnosti přes 25 %. Předností článků z krystalického křemíku je relativně vysoká účinnost, vysoká spolehlivost a dlouhá životnost.

U běžně komerčně dostupných fotovoltaických panelů lze počítat s el. účinností cca 12% a s ročním množstvím vyrobené el. energie při „statistickém“ slunečním svitu v ČR stanoveném jako součin špičkového výkonu (W_p) násobeném 1000 hodinami. Někteří dodavatelé garantují, že jejich panely po 12 letech provozu budou dosahovat 90% a po 25 letech provozu 80% počátečních parametrů.

Pro zvýšení množství zachycené solární energie je možno použít otočných stojanů, na které jsou fotovoltaické panely upevněny a které se otáčejí za Sluncem. Tímto způsobem lze zvýšit, v porovnání se statickým umístěním panelů, množství vyrobené el. energie až o 25 %. Dále je možno použít koncentrátorů a tzv. bifaciální panelů doplněných reflexními plochami. Bifaciální panely zachycují i reflektované solární záření na zadní stranu panelu. To zajistí zvýšení vyrobené el. energie až o 60 %. Zvýšení investice na uvedená opatření je znatelně nižší než zvýšení zisku z vyššího množství vyrobené el. energie.

Stav rozvoje a využití

Fotovoltaický zdroj elektřiny tvořený polem fotovoltaických panelů lze použít, buď pro krytí vlastní spotřeby el. energie (tzv. systém „grid – off“), nebo pro dodávku do distribuční el. sítě (tzv. systém „grid – on“). Vzhledem k pružnosti el. sítě nepotřebuje v tomto případě fotovoltaický zdroj akumulátor, ale pouze střídač (který přemění stejnosměrný proud z panelů na střídavý) a následný transformátor pro dodržení napětí sítě.

Za současných podmínek je el. energie z fotovoltaických elektráren vykupována za státem garantovanou cenu 13,2 Kč/kWh. Vzhledem k tomu, že v poslední době cena fotovoltaických panelů i příslušenství významně klesla je možno u větších elektráren s plochou panelů cca 500 m² uvažovat s měrným investičním nákladem cca 18 000 Kč/m² – pro větší elektrárny je pochopitelně ještě nižší. Při výrobě el. energie cca 120 kWh/m².rok je tedy tržba z prodeje el. energie 1584 Kč/m².rok a prostá návratnost (bez uvažování provozních nákladů) by byla 11,4 roku.

Z tohoto jednoduchého výpočtu je evidentní, že el. energie vyrobená ve fotovoltaické elektrárně je nevyužitelná ve spotřebě el. energie obce, jejíž cena za dodávku ze sítě se pohybuje od cca 2 Kč/kWh (průmysl) po cca 4 Kč/kWh (obyvatelstvo, služby). Návratnost by v tomto případě (i při výstavbě vlastních rozvodů el. energie v obci) byla od 33 do 67 let.

Výroba el. energie a tepla z geotermální energie

Princip

Geotermální energii lze využít dvěma způsoby, jako podzemní vodu o nízké teplotě (cca 20–30 °C), kterou lze čerpat z relativně mělkých vrtů (cca desítky až stovky metrů), nebo pomocí vody vhněné do podzemní porézní vrstvy v hloubce cca 5000 m o vysoké teplotě (cca 140–160 °C, metoda tzv. „horké suché skály“) dvěma vrty a vedenou zpět na povrch jedním vrtem jako horkou vodu o teplotě cca 150 °C.

K praktickému využití geotermální energie o nízké teplotě z mělkých vrtů je nutno použít tepelné čerpadlo, které produkuje teplo o využitelné teplotě. Využití této geotermální energie je tedy vázáno na spotřebu určitého množství el. energie pro pohon tepelného čerpadla přičemž využitelným výstupem je pouze teplo.

Naopak geotermální energii o vysoké teplotě z větších hloubek je možno využít přímo pro dodávku tepla nebo pro kombinovanou výrobu tepla a el. energie. Spotřeba el. energie pro využití této formy geotermální energie je vůči tepelnému výkonu takového zdroje relativně velmi nízká, jedná se pouze o provoz oběhových čerpadel vodního okruhu. Vzhledem k vyšší teplotě vody lze této geotermální energii využít i pro výrobu elektrické energie. Pro dosažení co nejvyšší účinnosti přeměny tepla v el. energii je však nutno použít speciální tepelný oběh, buď tzv. organický Rankinův cyklus nebo tzv. Kalinův cyklus.

Organický Rankinův cyklus zajišťuje vyšší účinnost výroby el. energie použitím organického pracovního média (izobutan, silikonový olej apod.) na rozdíl od klasického Rankinova cyklu pracujícího jen s vodou. Ještě vyšší účinnosti výroby el. energie zajišťuje Kalinův cyklus, který jako pracovní medium používá dvousložkovou směs (obvykle čpavek – voda) jejíž bod varu není konstantní jako u Rankinova nebo organického Rankinova cyklu, ale se změnou koncentrace směsi během varu se mění.

Stav rozvoje a využití

Na základě zkušeností s provozem systémů „horké suché skály“ v Evropě je navržena instalace v ČR v lokalitě s vhodnými geologickými podmínkami.

Jedná se o geotermální teplárnu s Kalinovým cyklem a s dodávkou vyrobené el. energie do veřejné el. sítě za státem garantovanou výkupní cenu 4,5 Kč/kWh a tepla do nízkoteplotního systému CZT města na jehož okraji bude geotermální teplárna vybudována.

Při provozu Kalinova cyklu se předpokládá ochlazení vody z vrtu ze 150 °C na 80 °C, tomu odpovídá při průtoku vody 150l/s tepelný výkon přivedený do Kalinova cyklu z geotermálního vrtu ve výši 44 MW. Pro uvedené teploty vody a chlazení kondenzátoru cyklu pomocí chladicí věže je možno dosáhnout el. svorkové účinnosti Kalinova cyklu cca 13%, tomu odpovídá el. výkon cyklu 5,7 MWe

Vodou z Kalinova cyklu ochlazenou na 80 °C bude při jejím vychlazením na 50°C pomocí výměníků geotermální voda/teplá voda dodáváno teplo do nízkoteplotního systému CZT 70/40 °C, který bude nově vybudován. Tepelný výkon v tomto případě bude 18,8 MW.

Výroba el. energie při nepřetržitém provozu (8000 h/r) bude 45 600 MWh/rok. Z vyrobené el. energie by cca 1,0 MWe, připadl na vlastní spotřebu el. energie, dodávka do sítě by tedy byla cca 37 600 MWh/rok. Tržby za prodej elektřiny by při současné výkupní ceně 4,5 Kč/MWh byly cca 169 mil. Kč/rok.

Max. tepelný výkon dodávaný do nízkoteplotní soustavy CZT při teplotním spádu 70/45 °C bude 18,8 MWt, dodávka tepla cca 149 000 GJ/rok a tržby při předpokládané prodejní ceně tepla 200 Kč/GJ by činily cca 30 mil. Kč/rok.

Výroba el. energie a tepla pomocí palivových článků

Princip

Výroba el. energie je v současné době realizována pomocí tepelných oběhů pro přeměnu tepelné energie paliva na energii mechanickou a následně energii elektrickou.

Palivové články jsou zařízením pracujícím na zcela odlišném principu. Jedná se o elektrochemické měniče energie přeměňující chemickou energii paliva přímo na elektrickou energii a reakční teplo.

Na rozdíl od dosavadních způsobů výroby el. energie je u palivových článků vypuštěna transformace energie paliva na energii tepelnou.

V důsledku toho je možno u palivových článků dosáhnout vyšší účinnosti výroby el. energie, další předností jsou velmi nízké emise škodlivin. Vzhledem k tomu, že palivové články neobsahují žádné pohyblivé součásti je jejich provoz tichý a spolehlivý.

Nespornou výhodou palivových článků jsou v porovnání se stávajícími plynovými kogeneračními jednotkami extrémně nízké emise oxidů dusíku (cca do 5 ppm) a prakticky zanedbatelné emise oxidu siričitého.

V posledních přibližně dvaceti letech jsou vyvíjeny palivové články několika druhů lišících se elektrolytem, elektrickou účinností a též teplotou využitelného tepla. Jedná se o palivové články s alkalickým nebo polymerním elektrolytem (nízkoteplotní), s kyselinou fosforečnou (středněteplotní) a s taveninou uhličitanu nebo pevným oxidem (vysokoteplotní).

Palivový článek je elektrochemický generátor pracující na bázi oxidačně – redukční reakce paliva a oksyličovadla (proces inverzní k elektrolyze). Skládá se z porézních elektrod (anoda, katoda), elektrolytu a systému přívodu plynného paliva (obvykle vodík) a oksyličovadla (kyslík, vzduch). Hlavní funkcí elektrod je oddělení prostoru elektrolytu od paliva a vzduchu a vytvoření tzv. třífázového rozhraní – elektroda, elektrolyt a reagenty vzniklé oxidací paliva a redukci oksyličovadla.

Vodík je přiváděn na anodu palivového článku, kyslík (vzduch) na katodu. Vodík je na anodě konvertován na elektron a kladný vodíkový iont, který je elektrolytem dopravován ke katodě. Elektrony jsou z anody vedeny na katodu jako využitelný elektrický proud, kde reagují s kyslíkem a kladnými vodíkovými ionty za vzniku vody. Voda částečně ředí elektrolyt a částečně je z palivového článku odváděna v kapalně i plynně formě společně s ostatními produkty reakce.

Palivový článek je zdrojem stejnosměrného proudu, teoretické maximální napětí jednoho článku se pohybuje podle typu článku v rozmezí cca 0,9 – 1,2 V, teoretická elektrická účinnost článku je cca 80 %. Teoretických hodnot napětí a elektrické účinnosti však nemůže být dosaženo v důsledku nevratných ztrát, které jsou však konvertovány na využitelné teplo. Pro praktické použití s dodávkou el. energie o vyšším využitelném napětí se proto palivové články řadí do baterií o stovkách až tisících článků, stejnosměrný proud je následně konvertován střídačem na proud střídavý.

Skutečné provozní hodnoty elektrické / tepelné účinnosti palivových článků se však v současné době obvykle pohybují kolem 40 / 40 %.

Stav rozvoje a využití

V současné době je jednoznačně nejrozšířenější aplikací palivových článků ve stacionárních zdrojích energie kogenerační jednotka se středněteplotním palivovým článkem typu PAFC o el. výkonu cca 200 kW a tepelném výkonu také cca 200 kW. Dosud bylo instalováno asi 200 kusů těchto jednotek (převážně v USA).

V České republice jsou palivové články vyvíjeny a vyráběny firmou ASTRIS s.r.o. Benešov, která je výzkumným a vývojovým pracovištěm pro svou mateřskou firmu stejného jména v Kanadě. Předmětem vývoje této firmy jsou nízkoteplotní palivové články AFC a PEM (za spolupráce s výrobcem iontoměničových membrán, MEGA a.s., Stráž pod Ralskem). Aplikovaným výzkumem palivových článků se státní podporou se zabývá Výzkumné energetické centrum na VŠB – Technické universitě Ostrava.

Ve světě jsou palivové články vyvíjeny na mnoha místech jak pro velké zdroje el. energie o výkonu stovek MWe, tak pro malé

„domácí zdroje“ o výkonu jednotek kW. Tyto nízkovýkonové palivové články na zemní plyn již několik firem pokusně prodává.

Při použití zemního plynu jako paliva musí být součástí článku tzv. reformer zajišťující konverzi zemního plynu na vodík a oxid uhličitý neboť zemní plyn nelze přímo v palivovém článku spalovat. Kromě zemního plynu lze však jako paliva použít pro tento článek i jiných paliv (vodík, propan, bioplyn) případně i paliv kapalných (metanol). Metanol je před vstupem do palivových článků odpařován pomocí části páry vyráběné v článcích. Tímto způsobem je využito energetického obsahu odpadního metanolu, který by jinak musel být nákladně ekologicky likvidován.

Výroba el. energie a tepla pomocí Stirlingova motoru

Princip

Stirlingův motor byl vynalezen již na začátku 19. století. Po dlouhém období kdy upadl tento princip v zapomnění je přibližně od 50 let minulého století znovu vyvíjen pro moderní aplikace.

Stirlingův teplovzdušný motor pracuje s dvěma izochorickými a dvěma izotermickými změnami pracovního média (původně vzduch, současně pro zvýšení účinnosti vodík nebo helium). V uzavřeném válci naplněném pracovním plynem se pohybují dva písty mezi nimiž je tepelný regenerátor. Z vnější strany válce je do prostoru mezi prvním pístem a regenerátorem dodáváno teplo, prostor mezi regenerátorem a druhým pístem je chlazen. Pohyb pístů se přenáší pomocí ojníc na klikový mechanismus který generuje kroutící moment. Účinnost motoru je přímo úměrná rozdílu teplot „horkého“ a „chladného“ konce válce. U současných motorů je teplota horkého konce omezena z hlediska teplotní odolnosti použitých materiálů na cca 750 °C, u chladného konce válce je teplotu vhodné udržovat, tak aby odnímané teplo bylo využitelné, obvykle je odváděno teplovodním okruhem cca 70/55 °C. Stirlingův motor pohánějící el. generátor je tedy kogenerační jednotkou dodávající el. energii i využitelné teplo.

Aplikace Stirlingova cyklu je možná i v případě nižších až velmi nízkých výkonů což lze využít i v malých decentralních autonomních zdrojích el. energie.

Výhody Stirlingova motoru:

- vyšší účinnost při nízkých výkonech
- možnost využití jakýchkoli paliv nebo tepla (odpadního, geotermálního, solárního)
- dlouhá životnost a nízké servisní náklady
- velmi nízká hlučnost

Nevýhody Stirlingova motoru:

- zatím vyšší měrná cena vztahovaná na výkon v důsledku malých výrobních serií
- vyšší měrná hmotnost vztahovaná na výkon
- pomalejší reakce na regulaci výkonu

Poslední dvě nevýhody platí pro pohon vozidel při srovnání s klasickými zážehovými nebo vznětovými motory, u stacionárních zařízení pro výrobu el. energie jsou nepodstatné.

Stav rozvoje a využití

Zařízení pracující na principu Stirlingova motoru jsou ve světě vyvíjena na mnoha místech. V Evropě byl např. za rakousko-dánské spolupráce vyvinut Stirlingův motor o el. výkonu nejprve 35 kW a později 75 kW.

V případě 35 kW motoru se jedná se o čtyřválcový motor koncipovaný pro výrobu el. energie ze spalování biomasy. Pracovní látkou je vodík, motor má 1000 ot/min. El. výkonu 35 kW a využitelného tepelného výkonu 219 kW je dosaženo při spotřebě energie ve spalované biomase cca 300 kW. Tomu odpovídá el. účinnost téměř 12 % a tepelná účinnost 73 %, celková účinnost využití energie v palivu je tedy 85 %. Uvedená el. účinnost je podstatně vyšší než při výrobě el. energie pomocí parního kotle spalující biomasu a soustrojí s parním motorem – v tomto případě by el. účinnost nepřesáhla 5 % (i při vyšších parametrech páry).

Je tedy evidentní, že pro zdroje o malém výkonu na spalování biomasy by Stirlingův motor byl účinným zařízením na výrobu el. energie. Tím by bylo dosaženo značné autonomie v dodávce jak tepla tak el. energie pro danou lokalitu.

Stirlingův motor není ještě běžně komerčně dostupný, několik zahraničních firem jej však zatím dodává pro zemní plyn ve výkonovém rozsahu vhodném pro domácnosti (el. výkony v rozsahu cca 1–2 kW), v ČR vyvíjí Stirlingův motor především pro vyšší výkony TEDOM Hořovice.

SEMINÁŘ

„Úsporné a ekologické vytápění pro obce i podnikatele“ 22. 11. 2006 Praha

Podpora obnovitelných zdrojů energie a úspor energie

Ing. Miroslav DOSTÁL
Česká energetická agentura

Nástroje podpory

I. Legislativa

- daně
 - daňové „prázdniny“ – 1+5 let
 - daňová ekologická reforma
- Zákon 180/2006 Sb., o podpoře výroby elektřiny z OZE
 - garance výkupu
 - garance cen na 15 let (cen. výměry ERU)
 - resp. Zelené bonusy
- nástroje vytvořené na podporu realizace zákona 406/2000 Sb., o hospodaření energií

II. Financování projektů

- Operační programy
- Státní programy na podporu úspor energie a využívání obnovitelných a druhotných zdrojů
- EU – 6. RP, 7. RP
- ČSOB – ESE, ČS – FINESA, IFC atd...
- EPC a další komerční produkty

Státní program na podporu úspor energie a využití OZE pro rok 2007

- Územní energetické plánování
- Energetika
- Obnovitelné a druhotné zdroje energie
- Průmysl
- Budovy
- Energetické poradenství
- Propagace
- Specifické a pilotní projekty

Energetické poradenství a propagace

- 6.1 Bezplatné energetické poradenství (EKIS)
- 6.2 Činnost regionální energetické agentury
- 7.1 Výstava, kurz, seminář, konference v oblasti energetiky
- 7.2 Publikace, příručky a informační materiály v oblasti úspor energie

Knihovna zpracovaných produktů
<http://www.ceacr.cz/?page=publikace>
server www.i-ekis.cz

Příklady produktů

- Požadavky na energetickou účinnost v rámci IPPC
- Databáze výrobců a uživatelů bioplynu

- Tepelná čerpadla od A do Z
- Klimatologické údaje
- Palivové články
- Vstupní údaje průmyslového objektu
- Snižování energetické náročnosti při výrobě a rozvodu stlačeného vzduchu
- Vyhodnocování efektivity kogeneračních jednotek
- Energetický management regionálních energetických systémů

Příklad finančního pokrytí jednotlivých oblastí v roce 2006 (orientační hodnoty)

Energetické plánování, certifikace	3,0 mil. Kč
Výrobní a rozvodná zařízení energie	27,0 mil. Kč
Zvýšení účinnosti užití energie	27,0 mil. Kč
Poradenství, produkty	23,0 mil. Kč
Spec. Programy	5,0 mil. Kč
Celkem v roce 2006	85 mil. Kč

Operační programy

- Garantem ministerstvo pro místní rozvoj
- info: www.strukturalni-fondy.cz
- Celkem 5 programů (progr.období 2004–2006)
- Regionální – MMR
- Průmysl a Podnikání – MPO
- Infrastruktura – MŽP
- Program MZe
- Program MPSV

OP Průmysl a Podnikání

1 – Rozvoj podnikatelského prostředí

- PROSPERITA
- REALITY
- ŠKOLICÍ STŘEDISKA
- KLASTRY

2 – Rozvoj konkurenceschopnosti podniků

- ROZVOJ
- INOVACE
- START, KREDIT (ČMZRB)
- MARKETING (CzechTrade)
- OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE (ČEA)
- ÚSPORY ENERGIE

„Energetické programy“ v OP Průmysl a Podnikání

- Program Úspory energie

snížování energetické náročnosti
zavádění nových technologií
využívání kogenerace, druhotných zdrojů a rekuperace
Podmínkou je snížení emisí CO₂ min. o 40 t/rok.

- Program Obnovitelné zdroje energie
- výstavba nových obnovitelných zdrojů energie
- rekonstrukce zařízení využívající OZE
- Podmínkou je snížení emisí CO₂ min. o 60 t/rok.

Výše dotace

- minimální výše dotace 500 tis. Kč
- maximální výše dotace 30 mil. Kč
- maximálně 46% uznatelných nákladů (vlivem hodnocení reálné 35–43%)

Termíny

- Příjem žádostí do září 2006
- možnost čerpání do roku 2008
- probíhá příprava na další programovací období, tj. roky 2007–13

Opatření 2.3 – OZE

Počty projektů, stav k 31. 8. 06

Chart 1: Requested

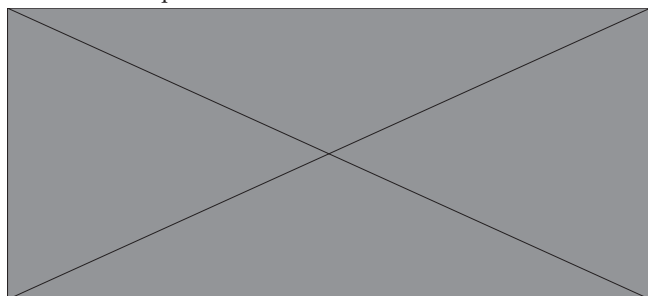
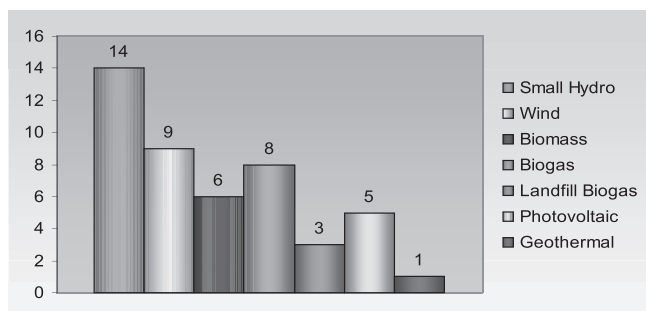


Chart 2: Approved



Požadavek na dotaci

Chart 3: Requested (in thousands CZK)

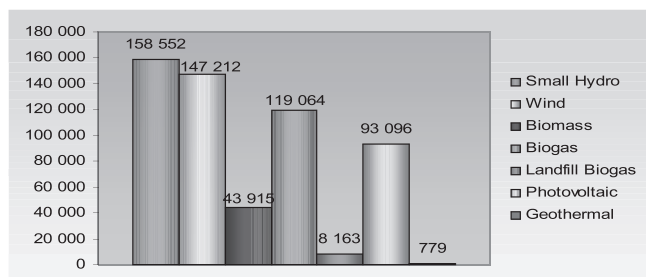
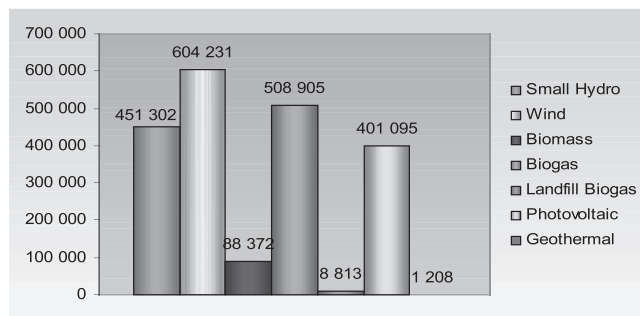


Chart 4: Approved (in thousands CZK)



Elektrická energie

Chart 5: Total Installed in kW

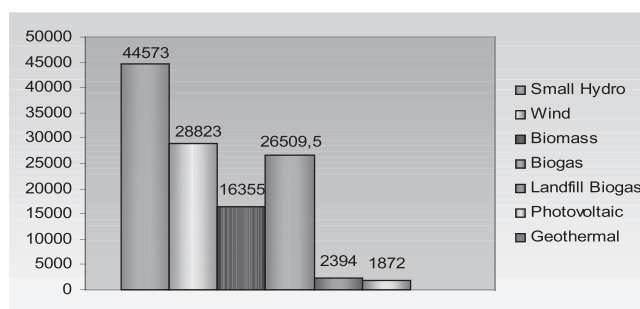
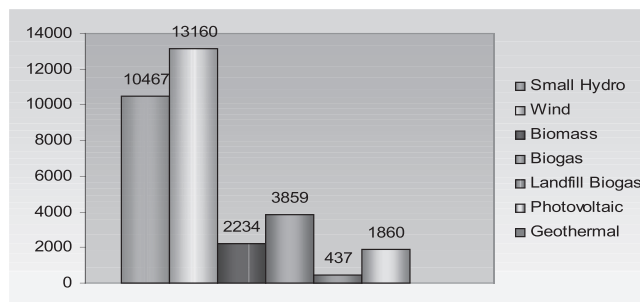
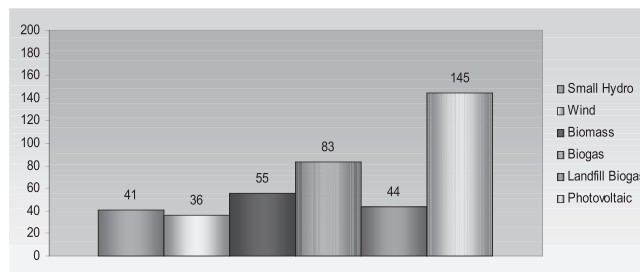


Chart 6: Total Production in MWh/year



Náklady na inst. kW

Chart 7: Installed Electric Power – kW/Costs in thousands CZK



Strukturální fondy období 2007–2013

Podpora OZE

OP Podnikání a inovace

podnikatelské subjekty mimo vyjmenovaných ve znění programu

MPO

OP Životní prostředí

neziskové organizace, obce města

MŽP

- Spolupráce
- Prosperita
- 5.2 Infrastruktura pro rozvoj lidských zdrojů
- Školící střediska
- 5.3 Infrastruktura pro podnikání
- Nemovitosti

Rozvoj venkova

subjekty podnikající v zemědělské výrobě, sdružení podnikatelů a obcí
Podpora z Evropského rozvojového fondu pro rozvoj venkova

MZe

Operační program podnikání a inovace (OPPI)

- Rozpočet cca 100 mld. Kč, tj. cca 11,75 % celkové alokace SF pro ČR
- Spolufinancován z ERDF
- Orientace na inovativní podnikání, VV v podnikové sféře
- Řídící orgán – MPO
- Zprostředkující subjekty:
 - CzechInvest
 - CzechTrade
 - ČEA
 - ČMZRB

PRIORITY

1. Vznik firem

- Start
- Finanční nástroje

2. Rozvoj firem

- Kredit
- Záruka
- Rozvoj
- Využití ICT
- ICT a strategické služby

3. Efektivní energie

- Ekoenergie

4. Inovační potenciál

- Inovace
- Potenciál

5. Prostředí pro podnikání a inovace

- 5.1 Platformy spolupráce

6. Služby pro rozvoj podnikání

- 6.1 Infrastruktura pro služby
 - Poradenství
 - Marketing

Priorita 3 – Efektivní energie

- Tato oblast se zaměří na podporu opatření jak v oblasti úspory energie v MSP, tak obnovitelných zdrojů energie. Podporovány budou pilotní projekty i replikace. Cílem je trvalé snížení energetické náročnosti výrobních procesů, zvyšování efektivity využívání energetických zdrojů se zvláštním důrazem na zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie.
- Předpokládáme tři okruhy:
 - účinnost při výrobě, přenosu a spotřebě energie
 - obnovitelné a druhotné zdroje energie
 - podnikání v energetických službách

ZMĚNY OPPI x OPPI

- e-Account
 - vstupní žádost
 - plná žádost
- forma podpory
 - dotace
 - zvýhodněné úvěry se splátkovou bonifikací
- zvýšení max. hranice dotace
- podpora „ano/ne“
- „negativní“ OKEČ
- zahrnutí i velkých podniků

Česká energetická agentura

Vinohradská 8, Praha 2

Tel.: 257 099 011

www.ceacr.cz, dostal@ceacr.cz

Možnosti podpory projektů z oblasti ochrany ovzduší a obnovitelných zdrojů energie v plánovacím období 2007–2013 z Operačního programu životní prostředí

Obsah

- Zhodnocení stávajícího plánovacího období – Operační program Infrastruktura
- Operační program životní prostředí – stav přípravy
- Typy projektů a možní příjemci podpory v oblasti ochrany ovzduší
- Typy projektů a možní příjemci podpory v oblasti udržitelné využívání zdrojů energie

Operační program Infrastruktura – opatření 3.3

- 3.3.A Využívání šetrných technologií při spalování

- Dovybavení spaloven nebezpečného odpadu
- Snižování emisí z velkých a středních veřejných spalovacích zařízení
- 3.3.B Snižování emisí těkavých organických látek
- 3.3.C Využívání obnovitelných zdrojů energie
- Alokace na opatření 3.3 Zlepšování infrastruktury ochrany ovzduší 30 877 tis. EUR
- Příjem žádostí byl realizován prostřednictvím výzev pro předkládání žádostí
- V rámci I. až III. výzvy bylo přijato a kladně vyhodnoceno celkem 23 projektů v oblasti ochrany ovzduší a 34 projektů v oblasti obnovitelných zdrojů energie

Žádosti přijaté a kladně vyhodnocené v I. až III. výzvě (2004–2006)

Kategorie opatření	Počet projektů	Celkové náklady tis. Kč	Podpora ERDF tis. Kč
Šetrné technologie při spalování	15	302 702	166 533
Snižování emisí VOC	8	89 131	19 230
Obnovitelné zdroje energie	34	641 821	446 973
Celkem	57	1 033 654	632 736

OPŽP – stav přípravy

- Programový dokument - Operační program životní prostředí *poslední verze z 31. 10. 2006*
- Implementační dokument OPŽP *3. verze k připomínkování 15. 11. 2006*
- Směrnice MŽP o předkládání žádostí do OPŽP *zatím pracovní verze, definitivní znění do konce roku 2006*

Implementační dokument – obsah

1. OBECNÉ PRINCIPY STRATEGIE OP ŽP
 - 1.1 Základní principy strategie politiky
 - 1.2 Shoda s politikami ES (ochrana ŽP, regionální politika atd.)
2. PRÁVNÍ ZÁKLAD OP ŽP (nařízení ES, právní předpisy ČR)
3. PRIORITY A OBLASTI INTERVENCE (rozdělení kapitoly dle priorit a zachovat následující strukturu)
 - 3.1 Zaměření a specifikace oblastí intervence
 - 3.2 Globální a specifické cíle oblastí intervence
 - 3.3 Forma a výše podpory
 - 3.4 Typ podpory
 - 3.5 Územní zaměření
 - 3.6 Příjemci podpory
4. INDIKÁTORY A JEJICH KVANTIFIKACE

5. ZPŮSOBILÉ VÝDAJE

6. VÝBĚROVÁ KRITÉRIA ŽÁDOSTÍ O PODPORU

7. VEŘEJNÉ ZAKÁZKY

8. VEŘEJNÁ PODPORA

9. FINANČNÍ ŘÍZENÍ A PLÁN (včetně časového harmonogramu)

- 9.1 Finanční toky a finanční plán dle oblastí intervence
- 9.2 Certifikace

10. IMPLEMENTAČNÍ USPOŘÁDÁNÍ

- 10.1 Řídící struktura
- 10.2 Administrace žádostí (individuální projekty, velké projekty, grantová schémata)
- 10.3 Monitorování (Monitorovací výbor, proces monitorování atd.)
- 10.4 Kontrola a audit (zaměření, plány a typy kontrol, kontrolní protokoly, nesrovnalosti a jejich řešení atd.)
- 10.5 Publicita

11. EVALUACE A HODNOCENÍ

12. PŘÍLOHY A SEZNAM ZKRATEK

Směrnice MŽP

pro předkládání žádostí a o poskytování finančních prostředků pro projekty z Operačního programu Životní prostředí včetně spolufinancování ze Státního fondu životního prostředí České republiky a státního rozpočtu České republiky

- Dokument, který bude sloužit k operativnímu řízení programu a přesné specifikaci způsobu administrace jednotlivých žádostí
- Směrnice bude opakovat některé části Implementačního dokumentu, které bude blíže specifikovat pro danou výzvu. (Např. Předmět podpory, typy žadatelů, forma a výše poskytované podpory)
- Přílohy směrnice budou obsahovat:

Pokyny SFŽP k zajištění pohledávek

Formulář žádosti

Formulář žádosti pro velké projekty

Seznam povinných příloh žádosti

Pokyny a zásady zpracování finanční a ekonomické analýzy pro jednotlivé priority

Typy projektů – ochrana ovzduší

zlepšování kvality ovzduší – snížení imisní zátěže z bytových a rodinných domů

- pořízení spalovacích zařízení se značkou ekologicky šetrný výrobek či adekvátních (nízkoemisních) výrobků pro rodinné a bytové domy,
- snížení tepelných ztrát u rodinných a bytových domů

zlepšování kvality ovzduší – Snížení imisní zátěže ze zdrojů

CZT a zdrojů zásobujících teplem veřejné subjekty

- pořízení či rekonstrukce spalovacích zdrojů,
- pořízení či zvýšení účinnosti stávajícího systému zachytu tuhých znečišťujících látek u zdrojů znečištění ovzduší,
- snížení tepelných ztrát v rozvodech CZT, rekonstrukce výměnkových a předávacích stanic a rozšíření systémů CZT,
- snížení tepelných ztrát objektu, přičemž realizací opatření dojde k snížení spotřeby energie na vytápění nejméně o 25 %. Tento typ projektu je v rámci oblasti intervence zlepšování kvality ovzduší vázán na současnou rekonstrukci zdroje znečištění při zachování spalování fosilní paliva.

Snížování emisí

- rekonstrukce spalovacích zdrojů s instalovaným výkonem větším než 5 MW za účelem snížení emisí NO_x a prachových částic,
- instalace dodatečných zařízení pro zachyt emisí NO_x nebo prachových částic u nespalovacích zdrojů,
- technická opatření na zdrojích vedoucích k odstranění či snížení emisí VOC do ovzduší (např.: přechod na vodou ředitelné barvy, laky a lepidla, instalace katalytických či termooxidacních jednotek),
- technická opatření na zdrojích vedoucích k odstranění či snížení emisí NH_3 do ovzduší.

Typy žadatelů – ochrana ovzduší

- územní samosprávné celky a jejich svazky,
- fyzické osoby,
- sdružení vlastníků,
- bytová družstva,

- obecně prospěšné organizace,
- právnické osoby,
- veřejné výzkumné organizace,
- nadace a nadační fondy,
- příspěvkové organizace,
- občanská sdružení a církve,
- osoby samostatně výdělečně činné.

Typy projektů – udržitelné využívání zdrojů energie

Výstavba nových zařízení a rekonstrukce stávajících zařízení s cílem zvýšení využívání OZE pro výrobu tepla, elektřiny a kombinované výroby tepla a elektřiny

- výstavbu a rekonstrukce centrálních a blokových kotelen využívajících OZE, včetně rozvodů, přípojek a předávacích stanic,
- výstavbu a rekonstrukce lokálních zdrojů tepla (instalace kotlů na biomasu, tepelných čerpadel),
- instalace solárních fototermitických systémů pro ohřev teplé vody a pro přitápění,
- instalace solárních fotovoltaických systémů pro výrobu elektřiny,
- výstavba větrných elektráren,
- výstavbu a rekonstrukce malých vodních elektráren,
- instalace kogeneračních jednotek využívajících pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny OZE.

Realizace úspor energie a využití odpadního tepla u nepodnikatelské sféry

- snižování spotřeby energie budov pomocí zateplovacích systémů,
- snižování spotřeby energie budov výměnou výplní otvorů (výměna oken atd.),
- snižování spotřeby energie budov zrušením tepelných mostů,
- snižování spotřeby energie budov pomocí měření a regulace,
- zvýšení účinnosti energetických systémů budov,
- instalace zařízení na využívání odpadního tepla k výrobě tepelné či elektrické energie.

Environmentálně šetrné systémy vytápění a přípravy teplé vody pro fyzické osoby

- instalace solárních systémů pro přípravu teplé vody a přitápění,
- instalace kotlů na biomasu pro vytápění a přípravu teplé vody,
- instalace tepelných čerpadel pro vytápění a přípravu teplé vody,
- využití odpadního tepla (rekuperace).

Typy žadatelů – udržitelné využívání zdrojů energie

- územní samosprávné celky a jejich svazky,
- nadace a nadační fondy,
- občanská sdružení a církve,
- příspěvkové organizace,
- obecně prospěšné organizace,
- organizační složky státu,
- fyzické osoby,
- společenství vlastníků, bytová družstva
- neziskové organizace.

Finanční tabulka OP Životní prostředí - Prioritní osy 2 a 3 podle zdrojů financování (EUR, běžné ceny)

Číslo osy	Název prioritní osy	Fond / míra spolufinan. vztahována k	Příspěvek Společenství	Národní zdroje	Indikativní rozdělení národních zdrojů		Celkové zdroje
					Národní veřejné zdroje	Národní soukromé zdroje	
			a	b (=c+d)	c	d	e=a+b
2	Zlepšení kvality ovzduší a snižování emisí	FS/veřejné	634 146 017	111 908 121	111 908 121	0	746 054 138
3	Udržitelné využívání zdrojů energie	FS/veřejné	672 971 287	118 759 639	118 759 639	0	791 730 926
Celkem			1 307 117 304	230 667 760	230 667 760	0	1 537 785 064

DĚKUJI ZA POZORNOST
 Ing. Ondřej Vrbický
 odbor ochrany ovzduší a obnovitelných zdrojů energie
 Státní fond životního prostředí České republiky
 Tel.: 267 994 555, E-mail: ovrbický@sfzp.cz

