

Krajský program snižování emisí  
podle přílohy č. 2 odst. 2 k zák. č. 86/2002 Sb.

**NÁVRH INTEGROVANÉHO KRAJSKÉHO PROGRAMU  
SNIŽOVÁNÍ EMISÍ**

**A**

**NÁVRH KRAJSKÉHO PROGRAMU KE ZLEPŠENÍ  
KVALITY OVZDUŠÍ  
KRÁLOVÉHRADECKÉHO KRAJE**

**PŘÍLOHA E**

**ENERGETIKA**

**A**

**OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE**

**ZHOTOVITEL:** ING. JANA LUKAŠTIKOVÁ  
EKOTOXA OPAVA S.R.O.  
HORNÍ NÁMĚSTÍ 2  
746 01 OPAVA 1

## Obsah

<b>OBSAH.....</b>	<b>2</b>
<b>1. LEGISLATIVNÍ RÁMEC PRO OBLAST ENERGETIKY.....</b>	<b>3</b>
<b>2. DOSTUPNOST NETRADIČNÍCH A OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE .....</b>	<b>4</b>
<b>3. PŘEHLED OBNOVITELNÝCH A NETRADIČNÍCH ZDROJŮ ENERGIE A ZAŘÍZENÍ PRO JEJICH VYUŽITÍ .....</b>	<b>5</b>
3.1. VYUŽITÍ ENERGIE VODY .....	6
3.2. VYUŽITÍ ENERGIE VĚTRU .....	7
3.3. VYUŽITÍ SLUNEČNÍ ENERGIE .....	9
3.4. VYUŽITÍ CITELNÉHO TEPLA OKOLÍ A ODPADNÍHO TEPLA .....	10
3.4.1. <i>Tepelná čerpadla</i> .....	10
3.4.2. <i>Výměníky tepla</i> .....	12
3.5. VYUŽITÍ ENERGIE Z BIOMASY .....	12
3.5.1. <i>Tuhá biopaliva</i> .....	13
3.5.2. <i>Kapalná biopaliva</i> .....	17
3.5.3. <i>Plynná biopaliva</i> .....	18
3.5.4. <i>Problematika polychlorovaných dibenzodioxinů a dibenzofuranů při spalování biomasy</i> .....	18
3.6. VYUŽITÍ KOMUNÁLNÍHO ODPADU .....	22
<b>4. VÝSKYT A VYUŽÍVÁNÍ OBNOVITELNÝCH A NETRADIČNÍCH ZDROJŮ ENERGIE .....</b>	<b>22</b>
4.1. BIOMASA .....	22
4.2. SOLÁRNÍ ENERGIE .....	23
4.3. VYUŽITÍ ENERGIE VODNÍCH TOKŮ .....	23
4.4. VYUŽITÍ VĚTRNÉ ENERGIE .....	24
4.5. VYUŽITÍ CITELNÉHO A ODPADNÍHO TEPLA .....	24
4.5.1. <i>Tepelná čerpadla</i> .....	24
4.5.2. <i>Rekuperace tepla pomocí výměníků</i> .....	24
<b>5. SHRNTÍ VYUŽITÍ OBNOVITELNÝCH A NETRADIČNÍCH ZDROJŮ NA ÚZEMÍ KRÁLOVÉHRADECKÉHO KRAJE .....</b>	<b>25</b>
<b>6. FINANCOVÁNÍ PROJEKTŮ NA VYUŽITÍ OZE.....</b>	<b>26</b>
6.1. STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.....	27
6.2. KOMERČNÍ MOŽNOSTI FINANCOVÁNÍ.....	27
6.3. ZDROJE PODPORY Z PROSTŘEDKŮ EU .....	29
<b>7. LITERATURA .....</b>	<b>29</b>

## **1. Legislativní rámec pro oblast energetiky**

Legislativní rámec pro oblast energetiky byl v průběhu posledních let dopracován tak, aby byl v souladu nejen s potřebami české ekonomiky, ale i se závěry předvstupních jednání s EU zejména v těchto oblastech:

- organizace trhu s energií a pravidel podnikání v energetice,
- efektivní využití energetických zdrojů,
- regulace v energetickém sektoru,
- řešení útlumových programů těžby uhlí a uranu při respektování dotěžitelnosti zásob,
- rentability a ekologických aspektů, včetně řešení sociálních návazností těchto programů.

Základ legislativního rámce pro oblast energetiky tvoří nový energetický zákon č. 458/200 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon).

Další základní právní norma, zákon č. 406/200 Sb., o hospodaření energií, v souladu s legislativou ES upravuje způsoby a nástroje pro dosažení cílů v úsporách energie, využívání možných obnovitelných zdrojů energie, kombinované výroby elektřiny a tepla, a taktéž nově definuje Národní programy úspor energie a využívání obnovitelných zdrojů. Tímto zákonem je upraven postup zpracování územní energetické koncepce, s cílem optimálního využívání regionálních energetických zdrojů.

Legislativní rámec harmonogramu zásadních cílů energetické politiky zahrnuje také zákon č. 189/1999 Sb., o nouzových zásobách ropy, o řešení stavů ropné nouze a o změně některých souvisejících zákonů.

Při tvorbě územní energetické koncepce je třeba mít na vědomí „státní politiku životního prostředí ČR“. V tomto dokumentu jsou definovány následující hlavní požadavky na energetickou politiku:

- podporovat užití ušlechtilých paliv před užitím tuhých paliv. V případě užití tuhých paliv podporovat užití „čistých uhelných technologií“,
- podporovat vyšší využití obnovitelných a druhotných zdrojů energie a potenciálu úspor v rámci „Státního programu podpory úspor a využívání obnovitelných zdrojů energie“ s cílem zvýšit jejich podíl na krytí celkové spotřeby energie do roku 2010 minimálně na 8%,
- podporovat realizaci klíčových opatření v rámci Strategie ochrany klimatického systému Země,
- podporovat zavádění moderních energetických technologií s vysokou účinností (fluidní spalování, plynové paroplynové cykly apod.) a kombinované výroby tepla a elektřiny,
- podporovat aktivity ke snižování energetické náročnosti národního hospodářství, např. zpracování územních energetických koncepcí, energetických auditů apod. a aktivity směřující ke snížení ztrát energie při přenosu.

## **2. Dostupnost netradičních a obnovitelných zdrojů energie**

Do obnovitelných zdrojů energie se obvykle zahrnuje biomasa, sluneční tepelná energie, sluneční elektrická energie, tepelný potenciál půdy, energie vody, energie větru, energie vznikající z komunálních odpadů.

Tím, že budeme své energetické potřeby více pokrývat prostřednictvím OZE, můžeme výrazně přispět ke zpomalení postupného vyčerpávání neobnovitelných přírodních zdrojů. Oproti klasickým zdrojům vznikají v menší míře při využívání OZE škodlivé emise (zejména oxidů síry a dusíku, způsobující mimo jiné tzv. "kyselé deště") a hlavně oxid uhličitý, který je spojován s tzv. skleníkovým efektem a hrožícími globálními klimatickými změnami.

OZE mají oproti klasickým zdrojům energie i své nevýhody, které vyplývají přímo z jejich podstaty - energie, kterou zachycují, má obvykle malou plošnou nebo prostorovou hustotu, a proto zařízení s kapacitou, srovnatelnou se zdrojem klasickým, je mnohem větší, technologicky náročnější, a z hlediska počáteční investice i dražší. Navíc je energie, dodávaná OZE, v některých případech časově proměnnou veličinou, závislou na přírodních podmínkách (sluneční svit, vítr) a je nutné ji akumulovat či kombinovat s dodávkou z klasických zdrojů. Právě ekonomická efektivnost a konkurenceschopnost s klasickými zdroji z hlediska ceny energie, vyrobené z obnovitelných zdrojů je zatím hlavní překážkou, bránící jejich širšímu využívání.

V současné době se však situace velice dynamicky mění, nejen z hlediska dostupných technologií, ale i z hlediska dostupnosti státní podpory a vhodných zdrojů financování projektů využití OZE. Důležité je také postupné odstraňování deformací v cenách energií z klasických zdrojů, což vede ke zlepšování podmínek a ekonomiky využívání OZE. Proto bychom při případných úvahách a ekonomických rozvahách týkajících se investic do těchto zdrojů měli počítat i s pravděpodobným vývojem v této oblasti. Ceny energie z OZE totiž neporostou zdaleka tak rychle jako ceny energie z klasických zdrojů (v některých případech mohou naopak se zlepšujícími a zlevňujícími se technologiemi klesat.). Z dlouhodobého pohledu tedy může být výhodná i investice, která je z pohledu současného nenávratná nebo je návratná za delší čas.

S rostoucími cenami energií z klasických zdrojů, s postupnou liberalizací trhu s energií a přípravami na vstup ČR do EU (její členské země se zavázaly, že zvýší do roku 2010 podíl energie dodávané z OZE na 12 %) lze předpokládat, že se ekonomické a právní podmínky i státní podpora pro využívání OZE budou dále zlepšovat.

Ve schválené energetické politice se k obnovitelným zdrojům mimo jiné uvádí, že cílem je zvýšení podílu obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě primárních energetických zdrojů na cca 3 až 6% k roku 2010 a cca 4 až 8% k roku 2020. Vzhledem k vysokým investičním nárokům je však vysoce nepravděpodobné dosažení tohoto cíle.

V tzv. Akčním plánu pro obnovitelné zdroje je uveden přehled využitelného a ekonomického potenciálu obnovitelných zdrojů do roku 2010, z něhož vyplývá, že největší rezervy jsou v biomase a její využití může znamenat i v absolutní hodnotě již významnější podíl na celkové spotřebě (cca 3%). Podíly ostatních zdrojů jsou malé, a to včetně „malých i velkých“ vodních elektráren. Potenciály využití obnovitelných zdrojů jsou definovány následovně:

- dostupný potenciál je technický potenciál daného zdroje při jehož využití jsou brány v úvahu administrativní, legislativní, ekologická a další omezení (jako je například využití zdroje pro jiné než energetické účely - využití půdy pro zemědělské účely);
- ekonomický potenciál je definován jako využití stávajících podmínek podpory, při použití ekonomických kritérií: limitní doba návratnosti 8 roků, s výjimkou malých vodních elektráren, kde je použita limitní doba návratnosti 16 roků (do úvahy je

brána podstatně delší doba technické životnosti těchto zařízení s porovnáním s ostatními zdroji.

**Tabulka č. 1: Potenciál obnovitelných a druhotných zdrojů energie ČR do roku 2010**

	dostupný potenciál			ekonomický potenciál			
	celková investice	výroba energie	podíl na TSPEZ*	celková investice	výroba energie	podíl na TSPEZ*	
	mil. Kč	TJ/rok	%	mil. Kč	TJ/rok	%	
biomasa	109 800	83 700	4,50	45 100	50 960	2,91	
odpady	6 830	3 700	0,20	0	1 520	0,09	
solární kolektory	76 670	11 500	0,62	0	140	0,01	
fotovoltaika	8 680	100	0,00	0	0	0,00	
tepelná čerpadla**	21 180	8 800	0,47	6 110	2 540	0,15	
vodní elektrárny	velké	0	5 700	0,31	0	5 700	0,34
	malé	16 290	4 100	0,22	6 030	2 930	0,18
vítr	16 020	4 000	0,21	270	100	0,01	
<b>celkem</b>	<b>255 470</b>	<b>121 600</b>	<b>6,53</b>	<b>64 010</b>	<b>63 890</b>	<b>3,69</b>	

\* TSPEZ - tuzemská spotřeba primárních energetických zdrojů

\*\* čistý přínos bez spotřeby elektrické energie, tj. teplo získané ze zdroje nízkopotenciální energie

**Zdroj:** Národní program hospodárného nakládání s energií a využívání jejích obnovitelných a druhotných zdrojů

### **3. Přehled obnovitelných a netradičních zdrojů energie a zařízení pro jejich využití**

Mezi obnovitelné zdroje energie patří:

- energie vodního vodních toků;
- energie větru;
- solární energie;
- citelné teplo okolí (voda, zemina, vzduch).
- biomasa vypěstovaná za účelem energetického využití;

K netradičním zdrojům energie patří:

- odpadní teplo;
- odpad ze zpracování biomasy;
- komunální odpad.

V případě solární energie se jedná o využití přímého slunečního záření, jinak jsou všechny ostatní obnovitelné zdroje pouze transformovanou formou energie slunečního záření dopadající na zemský povrch, jako jediný vnější zdroj energie.

Pro využití obnovitelných a netradičních zdrojů energie je možno využít zařízení, která jsou dále popsána. Rozsah využití těchto zdrojů energie a ekonomie provozu zařízení pro jejich využití je velmi rozdílná. To je dáno především:

- podmínkami jejich výskytu v území
- dostupností a provozní spolehlivostí zařízení pro jejich využití

- investičními a provozními náklady těchto zařízení
- stavem informovanosti technické i laické veřejnosti
- mírou finanční podpory využití těchto zdrojů

### 3.1. VYUŽITÍ ENERGIE VODY

Energie vody je jedním z historicky nejstarších zdrojů energie, které lidstvo využívá. Voda je nositelem energie mechanické, tepelné a chemické. Pro výrobu elektrické energie má v současnosti z technického hlediska největší význam mechanická energie vody. Vzhledem k tomu, že ČR leží na rozvodí tří moří (někdy se také používá termín "střecha Evropy") a na jejím území leží horní toky řady vodních toků, je přímo předurčena k využití vodní energie v MVE. Stavba větších vodních děl v minulosti (zejména na Vltavské kaskádě) prakticky vyčerpala vhodné lokality pro stavbu malých vodních děl, které by mimo jiné, sloužily i k energetickému využití. Jakákoliv další velká vodní díla by dnes navíc byla značně diskutabilní z hlediska zásahu do krajiny a vlivu na životní prostředí. Na českých a moravských řekách však stále existuje dost lokalit, kde je možné využít technologie pro využití vodní energie o malých výkonech v MVE. MVE je podle ČSN 73 6881 elektrárna s instalovaným výkonem do 10 MW, využívající vodní energii pro výrobu elektrické energie.

Podrobněji se tyto zdroje dělí podle výkonu na:

- průmyslové (od 1 do 10 MW);
- závodní, nebo veřejné (od 100 kW do 1 MW);
- drobné, nebo mimielektrárny (od 35 do 100 kW);
- mikrozdroje, nebo také mobilní zdroje (pod 65 kW).

V případě MVE větších výkonů je nejčastěji vyrobená elektrická energie dodávána do veřejné rozvodné sítě na základě smluvního vztahu s distribuční společností, z elektráren menších výkonů je možné vyrobenou elektřinu rovněž dodávat do sítě nebo využít k vlastní spotřebě výrobce (např. k osvětlení, vytápění objektů, k ohřevu vody apod.).

Podle systému soustředění vodní energie se MVE dělí na:

- jezové přehradní, které využívají vzdouvacího zařízení (jez, přehrada),
- derivační, které odvádějí vodu z původního koryta převaděčem a opět ji přivádějí do koryta,
- přehradně derivační, kde je vzdouvacím zařízením jez nebo přehrada, které soustřeďují spád i průtok. Voda je přivaděčem vedena k turbíně a následně zpět do koryta.

Základním kritériem pro možné využití vodní energie je dostatečný hydroenergetický potenciál lokality, který je závislý na dvou základních parametrech: využitelném spádu (který je, při určitém zjednodušení, dán výškovým rozdílem hladin na vtoku do turbíny a odpadu z ní) a průtoku (průtočné množství vody v daném profilu, který chceme využít je možné zjistit u Českého hydrometeorologického ústavu, nebo u příslušného Povodí ve formě tzv. odtokové křivky). MVE obvykle není možné dimenzovat na plný průtok v dané lokalitě, ale je nutno počítat s tzv. asanačním množstvím vody, které je nutno ponechat v řečišti. Na základě údajů o průtoku a spádu je již možno orientačně vybrat vhodnou technologii (typ turbíny), stanovit výkon MVE a roční výrobu energie.

Pokud jsou splněna základní technická kritéria pro vybudování tohoto zdroje, je nutné před zahájením stavby:

- získat informace o tom, zda je uvažovaná lokalita volná či zda v ní nejsou jiné zájmy (např. ochrana přírody) a vyřešit otázku její koupě či dlouhodobého pronájmu (alespoň na 50 let);
- opatřit si mapovou dokumentaci - snímky z katastrální mapy;
- u příslušné správy povodí ověřit možnost získání povolení k nakládání s vodami;
- ověřit, zda lze získat souhlas k využití vzdouvacího zařízení (jezu), pokud nejsme jeho vlastníky;
- zaevidovat se jako zájemce o stavbu MVE na odboru životního prostředí příslušného úřadu státní správy;
- ověřit si pečlivě hydrologické podmínky místa (průtokovou křivku a spád lokality);
- za spolupráce s odborníkem si opatřit technicko-ekonomickou studii energetického využití lokality s návrhem vhodného technologického zařízení a s odhadem celkových investic, roční výroby energie a celkové návratnosti investice včetně rozboru způsobu financování a možnosti získání státní podpory (projektant, poradenské středisko EKIS, energetický auditor);
- získat povolení k nakládání s vodami a souhlas s výstavbou MVE od vodohospodářského orgánu a zajistit podmínky pro územní řízení;
- dohodnout s příslušnou energetickou distribuční společností technické podmínky připojení MVE do sítě (netýká se samostatně pracujících soustrojí), v případě prodeje vyrobené elektrické energie (tedy i distribuční energetické společnosti) je třeba získat licenci k podnikání v energetických odvětvích podle zákona 458/2000 Sb.:
  - získat stanovisko z hlediska územního plánu a požádat o zahájení územního a vodoprávního řízení;
  - zadat vypracování projektové dokumentace (projektant) a s vyhotovenou projektovou dokumentací již požádat o stavební povolení;
  - zadat stavební práce po dohodě s dodavatelem technologie.

Aby byla elektrická energie vyrobená v MVE opravdu šetrná k životnímu prostředí, a tedy po všech stránkách "zelená", je nutné, aby byla dodržována některá základní pravidla:

- dodržování odběru sjednaného množství vody a ponechání dostatečného zbytkového (sanačního) průtoku v řečišti tak, aby byla zajištěna funkce říčního ekosystému;
- odstraňování naplavenin vytažených z vody, které nelze v žádném případě vracet zpět do toku;
- prevence před znečištěním vody mazivy na bázi ropných produktů;
- minimalizace hluku způsobeného MVE;
- vhodné začlenění MVE do lokality tak, aby nebyl narušen místní krajinný ráz.

### **3.2. VYUŽITÍ ENERGIE VĚTRU**

Energie větru je, podobně jako energie vody, využívána člověkem již odedávna. V Čechách, na Moravě a ve Slezsku se využívala již od středověku, nejvíce pak v 18. a 19. století. Svědčí o tom nejméně 260 známých lokalit, kde dříve stávaly větrné mlýny.

V současné době se vítr využívá k výrobě elektrické energie v moderních větrných elektrárnách, založených na vztlakovém principu. Z hlediska konstrukce, výkonu a připojení

do sítě je nutno rozlišit větrné elektrárny malého výkonu (minielektrárny do cca 5 -10 kW), které mohou sloužit především jako decentralizované zdroje nízkého napětí pro rekreační objekty, rodinné domy apod. a elektrárny velkých výkonů, které jsou určeny k dodávce energie do veřejné sítě.

Malé větrné elektrárny je výhodné využít především v místech bez přípojky elektrické energie.

Otáčky rotoru větrné elektrárny jsou regulovatelné, aby mohly být vyrovnávány nerovnoměrnosti v zátěži generátoru, dané nerovnoměrnostmi v rychlosti větru. Z hlediska minimalizace provozních i investičních nákladů a z hlediska optimálního využití energie větru v dané lokalitě se větrné elektrárny sdružují do tzv. větrných farem, ve kterých se obvykle nachází 5 -30 jednotek.

Z hlediska využívání větrné energie je nejdůležitějším faktorem rychlost větru v dané lokalitě. Kritéria pro posouzení lokality závisí na typu elektrárny, kterou zamýšlíme instalovat, tj. zda se jedná o malý autonomní zdroj či elektrárnu napojenou na síť.

U malých elektráren je možno se spolehnout na odborný odhad, tj. z nadmořské výšky, charakteru krajiny (otevřenosti vzhledem k převládajícím větrům) i místních jevů (např. tvaru stromů) usoudit na větrnost dané lokality. Při tom je vhodné si vyžádat odborné stanovisko. Je také možno získat výpis z větrné mapy ČR, která byla vytvořena Ústavem fyziky atmosféry Akademie věd ČR interpolací údajů meteorologických stanic a z numerického modelu proudění nad naším územím.

Pro větší projekty dodávající vyrobenou elektřinu do veřejné sítě je nezbytné místní měření rychlosti větru přímo v dané lokalitě registračním anemometrem, a to minimálně po dobu 6 měsíců, lépe však jednoho roku či delšího období. Základní podmínkou pro výstavbu velké větrné elektrárny nebo větrné farmy je samozřejmě prokazatelná ekonomická návratnost projektu a zajištění jeho financování.

Pro posouzení vhodnosti výstavby větrné elektrárny je nutno znát:

- dispozici lokality pro stavbu větrné elektrárny a posouzení výběru a vhodnosti lokality z hlediska průměrné rychlosti větru, geologických podmínek (únosnost podloží), přístupnosti pro stavební mechanismy, možného konfliktu se zájmy ochrany přírody (stavba v chráněné oblasti značně komplikuje povolovací řízení), dostatečné vzdálenosti od obydlí z hlediska hlučnosti;
- majetkoprávní vztahy v místě stavby (musí být zajištěno vlastnictví či dlouhodobý pronájem pozemku);
- stanovisko orgánů ochrany přírody;
- vyhodnocení vhodné technologie větrné elektrárny z hlediska nákladů, spolehlivosti a záruk poskytovaných výrobcem;
- propočty roční výroby elektrické energie na základě naměřené rychlosti a distribuční charakteristiky větru výkonové křivky elektrárny a místních podmínek;
- bilanční tabulky základních ukazatelů větrné elektrárny;
- vzdálenost a kapacitu elektrického vedení a kapacita trafostanice a podmínky na připojení elektrárny k síti od příslušné distribuční energetické společnosti;
- investiční náklady (rozpočet) stavby;
- způsob financování stavby;
- výpočet ekonomické efektivity a návratnosti vložených investic.

Ke stavbě větrné elektrárny je také třeba získat stavební povolení dle platného stavebního zákona. Bude-li elektřina dodávána do sítě, je třeba získat licenci dle energetického zákona č. 458/2000 Sb. a souhlas rozvodného podniku k připojení na síť.



Zatímco menší projekty (zejména malé větrné elektrárny) lze financovat z vlastních zdrojů, u velkých projektů je obvykle třeba pokrýt většinu nákladů z úvěru u bank. Běžné komerční úvěry nejsou obvykle vhodné pro financování těchto projektů, neboť požadují krátkodobou splatnost a také úroková míra je příliš vysoká. Především proto je u nás možné prozatím realizovat pouze projekty se státní podporou (ČEA, SFŽP).

Měrné investiční náklady na instalaci větrné elektrárny včetně projektových prací, úpravy terénu a vyvedení el. výkonu se pohybují v rozmezí cca 35 000 – 45 000 Kč / kWe jmenovitého instalovaného výkonu.

Roční provozní náklady větrných elektráren dosahují obvykle hodnot v rozsahu 2 – 4 % investičních nákladů – tzn. cca 700 – 1800 Kč/r.kW jmenovitého instalovaného výkonu.

V roce 1995 bylo v Novém Hrádku v Orlických horách spuštěna větrná elektrárna s výkonem 4 x 400 kW.

### 3.3. VYUŽITÍ SLUNEČNÍ ENERGIE

Slunce je základním a nepostradatelným zdrojem energie pro celou naši planetu. Sluneční záření zasahuje povrch Země zčásti přímo (přímé záření), zčásti odrazem o mraky, částice vodní páry a aerosolové částice v atmosféře (difúzní záření) a zčásti odrazem od okolních povrchů (odražené záření). Množství energie, které získává zemský povrch ze slunečního záření převyšuje přibližně 15 000krát současnou celosvětovou spotřebu energie. Sluneční záření tak představuje obrovský zdroj energie nabízející se k využití.

Jednou z klíčových nevýhod, která znesnadňuje technické využití přímého a rozptýleného slunečního záření je časová proměnlivost slunečního příkonu, a to jak během dne, tak i během roku. Nejvyšší zisky ze slunečního záření v letním období tak získáváme právě v čase minimální potřeby tepla. Sluneční energii je proto nejvýhodnější využívat v přechodném období, eventuálně i v létě tam, kde je zajištěna dostatečná poptávka po získaném teple (např. pro ohřev vody v bazénech nebo pro přípravu TUV).

Z hlediska využití technických zařízení je možno solární systémy rozdělit na aktivní, pasivní a hybridní. Pasivní a hybridní solární systémy slouží k přeměně slunečního záření na tepelnou energii a využívají se k vytápění a v některých případech také ke chlazení budov. Aktivní solární systémy je možno dále rozdělit na systémy fototermické, které slouží k přeměně slunečního záření na tepelnou energii a systémy fotovoltaické, kde dochází k přeměně slunečního záření na energii elektrickou.

V současnosti je nejčastěji využívaný solární systém pro ohřev TUV s kapalinovými kolektory obvykle konstruován jako bivalentní, tzn. je doplněn o další zdroj energie (elektrická topná vložka nebo elektrokotel, tepelný výměník, plynový kotel), který slouží k dohřívání TUV v zásobníku v noci, v zimním období a období s nepříznivými atmosférickými podmínkami. Typicky je solární systém dimenzován tak, že je schopen pokrýt celoročně 35 - 55 % poptávky po TUV, v závislosti na typu, technickém provedení a provozním režimu lze však pokrýt i více než 2/3 této roční spotřeby.

Hlavní kritéria výběru plochy pro umístění solárních kolektorů a instalaci solárního systému jsou:

- orientace kolektorů na jih. S mírným poklesem výkonu je možno kolektory orientovat v rozmezí JV - JZ;
- celodenní osvit Sluncem. Krátkodobé zastínění kolektorů je přípustné spíše dopoledne, protože maximum výkonu je kolem 14. hodiny;
- možnost umístění kolektorů s požadovaným sklonem, tedy 25 až 50 stupňů k vodorovné rovině; optimální sklon pro celoroční provoz je v našich zeměpisných šířkách kolem 32 stupňů, pro zimní a přechodné období 45 stupňů;

- co nejkratší rozvody s kvalitní tepelnou izolací - snižují se tepelné ztráty;
- lokalita by měla dále splňovat ještě další kritéria, která již nejsou tak závažná; kolektory by měly být chráněny před větrem, aby se nadměrně neochlazovaly (zbytečné tepelné ztráty) a aby nebyla nadměrně namáhána konstrukce; rovněž musí být přístupné pro pravidelnou údržbu a kontrolu;
- vzhledem k tomu mají solární systémy pro ohřev vody maximální výkon v letním období, proto je nejvýhodnější využívat je všude tam, kde neklesá (nebo je zvýšená) poptávka po teplé vodě v létě, tedy například pro ohřev bazénové vody, ale i v průmyslových zařízeních s celoroční poptávkou po TUV; instalace solárního systému se vyplatí zejména subjektům, které využívají drahou energii, tedy zejména tam, kde je pro přípravu TUV využívána elektrická energie a voda je ohřívána i ve vysokém cenovém tarifu (při nedostatečné kapacitě zásobníků nebo elektrické přípojky s nemožností posílení), navíc v sazbě "podnikatelský maloodběr".

Obvykle je instalován solární systém ve dvouokruhovém provedení, s primárním okruhem solárních jímáčů (mediem je nemrznoucí kapalina), který předává zachycenou solární energii do spotřebitelského okruhu pomocí výměníku. Dvouokruhový solární systém může být tedy provozován celoročně. Dvouokruhový systém pracuje s nižší účinností v důsledku teplotního spádu ve výměníku mezi primárním a spotřebitelským okruhem.

Ekonomicky zdůvodnitelná je však i instalace jednookruhového systému (přímý ohřev media v jímáčích jen v období nadnulových teplot vzduchu) v důsledku jednoduchosti a nižší investiční náročnosti. Množství zachycené solární energie během provozu jen v období nadnulových teplot vzduchu v porovnání s dvouokruhovým systémem (s celoročním provozem) je jen nepodstatně nižší, cca 90%.

Měrné investiční náklady na dvouokruhový solární systém se pohybují obvykle v rozmezí cca 10 000 - 20 000 Kč/m<sup>2</sup> jímací plochy. Systémy s menší jímací plochou mají měrné investiční náklady pochopitelně vyšší v důsledku vyššího podílu pasivních komponent (akumulátor, rozvody, izolace, regulace).

Při srovnání s výše uvedenými měrnými investičními náklady na solární systém, je evidentní, že např. při náhradě tepla z přímotopných el. systémů (cena cca 1,3 Kč/kWh) se návratnost solárních systémů pohybuje řádově v desítkách let (bez uvažování provozních nákladů a nákladů na opravy a údržbu).

### **3.4. VYUŽITÍ CITELNÉHO TEPLA OKOLÍ A ODPADNÍHO TEPLA**

Citelného tepla okolí a odpadního tepla o nižších a středních teplotách lze využít pomocí tepelných čerpadel.

Odpadního tepla o středních a vyšších teplotách lze využít pomocí tepelných výměníků.

#### **3.4.1. Tepelná čerpadla**

V ČR je možno velmi úspěšně využívat tzv. nízkopotenciální teplo prostředí v systémech, které využívají tepelná čerpadla. V nich lze převádět nízkopotenciální teplo na vyšší teplotu. Takto produkované teplo může být zpravidla využito pro vytápění budov nebo na přípravu TUV, případně i pro jiné účely (ohřev vody v bazénech, vzduchotechnika, skleníky, vytápění teras a parkovišť apod.).

Tepelná čerpadla umožňují využívat "suché" zemské teplo z vrtů, teplo povrchových vrstev půdy, podzemních i povrchových vod či venkovního vzduchu, ale i odpadní teplo z

průmyslových technologií. V posledním zmíněném případě se již nejedná o OZE, ale o tzv. zdroj druhotný.

Základním principem tepelného čerpadla je přečerpávání tepla z nižší na vyšší teplotní hladinu při dodání části energie zvenčí. Tepelné čerpadlo využívá uzavřený cyklus fyzikálních jevů spojených se změnou skupenství pracovní látky (chladiwa) v závislosti na jejím tlaku a teplotě. Tepelná čerpadla se dělí podle způsobu odsávání par chladiwa z výparníku a zvýšení jejich tlaku na:

- *kompresorová*, u kterých hnací mechanická energie pro pohon kompresoru může být zajištěna elektromotorem nebo spalovacím motorem
- *absorpční*, u kterých hnací tepelná energie může být dodávána parou, horkou vodou, spalováním paliva nebo el. energií
- *hybridní*, kombinace kompresorového a absorpčního tepelného čerpadla, hnací energie pro pohon kompresoru může být zajištěna elektromotorem nebo spalovacím motorem

Nejběžnější jsou tzv. kompresorová, méně běžná jsou tepelná čerpadla absorpční a hybridní. Absorpční čerpadla mají velmi nízkou hospodárnost, hybridní čerpadla se používají pro velké výkony. Platí, že se vzrůstajícím rozdílem teplot topného media ve spotřebitelském okruhu a nízkopotenciálního zdroje, klesá úměrně i hospodárnost celého zařízení. Hospodárnost HTČ pro stejné teplotní podmínky nízkopotenciálního zdroje a topného okruhu je vyšší než u KTČ. Běžná tepelná čerpadla obvykle dodají třikrát více tepla, než spotřebují elektriny. Poměr vyrobené tepelné energie k množství hnací energie spotřebované se nazývá topný faktor a je základní charakteristikou tepelného čerpadla. Typické hodnoty topného faktoru se pohybují mezi 2,5 - 4,5. Čím jsou si bližší teplotní úrovně nízkopotenciálního zdroje tepla a topného okruhu, tím je topný faktor vyšší. Z provozního hlediska je tedy nejvýhodnější kombinovat tepelné čerpadlo s nízkoteplotní otopnou soustavou (teplotní spád 55/50 °C), s podlahovým vytápěním (teplotní spád 35/30 °C) nebo s jejich kombinací. Tepelné čerpadlo je možné kombinovat s jakýmkoli dalším zdrojem tepelné energie (například elektrokotlem, plynovým kotlem), který může sloužit jako doplňkový nebo záložní zdroj. V takovém případě hovoříme o tzv. bivalentním provozu.

Systémy s těmito zařízeními je možno rozdělit podle média, ze kterého je odebíráno nízkopotenciální teplo.

Nejlepší celoroční účinnost mají tepelná čerpadla typu voda-voda. Ta odebírají teplo z vody, která se čerpá ze studny a po ochlazení v tepelném čerpadle se vrací do druhé (vsakovací) studny. Podmínkou použití tohoto systému jsou příznivé hydrogeologické podmínky v lokalitě a z toho plynoucí dostatečná vydatnost podzemní vody.

Prakticky všude lze využít teplo zemské kůry, to znamená tepelná čerpadla typu země-voda. Rovněž tato zařízení pracují s dobrou účinností po celý rok.

Tepelná čerpadla typu vzduch-voda nebo vzduch-vzduch mohou odebírat teplo z venkovního vzduchu, případně z vnitřního vzduchu. U systému vzduch-voda se teplo dodané tepelným čerpadlem předává do topné vody. Tento systém je vhodný pro sezónní ohřev bazénové vody nebo pro ohřev teplé užitkové vody (TUV), pro vytápění je však obvykle nutné složitější technické řešení, kdy pokles účinnosti v zimních měsících je kompenzován elektrokotlem nebo jiným zdrojem tepla. Některé typy tepelných čerpadel nabízených v posledních letech jsou však použitelné i při záporných teplotách venkovního vzduchu. U systému vzduch-vzduch se teplo předává přímo do vnitřního vzduchu místnosti. Výhodou u tohoto systému je skutečnost, že v letním období můžeme objekt reverzním chodem chladit-klimatizovat. Tepelná čerpadla jsou při dnešních cenách energie ekonomická zejména jako náhrada elektrických přímotopů, případně vytápění kapalným plynem nebo topným olejem. Lze je

tedy jednoznačně doporučit tam, kde mohou být vhodnou náhradou elektrického vytápění nebo v případě přechodu z tuhých paliv na ušlechtlejší způsob vytápění v lokalitách, kde není dostupný zemní plyn (eventuelně je tam přetížená elektrická síť, takže by ani nebylo možno dosáhnout celého příkonu přímotopů).

Měrné investiční náklady na KTČ dle výrobce se pohybují:

- 1.) pro nižší topné výkony (pod 20 kW) v rozmezí cca 8 000 – 25 000 Kč/kW topného výkonu.
- 2.) KTČ a HTČ pro vyšší topné výkony (nad 1 MW) v rozmezí cca 4 - 6 mil. Kč/MW topného výkonu.

Měrné investiční náklady na kompletní systém pro využití nízkopotenciálního tepla pomocí KTČ (teplosměnná plocha pro nízkopotenciální zdroj, přívod hnacího a vývod využitelného výkonu, úpravy na spotřebiči tepla a pod.) se dle velikosti a složitosti pohybují v rozsahu cca 5 - 30 mil. Kč / MW topného výkonu.

### 3.4.2. Výměníky tepla

V průmyslu lze využít také další zdroje nízkopotenciálního tepla, včetně odpadního. Pomocí výměníků lze využít především odpadního tepla z průmyslových a zemědělských provozů. Odpadní teplo může být vázáno na různá teplotní média o různé teplotě. Nejobvyklejší jsou odpadní vody z textilního, potravinářského a chemického průmyslu o teplotách cca 40 – 90°C. Dále se jedná o odpadní horký vzduch, horké plyny, páru (brýdy), nebo spaliny z textilního nebo chemického průmyslu o teplotách cca 100 – 500°C. V provozu jsou například instalace v úpravárnách vod, kdy se teplo odebírá z právě z upravované vody.

Lze instalovat výměníky různých druhů :

- trubkové (voda – voda, pára – voda);
- ploché (voda – voda, vzduch – voda);
- rotační (vzduch – vzduch);
- spalínové kotle (pára, voda, vzduch).

U výměníku tepla účinnost bývá obvykle cca 70 – 80% a ekonomie provozu bývá při vyšším ročním využití velmi dobrá – návratnost investičních prostředků je obvykle kratší než 5 let.

## 3.5. VYUŽITÍ ENERGIE Z BIOMASY

Energie získávaná ze spalování biomasy je historicky nejstarším energetickým zdrojem, který lidstvo využívá.

Biomasa je organická hmota rostlinného nebo živočišného původu. V souvislosti s energetickým využitím zahrnuje tento pojem zejména palivové a odpadní dřevo, slámu a další zemědělský a lesní odpad, záměrně pěstované dřeviny, byliny či plodiny, ale také odpady biologického původu, jako například kejdu hospodářských zvířat, kaly z ČOV a produkty jejich zpracování (bioplyn). Základní výhodou biomasy je její nefosilní původ a obnovitelnost. Z hlediska emisí oxidu uhličitého, který je hlavním plynem, způsobujícím tzv. skleníkový efekt, se biomasa chová neutrálně - při udržitelném přístupu, kdy nejsou zdroje biomasy extrémně vyčerpány se jedná o uzavřený cyklus, kdy je CO<sub>2</sub> uniklý do atmosféry při spalování pohlcen nově dorůstající biomasou, kterou je možno dále energeticky využít.

Biomasa má ze všech druhů OZE v ČR nejvyšší potenciál využití a také nejvyšší současný podíl v energetické bilanci. Ten má navíc rostoucí tendenci.

Z energetického hlediska je i dnes základním a nejčastějším konečným využitím biomasy její spalování. Je podle své formy spalována buď přímo, nebo jsou spalovány plynné či kapalné produkty jejího zpracování.

### 3.5.1. Tuhá biopaliva

Pro energetické využití jsou v současnosti nejpoužívanější tuhá biopaliva: odpady ze zemědělské výroby, lesnictví, dřevozpracujícího a papírenského průmyslu (stébelniny, rostlinné zbytky, odpadové dřevo) případně i hmota z plantáží cílevědomě pěstovaných energetických rostlin. Tuhá biopaliva jsou nejčastěji využívána jako palivo ve stacionárních kotlích nebo výtopnách, ale mohou rovněž sloužit jako palivo i pro teplárny, produkující současně teplo i elektrickou energii.

Stručný přehled základních možností biomasy k energetickým účelům udává následující:

- palivové dřevo - energeticky se využívá v podobě polen pro spalování v malých topeništích a ve formě dřevní štěpky pro spalování ve velkých topeništích výtopen a tepláren. Pro spalování je použitelné dřevo suché, s obsahem vlhkosti do cca 25 %, jehož výhřevnost se pohybuje kolem 13 - 16 GJ/t;

- sláma obilovin a olejnin - spaluje se ve velkých topeništích výtopen a tepláren, kam je dopravována ve formě balíků, které jsou zpravidla před podáváním do topeniště mechanicky rozduřovány. Výtopna na slámu musí mít velkoobjemové kryté skladiště na palivo;

- odpadové dřevo - využívá se ve formě hoblin, pilin, štěpky, dřevěných briket nebo ve světě i u nás stále více populárních pelet. Tato paliva najdou uplatnění jak v malých, tak i ve velkých topeništích. Dřevěné pelety se za vysokého tlaku lisují z pilin bez přísady pojidel. Mívají délku 1 až 3 cm a průměr 0,5 až 2 cm a svým jednotným rozměrem usnadňují rovnoměrné a účinné spalování. Jejich výhodou je možnost automatické dodávky do spalovací komory a z toho plynoucí bezobslužný provoz zdroje tepla;

- biomasa z plantáží energeticky využitelných rychle rostoucích rostlin (RRR) - např. ze speciálních odrůd topolů, konopí, šťovíku apod., může být určena buď pro spalování ve formě štěpky, briket či pelet, pro výrobu kapalných biopaliv nebo pro výrobu bioplynu. Prozatím jsou RRR (mimo řepky olejné pro výroby bionafty) pěstovány víceméně pokusně. Další rozšíření jejich pěstování a využívání v budoucnu podporuje i současná dotační politika MZe. Důležitou podmínkou je samozřejmě i podpora rozvoje trhu s biomasou jako palivem.

Způsoby získávání energie z biomasy :

- termochemická přeměna: spalování  
zplyňování  
pyrolýza
- biochemická přeměna: alkoholové kvašení  
metanové kvašení  
chemická přeměna  
esterifikace bioolejů

Základní údaje o výhřevnosti a objemové hmotnosti nejčastěji používaných biopaliv udává následující tabulka.

**Tabulka č. 2: Výhřevnost a objemová hmotnost biopaliv**

Druh paliva	Obsah vody [%]	Výhřevnost [GJ/t]	Objemová hmotnost volně loženého paliva [kg/m <sup>3</sup> ]
polena (měkké dřevo)	0	18,6	355
	10	16,4	375
	20	14,3	400
	30	12,2	425
	40	10,1	450
	50	8,1	530
dřevní štěpka (smrk)	10	16,4	170
	20	14,3	190
	30	12,2	210
	40	10,1	225
Dřevěné brikety	6 - 12	15,5 - 18,5	650 - 850
Dřevěné pelety	6 - 12	16,5 - 18	650 - 750
Sláma obilovin	10	15,5	120 (balíky)
Sláma kukuřice	10	14,4	100 (balíky)
Sláma řepky	10	16	100 (balíky)
Lněné stonky	10	16,9	140 (balíky)

Z tzv. energetických plodin bylinného charakteru, produkujících nedřevní hmotu, jsou nejdůležitější rostliny víceleté a vytrvalé. Největší perspektivu má krmný šťovík - Uteuša. Šťovík krmný (*Rumex tianschanicus* x *rumex patientia*) je druh kulturní plodiny, vyšlechtěné v Rusku, křížením šťovíku t'janšanského a šťovíku zahradního. U nás jsme začali pěstovat odrůdu s názvem Uteuša (podle jména jejího tvůrce). Šťovík krmný je vytrvalá plodina, může vydržet na svém stanovišti nejméně 15 až 20 let, což je z hlediska fytoenergetiky bezpochyby velmi výhodné. Tento šťovík je statná, až 2 m vysoká rostlina, která od druhého roku po založení kultury dosahuje spolehlivě výnosu 10t/ha suché hmoty (i více - 15 až 20 t). U nás je šťovík známý jako nepříjemný plevel. Šťovík Uteuša však nemá s tímto plevelem nic společného. Často se namítá, že jej nelze po zasetí už nikdy z pole odstranit. To se podařilo vyvrátit při provozním ověřování, kdy po tříletém pěstování byl velmi pěkný vitální porost šťovíku zaoran a bezprostředně po něm byla zasetá ozimá pšenice. Ta vegetovala zcela normálně, bez jakéhokoliv zaplevelení původně pěstovaným šťovíkem. Technologie pěstování šťovíku pro energetické účely je tudíž v ČR již dostatečně propracována a svědčí o jeho značné perspektivě.

Výhody tohoto paliva jsou zřejmé: nenáročný pěstování a následné zpracování, snížení nákladů na dopravu (tento obnovitelný zdroj energie je v místě), cena paliva, výborné vlastnosti hoření, nízké emise, využití volných zemědělských ploch, výhodná celková cena GJ, státem podporovaný projekt.

**Tabulka č. 3: Porovnání cen paliv**

	Průměrná cena (Kč/kg)	Výhřevnost (MJ)	Účinnost kotle (%)	Cena (Kč/kWh)	Cena (Kč/GJ)
<b>Uteuša</b>	<b>0,8 – 1,2</b>	<b>18</b>	<b>85</b>	<b>0,2</b>	<b>53 - 80</b>
<b>Hnědé uhlí</b>	1,5	18	85	0,35	98
<b>Dřevo</b>	1	14,6	85	0,45	124
<b>Štěpky</b>	1,5	12,5	85	0,51	141
<b>Zemní plyn</b>			89	0,78	216
<b>LTO</b>	13,8	42	89	1,33	370

Kultura šťovíku se zakládá na jaře. Termín setí lze posunout až do května, příp. až do poloviny června. Doporučuje se standardní výsev 5 kg osiva na 1 ha. Klíčení a zakořeňování šťovíku probíhá v prvním roce pozvolna, proto je třeba dbát na řádné odplevelení pozemku, nejlépe ošetřením herbicidy před zasetím. Ochranu proti plevelům lze v průběhu prvního vegetačního roku provádět pouze mechanicky, odplevelovací sečí, neboť nejsou zatím pro tento kulturní šťovík známy selektivní herbicidy. Tento způsob ošetření je v provozních podmínkách ověřen a je účinný. Setí se zajišťuje běžnou zemědělskou mechanizací. Založení porostu nepůsobí zásadní problémy, ale v případě potřeby lze zajistit pro pěstitele osobní konzultace, a to i v průběhu celého prvního roku.

Šťovík krmný je odolný vůči vymrzání a nemá vyhraněné nároky na stanoviště. Pouze zamokřené půdy s vysokou hladinou spodní vody mu nesvědčí. Jeho kulové kořeny po proniknutí do vody zahnívají a porost je proto poškozen. Jinak se mu daří dobře v nížinách i ve vyšších polohách. Snáší dobře i kamenité chudší půdy a není náročný na hnojení. V průběhu prvního roku po zasetí jej lze přihnojit dusíkem, ale pouze v případě potřeby, podle stavu porostu. V prvním roce pouze zakoření a pro účely energetické se tudíž v prvním roce šťovík nesklízí. Pokud se vytvoří plně zapojený porost, lze jej na podzim sklídit na zelené krmení, nebo jako příměs do siláže. Má vysokou krmnou hodnotu, neboť byl vyšlechtěn původně pro krmivářské účely. Po zakořeňování a zapojení porostu pak šťovík dobře přezimuje. Na jaře ve druhém roce po zasetí šťovík rychle obrůstá a během krátkého období, od dubna do konce května, dorůstá výšky 1,5 až 2 m. Od druhého roku vegetace pak již žádné problémy se zaplevelením nejsou, neboť její rychlý nástup a plné zapojení porostu všechny plevele dobře potlačuje. Koncem května je šťovík zpravidla již v plném květu a začátkem července dozrává. K jeho sklizni pro energetické účely je třeba přistoupit ještě před plným dozráním semen, aby se během sklizně nevydrolila. To zajistí jednak splnění podmínky pro získání dotace (nepěstovat energetické rostliny na semeno) a hlavně větší výhřevnost sklizené biomasy. Je všeobecně známo, že semena jsou vždy energeticky bohatá. V první dekádě července je šťovík zpravidla již dostatečně zaschlý, což je pro energetické účely velmi výhodné. Není třeba jej složitě dosušet. Sklízí se buď to silážní řezačkou, obdobně jako kukuřice, nebo jej lze posekat na řádky a následně slisovat do balíků, jako slámu. Způsob sklizně závisí do značné míry na jeho následném využití.

Řezačkou sklízíme tam, kde se použije pro spalování v kotelně např. společně s dřevní štěpkou. Tato hrubá řezanka je pak určitou obdobou této štěpky. Šťovík je možné též přidávat do kotlů, kde se spaluje uhlí a zlepšovat tak kvalitu plynů uvolňovaných do ovzduší. Lisování do balíků má přednost tam, kde se šťovík bude spalovat v kotelně zařízené na spalování slámy (viz zkoušky spalování šťovíku v obecní výtopně ve Žluticích).

Šťovík lze využívat též pro výrobu standardních fytopaliv, jako jsou biobrikety, nebo drobné peletky. V tom případě je vhodná sklizeň řezačkou, čímž vznikne hrubá řezanka, která se po případném smísení s určitým podílem dřevní hmoty (např. pilin) dosuší, rozdrťí a slisuje na požadovaný tvar, na brikety či pelety.

Suchá fytomasa šťovíku krmného má podobné vlastnosti jako dřevní hmota (např. piliny). Má poměrně vysokou výhřevnost i příznivé další parametry, srovnatelné se dřevem. Výhřevnost suchého (bezvodého) vzorku je 17,89 MJ/kg. Krmný šťovík je tedy z hlediska energetického obsahu perspektivní rostlinou. Jeho výhoda spočívá především v tom, že poskytuje každoročně vysoké výnosy suché hmoty. Hlavní sklizeň pro energetické účely - pro spalování v kotelnách či zpracování na biopaliva se provádí 1x ročně začátkem července. Po této sklizni je vhodné porost šťovíku prokypřit vláčením, aby byla zachována správná hustota porostu (způsobená případným vydrolením některých předčasně dozrálých semen). Není žádoucí, aby byl porost příliš hustý, protože lodyhy jsou pak slabší, což nemusí přispívat vždy k vyšším výnosům. Šťovík totiž vytváří mohutné postraní výhony. Pokud má dostatek prostoru, zajistí plně zapojený porost se silnými lodyhami, což dává větší záruku vysokého výnosu než hustý

porost s lodyhami slabými. Šťovík však po sklizni obrůstá velmi rychle, takže není vždy možné vláčení zajistit, což však příliš nevádí. Šťovík se bude i bez toho dále zdárně vyvíjet. Každoroční vláčení po sklizni není tedy nezbytně nutné, avšak doporučuje se zajistit toto ošetření alespoň 1x za 2 roky. Po hlavní sklizni biomasy pro energii vytváří šťovík velmi rychle hustý porost sytě zelených svěžích listů, tak jako na podzim v prvním roce po zasetí. Tento nový obrost bývá nejlepší zpravidla již koncem srpna nebo v září. Pokud jej lze efektivně využít, jako např. do siláže či na zelené krmení, je možné jej bez obavy sklídit na zeleno. Tuto zelenou hmotu lze s úspěchem využít též jako přídavek biomasy do fermentoru v bioplynové stanici, pokud je takovéto zařízení v dosažitelné vzdálenosti od pěstitelské plochy. Celkový stav porostu se touto sklizní na zeleno nepoškodí, neboť na jaře příštího roku šťovík opět plně obrůstá a vytváří plodné lodyhy, vhodné ke sklizni energetické biomasy ke spalování. Energetický šťovík je hodnocen jako velice perspektivní rostlina, poskytující zdroj obnovitelné energie, proto jeho porosty budou mít v ČR velký význam. Pěstování energetických rostlin má pro zemědělce nespornou výhodu, neboť nekonkurují na trhu potravin, takže tato jejich "zelená energie" má pak zajištěn plynulý odbyt. Pro naše zemědělce to ale nejsou rostliny tradiční a tak je třeba, aby se s nimi postupně seznamovali, naučili se je pěstovat a začali jimi nahrazovat část konvenční zemědělské produkce. Zařízení pro spalování biomasy lze podle výkonu a technického řešení rozdělit na následující skupiny:

- klasická kamna (plechová či litinová) - předchůdci moderních technologií spalování; jejich výhodou je rychlý zisk tepla po zatopení, nevýhodou je méně dokonalé spalování (nižší účinnost, více emisí škodlivin do ovzduší) a nutnost časté obsluhy, pokud je třeba zabezpečit rovnoměrnější dodávku tepla; v současnosti se stále častěji využívají křbová kamna, která jsou nejen estetickým doplňkem interiéru, ale mají i vyšší účinnost; křbová kamna mají vysoký podíl sálavé složky tepla (až 30 % tepelného výkonu) a obvykle jsou vybavena vzduchovými kanálky pro ohřívání okolního vzduchu; vzduch je ohříván mezi vnějším a vnitřním pláštěm a vystupuje otvory v horní části topidla; některá moderní kamna mají také vestavěnou topnou vložku, takže pracují zároveň i jako kotel ústředního vytápění;

- cihlové pece a kachlová kamna - u nás jsou používány již velmi dlouho; obvykle tvoří zajímavou součást interiéru, mají poměrně vysokou účinnost i akumulární schopnost, takže jsou dostatečným zdrojem tepla po celý den a poskytují příjemné sálavé teplo;

- malé kotle (do 100 kW) - jsou využívány pro vytápění rodinných domků či menších budov; pracují obvykle tak, že se palivo nejprve zplyňuje a teprve potom se plyn spaluje; takový systém umožňuje velmi dobrou regulaci srovnatelnou s plynovými kotle; v kotlech je možno spalovat polenové dřevo či dřevěné brikety, někdy v kombinaci se štěpkou nebo dřevním odpadem; v těchto případech je ovšem nezbytná manuální obsluha kotle (cca 3x - 4x denně přikládání, 1x týdně vybírání popela); nejen v zahraničí, ale v posledních letech i v ČR, si získávají oblibu dřevěné pelety, které umožňují bezobslužný provoz kotle a komfortní dopravu a skladování; pro spalování pelet je nutno použít kotel s podavačem a upraveným hořákem; v naší republice existuje řada dodavatelů malých kotlů na biomasu s parametry srovnatelnými se světovou špičkou; v současnosti se rovněž rozrůstá sortiment kotlů pro spalování pelet i dodavatelů tohoto paliva;

- kotle nad 100 kW - používají se pro průmyslové aplikace nebo systémy CZT; spalují nejčastěji dřevěné štěpky nebo balíky slámy; obvykle jsou vybaveny automatickým přikládáním paliva a jsou schopny spalovat i méně kvalitní a vlhčí biomasu; některá zařízení využívají KJET, obvykle s klasickým parním cyklem; tyto systémy mají potom účinnost až 90 %, poměr mezi vyrobenou elektřinou a teplem je cca 30 : 60.



Ceny jednotlivých kotlů shodného výkonu se od sebe liší dosti podstatně. Proto je provedeno srovnání jednotlivých typů, aby bylo možné stanovit tzv. měrnou cenu kotle, nebo celého technologického zařízení na instalovaný 1kW výkonu. Byly porovnány ceny tuzemských výrobců a zahraničních dodavatelů. Měrná cena zařízení na instalovaný 1kW se pohybuje v rozmezí od 2857 do 7778,- Kč. Průměrná cena je tedy 4895,- Kč/kW za dodávku kompletní technologické části.

Dle porovnání cen již realizovaných akcí se investiční náklady za dodávku kompletní technologické části dle instalovaného výkonu zdroje pohybují následovně:

výkon zdroje 500 kW	měrné náklady	5700,- Kč/kW
výkon zdroje 1000 kW	měrné náklady	5050,- Kč/kW
výkon zdroje 1500 kW	měrné náklady	4400,- Kč/kW
výkon zdroje 2000 kW	měrné náklady	3900,- Kč/kW
výkon zdroje 2500 kW	měrné náklady	3820,- Kč/kW

U zahraničních dodavatelů je situace obdobná, ale pořizovací cena zařízení na instalovaný 1kW je cca o třetinu vyšší.

### 3.5.2. Kapalná biopaliva

Kapalná biopaliva jsou získávána druhotně zpracováním pěstovaných energetických rostlin a používají se jako palivo pro spalovací motory automobilů a traktorů (bionafta, etanol), aditivum do kapalných paliv (etanol) či pro výrobu biologicky odbouratelných mazadel.

Bionafta neboli metylester rostlinných olejů vzniká chemickou úpravou - esterifikací, při které vzniká hořlavé palivo o podobných vlastnostech a výhřevnosti jako má běžná motorová nafta. Chemickou podstatou esterifikace rostlinného oleje je záměna glycerinu za metanol v molekule mastné kyseliny. Základní surovinou pro výrobu bionafty je dnes v ČR řepka olejná, bionaftu lze vyrábět i ze lněného či slunečnicového oleje nebo i z použitých rostlinných olejů (např. z restaurací, zařízení hromadného stravování či potravinářského průmyslu). Výhodou bionafty je její rychlá biologická odbouratelnost, samomazací schopnost. V distribuční síti čerpacích stanic dnes najdeme pod pojmem "bionafta" tzv. směsnou bionaftu 2. generace, která je směsí 30 % bionafty a 70 % ropné nafty. Směsná bionafta má výhodu v lepším spalování v sériových dieselových motorech oproti čisté bionaftě a díky dotacím vlády na výrobu bionafty a nižší spotřební dani je také levnější ve srovnání s klasickou motorovou naftou. Naše republika je na jednom z předních míst v Evropě v produkci bionafty - její současné výrobní kapacity v ČR jsou kolem 60 tis. tun ročně a podíl směsné bionafty na trhu s motorovou naftou činil v roce 1999 téměř 5 %.

Etanol (kvasný líh či alkohol) se vyrábí alkoholovým kvašením a následnou destilací a je možno jej získat z rostlinných i živočišných surovin s obsahem cukrů a škrobů - cukrové řepy, obilí, brambor ale např. i syrovátky. Etanol je možno využít přímo jako hodnotné palivo pro upravené spalovací motory nebo jako alternativní palivo pro stacionární zařízení, používaná k výrobě tepla. Po chemické úpravě etanolu na sloučeninu ETBE (ethylterc.butylether) může být i aditivem do běžných motorových paliv - platné předpisy v ČR umožňuje příměs 15 % ETBE do benzínových směsí. Pro zajímavost lze uvést, že jednodušší metanol (dřevní líh) se používá jako palivo pro závodní vozy. Na rozdíl od etanolu je však vysoce toxický.

### 7.5.3. Plynná biopaliva

Plynné biopalivo - bioplyn, je palivem vyrobeným z odpadní biomasy. Bioplyn vzniká při rozkladu organických látek bez přístupu kyslíku v uzavřených nádržích - reaktorech. Tento proces, (metanové kvašení) probíhá díky tzv. anaerobním bakteriím (pracujícím bez přístupu kyslíku) a jeho výsledkem je rozštěpení organické hmoty na anorganické látky a plyn s vysokým obsahem metanu. Zbytky vyhnívacího procesu jsou velmi hodnotným hnojivem nebo kompostem. Bioplyn je směsí plynů tvořenou z 50 - 75 % hořlavým metanem, z 25 - 40 % oxidem uhličitým a 1 - 3 % připadá na další plyny jako jsou dusík, sirovodík nebo vzácné plyny. Výhřevnost bioplynu je závislá na obsahu metanu - při 67 % obsahu metanu je cca 24 MJ/m<sup>3</sup>.

Jako surovinu pro výrobu bioplynu lze použít odpady živočišné i rostlinné výroby - v největší míře se využívá kejda (tekuté a pevné výkaly hospodářských zvířat promísené s vodou), případně i slamnatý hnůj, kal z ČOV, zelené rostliny, organický odpad a další. Bioplyn se využívá jako technologické palivo v provozovnách, souvisejících s jeho výrobou (např. v čistíčkách 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 spalitelné biomase jsou výroba a využití bioplynu obtížnější - pro vysoké investiční náklady a tím i vysokou cenu vyrobené energie. Pro využití bioplynu je potřeba pečlivě vybrat vhodnou lokalitu s vysokou a celoročně stálou poptávkou po teple a pokud možno i po elektřině z kogenerační jednotky.

### 7.5.4. Problematika polychlorovaných dibenzodioxinů a dibenzofuranů při spalování biomasy

V České republice byla v letech 2000 – 2001 realizována měření<sup>1</sup> na čtyřech zařízeních spalujících biomasu zaměřená na stanovení PCDD/F<sup>2</sup>. Přehled výsledků udává následující tabulka.

**Tabulka č. 4: Výsledky měření PCDD/F na čtyřech zařízeních při spalování biomasy**

zařízení	výkon [kW]	palivo	PCDD/F [ng TEQ.m <sup>-3</sup> ]
kotel Verner	450	sláma	4,1
kotel TAF 1000	980	piliny	3,7
kotel Verner V25	25	brikety z pilin	7,1
krbová kamna Peletop 5,1	5,25	pelety z pilin	4,5

VŠCHT, Ústav energetiky, 2000 - 2001

Porovnáme-li výsledky stanovení PCDD/F na uvedených zařízeních s obecným emisním limitem dle vyhlášky MŽP č. 356/2002 Sb.<sup>3</sup>, který je 0,1 ng TEQ/m<sup>3</sup>, pak výsledky dokládají vysoké překročení limitu stanoveného pro velké zdroje znečišťování. Nutno ale poznamenat,

<sup>1</sup> VŠCHT, Fakulta technologie ochrany prostředí, Ústav energetiky.

<sup>2</sup> M. Koutský, E. Machníková, M. Henkel, M. Dittrich, J. Voště, B. Koutský: Energie & Peníze, č. 4-5/2002.

<sup>3</sup> Vyhláška MŽP č. 356/2002 Sb., kterou se stanoví seznam znečišťujících látek, obecné emisní limity, způsob předávání zpráv a informací, zjišťování množství vypouštěných znečišťujících látek, tmavosti kouře, přípustné míry obtěžování zápachem a intenzity pachů, podmínky autorizace osob, požadavky na vedení provozní evidence zdrojů znečišťování ovzduší a podmínky jejich uplatňování.

že na uvedených zařízeních nebyla provedena optimalizace spalovacího procesu vzhledem k emisím PCDD/F, takže lze předpokládat nižší výsledky při seřízení spalovacího procesu a případném provedení konstrukčních změn na zařízení. Výsledky ale jednoznačně potvrzují skutečnost, že pro minimalizaci emisí je nutná optimalizace konstrukce i provozu spalovacího zařízení pro konkrétní palivo z biomasy.

Uvedené výsledky vyvolaly obavy při budování nových zařízení na spalování biomasy (např. biotepláren v okrese Jeseník) nebo při instalaci kotlů na biomasu v rodinných domech. Tomuto případu byla věnována publikace<sup>4</sup>, která uvádí výsledky obdobných měření provedených v zemích Evropské unie.

V Rakousku představuje lokální vytápění bytů třetinu všech emisí PCDD/F, přičemž tzv. stáložárná kamna dosahovala nejvyšších hodnot. Měření, která provedli Thanner a Moche<sup>5</sup> v r. 2000, vykazala následující emise PCDD/F při lokálním vytápění bytů různými palivy.

**Tabulka č. 5: Emise PCDD/F při lokálním vytápění bytů různými palivy**

palivo	počet měření	ng TEQ/m <sup>3</sup>	ng TEQ/MJ
dřevo	8	0,1 – 2,0	0,32
uhlí	8	8,0 – 41,8	7,74
koks	4	0,9 – 4,6	1,47

Měření provedená v roce 1999 byla zaměřena na emise PCDD/F a HCl při spalování biomasy s různým obsahem chloru v kotli 50 kW a přinesla následující výsledky.

**Tabulka č. 6: Emise PCDD/F a HCl při spalování biomasy s různým obsahem chloru v kotli 50 kW**

palivo	Cl [mg/kg]	HCl [mg/m <sup>3</sup> ]	ng [TEQ/m <sup>3</sup> ]
smrková štěpka	120	0,9	0,063
topolová štěpka	16	0,13	0,003
pelety z pšeničné slámy	2 056	74	1,822
řezanka z pšeničné slámy	1 500	89	0,631
pelety ze sena	2 890	173	0,935
řezanka ze sena	1 681	50	1,909
pelety z triticales	575	72	0,078
řezanka z triticales	1 390	45	0,082
řepkové pokrutiny	194	17	0,365

Z tabulky vyplývá, že nejnižších emisí bylo dosaženo při spalování dřevní štěpky. Koncentrace PCDD/F v emisích byla prokazatelně vyšší při spalování biomasy s vyšším obsahem chloru (nad 1,5 g/kg suš.).

<sup>4</sup> J. Váňa: Ekologická hlediska spalování biomasy. [www.biom.cz/index.shtml?x=138817](http://www.biom.cz/index.shtml?x=138817)(červen 2003).

<sup>5</sup> F. Thanner, W. Moche: Emission von Dioxinen, PCBs und PAHs aus Kleinfeuerungsanlagen. Monographie Band 153, Wien 2001 (citace dle J. Váni).

Jiná měření byla provedena na 9 bavorských teplárnách (100 kW – 13,8 MW, 11 % O<sub>2</sub>), kde byla rovněž potvrzena korelace koncentrací PCDD/F v emisích s obsahem chloru ve dřevu, naproti tomu korelace s emisemi oxidu uhelnatého byla neprůkazná<sup>6</sup>.

Důležité jsou poznatky o emisích při spalování chemicky ošetřeného dřeva a dřevního odpadu, které publikovali William a Carroll<sup>7</sup> v r. 2001. Autoři vypočetli i emisní faktory (na tunu paliva), jak uvádí následující tabulka.

**Tabulka č. 7: Emise a emisní faktory při spalování chemicky ošetřeného dřeva a dřevního odpadu na kotelnách s řízeným procesem spalování**

palivo	koncentrace PCDD/F [ng TEQ/m <sup>3</sup> ]	emisní faktor [μg TEQ/t]
buková štěpka	0,064 – 0,072	0,44 – 0,50
štěpka z dřevotřískových desek	0,001 – 0,021	0,007 – 0,15
dřevní odpad	0,1 – 4,18	0,7 – 29,0
chem. ošetřené dřevo, štěpka - desky	2,2 – 5,7	15 – 40
chem. ošetřené dřevo, štěpka – trámy	0,35 – 0,94	2,4 – 6,6
překližka - dřevotříska	0,5 – 1,6	3,5 – 11
dřevní brikety – drť	0,7 – 1,0	4,9 – 7,0
dřevní brikety	0,2 – 0,9	1,4 – 6,3
štěpka jehličnany	0,06 – 0,18	0,035 – 0,13

Z tabulky je zřejmé, že velmi riskantní z hlediska emisí PCDD/F je spalování chemicky ošetřeného dřeva, ale také dřevních briket; překvapivě nízké byly naproti tomu emise PCDD/F při spalování štěpky z dřevotřískových desek (oproti překližce z dřevotřísky).

Protokol o persistentních organických polutantech<sup>8</sup> Uvádí emisní faktory PCDD/PCDF pro zařízení na spalování dřeva, vztažené k množství spáleného dřeva a produkovaného tepla; přehled je v následující tabulce.

<sup>6</sup> G. Schmoecker, A. Streit: Emissionen organischer Stoffe bei Holzfeuerung. Referát 1/3 Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 2001.

<sup>7</sup> F. William, J. Carroll: The relative contribution of wood and polvinylchloride to emissions of PCDD and PCDF from house fires. Chemosphere 45, 1173-1180, 2001.

<sup>8</sup> Protokol OSN/EHK k Úmluvě o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států; příloha V, oddíl E, odst. 47.

**Tabulka č. 8: Emisní koncentrace ( $c_e$ ) a emisní faktory PCDD/PCDF zařízení na spalování dřeva vztažené k množství spáleného paliva ( $F_p$ ) a produkovaného tepla ( $F_t$ ). (Protokol o persistentních organických polutantech k Úmluvě LRTAP, příloha V)**

palivo	emisní koncentrace $c_e$ [ng TEQ/m <sup>3</sup> ]	emisní faktor $F_p$ [ng TEQ/kg]	emisní faktor $F_t$ [ng TEQ/GJ]
přírodní dřevo (buk)	0,02 – 0,10	0,23 – 1,30	12 – 70
přírodní dřevo (třísky z lesa)	0,07 – 0,21	0,79 – 2,6	43 – 140
dřevotříska	0,02 – 0,08	0,29- 0,90	16 – 50
městské odpadní dřevo	2,7 – 14,4	26 – 173	1 400 – 94 000
odpady z domácnosti	114	3 230	
dřevěné uhlí	0,03		

Protokol dále uvádí, že spalování městského odpadního dřeva (tj. zejména z demolic) na pohyblivých roštech vede k relativně vysokým emisím PCDD/PCDF v porovnání s jinými druhy dříví. Ošetřené (impregnované) dřevo by se mělo spalovat pouze v zařízeních uzpůsobených pro minimalizaci emisí PCDD/PCDF.

Měření emisí PCDD/F při spalování slámy nebo trávy v kotelnách o výkonu vyšším než 5 MW byla provedena ve Švédsku s výsledky koncentrací 0,04 – 0,08 ng TEQ/m<sup>3</sup> (vlh. 0 %, O<sub>2</sub> 11 %). V dánské kotelně na spalování slámy v obřích balících byly naměřeny koncentrace PCDD/F v emisích 0,016 ng TEQ/m<sup>3</sup> (vlh. 0 %, O<sub>2</sub> 11 %).

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že emise některých znečišťujících látek ze spalování biomasy, zejména PCDD/F, nelze podceňovat, i když se jedná o relativně malé zdroje. Tyto emise mohou ovlivnit lokální imisní situaci. Podle většiny dostupných údajů jsou látky PCDD/F při spalování biomasy z 90 % obsaženy v plynných emisích, pouze pak 10 % v popelu.

Dále je třeba zdůraznit, že malé kotle na spalování biomasy nebývají vybaveny náležitým odlučovacími zařízeními nebo čištěním plynů a že řízení spalovacího procesu nelze pokládat za zcela spolehlivé. Vstupující palivo má různou konsistenci a často i proměnlivou vlhkost, což vede ke kolísání teplot ve spalovací komoře.

Rekonstrukce malých kotlů na tuhá paliva pro spalování biomasy se zaměřuje spíše na zařízení pro přísun paliva do kotle a další investice se vynaloží na zařízení pro dopravu a skladování paliva.

Z tohoto pohledu navržený zákon o podpoře výroby elektřiny a tepelné energie z obnovitelných zdrojů energie (zákon o podpoře obnovitelných zdrojů)<sup>9</sup> postrádá specifikaci biomasy vhodné ke spalování a odkaz na zákon o ochraně ovzduší v navrhovaném § 6, odst. 4, písm. h) nemusí být relevantní pro malé spalovací zdroje.<sup>10</sup>

Orgánům kraje lze proto doporučit, aby se problematikou spalování biomasy na konkrétních zařízeních (zejména malých) zabývaly podrobněji a tam, kde není záruka spalování vhodného druhu biomasy z hlediska emisí nebo adekvátního stupně řízení spalovacího procesu upřednostňovaly spoluspalování biomasy ve velkých spalovacích zařízeních, které mají techniku na

<sup>9</sup> Návrh zákona k 23. 3. 2004 v poslanecké sněmovně Parlamentu ČR ve 2. čtení – obecná rozprava.

<sup>10</sup> Toto zmíněno při veřejné prezentaci k problematice těžkých kovů jako „Poznámka ke spalování biomasy“.

řízení spalovacího procesu, jsou vybaveny technologiemi pro čištění spalin a garantují dodržování emisních limitů

### **3.6. VYUŽITÍ KOMUNÁLNÍHO ODPADU**

Spalování komunálního odpadu, které splňuje zákonné emisní limity lze zajistit jen pro komunální odpad určitého složení a jen v případě spaloven vyšších výkonů, vybavených příslušnými zařízeními pro čištění spalin. Výstavbu spaloven lze tedy uvažovat pouze pro větší města.

Samovolně vznikající skládkový plyn ze skládek komunálního odpadu lze odsávat pomocí trubkových sond, instalovaných do hmoty skládky. Skládkový plyn po vyčištění je přiváděn do kogenerační jednotky s plynovým motorem, která zajišťuje výrobu el. energie a tepla v horké vodě.

## **4. Výskyt a využívání obnovitelných a netradičních zdrojů energie**

### **4.1. BIOMASA**

Na území Královéhradeckého kraje se vyskytuje biomasa především ve formě:

- odpadů z dřevozpracujících závodů;
- obilní, kukuřičné a řepkové slámy;
- lesních odpadů (dřevní hmota z lesních probírek, kůra, větve, pařezy, kořeny po těžbě dřeva, palivové dřevo, manipulační odřezky, klest);

Dále je na území kraje cca 90 000 ha nevyužité zemědělské půdy, kterou by bylo možno využít pro pěstování rychlerostoucích travin nebo dřevin pro výrobu tepla.

#### **Odpady z dřevozpracujících závodů**

V současné době jsou odpady z dřevozpracujících závodů prakticky téměř ve všech případech využity pro výrobu tepla spalováním. Další nárůst instalovaného výkonu a množství vyrobeného tepla lze obtížně odhadnout, je ale možné předpokládat, že se bude jednat řádově maximálně o desítky procent.

#### **Obilní, kukuřičná a řepková sláma**

Celkové roční množství slámy, které by bylo možno využít k energetickým účelům (je tedy již odpočteno množství slámy využívané v zemědělských závodech na podestýlku apod.) je uvedeno v následující tabulce.

**Tabulka č. 9: Potenciál využití slámy k energetickým účelům**

Okres	Celkové množství slámy (t)			Celkový součet (t)
	z řepky	z kukuřice	z obilovin	
Hradec Králové	10 954	4 008	7 484	<b>22 446</b>
Jičín	9 449	1 809	6 516	<b>17 774</b>
Náchod	11 359	0	4 070	<b>15 429</b>
Rychnov n.Kn.	10 699	483	3 900	<b>15 082</b>
Trutnov	5 224	0	2 524	<b>7 748</b>
<b>Celkem</b>	<b>47 685</b>	<b>6 300</b>	<b>24 494</b>	<b>78 479</b>

Pro využití veškeré slámy v kraji v množství 78 479 t/r, při průměrné výhřevnosti slámy 15 GJ/t a při průměrné celoroční účinnosti spalování 75% by byla výroba tepla a instalovaný výkon spalovacího zařízení (pro dodávku tepla pro vytápění a TUV – roční využití instalovaného výkonu 2000 hod):

Výroba tepla                                882 889 GJ/R  
 Instalovaný výkon                        123 MW

#### **Rychlerostoucí traviny a dřeviny**

Při využití veškeré vhodné plochy o rozloze cca 90 000 ha, při průměrném energetickém výnosu v rozmezí 100 – 200 GJ/ha a při průměrné celoroční účinnosti spalování 75% by byla výroba tepla a instalovaný výkon spalovacího zařízení (pro dodávku tepla pro vytápění a TUV – roční využití instalovaného výkonu 2000 hod):

Výroba tepla                                6 750 000 - 13 500 000 GJ/r  
 Instalovaný výkon                        938 - 1 876 MW

## **4.2. SOLÁRNÍ ENERGIE**

Průměrná hodnota intenzity solárního záření na území Královéhradeckého kraje činí cca 1 150 kWh/m<sup>2</sup> horizontální plochy.

V současné době je solární energie využívána pouze velmi ojediněle v rodinných domech nebo objektech terciální sféry. Téměř výhradně se jedná o využití solární energie pro přípravu TUV.

Protože ekonomie provozu solárních fototermálních zařízení je v porovnání s klasickými zdroji tepla velmi nepříznivá, nelze očekávat větší rozmach v instalaci solárních zařízení ani v dalších letech při zdražování fosilních paliv.

Ještě několikanásobně horší situace je v případě fotoelektrické konverze solární energie (fotovoltaické články pro přímou výrobu el. energie).

## **4.3. VYUŽITÍ ENERGIE VODNÍCH TOKŮ**

Na území Královéhradeckého kraje jsou provozovány vodní elektrárny jednak společností VČE – elektrárny, s.r.o. a jednak nejrůznějšími subjekty v naprosté většině s dodávkou el. energie do sítě VČE a.s. Zbývající vodní elektrárny velmi malých výkonů s dodávkou el.

energie pro vlastní spotřebu provozovatele nejsou uvedeny, celkovou bilanci ovlivní jen zanedbatelně.

Při celkové účinnosti dodávky el. energie konečným spotřebitelům 29% (účinnost výroby el. energie v kondenzační tepelné elektrárně a s respektováním ztrát v rozvodu) představuje el. energie vyrobená ve vodních elektrárnách úsporu primárního paliva ve výši 951 145 GJ/r.

#### **4.4. VYUŽITÍ VĚTRNÉ ENERGIE**

Průměrná roční rychlost větru na území Královéhradeckého kraje:

- v okolí Trutnova přes 6 m/s;
- v severovýchodní oblasti okresu Rychnov n.K. a v oblasti mezi Trutnovem a Špindlerovým mlýnem 4 – 5 m/s;
- na ostatním území kraje méně než 4m/s.

V prostoru severně od Nového Hrádku byly realizovány 4 větrné elektrárny o celkovém instalovaném výkonu 1 600 kW (4 x 400 kW).

Další rozšíření instalace větrných elektráren je otázkou nejen technicko – ekonomických podmínek, ale v řadě případů je nepřijatelné z hlediska ochrany přírody a dodržení hlukových podmínek za provozu.

Jak vyplývá z uvedených údajů je evidentní, že podmínky pro využití energie větru jsou vhodné jen na velmi malé části území Královéhradeckého kraje. Z toho důvodu je energetický přínos větrných elektráren v celkové energetické bilanci kraje zcela zanedbatelný.

#### **4.5. VYUŽITÍ CITELNÉHO A ODPADNÍHO TEPLA**

##### **4.5.1. Tepelná čerpadla**

Současný vývoj ceny zemního plynu a el. energie indikuje, že cena zemního plynu pravděpodobně poroste rychleji než cena el. energie.

V důsledku zmíněného předpokládaného vývoje cen plynu a el. energie lze tedy předpokládat i značné zvýšení zájmu o instalaci tepelných čerpadel. Navíc je třeba zdůraznit, že tepelná čerpadla, s pouhým zlomkem el. příkonu v porovnání s přímotopným nebo akumulacním el. vytápěním při stejném topném výkonu, jsou do budoucna podstatně perspektivnějším zařízením pro výrobu tepla z el. energie.

##### **4.5.2. Rekuperace tepla pomocí výměníků**

Lze uplatnit především u zdrojů odpadního tepla o vyšší teplotě, tedy pravděpodobně ve větších průmyslových provozech.

Z hlediska celkového instalovaného výkonu a úspory tepla se jedná o opatření s nižším účinkem.



## **5. Shrnutí využití obnovitelných a netradičních zdrojů na území Královéhradeckého kraje**

Z obnovitelných zdrojů energie je v současné době v Královéhradeckém kraji především využívána energie biomasy (spalování odpadů z dřevozpracující výroby) a energie vodních toků (malé vodní elektrárny).

Zcela ojediněle je využívána energie solární pro ohřev teplé užitkové vody a je instalováno několik tepelných čerpadel malých výkonů pro dodávku tepla pro vytápění a ohřev teplé užitkové vody.

V současné době jsou v kraji uváděny do provozu čtyři větrné elektrárny o celkovém instalovaném el. výkonu 1 600 kW.

Do budoucna je možno dále využít energii z biomasy, spalováním lesního odpadu, odpadní slámy a rychlerostoucích travin nebo dřevin, pěstovaných na nevyužívané zemědělské půdě.

Dále je možno především instalovat tepelná čerpadla jak malých výkonů (do rodinných domů), tak vyšších výkonů (do průmyslových provozů a komunálních zdrojů tepla).

Je možno též využít spalitelných odpadů pro výrobu tepla v několika vybraných městských spalovnách vyšších výkonů.

Ve všech těchto případech se jedná o instalaci zařízení, která jsou-li dobře navržena a provozována, mohou být ekonomicky rentabilní a mohou tak nahradit výrobu tepla v klasických tepelných zdrojích spalujících fosilní paliva.

Využití solární energie pro ohřev TUV (solární systémy s kolektory nebo absorbery), nebo dokonce pro přímou výrobu el. energie (fotovoltaické články) je ekonomicky při současných cenách fosilních paliv a el. energie nepříznivé, s návratností investičních prostředků řádově desítek let. Ani po výhledovém zdražení energie nebo zvýhodnění výkupních cen energie (viz dále uvedené výkupní ceny dle nařízení ERÚ) se situace výrazně nezmění.

Přímé solární energie je možno také využít tzv. „pasivním“ způsobem u nově budovaných objektů – převážně rodinných domů - pro přitápění těchto objektů vhodným architektonicko – technickým návrhem stavby, včetně její orientace vzhledem ke světovým stranám. Takto lze při relativně nízkém zvýšení investičních nákladů na stavbu objektu, krýt až jednu třetinu celoroční spotřeby tepla na vytápění pomocí solární energie.

Rovněž využití energie větru nezajistí v kraji výraznější úsporu energie.

**Tabulka č. 10: Přehled efektů při dosavadním a výhledovém využití obnovitelných a netradičních zdrojů energie podává následující tabulka**

Výroba tepla nebo el. energie Instalovaný tepelný nebo el. výkon	stávající stav		výhled	
	GJ/r MWh/r	MW	GJ/r MWh/r	MW
Biomasa (výroba tepla)				
odpad z dřevozpracující výroby	215 100	53	300 000	74
lesní odpady	0	0	??	??
odpadní sláma	0	0	882 900	123
pěstování rychlerostoucích travin a dřevin*	0	0	10 125 000	1407
Solární energie (výroba tepla)				
ohřev TUV v 1000 rodinných domech **	??	??	8640	4
Malé vodní elektrárny (výroba el. energie)	76 620	22,4	80 000	23,5
Větrné elektrárny (výroba el. energie)	1 800	1,6	2500	2,2
Tepelná čerpadla *** (výroba tepla)				
v 1000 rodinných domech	??	??	108 000	10
v průmyslu a komunálních zdrojích	??	??	54 000	5
Spalování odpadu (výroba tepla)	??	??	??	??

\* teoretický potenciál pro plochu 90 000 ha a střední energetický výnos 150 GJ/ha

\*\* ilustrativní příklad pro zvolený počet domů

celková investice 90 mil. Kč

\*\*\* ilustrativní příklad pro zvolený počet domů a instalaci v průmyslu a komunál. zdrojích

celkový el. příkon 4,4 MW, celková investice 235 mil. Kč

Vzhledem k celkové spotřebě energie v kraji ve výši 32 957 315 GJ/r tepla (v palivech) a 2 828 208 MWh/r el. energie činí současný podíl výroby tepla z dřevního odpadu (teplo v odpadu cca 286 667 GJ/r) přibližně 0,9% a podíl výroby el. energie ve vodních elektrárnách přibližně 2,7%.

Při využití dalších zmíněných zdrojů energie by nejvýznačnější podíl představovala výroba tepla z rychlerostoucích travin a dřevin, při využití celého teoretického potenciálu z celé plochy 90 000 ha by podíl úspor (teplo v palivu by bylo 13 500 000 GJ/r) představoval 41%. I při využití jen části této plochy by úspora fosilních paliv byla významná.

Druhý největší podíl úspory fosilních paliv by představovalo spalování nevyužité slámy (teplo v palivu 1 177 200 GJ/r), úspora by při využití celého množství činila přibližně 3,6%.

Podíl úspory všech dalších navržených opatření by nepřesáhl 1%.

## **6. Financování projektů na využití OZE**

K získání financí na projekty využívání obnovitelných zdrojů je možné využít těchto možností:

STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
KOMERČNÍ FINANCOVÁNÍ  
FINANCE EVROPSKÉ UNIE.

## 6.1. STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Pravidla čerpání financí z tohoto fondu udává Směrnice Ministerstva životního prostředí o poskytování finančních prostředků ze Státního fondu životního prostředí České republiky a její přílohy (plné znění této směrnice včetně příloh a formulářů lze nalézt na internetových stránkách [www.sfzp.cz](http://www.sfzp.cz)).

Od počátku roku 1999, kdy je v podmínkách SFŽP uplatňován Státní program na podporu úspor energií a využití obnovitelných zdrojů energie, a to převážně jeho druhá část (OZE), došlo ke značnému rozšíření možností podpor v této oblasti. SFŽP podporuje zejména investice do náhrady pevných a kapalných fosilních paliv při vytápění a přípravě TUV. Žadatelé mohou získat podporu nejen pro nově budované objekty, ale i pro rekonstrukci stávajících. Další podpora je směřována na základě vyhlášených programů, a to investiční formou, do výstavby nebo instalace MVE, větrných elektráren, CZT z biomasy, kogenerace z biomasy a fotovoltaických systémů. Fond však finančně podporuje též osvětu, propagaci a poradenství v této oblasti.

Za období let 1992 - 2001 podpořil SFŽP celkem 1 112 akcí s využitím OZE. V letech 1992 - 98 uvolnil Fond do této oblasti 270 milionů Kč, v roce 1999 podpora činila 177,8 milionu Kč, v roce 2000 přesáhla 327 milionů Kč a o rok později 554 milionů Kč. Za 1. pololetí roku 2002 žadatelé požadovali jako podporu 970 milionů Kč, za stejné období roku ministr životního prostředí rozhodl poskytnout podporu na využívání OZE ve výši 460,6 milionu Kč, a to vše pouze z rozpočtu Fondu.

## 6.2. KOMERČNÍ MOŽNOSTI FINANCOVÁNÍ

Hlavní překážky komerčního financování souvisejí jak s investory, tak i s projekty. Ty obvykle nevyžadují tak velké investice, aby pro ně bylo možno využít standardní způsoby financování. Přesto výnosy projektů musí postačovat na zajištění návratnosti vloženého kapitálu nebo na splacení půjček v případě úvěrového financování.

Možnosti jsou následující:

Poskytování domácích investičních půjček (Banky obvykle vyžadují pro rozhodnutí o poskytnutí úvěru doklady týkající se: *vlastní investice* - podnikatelský záměr, podnikatelský plán; *klienta a jeho finanční situace* - doložení existence firmy, ekonomických výsledků, finančních plánů společnosti, dokladů o stavu na daňových účtech, apod.)

Půjčky od mezinárodních finančních institucí (Projekty předkládané pro financování zahraničními institucemi musí věnovat velkou pozornost přípravě podnikatelského plánu v návaznosti na studii proveditelnosti. A to i proto že mezinárodní finanční instituce se zaměřují pouze na projekty většího rozsahu, které i vyhledávají. Tyto úvěry jsou spojeny se značnými administrativními náklady na přípravu a dále jsou i zatíženy kursovým rizikem.)

Financování třetí stranou (využití EPC, EC) (Využití OZE lze v některých případech financovat i prostřednictvím tzv. energetických služeb. V zásadě existují dvě formy této "nové" služby, která se v ČR rozvíjí od roku 1994. Služby nazývané *EPC (Energy Performance Contracting)* zahrnují komplexní služby zejména v oblasti úspor energie při její spotřebě. *EC - Energy Contracting* - firma v tomto případě investuje do obnovy tepelného zdroje, provozuje jej, garantuje dodávky minimálně sjednaného množství energie po dobu stanovenou kontraktem.)

Společně realizované projekty (projekty JI) (V souladu s Kjótským protokolem k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu schválilo MŽP dne 7.1.2002 "Pravidla MŽP pro společně realizované projekty - Joint Implementation - JI - v ČR.")

*Zásluhou společnosti EPS ČR, která je už pátý rok rozvíjí u nás, se o této možnosti dozvídá stále více managerů. A - co je důležité - přibývá i "referenčních" investičních akcí (a to za desítky a už i stovky miliónů !), kde se lze o účinnosti tohoto receptu při léčbě energetických nemocí či dokonce kolapsů kolem nás přesvědčit. Po prvních dvou úspěšných akcích v nemocnicích v Jilemnici a na pražské Bulovce, realizovaných metodou "úspor energie na klíč", jak bývá označována tzv. metoda EPC, rozvíjí společnost EPS ČR dnes další projekty se znaky progresivního řešení vhodného následování, mezi nimiž je i projekt ve Vrchlabí - modernizace otopového systému centrálního zásobování teplem metodou projektového financování.*

*Metoda E P C (Energy Performance Contracting) tkví ve splácení investic do úsporných opatření až z jejich výnosu. Výrazně snižuje provozní náklady, zvyšuje produktivitu práce, zlepšuje pracovní i životní prostředí. Principem je "na klíč" dodaný, energeticky úsporný celek - tj. od analýzy rezerv i potenciálu úspor, návrhu řešení i financování, projektu a zprostředkování financí (nejčastěji úvěru) přes management přestavby systému po dlouhodobou údržbu a servis.*

*Firma EPS garantuje takovou výši úspor, která se rovná pravidelné splátce dluhu. Jsou-li úspory nižší, hradí zákazníkovi rozdíl, jsou-li vyšší, dělí si s ním zisk. Firma nese i riziko návrhu opatření a zajištění financí. Pokud se jedno i druhé nepodaří, nedostane zapláceno. Výhodou pro zadavatele je i možnost získat levnější zdroje financování, EPS má totožný zájem na výhodném úvěru, tj. s nízkým úrokem a dlouhou splatností 6 - 10 let).*

*EPS preferuje složité projekty s náklady okolo 30 mil. Kč a vyššími. Perspektivními partnery jsou průmyslové podniky s vysokým potenciálem úspor energie. Službám typu EPC u nás nahrává množství zastaralých zařízení, jejich vysoké provozní náklady, růst cen vstupů - i energie, slabá produktivita práce, hrozba sankcí za znečišťování prostředí a nedostatek vlastních financí. K překážkám uplatňování EPC patří: nepochopení principů metody, obavy z ní pro menší počet referencí v ČR, dlouhodobost smluvního svazku. Metoda je přesto pro ČR velice perspektivní. Příznivě spolupůsobí ekologická legislativa i tlak konkurence nutící zefektivňovat energetické hospodaření a konečně i očekávaný tlak na lepší pracovní prostředí.*

#### **Modernizace systému centrálního vytápění ve Vrchlabí (premiéra projektového financování v ČR)**

*Naléhavým problémem krkonošského správního i turistického centra je kritický stav sítě centrálního vytápění, resp. jeho části zajišťující zásobování teplem pro 1100 rodin a ZŠ na Liščíh kopci, kde žije zhruba třetina obyvatel města. Napojeny jsou i další městské a komerční objekty.*

*Stavebně je projekt de facto výstavbou nové teplovodní kotelny na zemní plyn, která nahradí parní výměníky a lokální staré kotelny. Jeho součástí je i položení čtyř kilometrů nových rozvodů, výstavba nových předávacích stanic v objektech i instalace měřicí a regulační techniky. Osmdesátimilionová investice, podpořená opět prostřednictvím ČEA státní dotací 6 mil. Kč, byla zahájena nově založenou a.s. Teplo Krkonoše co by investorem letos v květnu. Systém musí poskytovat teplo se začátkem topné sezóny. Akce se proto uskuteční za částečného provozu tak, aby zkušební provoz začal na podzim a modernizace byla ukončena v prosinci 97.*

*V nové společnosti město vlastní 51procentní podíl a jejími společníky budou i současný provozovatel Vrchlabská teplárenská, spol. s r.o., dodavatel technologie Repos plus Jablonec n.N. a EPS ČR jako iniciátor i realizátor akce. Nový subjekt bude příjemcem úvěru i garantem jeho splácení, které je rozvrženo na 10 let.*

*Projektovaná stavba zároveň zvýší účinnost celého energetického systému a k životnímu prostředí města přispěje snížením exhalací z kotelen na tuhá paliva.*

### **6.3. ZDROJE PODPORY Z PROSTŘEDKŮ EU**

Zdroje spravované ČR (PHARE, Fond čistoty ovzduší, ISPA, SAPARD, Strukturální fondy, SOP Průmysl, SOP Životní prostředí)

Zdroje podpory spravované Evropskou komisí (SAVE, ALTENER, Inteligentní energie pro Evropu, Šestý rámcový program).

## **7. Literatura**

Územní energetická koncepce Pardubického kraje – Etapa I. Analytická část; kolektiv autorů EVČ s.r.o., Cityplan s.r.o., VIP s.r.o.

Energetická koncepce Královéhradeckého kraje – koncept 2003; Fa RAEN Praha

Zelená energie pro dům, obce i region (CD); Liga ekologických alternativ; prosinec 2002

Koutský M., Machníková E., Henkel M., Dittrich M., Voště J., Koutský B. (2002): Energie & Peníze, č. 4-5/2002

Vyhláška MŽP č. 356/2002 Sb., kterou se stanoví seznam znečišťujících látek, obecné emisní limity, způsob předávání zpráv a informací, zjišťování množství vypouštěných znečišťujících látek, tmavosti kouře, přípustné míry obtěžování zápachem a intenzity pachů, podmínky autorizace osob, požadavky na vedení provozní evidence zdrojů znečišťování ovzduší a podmínky jejich uplatňování

Váňa J.: Ekologická hlediska spalování biomasy;  
[www.biom.cz/index.shtml?x=138817](http://www.biom.cz/index.shtml?x=138817)(červen 2003)

Thanner F., Moche W. (2001): Emission von Dioxinen, PCBs und PAHs aus Kleinf Feuerungsanlagen. Monographie Band 153, Wien 2001 (citace dle J. Váni)

Schmoecker G., Streit A. (2001): Emissionen organischer Stoffe bei Holzfeuerung. Referát 1/3 Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 2001.

William F., Carroll J. (2001): The relative contribution of wood and polvinylchloride to emissions of PCDD and PCDF from house fires. Chemosphere 45, 1173-1180, 2001.

Protokol OSN/EHK k Úmluvě o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států; příloha V, oddíl E, odst. 47.

Návrh zákona k 23. 3. 2004 v poslanecké sněmovně Parlamentu ČR ve 2. čtení – obecná rozprava.