



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

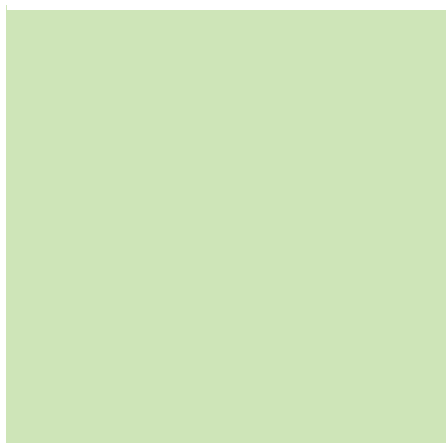


EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Obnovitelné zdroje energie

Přehled druhů a technologií



Obnovitelné zdroje energie

Přehled druhů a technologií

Obsah

Úvodní slovo ministra	3
1. Úvod do problematiky globálních změn klimatu	3
1.1. Skleníkový efekt a změny klimatu	3
1.2. Dopady globálních změn klimatu	4
1.3. Zmírňování dopadů klimatických změn	4
2. Potenciál obnovitelných zdrojů energie, možnosti využití	5
3. Sociální a ekonomické přínosy využívání OZE	7
4. Přínos pro zvýšení energetické bezpečnosti	7
4.1. Elektřina	7
4.2. Teplo	8
4.3. Energetická soběstačnost	9
5. Větrné elektrárny	9
5.1. Základní popis technologie, moderní typy	9
5.2. Ekonomika instalace, výše a návratnost investice	10
5.3. Potenciální vlivy na životní prostředí a nejčastější mýty	10
5.4. Další zdroje informací	11
6. Malé vodní elektrárny	12
6.1. Základní popis technologie, moderní typy	12
6.2. Ekonomika instalace, výše a návratnost investice	12
6.3. Potenciální vlivy na životní prostředí a nejčastější mýty	12
6.4. Další zdroje informací	13
7. Geotermální energie	13
7.1. Základní popis technologie, moderní typy	13
7.2. Ekonomika instalace, výše a návratnost investice	14
7.3. Potenciální vlivy na životní prostředí a nejčastější mýty	14
7.4. Další zdroje informací	15
8. Fotovoltaické elektrárny	15
8.1. Základní popis technologie, moderní typy	16
8.2. Ekonomika instalace, výše a návratnost investice	18
8.3. Potenciální vlivy na životní prostředí a nejčastější mýty	18
8.4. Další zdroje informací	19
9. Solární termické systémy	19
9.1. Základní popis technologie, moderní typy	20
9.2. Ekonomika instalace, výše a návratnost investice	21
9.3. Potenciální vlivy na životní prostředí a nejčastější mýty	21
9.4. Další zdroje informací	22
10. Pevná biomasa	22
10.1. Základní popis technologie, moderní typy	23
10.2. Ekonomika instalace, výše a návratnost investice	24
10.3. Potenciální vlivy na životní prostředí a nejčastější mýty	25
10.4. Další zdroje informací	25
11. Biopaliva	26
11.1. Základní popis technologie, moderní typy	26
11.2. Ekonomika instalace, výše a návratnost investice	27
11.3. Potenciální vlivy na životní prostředí a nejčastější mýty	28
11.4. Další zdroje informací	28
12. Bioplynové stanice	28
12.1. Základní popis technologie, moderní typy	29
12.2. Ekonomika instalace, výše a návratnost investice	29
12.3. Potenciální vlivy na životní prostředí a nejčastější mýty	30
12.4. Další zdroje informací	30
13. Použité zkratky	31

■ Úvodní slovo ministra

Milí přátelé,

téma obnovitelných zdrojů energie se v poslední době objevuje v nejrůznějších souvislostech. Proto, aby se k Vám dostaly skutečně aktuální, ucelené a relevantní informace, připravilo Ministerstvo životního prostředí informační balíček několika publikací, který Vám může sloužit jako průvodce problematikou obnovitelných zdrojů. Měl by Vám – jako zástupcům veřejné správy – usnadnit orientaci v jednotlivých typech zařízení, jejich ekonomice, sociálních a ekonomických souvislostech, vlivu na životní prostředí i povolenacím procesu. Najdete zde údaje o možnostech finanční podpory obnovitelným zdrojům, srovnání se zahraničím i příklady úspěšných projektů.

Za velmi cenné považuji, že publikace se nesoustředí pouze na přehled přínosů obnovitelných zdrojů, ale pojmenovávají i potenciálně problematická místa. Poskytují tak ucelený přehled o větrných a malých vodních elektrárnách, využívání pevné biomasy, bioplynových stanicích, tekutých palivech, geotermální energii a v neposlední řadě i solárně-termických kolektorech i fotovoltaických panelech. Doufám, že budou pro Vaši práci přínosem.

Inspirativní čtení přeje

JUDr. Jan Dusík, M.Sc.
ministr životního prostředí

■ 1. Úvod do problematiky globálních změn klimatu

Hrozba globálních změn klimatu je v současnosti jednou z nejdiskutovanějších otázek. Mnohými klimatology, ekology a dalšími odborníky, a také politiky či nevládními organizacemi je považována za jeden z nejvýznamnějších problémů, se kterými se lidstvo bude muset v blízké budoucnosti potýkat.

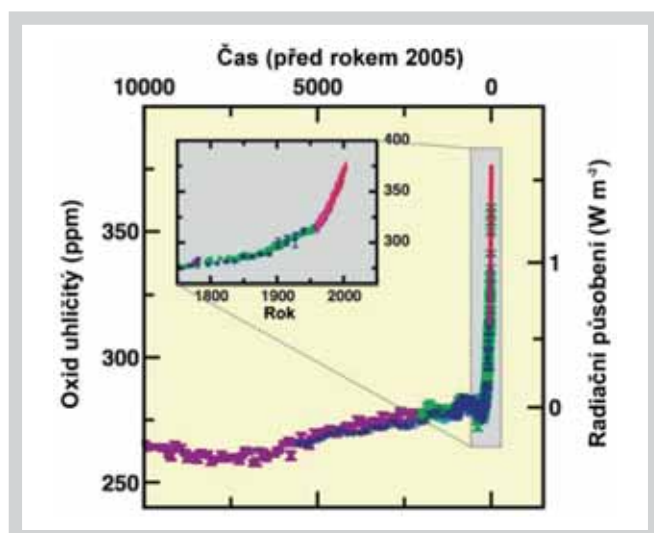
Hlavní příčiny možných globálních změn klimatu, ale také možnosti jejich řešení či zmírňování, spočívají v oblasti využívání energie. Výroba a spotřeba energie totiž patří mezi aktivity s nejvýznamnějšími dopady na životní prostředí, a je také největším zdrojem emisí tzv. skleníkových plynů, které vypouští člověk do atmosféry. V ČR je využívání energie odpovědné za více než 80 % emisí oxidu uhličitého, který je hlavním skleníkovým plynem.

■ 1.1. Skleníkový efekt a změny klimatu

Oteplování nižších vrstev atmosféry je způsobeno tzv. skleníkovým efektem – sluneční paprsky zahřívají povrch Země a teplo vyzařované zpět do atmosféry je pohlcováno tzv. skleníkovými plyny. Díky tomu teplo rychle neunikne pryč do vesmíru, ale zůstává při zemském povrchu. Tento přirozený jev vlastně umožňuje život na Zemi – bez výskytu skleníkových plynů v atmosféře by průměrná teplota zemského povrchu byla o zhruba 30 °C nižší.

Člověk však svou činností v relativně krátkém časovém období (zhruba posledních 250 let) výrazně zvýšil koncentraci skleníkových plynů v atmosféře. Tím dochází k zesílení přirozeného skleníkového efektu, a tedy k ovlivnění zemského klimatu – hovoříme o tzv. globálních změnách klimatu (někdy nepřesně o globálním oteplování).

Skleníkové plyny se v atmosféře vyskytují ve velmi malých koncentracích. Jejich schopnost pohlcovat teplo je přitom velmi velká, proto i poměrně malá změna jejich koncentrace může mít významný vliv na teplotu atmosféry, resp. na klima. Hlavním skleníkovým plynem, který vypouštíme do atmosféry, je oxid uhličitý (CO₂) – v průmyslových zemích představuje více než 80 % veškerých emisí skleníkových plynů. Vzniká především spalováním uhlikatých paliv, ale také rozkladem organické hmoty. Na zesíleném skleníkovém efektu se CO₂ podílí asi 60 %. Zbývající část připadá na další skleníkové plyny, především vysoce účinný metan (uniká při těžbě a zpracování fosilních paliv, chovu hospodářských zvířat, ze skládek odpadů apod.), dále oxid dusný (zdrojem jsou opět fosilní paliva, chemická výroba, zemědělství ap.) a freony.



Změna koncentrace CO_2 v atmosféře za posledních 10 tisíc let, resp. po roce 1750 (menší graf). Zdroj: IPCC

Koncentrace skleníkových plynů v atmosféře od doby průmyslové revoluce vzrostly v důsledku působení člověka o desítky procent – u oxidu uhličitého zhruba o 30 %, u metanu dokonce o 150 % a u oxidu dusného o téměř 20 %. Podle měření obsahu plynů v hlubokých vrstvách ledovců současné koncentrace dokonce vysoce převyšují přirozené koncentrace za posledních 650 tisíc let.

■ 1.2. Dopady globálních změn klimatu

V roce 1988 byl na půdě OSN pro vyhodnocování rizik klimatických změn založen Mezivládní panel pro změnu klimatu (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), na jehož práci se podílí na 2500 vědců z celého světa. Podle zprávy IPCC z roku 2007 jsou první projevy klimatických změn (způsobených velmi pravděpodobně člověkem) pozorovatelné již nyní. V posledních desetiletích prokazatelně dochází těmto jevům:

- zvyšování průměrné globální teploty ovzduší a oceánů
- zvyšování hladiny moří
- úbytek arktických i horských ledovců
- zvyšování intenzity tropických cyklón
- ubývá srážek v oblasti Sahelu, Středozemního moře a části Afriky a Asie
- prodloužení vegetačního období
- posun rostlinných a živočišných druhů do vyšších poloh a směrem od rovníku
- zvyšování četnosti extrémních klimatických projevů: vichřice, povodně, sucha ...

Jedenáct z dvanácti let v období 1995–2006 patřilo mezi nejteplejší roky od roku 1850. Další postup klimatických změn, jejichž intenzita se v posledním desetiletí ještě zvyšuje, podle zprávy IPCC pravděpodobně přinese nejen nevratné změny v přírodních ekosystémech (vyhynutí některých druhů apod.), ale také závažné sociální a ekonomické dopady, zdravotní a bezpečnostní rizika. Mezi nejvážnější hrozby v tomto směru

patří ztráta zdrojů pitné vody pro velké oblasti Asie a Afriky, zaplavitelnost pobřežních oblastí a šíření hmyzu přenášejícího nemoci.

V ČR se klimatické změny zatím zřejmě projevují zejména nestabilním počasím – bleskovými záplavami, nepředvídatelnými suchy a vichřicemi, ale i změnou průběhu ročních období. Jde o projevy teplejší atmosféry – ve vzduchu je více energie, a tak změny počasí jsou rychlejší a výskyt extrémních klimatických projevů je častější.

■ 1.3. Zmírňování dopadů klimatických změn

Základním předpokladem pro zmírňování dopadů klimatických změn je stabilizace koncentrací skleníkových plynů v atmosféře, tedy především výrazná redukce emisí skleníkových plynů, která by zaručila, že průměrná globální teplota nevzroste o více než 2 °C ve srovnání s předindustriální érou (v EU by se jednalo o snížení skleníkových emisí o 75 až 90 % do roku 2050 oproti roku 1990).

Přestože se stále ještě najdou pochybovači, pro které závěry vědeckých pozorování nejsou dostatečně průkazné a alarmující, politická reprezentace na mezinárodní úrovni již hledá a přijímá potřebná opatření. Patrně nejvýznamnějším krokem na mezinárodní úrovni je přijetí Kjótského protokolu k Rámcové úmluvě o změně klimatu, který vešel v platnost v roce 2005 a zavazuje signatářské státy ke snížení emisí skleníkových plynů do roku 2012 o 5,2 % vzhledem k úrovni roku 1990 (vyplývající závazek pro ČR je 8% redukce). Přestože toto snížení není ani zdaleka dostačující, jde o první pokus o zvrácení dosavadního trendu enormního růstu emisí skleníkových plynů. Nyní se na mezinárodní úrovni vyjednává nová celosvětová dohoda, která po roce 2012 nahradí dohodu z Kjóta.

Pro ČR jsou nejdůležitější závazky přijaté v rámci EU, které jdou dokonce nad rámec Kjótské dohody.

- snížení emisí skleníkových plynů o 20 % (resp. 30 %, pokud bude dosaženo mezinárodní dohody) oproti roku 1990;
- zvýšení energetické účinnosti v oblasti výroby i spotřeby energií o 20 %;
- dosažení 20% podílu energie z obnovitelných zdrojů na konečné spotřebě do roku 2020 (pro ČR byl stanoven cíl 13 %);
- zvýšení podílu biopaliv v dopravě alespoň na 10 % ve všech členských státech (podmínkou je využití biopaliv II. generace, která se nevyrábí z potravinářských surovin).

2. Potenciál obnovitelných zdrojů energie, možnosti využití

Většina obnovitelných zdrojů – energie větru, vody, biomasy aj. má původ ve slunečním záření, které dopadá na zemskou kuli. Výjimkou je geotermální energie, která vzniká různými procesy v nitru Země. Také energie přílivu a odlivu nepochází ze Slunce, ale z přitažlivosti Měsíce a Země.

Slunečního záření dopadající na Zemi je k dispozici více než dost: uvádí se, že za hodinu dopadne na zemskou kuli zhruba tolik solární energie, kolik činí veškerá spotřeba primárních zdrojů na celé planetě za rok. Roční spotřeba všech primárních zdrojů v ČR odpovídá sluneční energii, která dopadne za rok na 0,7 % plochy republiky. To je zhruba výměra polí, na kterých se v roce 2009 pěstovala cukrovka.

Potenciál obnovitelných zdrojů je samozřejmě omezen. Například pokud bychom veškerou ornou půdu, lesy a další zemědělskou půdu využili pro energetické účely, mohli bychom získat až 700 PJ, což je více než polovina celkové energetické spotřeby. Ve skutečnosti samozřejmě potřebujeme půdu pro pěstování potravin a krmiv (což je také energie, která se ale v energetických statistikách neobjevuje). Podobně nelze spálit všechno dřevo, které lesy poskytují; stavební, nábytkářský a papírenský průmysl by neměl z čeho vyrábět. V krajině existují i další zájmy vyjádřené například ochranou území formou národních parků a CHKO a nepochybně je také ochrana biodiverzity. Reálný potenciál biomasy je tedy odhadován na 276 PJ, tedy asi 40 % teoretického potenciálu.

Podobně je omezen potenciál využití větrné, vodní nebo geotermální energie. Zde je třeba najít lokalitu, kde jsou vhodné přírodní podmínky (například dostatečná rychlost větru), a kde současně stavbě nebrání jiné zájmy, třeba nesouhlas místních obyvatel.

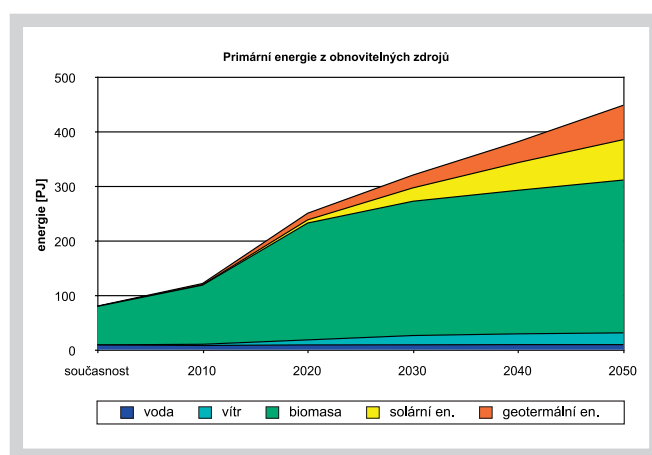
Všude pak hraje důležitou roli i ekonomika: kdo postaví větrnou elektrárnu tam, kde nefouká vítr, brzy zkrachuje.

Pouze sluneční energie má téměř neomezený potenciál. Jejímu většímu využití brání zatím jen konkurence levné energie z konvenčních zdrojů. I když slunce svítí zadarmo a dokonce nezdáněně, získaná energie zadarmo není. Solární systém nebo elektrárna mají omezenou životnost a náklady na jejich pořízení se promítají do energie, kterou za svůj život dodají. Zatím platí, že ceny konvenčních paliv a energií rostou, zatímco cena solárních zařízení klesá. Například v roce 2000 zaplatil spotřebitel za elektřinu ze zásuvky necelé 2 Kč/kWh, zatímco v roce 2009 to je už okolo 4,50 Kč/kWh. Naproti tomu elektřina z fotovoltaického systému vyšla v roce 2000 zhruba na 17 Kč/kWh, v současnosti je to i méně než 10 Kč/kWh. Pokud budou tyto trendy pokračovat, lze čekat další výrazný rozvoj obnovitelných zdrojů. V oblasti vytápění jsou dřevní štěpky i pelety už dávno levnější než zemní plyn, a úplně nejlevnějším palivem je polenové dřevo.

Výroba elektřiny		2010	2020	2030
vodní	[TWh]	2,14	2,43	2,48
větrná	[TWh]	0,6	2,55	4,71
biomasa	[TWh]	1,62	5,26	8,02
geotermální	[TWh]	0	0,48	1,58
solární	[TWh]	0,15	0,98	5,67
Elektřina celkem	[TWh]	4,51	11,7	22,46

Výroba tepla				
biomasa	[PJ]	62,36	93,48	105,52
geotermální	[PJ]	2,2	10,51	17,7
solární	[PJ]	0,28	2,25	4,12
Teplota celkem	[PJ]	64,84	106,24	127,34
Celkem teplo + elektřina	[PJ]	81,08	148,36	208,20

Předpoklad využití obnovitelných zdrojů. Zdroj: Zpráva NEK



Předpoklad využití obnovitelných zdrojů. Zdroj: Zpráva NEK

I když je potenciál obnovitelných zdrojů obrovský, zásadním problémem zůstává účinnost přeměny. Zejména u biomasy je účinnost velmi nízká – sklizené rostliny obsahují méně než jedno procento sluneční energie. To je dáno i tím, že rostliny využívají sluneční paprsky jen během několika měsíců vegetačního období. Účinnost se dále snižuje tím, že využíváme jen část biomasy (např. zrno). Další významné ztráty vznikají při jejím spalování – zatímco při přeměně na teplo v kotlích na biomasu využijeme až 80 % energie v rostlinách, automobilový motor poháněný třeba řepkovým olejem má účinnost jen okolo 25 %. Důsledkem ztrát v celém řetězci je pak potřeba velkých ploch pro pěstování biomasy, zejména při výrobě biopaliv.

Z hlediska účinnosti je výhodnější přeměňovat sluneční záření na energii přímo. Pokud chceme získat elektřinu, lze použít fotovoltaické panely. Vlastní fotovoltaická elektrárna vypadá velmi jednoduše – panely na nosné konstrukci na terénu nebo na střeše budovy, kabely a pár dalších drobností. Nikde se nic netočí, nehlučí, nekouří, není třeba topiče nebo jiné obsluhy, vše běží zcela tiše. Fotovoltaický panel však vyžaduje velmi náročnou výrobní technologii; na rozdíl třeba od větrné elektrárny si ho kutil stěží vyrobí doma. To je i důvod vysoké ceny; elektřina z fotovoltaiky je již léta zdaleka nejdražší elektřinou. Ceny fotovoltaických panelů se však neustále snižují, fosilní paliva naopak docházejí a jejich ceny se zvyšují. Lze tedy předpokládat, že se ceny po určité době vyrovnají.

Naproti tomu teplo ze slunečního záření lze získat i pomocí celkem málo sofistikované technologie, jako je třeba načerněný plechový sud. Používají se samozřejmě komfortnější zařízení, ale princip je stále stejný: sluneční paprsky dopadající na nějakou plochu ohřívají vodu (nebo i vzduch), ohřáté médium se pak rozvádí v budově tam, kde je potřeba (teplá voda do koupelen aj.).

dopadající sluneční záření	1 000 kWh/m ² .rok
solární termální kolektor	600 kWh/m ² .rok
účinnost	60 %
fotovoltaický panel	120 kWh/m ² .rok
účinnost	12 %
energetická biomasa - výnos 15 až 25 t/ha	10 kWh/m ² .rok
účinnost	1 %
středoevropský les – výnos dřeva 6,5m ³ /ha	1 kWh/m ² .rok
účinnost	0,1 %

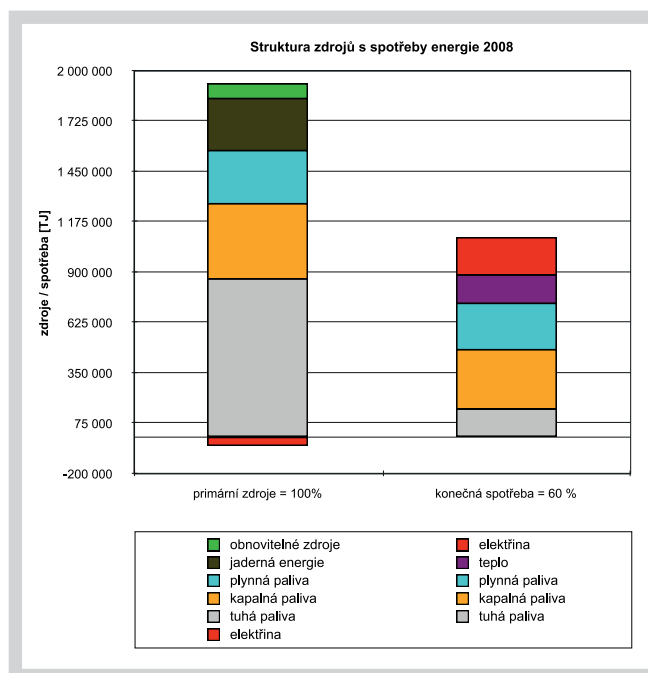
Účinnost přeměny solární energie. Zdroj: EkoWATT

Není však důvod soustřeďovat pozornost jen na jediný typ obnovitelného zdroje. Každý zdroj má své výhody i nevýhody a hodí se pro jiný účel. Potřebujeme-li teplo, bylo by zbytečně drahé a neekologické vyrábět elektřinu z větru nebo fotovoltaiky, a tou potom topit nebo ohřívat vodu. Pro uskladnění energie se dobře hodí biomasa a paliva z ní; teplo ze solárních kolektorů se skladuje hůře. Potřebujeme-li dobře regulovatelný zdroj elektřiny, lze využít vodní elektrárnu. Chceme-li využít obnovitelné zdroje v dopravě, jedním z řešení je výroba biopaliv z biomasy, které lze zaměnit za benzín nebo naftu. V neposlední řadě platí, že každá energie něco stojí, a je tedy třeba využívat jednotlivé zdroje co nejefektivněji.

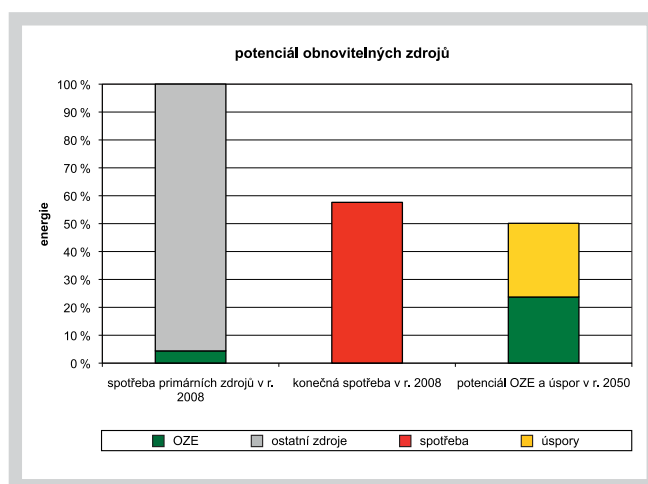
Současně také platí, že diverzifikace zdrojů zvyšuje bezpečnost dodávek. Tím, že jsou obnovitelné zdroje na území ČR dostupné, jejich využíváním se snižuje energetická závislost (v současnosti se k nám asi 40 % energie dováží – zejména ropa a plyn).

Obnovitelné zdroje v současnosti pokrývají asi 5 % spotřeby primárních zdrojů. **Teoretický potenciál obnovitelných zdrojů mnohokrát přesahuje současnou spotřebu.** Pro využití však můžeme použít pouze ekonomicky dostupné technologie, což potenciál značně snižuje.

Odhadované využití v roce 2030 ve výši 320 PJ by představovalo pokrytí 17 % dnešní spotřeby primárních zdrojů. V současnosti však primární zdroje využíváme jen s účinností 60 %, což je poměrně málo. Spotřebu primárních zdrojů lze snížit například úsporami energií, vyšší účinností energetických procesů nebo snížením vývozu elektřiny. Potom mohou obnovitelné zdroje pokrýt vyšší podíl spotřeby.



Podíl primárních energetických zdrojů a spotřeby. Zdroj: ČSÚ, MPO



Potenciál obnovitelných zdrojů a úspor Zdroj: EkoWATT s využitím údajů NEK a ČSÚ

3. Sociální a ekonomické přínosy využívání OZE

Výdaje průměrné domácnosti na elektřinu a teplo představovaly v roce 2008 asi 10 % všech výdajů. Velká část těchto peněz odchází mimo obec, velkým energetickým společenstvem a zčásti do zahraničí. Při použití obnovitelných zdrojů tyto platby přicházejí obvykle lokálním podnikatelům. Tím, že peníze více obíhají na lokální úrovni, se zvyšuje životní úroveň v regionu. Pokud například obec nahradí plynové vytápění výtopnou na dřevo, bude nakupovat dřevo od místních producentů (jim se tak zvýší příjem) nebo může dřevo získávat z vlastních lesů a vytvořit nová pracovní místa. Je-li projekt dobře navržen, může konečná cena tepla pro občany klesnout, takže jim zbude více peněz (ty mohou použít třeba na opravu domu, při které zaměstnají místní firmu).

Naopak se samozřejmě může stát, že nový zdroj bude mít na ekonomiku negativní vliv. I v ČR lze najít projekty, kdy je teplo z výtopny na biomasu dražší než bylo ze starého zdroje (zejména pokud spaloval levné uhlí). Výdaje občanů tak stoupají, což může vést k tomu, že se některé domy od zdroje odpojí. Tím klesne odběr tepla a jeho cena dále stoupne. Při schvalování podobných projektů by tedy obce měly obezřetně sledovat ekonomiku projektu a případně vyžadovat záruky týkající se budoucích cen tepla.

V praxi samozřejmě není situace vždy takto ideální. Typickým příkladem je větrná elektrárna, kterou vlastní soukromý majitel se sídlem mimo region. Kromě stavebních prací (vybudování základů, přístupové cesty, připojky k síti) už elektrárna regionu žádný přímý prospěch nepřináší. Proto obce souhlas s výstavbou podmiňují nějakou pravidelnou platbou, například formou nájmu pozemků.

Využití obnovitelných zdrojů obecně přináší nová pracovní místa. Nejde jen o obsluhu elektráren, vytopen či jiných zařízení, ale především o práci při výrobě a montáži zařízení. Například během posledních deseti let se počet firem montujících solární systémy zvýšil asi na desetinásobek. V zemědělství pomáhá produkce energetické biomasy udržet existující pracovní místa, další pracovní příležitosti vznikají při zpracování biopaliv.

Evropská komise odhaduje, že dosažení cíle Evropské unie vyrábět pětinu energie z obnovitelných zdrojů povede k celkovému počtu 2,8 mil. pracovních míst v roce 2020 (resp. až 3,4 mil. pracovních míst v roce 2030. Z toho připadá na ČR necelých 50 tisíc pracovních míst.

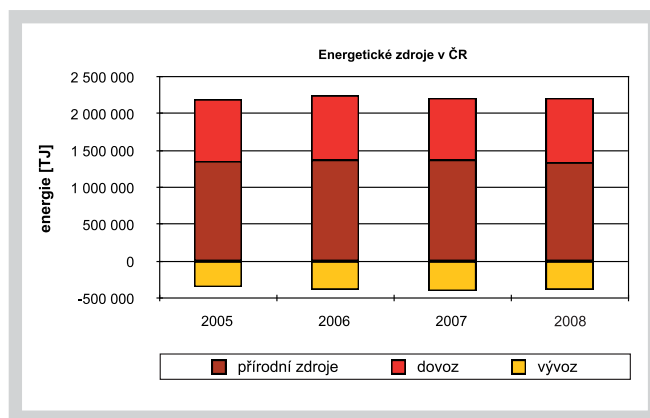


Obnovitelné zdroje energie přinášejí pracovní místa. Foto: Karel Srdečný, EkoWATT

4. Přínos pro zvýšení energetické bezpečnosti

Snížení závislosti na dovozu energií je v současnosti významným tématem v celé Evropské unii. Závislost na ruském plynu se nepříjemně projevila tzv. plynovou krizí na začátku roku 2009 a jsou obavy, že se může kdykoli opakovat. Podobně je problémem závislost na ropě z blízkovýchodních zemí. Do ČR se dováží asi 48 % primárních energetických zdrojů, zejména plyn a kapalná paliva. ČR však také současně energii vyváží, zejména elektřinu a tuhá paliva. Uhlí však nelze jednoduše zaměnit za naftu, takže snížení vývozu by problém energetické bezpečnosti řešilo jen z části. Využití tuzemských obnovitelných zdrojů tedy jednoznačně zvyšuje energetickou bezpečnost státu.

Jiným rizikem je vývoj cen ropy, který se předpovídá jen obtížně. V každém případě je cena ropy skutečně globální záležitostí a země velikosti ČR ji nemůže téměř nijak ovlivnit. Na cenu ropy je navázána cena zemního plynu a ovlivňuje i ceny elektřiny a dalších paliv a energií. Významnější nárůst ceny ropy a energií zhoršuje ekonomiku. Pokles ceny ropy se zdá nepravděpodobný, protože těžba přestává stačit rostoucí poptávce. Z tohoto hlediska mají obnovitelné zdroje zásadní výhodu – pokud dnes postavíme např. solární systém, víme že bude ohřívat vodu dalších 20 let za cenu, která je dnes známá a může se zvýšit jen nepatrně kvůli nákladům na údržbu. Výjimkou jsou zdroje využívající biomasu, protože cena vstupní suroviny se mění, také v závislosti na ceně ostatních paliv.



Primární energetické zdroje, vývoz a dovoz Zdroj: ČSÚ

Mimo obnovitelných zdrojů představují velký potenciál pro zvýšení energetické bezpečnosti úspory energií. Například podstatná část dováženého plynu se využívá na vytápění. Zateplením domů v kombinaci s regulací a dalšími opatřeními v budovách lze ušetřit více než polovinu spotřebovávaného plynu. A to při zachování stejného standardu bydlení.

4.1. Elektřina

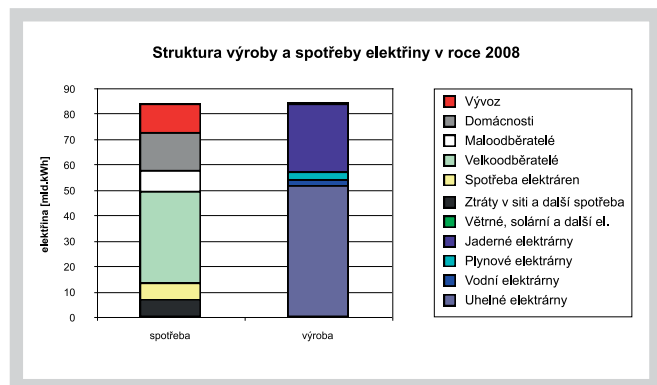
Pokud dojde k výpadku v zásobování nějakého území elektřinou (tzv. blackout), rozhodující příčinou je vždy výpadek v přenosu elektřiny. Pokud se sejdou další nepříznivé okolnosti, kácí se elektrosoustava jako domino. Problémy nejsou s tím, že by

elektrárny vyráběly málo energie, ale s tím, že je obtížné dopravit ji z jednoho konce republiky na druhý. Je tedy třeba brát s rezervou volání po nových velkých zdrojích – ty by problém s výpadky proudu rozhodně nevyřešily.

Odlehčit síti může decentralizace zdrojů. Tady se nabízí využití obrovský potenciál stovek městských i sídlištních vytopen, které je možno rekonstruovat tak, aby kromě tepla vyráběly také elektřinu. Kromě uhlí či plynu, které pálí už dnes, mohou využívat i obnovitelné zdroje: dřevní odpady nebo zemědělsky pěstovanou biomasu. Důležité je, že účinnost využití paliva stoupne z cca 30 % u běžných tepelných uhelných elektráren nebo dokonce z 5 % u jaderných elektráren až k 90 %. Při plánování nového zdroje tepla nebo rekonstrukci stávajícího je vždy dobré zamyslet se nad možností vyrábět vlastní elektřinu. Kromě energetické nezávislosti může být zajímavý i ekonomický přínos z prodeje elektřiny, případně z úspor za vlastní spotřebu.

Z hlediska bezpečnosti zásobování elektřinou mají obnovitelné zdroje význam (vedle ostrovního provozu) v případě, že síť s nimi dokáže pracovat. V současnosti je podíl obnovitelných zdrojů na výrobě elektřiny velmi malý, takže výkyvy v produkci v síti nepůsobí velké problémy. Výkyvy na straně spotřeby jsou mnohem větší, než jsou na straně dodávky. Současná regulace sítě je však uzpůsobena tak, že se reguluje výroba elektřiny podle okamžitého odběru. Zdrojů je relativně málo, takže regulace je jednodušší. V případě většího rozšíření slunečních a větrných elektráren bude potřeba přizpůsobit regulaci sítě tak, aby počítala s výkyvy v těchto sítích. Produkci větrných elektráren lze předpovídat na základě meteorologické předpovědi, podobně u solárních elektráren nedá moc práce odhadnout, že budou dodávat proud jen od východu do západu slunce. U jiných zdrojů, jako jsou vodní elektrárny, bioplynové stanice či zdroje spalující biomasu lze harmonogram dodávky sjednat předem.

Zdá se, že vhodným řešením jsou tzv. inteligentní sítě (smart grids). Takováto síť dokáže sladit odběr zákazníka, výrobu a akumulaci elektřiny tak, aby provoz byl co nejefektivnější. Podle potřeby tak bude možné spínat dálkově některé spotřebiče (typicky elektrické ohřívače vody), a využít tak možnost akumulace, nebo přesunout provoz myčky, pračky a podobných spotřebičů do doby, kdy je elektřina nejlevnější. Současně bude možné automaticky zvýšit například výkon kogeneračních jednotek při vyšší poptávce po elektřině, takže provozovatel bude prodávat za vyšší cenu.



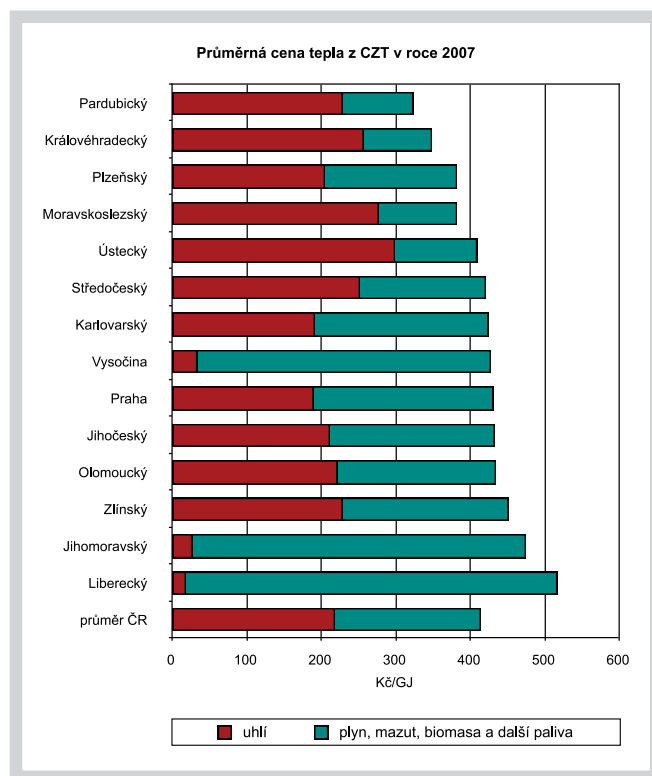
Výroba a spotřeba elektřiny. Zdroj: ERÚ

Bezpečnost dodávek elektřiny je důležitá i proto, že bez elektřiny nefunguje ani drtivá většina ostatních energetických systémů. Mnoho rodinných domků si bez elektřiny nemůže ani zatopit dřevem – bez oběhového čerpadla nebo spalínového ventilátoru kotel na dřevo nefunguje. Úplně stejně fungují i městské teplárny – pokud nemají vlastní zdroj elektřiny, nejsou schopny bez elektřiny dodávat teplo.

4.2. Teplo

Zásobování teplem je poměrně bezpečná oblast – každý zdroj spalující tuhá paliva má zásobu na několik dní až měsíců. To platí od rodinných domků až po největší dodavatele tepla. Zařízení spalující biomasu jsou zde relativně rizikovější, protože vyžadují speciální palivo. Obvykle platí, že například v kotli na slámu nejde jednoduše spalovat dřevo. Výpadek v dodávce paliva pak vede k tomu, že palivo je nutno dovážet z větší dálky, případně nakupovat za vyšší cenu, což vede ke zdražení tepla. Takováto situace nastala před několika lety, kdy mnoho malých obecních vytopen a kotelen na štěpku se potýkala s nedostatkem paliva. Štěpku totiž skoupil ČEZ pro tzv. spoluspalování v hnědouhelných elektrárnách.

Před rozhodnutím o výstavbě zařízení pro spalování biomasy je tedy nezbytné pečlivě zmapovat potenciál zdrojů v dopraveně dostupné oblasti. Případně instalovat různé kotle pro spalování různých druhů paliv.



Průměrná cena tepla v různých krajích v roce 2007. Zdroj: ERÚ

Poznámka: v Libereckém a Jihomoravském kraji se teplo vyrábí převážně z plynu a topných olejů, v kraji Vysočina z velké části z biomasy.

■ 4.3. Energetická soběstačnost

Obnovitelné zdroje jsou cestou k energetické soběstačnosti na osobní, obecní či regionální úrovni. Energetická soběstačnost některých domů, obcí a regionů je však v současnosti spíše účetní než faktická. Všichni totiž využívají síť jako nekonečně velký akumulátor. Podle potřeby do ní dodávají přebytek nebo z ní energii odebírají v době, kdy vlastní zdroje poptávce nestačí. V roční bilanci je výroba a spotřeba vyrovnaná. Bez napojení na síť by bylo dosažení soběstačnosti mnohem náročnější a dražší. Vzdávat se vymoženosti dobře fungující elektrické sítě je však zbytečné.

Energetická soběstačnost na úrovni obce či regionu má různé výhody:

- bezpečnost vůči výpadkům vnějších dodávek,
- zvýšení spolehlivosti celostátní energetiky,
- lokální zlepšení ovzduší – snižování emisí z lokálních topenišť na fosilní paliva,
- snížení globálních emisí CO₂,
- využití místních zdrojů,
- podpora zemědělců, kteří pěstují energetické plodiny,
- vytvoření pracovních míst v obci,
- peníze za energii zůstávají v regionu,
- občané mohou ovlivňovat ceny energií v obci.

V současnosti roste zájem průmyslových podniků i domácností o pořízení vlastního zdroje elektřiny nebo tepla. Důvodem není nespolehlivost dodávek nebo technické problémy se sítěmi, ale rostoucí ceny plynu a elektřiny a dalších paliv. V kombinaci s podporou výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů a kogenerace roste ekonomická zajímavost takové investice.

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



Bioplynová stanice se často využívá pro zvýšení energetické soběstačnosti obce. Foto: Jiří Beranovský, EkoWATT

■ 5. Větrné elektrárny

Česká republika patří k zemím, kde se energie větru stále ještě příliš nevyužívá. Odhaduje se, že z větru bude v roce 2020 kryto až 3 % výroby elektřiny. Tomu odpovídá produkce 2 550 GWh, což představuje spotřebu asi jednoho milionu domácností. V roce 2050 by z větru mohlo být vyrobeno 6 TWh elektřiny. I když to není velké číslo, bylo by jistě škoda tento potenciál nevyužít.

Zásadní výhodou větrných elektráren je to, že během svého provozu nepotřebují žádné palivo a neprodukují žádné emise. Přispívají tedy nejen ke snížení koncentrace CO₂ v atmosféře, ale i ke snížení dalších emisí z tuhých paliv. Vzhledem k tomu, že nepotřebují žádné palivo, nevyvolávají ani dopravní zatížení.

Zajímavou předností je rychlost výstavby. Postavit tepelnou elektrárnu na uhlí nebo plyn trvá i více než deset roků. Plánování je poměrně složité a elektrárna vyžaduje i rozsáhlou infrastrukturu. Větrnou elektrárnu lze postavit za několik týdnů nebo měsíců (po tří až pětileté projektové přípravě a schvalovacím řízení). V zemích, kde je povolenací řízení rychlejší, jsou větrné elektrárny oblíbené i proto, že instalovaný výkon přibývá velmi rychle.

V ČR fungovalo v polovině roku 2009 asi 80 větrných elektráren a větrných farem, jejich mapu lze nalézt třeba na stránkách Energetického regulačního úřadu (www.eru.cz). S převážnou většinou z nich nejsou žádné problémy. V Atlasu obnovitelných zdrojů (www.calla.cz/atlas) lze najít i některé malé, svépomocně vyráběné elektrárny. Každoročně si lze několik větrných elektráren prohlédnout zblízka v rámci Dne otevřených dveří větrných elektráren a promluvit si s provozovateli. Pozvánky a další informace jsou například na stránkách České společnosti pro větrnou energii (www.csve.cz).

	Výroba elektřiny z VE v roce 2007 [GWh]		Výroba elektřiny z VE v roce 2007 [GWh]
Německo	39 500	Polsko	535
Španělsko	27 050	Belgie	520
Dánsko	7 173	Finsko	191
Velká Británie	5 274	Česká republika	125
Francie	4 052	Maďarsko	110
Portugalsko	4 040	Estonsko	72
Itálie	4 034	Litva	66
Nizozemsko	3 437	Lucembursko	64
Rakousko	2 019	Bulharsko	61
Irsko	1 875	Lotyšsko	51
Řecko	1 847	Rumunsko	8
Švédsko	1 430	Slovensko	6

Výroba elektřiny z větru v EU Zdroj: EurObserv'ER

■ 5.1. Základní popis technologie, moderní typy

Větrné elektrárny jsou moderními nástupci větrných mlýnů. Síla větru, využívaná dříve nejen k mletí obilí, ale také k pohonu různých strojů, drcení kůry atp., se dnes přeměňuje na univerzálně použitelnou elektřinu. Moderní větrné elektrárny mají třílistý rotor s vodorovnou osou otáčení. Vývoj ukázal, že dvoulísté, jed-

nolisté nebo čtyřlístové vrtule nejsou tak výhodné. Tyto elektrárny pracují na vztakovém principu, kdy proud vzduchu obtéká lopatky vrtule s profilem podobným, jako má křídlo letadla. Vrtule pohání přes převodovku asynchronní generátor, který dodává střídavý proud, většinou o napětí 660 V, a tudíž nemohou pracovat jako autonomní zdroje energie. Existují i elektrárny se speciálním mnohapolovým generátorem, který nevyžaduje převodovou skříň. Díky tomu odpadají problémy s hlukem a údržbou převodovky. Veškerá technologie je umístěna v gondole na vrcholu nosného dutého sloupu, která se otáčí podle směru větru. V patě sloupu elektrárny je umístěna elektrotechnická část elektrárny.

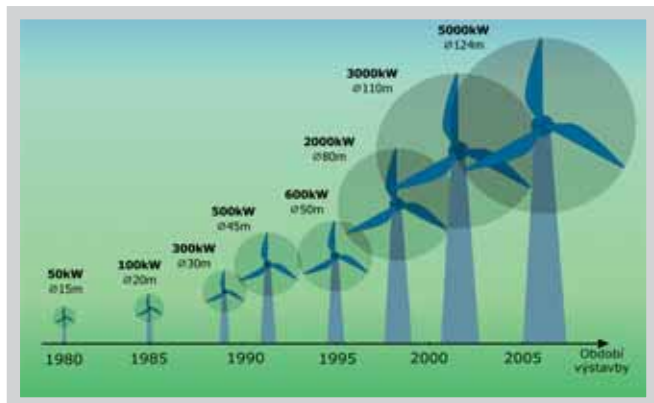
Podle rychlosti větru se natáčí listy vrtule, takže rotor se otáčí stále stejnou rychlostí. Rozběhová rychlost větru je obvykle 4 m/s, při rychlosti nad 20 až 25 m/s se elektrárna obvykle z bezpečnostních důvodů zastavuje. Ve vnitrozemských podmínkách je někdy elektrárnu nutno zastavit také kvůli námraze, která se tvoří na lopatkách.

Trendem je stavět elektrárny stále vyšší, s větším rotorem. Prvním důvodem je to, že rychlost větru roste s výškou nad terénem, takže čím vyšší stožár, tím vyšší produkce. Rotory s delšími lopatkami se více hodí do vnitrozemských podmínek, kde je nižší rychlost větru. Vrtule „sbírá vítr“ z větší plochy, takže výnos energie je vyšší. Dalším důvodem je ekonomika investice – jedna velká elektrárna s výkonem 2 MW stojí méně než čtyři elektrárny s výkonem 0,5 MW. Posledním důvodem je snaha využít dobré lokality co nejlépe. Proto se někdy starší elektrárny demontují a nahrazují se silnějšími stroji, i když jsou ještě provozuschopné. Repasované se pak prodávají do zemí třetího světa.

Kvůli ekonomice výstavby se staví obvykle vždy několik elektráren najednou, vznikají tzv. větrné parky nebo farmy.

Jiným trendem, který se ČR netýká, je stavět elektrárny na moři, až několik km od pevniny. Důvodem je vyšší rychlost větru nad mořskou hladinou a stálejší a vydatnější větry než na pevnině. Výkon těchto tzv. off-shore elektráren je až 6 MW, zatímco na pevnině se staví běžně elektrárny 1 až 2 MW, větší jen výjimečně.

Existují i elektrárny se svislou osou otáčení. Takové se nemusí natáčet podle směru větru. Nevýhodou však je, že jejich rotor je poměrně nízko nad terénem, kde má vítr nízkou rychlost. Setkáme se s nimi vzácně, v ČR vůbec.



Trend zvětšování větrných elektráren. Zdroj: EkoWATT

Specifickou záležitostí jsou malé elektrárny s výkonem od 100 W do 10 kW. Slouží obvykle jako zdroj elektřiny pro chaty nebo jiné objekty tam, kde není k dispozici elektřina ze sítě. Často jde o svépomocně postavená zařízení. Cena komerčních výrobků je poměrně vysoká, zejména oproti ceně elektrocentrál se spalovacím motorem.

5.2. Ekonomika instalace, výše a návratnost investice

Ačkoli první větrné elektrárny se v ČR postavily již před třiceti lety, do přijetí zákona o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie č. 180/2005 Sb. nebyla výstavba těchto zdrojů pro investory příliš zajímavá. Existoval sice systém výkupních cen, ale nebyla žádná garance jejich trvání. Riziko, že se ceny výrazně změní z roku na rok, bylo příliš vysoké. Zákon tuto nejistotu odstranil. V současnosti je výkupní cena pro větrné elektrárny zaručena na 20 let od spuštění. Pokud jsou investiční náklady nižší než 38 500 Kč/kW instalovaného výkonu a roční využití je vyšší než 1 900 hodin za rok, bude návratnost 15 let. Pokud se podaří postavit elektrárnu levněji, bude návratnost kratší. Podobně pokud v dané lokalitě vítr fouká častěji, takže roční využití je vyšší než 1 900 hodin (dobré lokality v ČR mají až 2 500 hodin ročně), je návratnost opět kratší.

Vzhledem k velkým instalovaným výkonům je potřeba i poměrně velkých investic. Např. větrná farma, kde je pět elektráren, každá s výkonem 2 MW, bude mít investiční náklady okolo 385 mil. Kč. Během 20 let životnosti lze předpokládat, že prvních 15 let bude investor splácet bankovní úvěr, a teprve posledních pět roků bude vydělávat.

Výkupní cena elektřiny z větru je každoročně stanovena Energetickým regulačním úřadem, pro rok 2010 je to 2,23 Kč/kWh. To je nejnižší cena ze všech podporovaných obnovitelných zdrojů. Bližší se tržní ceně tzv. silové elektřiny, která je v současnosti 1 až 2 Kč/kWh. Lze předpokládat, že s růstem ceny elektřiny z konvenčních zdrojů budou větrné elektrárny za několik let konkurenceschopné i bez regulovaných výkupních cen.

5.3. Potenciální vlivy na životní prostředí a nejčastější mýty

Větrné elektrárny jsou u nás zřejmě nejkontroverznějším způsobem výroby obnovitelné energie, který vyvolává velké diskuse. Odpor vůči nim je často veden za pomoci iracionálních argumentů. Zároveň je ale třeba říci, že především ochrana krajinného rázu je v případě větrných elektráren faktorem, který je nutno pečlivě zvažovat.

Narušení krajinného rázu

Nejvýznamnějším argumentem proti větrným elektrárnám je narušení krajinného rázu. Někomu se elektrárny líbí, někomu ne. V české krajině, kde lze jen s obtížemi najít panorama nerušené stožáry elektrického vedení či vysílači mobilních operátorů, představují větrné elektrárny další, zatím nezvyklý prvek. Paradoxně se u nich někdy dostává do konfliktu požadavek státní ochrany přírody na „nenápadnost“ elektrárny s požadavkem

bezpečnosti leteckého provozu na umístění zábleskového zařízení na vrchol stožáru kvůli jeho dobré viditelnosti. Trend stále větší stroje vede k tomu, že elektrárny může být méně, ale současně budou více vidět (až ze vzdálenosti několika km). Elektrárny ale mohou také pomoci snížit počet různých stožárů v krajině. Na stožár jedné elektrárny lze umístit několik různých telekomunikačních zařízení (zejména vysílače mobilních operátorů), které bohužel často mají každý svůj vlastní stožár. Díky umístění ve větší výšce mohou pak vysílače pokrýt větší území. Je dobré si uvědomit, že ekonomická životnost elektrárny je 20 let. Může tedy jít jen o dočasnou stavbu, která zase zmizí.

Hluk a infrazvuk

Nejstarším argumentem proti větrným elektrárnám je hluk. Starší stroje byly skutečně hlučnější, avšak technologický vývoj se soustředil na jeho výrazné snížení. Hluková studie je běžnou součástí dokumentace při stavebním řízení, v případě pochybností se uskuteční měření hluku na místě. Pokud by byly překročeny limity hluku stanovené při povolovacím řízení, mohl by to být důvod elektrárnu zavřít či omezit její provoz, což si málokterý investor dovolí riskovat.

Stejně tak i hladiny infrazvuku (zvuku pod slyšitelnými frekvencemi) a nízkofrekvenčního hluku v okolí větrných elektráren jsou hluboko pod hygienickými limity, které jsou v České republice přísnější než ve většině zemí EU.

Stroboskopický efekt

Stroboskopický efekt (vrhání pohyblivých stínů, je-li slunce nízko nad obzorem) není v praxi závažný, zejména právě kvůli vzdálenosti instalací od lidských obydlí. Podobně i odraz slunce na lopatkách je díky matným nátěrům již minulostí.

Kolize s ptáky a netopýry

Zdůrazňovaným problémem je kolize ptáků a netopýrů s rotorem elektrárny. K tomu skutečně dochází, zejména za mlhy a v noci a zároveň v určité části roku, kdy je daný druh aktivní. Pokud však elektrárna nestojí v místě migračního tahu ptáků nebo netopýrů, není počet zabitých zvířat zdaleka tak vysoký jako při kolizi s auty, prosklenými plochami budov nebo dráty vysokého napětí. V současnosti se intenzivně zkoumá, jak ptáky a netopýry ochránit. Slibně vypadá například odpuzování netopýrů pomocí radaru.

Pokud by byla elektrárna postavena na nevhodném místě, může rušit některé druhy hnízdících ptáků. Tomuto nebezpečí se předchází pečlivým výběrem lokality a obezřetností při povolovacím řízení, kdy je vyžadováno ornitologické hodnocení.

Rušení televizního signálu

Není nutno obávat se ani rušení televizního signálu. Zda k němu dojde, závisí na pozici televizního vysílače, elektrárny a domů, které mají anténu. Týká se jen blízkého okolí elektrárny. Pokud k němu dojde, lze problém snadno vyřešit instalací satelitní antény investorem.

Energetická návratnost

Energie, která byla potřeba na stavbu větrné elektrárny, se v podmínkách ČR vrátí za několik měsíců až za dva roky. Po

skončení životnosti se elektrárna dá snadno demontovat a zlikvidovat. Tubus a další ocelové součásti je možno recyklovat, v krajině však zůstanou obslužné komunikace a elektrické vedení, které tak bude možno využít pro novou větrnou elektrárnu, nebo jinou stavbu v daném místě.



Z ekonomických důvodů se větrné elektrárny staví ve skupinách. Foto: Karel Srdečný, EkoWATT

5.4. Další zdroje informací

Energetický regulační úřad: www.eru.cz

Česká společnost pro větrnou energii: www.csve.cz

Evropská asociace pro větrnou energii: www.ewea.org

Ústav fyziky atmosféry AV ČR: www.ufa.cas.cz

6. Malé vodní elektrárny

V posledních letech se energie z vody podílí na tuzemské výrobě elektřiny 3 až 4 %, podle toho jak „mokrá“ je rok. Z tohoto objemu připadá na malé vodní elektrárny (do 10 MW instalovaného výkonu) méně než polovina. Zatímco potenciál pro stavbu velkých vodních elektráren je v podstatě vyčerpán, malé vodní elektrárny (MVE) stále stavět lze, i když prudký rozvoj se očekávat nedá. Odhaduje se proto, že do roku 2020 vzroste produkce v MVE ze současných cca 1 000 GWh asi o čtvrtinu na 1 260 GWh.

Tím, že jsou MVE roztroušené po celém území ČR, snižují ztráty v přenosových sítích. Díky velkému počtu jsou jako celek poměrně spolehlivým zdrojem – výpadek jedné elektrárny se v součtu nepozná. MVE jsou nezávislé na dodávce paliva, zvyšují tedy energetickou bezpečnost. Produkce energie pochopitelně závisí na počasí, největší je v jarních měsících a nejmenší obvykle v srpnu, kdy je v tocích málo vody. Vzhledem k tomu, že na celkové produkci se MVE podílejí málo, toto kolísání příliš nevádí.

Výhodnější je, aby vodní elektrárny vyráběly elektřinu v odběrových špičkách. Tento princip využívají především přečerpávací elektrárny a velké elektrárny, které mohou vodu zadržet na hrázi. U MVE lze tento způsob provozu použít jen někdy, přičemž je třeba dbát na to, aby nedocházelo k příliš velkému kolísání hladiny nad elektrárnou a velkým změnám průtoku pod ní.

V ČR funguje asi 1 300 vodních elektráren. Velké lze najít na mapách ERÚ (www.eru.cz), některé malé vodní elektrárny jsou například v Atlasu OZE (www.calla.cz/atlas). Mnoho provozovatelů se brání širší publicitě, ale neodmítne zájemce o odbornou exkurzi.

	Výroba elektřiny z MVEv roce 2007 [GWh]		Výroba elektřiny z MVEv roce 2007 [GWh]
Itálie	7 100	Velká Británie	534
Německo	6 585	Řecko	389
Francie	6 221	Belgie	210
Španělsko	4 105	Lucembursko	111
Švédsko	3 789	Irsko	107
Rakousko	3 542	Slovensko	64
Česká republika	1 112	Litva	56
Portugalsko	1 059	Maďarsko	47
Polsko	964	Lotyšsko	40
Finsko	928	Dánsko	28
Rumunsko	693	Estonsko	22
Bulharsko	689	Nizozemsko	0

Výroba elektřiny z malých vodních elektráren v EU. Zdroj: EurObserv'ER

6.1. Základní popis technologie, moderní typy

Malá vodní elektrárna (MVE) využívá energii vody k roztocení turbíny, která pak pohání generátor elektřiny. K dispozici je několik typů turbín, jejichž konstrukce je desetiletí vylepšována. Největší MVE používají konstrukčně náročnou Kaplanovu

turbínu, která se hodí pro výkony od 5 kW do 1 MW, při spádu od 20 m. Nejčastěji se u MVE setkáváme s Francisovou turbínou, pro výkony od 20 kW do 5 MW, při spádu od 10 m. V některých MVE se dodnes používají desítky let staré a stále funkční turbíny, jejichž životnost a účinnost se dá zvýšit repasí. U menších MVE se často využívá Bánkiho turbína, která je konstrukčně jednoduchá, takže si ji někdy majitelé MVE vyráběli svépomocí. Používá se pro výkony od 1 do 100 kW, při spádu od 2 m. V horských MVE se může použít Peltonova turbína, která se hodí pro spády nad 30 m a výkon 10 kW až 1 MW. Naopak u říčních MVE s velmi malým spádem do 8 m se můžeme setkat s Archimédovým šroubem, v ČR se pro malé spády vyvinula speciální vírová turbína, s níž se zatím v praxi moc nesetkáváme. Setkat se můžeme i s bezopatkovou, konstrukčně velmi jednoduchou turbínou SE-TUR, která dokáže využít i velmi malé vodní toky. Vyrábí se ve výkonech od 70 W do 7 kW, takže se hodí spíše pro zásobování odlehklých budov než pro komerční dodávku elektřiny do sítě.

6.2. Ekonomika instalace, výše a návratnost investice

Každou MVE je nutno navrhnout podle daných přírodních podmínek, s ohledem na specifika toku a požadavky ochrany přírody v dané oblasti. Výstavba úplně nových MVE je poměrně vzácná, většinou se setkáme s obnovou MVE v místě, kde už kdysi byl vodní mlýn, pila nebo hamr. Další využívanou možností je rozšíření kapacity stávajících MVE (instalace dalších turbín pro využití sezónních průtoků nebo výměna starých turbín za účinnější typy). Při rekonstrukci pak záleží na stavu původního vodního díla, případně využitelnosti původních budov a staveb.

Ekonomika každé MVE je tedy vždy velmi individuální. Při výstavbě nové nebo obnově zcela zničené MVE, kdy je potřeba vybudovat celé nové vodní dílo (nový jez, přivaděče, odpadní kanál) jsou náklady velmi vysoké (v řádu desítek až stovek milionů Kč) a návratnost může být i více než 50 roků. Naopak tam, kde jde třeba jen o instalaci další turbíny do plně funkční MVE, jsou náklady jen v řádu stovek tisíc Kč a návratnost bývá výrazně kratší. Velmi efektivní je instalace turbíny u vodárenských nádrží, kde je již veškerá infrastruktura a turbína jen nahradí dosavadní škrtkací armaturu, kde se snižoval tlak vody na potřebnou úroveň.

6.3. Potenciální vlivy na životní prostředí a nejčastější mýty

Omezení biodiverzity

MVE nezanedbatelným způsobem ovlivňují vodní tok, protože v přirozeném toku tvoří překážku. V některých případech může také dojít k zatopení cenných biotopů. Obnova starého vodního díla na malém toku může ale také naopak vhodně podpořit jeho revitalizaci a zvýšit lokální biodiverzitu.

Při rekonstrukcích MVE se obvykle buduje tzv. rybí přechod, který u stávajících vodních děl často chybí. Díky tomu se tok stává prostupnějším pro migrující vodní živočichy. Pro investora to znamená vyšší výdaje. Při povolovacím řízení ke stavbě MVE je téměř vždy vyžadováno zpracování biologického hodnocení.

Zajištění minimálního zůstatkového průtoku

Ve snaze vyrobit co nejvíce elektřiny provozovatelé nenechávají v původním korytě předepsané minimální množství vody, což negativně ovlivňuje ryby a další vodní živočichy. Všechna voda pak protéká přes turbínu a jez a přilehlá část koryta je bez vody. To je v rozporu s provozním řádem a může a má být pokutováno.

Ochrana ryb

Proti vnikání ryb do turbíny se instalují jemné česle před turbínou a elektronický odpuzovač na vtoku do náhonu. Ve snaze snížit ztráty při průtoku může někdo jemné česle odstranit, což ryby ohroží.

Zlepšení kvality vody

Provozovatelé často zdůrazňují, že MVE okysličují vodu, a tak zvyšují její samočisticí schopnost. To je pravda jen u některých turbín, zejména u oblíbené a často se vyskytující Bánkiho turbíny. U jiných turbín naopak může docházet ke snížení obsahu vzduchu ve vodě. Pro okysličování vody je ale také důležitý jez, přes který voda přepadá. I proto je nutné dodržovat minimální (předepsaný) průtok v korytě (viz výše). Vodu mohou okysličovat i některé typy rybích přechodů. Obecně tedy MVE k okysličování vody přispívají.

Vypouštění nečistot do toku

Provozovatel někdy nedodržuje povinnost likvidovat nečistoty zachycené na česlích MVE a pouští je zpět do toku. Opět jde o porušení předpisů, které může být pokutováno.



Přírodě blízký rybí přechod. Foto: Edvard Sequens

6.4. Další zdroje informací

Energetický regulační úřad: www.eru.cz

Abeceda vodních pohonů: mve.energetika.cz

Český hydrometeorologický ústav: www.chmi.cz

Svaz podnikatelů pro využití energetických zdrojů: www.spvez.org

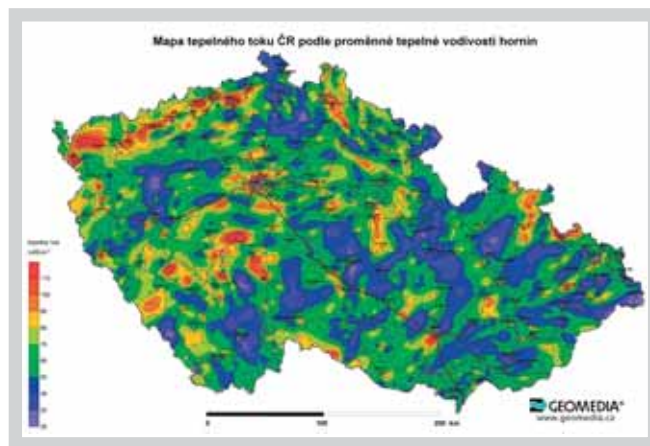
7. Geotermální energie

Nejstarším a tradičním využitím geotermální energie jsou prameny teplých lázeňských vod. Tyto vody jsou ohřívány teplem, které prochází ze žhavého jádra planety na povrch. V ČR je tepelný tok asi 60 mW/m², v některých oblastech (Ostravsko, Krušné Hory) až 90 mW/m², Na Karlovarsku a Teplicku až 100 mW/m².

V ČR není přírodních zdrojů teplé podzemní vody mnoho, na rozdíl od Islandu nebo některých oblastí Severní Ameriky. Jedním z mála tuzemských příkladů je využití podzemní teplé vody v Děčíně. Voda zde vytéká samovolně z hloubky 550 m a má teplotu 30 °C. To je pro přímé využití nízká teplota. Pomocí tepelných čerpadel se podzemní voda ochlazuje na 10 °C a poté se používá jako pitná voda pro město. Získané teplo se využívá v městské teplárně, kde jako další zdroj tepla jsou ještě kogenerační jednotky a kotle na zemní plyn.

V současnosti je využívání geotermální energie z hlubokých vrtů v ČR teprve v začátcích. Teoretický potenciál zemského tepla v ČR mnohonásobně převyšuje současnou spotřebu všech primárních paliv. Praktické využití je zatím omezeno zejména ekonomikou projektů, protože stavba geotermálních elektráren je poměrně drahá.

Zpráva Nezávislé energetické komise předpokládá, že v roce 2020 se z geotermální energie bude vyrábět 480 GWh elektřiny a do roku 2050 tento podíl vzroste na 10 TWh. Spolu s využitím tepla se předpokládá, že geotermální energie pokryje v roce 2050 asi 14 % dnešní spotřeby primárních zdrojů. To je významný podíl, který se může zvýšit například díky technologickému rozvoji.



Mapa oblastí pro využití geotermální energie. Zdroj: Geomedia

7.1. Základní popis technologie, moderní typy

Pro výrobu elektřiny je potřeba mít k dispozici teplo o vyšší teplotě (více než 130 °C). Toto teplo lze získat dvěma způsoby, jejichž použití závisí na konkrétních geologických podmínkách. První je případ, kdy z vrtu hloubky až 5 km samovolně vyvěrá nebo se čerpá horká voda. V ČR se však výskyt takovýchto lokalit nepředpokládá. Proto se u chystaných projektů uvažuje

o využití systému Hot-dry-rock nebo Fractured-dry-rock, kdy se provedou dva hlubinné vrtý s hloubkou až několik kilometrů, ve vzdálenosti několik set metrů od sebe. Do jednoho vrtu se pak pod tlakem vhání voda, která se z druhého vrtu čerpá ohřátá. Horninu mezi vrtý je někdy nutno narušit, aby voda mohla mezi vrtý proudit. Horká voda se pak použije stejně jako v konvenční tepelné elektrárně, tj. přemění se na páru, která pohání turbíny generátorů elektřiny. Kvůli mineralizaci a znečištění se nepoužívá podzemní voda přímo, ale přes výměník ohřívá uzavřený parní okruh turbíny. Pokud je v místě geotermální elektrárny možnost odběru tepla například pro vytápění budov, lze elektřinu vyrábět společně s teplem pro vytápění.

V současnosti existuje po celém světě několik geotermálních elektráren s celkovým výkonem 2 300 MW. V ČR se připravuje stavba geotermální elektrárny v Litoměřicích, kde se pracuje na provedení tří vrtů s hloubkou 4 až 5 km. Instalovaný elektrický výkon bude asi 5 MW, tepelný výkon použitý pro městskou teplotní síť bude 47 MW. Podobný projekt se připravuje v Liberci a o výstavbě uvažují i další města.

Geotermální energii lze využít také jen k získání tepla pro vytápění. Zde je možné, aby voda z podzemí měla nižší teplotu. Vrtý jsou v tomto případě mělčí, okolo 500 m. Využívá se voda z přirozených podzemních rezervoárů, které pochopitelně jsou jen v určitých lokalitách. Při teplotách zhruba nad 50 °C lze podzemní vodu využít pro vytápění budov přímo. Pokud má podzemní voda nižší teplotu, její energie se využije pomocí tepelných čerpadel. Takovéto řešení je uplatněno v ZOO Ústí nad Labem, kde se využívá podzemní voda s teplotou 32 °C z vrtu hlubokého 515 m.



Tepelné čerpadlo pro vytápění bytového domu teplem z hlubinných vrtů.
Foto: Karel Srdečný, EkoWATT

Poslední a nejrozšířenější možností, jak využívat geotermální energii, je využití tepla z nejsvrchnějších vrstev zemské kůry. Provádí se pomocí vrtů hlubokých 60 až 150 m. V takovéto hloubce je v ČR celoročně teplota 8 až 12 °C. To k vytápění budov pochopitelně nestačí, vrtý tedy slouží jako zdroj nízkopotenciálního tepla pro tepelná čerpadla. Kvůli nižší teplotě vstupní vody je efektivita tepelných čerpadel nižší než v předchozím případě. Výhodou je ovšem možnost provést vrtý té-

měř kdekoli (kromě ochranných pásem lázní a minerálních vod). Výjimečně lze z podzemí přímo čerpat vodu, která se pak ochlazuje ve výměníku tepelného čerpadla a po ochlazení se vrací do podzemí zasakovací studnou. Častěji je však vrt „suchý“, takže se do vrtu spustí hadice, ve které proudí nemrznoucí směs jako médium pro přenos tepla mezi horninou a tepelným čerpadlem. Vrtý jako zdroj nízkopotenciálního tepla pro tepelné čerpadlo jsou v současnosti nahrazovány plošným zemním výměníkem, kdy se čerpá teplo ze zeminy z hloubky cca 1,5 m. V tom případě však jde spíše o využití sluneční energie (teplo, které přichází „shora“ je v tomto případě řádově vyšší než teplo, které přichází „zespoda“).

7.2. Ekonomika instalace, výše a návratnost investice

Se stavbou a provozem geotermální elektrárny v ČR dosud nejsou dostatečné zkušenosti. Nákladná je již příprava záměru stavby, neboť je nutné provést zkušební vrtý, v ceně desítek milionů Kč. Přitom tyto průzkumné práce nakonec nemusí potvrdit vhodnost výstavby v daném místě.

I když geotermální elektrárna nevyžaduje žádné palivo, během provozu se mohou vyskytnout problémy, jejichž odstraňování provoz prodává, například agresivita podzemní vody. Z těchto důvodů geotermální elektrárny dosud příliš nepřitahují zájemce o komerční výstavbu. Pro urychlení rozvoje v této oblasti bude zřejmě nutné vytvořit několik pilotních projektů, kde finanční stránka nebude rozhodujícím ukazatelem.

Naopak velké zkušenosti jsou s používáním relativně mělkých vrtů jako zdroje nízkopotenciálního tepla pro tepelná čerpadla pro vytápění rodinných domů a dalších budov. Zde jsou investiční náklady pro běžný rodinný dům 300 až 400 tis. Kč, přičemž na vrt připadá asi 100 tis. Kč. Návratnost při porovnání s vytápěním elektřinou je okolo 10 let, při porovnání s plynovým vytápěním je delší. Návratnost může být kratší při využití dotace (např. pro fyzické osoby program Zelená úsporám, pro obce Operační program Životní prostředí aj.).

Jak bylo uvedeno výše, vrtý jsou v současnosti nahrazovány levnějším zemním výměníkem. Z hlediska uživatele nejsou rozdíly významné, podobně i z hlediska úspory energie a produkce emisí.

7.3. Potenciální vlivy na životní prostředí a nejčastější mýty

Vrtý odvedou vodu ze studní

Nesprávně provedené vrtý by mohly ohrozit hydrogeologické poměry v podloží. U větších projektů se proto vždy provádí pečlivý průzkum. Provedení vrtů a čerpání podzemní vody musí povolit příslušný vodoprávní úřad. Provádění vrtů v I. a v II. ochranném pásmu lázní a minerálních vod je navíc upravené zvláštními předpisy. Firma, provádějící vrt, musí mít příslušné oprávnění Báňského úřadu. Lze tedy říci, že při správném postupu by vrt neměl způsobit žádnou škodu. To platí jak o hlubinných vrtech, tak o relativně krátkých vrtech, které se běžně provádějí u ro-

dinných domků. Zde se lze někdy setkat s obavami sousedů, že jim vrt „vezme vodu“ ze studny. V praxi k tomu nedochází, je-li vrt správně proveden, riziko lze dále snížit hydrogeologickým posudkem zpracovaným před provedením vrtu.

Poškození ozonové vrstvy

Pokud se pro využití geotermální energie používají tepelná čerpadla, vesměs pracují s tzv. měkkými freony, které nejsou pro ozónovou vrstvu tolik nebezpečné. Při opravě tepelného čerpadla se freony odsávají a recyklují, do ovzduší by tedy uniknout tak jako tak neměly.

7.4. Další zdroje informací

Česká geologická služba: www.geofond.cz, www.geology.cz
Geomedia: www.geomedia.cz

8. Fotovoltaické elektrárny

Většina technologií obnovitelných zdrojů využívá nějakým způsobem transformovanou sluneční energii – ať jde o energii větru, vody nebo energii obsaženou v biomase. Fotovoltaická elektrárna dokáže dopadající sluneční energii proměnit na elektřinu přímo. Jde o produkt kosmického výzkumu – družice vždy potřebovaly elektřinu a dopravovat na oběžnou dráhu těžké akumulátory by bylo velice drahé.

Potenciál sluneční energie je obrovský – na území ČR dopadne za rok asi 140x více energie, než je veškerá spotřeba primárních zdrojů (které se využívají s nevelkou účinností). Lze tedy předpokládat, že v budoucnosti může být fotovoltaika stále významnějším zdrojem.

V roce 2008 se fotovoltaika podílela na výrobě elektřiny pouze 0,015 %. Zpráva NEK odhaduje, že v roce 2020 se bude z fotovoltaiky vyrábět 1,2 % elektřiny (980 GWh) a v roce 2050 už to bude 18,24 TWh. To je o něco více, než v současnosti spotřebovávají všechny domácnosti v ČR. Je zřejmé, že se očekává velmi dynamický vývoj. Díky technologickému pokroku lze čekat jednak snížení výrobní ceny křemíkových panelů, a jednak nástup technologií, které křemík nevyužívají. Při poklesu ceny technologií může být nástup fotovoltaiky masivní.

Pokud by se fotovoltaika podílela na výrobě elektřiny v řádech desítek procent, bude nutno reagovat na její zásadní nevýhodu – vyrábí elektřinu jen v době slunečního svitu. Jednou z možností, jak tento problém řešit, je použití tzv. inteligentních sítí, které řídí nejen výrobu, ale i spotřebu energie (viz kapitola 5). V současnosti a během několika příštích let je však výroba elektřiny ze slunce (ale i z větru) tak malá, že jakékoli výkyvy stávající sítě absorbuje bez větších problémů. Jestliže si stávající síť poradí s výpadkem zdroje velikosti 1 000 MW (jeden blok Temelína), nemělo by jí vadit, když solární elektrárnu s výkonem tisíckrát menším na chvíli zastíní mrak.

Fotovoltaika je velice zajímavá i pro rozvojové země. Dát na střechu několik panelů doplněných akumulátorem je mnohem jednodušší a rychlejší, než vybudovat velkou elektrárnu a elektrickou síť. Na rozdíl od současně používaných dieselagregátů nepotřebuje fotovoltaika žádné palivo (které se musí často složitě dopravovat) a téměř žádnou obsluhu a servis.

V České republice bylo v polovině roku 2009 instalováno přes 80 MW fotovoltaických zařízení. To se samozřejmě nedá srovnávat třeba se Španělskem, kde se jen v roce 2008 instalovalo 2 300 MW, což představuje 42 % světového trhu. Mezi novými členskými zeměmi EU však Česká republika výrazně vede.

	Instalovaný výkon v roce 2008 [kW]		Instalovaný výkon v roce 2008 [kW]
Česká republika	54 674	Malta	238
Kypr	2 186	Slovensko	66
Slovinsko	2 146	Litva	55
Bulharsko	1 407	Estonsko	12
Maďarsko	450	Lotyšsko	4
Rumunsko	450		

Výkon solárních elektráren v nových zemích EU. Zdroj: Centre for Photovoltaics of the Warsaw University



Natáčecí zařízení umožní zvýšit výnos energie. Foto: Karel Srdečný, EkoWATT

8.1. Základní popis technologie, moderní typy

Dosud je fotovoltaika postavena na využití křemíkových polovodičů. Křemík je sice velmi dostupný materiál, ale pro výrobu fotovoltaiky je potřeba křemík o vysoké čistotě (i když řádově menší, než je potřeba do počítačových součástek). Fotovoltaické panely jsou vyráběny s pomocí náročné technologie – na rozdíl od vodního kola nebo bioplynového reaktoru si ho nikdo doma v garáži nesestaví. To jsou důvody, proč je cena panelů stále vysoká.

Komerčně dostupné křemíkové články můžeme rozdělit na tři druhy:

Články z monokrystalického křemíku Účinnost 14 až 18 %		Panel se skládá z článků tvaru čtverce s kulatými rohy (to je dáno výrobní technologií, destičky se řežou z válcové tyče).
Články z polykrystalického křemíku Účinnost 13 až 16 %		Panely jsou složeny z destiček čistě čtvercového tvaru s jasně viditelnou kontaktní mřížkou.
Panely z amorfního tenkovrstvého křemíku Účinnost 5 až 8 %		Panely jsou na pohled tvořeny jednodílnou tmavou plochou, s nevýraznou kontaktní mřížkou. Mohou být i na ohebných materiálech (střešní fólie).

Na výrobu panelů z amorfního křemíku je potřeba až stokrát méně křemíku než na výrobu krystalických článků. To snižuje jejich cenu, na druhou stranu kvůli horší účinnosti potřebují amorfnní panely asi dvojnásobnou plochu pro instalaci při stejném výkonu.

Křemíkové články pracují na principu fotoelektrického jevu: částice světla – fotony – dopadají na článek a svou energií z něho „vyrážejí“ elektrony. Polovodičová struktura článku pak uspořádává pohyb elektronů na využitelný stejnosměrný elektrický proud. Ten se pak většinou převádí pomocí konvertoru na střídavý pro dodávku do sítě.

V současnosti (rok 2009) je světová výrobní kapacita fotovoltaických panelů asi 5 MW ročně, na amorfnní panely připadá cca 15 %. Výrobci však předpokládají, že tento podíl se bude zvětšovat. Znamená to, že v nejbližší budoucnosti bude většina fotovoltaických elektráren využívat panely na bázi krystalického křemíku.

Budoucí vývoj se může ubírat různými cestami. Pravděpodobně je zvyšování účinnosti zařízení na bázi amorfnního křemíku a snižování spotřeby materiálu (a tím i ceny) u krystalických panelů. Vyvíjí se fotovoltaika využívající nanostruktury, což by dále snížilo spotřebu křemíku. Jiným řešením vysoké ceny čistého křemíku je výroba článků na bázi jiných materiálů, například kadmium-telurové nebo z organických polymerů. Tento výčet zdaleka není vyčerpávající. Je otázka, nakolik nové technologie budou schopné konkurovat křemíkovým článkům, jejichž výroba se díky masové produkci stále zlevňuje.

Fotovoltaika na budovách

Instalace fotovoltaických zařízení na budovách má mnoho výhod. Jednou z nich je zvýšení energetické soběstačnosti budovy; v současnosti (2009) je díky systému zelených bonusů většinou ekonomicky výhodnější elektrinu v budově ihned spotřebovávat.

Fotovoltaické panely jsou nejčastěji umístěny na šikmé střeše budovy, a to na konstrukci nad krytinou. Lze se setkat i s tím, že panely přímo tvoří krytinu, zde je ale nutno vyřešit vodotěsné spojení mezi panely, teplotní dilataci a hlavně odvětrání panelů kvůli chlazení (s vyšší teplotou panelů klesá jejich účinnost). Má-li být prostor pod střechou vytápěný, dostává se požadavek na chlazení panelů do konfliktu s požadavkem na tepelnou izolaci stavby. Vzhledem k tomu, že metr čtvereční fotovoltaického panelu stojí řádově víc než metr čtvereční krytiny, není úspora na krytině příliš velká.

Pokud má budova plochou střechu, umísťují se panely často na nosnou konstrukci s požadovaným sklonem. Výhodou je, že panely lze vždy orientovat na jih. Aby se nemuselo zasahovat do krytiny (což sebou nese riziko zatékání), je nosná konstrukce často jen zatížena betonovými bloky. Takové zatížení však každá střecha nesnese. Konstrukce moderních halových staveb (sklady, supermarketů atd.) je často tak optimalizovaná, že nesnese ani zatížení vlastními panely, natož závažím. V takové

vém případě lze uvažovat o použití střešní fólie s integrovanými pásy fotovoltaiky z amorfního křemíku. Fólie je vodotěsná, takže o jejím použití lze uvažovat i v případě rekonstrukce starších budov, kde nahradí starou krytinu.

Fotovoltaické panely lze umístit i na fasádu. Z konstrukčních důvodů (konflikt mezi potřebou chlazení panelů a požadavkem na tepelnou izolaci vnitřního prostoru, statické řešení) se tento způsob hodí spíše pro novostavby než pro rekonstrukce. Bohužel na svisle umístěné panely dopadá i při orientaci přesně na jih asi o 30 % méně sluneční energie než na panely se sklonem 35°, který je pro ČR optimální. Při orientaci fasády na jihovýchod nebo jihozápad je získaná sluneční energie ještě menší.



Fotovoltaika pomáhá snižovat emise i v průmyslu. Foto: Karel Srdečný, EkoWATT

Elektrárny na volné ploše

Nejen u fotovoltaiky platí, že čím je elektrárna větší, tím jsou měrné investiční náklady nižší. Investor, který chce postavit elektrárnu s výkonem stovek kilowatt a více, se stěží „vejde“ na střešku nějaké budovy.

Pokud je elektrárna na volné ploše, lze panely umístit s ideálním sklonem a orientací. Využit můžeme i tzv. trackery, neboli konstrukci, která panely natáčí tak, aby na ně sluneční záření dopadalo vždy kolmo. To zvyšuje produkci asi o 35 % v porovnání s panely na pevné konstrukci či na střeše. Trackery lze kombinovat i se zrcadly nebo koncentrátory, které „sbírají“ sluneční záření z větší plochy a směřují ho na panely. Trackery mohou být dvouosé (mění se sklon i orientace panelů) nebo jednoosé (panely mají pevný sklon a za sluncem se jen otáčejí). Trackery jsou pochopitelně dražší než pevná nosná konstrukce, vyžadují i větší servis. S tím, jak klesá cena panelů, používají se trackery stále méně, neboť je levnější koupit více panelů než drahé polohovací zařízení.

U pevných konstrukcí se lze setkat se dvěma typy. První je rámová konstrukce z ocelových nebo hliníkových profilů, nejčastěji kotvená k terénu závrtnými šrouby. Výhodou je, že

konstrukci lze dobře přizpůsobit terénním nerovnostem. Konstrukce může být i ze dřeva, které však vyžaduje větší údržbu. Druhý typ konstrukce je tvořen betonovými patkami, které nejsou vodorovné tyče pro uchycení panelů. Patky kotvení k terénu nevyžadují, jejich vlastní váha je dostatečná na to, aby vší celou konstrukci s panely nepřevrátil.

Na rozdíl od elektráren na budovách je u větších elektráren na volné ploše obtížnější zajistit připojení k síti. Kapacita sítě je z hlediska připojování nových zdrojů omezená. V současnosti existují oblasti, kde již nový zdroj velikosti jednotek MW nelze připojit.

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

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

■ 8.2. Ekonomika instalace, výše a návratnost investice

Rozhodující položkou v rozpočtu fotovoltaické elektrárny jsou panely. Jejich cena neustále klesá díky technologickému vývoji a zvyšujícímu se objemu produkce. Trh s fotovoltaikou je skutečně globální, a tak je ovlivněn například změnou výkupních cen elektřiny z fotovoltaiky v Německu. Pro rok 2010 se očekává, že poprvé v historii bude poptávka po fotovoltaike menší, než je výrobní kapacita. To může dále snížit ceny.

V ČR funguje již od roku 2006 systém výkupních cen. Tento systém se používá v mnoha dalších zemích EU, ale i v USA, Austrálii a jiných zemích. Jinde existují dotace, daňové úlevy, příplatky k elektřině z fotovoltaiky nebo jiný způsob podpory. Pro investory je důležité, že české zákony zaručují, že výkupní cena bude platit pod dobu 20 let, s meziročním zvýšením pro vyrovnání vlivu inflace. Zákon o OZE č. 180/2005 stanovil, že výkupní ceny pro nové zdroje mohou poklesnout meziročně jen o 5 %. Přitom investiční náklady na fotovoltaiku klesají rychleji, takže investice do fotovoltaiky je stále výhodnější. Je proto navržena změna zákona, která by umožnila větší meziroční snížení výkupní ceny.

Belgie	0,15–0,45 €/kWh
Česká republika	0,49 €/kWh
Francie	0,30–0,40 €/kWh
Irsko	0,36–0,49 €/kWh
Kypr	0,36–0,42 €/kWh
Lucembursko	0,37–0,42 €/kWh
Německo	0,33–0,43 €/kWh
Portugalsko	0,28–0,45 €/kWh
Řecko	0,40–0,50 €/kWh
Slovensko	0,45 €/kWh

Výkupní ceny za elektřinu z fotovoltaiky v roce 2007 v různých zemích EU.
Zdroj: Joint Research Centre

Výkupní cena v roce 2010 je pro systémy do 30 kW o něco vyšší, než pro větší elektrárny. Konkrétně 12,25 Kč/kWh oproti 12,15 Kč/kWh. Jde spíše o symbolickou snahu podporovat systémy na budovách a nikoli velké elektrárny na volné ploše. Podobně postupují i jiné země, kde je výše výkupní ceny odstupňována podle umístění nebo velikosti elektrárny.

Podle současného zákona se provozovatel elektrárny může rozhodnout mezi dvěma způsoby provozu: buď v režimu výkupní ceny, nebo v režimu zelených bonusů.

V prvním případě elektrárna veškerou svoji produkci dodá do sítě a provozovatel za dodávku dostane zaplacenou regulovanou cenu. Pokud je elektrárna například na rodinném domě, domácnost stále nakupuje elektřinu pro svou potřebu podle dosavadního tarifu.

Při provozu v režimu zelených bonusů se část vyrobené elektřiny spotřebuje přímo v domě. Provozovatel budovy tak ušetří za část nakupované elektřiny. Přebytky z výroby pak může prodat do sítě. Zde je cena smluvní, v roce 2009 je to okolo 1 Kč/kWh. Elektřinu lze teoreticky nabídnout jakémukoli obchodníkovi

s elektřinou, kterých je v ČR více než 300, ale v praxi ji obvykle vykupuje příslušný provozovatel sítě (ČEZ, E.ON, PRE). Provozovatel elektrárny má pak ještě navíc nárok na zelený bonus za všechnu vyrobenou elektřinu, tedy za tu, kterou prodal do sítě, ale i za tu, kterou sám spotřeboval. Protože výše zelených bonusů není nijak regulována, může se meziročně změnit jakkoli. Výše zelených bonusů i výkupní ceny každoročně stanovuje Energetický regulační úřad.

Provozovatel elektrárny se může koncem každého roku rozhodnout, jaký systém provozu zvolí pro rok následující. Vždy má nárok na výkupní cenu, která platila v roce spuštění, zvýšenou o meziroční navýšení cen. Například pokud se provozovatel elektrárny uvedené do provozu v roce 2010 rozhodne v roce 2015 přejít na systém výkupních cen, bude mít nárok na cenu 12,15 Kč/kWh plus 6 x meziroční zvýšení pro vyrovnání vlivu inflace (doposud 2 % ročně).

Elektrárna uvedená do provozu	Výkupní cena elektřiny do sítě [Kč/kWh]	Zelené bonusy [Kč/kWh]
po 1. 1. 2010, do 30 kW	12,25	11,28
po 1. 1. 2010, nad 30 kW	12,15	11,18
po 1. 1. 2009, do 30 kW	13,15	12,18
po 1. 1. 2009, nad 30 kW	13,05	12,08
po 1. 1. 2008	14,01	13,04
po 1. 1. 2006	14,37	13,40
před 1. 1. 2006	6,85	5,88

Výkupní ceny za elektřinu z fotovoltaiky v roce 2010. Zdroj: ERÚ

■ 8.3. Potenciální vlivy na životní prostředí a nejčastější mýty

Fotovoltaická elektrárna je při provozu ideálním zdrojem energie: nepotřebuje žádné palivo, není tedy nutná ani doprava. Neprodukuje žádné odpady, emise, hluk či vibrace, nikde se nic netočí.

Narušení krajinného rázu

Elektrárny na volné ploše nejsou z větší dálky vidět, protože nosné konstrukce panelů jsou poměrně nízké. Nenarušují tedy obvykle ani krajinný ráz. Z určitého úhlu pohledu může lesklá plocha panelů připomínat vodní hladinu. Tím, že elektrárny na volné ploše musí mít oplocení, snižují průchodnost krajiny.

Zábor zemědělské půdy

Elektrárnám stavěným na volné ploše je vytýkán zábor zemědělské půdy. Protože však životnost elektrárny je jen 20 až 25 let a zásah do půdy je minimální (někdy je plocha pod panely využívána jako pastvina), lze po skončení životnosti a odstranění elektrárny plochu opět zemědělsky využívat. Fotovoltaickou elektrárnu lze tedy také chápat jako jistý způsob konzervace území pro budoucí využití. Vynětí ze zemědělského půdního fondu se proto povoluje jako dočasné. Stavební úřad může povolit stavbu elektrárny jen na území, které k tomu předurčuje územní plán (území je vedeno např. jako průmyslová zóna). K projektům ve volné krajině je obecně obtížnější získat stavební povolení, což by mohlo zvýšit zájem

o tzv. brownfields. Vhodné je také využívat například plochy rekultivovaných skládek.

Energetická návratnost

Výroba křemíkových panelů byla dříve poměrně náročná na energii, v současnosti však platí, že fotovoltaický panel vyrobí v podmínkách ČR za dva až čtyři roky provozu tolik energie, kolik bylo potřeba na jeho výrobu. Dalších 20 let a déle už přináší jen čistý energetický zisk. Fotovoltaické panely se už nyní recyklují, aby se získal zpět křemík. Lze předpokládat, že po skončení ekonomické životnosti elektrárny bude většina panelů recyklována.



Po skončení životnosti se pozemek pro fotovoltaickou elektrárnu může využít pro další rozvoj obce nebo pro zemědělskou produkci. Foto: Vladislav Poulek

8.4. Další zdroje informací

Česká agentura pro obnovitelné zdroje energie: www.czrea.org

TZB-info: www.tzb-info.cz

Solarec (výzkumné centrum EU): www.jrc.ec.europa.eu

9. Solární termické systémy

Sluneční energie je k dispozici v prakticky neomezeném množství. Na plochu velikosti 0,7 % rozlohy ČR dopadne za rok energie odpovídající naší roční spotřebě všech primárních energetických zdrojů.

Dopadající sluneční energii lze nejnáze přeměnit na teplo. Toto teplo se nejčastěji používá na ohřev vody pro domácnosti, kde může ušetřit více než 60 % potřebné energie. Může se použít i pro vytápění budov. Méně často se s ním zatím setkáváme v hotelech a jiných komerčních budovách, v zemědělství a průmyslu.

Aby bylo možno využívat teplo ze slunce v kteroukoli hodinu a kdekoli v budově, vznikly tzv. aktivní solární systémy. Na rozdíl od tzv. pasivních solárních zisků, které budovy získávají prosklením, aktivní systémy získané teplo odvádí zvenku (obvykle z kolektorů na střeše) do zásobníku v budově, kde se teplo skladuje a odkud se rozvádí do koupelen a všude tam, kde je třeba.



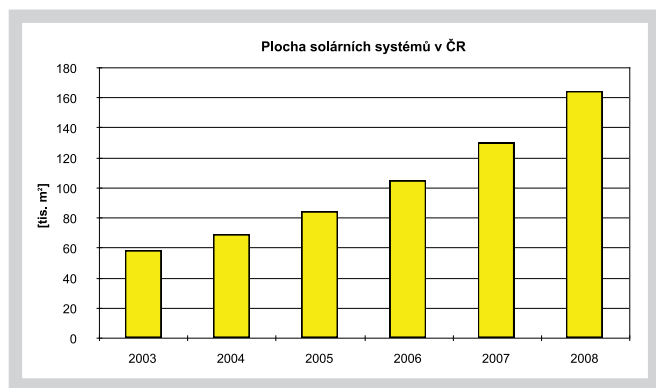
Solární systém může pracovat i v zimě. Foto: Karel Murtinger, EkoWATT

V Evropě je výroba a montáž solárních systémů významným zdrojem pracovních míst. Odhaduje se, že v ČR je asi tisíc firem, které v tomto oboru podnikají.

Rozvoj solárních systémů v ČR je stále pomalý, i přes léta trvající dotační programy. Jednou z příčin jsou i poměrně nízké ceny tepla z konvenčních paliv. Teplo získané ze solárních systémů v roce 2008 odpovídá produkci tepla z teplárny s výkonem cca 8 MW. V roce 2008 na solární energii připadalo 0,01 % spotřeby primárních energetických zdrojů, tj. 65 mil. kWh. Zpráva NEK předpokládá, že do roku 2020 se stávající produkce tepla ze solárních systémů vzroste zhruba desetkrát (na 625 mil. kWh) a do roku 2050 stoupne na 2 300 mil. kWh. Přitom dnešní spotřeba tepla na ohřev vody v bytové sféře se odhaduje na 9 500 mil. kWh.

	Plocha solárních systémů celkem [tis. m ²]		Plocha solárních systémů celkem [tis. m ²]
Německo	11 094	Belgie	269
Řecko	3 868	Česká republika	165
Rakousko	3 240	Slovensko	95
Francie	1 624	Rumunsko	94
Itálie	1 606	Irsko	74
Španělsko	1 411	Bulharsko	32
Kypr	693	Maďarsko	25
Dánsko	418	Finsko	25
Velká Británie	386	Lucembursko	22
Polsko	366	Lotyšsko	7
Nizozemsko	363	Litva	4
Portugalsko	319	Estonsko	2
Švédsko	289		

Plocha solárních systémů v EU. Zdroj: ESTIF



Nárůst solárních systémů v ČR. Zdroj: MPO ČR

9.1. Základní popis technologie, moderní typy

Nejrozšířenějším typem jsou v současnosti systémy s kapalinovými kolektory. Hodí se pro ohřev vody nebo i pro přitápění. Teplonosná kapalina ohřívá v kolektoru ohřívá přes výměník vodu v bojleru, případně v akumulčním zásobníku, odkud se bere podle potřeby teplo na vytápění nebo na ohřev vody. Užitková voda se nikdy neohřívá přímo v kolektoru. V kolektorovém okruhu je většinou nemrznoucí směs, aby bylo možno systém využívat celoročně. Existují i systémy „drain-back“, kdy je v kolektorovém okruhu voda (s inhibitory koroze), která se za nízkých venkovních teplot automaticky vypouští do zásobníku v domě (v ČR se příliš nepoužívají). Pouze v plastových kolektorech určených pro sezónní ohřev bazénu protéká přímo bazénová voda.

Kapalinové kolektory jsou nejčastěji deskové, s jedním krycím sklem. Pod deskou absorberu (obvykle z mědi) jsou trubky, kterými protéká teplonosná kapalina. Různí výrobci používají rozličné systémy, které se liší počtem, délkou, průměrem trubek a různým spojením trubek s deskou absorberu. Trubky jsou uloženy v tepelné izolaci, aby se teplo neztrácelo zadní stranou kolektoru. Povrch absorberu není natřen obyčejnou černou barvou, ale má speciální selektivní povrch, který dokáže pohltit velkou část slunečního záření a jen minimum

paprsků odrazí zpět. Je-li však absorber zahřátý, ztrácí teplo vyzařováním, ochlazuje ho i venkovní vzduch (mezera mezi absorberem a krycím sklem izoluje nedokonale). Čím je větší rozdíl mezi teplotou absorberu a venkovního vzduchu, tím více rostou ztráty. Kolektor tedy pracuje efektivněji, ohřívá-li vodu na nižší teplotu. Má-li sloužit pro přitápění, měl by být vytápěcí systém v objektu nízkoteplotní.

Lze se setkat i s vakuovými trubicovými kolektory. Zde je absorber uložen ve skleněné trubce, z níž je vysát vzduch. Vakuum izoluje velmi efektivně, takže kolektor má vyšší účinnost i za nízkých venkovních teplot. Hodí se proto do horských oblastí nebo tam, kde je požadován ohřev na vyšší teplotu. Pro běžné použití v rodinných domcích je často zbytečně drahý. V létě je totiž sluneční energie spíše přebytek, takže vyšší účinnost je zbytečná. V zimě je pak sluneční energie málo, takže ani vyšší účinnost nepřinese mnoho energie navíc. Systém uložení absorberu ve vakuové trubce a způsob protékání teplonosné kapaliny používají různí výrobci odlišně, vždy je však důležitá trvanlivost vakua. Nevýhodou tohoto systému je, že při zapadání sněhem se kolektory nedokáží ohřát tak, aby sniž roztál nebo sjel – příčinou je právě účinná vakuová izolace.

Pro ohřev na vyšší teploty (přes 100 °C) se pak používají různé koncentrační kolektory, nejčastěji se žlabovým zrcadlem, které soustřeďuje sluneční paprsky na absorber. Setkáme se s nimi zřídka. Zvláštním případem koncentračního kolektoru jsou kolektory s lineární skleněnou Frenelovou čočkou. Ta tvoří vnější povrch kolektoru a soustřeďuje paprsky na absorber. Pokud se Frenelova čočka použije pro zasklení v domě (střešní okna, skleníky), propouští do interiéru pouze difúzní světlo a přímo dopadající sluneční paprsky použije na ohřev vody. V létě tak může předcházet přehřívání vnitřních prostor. Absorber však musí být umístěn na pohyblivé konstrukci, která ho posouvá tak, aby byl stále v ohnisku čočky.

Kapalinový systém je vždy doplněn akumulátorem, do něhož se teplo získané přes den ukládá. Většinou jde o nádrž s vodou. Experimentálně se používají nádrže s parafinem (využívá se teplo skupenské přeměny) nebo jiné materiály. Pro ohřev vody stačí jedno- až tří denní akumulace. Menší nádrže (stovky litrů) jsou uzavřené ocelové nádoby, kde je kapalina pod určitým tlakem. Větší nádoby jsou poměrně nákladné a někdy je obtížné je do budovy instalovat. Při potřebě větších objemů (několik m³) se proto používají spíše nádrže z plastu nebo betonu, s otevřenou hladinou (kvůli tepelné izolaci na hladině plave např. polystyrenová deska).

Další nezbytnou a důležitou součástí systému je oběhové čerpadlo a řídicí jednotka, která zajišťuje správnou funkci systému. Existují i levné systémy bez čerpadla, kde voda ohřívá v kolektoru proudí do akumulární nádrže samotížně. To pochopitelně vyžaduje, aby nádrž byla výše než kolektor. Tam, kde je nádrž ve sklepě a kolektory na střeše toto řešení použít nelze.

Kromě kapalinových systémů existují i systémy vzduchové, kdy je teplonosnou látkou v kolektoru vzduch. V budovách se využívají jako doplněk vytápění, například pro předehřev vstřísného vzduchu, pro přitápění, pro temperování rekreačních

objektů nebo pro vysoušení vlhkých prostor. V principu pracují obdobně jako kapalinové kolektory, místo oběhového čerpadla používají ventilátor a pro akumulaci tepla se často využívají stavební konstrukce, například dvojité zdi (příčky) mezi nimiž proudí ohřátý vzduch. Jako kolektor může sloužit třeba zimní zahrada, Trombeho stěna nebo předsazená prosklená fasáda.



Trubicové vakuové kolektory na fasádě jako architektonický prvek.
Foto: Karel Srdečný, EkoWATT

9.2. Ekonomika instalace, výše a návratnost investice

Kapalinové systémy běžně používané v ČR jsou již mnoho let na špičkové úrovni, čemuž ovšem odpovídá i cena. V posledních letech se na trhu prosazují i levnější zařízení, někdy s horší kvalitou. Vzhledem k dlouhé návratnosti solárních systémů je však potřeba zohlednit při výběru i kvalitu a životnost zařízení.

Při správném návrhu dokáže solární systém pokrýt 2/3 až 3/4 spotřeby teplé vody v rodinném domě. Sluneční energii lze využít i na vytápění v jarních a podzimních měsících. U nově projektovaných budov je elegantnější místo toho navrhnout prosklení tak, aby sluneční záření dopadalo do budovy přímo. Tyto tzv. pasivní sluneční zisky mohou pokrýt významnou část potřeby tepla na vytápění, aniž je přitom nutno investovat do solárního systému s kolektory, akumulátory a dalšími prvky. Navrhovat aktivní solární systém pouze pro vytápění je v podmínkách ČR obtížné, je potřeba velkých objemů pro akumulaci tepla, což systém velmi zdražuje.

Solární systém je nejefektivnější tam, kde je velká spotřeba teplé vody. Typicky jsou to rekreační ubytovací zařízení, kde je největší spotřeba teplé vody v létě. Slunce se také dobře hodí pro ohřev bazénů.

V bytových domech je solární systém obvykle efektivnější než v rodinných domcích. Platí, že větší systém je relativně levnější. Odběr teplé vody je vyrovnanější, není potřeba tak velké akumulací nádrže. Důvodů, proč se zde solární systémy zatím moc neprosadily, jsou jak technického charakteru (nedostatek prostor, obtížná spolupráce se systémem dálkového vytápění domu), tak organizačního (obyvatelé domu se musí shodnout).

Kvůli poměrně vysokým investičním nákladům (15 až 20 tis. Kč na m² solárního systému) vychází cena tepla ze solárního systému relativně vysoko, dražší než je cena tepla z uhlí nebo ze dřeva a srovnatelně s cenou tepla z plynové kotle či elektrického ohřevu v akumulační sazbě. I když energie ze solárního systému není zadarmo, výhodou je, že v budoucnu neporoste. To se o ceně ostatních energií říci nedá.

Na solární systémy se v ČR již mnoho let poskytují různé dotace, od roku 2009 je to program Zelená úsporám, kde lze získat dotaci ve výši odpovídající asi třetině až polovině investičních nákladů.

Náklady na solární systém pro rodinný domek jsou od 100 do 300 tis. Kč, u bytového domu asi 50 tis. Kč na byt. Provozní náklady jsou sice nízké, ale nikoli zanedbatelné. Kromě výměny teplotnosné kapaliny je potřeba počítat s výměnou oběhového čerpadla a armatur zhruba po 15 letech, s náklady na servisní prohlídky a drobné opravy.

Zdroj	Konečná cena tepla
Palivové dřevo	0,62 Kč/kWh
Hnědé uhlí	1,07 Kč/kWh
Tepelné čerpadlo	1,44 Kč/kWh
Zemní plyn	1,62 Kč/kWh
Dálkové teplo (průměr v ČR)	1,93 Kč/kWh
Propan	2,09 Kč/kWh
Elektrina akumulace	2,27 Kč/kWh
Elektrina přímotop	2,83 Kč/kWh
Solární systém bez dotace	1,70 až 2,50 Kč/kWh
Solární systém s dotací 50%	0,85 až 1,25 Kč/kWh

Porovnání cen tepla z různých zdrojů – běžné ceny v roce 2009.

Zdroj: EkoWATT

9.3. Potenciální vlivy na životní prostředí, a nejčastější mýty

Solární energie je zcela čistá

Solární systém potřebuje pro svůj provoz malé množství elektřiny pro pohon oběhových čerpadel a řídicího systému. Jinak produkuje zcela čistou energii, bez emisí a radioaktivních odpadů. Životnost zařízení je okolo 20 let (v ČR jsou i funkční systémy staré přes 30 roků). Po skončení životnosti lze většinu komponentů recyklovat (měděné potrubí a absorbér, tepelná izolace, sklo).

Instalace solárního systému je složitá

Z dosavadních zkušeností nejen v ČR lze říci, že jde o zcela bezproblémové zařízení. Pro umístění solárních kolektorů na střechu objektu není nutné stavební povolení ani ohlášení. Při citlivém přístupu kolektory nenaruší ani vzhled budovy, někdy je lze umístit i na památkově chráněných budovách.

Energetická návratnost

Energie, která byla potřeba na výrobu solárního systému, se v podmínkách ČR vrátí za dobu kratší než jeden rok. Většina komponentů je z recyklovatelných materiálů (kovy, sklo), což dále snižuje energetickou náročnost.



Střecha rodinného domku je dost velká pro solárně termický systém i pro fotovoltaiku. Foto: Karel Srdečný, EkoWATT

9.4. Další zdroje informací

EkoWATT: www.ekowatt.cz

TZB-INFO: www.tzb-info.org

Solární liga: www.solarniliga.cz

10. Pevná biomasa

Dřevo je palivo, které pohánělo naši civilizaci až do začátku průmyslové revoluce (spolu s dalšími obnovitelnými zdroji, zejména trávou a obilím pro koně). Umíme ho využívat i dnes, komfortněji a efektivněji než naši předkové.

Kromě dřeva lze energeticky využít i další pevnou biomasu – spálit se dá téměř jakákoliv organická hmota, která nemá příliš velký obsah vody (tzv. mokrou biomasu, jako tráva, kukuřice a jiné plodiny lze využít pomocí bioplynové technologie). V ČR už jsou dobré zkušenosti s pěstováním rychlerostoucích dřevin, zejména topolů a vrb, rovněž energetických plodin jako je krmný štovík, chrastice rákosovitá, sveřep bezbranný a dalších.

Velkou výhodou biomasy je to, že slouží jako akumulátor sluneční energie, poměrně snadno se skladuje a pro její zpracování lze využít dostupné dřevařské a zemědělské technologie. Nevýhodou je poměrně malý obsah energie v palivu (jedna tuna suchého dřeva má asi dvojnásobný objem než jedna tuna hnědého uhlí, přičemž obsahuje zhruba stejné množství energie).

Dřevo je pochopitelně surovinou i pro stavebnictví, papírenský, nábytkářský průmysl i pro jiná odvětví. Proto se uvažuje, že z lesní produkce bude možné energeticky využít asi polovinu z celkové vytěžené dřevní hmoty. Obdobně jiná biomasa cíleně pěstovaná na zemědělské půdě může konkurovat potravinářské produkci. Při stanovení potenciálu se tedy uvažuje, že pro energetické účely by bylo možno využít cca 1 mil. ha (to je asi 1/3 orné půdy v ČR). Další dostupnou biomasu představuje hlavně sláma a jiné vedlejší produkty z potravinářské produkce.

Zpráva NEK odhaduje, že v roce 2020 bude z biomasy získáno 77 mil. MWh, což je více než dvojnásobek současné spotřeby energie z biomasy. V celkové energetické bilanci by se biomasa podílela na spotřebě primárních zdrojů asi 15 %. Část tohoto potenciálu se bude využívat v bioplynových technologiích a při výrobě biopaliv.

Biomasa	Energetický potenciál
zemědělská	54 mil. MWh
lesní	14 mil. MWh
zbytková	9 mil. MWh
Celkem	77 mil. MWh

Energetický potenciál biomasy. Zdroj: NEK



Palivové dřevo vyžaduje místo pro skladování. Foto: Karel Srdečný, EkoWATT

	mil. MWh		mil. MWh
Francie	108,0378	Řecko	12,3084
Německo	106,6104	Bulharsko	9,36
Švédsko	98,7597	Velká Británie	9,1728
Finsko	83,5497	Litva	8,5644
Polsko	53,235	Estonsko	8,1315
Španělsko	49,2102	Belgie	6,1659
Rakousko	41,5116	Holandsko	6,084
Rumunsko	38,3643	Slovensko	5,3118
Portugalsko	32,643	Slovinsko	5,0193
Itálie	23,751	Irsko	2,0007
ČR	20,8494	Lucembursko	0,1755
Lotyšsko	17,9946	Kypr	0,0819
Dánsko	16,8597	Celkem EU	776,3886
Maďarsko	12,6243		

Využívání pevné biomasy v roce 2007. Zdroj: EurObserv'ER

V ČR existuje již mnoho vytopen na biomasu, mnoho z nich lze najít v Atlasu OZE (www.calla.cz/atlas). Zájemci o výstavbu tedy mohou využít zkušeností z jiných obcí.

10.1. Základní popis technologie, moderní typy

Při využití pevné suché biomasy jde vždy o spalování, přičemž spalovací zařízení jsou různá podle velikosti a druhu paliva. Nejčastěji se teplo využívá pro vytápění budov, případně pro sušení dřeva nebo zemědělských produktů. Teplo lze různými způsoby využít i pro výrobu elektřiny.

Individuální vytápění rodinných domků

Dřevo je stále oblíbeným palivem, a to i v moderních domech. Ve starších domech se dřevo často spaluje v kotlích na uhlí, což není optimální. Kotel na uhlí má menší teplosměnné plochy, protože uhlí hoří na rozdíl od dřeva kratším plamenem. Při topení dřevem tak část tepla uniká do komína, což zhoršuje účinnost. Regulace kotle obvykle není optimální.

Moderní kotle na dřevo jsou konstruovány jako zplyňovací. Ze dřeva se nejprve zahřátím bez přístupu vzduchu uvolní těkavá hořlavina (dřevoplyn), který se pak spaluje v hořáku kotle. Výhodou je vysoká účinnost, lepší regulovatelnost a větší komfort obsluhy – není potřeba přikládat tak často. Tyto kotle se pro zvýšení komfortu a účinnosti doplňují akumulací nádrží. Po zatopení pak kotel pracuje naplno, s nejvyšší účinností a nejmenšími emisemi. Teplo se ukládá do akumulací nádrže, odkud si pak automatika ústředního topení bere teplo podle potřeby. Na jaře a na podzim, kdy je potřeba tepla malá, pak může teplo v nádrži vystačit i na několik dní, takže není nutno topit denně. Zplyňovací kotle potřebují kusové dřevo, do kterého lze přimíchat i menší objem pilin a jiného drobného dřevního odpadu. Palivo musí být vždy suché. Lze použít i brikety lisované z dřevního odpadu.

Jinou možností je použití automatických kotlů na peletky lisované z pilin. Kotel si automaticky přikládá ze zásobníku palivo podle potřeby a reguluje plynule svůj výkon. Obsluhu

pak stačí zhruba jednou týdně vybrat popel. Některé kotle mají vlastní zásobník, kam se vejde palivo až na několik dní provozu. Jiné lze vybavit podavačem paliva přímo ze skladu, takže o přikládání není třeba se starat celou zimu. Peletky musí být skladovány na suchém místě, pokud zvlhnou, rozpadají se. V domě je tedy potřeba počítat se skladovacím prostorem. Protože peletky jsou dražší palivo, nabízí někteří výrobci i provoz na obilí či kukuřici. To je výhodné pro zemědělce, kteří mohou spálit vlastní, méně kvalitní obilí. Palivem mohou být i rostlinné peletky lisované ze slámy, šťovíku či jiných energetických plodin.



Kamna na dřevo mohou být zajímavým doplňkem interiéru.

Foto: Jan Truxa, EkoWATT

Oblíbené jsou i krbové vložky a interiérová kamna. Někdy slouží jen jako doplňkový zdroj tepla, často v kombinaci s elektrickým vytápěním. Tato topidla mohou mít zabudovaný i teplovodní výměník, takže část výkonu dávají do vzduchu jako klasická kamna a část odvádí do systému ústředního vytápění (obvykle do akumulací nádrže, kde jsou i patrony elektrického topení, případně je zde napojený i solární systém). Nevýhodou je, že většina těchto topidel dává do vzduchu asi 2/3 svého výkonu a zbytek do topení, přičemž potřebný poměr je spíše opačný. Může se tedy stát, že kvůli topení v ložnici v podkroví je nutné topit i v obývacím pokoji, kde je topidlo umístěno. Je také nutné smířit se s trochou nepořádku při přípravě paliva, zatápění a čištění kamen či krbové vložky. Účinnost provozu je také o něco nižší než u kotlů.

Existují i interiérová kamna na peletky, s vlastním zásobníkem paliva. Jejich cena je však vysoká, takže se na českém trhu zatím nerozšířila. Podobně jsou na tom kotle na štěpku, kte-

ré jsou ve velikostech pro rodinný domek až třikrát dražší než kotle na kusové dřevo nebo peletky. Z tohoto důvodu se s nimi prakticky nesetkáme.

Topit dřevem v moderním pasivním domě s velmi malou spotřebou tepla je poněkud paradoxně složitější. Na trhu totiž nejsou kotle s dostatečně malým výkonem, takže je nutno instalovat velké akumulční nádrže nebo hledat složitější řešení typu zmiňovaných interiérových kamen s výměníkem tepla. Investiční náklady jsou pak často větší, než by byla v domě s několikanásobně větší spotřebou (nízká spotřeba paliva je někdy nevyváží).

■ Výtopny na biomasu

V mnoha obcích fungují výtopny na biomasu, případně centrální kotelny zásobující několik blízkých objektů.

Zařízení spalující štěpku jsou poměrně rozšířená. Kromě nových moderních kotlů na štěpku se u menších kotelů (např. ve školách) můžeme setkat se starými litinovými kotli na koks, které jsou doplněny předtopeništěm a podavačem paliva. Štěpka je palivo, jehož přikládání lze dobře automatizovat. Často se spaluje syrová, což snižuje výhřevnost, ale odpadají problémy se sušením paliva. Při skladování mokré štěpky je třeba dbát na to, aby nedošlo k zapáření, v extrémním případě i k samovznícení. Jiným rizikem je zplsnivění mokré štěpky, což znamená zdravotní riziko pro obsluhu. Štěpkovat je proto vhodnější suší materiál, například větve zčásti proschlé na hromadě.

Štěpku lze získat zejména z lesních probírek, prořezávek obecní zeleně a likvidace různých náletových dřevin. Při zpracování tenkých větví je ve štěpce vyšší obsah kůry, což zhoršuje její vlastnosti. Štěpkují se i rychlerostoucí dřeviny. Některé kotelny mají vlastní plantáže rychlerostoucích dřevin, aby si zajistily nezávislý zdroj paliva. Cena štěpky kolísá podle místních podmínek. Cenu zvyšuje poměrně velký podíl lidské práce a doprava, vlastní surovina bývá k dispozici zdarma nebo velmi levně.

Méně často se jako palivo používá sláma. Spaluje se obvykle ve formě kulatých balíků, v kotlích jejichž konstrukce umožňuje přikládání a spalování tohoto paliva s poměrně velkým obsahem vzduchu. Kromě obilné, případně řepkové slámy lze použít různé rychlerostoucí trávy a jiné byliny, které se mohou sklízet suché. Spalovat je možné i nevymlácené obilí, kdy se sklídí a zbalíkuje celá rostlina, hmotnost získané biomasy se tak zhruba zdvojnásobí. Toto obilí nemusí být kvalitní a jeho pěstování je tedy levnější.



Centrální zdroj tepla přináší snížení emisí v obci. Foto. Monika Kašparová, EkoWATT

■ Kombinovaná výroba tepla a elektřiny

V ČR se již léta používá systém, kdy se v klasických elektrárnách přidá k uhlí štěpka. V tomto případě však nebyvá využití pro vznikající teplo, takže 2/3 energie obsažené v palivu se vypouští do vzduchu chladicími věžemi.

Mnohem efektivnější je vyrábět elektřinu tam, kde lze účelně využít i teplo, které při tom vždy vzniká. U největších zařízení lze biomasu spálit v parním kotli a párou pohánět turbínu s generátorem (případně parní stroj u menších zařízení). Častěji se setkáme s řešením, kdy je vodní pára nahrazena silikonovým olejem v tzv. ORC cyklu. Výhodou je potřeba nižších pracovních tlaků a nízké ztráty. Řešením pro malá zařízení (výkon desítek až stovek kW) je kogenerace na bázi dřevoplynu. Dřevoplyn pohání upravený pístový motor s generátorem, podobně jako bioplyn v bioplynových stanicích. Dřevoplyn pro tento účel však musí být velmi čistý, je potřeba i relativně kvalitní dřevo pro jeho výrobu. Zatím se s touto technologií v ČR setkáme výjimečně. Existují i kogenerační jednotky na biomasu vhodné pro rodinné domky, palivem jsou peletky. Vzhledem k vysoké ceně (okolo 1 mil. Kč) se ale nepoužívají.

I když je zařízení pro výrobu elektřiny pochopitelně mnohem investičně náročnější než kotel pro výrobu tepla, v budoucnu se dá čekat další rozvoj těchto technologií. Důvodem je jak snaha o energetickou nezávislost, tak zejména podpora formou výhodných výkupních cen elektřiny ze dřeva.

■ 10.2. Ekonomika instalace, výše a návratnost investice

Výstavba centrálního zdroje je investicí v řádu desítek mil. Kč, přičemž velká část rozpočtu připadne na vybudování rozvodné sítě. Čím je hustota zástavby menší, tím horší je efektivita budování této sítě.

Biomasu obecně je levné palivo, ale palivové náklady tvoří jen část konečné ceny tepla. Do ceny tepla je totiž potřeba „rozpustit“ právě investiční náklady na výstavbu kotelny i rozvodů. Je zřejmé, že čím více tepla se prodá, tím může být jeho cena nižší. Naopak pokud je skutečný prodej nižší, než se předpokládalo (příliš optimistický odhad při projektování), povede to ke zdražování tepla. To následně může vést k odpojování odběratelů a dalšímu snížení prodeje.

Při návrhu centrálního zdroje tepla (nejen na biomasu) je tedy velice důležité správně odhadnout poptávku po teple. Stejně tak je důležité důkladně zmapovat potenciál dostupných typů paliv. Jde o obtížnou úlohu, protože např. dřevozpracující podnik dodávající dřevní odpad může během několika let změnit výrobu a biomasu bude nutno nakupovat a dovážet. To je jeden z důvodů, proč mít vlastní zdroj biomasy, například plantáž rychlerostoucích dřevin.

Většina ze stávajících obecních kotelů a výtopen na biomasu byla postavena s nějakou dotací, což bylo pro ekonomiku vždy klíčové. Možnosti získání různých dotací se časem mění. Lze předpokládat, že ani v nejbližší budoucnosti se takovéto

projekty bez dotace nebo jiné veřejné podpory neobejdou. Návratnost investice je výší dotace velmi ovlivněna. Pokud je investorem obec, nemusí být pro ni ekonomický efekt prvořadý a návratnost může být 20 let i více (kvůli nutnosti splácení úvěru musí být někdy kratší). Pokud je však investorem podnikatelský subjekt, vyžaduje obvykle návratnost 15 až 20 let.

V mnoha případech by centrální zdroj tepla nebyl efektivní ani s dotací. Pak může obec podpořit instalaci individuálních kotlů na biomasu v jednotlivých objektech. Každý si pak může zvolit druh paliva, který mu nejvíce vyhovuje. Celkové náklady jsou řádově nižší než při výstavbě centrálního zdroje a obec nemusí zajišťovat provoz a palivo, nehrozí riziko zvýšení ceny tepla, pokud se někdo rozhodne, že se k projektu nepřipojí.

Z hlediska majitele rodinného domku je cena tepla ze dřeva velmi levnou alternativou. Investiční náklady například na kotel na peletky s příslušenstvím jsou vyšší než třeba na plynový kotel a přípojku, ale rozdíl v nákladech se může během několika let vrátit. Obecně se dá předpokládat, že cena peletky neroste tak rychle jako cena fosilních paliv. To je dáno zvyšující se poptávkou po peletkách i daňovým zatížením fosilních paliv.



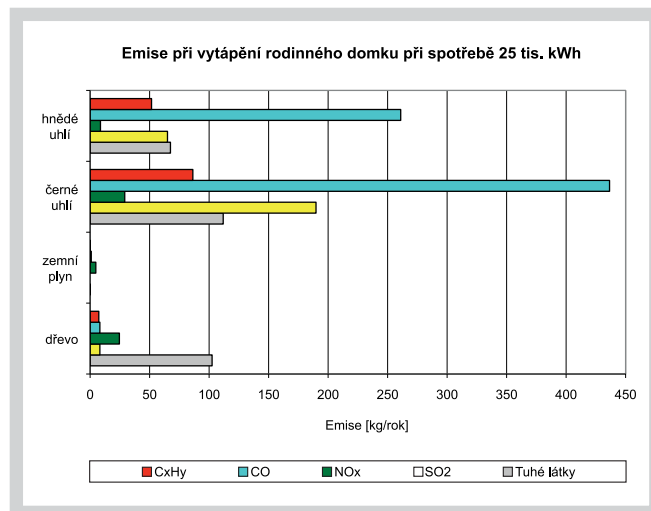
Kotel na štěpku s automatickým provozem. Foto. Karel Srdečný, EkoWATT

10.3. Potenciální vlivy na životní prostředí, a nejčastější mýty

Energetické využití biomasy je CO₂ neutrální – uvolňuje se pouze CO₂, který rostlina pohltila při svém růstu (nemá tedy vliv na změny klimatu), a má i další klady. Při náhradě uhlí biomasou klesá lokální znečištění vzduchu. Emise ze dřeva jsou nižší než u jiných paliv. Problematické jsou ovšem emise jemných prachových částic, zejména u malých kotlů. U větších zařízení lze spaliny filtrovat. U všech zařízení je pak nutno provádět pravidelnou kontrolu účinnosti a kotel případně seřídit, protože jinak se emise zhoršují.

Ačkoli zákon o ochraně ovzduší dovoluje v daném kotli spalovat jen výrobcem předepsané palivo, v praxi prakticky nelze zbránit tomu, aby občané pálili ve svých domácích kotelnách i odpady. Zde se projevuje jedna z výhod centrálního záso-

bování teplem – palivo je kontrolováno a spalování plastů či jiných odpadků nepřichází v úvahu. Také v moderních kotlích na peletky plasty pálit nelze.



Emise při vytápění rodinného domku (25 tis. kWh). Zdroj: EkoWATT

Biomasa zvyšuje energetickou soběstačnost obcí i regionů – kvůli vysokým nákladům na dopravu má smysl využívat ji vždy místně. Tím zlepšuje i lokální ekonomiku – peníze, které by občané zaplatili za plyn nebo uhlí, zůstávají z větší části místním lesním a zemědělským podnikům. Pro zemědělce může být pěstování energetických plodin zajímavou alternativou k potravinářské produkci. Pěstování energetické biomasy může být vhodnější alternativou, než zatravnění orné půdy, o jejíž využití není zájem. Biomasu lze pěstovat i na zemědělsky nevyužívaných půdách, jako jsou rekultivované plochy.

Plantáže energetických rostlin pochopitelně nejsou lesem, ale podobně jako les zadržují vodu v krajině, zvyšují transpiraci vody, a tím příznivě ovlivňují lokální klima.

10.4. Další zdroje informací

BIOM.CZ: www.biom.cz,

tzb-info: www.tzb-info.cz

Výzkumný ústav rostlinné výroby: www.vurv.cz

11. Biopaliva

Obnovitelné zdroje se využívají převážně pro produkci tepla (zejména pro zásobování budov) a pro výrobu elektřiny. V dopravě se donedávna využívaly jen výjimečně. Doprava se podílí na celkové spotřebě energií stále významněji (v roce 2007 připadalo na silniční dopravu v EU 17 %, v ČR je poměr podobný) a jde o sektor téměř zcela závislý na ropě. Proto se hledají způsoby jak využít obnovitelné zdroje i zde.

Evropská unie přijala směrnici, podle které by v roce 2020 měla biopaliva kryt 10 % spotřeby paliv v silniční dopravě (v roce 2010 by to mělo být 5,75 %). Vývoj posledních let však ukazuje, že tento cíl se zřejmě splnit nepodaří. V roce 2008 tvořil podíl biopaliv v rámci EU pouze 3,3 %.

Odhad potenciálu biopaliv pro ČR předpokládá naplnění výše uvedeného požadavku EU. Odhaduje se, že při využívání dosavadních postupů pro výrobu biopaliv by bylo potřeba 600 tis. hektarů orné půdy pro výrobu bionafty z řepky a biolihu z obilí a cukrovky (v posledních letech bylo jen řepkou oseto cca 300 tis. ha). Očekávat lze nicméně rychlejší vývoj ve výrobě biopaliv z odpadů a jiných surovin, které nevyžadují cílené pěstování, takže zábor půdy bude ve skutečnosti menší. Podíl biopaliv se může dále zvýšit tím, že klesne spotřeba ropných produktů a v silniční dopravě se bude více využívat elektřina, případně vodíkové technologie.

	Produkce bionafty [tis. tun]		Produkce bioethanolu [mil. litrů]	
	2007	2008	2007	2008
Německo	2 890	2 819	394	568
Francie	872	1 815	539	1 000
Itálie	363	595	60	60
Belgie	166	277		
Polsko	80	275	155	200
Portugalsko	175	268		
Švédsko	148	231	120	78
Rakousko	267	213	15	89
Španělsko	168	207	348	317
Velká Británie	150	192	20	75
Slovensko	46	146	30	94
Řecko	100	107		
Maďarsko	7	105	30	150
ČR	61	104	33	76
Holandsko	85	101	14	9
Finsko	39	85	–	50
Litva	26	66	20	20
Rumunsko	36	65		
Lotyšsko	9	30	18	20
Irsko	3	24	7	10
Celkem EU	5 713	7 755	1 803	2 816

Produkce biopaliv ve vybraných státech EU. Zdroj: EurObserv'ER

11.1. Základní popis technologie

Biopaliva rozlišujeme podle toho, zda mají nahradit naftu ve vznětových (dieselových) motorech, nebo benzín v zážehových motorech.

Jiné rozlišení je podle způsobu získávání vstupní suroviny. Biopaliva první generace se vyrábí z cíleně pěstovaných zemědělských plodin (řepka, slunečnice, obilí, cukrovka, brambory aj.). Konvenční zemědělství, které tyto plodiny produkuje, je náročné na spotřebu hnojiv vyráběných z ropy a energie pro zemědělskou techniku. Pěstování biopaliv zabírá půdu, využitelnou pro potravinářské účely. Biopaliva druhé generace se vyrábějí z organických složek komunálního odpadu, ze slámy a jiných zemědělských odpadů, odpadního dřeva nebo starého papíru. Vyžadují sice náročnější výrobní technologii, ale nezatěžují tolik životní prostředí získáváním vstupních surovin. V současnosti jsou ale biopaliva druhé generace pro komerční využití zatím ještě příliš drahá.

Bionafta

Jde o dosud nejrozšířenější biopalivo první generace. Vyrábí se z oleje, nejčastěji řepkového. Využit lze ale i jiné olejnaté plodiny, např. slunečnici, sóju. Použit se dá i upotřebený fritovací olej, palmový olej aj. Působením katalyzátoru a vysoké teploty se řepkový olej mění na metylester řepkového oleje (MEŘO), který se nazývá „bionafta první generace“. V současnosti se MEŘO mísí s lehkými ropnými produkty, a tak vzniká „bionafta druhé generace“, která musí obsahovat alespoň 30 % MEŘO.

Výhodou bionafty je, že se dá bez problémů míchat s ropnou naftou. V ČR je podíl bionafty v motorové naftě dán zákonem – v roce 2009 činil 4,5 %. Při nízkém podílu bionafty není třeba upravovat motory vozidel. Při spalování bionafty první generace je obvykle nutno motor upravit (pryžové prvky). Bionafta při provozu vozidla snižuje kouřivost a motor má nižší emise. Při úniku je mnohem méně nebezpečná pro životní prostředí, lépe se biologicky odbourává. Navíc není třeba budovat speciální čerpací stanice.

Existuje už i biopalivo druhé generace, označované jako syn-diesel (syntetická nafta). Vyrábí se z komunálního odpadu a jiných odpadů (zemědělské a potravinářské odpady, plasty, dřevo a další) Fischer-Tropschovou syntézou. Je založena na nízkoteplotní pyrolyze, kdy se oxid uhelnatý a vodík, pod velkým tlakem a za teploty až 350 °C přeměňuje na různé kapalné uhlovodíky. Výsledný produkt se více podobá ropné naftě než bionaftě. Výhodou tohoto procesu je, že se současně likviduje komunální či jiný odpad. Zbytky z procesu tvoří 5 až 10 % hmotnosti vstupní suroviny.

Rostlinné oleje

Protože proces esterifikace rostlinných olejů je výrobně náročný, používá se pro pohon dieselových motorů přímo olej. Základní nevýhodou je, že motor je třeba pro spalování oleje upravit. Úprava spočívá především v doplnění tepelného výměníku, kde se olej zahřeje na 80 až 90 °C, aby tak klesla jeho viskozita a olej mohl vstoupit do vstřikovacího čerpadla motoru. Studený olej má totiž při nízkých teplotách vysokou viskozitu, takže ho vstřikovací zařízení motoru nedokáže zpracovat. Upravené automobily nebo traktory startují na ropnou naftu, a teprve po zahřátí motoru se přepne na provoz s olejem. Před ukončením jízdy je nutno opět přepnout na naftu, aby olej nezůstal v pali-

vovém systému. Existují i systémy, kde se nafta nepoužívá vůbec a olej je ohříván elektricky. U některých motorů se doporučuje míchat olej s naftou nebo bionaftou, aby se snížila viskozita.

V zemědělství se můžeme setkat s tím, že farmář si olej lisuje a upravuje sám z vlastních plodin. Technologie lisování oleje za studena a následná filtrace a čištění není příliš náročná. Z hektaru řepky lze získat asi 1 200 litrů oleje. Pokrutiny (zbytky z lisování oleje) lze použít jako krmivo nebo třeba jako palivo pro vytápění. Na provoz s olejem bylo testováno mnoho traktorů, ale málokterý výrobce nabízí traktory určené na provoz s olejem. Ostatní traktory provozují jejich majitelé po přestavbě na olej na vlastní riziko, zkušenosti jsou však vesměs pozitivní.



Nádrž na rostlinný olej dodatečně namontovaná do vozidla. Foto: Pavel Hasík

■ Bioetanol (biolích)

Biolích lze použít jako palivo pro benzínové motory. U biopaliv první generace se pro výrobu používá obilí, brambory, cukrová řepa, kukuřice a další. Čím více sacharidů nebo škrobu rostlina obsahuje, tím je výnos etanolu vyšší. Etanol se získává destilací zkvašených cukernatých roztoků. Kvašením se glukóza rozkládá na etanol a CO_2 . Cukernaté plodiny se kvasí přímo, v případě škrobnatých plodin (brambory) je nutno škroby nejprve enzymaticky rozložit na cukry a vodu.

Biolích druhé generace se získává z odpadů obsahujících celulózu. To může být sláma, dřevní odpad i starý papír. Rozklad celulózy na cukr a vodu je složitější, vyžaduje náročnější technologii.

Benzínový motor lze upravit na provoz na čistý líh, tato technologie se používala v Brazílii. V současnosti se v ČR biolích přidává do benzínu v množství několika procent. V tom případě není třeba motor nikterak upravovat. Můžeme se také setkat s palivem označovaným jako E85, které tvoří směs 85 % bioetanolu a 15 % benzínu. Někteří výrobci nabízí automobily určené na provoz s tímto palivem, v ČR jej však zatím nabízí jen několik čerpacích stanic.

■ 11.2. Ekonomika instalace, výše a návratnost investice

Z hlediska provozovatele vozidla je důležitý rozdíl mezi cenou ropných pohonných hmot a biopaliv. Velká část ceny přitom

připadá na spotřební daň a DPH. Daňové zákony se poměrně často mění.

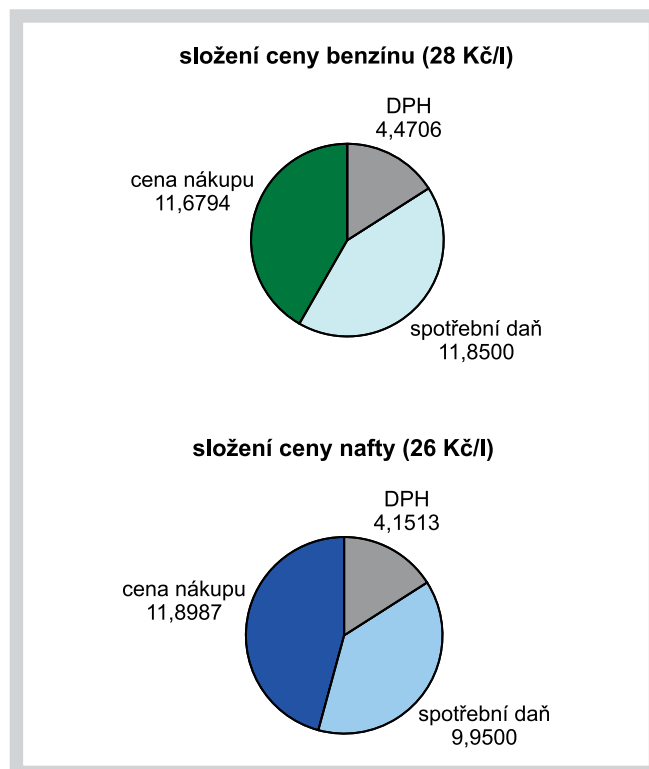
Od října roku 2009 je možno uplatnit nárok na vrácení spotřební daně z paliva E85. Vrácení se týká jen lihového obsahu, tj. při obsahu 85 % lihu se stále platí spotřební daň z 15 % benzínu. I tak jde o významné snížení ceny, které by mohlo zvýšit zájem o toto palivo.

Stejně tak klesne cena u nafty s více než 30% podílem MEŘO. Zlevnění závisí na podílu biosložky. Při podílu 30 % je úspora na spotřební dani téměř 3 Kč/l.

Od spotřební daně jsou také osvobozeny rostlinné oleje pro pohon automobilů. To znamená, že při nákupu oleje je provoz vozidla levnější o 9,95 Kč/l oproti provozu na motorovou naftu. Náklady na přestavbu osobního automobilu jsou běžné do 30 tis. Kč a vrátí se po ujetí 40 až 60 tis. km.

Ještě efektivnější je provoz vozidla na rostlinný olej, pokud si ho provozovatel vyrábí sám. To je zajímavé zejména pro zemědělce, kteří si sami vypěstují řepku, slunečnici nebo jinou olejninu. V tom případě mohou získat i dotaci. Pro středně velkou farmu stačí pěstovat řepku cca na 10 ha plochy. Zařízení na výrodu a úpravu oleje pak stojí několik set tisíc Kč.

Z hlediska investora, který chce postavit lihovar nebo zařízení na výrobu bionafty, je častá změna daňových zákonů krajně nepříjemná. Je rozdíl, jestli konečný produkt (bionafta, biolích) musí konkurovat ceně nafty a benzínu se spotřební daní, nebo bez ní. Příprava a výstavba takového zařízení trvá řadu let a je zřejmé, že bez jasného předpokladu budoucí prodejní ceny paliva je investiční riziko poměrně velké.



Složení ceny nafty a benzínu v roce 2008. Zdroj: EkoWATT

11.3. Potenciální vlivy na životní prostředí a nejčastější mýty

Emise

Emise motorů spalujících biopaliva jsou srovnatelné s emisemi při provozu na ropné produkty. Používání bionafty ale snižuje kouřivost motoru. Případný únik biopaliv je méně rizikový, protože jsou biologicky výrazně lépe rozložitelná.

Zábor zemědělské půdy

Biopaliva první generace vyžadují plodiny pěstované na zemědělské půdě. V Evropě, kde je potravin přebytek, je pěstování řepky a jiných plodin pro výrobu biopaliv pro mnoho zemědělců vítanou alternativou. Pokud jsou dodržovány oševní postupy, nemělo by docházet ani ke snižování kvality půdy.

Bohužel, poptávka vyspělých zemí po biopalivech vede k tomu, že v rozvojových zemích jsou suroviny pěstovány na úkor potravin, dochází ke kácení pralesů pro získání nové zemědělské půdy. To je v přímém rozporu se snahou o snižování emisí CO₂, neboť prales pohlcuje mnohonásobně více CO₂ než pole s cukrovou třtinou nebo sójou. Tyto změny jsou nevratné a vedou k vážným ztrátám biodiverzity. Produkce biopaliv je samozřejmě spojena i s dalšími dopady na životní prostředí – zejména se spotřebou vody, umělých hnojiv a pohonných hmot, a tedy nepřímo i s emisemi CO₂.

Produkce biopaliv mírně přispívá i ke zvyšování světových cen potravin. Zásadně větší roli zde však hrají výkyvy cen na burzách, rostoucí světová populace, rostoucí spotřeba masa, růst cen ropy nebo neúroda v některých oblastech.

Energetická náročnost

Jistým negativem je spotřeba energie a hnojiv na pěstování a výrobu biopaliv. Nejméně náročná je výroba rostlinných olejů. Nejnáročnějším palivem je biolih, jehož destilace spotřebuje mnoho energie. Uvádí se, že na výrobu jedné kWh v bioetanolu se spotřebuje 0,7 až 3,4 kWh vstupní energie. Je zřejmé, že náročnost by neměla být vyšší než 1, jinak jde o energeticky nesmyslný proces.

Z těchto důvodů se v EU definovala kritéria pro trvale udržitelná biopaliva. Vyžaduje se, aby použitím biopaliv došlo ke snížení produkce CO₂ nejméně o 35 % (od roku 2018 to bude 60 %). Biopaliva nesmějí být pěstována na zemědělské ploše, která by způsobila zánik území s vysokou biodiverzitou, jako jsou pralesy nebo chráněná území, nebo zánik mokřadů. Evropská komise se zavázala zpracovat každé dva roky zprávu, v níž bude hodnotit dopad produkce biopaliv na životní, sociální a ekonomické prostředí.

Většinu těchto problémů by měla vyřešit biopaliva druhé generace, která se vyrábí z odpadních surovin. Takovéto energetické využití odpadů pomůže i řešit problém s likvidací odpadů.

11.4. Další zdroje informací

BIOM.CZ: www.biom.cz

EurObserv'er: www.eurobserv-er.org

Europecon: www.europecon.cz

12. Bioplynové stanice

Využití bioplynu v Číně zmiňuje již Marco Polo ve 13. století. V Evropě se bioplyn začal po roce 1900 využívat v čističkách odpadních vod a dnes používá většina čističek vyprodukovaný plyn k výrobě technologického tepla a případně i elektřiny.

Současné bioplynové stanice zpracovávají kejdu a další zemědělské a potravinářské odpady. Můžeme se setkat i se stanicemi, které zpracovávají kukuřici a jiné cíleně pěstované plodiny. Využít lze i bioodpad vyseparovaný z komunálního odpadu. V této oblasti konkuruje výroba bioplynu výrobě biopaliv.

Bioplyn v nově budovaných zařízeních se využívá primárně k výrobě elektřiny, vznikající teplo je spíše vedlejším produktem. Rovněž zpracování odpadu je dnes důležitým, ale nikoli primárním účelem bioplynové stanice (na rozdíl od bioplynových technologií v čističkách).

V ČR bylo v roce 2008 v provozu 48 bioplynových stanic a dalších 50 je součástí komunálních a průmyslových čističek odpadních vod. Celkový instalovaný elektrický výkon v roce 2008 dosáhl 243 MWh. Bioplynové stanice dodaly do sítě 87,8 GWh, což bylo 0,2 % celkové produkce elektřiny v ČR.

Potenciál se přitom odhaduje na 2 TWh elektřiny v roce 2020, což představuje pokrytí spotřeby asi dvou milionů domácností. Další 2 TWh připadají na teplo dodané na vytápění budov (to odpovídá spotřebě na vytápění krajského města). Odhad potenciálu je přitom značně nejistý, neboť bioplynové technologie jsou jen jednou z cest, jak využívat biomasu. Jinou je využívání pevné biomasy pro přímé spalování, další je výroba biopaliv. Jak se jednotlivé technologie o dostupnou biomasu „podělí“, bude záležet na cenách ostatních paliv, případně způsobu podpory.

Mapu bioplynových stanic s popisem lze najít na www.biom.cz. Jiná mapa je k dispozici na www.calla.cz/atlas.



Kogenerační jednotka přeměňuje bioplyn na elektřinu a teplo.
Foto: Jiří Beranovský, EkoWATT

12.1. Základní popis technologie

Princip je poměrně jednoduchý – pokud se organická hmota rozkládá bez přístupu vzduchu (anaerobní rozklad), vzniká plyn s vysokým obsahem metanu, který je dobře hořlavý. V Indii, Číně a jinde proto existuje mnoho poměrně primitivních, ale funkčních zařízení v podstatě svépomocné výroby. Současná evropská zařízení jsou mnohem propracovanější, spolehlivější a bezpečnější.

Základní součástí bioplynové stanice (BPS) je fermentor (reaktor), kde dochází k vlastnímu rozkladu biomasy. Pro urychlení a zlepšení procesu rozkladu je fermentor vyhříván (teplem z výroby elektřiny z bioplynu). Někdy je fermentor doplněn sekundárním nevyhříváním fermentorem, kam přichází biomasa z primárního fermentoru. Důležité je, aby proces rozkladu proběhl do konce. Ke konci procesu už je produkce bioplynu nízká. Ve snaze zpracovat co největší množství hmoty pak někteří provozovatelé nenechají biomasu ve fermentoru dostatečně dlouho. Nedostatečně zpracovaná biomasa je pak zdrojem zápachu.

Zbytky z procesu, tzv. digestát, se často používá jako hnojivo. Pole je však možné hnojit jen v určitých obdobích, proto je nutné digestát skladovat. Jímka pro skladování nevyzrálého digestátu musí být zakryta, aby vítr neroznášel pachy. Digestát se někdy likviduje jako odpad pomocí kompostování.

Vstupní biomasu je před vstupem do reaktoru obvykle nutno rozmělnit, případně smíchat různé druhy biomasy tak, aby rozklad probíhal optimálně. Pokud se zpracovávají jateční odpady, musí být BPS na vstupu vybavena hygienizační linkou, kde se za vyšší teploty odpad zbaví choroboplodných zárodků. Vstupní prostory, kde se odpad vykládá, musí být uzavřeny a odvětrány, přičemž vzduch musí projít filtrem k odstranění zápachu. Nutno je také zajistit, aby nákladní vozidla mohla být před odjezdem čistěna a dezinfikována. Pokud se zpracovávají komunální či jiné organické odpady, je nutno instalovat linku pro dotřídění odpadu.

Vyrobený bioplyn je nutno skladovat v plynojemu, protože produkce není vždy rovnoměrná. Pokud je ve vstupní biomase větší podíl slámy, musí se bioplyn odsířit, aby nepoškozoval kogenerační jednotku.

Bioplyn se spaluje v kogenerační jednotce, která sestává ze spalovacího motoru a generátoru elektřiny. Dříve se používaly upravené automobilové motory, dnes se setkáváme s motory určenými speciálně pro bioplyn. Protože výroba elektřiny je v současnosti nejdůležitějším aspektem bioplynových stanic, musí být kogenerační jednotka spolehlivá. Obvykle se instaluje několik menších jednotek, aby případná porucha nebo servisní odstávka nepřerušila provoz celé stanice. Bioplyn je možné po vyčištění a vysušení předávat také do plynárenské soustavy nebo jím pohánět dopravní prostředky.

Asi polovina energie obsažené v bioplynu se přemění na teplo, které se využívá především pro vyhřívání fermentoru, „přebytečné“ teplo se pak využívá pro vytápění provozních budov

v areálu, případně pro vytápění domů v nejbližší obci. Účinnost výroby elektřiny z bioplynu je 30 až 40 %.

Technologii BPS je třeba navrhnout již od začátku s ohledem na suroviny, které se budou zpracovávat. Například přimíchání většího množství trávy a odpadní zeleně do kejdy proces fermentace zpomalí. Zařízení tedy buď zpracuje méně hmoty, nebo se proces fermentace nenechá doběhnout do konce a výtěžnost bioplynu je menší.

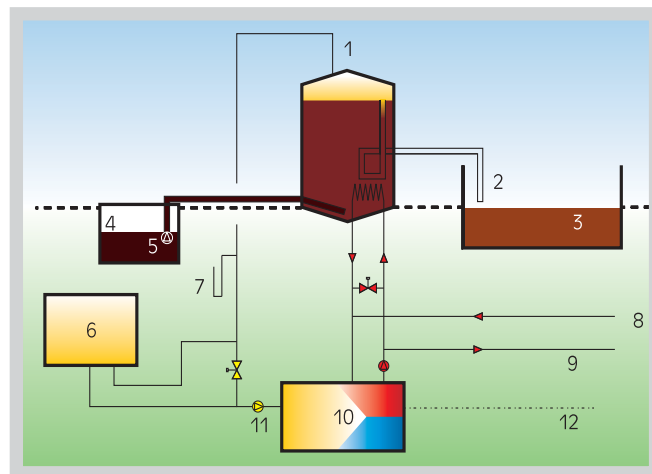


Schéma bioplynové stanice, kontinuální systém. Zdroj: EkoWATT

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

12.2. Ekonomika instalace, výše a návratnost investice

I když je možné postavit i velmi malou bioplynovou stanici s výkonem několika kW, v současnosti se staví spíše stanice s výkonem stovek kW, jaké ročně zpracují několik tisíc tun hmoty. Důvodem je zejména, že velká zařízení jsou relativně levnější. U zemědělských bioplynových zařízení, kde se zpracovávají exkrementy a zemědělské odpady, jsou investiční náklady 80 až 120 tis. Kč/kW elektrického výkonu. U stanic zpracovávajících komunální odpad, zbytky potravin nebo jiný druh odpadu, jsou investiční náklady asi dvojnásobné. Důvodem je nutnost vybudovat haly pro příjem a dotřídění odpadu, hygienizační linku a další zařízení.

Protože životnost zařízení je 20 let, je nezbytné navrhnout bioplynovou stanici tak, aby po tuto dobu měla k dispozici dostatek vstupních surovin. Při přípravě projektu je vhodné analyzovat potenciál dostupné biomasy. Případný nákup a doprava biomasy může ekonomiku zhoršit natolik, že bude lepší provoz ukončit. U dobře připraveného projektu je návratnost investice 15 až 20 let.

Hlavním a nejdůležitějším příjmem bioplynové stanice je prodej elektřiny do sítě. V současnosti je tato cena předepsána Energetickým regulačním úřadem a je zaručena po dobu 20 let (s meziročním zvyšováním o inflaci). Cena se liší podle toho, jakou biomasu stanice zpracovává. Jde-li o cíleně pěstovanou biomasu, je cena vyšší než při zpracování odpadů.

Dalším příjmem může být prodej tepla, kde je však cena smluvní a běžně je okolo 200 až 350 Kč/GJ. Zajímavým příjmem mohou být poplatky za zpracování odpadů (potravinářské odpady, biologicky rozložitelná složka tuhého komunálního odpadu aj.) Podmínky a ceny se v odpadovém odvětví rychle mění, takže tyto příjmy jsou poměrně nejisté.

Naopak je třeba počítat i s náklady na vstupní biomasu. Kejda a podobné odpady bývají k dispozici zdarma, nutno je ale hradit náklady na dopravu. Při zpracování kukuřice a jiné cíleně pěstované biomasy je důležitá nejen cena vstupní suroviny, ale i náklady na její dopravu a skladování – mezi sklizní a zpracováním může uplynout několik měsíců. Pokud není možno digestát použít jako hnojivo, je nutno počítat s náklady na jeho likvidaci.

Opominout nelze ani náklady na servis zařízení, včetně kogenerační jednotky, a také náklady na obsluhu.

■ 12.3. Potenciální vlivy na životní prostředí a nejčastější mýty

V roce 2009 vydalo MŽP ČR metodický pokyn, který specifikuje podmínky schvalování bioplynových stanic a upozorňuje na předpisy, které je nutno dodržet. Díky tomuto kroku a zkušenostem z provozu stávajících zařízení by v budoucnu nemělo dojít k tomu, že by bioplynová stanice nebyla přínosem pro životní prostředí.

Zápach

Během několika posledních let se v ČR vyskytly i bioplynové stanice, z nichž některé obtěžovaly okolí zápachem. To způsobilo, že záměr výstavby nové bioplynové stanice téměř vždy vyvolá obavy a odpor místních obyvatel.

Ukázalo se, že problémy se zápachem byly obvykle způsobeny nedodržováním provozního řádu, nekázní personálu, případně nevhodným projektem.

V první řadě mohou být zdrojem zápachu vozidla dopravující biomasu. Pokud kejda uniká z cisteren, nebo pokud jsou dopravovány živočišné odpady v nezakrytých kontejnerech, jde o porušení předpisů. Rovněž tak ve vlastní stanici je potřeba zajistit, aby manipulace se vstupní surovinou probíhala v uzavřených prostorech, vybavených odtahem vzduchu s biofitrem.

Dalším zdrojem zápachu může být digestát, který nebyl ve fermentoru dostatečně dlouho a není tedy dostatečně rozložen. Pokud se již při návrhu bioplynové stanice počítá s tím, že kvůli zrychlení procesu nebude digestát zcela vyzrálý, musí být nádrže na digestát uzavřené.

Problémům se zápachem lze předejít správným návrhem bioplynové stanice. Při povolování stavby lze stanovit požadavky a omezení, například ochranné pásmo. Při provozu je pak nutné dbát zejména na dodržování technologických postupů a provozních předpisů. Opačné chování může být postihováno.

Snížování skleníkového efektu

Jak vyplývá z historie vývoje, bioplynové technologie se hodí především k likvidaci odpadů. Přeměna exkrementů na hnojivo je bez bioplynové technologie o dost pomalejší. Důležité však je, že při rozkladu biomasy vzniká metan, který významně zesiluje skleníkový efekt. Při samovolném rozkladu (např. hnůj v hromadě na poli) uniká metan volně do ovzduší. Naproti tomu v bioplynové stanici je metan zachycen a následně spálen, tedy přeměněn na vodu a CO₂, který ve srovnání s metanem není tak silný skleníkový plyn.

Likvidace zbytků z procesu

Likvidace zemědělských odpadů v bioplynových stanicích snižuje riziko splachu močůvky z otevřených hnojišť do potoků a řek. Pokud je však digestát používán jako hnojivo, je nutno respektovat dobu, kdy je možno hnojit i ochranná pásma vodních toků a povinnosti dané zákonem o hnojivech. č.156/1998 Sb.

Energetické využití odpadů

Bioplynové technologie umožňují využít energii odpadů, které obsahují příliš mnoho vody, než aby se daly jednoduše spálit. Umožňují i neutralizovat jinak rizikové potravinářské odpady. V ČR i v Evropě je pro zemědělce pěstování biomasy pro bioplynovou stanici zajímavou alternativou k produkci potravin.

■ 12.4. Další zdroje informací

BIOM.CZ: www.biom.cz

Bioprofit: www.bioplyn.cz

Výzkumný ústav rostlinné výroby: www.vurv.cz

■ 13. Použité zkratky

BPS – bioplynová stanice

CZT – centrální zásobování teplem

ČEZ, E.ON, PRE

ČR – Česká republika

ČSÚ – Český statistický úřad

DPH – daň z přidané hodnoty

ERÚ – Energetický regulační úřad

ESTIF – European Solar Thermal Industry Federation

EU – Evropská unie

IPCC – Mezinárodní panel pro změnu klimatu, Intergovernmental Panel on Climate Change

MEŘO – metylester řepkového oleje

MVE – malá vodní elektrárna

MŽP – Ministerstvo životního prostředí

NEK – Nezávislá odborná komise pro posouzení energetických potřeb České republiky v dlouhodobém časovém horizontu (tzv. Pačesova komise)

OZE – obnovitelné zdroje energie

Ministerstvo životního prostředí
Státní fond životního prostředí České republiky

www.opzp.cz
zelená linka 800 260 500
dotazy@sfzp.cz



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE | Pro vodu,
Fond soudržnosti | vzduch a přírodu

Spolufinancováno z Prioritní osy 8 – Technická pomoc financovaná z Fondu soudržnosti.



Obnovitelné zdroje energie – Přehled druhů a technologií

Texty: EkoWATT – Karel Srdečný, Jaroslav Knápek, Jitka Klinkerová, Monika Kašparová.

Na textu dále spolupracovali: Edvard Sequens.

Foto na obálce: Michal Šperling (1), Martin Kout.

Tištěno na přírodním recyklovaném papíru EKO PRINT.

Vydalo Ministerstvo životního prostředí, 2009.

ISBN: 978-80-7212-518-0