MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

První odborná konference, Kroměříž, 3. května 2006

ENERSOL 2006
SBORNÍK NEJLEPŠÍCH PRACÍ

JAK ŽÁCI A STUDENTI HODNOTÍ VYUŽÍVÁNÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE VE SVÉM OKOLÍ

VZDĚLÁVACÍ AGENTURA
KROMĚŘÍŽ

COPT

Obsah

Malá vodní elektrárna v Českém Šternberku (P. Ševčík) 4
Moje první solární autíčko (J. Klesnar) 9
Malá vodní elektrárna Klecany (E. Buschová) 12
Spalování biomasy – centrální výtopna Žlutice (E. Jablonská) 16
Větrné elektrárny v České republice (K. Kondrašová) 21
Nízkoenergetický – pasivní dům (K. Buřičová) 31
Malá vodní elektrárna Spálov (P. Řezníček) 36
Využití biomasy v družstvu Březovice (L. Miklas) 42
Větrná elektrárna Nový Hrádek (T. Vítek) 46
Využití tepelného čerpadla v rodinném domě (R. Šťastný) 59
Tepelná čerpadla – příklad instalace i teorie (L. Fridrich) 69
Využití biomasy (O. Joudal) 72
Sluneční energie (P. Kosmáková) 76
Energetický systém SOŠ a SOU-MŠP Letovice, spalování biomasy
(V. Klodner, L. Šmeralová) 83
Tepelné čerpadlo (P. Axman) 92
Větrná elektrárna (O. Vrána) 100
Malá vodní elektrárna Loštice (R. Vrtek) 104
Ekologické vytápění v obci Bouzov biomasou (I. Kolářová) 110
Solární ohřev TUV pro bazén v Havlíčkově Brodě (P. Uttendorfský) 117
Malé vodní elektrárny (V. Kuklík) 126
Energie z vody přeměněná na elektřinu v Libovicích (J. Flieger) 136
Využití skládkového plynu na výrobu elektřiny (L. Hampl) 149
Tepelná čerpadla (J. Láněk) 156
Tepelná čerpadla v praxi (T. Horák) 161
Využití krbu (K. Čiháková) 168
Tepelné čerpadlo jako zdroj tepla v rodinném domě (R. Maliňák) 172
Projekt domu šetrného k bydlení (K. Miškařík) 177
Tepelná čerpadlá (L. Ožvoldíková, P. Uváčiková) 184
Vetrný park Cerová (S. Nemčok-Furiš, M. Májek) 191
Solární energie (R. Pospíšil) 198
Solárna energia na Záhorí (H. Vávrová, K. Kubincová) 208
Organizační a odborné postupy finále soutěže ENERSOL 2006 222

Obrazová příloha

Fotodokumentace k projektům 225
Fotodokumentace ze soutěže 232

ENERSOL 2006

Podpora vzdělávání obnovitelných zdrojů energie
formou studentské a žákovské soutěže

**„JAK ŽÁCI A STUDENTI HODNOTÍ VYUŽÍVÁNÍ
OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE
VE SVÉM OKOLÍ“**

soutěž byla pořádána za laskavé podpory

**Zlínského kraje
náměstků hejtmana Vojtěcha Jurčíka a Mgr. Josefa Slováka**

**Hlavního města Prahy
člena rady hlavního města Bc. Jana Štrofa**

**Středočeského kraje
náměstkyně hejtmana Dagmar Nohýnkové**

**Královéhradeckého kraje
člena rady Královéhradeckého kraje Ing. Zdeňka Krause**

**Jihomoravského kraje
člena rady Jihomoravského kraje RNDr. Miloše Šifaldy**

Pořadatelé touto cestou děkují i ředitelům regionálních vzdělávacích center
Zlínského kraje, Ing. Miroslavu Školoudíkovi,
hlavního města Prahy, Mgr. Josefu Ležalovi,
Jihomoravského kraje, JUDr. Sylvě Ducháčkové,
Královéhradeckého kraje, Ing. Josefu Machkovi
a Středočeského kraje, Mgr. Jiřímu Kotoučovi

Předmluva:

Druhý ročník žákovské a studentské soutěže ENERSOL 2006 vycházel z nové organizace a odborného zabezpečení. V srpnu 2005 se sešli odborníci z Ministerstva životního prostředí, Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, Národního ústavu odborného vzdělávání, České energetické agentury, Českého vysokého učení technického, Správy služeb zaměstnanosti Ministerstva práce a sociálních věcí, časopisu Topenářství a instalace a Vzdělávací agentury Kroměříž, aby zhodnotili první ročník a doporučili pořadatelské agentuře změny vedoucí ke zvýšení kvality, odborné a projektové úrovně soutěže. Současně byly přijaty i postupy, které rozdělily celou soutěž do jednotlivých časových etap s vlastním obsahovým zaměřením. Soutěž tak získala společenské renomé, protože ve stejné době byla přijata Ministerstvem školství mezi řádně rozvíjené soutěže pro celou síť středních a vyšších odborných škol.

Významným mezníkem se stalo i jednání pořadatelů s členy Školské komise Asociace krajů ČR dne 20. září 2005 v Českých Budějovicích, kde soutěž podpořili zástupci Zlínského kraje a hlavního města Prahy.

Druhého ročníku se proto mohlo zúčastnit oficiálně již 5 krajů, jejichž zástupci účelně podpořili soutěž tak, aby mohla být organizována od listopadu 2005 až do jednání účastníků 1. odborné konference ve dnech 2. a 3. května 2006.

Vlastní organizace byla kromě časové osy zajištěna vznikem 5 regionálních vzdělávacích center v Praze, Benešově, Hradci Králové, Letovicích a Kroměříži. Tato centra prováděla marketingovou, přednáškovou i odbornou činnost k zajištění účasti svých krajských družstev ve finále, které bylo uspořádáno za odborné spolupráce s Magistrátem hlavního města Prahy. Tento druhý ročník soutěže přinesl i řadu nových poznatků a zkušeností. Takovým poznáním je i přesvědčení pořadatelů a regionálních vzdělávacích center, že tato forma vzdělávání může být významným příspěvkem do školních programů v mimoškolním vzdělávání zaměřeným na nové, dynamicky se rozvíjející obory světového hospodářství. A ještě jeden poznatek, který soutěž nesmírně obohatil. V souladu s trendy výuky a výcviku naší mladé generace v oblastech technických oborů se plně prokázalo tvrzení, že do budoucna může naše školství čerpat mnohem výrazněji z partnerské spolupráce s průmyslovými firmami, jejichž manažmenty vítají tuto podporu školám formou exkurzí, stáží a výrobní praxe pro žáky, studenty, ale i pedagogy odborných předmětů a odborného výcviku. Naše školství tak získává i díky takovým projektům, jako je ENERSOL, partnerskou průmyslovou základnu pro získávání informací o zaváděných inovacích, které nejsou popsány v žádné odborné literatuře. A právě proto se i naše soutěž může zařadit mezi efektivní zdroj přípravy nových zaměstnanců, kde vedle školních programů budou sdělovány informace ze světa globálního světového hospodářství a volné soutěže. Vždyť musíme si přiznat, že inovace v průmyslu významně nabírají na rychlosti a kvalitě. A tomuto procesu změn se musí přizpůsobit i příprava na životní kariéru nových zaměstnanců.

A obnovitelné zdroje a jejich význam? Ale o tom už pojednává tento Sborník nejlepších prací našich soutěžících, kterým i my, pořadatelé, vzdáváme zasloužený obdiv a dík. Mnoho projektů si zaslouží pozornost ve svých školách, kde by mohly být využity pro výuku, ale například i pro prezentaci svého autora před maturitní nebo zkušební komisí. Vždyť tyto projekty vyrostly z nadšení a radosti a jedinou odměnou byla účast na krajských kolech nebo ve finále.

Na závěr:

Snad se jednou ještě všichni setkáme, abychom o významu této mladé soutěže hovořili v jiné perspektivě. V perspektivě už zkušených a na život připravených nadaných mladých techniků, učitelů, zdravotníků, zemědělců, ale i úředníků ve státní správě i místní-komunální a krajské samosprávě. Vždyť do soutěže se hlásí celá paleta našich škol, protože téma soutěže je výzvou zejména pro naši mladou generaci. A sluníčku přejeme, aby nám svítilo pro radost i energii!

Ing. Jiří Herodes, Vzdělávací agentura Kroměříž, s.r.o.

I. Kapitola
PRAHA

Jméno soutěžícího	Téma soutěžní práce	Adresa školy
1. Petr Ševčík	Malá vodní elektr. v Č. Štenberku	SŠ techn. Beranových 140, Praha 9
2. Jakub Klesnar	Moje první solární autíčko	COPTH Poděbradská 1, Praha 9
3. Eva Buschová	Malá vodní elektrárna Klecany	MSŠCH Křemencova 12, Praha 1
4. Eva Jablonská	Spalov. biomasy - centr. výtop. Žlutice	Gymnázium Nad Štolou 1, Praha 7
5. Kristýna Kondrašová	Větrná energie a její využití v ČR	SZŠ a VZŠ 5. května 51, Praha 4
6. Karolína Buřičová	Nízkoenergetický - pasivní dům	SZŠ Ruská 91, Praha 10
7. Josef Cipra	Průzkum inform. obyv. Prahy k OZE	Gymnázium JN, Komenského 9, Praha 3
8. Martin Košťál	OZE - moje nová vášeň	SPŠD, SOU a U, Plzeňská 102, Praha 5
9. Martin Vlach	Tepelná čerpadla	Gymnázium Nad Štolou 1, Praha 7
10. Erik Egersdorf	Malá vodní elektrárna Černošice	SŠ technická Beranových 140, Praha 9
11. Jan Horák	Ekologické vytápění v Kašp. horách	MSŠCH Křemencova 12, Praha 1
12. Tereza Davidová	Biomasa	VOŠ a SPŠ dopravní, Masná 18, Praha 1
13. Jakub Bareš	Větrná elektr. Jindřichovice pod Smrk.	MSŠCH Křemencova 12, Praha 1
14. Martin Ládyš	Větrná energie	SPŠE Ječná 30, Praha 2
15. David Kačírek	Pohon modelů fotovoltaickými články	SPŠD, SOU a U, Plzeňská 102, Praha 5
16. Jakub Cajzl	Fotovoltaická přeměna sluneční energie	Gymnázium Nad Štolou 1, Praha 7
17. Lucie Doubravová	Vliv elektráren na dýchací syst. člověka	SZŠ a VZŠ 5. května 51, Praha 4
18. Martin Fuchs	Altern. zdroje energie - jaderné elektr.	COPTH Poděbradská 1, Praha 9
19. Roman Fuxa	Solární panely a jejich využití	COPTH Poděbradská 1, Praha 9
20. Lukáš Gil	Slun. energie usměrňovaná elektronikou	SPŠD, SOU a U, Plzeňská 102, Praha 5
21. Vladislav Havelka	Energie slunce	COPTH Poděbradská 1, Praha 9
22. Martina Havlová	Solární lampy	SZŠ Ruská 91, Praha 10
23. Martin Janoušek	Využití palivových článků	COPTH Poděbradská 1, Praha 9
24. Tomáš Jeník	Alternativní zdroje energie	COPTH Poděbradská 1, Praha 9
25. Michal Kadlec	Sluneční energie	COPTH Poděbradská 1, Praha 9
26. Helena Kejmarová	Využití OZE v dopravě	VOŠ a SPŠ dopravní, Masná 18, Praha 1
27. Vojtěch Kočovský	Tepelná čerpadla	SPŠ strojní, Na Třebešíně 2299, Pha 10
28. Pavel Macourek	Zdroje energie	COPTH Poděbradská 1, Praha 9
29. Jan Machačka	Fúzní reaktor	VOŠ a SPŠE F. Křižíka, Na Příkopě 16
30. Jan Novák	Přečerpávací elektrárny Štěchovice	MSŠCH Křemencova 12, Praha 1
31. David Pavlíček	OZE - větrná energi	COPTH Poděbradská 1, Praha 9
32. Jakub Pilař	Alternativní zdroje energie	COPTH Poděbradská 1, Praha 9
33. Michaela Popová	Tepelná čerpadla	MSŠCH Křemencova 12, Praha 1
34. Tereza Semecká	Altern. pohled na altern.. zdr. energie	COPTH Poděbradská 1, Praha 9
35. David Slaboch	Biomasa	VOŠ a SPŠ dopravní, Masná 18, Praha 1
36. Luboš Sloup	OZE - větrné elektrárny	COPTH Poděbradská 1, Praha 9
37. Martin Tvrz	Obnovitelné zdroje energie	COPTH Poděbradská 1, Praha 9
38. Tomáš Vejnar	Obnov. zdroje energie na naší zahradě	SZŠ a VZŠ 5. května 51, Praha 4

Petr ŠEVČÍK, Střední škola technická, Beranových 140, Praha

MALÁ VODNÍ ELEKTRÁRNA V ČESKÉM ŠTERNBERKU

ÚVODEM:

Jsem studentem 2.ročníku studijního oboru „Mechanik – elektronik“ na Střední škole technické – Centrum odborné přípravy v Praze Letňanech. Na podzim minulého kalendářního roku jsem se se svojí školou zúčastnil přednášky pořádané v Praze na Harfě – COP-TH, která byla zasvěcena značně diskutované problematice obnovitelných energetických zdrojů. Toto téma mě velmi zaujalo, protože je zajímavé, jak z technického hlediska, tak především svou budoucí perspektivou rozvoje.

Do soutěže, zabývající se právě touto problematikou, jsem se rozhodl okamžitě zapojit. Nejprve jsem chvilku přemýšlel o tom, kterému obnovitelnému zdroji energie věnovat ve svém pojednání pozornost. Nakonec jsem se rozhodl pro malé vodní elektrárny. Vzpomenul jsem si na exkurzi, při které jsme v rámci středoškolského seznamovacího pobytu v Posázaví, navštívili jednu z malých vodních elektráren na řece Sázavě, v Českém Šternberku.

Tato malá vodní elektrárna mne zaujala, především:

- svojí poměrně malou rozlehlostí objektu elektrárny i celého vodního díla
- jednoduchostí konstrukce
- samostatností a bezobslužným automatickým provozem
- ekologickou stránkou tím, že vodní dílo při výrobě neprodukuje žádné škodliviny,
- je zajištěna neporušitelnost biotopu původního řečiště řeky Sázavy
- značnou účinností tohoto vodního díla na malé řece Sázavě, jejím středním úseku

Podle mého názoru jsou právě malé vodní elektrárny velmi důležitými objekty získávání obnovitelné a přitom ekologicky čisté energie.

Proto, abych získal další informace, rozhodl jsem se kontaktovat pana Filipa - starostu Českého Šternberka – spolumajitele této malé vodní elektrárny a dohodl jsem se s ním na schůzce přímo na místě. Pan Filip mne provedl objektem elektrárny a pověděl mi o ní něco víc, zvláště z lidské stránky než z technické, o které jsem už slyšel.

Vodní elektrárna se nachází v budově starého mlýna na dolním konci obce Český Šternberk na levém břehu řeky Sázavy. Budova byla postavena ve třicátých letech minulého století původně za účelem mlýna. V padesátých letech byla budova státem zabavena a později v devadesátých letech navrácena zpět původním majitelům. Podle slov pana starosty byla budova a jez navráceny v tak dezolátním stavu, že ve své podstatě bylo vše z původního objektu rozebráno a poházeno po okolí. Stálo to spoustu práce to dát všechno do pořádku.

Po zvednutí hladiny vody v řece Sázavě, vybagrováním 200 metrů dlouhého laterálního kanálu, který je zčásti položen na skalnatém podloží a slouží pro odtok vody zpět do koryta řeky, následném vyčištění a opravení jezu s náhonem k mlýnu od nánosů bahna, suti a dalšího jiného odpadu, byla v mlýně vybudována plně automatická malá vodní elektrárna.

Bylo to hodně práce, ale vyplatilo se to - říká pan starosta. Celkem rekonstrukce a stavba malé vodní elektrárny vyšla přibližně na 1 300 000 korun, což není žádná až tak veliká částka, pokud ji porovnáme s pořizovací cenou jiných elektráren, které rovněž využívají obnovitelných energetických zdrojů.

Jelikož rozdíl horní a dolní hladiny jezu činí průměrně něco kolem 4 metrů, byla v této elektrárně použita Kaplanova turbíny, která je pro takováto nízkotlaká malá vodní díla naprosto ideální. Její předností je to, že při značném klesání či stoupání vzedmuté hladiny toku se lopatky turbíny natočením (díky natáčecímu zařízení oběžných lopatek, který se ovládá servomotorem na tlakový olej do optimalizovaného úhlu) samy přizpůsobí stavu hladiny vody, což je velikou výhodou. Musíme se totiž zamyslet nad tím, že řeka v každém ročním období poskytuje jinou rozdílovou výšku hladiny horní a spodní vody v důsledku značně kolísajícího vteřinového průtoku vody. Stačí si jen uvědomit to, že v průběhu ročního období mohou nastat nejenom období sucha, kdy minimální průtok vody musí být veden pouze původním řečištěm, ale například v období jarního tání sněhové pokrývky, či dlouhotrvajících a vydatných dešťů v povodí Sázavy se průměrný průtok i ztrojnásobí. I v takovýchto případech musí být provoz elektrárny nejenom omezen, ale často i zcela odstaven.

Kaplanova turbína s přilehlým zařízením pro vzedmutí vodní hladiny přemění původně potenciální energii vodního spádu, v kinetickou energii vodního proudu, jež je převzata lopatkami oběžného kola turbíny. Svislý hřídel turbíny je v horní části osazen poměrně mohutnou řemenicí. Pomocí klínových řemenů je vyrobená kinetická energie dále předávána alternátoru, kde se zase mění na energii elektrickou. Zdejší koncepce pohonu alternátoru se tedy poněkud odlišuje od typických jednoosých turboalternátorů. Takové uspořádání však vzhledem k nižším otáčkám rotoru vodní turbíny musí být osazeno alternátorem s větším počtem pólových nástavců. To proto, aby soustrojí vyrábělo třífázové napětí o kmitočtu průmyslové rozvodné sítě – tedy 50 Hz. Elektrická energie, vyrobená alternátorem je vedena na trafostanici, na jejímž výstupu si ji odkupují České energetické závody. Energie, vyrobená v uvedené malé vodní elektrárně v podstatě stačí k pokrytí příkonu veřejného osvětlení v Českém Šternberku, ale i pro občany, včetně několika soukromých podnikatelů.

Jak jsem už uvedl, tato malá vodní elektrárna mne zaujala zejména svým plně automatickým provozem. To je dáno tím, že činnost veškerých řídících prvků je ovládána PLC, což je programovatelná řídící číslicová logická jednotka. PLC, coby „srdce“ automatického systému řízení provozu elektrárny díky snímačům a převodníkům soustřeďuje takové informace jakými jsou například:

- výška hladiny nad jezem
- podtlak v savici před vyústěním do laterárního kanálu na dolní úrovni hladiny
- velikost intenzity proudu vyráběné alternátorem a dodávané do sítě
- výstupní napětí alternátoru
- počet otáček turbíny za minutu a tedy i kmitočet generovaného napětí ve vztahu ke kmitočtu rozvodné sítě
- úhel lopatek oběžného kola turbíny vzhledem k nastavenému úhlu lopatek rozvodného kola
- teplota na ložiscích turbíny
- průtok vody přes rošty zachytávající nečistoty

Díky soustředěným informacím PLC vyhodnotí situaci a dle zadaného programu provede příslušné povely, které korigují momentální stav na nominální hodnoty. Tak například:

- podle situace natočí úhel lopatek turbíny tak, aby otáčky turbíny a tudíž i alternátoru odpovídaly odběru energie, ale i rozdílu tlaků obou hladin a aby tak byla zajištěna naprosto zfázovaná činnost soustrojí s kmitočtem sítě
- při znečištění vypne elektrárnu a zapne čisticí hřeben hrubých a jemných česlic
- při malém či velkém stavu vody provede automatickou odstávku činnosti vodní elektrárny
- při malému stavu vody vypne elektrárnu, aby elektrárna neohrozila živočišnou rovnováhu pod jezem.
- při zkratu na vedení okamžitě odpojí elektrárnu od rozvodné distribuční sítě, odbudí alternátor a posléze odstaví celý energetický blok z činnosti

Tato malá vodní elektrárna dodává 25 kilowatthodin průměrného energetického výkonu. Prakticky by sice mohla dodávat v průměru do distribuční sítě i výkon 44 kilowatthodin, ale pan starosta Filip nechce elektrárnu zbytečně extrémně zatěžovat v maximálním režimu. To co elektrárna nyní vyprodukuje mu zatím bohatě stačí. Takový výkon by totiž elektrárně moc nesvědčil. Projevilo by se to především zvýšením nákladů na běžnou údržbu, mohla by se projevit poruchovost jednotlivých prvků a samozřejmě by se to projevilo i v růstu finančních nákladů, na zajištění plánovaných generálních oprav.

Vznikl i nápad laterální kanál o 50 cm prohloubit, tedy i prodloužit, což by v praxi znamenalo navýšení výkonu okolo 20 kilowatthodin. Kaplanova turbína by byla téměř ve vzduchu a tudíž by disponovala větším podtlakem na vodní hladině pod jezem. Bohužel na to prý teď není čas a ani chuť.

Nahlédněme však alespoň velmi zjednodušeně do finančních rozvah, které provoz takovéhoto malého vodního díla provázejí:

Jak jsem se od pana starosty dozvěděl, České energetické závody odkupují od majitele elektrárny kilowatthodinu za 3 koruny. Byly prý i časy, a nikoli příliš vzdálené, kdy České energetické závody odkupovaly takto ekologicky vyrobenou energii z obnovitelných zdrojů, jak tomu v případě vodních elektráren hodně pod cenou - např. 0,60 korun za kilowatthodinu. Naštěstí jsou tyto časy už v zapomnění a pan starosta Filip říká, že s Českými energetickými závody nemá nyní vůbec žádný problém.

Podle starosty pana Filipa je tato elektrárna v provozu celých 24 hodin denně a něco kolem 200 až 250 dní v roce. K tomu, proč nemůže běžet stále mi řekl následující. Kromě příčin zvýšeného, anebo naopak minimálního průtoku vody řečištěm, které jsem již uvedl, je nutno na zařízení elektrárny provádět periodickou údržbu jednotlivých provozních skupin, a to s takovou četností , která odpovídá stupni jejich průměrného provozního opotřebování. Pro lepší ilustraci jde zejména o následující úkoly :

- kontrola napnutí a celistvosti klínových řemenů a jejich ošetření
- kontroly ložisek včetně promazání, popř. jejich výměna
- trvalá pozornost musí být věnována zejména sledování malého stavu vody, kdy musí být elektrárna odstavena aby neohrozila živočišnou rovnováhu pod jezem
- jiné údržbě elektrických zařízení v souladu s vyhláškou 50
- na některých součástech kinetického ústrojí musí být v předepsaných intervalech prováděny defektoskopické zkoušky

V praxi můžeme říci, že za současných podmínek výkupu elektrické energie si majitel podobné malé vodní elektrárny může podle konkrétního průtoku za jeden den vydělat až 1800 korun, tedy ročně něco kolem 460 000 korun. A to přeci není vůbec žádný malý příjem!!!

Na otázku kolik stála v posledním roce údržba tohoto malého vodního díla, mi pan starosta Filip odpověděl: „Jen plechovku vazelíny za asi 500 korun.“ Opravdu velice levná roční údržba. Ne vždy je však situace právě taková.

Tak například těžší situace nastává v souvislosti s generálními opravami, které se dělají tak přibližně jednou za 2 roky. Náklady na generální opravu se mohou podle situace lehce vyšplhat na „nehezkých“ 250 000 korun. V některých případech se mohou vyskytnout i problémy jiného, často i dlouhodobějšího rázu. Když mi pan starosta o jednom takovém vyprávěl, došlo mi, že rozhodnout se k výstavbě, popřípadě rozšíření malé vodní elektrárny nemusí být jak by se na první pohled zdálo, „procházkou růžovým sadem“. O co se vlastně jednalo?

Pan starosta Filip po počátečním úspěchu začal stavět ve druhé místnosti mlýna Francisovu turbínu. Tento typ turbín, jak jsem se dozvěděl, prošel v průběhu své existence četnými změnami – vylepšeními. Ty z ní postupně udělali velmi univerzální vodní motor.

To se týká nejenom značných rozdílů využívaného vodního spádu. Je známo, že takovéto turbíny mohou být využity i v reverzibilním režimu, kdy turbína převezme funkci čerpadla a vytlačuje vodní masy do výše položených míst. Kapacita objemu horní přehradní nádrže pak umožňuje spustit příslušné soustrojí v režimu turboalternátoru v období energetických špiček. Nalézají tak uplatnění i v přečerpávacích elektrárnách. Francisova turbína pracuje tak, že voda vstoupí do rozvaděče po celém obvodu. Jeho lopatkami je usměrňována a vhodnou rychlostí a směrem vtéká do oběžného kola. V oběžném kole voda mění směr toku podle tvaru kola a lopatek, předává jim svou energii a tím otáčí rotorem. Výkon Francisovy turbíny regulujeme ovládáním průtoku změnou výstupního průřezu rozvaděče natáčením rozváděcích lopatek. Přitom turbína dosahuje poměrně vysoké energetické účinnosti.

Myšlenka zřídit ve šternberské elektrárně další turboalternátor ještě modernější koncepce se tedy zrodila a na řadu přišla její realizace. Jenomže tento stavební projekt se vleče už přes jeden rok a to ne snad kvůli problémům se stavebními úřady či jinými úřady nebo organizacemi, ale protože majitelé elektrárny bohužel „naletěli“ na podvod jedné stavební firmě. Podepisovali stavební smlouvu, kde bylo napsáno, že dokud nebude turbína v provozu, tak majiteli elektrárny nepatří. Jenomže vedení stavební firmy tak říkajíc uteklo majitelům elektrárny s více než 500 000 korun. Což je velice hrozné. Majitelé elektrárny se chtějí s vedením firmy soudit. Můžeme jen doufat, že to dobře dopadne pro majitele malé vodní elektrárny. Za předpokladu, že vše dobře dopadne, by majitelé byli rádi, kdyby se Francisova turbína uvedla konečně v dohledné době do provozu.

Ve mlýně je dále ještě jedno místo na další turbínu. Pan starosta Filip řekl, že by byl velice rád, kdyby se tam i ta třetí turbína vešla. Jenomže to vše ukáže čas, jestli vůbec budou peníze a hlavně chuť. Osobně se domnívám, že právě takovéto nepříznivé momenty, které v některých případech výstavbu, rekonstrukci, či rozšiřování vodních děl, tak jako v tomto případě z Českého Šternberka doprovází, ubírají lidem chuť do dalších obdobných aktivit.

Také mě docela překvapilo že provoz elektrárny je téměř nehlučný. Než mi pan starosta Filip otevřel dveře a než jsem viděl, že je elektrárna v chodu, tak jsem si myslel, že je elektrárna odstavena.

Na konec mé návštěvy v Českém Šternberku mi pan starosta Filip řekl hezkou větu: „Byl to velký kus dřiny, ale tato práce se opravdu pomalu vyplácí, i když má své mouchy a jsem rád, že se tahle práce bude vyplácet mým dětem a dětem jejich dětí.“

Podle mne jsou celkově vodní elektrárny tou nejlepší alternativou pro využití obnovitelných zdrojů energie za stávajících podmínek. Jelikož je vodní energie zatím člově-

kem nejlépe využitelná (na rozdíl od větru či slunečního záření se mnohem výraznějšími energetickými výkyvy), znamená to podle mne obrovskou výhodu. A navíc podle mého názoru pořizovací cena – tedy prvotní kapitál, potřebný k realizaci malé vodní elektrárny poměrem k výkonu je také lepší, než například u fotovoltaických článků, anebo u větrných elektráren, bereme-li v úvahu, že jsou elektrárny umístěny v geografických podmínkách českého území.

Česká republika nabízí poměrně dosti vhodného prostoru pro vybudování malých vodních elektráren. To si myslím i přes to, že jsem slyšel o tom, že zdaleka ne veškerého energetického potenciálu lze v praxi využít z různých důvodů. Bohužel však dosud není mnoho lidí, kteří by do takovéhoto díla byli ochotni investovat své peníze. Podle mne, to bude tím, že propagace vodních elektráren už dávno odešla do zapomnění a svět se točí spíše kolem novějších objevů lidstva, jako jsou například fotovoltaické články. Domnívám se, že to není úplně správné řešení v naší době a v současných podmínkách a že čím déle budeme takovouto důležitou věc odkládat, tím hůře to pro nás může již v poměrně blízké budoucnosti dopadnout . Kdybych se měl v budoucnu rozhodovat, který projekt využití obnovitelných zdrojů energie podpořím, bylo by to asi právě vodní dílo.

Jakub KLESNAR, Centrum odborné přípravy technickohospodářské, Českobrodská, Praha 9

MOJE PRVNÍ SOLÁRNÍ AUTÍČKO

ÚVODEM:

Dostal jsem stavebnici solárního „poskakovače“ a chtěl jsem si sestavit z přiložených dílů funkční model, který je napájen z deseti solárních článků.

Téma vlastní práce:

Zajímalo mě, jak takový článek pracuje a jaký je jeho princip přeměny. Zjistil jsem, že podstatou fotovoltaické přeměny je fotovoltaický efekt, kdy světlo dopadající na polovodičový fotovoltaický článek uvolňuje nosiče náboje.

Elektřina se vyrábí nehlučně, bez jakýchkoliv pohyblivých součástí a bez vedlejších produktů. Fotovoltaický systém pracuje automaticky, bez obsluhy a velkých nároků na údržbu. Mezi nejvíce používané typy fotovoltaických článků patří *články z amorfního křemíku.*

Jsou značně rozšířené v oblasti malých výkonů (kapesní kalkulátory atd.). Účinnost v praxi dosahují 10%. Jejich problémem je nedostatečně dlouhá stabilita, která je podstatně menší než u ostatních druhů článků.

Monokrystalické křemíkové články jsou v současnosti nejpoužívanější a nejpropracovanější. Zvýšení účinnosti až na 16% dosahujeme povrchovým strukturováním a antireflexní vrstvou na přední straně článku.

Polykrystalické křemíkové články jsou vyráběné z litého křemíku. Účinnost je menší (11-14,5%) a klesá s dobou použití více než u článků z monokrystalického křemíku.

Tenkovrstvé články jsou v současnosti používané zřídka.

Články z arzenidu galia vykazují vysokou odolnost vůči vysoce energetickému záření a jsou používány zejména pro kosmické satelity.

Jednotlivé články je nutno pospojovat sériově, paralelně nebo sérioparalelně do solárního panelu.

Fotovoltaické panely solartec 99-150.

Konstrukce fotovoltaických šikmých panelů je typu SOLARTEC 99-150 a svislých SOLARTEC132-200. Všechny panely jsou z monokrystalických křemíkových článků s účinností 14,7%. Celkový instalovaný výkon je 2550Wp.

Výroba elektřiny

Ze solárních panelů se získává stejnosměrná elektřina, ta se buď přímo spotřebovává, nebo se uchovává v bateriích, nebo se mění na střídavou a dodává do distribuční sítě. Přeměnu realizuje mikroprocesorem řízený měnič (střídač), který převádí stejnosměrnou elektřinu na střídavou s běžným síťovým napětím 3 x 400V/ 230V; 50Hz. Fotovoltaická elektrárna musí samozřejmě i v tomto případě, stejně jako kterýkoli zdroj elektřiny, splňovat technické podmínky pro připojení k síti (napětí, kmitočet, fáze, podíl vyšších harmonických kmitočtů, zpětné odpojení, kompenzace jalového výkonu atd.)

O přímé spotřebě můžeme uvažovat všude tam, kde nám nevadí, že zařízení bude funkční jen po dobu dostatečné sluneční intenzity (např. napájení oběhového systému čerpadla u solárních kolektorů, závlahové systémy, bazény).

Akumulace energie se používá hlavně tam, kde se doba spotřeby energie nekryje s dobou výroby energie v místech, kde není k dispozici elektrická distribuční síť (chaty, jachty, dopravní signalizace, telekomunikační zařízení atd.). Akumulovanou energii z baterií lze samozřejmě také přes měnič převádět na střídavou.

V zimních měsících vyrábějí články podstatně méně elektřiny než v létě, s tím je třeba počítat při dimenzování jak plochy článků, tak kapacity akumulátorů. Při nevhodném poměru mohou články v létě vyrábět více energie, než jsou schopny akumulátory uchovat, v zimě pak může vzniknout problém, jak překlenout období s nedostatečným svitem.

Akumulátory bývají buď olověné (jde o speciální akumulátory, klasické autobaterie jsou nevhodné), nebo alkalické z nikl-kadmiových článků (NiCd). Proces nabíjení akumulátorů je řízen regulátorem dobíjení. Akumulátory vyžadují údržbu, čímž se zvyšují investiční náklady o 10-30%. Ztráty v akumulátorech (cca 10%) odpovídají ztrátám v měniči.

Měření na solárních článcích

Abych zjistil vlastnosti dodaného článku, rozhodl jsem se změřit jeho technické parametry. K tomu jsem použil solární monokrystalický křemíkový článek, multimetr a lampičku. Jako zdroj světla jsem zvolil 100W žárovku, kterou jsem umístil do vzdálenosti 0,5m nad solární destičku.

Výrobce u tohoto článku o rozměrech 51,2 x 25,6 mm udává napětí naprázdno 0,57V. Potom maximální proud, který je schopen dodat jeden solární článek by měl být 350mA a maximální výkon článku dostaneme na hodnotu 150mW. Připojil jsem jeden článek na digitální multimetr METEX M3850D a v místnosti článek dodal 11mV. Potom jsem osvítil článek 100W žárovkou ze vzdálenosti 0,5m a zvětšilo se nám napětí na 501mV. To prakticky potvrzuje údaje udávané výrobcem. Potom jsem zhotovil z deseti destiček solárních článků solární panel a propojil jsem je sériově tak, abych z tohoto zapojení získal větší napětí. Teoreticky by mělo být napětí naprázdno 5,7V. Proud ale zůstává malý, 350 mA, což je nevýhodné při velkém náhlém odběru, například roztáčení motorku.

Po připojení multimetru jsem zjistil, že panely dodávají 1V při běžném pokojovém osvětlení. Po zapnutí 100 watové žárovky jsem dosáhl napětí pouze 4.79 V.

Zvolil jsem ještě několik dalších variant pospojování destiček a připojil na ně různé motorky . Některé se točily méně, některé více. Bedlivě jsem sledoval odběr po připojení motorku. Nakonec jsem vybral ten nejvýkonnější, který jsem potom s variantou deseti destiček zapojených sériově, použil v konstrukci svého modelu.

Mechanická konstrukce

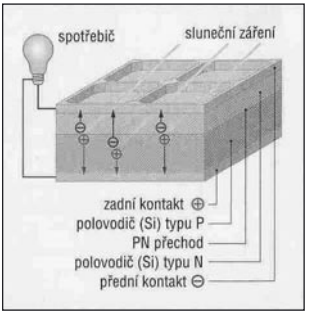
Základem celého poskakovače je šasi. Tato základna je velice důležitá pro budoucí umístění všech dalších dílů vozítka. Šasi je potřeba mít velmi pevné, protože se na něj upevňuje motorek, solární panely a kolečka. Já jsem využil pevnosti kovového materiálu a použil tři osičky. Jedna bude základna a dvě další poskládám kolmo na ni. Zadní kolmá osička slouží pro vyvážení motorku. Kolečka jsou z umělé hmoty, aby nebyla příliš těžká. Hlavní osičku v přední části ohnu do pravého úhlu, tím vytvořím upevnění pro přední kolo.

To má drážku pro budoucí řemínkový převod. Doprostřed prototypu pevně upevním motorek, zcela vědomě upozorňuji na slovo „pevně“ , jelikož pokud bude motorek volný, při prvním záběru se utrhne. Na šasi jsem připevnil desku plošného spoje s elektronikou a na vršek vozítka solární panel.

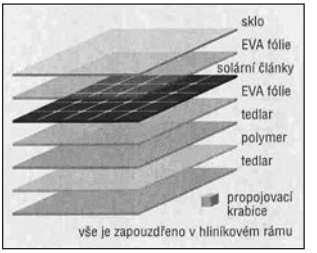
Hlavní součástí je samozřejmě elektromotorek. Tento díl má za následek celkovou rychlost a tažnost modelu. Jeho velikost, hmotnost a počet otáček mají zásadní vliv na výsledný rozjezd. Elektromotorek lze použít opravdu jakéhokoliv typu, záleží jen na zmiňovaných parametrech. Aby se vozítko rozjelo, musíme nějak propojit motorek s poháněcím kolečkem. Pro tento účel bohatě poslouží gumový řemínek. Dá se samozřejmě použít i převod pomocí ozubených koleček, ale tuto variantu bych nedoporučoval, jelikož je velice náročná na přesnost a velice záleží na dotyku mezi samotnými kolečky a na vytvořených převodech. Tím nám rapidně vzroste hmotnost vozítka. Výsledkem pak většinou bývá, že model není schopen pohybu.

Poslední záležitostí je konečný rozjezd. Teď, když máme celé vozítko postavené, chceme, aby využilo elektrickou energii z panelu a dalo se do pohybu. Na první pohled se může zdát, že to není žádný problém, ale to je opravdu jen zdání. Pokud nepoužijeme žádnou elektroniku, či použijeme pouze kondenzátor jako akumulátor elektrické energie, vozítko se nepohne. Aby se rozjelo bez tohoto prvku, je nutné jej osvítit opravdu silným zdrojem světla. Venku stačí i letní sluneční svit. Pokud se však rozhodneme rozjet model v místnosti, je potřeba energii nejprve akumulovat a až poté využít. Pro tento účel poslouží už zmiňovaný kondenzátor o dostatečné kapacitě. Elektrická energie se akumuluje do kondenzátoru, ten se vybíjí do motorku, a vozítko tak má dostatečný výkon k tomu, aby se rozjelo.

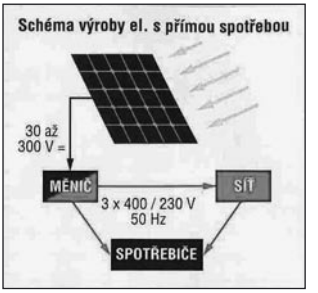
Svoje vozítko na solární pohon stále ještě vylepšuji a chci se s ním zúčastnit závodů solárních robotů v Ostravě.



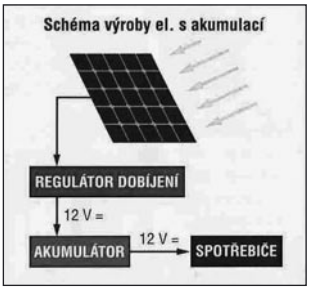
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4

Eva BUSCHOVÁ, Masarykova Střední škola chemická, Křemencova 12, Praha 1

MALÁ VODNÍ ELEKTRÁRNA KLECANY

Co se vám vybaví když se řekne řeka? …

Mnohým jen tekoucí voda, jiným zase mocný živel, který se nedá zastavit. Mě se vybaví Vltava hlavní a nejdelší vodní tok České republiky. Ne proto, že jsme se o ní učili ve škole, ale protože ji celý svůj život pozoruji z okna. Když vidím jakou sílu má tento vodní tok říkám si: Jak by se dala využít ta obrovská síla ? No ale jak je vidět, nejsem jediná koho tato otázka napadla. Už jiní přede mnou dostali nápad, jak této síly využít. Díky jejich bystrým mozkům a vynalézavosti dnes na Vltavě leží mnoho vodních elektráren, malých i velkých.

Já jsem si vybrala jez a malou vodní elektrárnu přímo u nás v Klecanech.

Vraťme se trochu do historie…

Ve druhé polovině 19. století se začala vodní doprava na českých řekách rychle rozvíjet. Ani Vltava, jako jeden z největších toků naší republiky, nezůstala pozadu.V roce 1868 byla nařízena souvislá úprava řeky od Prahy do Mělníka. Při ní se hlavně odstraňovaly pevné jezy a tím se mělo dosáhnout maximální hloubky 96cm při normálních průtocích. Bohužel se ukázalo, že ani takto upraveným tokem se plavba řekou moc nezlehčila a propojení kvalitní vodní cestou Prahy a středních Čech s Německem a dále do Severního moře se nepodařilo.

Tehdejší odborníci proto doporučovali aby se úseky řek, obdobně jako ve francii tzv.kanalizovali. Tato úprava spočívá ve stavbě jezů, plavebních komor a úpravě břehů.Tyto úpravy výrazně urychlily extrémně nízké stavy hladiny Vltavy v roce 1893, kdy za celý rok mohli lodě plout s plným ponorem pouze 20dnů a nově vybudovaný Holešovický přístav nebyl plně využit.

Dne 6. prosince 1896 byla zřízena komise na kanalizování řek Vltavy a Labe. Tato komise rozhodla o stavbě jezu v Klecanech. Rozhodli se kvůli nejméně komplikovaným vlastnickým vztahům. A tak v červenci roku 1897, měsíc po schválení projektu, zahájila stavbu jezu firma Lanna.Stavba trvala velmi krátce a to díky mírné zimě a výhodným stavům hladiny vody, takže za půl druhého roku jez, stavěný jako všude jinde ve čtyřech dílech ohraničených jímkami, mohl být úplně vystavěn a opatřen hradlovými slupicemi Nejen příroda napomohla urychlení stavby, ale i dostatek dělníků jejichž řady se rozšířili až na 650 mužů, kteří pracovali i v noci.

Zdymadlo se skládalo z jezu o třech hradlových polích s vorovou propustí (12m širokou), z malé plavební komory (11m široké), 78m užitkové délky a z velké vlakové komory o šířce 20m a užitné délce 147m (vykopáno 425 000m^3 zeminy). Jez má 3 jezová pole. Mezi jednotlivými pilíři se postavila kovová konstrukce, která byla v době zimní plavební přestávky nebo při průchodu velké vody a ledů sklopena a uložena na dně řeky. Na takto postavenou jezovou konstrukci se ve směru proti proudu řeky zasunovaly do vody dřevěná hradla (11 x 12 x 385cm), která byla v horní části opatřena kovovým okem. Jejich hmotnost byla zhruba tak kolem 30kg, to záleželo na materiálu z něhož byla vyrobena. Nejvhodnějším, ale zároveň nejdražším materiálem pro výrobu těchto hradel byl modřín. Většinou se ale používalo dřevo smrkové nebo jedlové. Pro zahražení celého jezu bylo zapotřebí 868 hradel 174 bokovnic, což jsou hradla bez vrchního kování.

Práce na hradlovém jezu vyžadovala od pracovníků jezu zručnost, dobro znalost řeky a v neposlední řadě i dobrou kondici. Postupným vkládáním nebo vytahováním hradel se udržovala horní hladina jezu v předepsané toleranci. Strž klecáneckého jezu je krátká a tak každý déšť, který se přehnal nad Prahou se okamžitě projevil ve strži a bylo nutné manipulovat s hradly.

Ve 20. letech 20. století se v odborných kruzích ozývaly názory, že hradlové jezy jsou zastaralé, ale žádné změny se však neuskutečnili a hradlové jezy včetně klecanckého pokračovali v provozu ve stejné podobě nadále. Teprve v 70. letech, kdy se ujasnili postupy modernizace hradlových jezů na Vltavě, bylo rozhodnuto, že všechny jezy budou hraženy podpíranou ocelovou kladkou a v první etapě jejich modernizace se vybuduje vždy alespoň jedno nové jezové pole. V případě klecáneckého jezu to bylo pole pravé, které se v roce 1975 zajímkovalo a připravilo k zahájení stavby.

Když se nové skloubí se starým …

Nedostatek finančních prostředků zahájení stavby oddaloval. Jez byl dlouhodobě nestejnoměrně namáhán, protože voda byla převedena přes levé a částečně střední pole. V srpnu 1977 jez vydržel nápor povodně.()Proto bylo pro všechny překvapení, když se jez 11. listopadu 1977 v 9:30 samovolně zřítil.

Stavba nového jezu byla zahájena ihned počátkem roku 1978 polskou firmou Budimex. Pracovalo se na 3 směny 24 hodin denně. Kvalita odvedené práce byla na tehdejší dobu velmi dobrá.

Nová konstrukce je přisazena po směru toku ke starému jezu a respektuje původní rozvrh polí a pilířů. Starý jez zůstal zachován, jeho konstrukce byla opravena a je sklopena na dně řeky. Při výstavbě nového jezu byla zachována původní vorová propust, ve které se používal jako hradící uzávěr gumový vak naplněný vodou. V roce 1985 ve spolupráci s ČKD Blansko byla na konci vorové propusti postavena malá vodní elektrárna. Byli zde umístěny čtyři přímoproudé Kaplanovy turbíny typu 4K84-100mm. Při spádu vody 2,3m dosahovaly průměrného výkonu 40KWh.

Stavba nové elektrárny…

Pro lepší zhodnocení průtoku ve vorové propusti se v roce 1999 zahájila výstavba nové elektrárny. Stavby začala položením základního kamene dne 1.1.2000. Firma, které měla za úkol postavit malou vodní elektrárnu na pravém břehu Vltavy, byla METROSTAV.

Celé vodní dílo je ze železobetonu.

Stavba probíhala celkem bez problémů, až na jeden menší incident. Při kopání základů lžíce bagru hrábla trochu hlouběji a strhla spodní vodu respektive spodní jezero, takže naše osada Klecánky byla pár dní bez vody ve studni. A když se všechno uvedlo do pořádku, stavba mohla pokračovat dál. A tak v prosinci roku 2000 byla hrubá stavba dokončena. V únoru 2001 se montovala technická část a v červenci roku 2001 se mohla elektrárna rozjet na plné obrátky. Celá stavba stála 72 031 267Kč. Nebyl použit žádný grant ani dotace, vše kompletně hradilo povodí Vltavy. (Kompletní plávek stavby viz příloha).

Ale bohužel 14.srpna roku 2002 provoz přerušila velká voda. Hladina řeky dosáhla největšího stavu za posledních 500 let. Střecha elektrárny zmizela pod hladinou vody. A tak následné škody po opadnutí velké vody, byli překvapivé. Střecha v katastrofální stavu a elektronika, která se musela kompletně vyměnit.

Ale díky dostatečným finančním prostředkům se mohl provoz elektrárny znovu obnovit a to po půl roční pauze.

Zpět do současnosti…

Dnes je elektrárna v provozu skoro 24 hodin denně. Důvodem odstávek je pravidelná údržba, která spočívá v kontrole stavu hydraulického oleje, v mazání ložisek a řemenů a v kontrole správného chodu poslechem. Dále je důvodem odstávek už jen hladina řeky Vltavy.

Naše malá vodní elektrárna je vybavena 2 kompletními soustrojími s turbinami HYDROHROM, typu HH 230SSK. Kompletním elektrozařízením včetně jištění a ovládání. Průtok, respektive množství vody protékající elektrárnou, je měněn pomocí automatického přestavování lopatek oběžných kol turbíny. Generátory pracujícími paralelně se sítí. V případě výpadku sekundární sítě dochází k automatickému odstavení všech soustrojí a odpojení generátorů od sítě.

Turbinové zařízení se skládá ze tří základních částí:

a) Vodní horizontální turbina Semi-Kaplan s průměrem oběžného kola 2300mm. Turbina je vybavena automatickým ovládáním lopatek oběžného kola pomocí hydraulického servopohonu. Vlastní turbína se skládá z vtokového dílu, ve kterém je integrován provozní uzávěr, tělesa turbiny a savky. Turbina jo konstruována jako ocelový svařenec. Rozváděcí kolo je složeno z 9 kusů pevných rozváděcích lopatek. Oběžné kolo je čtyřlopatkové s lopatkami z legované nerezové oceli NiCr, náboj je zhotoven z ocelolitiny. Přestavování lopatek oběžného kola je řešeno pomocí hydraulického pohonu.Systém vodních ucpávek a jejich konstrukční oddělení od prostoru olejové náplně turbíny zaručuje bezpečnost proti přímému proniknutí olejové náplně do vody.

b) Provozní uzávěrem turbiny je samostatný deskový uzávěr stavidlového typu umístěný ve vtokové části turbiny. Hradící deska se pohybuje v profilu na pojezdových kolech, která jsou uložena v kluzných ložiscích s antikorozní úpravou. Ovládání uzávěru je řešeno hydraulickým servopohonem s tím, že havarijní uzavírání v případě výpadku sekundární sítě je zajištěno gravitační silou.

c) Vyvedení výkonu z turbiny na generátor je řešeno pomocí samostatného řemenového převodu s použitím plochého řemene fy Siegling.

Generátor Siemens typ FC2 563-10 LO40 (ISO 9001), je třífázoví synchronní generátor, bezkartáčový.

Každé z obou soustrojí, jeho i elektročást, včetně příslušenství, je přizpůsobeno pro maximální výkon 600kW na svorkách generátoru. Zařízení vyvedení výkonu je dimenzováno pro výkon 1200kW/1500kVA. Při dosažení čistého spádu 2.7m je výkon na svorkách transformátoru 894kW.

Obsluha těchto zařízení je plně automatizovaná . A tak se jen dohlíží na správný chod a stav česel, které se zanášejí různými nečistotami, která plavou v řece.

Vše je plně automatické a tak zaměstnanci vodního díla už jen dohlížejí na chod elektrárny dnem i nocí, jelikož jsou stále napojeni přes peiger na automatický systém, který hlásí všechny chyby a případné problémy s provozem.

Výkon za rok 2005…

Jelikož jsem měla možnost mluvit přímo se správcem naší malé vodní elektrárny, měla jsem i možnost nakouknout do tajů výkonů naší elektrárny a to za rok 2005.

Za rok 2005 se vyrobilo 6 349 515 kWh, což je v přepočtu na peníze 10 171 096 Kč a to byla elektrárna 84 % hodin v provozu z celého roku. Nejúrodnější měsíce v roce na výrobu elektřiny jsou za rok 2005 červen, červenec a září jelikož nespadlo moc srážek a spád

na jezu je větší. A čím je větší čistý spád tím je větší výkon. Předpokládá se, že návratnost investice do stavby a následných oprav po povodni se vrátí přibližně za 12 let.

Názor občanů bydlících v okolí elektrárny…

Položila jsem pár otázek obyvatelům naší osady, kteří bydlí v okolí elektrárny nebo kolem chodí, když venčí své čtyřnohé miláčky. Dotazník se skládal ze 4 otázek pro statistické zpracování a z 6 otázek týkajících se konkrétně MVE. Na otázky, které obsahuje příloha, ochotně odpovědělo 15 lidí. (Já vím není to zrovna statistický vzorek, ale víc se jich nenašlo, tak co se dá dělat.)

Na otázku: Co jste říkali, když jste se dozvěděli, že se bude u nás stavět malá vodní elektrárna, odpovědělo 86,7% dotazovaných ,že je to dobře. Zbývajícím 13% to bylo jedno.

Na další otázku týkající se obav ze stavby elektrárny 73% zaškrtlo odpověď C – žádné obavy jsem neměl/a. Otázky, které se týkaly vzhledu elektrárny a jestli neruší přirozený vzhled krajiny, byli odpovědi vesměs stejné a to, že vzhled elektrárny je vkusný a že nijak svým vzhledem nenarušuje přirozený vzhled krajiny (můj názor je přesně opačný, ale tento odstavec se týká veřejnosti). Žádného respondenta provoz elektrárny nadměrným hlukem neruší. A podle 100% nemá MVE žádný vliv na životní prostředí. Nejen, že lidé bydlící kolem elektrárny si nestěžují na hluk, ale dokonce neměli žádné obavy ze stavby.

Nehledě na pohlaví, věk, vzdělání nebo zaměstnání se dá z tohoto výzkumu veřejného mínění vyvodit celkem pozitivní postoj občanů naší osady k naší elektrárně a jejímu provozu, což našeho hlavního jezného velice těší.

Můj názor na naši MVE…

Můj názor na alternativní zdroje jako celek je velmi pozitivní, ale vše má své úskalí a meze. A tak je to i s mým názorem na naší MVE. Je dobře, že jí tu máme (jinak bych neměla o čem psát), ale mohla by zapadat přece jenom více do krajiny. Jistě prominete tento výraz, ale je tu jako pěst na oko. No, ale už jsem si zvykla. Jak sám jezný říkal nebylo to jednoduché domluvit se na konečné podobě elektrárny a tak se dělali kompromisy. A tak elektrárna spolu s velínem vypadá tak jak vypadá.

Jelikož je dnes elektrárna vybavena i poutavou informační tabulí je procházka s mými čtyřnohými miláčky i poučná, a nejen moje. Přes naší osadu vede totiž cyklistická stezka Praha –Drážďany, a tak kolemjedoucí a kolemjdoucí mají možnost se též poučit. Což se mi velice líbí. Díky této tabuli dáváme totiž lidem na vědomí, že existuje i jiná možnost výroby energie než spalováním, které není zrovna ekologické. Největším problémem, proč se alternativní zdroje masově nerozšiřují a nejsou tak populární, je dle mého názoru, problém s financemi, jelikož vše co je ekologické nebo zdravé je drahé. To je první problém a druhý problém je, že v české republice jsou monopolní teplárny, které mají stále přednostní právo na výkup energie, protože jsou masově rozšířenější. A tak malé elektrárny jen síť posilují. Je to škoda, protože energie vyrobená pomocí alternativních zdrojů je energie čistá.

Eva JABLONSKÁ, Gymnázium a Sportovní Gymnázium Nad Štolou 1, Praha 7

SPALOVÁNÍ BIOMASY – CENTRÁLNÍ VÝTOPNA ŽLUTICE

Prameny:

Za poskytnutí informací o výtopně Žlutice děkuji Ing. Pavlíně Volákové, ředitelce objektu.
Další údaje jsou čerpány z internetových stránek:
http://www.ztzlutice.cz/ - další údaje o kotelně Žlutice
http://www.energ.cz/index.phtml?page=/uspory/biomasa,html&polozka=0 – přesné údaje o výhřevnosti paliv
http://www.verner.cz/ - informace o státních dotacích
http://biom.cz
Kudrnata M., 2006: Větrník, příroda a ČEZ. Respekt, roč. XVII., 4:8.

ÚVODEM:

Co je biomasa a její využití

Biomasa je definována jako hmota organického původu vzniklá prostřednictvím fotosyntézy. V souvislosti s energetikou jde nejčastěji o dřevo a dřevní odpad, slámu, a jiné zemědělské zbytky, některé zdroje uvádí i exkrementy užitkových zvířat. Biomasa se také záměrně získává pěstováním. V tomto případě hovoříme o energetických rostlinách. Biomasa je nejstarší druh obnovitelné energie. V současné době se k němu opět začínáme vracet. V energetické bilanci ČR v roce 2000 činil podíl OZE 2,2%, z toho biomasa 1,6% (především dříví a dřevní odpad).

Mezi technologie, které se využívají pro energetické zpracování biomasy patří spalování, zplyňování, rychlá pyrolýza, zkapalňování, esterifikace, anaerobní digesce, alkoholové kvašení a aerobní kompostování. Na základě těchto postupů vzniká olej, bioplyn, methan, methanol, ethanol a další látky, které lze použít pro pohon vozidel nebo pro výrobu tepla a elektřiny.

Výtopna Žlutice:

Já jsem se před Vánoci vypravila do Karlovarského kraje, do Žlutic, biomasou vytápěného města. S vyhledáním objektu mi pomohl otec, který v tomto regionu před nedávnem pracoval. Netradiční projekt vznikl ze zájmu zastupitelů města v roce 1999. V této době bylo třeba něčím nahradit dosluhující uhelné kotelny. V úvahu připadala ještě plynofikace města nebo oprava uhelných kotelen. Zvítězil projekt ekologický. V plném provozu je výtopna od dubna roku 2002. Stavbu zčásti financoval Státní fond životního prostředí, na provoz již žádné dotace zapotřebí nejsou.

Popis výtopny. Výtopna na biomasu je zbudována od základů nově, i teplovodní rozvodný systém (12 km potrubí) je nový. Na centrální vytápění je napojeno 70% města (121 odběrných míst, z toho 43 rodinných domů).

Odběrným místům se předává teplo tak, že se voda výtopny a odběrných míst nemísí. Odběrná místa si ve vlastních výměnících ohřívají topnou, tak užitkovou vodu. Budova výtopny se zachází v dolní části města, je malých rozměrů a těsně přiléhá k sousednímu panelovému domu. Při průjezdu městem jsme si ji téměř ani nevšimli.Vlastní výtopna je osazena čtyřmi konstrukčně stejnými kotli o celkovém výkonu 7,9 MW, přizpůsobenými

ke spalování dřevního odpadu a velkých balíků slámy. Kotle jsou od české firmy Verner s.r.o. Červený Kostelec, s účinností přes 90%. Spalování biomasy probíhá v kotlích, které nejdříve palivo v prostoru hořáku zplyňují a vzniklé plyny dohořívají v systému dohořívacích komor. Tím, že plyny vzniklé zplyněním biomasy ještě dále dohořívají, je zaručena vysoká účinnost spalovacího procesu a velice příznivé složení spalin. Aby spaliny vycházející z komínu teplárny skutečně minimálně zatěžovaly ovzduší v okolí, je každý kotel ještě opatřen cyklónem, ve kterém dochází k eliminaci tuhého úletu.

Provoz celé výtopny (vynášení popele, proces hoření, odtah a přívod paliva) je řízen automaticky počítačovým programem.

Součástí výtopny je vlastní úpravna vody. Voda se totiž musí upravovat i přesto, že se jedná o uzavřený okruh, protože se musí zajistit její doplnění vodou čerstvou. Úprava zahrnuje demineralizaci (aby se potrubí nezanášelo) a odkysličení (k zabránění koroze potrubí).

Palivo

Palivo kupuje výtopna průběžně, spaluje se to, co je zrovna na trhu. Dováží se maximálně ze vzdálenosti 20-30 km. Za rok se zde spotřebuje 5 000 tun paliva. Dělají se rozbory popele (kvůli obsahu těžkých kovů), který je vyvážen na pole a zde využíván jako vhodné minerální hnojivo. Z paliva již ve výtopně vyzkoušeli dřevní odpad a štěpku, obilnou, řepkovou a hořčičnou slámu, energetický šťovík a ostřici.

Dřevní hmota - piliny a štěpka - může mít vlhkost až 50-60%, na její spalování jsou ve výtopně uzpůsobeny dva kotle (jeden z toho je kombinovaný). Obilná sláma musí být kvalitní, plísně snižují její výhřevnost, protože slámu rozkládají. Vlhkost slámy by neměla přesáhnout 18%. Obilná sláma má při dobrém skladování dlouhou trvanlivost. Avšak inkrustace stébel SiO_2 způsobuje přetavování popele, který se pak obtížněji odstraňuje z kotlů. Řepková sláma není tak trvanlivá, příliš vstřebává vzdušnou vlhkost a „práchniví“. Proto je třeba spalovat ji přednostně. Energetický šťovík je trvanlivý, popel se při jeho spalování nepřetavuje, problém je ale s jeho dostupností na trhu. V okolí se pěstuje světlice barvířská – další energetická plodina, ale pěstitelé nejsou vybaveni technikou na její lisování. Odpadní papír výtopna nespaluje pro jeho malou výhřevnost a vysokou popelnatost. Také by bylo třeba speciálně upravit dopravní cesty ke kotlům. Pelety výtopna nepoužívá kvůli jejich vyšší ceně.

Údaje o výtopně Žlutice v souhrnu:

Investor	Město Žlutice
generální projektant	EGF spol. s r.o. Sušice
generální dodavatel	Skanska a.s. Praha
zahájení výstavby	únor 2001
uvedení do zkušebního provozu	prosinec 2001
kolaudace zhotoveného díla	květen 2002
instalovaný výkon	7,9 MW
délka teplovodů	11,6 km
teplotní spád	$105/60^0$ C
tlaková pásma teplovodů	0,4 MPa, 0,9 MPa
rozvodná síť	teplovodní

HODNOCENÍ

Výhody

Výhod, které zbudování výtopny přineslo, je mnoho. Zejména vhodná je výtopna v městě, které se rozkládá v údolí a kde mohou v období inverzí spaliny různých topidel značně znečistit ovzduší. Ve spalinách není přítomen již zmíněný pevný úlet a hlavně spaliny neobsahují oxid siřičitý ani těžké kovy. Unikající oxid uhličitý má v případě spalování biomasy tzv. nulovou bilanci, což znamená, že v dalším roce biomasa spotřebuje ke svému růstu stejné množství zmíněného plynu, jako uniklo z komína při jejím spalování. Jediným příspěvkem ke znečištění ovzduší jsou NO_x, které vznikají při každém spalování za přítomnosti atmosférického vzduchu. Jejich množství závisí na kvalitě spalování, zejména na teplotě. Díky systému dohořívacích komor je obsah těchto spalin také minimální. Další velký přínos pro životní prostředí je v možnosti eliminace vzniku odpadu ze spalovacího procesu. Po ekonomické stránce je nejdůležitější zlevnění tepla pro domácnosti a také to, že většiny obyvatel města se nedotkne zdražení cen energie (cena 1 kWh „zeleného tepla“ je 1,30 Kč včetně DPH, obyvatelé města, kteří se rozhodli pro elektřinu, zaplatí nyní až 4,50 Kč).

Problémy

Mezi problémy, se kterými se výtopna musí potýkat, patří konkurence velkých energetických firem, které dostávají od státu dotace na výrobu elektřiny, i když např. jen přimíchávají dřevní štěpku do paliva v elektrárnách. Malé výtopny uzpůsobené pouze na biomasu tím o palivo připravují a zvyšují jeho cenu. Např. firma ČEZ i přes značný zisk masivněji neinvestuje do obnovitelných zdrojů, uspořádala pouze obří reklamní kampaň „Zelená energie“. V roce 2005 dokonce podíl biomasy na výrobě elektřiny v ČEZ poklesl.

Problém je také se zemědělci, kteří ve větší míře odmítají pěstovat energetické rostliny i přesto, že tradičních plodin je na trhu přebytek a že zvláště v tomto kraji je mnoho nevyužité půdy. Intenzivnější zemědělská činnost by také pomohla při snižování nezaměstnanosti. Za odmítavým postojem zemědělců stojí vysoká cena některých semen energetických plodin (šťovíku) a nevýhodné licenční podmínky na zavádění nových kultur, ale hlavně nedůvěra v tyto plodiny jako projev určitého konzervatizmu zemědělců.

Výtopna ve Žluticích je dobrým příkladem pro ostatní města, avšak další projekty by se měly budovat vždy s rozmyslem, aby si navzájem nekonkurovaly ve spotřebě paliva.

VYBRANÉ VLASTNOSTI BIOMASY A SROVNÁNÍ S OSTATNÍMI PALIVY

Srovnání výhřevnosti paliv a jejich měrné hmotnosti

Druh paliva	Výhřevnost MJ/kg
LTO	42,5
TTO	41,45
Černé uhlí	24,0
Hnědé uhlí	14,6
Palivové dřevo (20% vody)	14,23
Sláma obilovin (10% vody	15,49

Složení pevných paliv s obsahem vody do 15 %

Druh paliva	Zplyňující látky v sušině %	Obsah prvků %					
		C	O	H	N	S	Cl
Sláma	75-80	44	35	5	0,5	0,1	0,2
Dřevo	70-75	43	37	5	0,1	0,0	0,0
Dřevěné uhlí	23-25	71	11	3	0,1	0,0	0,0
Hnědé uhlí	47-57	58	18	5	1,4	2,0	0,0
Černé uhlí	24-28	73	5	4	1,4	1,0	0,0

Výhřevnost biopaliv s proměnným obsahem vody

Druh paliva	Obsah vody %	Výhřevnost MJ/kg
Polena	10	16,4
Polena	20	14,28
Polena	30	12,18
Dřevní odpad	10	16,4
Dřevní odpad	20	14,28
Dřevní štěpka	30	12,18
Dřevní štěpka	40	10,10
Sláma obilovin (balíky)	10	15,50
Sláma kukuřice (balíky)	10	14,40
Lněné stonky (balíky)	10	16,9
Sláma řepky (balíky)	10	16,0

Porovnání cen některých paliv se slámou a dřevem

Druh paliva	Cena paliva Kč/GJ	Cena využitelné energie Kč/kWh
Hnědé uhlí	1,61	0,32
Černé uhlí	2,54	0,40
Dřevo kusové	0,95	0,23
Sláma	0,95	0,23
Zemní plyn	7,11	0,77

Výroba elektřiny ČEZ

Druh energie	Podíl druhů energie v % (r. 2005)
Z uhlí	55,57
Z jádra	40,76
Přečerpávací vodní elektrárny	1,05
Obnovitelné zdroje:	2,62
Biomasa	0,14
Vodní elektrárny	2,48
Malé vodní elektrárny (do 10MW)	0,105
Větrné elektrárny	0,00084
Solární elektrárny	0,00001

V současné době, kdy se začíná usilovně hledat náhrada za fosilní energetické zdroje a zároveň lidstvo produkuje stále více odpadu, by se mohly tyto dva problémy spojit a organické odpady ekologicky spalovat (v celém světě se vyprodukuje 600 miliard kilogramů organického odpadu za rok). Kromě slámy by bylo možno v některých zemích spalovat odpady z výroby bavlny, řepky, hořčice, třtinového cukru, listy bambusu, slupky a skořápky kokosových a četných jiných ořechů, jablečné a citrusové slupky, odpad z výroby kávy a čaje, veškerý sušený odpad při pěstování banánů, kukuřice a slunečnic, odpady dřevařského průmyslu a lesnictví (piliny, hobliny, dřevní štěpky), drcená kukuřičná vřetena, seno a rozmanité druhy exotických trav, listí a kůra různých stromů, zelený odpad z kaktusů, tabáku, brambor a zeleniny, městský odpad, použitý papír včetně kartonů a dřevo různých druhů, především listnatých stromů.

Využití biomasy v domácnostech

Jak tedy může občan ČR, který nebydlí v ekologicky jednající obci, odebírat energii z biomasy? Pro rodinné domy je nejjednodušším řešením krb nebo krbová kamna na dřevo. Pro spalování jiných druhů biomasy (zejména briket a pelet z dřevního odpadu i z energetických rostlin) jsou v ČR k dostání speciální kotle od různých firem. Například již uvedená firma Verner, dále Fröling, Vimar (kotle Virgas), Atmos a další. Tyto ekologické kotle mohou v rodinném domě snadno nahradit kotle na spalování uhlí, koksu nebo topných olejů. Mají komfortní obsluhu, nízké provozní náklady, dlouhou životnost a vysokou účinnost. Pro fyzické osoby poskytuje stát v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie na tyto zařízení dotace. Podpora SFŽP pro projekty zabezpečující náhradu fosilních paliv a přímotopů spočívá ve státní dotaci do výše 50 % investičních nákladů, maximální výše příspěvku na jednu akci je 70 000 Kč. Byty prakticky nemají šanci využívat obnovitelné zdroje energie. Otázka je, kdy začnou velké energetické firmy využívat biomasu ve větším měřítku.

Kristýna KONDRAŠOVÁ, SZŠ a VZŠ 5. května 51, Praha 4

VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY V ČESKÉ REPUBLICE

ÚVODEM:

V loňské soutěžní práci Enersol 2005 jsem zpracovávala téma „Obnovitelné zdroje energie a jejich vliv na životní prostředí se zřetelem na větrnou energii“. V letošní práci se proto životním prostředím nezabývám, ale zajímám se o umístění, provoz a konstrukci větrných elektráren v České republice.

NĚKTERÉ TECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY VĚTRNÝCH ELEKTRÁREN

Malé větrné elektrárny

Malé větrné elektrárny mají turbíny s výkonem menším než 40kW. Ukazuje se, že využití malých větrných elektráren s výkonem 10 – 15kW, které mají průměry rotoru od 4 do 8 m a staví se na stožárech s výško 15 – 20m, je rentabilní pro rodinné či rekreační domy při průměrné roční rychlosti větru v 10ti metrech kolem 4,5m/s a rychlostech vyšších. Výstavba malé větrné elektrárny v tak vysokém větrném potenciálu se musí velmi důkladně zvážit, protože se jedná o zásobu větrné energie hodnou pro stavbu velké větrné elektrárny. Při nižších rychlostech větru se stavba malé větrné elektrárny doporučuje v případech, kdy není k dispozici jiný zdroj energie, dále při preferenci vyššího komfortu (vytápění chalup a chat) a při provozování větrné elektrárny jako „užitečného koníčka“.

Velké větrné elektrárny

Působením aerodynamických sil na listy rotoru převádí větrná turbína kinetickou energii větru na rotační mechanickou energii. Aerodynamické síly vznikají podél rotorových listů, které musí mít speciálně tvarovaný profil, velmi podobný profilu křídel letadla. Se vzrůstající rychlostí vzdušného proudu rostou vztlakové síly s druhou mocninou rychlosti větru a energie vyprodukována generátorem s třetí mocninou, což si vynucuje velice efektivní a rychle pracující regulaci výkonu rotoru, aby se zabránilo mechanickému a elektrickému přetížení větrné elektrárny.

Větrné elektrárny s převodovkou a bez převodovky

Vedle tradiční technologie s mechanickou převodovkou, zajišťující převod nízké rychlosti rotoru na mnohem vyšší rotační rychlost konvenčních generátorů, se začali vyrábět větrné elektrárny bez převodovky. Doposud se oba typy větrných elektráren úspěšně uplatňují na mezinárodním trhu. Oba typy mají své klady a zápory. Rozhodnutí, zda vyrábět větrné elektrárny bez či s převodovkou, je věcí názorů jednotlivých výrobců, při čemž velký význam mají tradice značky, vývojové cíle a ekonomická analýza

V konstrukci větrných elektráren se objevilo nové bezpřevodovkové řešení, které je založeno na využití nízko rychlostních multiplových generátorů, které však mají velké rozměry, což může způsobit jisté problémy v transportu, zejména v megawattové třídě. Na druhé straně se významně sníží počet strojních částí. Není potřebná rozměrově velká převodovková skříň, odpadají spojovací prvky, je zmenšený počet rotujících prvků, zjednodušila

se gondola a konec konců je jednodušší údržba. Argument, že speciální generátory, vyráběné jen pro větrné elektrárny v malých sériích jsou drahé ve srovnání s klasickými generátory, není ve skutečnosti na místě. Se vzrůstajícím výkonem a velikostí větrných elektráren se klasické generátory a převodovky vyrábějí rovněž v malých počtech, což znamená, že výhoda nižší ceny s ohledem na sériovou výrobu není pravděpodobná.

Tradiční konstrukce větrných elektráren vychází z využití hnacího hřídele, ložisek, převodovek a spojek. Všechny tyto části jsou principálně normální strojní součástky, které mohou být dodávány specializovanými výrobci. To může garantovat vysokou kvalitou. výrobků při nízkých cenách a možnost výměny dodavatele subkomponentů s cílem zvýšit kvalitu nebo snížit cenu. Se současnými výrobními standarty převodovek nepředstavuje však hluk způsobený převodovkou důvod ke konstrukci větrných elektráren bez převodovek. V současnosti jsou převodovky schopné dosáhnout 20ti let životnosti, při čemž výměna mazacího oleje nemusí být častá. Celé soustrojí uvnitř gondoly je rozděleno na kompaktní část, které i v megawattové třídě dovolují snadný transport a montáž na stanovišti.

Stožáry větrných elektráren

Jak vyplývá z firemních nabídek, jsou nejrozšířenější stožáry (věže) větrných elektráren v podobě mírně kónických ocelových tubusů. Se zvětšováním výkoru turbín se zvyšují stožáry, a to v současné době na 100 až 120 m. Z toho důvodu se v nabídce dodavatelů objevily stožáry betonové (např. Enercon 4,5 MW u Magdeburgu) a věže v podobě příhradové konstrukce.

Příhradové stožáry jsou často nepříznivě hodnoceny pro svůj „neestetický“ vzhled a řada ochranářů jim dala punc, že poškozují ráz krajiny. Této kritice oponují jiní, kteří tvrdí, že příhradové stožáry v krajině mají vůči tubusovým následující přednosti:

- Transparentnost, která způsobuje, že příhradové stožáry zvlášť při pohledu z větší dálky lépe splývají s krajinou.
- Nepatrná reflexe dopadajícího světla,
- Vhodnost zasazení do určitého rázu krajiny jako je např. lesní prostředí
- Začlenění do krajiny, kde jsou již instalovány stavby tohoto charakteru (např. Stožáry elektrického vedení)

Další předností příhradových věží oproti tubusovým je výrazně menší spotřeba oceli, což vede k tomu, že při stejných nákladech lze postavit příhradový stožár o 20 % vyšší než tubusový. Montáž příhradového stožáru i doprava jeho dílů je jednodušší, což je významná přednost při stavbě větrných elektráren v horských podmínkách. Při povrchové úpravě příhradového stožáru pozinkováním v ohni je zaručena životnost 40 let, čímž odpadá nátěr, který je nutný na ocelových tubusových stožárech.

Čtyři betonové bloky, na nichž je příhradový stožár postaven, jsou méně náročné na zábor plochy než je tomu u tubusových stožárů. Existuje technologie, která umožňuje s využitím konstrukce příhradového stožáru, bez účasti jeřábu, zvednout strojovnu do pracovní polohy.

Větrná energetika na území ČR do současnosti

Na území České republiky, obdobně jako v jiných evropských státech, se v minulosti energie větru využívala ve větrných mlýnech. Historicky je doloženo postavení prvního větrného mlýna na území Čech, Moravy a Slezska v roce 1277 v zahradě Strahovského kláštera v Praze.

Největší rozkvět větrného mlynářství v Čechách byl ve 40. letech 19. století, zatímco na Moravě a ve Slezsku až koncem 70. let 19. století. Z toho vyplývá, že na území Čech je dokumentována existence 198 větrných mlýnů a na území Moravy a Slezska 681 větrných mlýnů. Celkem tedy bylo na území České republiky 879 historicky doložených větrných mlýnů.

Další etapou využití větrné energie na území Čech, Moravy a Slezska bylo období větrných turbín poháněcích vodní čerpadla. Časově je toto období spojeno s prvním dvacetiletím 20. století. Největším výrobcem větrných motorů byla firma Antonín Kunz v Hranicích na Moravě, pozdější Sigma, n. p.

První českou obsáhlou monografií o větrných motorech a elektrárnách v rozsahu 368 stran byla práce Kašpara (1948). S velkým časovým odstupem (1991) byl vydán překlad z ruštiny od autora Šeftera s názvem „Využití energie větru“. Poslední monografie, zabývající se tématikou větrných motorů a elektráren od Rychetní-ka et al., vyšla v roce 1997. Na tomto místě je třeba uvést, že od roku 1994 vydává Česká společnost pro větrnou energii dvakrát ročně odborný časopis Větrná energie. Zvlášť významná jsou monotematická čísla, jako např. Meteorologie ve větrné energetice (1997).

Výroba velkých větrných elektráren v České republice začala koncem 80. a začátkem 90. let minulého století. Z iniciativy ředitele závodu Mostárny ve Frýdku-Místku, jenž byl součástí Vítkovických železáren připravil tým konstruktérů technologicky výrobu větrných elektráren s výkonem 75 kW. Bylo vyrobeno několik kusů, z nichž jeden, stále jako nefunkční, přežívá v Božím Daru v Krušných horách. Postupně se přešlo k výrobě větrných elektráren s výkonem 315 kW, z nichž je v provozu jediná, a to v Mladoňově u Šumperka.

Konstruktérské zkušenosti, získané v závodě Mostárny, měly významný podíl na vzniku společností, zabývajících se výrobou větrných elektráren. V roce 1993 vznikla společnost ENERGOVARS, která vyrobila dva kusy EWT 315 kW a jednu větrnou elektrárnu EWT o výkonu 630 kW. Tyto větrné elektrárny jsou stále v provozu. Ve stejném roce vznikla společnost EKOV, Která vyrobila 5 ks větrných elektráren E-400 kW, z nichž čtyři jsou v provozu na Novém Hrádku.

Mluvíme-li o výrobcích větrných elektráren nesmíme pominout českou výrobu listů rotorů, které byly instalovány jak např. na strojích E-400 kW, tak i na celé řadě malých větrných elektráren. Jde o firmu FORTE Mostkovice, a. s.

Poslední větrná elektrárna **české výroby** byla postavena v roce 1996. České společnosti, které se zabývaly výrobou větrných elektráren, neměly vzhledem k nedostatku finančních prostředků vývojové zázemí, nemohly zajistit etapu zkušebního provozu a proto jejich výrobky vykazovaly značnou poruchovost. V důsledku nízké výkupní ceny elektrické

energie z větrných elektráren, která se v té době pohybovala v rozmezí 0,9 až 1,13 Kč/kWh, se nevytvořil český trh s větrnými elektrárnami. Nebyl možný ani export těchto zařízení, protože nebyla certifikována.

Z těchto důvodů uvedené společnosti zanikly a tehdejší předstih České republiky, např. před Rakouskem, v instalovaném výkonu ve větrných elektrárnách po roce 1995 jsme rychle ztratili. Zánikem společností, které vyráběly větrné elektrárny, vznikly těžkosti s údržbou a opravami instalovaných turbín.

Nezájmem státních orgánů o nově vznikající výrobní oblast, pro kterou byly v naší republice rozvinuté technologie pro výrobu řady komponent pro větrné elektrárny, přišly průmyslové podniky o nezanedbatelný počet pracovních míst.

Velké větrné elektrárny na území ČR do současnosti

V České republice se po roce 1989 projevil zvláštní fenomén v dynamice rozvoje větrné energetiky. Můžeme říci, že jde o český paradox. Tento fenomén má v evropském kontextu výjimečné postavení. Zatímco ve státech západní Evropy probíhá nárůst ročně instalovaných výkonů větrných elektráren exponenciální řadou, v České republice podobný trend bylo možno pozorovat v období let 1990-1995.

Po tomto roce má vývojová křivka klesající tendenci. Do konce roku 1995 bylo na území ČR vybudováno 24 větrných elektráren (uvažujeme-li výkon nejméně 50 kW) s celkovým okamžitým výkonem 8220 kW. Hodnoceno ke konci roku 2001, demontováno bylo pět větrných elektráren (Bílý Kříž, Frýdek-Místek, Hory-Jenišov, Strabenice, Boršice) s celkovým výkonem 925 kW a mimo provoz bylo 11 větrných elektráren s celkovým výkonem 4920 kW.

Demontované větrné elektrárny

Větrná elektrárna TACKE 60 kW na **Bílém Kříži** v Moravskoslezských Beskydech měla v CHKO povolení k provozu pouze na dva roky. Provoz byl zahájen v roce 1992.

Větrná elektrárna Vítkovice 75 kW v lokalitě **Hory-Jenišov**, postavená v roce 1992, nebyla zkolaudována a patrně neměla dostatečný větrný potenciál. Podle modelu VAS je průměrná roční rychlost větru ve výšce 10m 3,6 m/s.

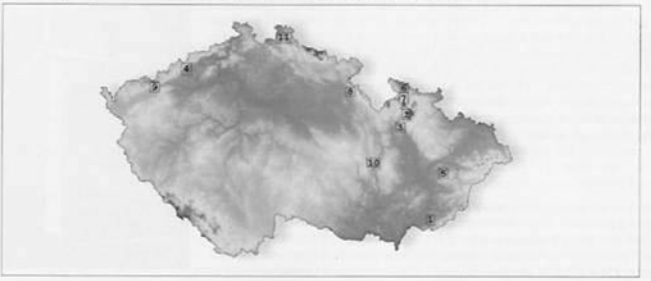
Větrná elektrárna Vítkovice 315 II o výkonu 315 kW ve **Strabenicích u Kroměříže**, vybudovaná v roce 1993 byla po poškození vichřicí demontována. Podle modelu VAS byla v lokalitě průměrná roční rychlost větru v 10m pouze kolem 4,0 m/s, tedy patrně tam byla nedostačující zásoba větrné energie.

Větrná elektrárna EKOV 400 kW v **Boršicích u Buchlovic** byla vybudována v roce 1994. Po řadě technických závad a vykradení části strojovny, která byla při opravě uložena vedle sloupu, byla celá větrná elektrárna v roce 1997 demontována. Průměrná roční rychlost větru v 10m kolem 4,0 m/s nezaručovala dostatečnou zásobu větrné energie.

Do kategorie demontovaných větrných elektráren nelze formálně zařadit turbínu Vítkovice 75 kW v **Božím Daru**, která byla do provozu uvedena na podzim roku 1992, jde však o zařízení, které je dlouhodobě mimo provoz. Po mnoha technických peripetiích bylo zařízení odstaveno z provozu v roce 1994. Snad proto, že větrná elektrárna působí jako charakteristická kulisa obce, nebylo dosud zařízení demontováno.

Větrné elektrárny v provozu

Větrné elektrárny s výkonem nad 50 kW v České republice - stav k 30. červnu 2003



Tabulka: Základní informace o větrných elektrárnách - klíč k obrázku

Ozn.	Místo	Typ, výroba, země původu	Nominální výkon	Ukončení stavby	Vlastník
1.	Kuželov, (Bílé Karpaty, býv. okr. Hodonín)	DWT 150 kW, Danish Wind Technology, Dánsko	150 kW	1990	obec Velká nad Veličkou
	Boží Dar, (Krušné Hory, býv. okr. Karlovy Vary)	VE 75-1, Vítkovice, ČR	75 kW	1992	obec Boží dar
2.	Mravenečník, (u Loučné n. Desnou, Hrubý Jeseník, bývalý okr. Šumperk)	Wind World, W 2500, Dánsko	200 kW	1993	ČEZ, a. s., Praha
		EWT 315, ČR	315 kW	1995	ČEZ, a. s., Praha
		EWT 630 ČR	630 kW	1995	ČEZ, a. s., Praha
3.	Mladoňov, (bývalý okr. Šumperk)	VE 315-1, Vítkovice, ČR	315 kW	1993	R. Nuzík v r. 2002 VE odprodal
4.	Nová Ves v Horách, (Krušné Hory, bývalý okr. Most)	Medit 320, West, Itálie	320 kW	1994	EKOENGINEERING, a. s., Brno
5.	Hostýn, (bývalý okr. Kroměříž)	Vestas 225, Dánsko	225 kW	1994	Matice svatohostýnská, Bystřice p. Hostýnem
6.	Velká Kraš, (Žulovská pahorkatina, bývalý okr. Šumperk)	V 29-225 kW, Vestas, Dánsko	225 kW	1994	obec Velká Kraš
7.	Ostružná, (Hrubý Jeseník, bývalý okr. Šumperk)	V 39-500 kW, Vestas, Dánsko	6 × 500 kW	1994	VE Ostružná s. r. o.
8.	Nový Hrádek, (Orlické Hory, bývalý okr. Náchod)	E 400, EKOV, ČR	400 kW	1995	Východočeská energetika, a. s.
9.	Boží Dar - Neklid, Krušné Hory, bývalý okr. Karlovy Vary)	EWT 315, Energovars, ČR	315 kW	2002	Projekty ELEKTRO, s. r. o. Chrudim
10.	Protivanov, (Drahanská vrchovina, bývalý okr. Prostějov)	Fuhrländer, FL 100, Německo	100 kW	2002	Pravoslavná akademie, Vilémov
11.	Jindřichovice p. Smrkem, (Frýdlandský výběžek, bývalý okr. Liberec)	Enercon, E 66, Německo	2 × 600 kW	2003	obec Jindřichovice p. Smrkem
12. (4.)	Nová Ves v Horách (Krušné Hory)	RE Power MD-70 Německo	1,5 MW	2003	WindTech, a. s., Brno

V blízkosti renovovaného větrného mlýna v **Kuželově u obce Hrubá Vrbka** (býv. okres Hodonín) - byla v roce 1990 postavena větrná elektrárna dánské výroby DWP-D150 kW. Tato turbína s určitou prodlevou, kdy byl vlastník JZD v konkurzu, byla a je v provozu. Největší roční výroba do roku 1999 byla zaznamenána v roce 1993, a to 220 kWh. Inspirací pro volbu lokality mohl být zmíněný větrný mlýn. Software VAS udává průměrnou roční rychlost větru ve výšce 10m kolem 4,0 m/s, tedy nijak vysoký větrný potenciál.

Lokalita **Mravenečník v Hrubém Jeseníku** na hřebenu Medvědí hory patří svou nadmořskou výškou 1150 m k nejvýše položeným větrným elektrárnám v Evropě. V roce 1993 zde byla vybudována větrná elektrárna Wind World W-2500 o výkonu 250 kW. Posléze, kdy ČEZ, a. s., začal v této lokalitě budovat středisko obnovitelných zdrojů energie (přečerpávací vodní elektrárna, sluneční panely), byla v roce 1995 postavena EWT 315 a v roce 1996 EWT 630 kW; obě elektrárny od českého výrobce ENERGOVARS.

Provozovatel se musel zabývat značnými problémy, jako např. odcizení řídicího systému z dánské elektrárny, přičemž výrobní firma již zanikla, zpřetrhání v zemi uložených kabelů povodní v roce 1997, dlouhodobý „ladicí provoz“ turbíny EWT 630 kW a odstranění rezonování tubusu při určitém rozsahu rychlosti větru. Což se projevilo na výrobě. V období 1999 až 2002 v průměru za rok vyrobily větrné elektrárny WindWorld 43,9 kWh, EWT- 315 123,7 kWh a EWT -630 139,4 kWh.

V roce 1992 vybudoval soukromý investor na vrcholu kopce 585 m v blízkosti obce **Mladoňov** větrnou elektrárnu Vítkovice VE 315/1 o výkonu 315 kW. Tato elektrárna vykazovala časté poruchy, v roce 1994 byla odstavena a na podzim roku 1995 byla nahrazena novým typem VE 315/1 o výkonu 315 kW s řadou agregátů zahraniční výroby. Nový typ byl zprovozněn v lednu 1996. Od té doby je provoz nepřetržitý s přestávkami na opravy (táhla ovládání aerobrzd, závady převodovky otoče, elektromechanický pohon otoče byl nahrazen hydraulickým). Výroba energie v období 1-10/1998 byla 250 MWh.

V Nové Vsi v Horách (Krušné hory) byla začátkem roku 1994 postavena větrná elektrárna italského výrobce WEST s označením MEDIT 320 kW. Její produkce byla překvapivě vysoká, až 40 MWh za měsíc. Po ročním provozu pro nevyjasněné majetkoprávní vztahy a platební neschopnost byla větrná elektrárna zhruba do roku 2000 mimo provoz. Byla vícekrát vykradena. Po generální opravě je turbína od začátku roku 2003 v provozu. Koncem června 2003 byla nainstalována v sousedství větrná elektrárna o výkonu 1,5 MW od výrobce Re power, typ MD-70.

Na vrcholu poutní hory **Hostýn** (735 m) vybudovala v dubnu roku 1994 Matice svatohostýnská větrnou elektrárnu Vestas V27-225 kW. Římskokatolická duchovní správa Svatý Hostýn provozuje tuto turbínu dosud. Skutečná roční výroba se pohybuje mezi 300 až 400 MWh. V listopadu 1999 dosáhla výroba až 65 MWh. K této turbíně je třeba doplnit, že stavba byla realizována i přes silné protesty pracovníků ochrany krajiny na okresní i ministerské úrovni.

Velká Kraš u Vidnavy (býv. okres Jeseník) je lokalita, kde v září roku 1994 postavila obec větrnou elektrárnu Vestas V29-225 kW. Tento typ elektrárny je vybaven dvěma generátory, přičemž slabší o výkonu 50 kW je určen pro nižší rychlosti větru (rozběhová rychlost 2,5 m/s). V roce 1995 vyrobila větrná elektrárna 281,2 MWh. Do roku 1998 byla průměrná roční výroba 248,7 MWh.

Dosud největší farma u nás, a to šest větrných elektráren Vestas V39-500 kW, byla postavena v Ostružné (býv. okres Šumperk). Stavba byla realizována v roce 1994 v nad-

mořské výšce 720 m. Při provozu do konce roku 1997 se projevily nepříznivé vlivy námrazy a zásah blesku, který v roce 1997 poškodil rozvodnu a elektrické zařízení jednotlivých větrných elektráren. Zmíněné meteorologické vlivy však nebyly hlavním důvodem, proč farma vyráběla méně než polovinu očekávané roční výroby. Příčinu lze hledat, jak ve vzájemném umístění jednotlivých turbín, hlavně však v chybném určení průměrné rychlosti větru a z toho vypočtené zásoby větrné energie. Nízká výkupní cena energie a proti předpokladu nižší výroba byly důvodem, že se vlastník dostal do platebních potíží a na farmu byl vyhlášen konkurz. Od roku 2002, kdy nový vlastník provedl po odstávce potřebné opravy, je farma větrných elektráren v provozu. V období 1995 až 1998 farma šesti větrných elektráren v průměru za rok vyrobila zhruba 2000 MWh.

Zhruba 200 m od okraje města **Nový Hrádek** (býv. okres Náchod) na kopci s výškou 578 m postavila v létě r. 1995 firma ALVYEN s. r. o. na základech původně vybudovaných pro VE 315-Vítkovice, a. s., čtyři větrné elektrárny EKOV-400 kW. Jednalo se o provozně neodzkoušená zařízení, kdy řada problémů byla odstraňována během montáže a uvádění do provozu. Mimo jiné docházelo k významnému „přetáčení“ elektrárny. Zkušební provoz farmy byl povolen stavebním úřadem Náchod 10 30. 9. 1997, nebyl však realizován pro závady a vysokou úroveň hlukové emise. Postupně se vlastníkem farmy stala VČE, a. s., Hradec Králové, která provedla řadu konstrukčních úprava celkovou repasi. Na podzim r. 2002 byl úředně povolen nouze denní provoz farmy z důvodu překročení limitu hlukové emise v nočních hodinách.

Zkušební polygon v lokalitě Dlouhá Louka

Neklid v blízkosti obce Boží Dar v Krušných horách je lokalita, kam byla přemístěna v roce 2001 větrná elektrárna EWT 315 kW z Dlouhé Louky. Tato větrná elektrárna ve vlastnictví ČEZ, a. s., byla v provozu od listopadu 1993 do prosince 2000 a měla pouze povolení na dočasný provoz. Pracovníci Ústavu fyziky atmosféry AV ČR prováděli na této „demonstrační“ větrné elektrárně speciální měření, mj. i na meteorologickém stožáru s výškou 48 m. Významné bylo i určení vlivu námrazy na provoz větrné elektrárny. Výsledky byly publikovány ve výzkumných zprávách a řada z nich i v časopise Větrná energie. Výzkumný polygon Dlouhá louka byl formou věcného daru převeden na ústav fyziky atmosféry AV ČR a dále na něm pokračují stožárová měření. Protože se jednalo o první větrnou elektrárnu EWT 315 kW, projevila se řada technických závad (hlavní převodovka, tlakové mazání, vinutí generátoru, úroveň hlukové emise, únik oleje z hydrauliky atd.). V období 1994-1999 bylo dosaženo nejvyšší roční výroby v roce 1995, a to 303 MWh, přičemž očekávaná roční výroba, určená na základě ročního měření rychlosti větru, byla 525 MWh. Vysvětlení této disproporce vychází ze skutečnosti, že větrná elektrárna pracovala pouze 34,3 % z celkové doby, přičemž pouze 11,3 % výpadku bylo vyvoláno slabým větrem. Po přemístění je elektrárna EWT 315 kW ve zkušebním provozu od března 2003.

V prosinci roku 2002 byla u obce **Protivanov** na Drahanské vrchovině (680 m n. m.) postavena větrná elektrárna Fuhrlander FL. 100. Elektrárna má generátor se dvěma vinutími, a to 20 a 100 kW. Startuje při rychlosti 2,5 m/s, jmenovitého výkonu dosahuje při rychlosti větru 12 m/s. Třílistý rotor má průměr 21 m a regulaci stali. Výška tubusu je 33 m. Na nedalekém radiokomunikačním stožáru prováděli pracovníci ÚFA AV ČR roční měření. Ve výšce 40 m nad zemí byl stanoven roční průměr rychlosti větru v hodnotě - 5,8 m/s a určena předpokládaná roční produkce 192 MWh.

U obce Jindřichovice pod Smrkem (410 m n. m.) ve Frýdlantském výběžku dodaly polovině května 2003 první kilowatthodiny do sítě dvě větrné elektrárny výrobce Enercon E-40 s nominálním výkonem každé 600 kW. Výška tubusů 65 m, průměr rotoru je 44 m. Rozběhová rychlost větru je 2,5 m/s, nominální výkon je dosažen při rychlosti větru 13 m/s. Jedná se o bezpřevodovkové větrné elektrárny s mnoha pólovými prstencovými synchronními generátory. Při provozu dosahuje rotor 18 až 34 otáček za minutu.

Zhodnocení činnosti velkých větrných elektráren

Výrazný rozvoj větrné energetiky v ČR v období 1990-1995 byl v hlavní míře motivován předpokladem podnikatelů, že bude uvolněna regulace cen elektrické energie (což vyplývalo z vládního prohlášení) a že výstavba větrných elektráren bude podporována obdobným způsobem jako v Dánsku a Německu. Celá řada podnikatelů v době, kdy mohli volně cestovat, se osobně přesvědčila o „kouzlu" větrných elektráren.

Druhá motivující okolnost vyplývala z nabídky větrných elektráren české výroby. Tyto nabídky byly mimořádně ekonomicky lákavé. Např. větrná elektrárna VE 75 kW ze závodu Mostárny ve Frýdku-Místku se, včetně montáže a uvedení do provozu, nabízela za 2 mil. Kčs, z toho 0,4 mil. Kčs až po dvouletém provozu, a to v případě dodržení výkonových parametrů. Větrná elektrárna VE 315 kW se nabízela za 5 mil. Kč s platbou 0,5 mil. Kč za podmínek obdobných jako u stroje VE 75 kW. Tyto údaje se vztahují k 30. 7. 1992.

Obvyklá cena větrných elektráren stejné výkonové kategorie byla kolem 8-9 mil. Kč. Tato, na prvý pohled velká přednost větrných elektráren české výroby, se postupně proměnila v brzdu rozvoje. Větrné elektrárny byly instalovány, aniž byly ověřeny zkušebním provozem, neprošly atestačním měřením, deklarované výkonové křivky nebyly ověřeny. Jednotlivé agregáty strojovny, které dodala řada výrobců, byly na místě smontovány a prohlášeny za funkční větrnou elektrárnu. Např. větrné elektrárny VE 75 kW nebyly uvedeny do trvalého provozu vůbec, větrné elektrárny EWT a EKOV prodělaly trnitou cestu odstraňování řady technických závad. Celkově lze konstatovat, že 29 % ze všech 24 větrných elektráren postavených do roku 1995 patřilo do skupiny s nevyhovující nebo vysoce poruchovou technologií. Po roce 1990 se větrná energetika začala rozvíjet bez jakéhokoliv odborného zázemí a bez potřebných legislativních norem. Podnikání ve větrné energetice vyžaduje odborné znalosti potřebné pro určení větrného potenciálu konkrétní lokality, znalosti potřebné pro správné umístění turbíny v terénu, znalosti o poli hlukových emisí, znalosti z oblasti silnoproudu, z činnosti automatického řízení, znalosti o možných klimatických vlivech na větrnou elektrárnu, znalosti stavebního zákona a dalších.

Řada podnikatelů některé nebo velkou část těchto požadavků ignorovala. Potenciál větrné energie se určoval z pocitu starousedlíků, z existence větrného mlýna v minulosti, z vlastního měření anemometrem vyrobeným „nadšeneckým" konstruktérem a bez cejchovního ověření. Neexistovala a dosud neexistuje legislativa vymezující organizace oprávněné ke zhotovení posudku zásoby větrné energie v určité lokalitě.

Není vyloučeno, že někteří podnikatelé, aby získali úvěr pro investici, vyvinuli tlak na umělé zvyšování údajů o potenciálu větrné energie u projektantů. Celkově bylo ze všech hodnocených 24 elektráren 21 % těchto zařízení postaveno v lokalitách s nedostatečnou zásobou větrné energie.

Nezbytná legislativní vyjádření, která by měla zabránit opakování chyb z rozvoje větrné energetiky v období 1990-1995 se do této doby nenaplnila. Nedostatek odborné literatury, která je nezbytná pro začínající podnikatele, se snaží vyplnit Česká společnost pro větrnou energii časopisem Větrná energie.

Metody pro určení pole rychlosti větru a jejich přesnost

Pro určení pole průměrné rychlosti větru se používají matematicko-fyzikální modely, které lze rozlišit podle metody řešení (statistické, dynamické) a podle kroku sítě, ve kterém model pracuje. Základním zdrojem vstupních údajů jsou meteorologická, případně účelová měření směru a rychlosti větru. Vysoká kvalita měření na stanicích a jejich hustota podmiňují úspěšnost každé metody.

V první řadě se vyžaduje reprezentativní umístění meteorologických stanic v krajině, což znamená, že měření vystihuje režim pole složek větru v širším okolí a není ovlivněno místními zvláštnostmi. Pro zpracování s naším cílem mají přirozeně největší význam stanice, které mají vrcholovou expozici, případně expozici na rovině či planině. Méně vhodné jsou stanice, které mají svahovou expozici a nevhodné jsou stanice umístěné v kotlinách nebo údolích.

PŘEDPOVĚĎ VÝROBY ENERGIE VĚTRNÝMI ELEKTRÁRNAMI

Nestabilita větrné energie

Při prosazování koncepce výroby elektrické energie z větru je často slyšet hlasy poukazující na negativní vlastnost tohoto zdroje, kterou je jeho časová nestabilita. Tyto hlasy vycházejí nejen z prostředí politického, ale i od odborných pracovníků, jako např. rozvodných společností a dalších. Praxe však prokázala, že např. ve státě Schleswig-Holstein pokryly v roce 2002 větrné elektrárny svou výrobou 29 % z celkové spotřeby elektrické energie. V podmínkách České republiky toto procento lze očekávat v rozmezí 1-2 %.

Diskutované negativní vlastnosti energie z větru musí být řešeny zálohovými zdroji, ale tento nepříznivý vliv lze minimalizovat meteorologickou předpovědí pole proudění ve výšce rotorů větrných elektráren a z toho odvozené předpovědi výkonu větru. Předpověď výkonu větru na dobu až 48 hodin může být základní informací pro energetický dispečink. Reálnost tohoto řešení vyplývá ze zkušeností dosažených v zahraničí.

Numerické předpovědní modely

Hlavní meteorologická centra zpracovávají a rozšiřují předpovědi meteorologic-kých veličin, včetně pole vektoru větru v mezní vrstvě atmosféry, platné od něko-lika hodin v intervalech tří, případně šesti hodin do několika dnů. V české předpovědní službě dosáhl největšího uplatnění francouzský model (ALADIN), používají se německé modely (GM, LM), britské a americké modely. Numerické modely pracují s diskrétními hodnotami v síti bodů. Velikost horizontálního kroku sítě určuje rozlišovací schopnost modelu. Tím je ovlivněna možnost zachytit malorozměrné procesy. V současné době používané modely pro postižení procesů synoptického měřítka mají čtvercovou síť bodů s krokem 10 až 15 km.

Přesnost předpovědi výroby elektrické energie

Jinou metodou, jak upřesnit obecnou předpověď numerického modelu pro konkrétní místo, je statistický postprocessing (Sokol). Tato metoda umožňuje korigovat výstupy numerického prognostického modelu s využitím měření provedených v minulosti. Základem použité metody je lineární regresní model, pro který jsou vhodně vybrány prediktory algoritmem postupných kroků. Tato metoda, založená na postupné adaptaci regresního modelu, umožňuje aplikaci postprocessingu již po krátké době měření.

ZÁVĚR:

Po zpracování tohoto tématu je zřejmé, že zájemce o větrné elektrárny by si k jejich prohlédnutí musel udělat z Prahy výlet. Nejvíce z nich je na severní Moravě, v pohoří Jeseníků a v okolí těchto nejvyšších moravských hor. Škoda jen, že česká výroba těchto elektráren se dále nerozvíjí a při dalším rozvoji se budeme muset obracet na evropský trh. Zde první místo v prodeji zaujímá německá firma ENERCON, která vyrábí bezpřevodovkové, větrné elektrárny např. Enercon E66, která stojí v Jindřichovicích pod Smrkem.

LITERATURA:

Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v ČR 2003- společnost ČEZ, propagační materiály ČEZ, Internet

Karolína BUŘIČOVÁ, Střední zdravotnická škola Ruská 91, Praha 10

NÍZKOENERGETICKÝ – PASÍVNÍ DŮM

MOTTO:

Časy obrovského plýtvání energie pomalu končí, nastává čas obnovitelných zdrojů energie a ekologických materiálů.

Co je to nízkoenergetický dům

Myslím si, že spousta lidí si pod tímto pojmem nedokáže představit jak vlastně tento dům vypadá. Za nízkoenergetické jsou považovány obytné objekty, v jejichž případě spotřeba tepla na metr čtvereční podlahové plochy nepřekročí za rok 50 kWh. Jen tak pro zajímavost- standardní domy potřebují k vytopení trojnásobek tepla, domy, které již něco pamatují, spotřebují dokonce čtyřnásobek energie. Nízkoenergetické domy získávají stále více příznivců také proto, že nenavyšují náklady spojené výstavbou domu. Současná praxe dokazuje, že lze postavit nízkoenergetický dům, který je zároveň nízkonákladový. To znamená, že náklady na jeho výstavbu jsou dokonce nižší než u standardního obytného objektu. Nízkoenergetické domy již nejsou ani u nás vzácnost a dokonce vyrůstají pasivní domy, jejichž spotřeba energie se blíží nule a k zajištění tepelné pohody v nich postačí doplňkový zdroj tepla.

Co nesmějí postrádat nízkoenergetické domy

Jižní stěna nízkoenergetického domu by měla být vybavena velkými okny, zajišťujícími v zimě dostatek sluneční energie. Orientace prosklení na východ či na západ není vhodná, neboť letní slunce má i nízko nad obzorem dost síly, takže by ráno a večer dům přehřívalo. Nejvhodnější je prosklení orientované na jižní stranu, které lze před vysokým sluncem snadněji zastínit. Jedním ze základních stavebních prvků nízkoenergetických domů jsou důkladné tepelné izolace, které bez přerušení tepelnými mosty obepínají celý obvod stavby. Izolovaná musí být i vnitřní konstrukce mezi vytápěnými a nevytápěnými prostorami. Stejně tak podlahy a stěny přilehlé k terénu se neobejdou bez důkladné izolace. Chránit dům jenom zapuštěným do země by bylo nedostatečné, a to z pochopitelných důvodů: V hloubce okolo 3 metrů pod terénem se teplota celoročně pohybuje v rozmezí od 4 do 10 ^{0}C, takže dům by se musel vytápět nejen v zimě, ale i v létě.

Z čeho se staví nízkoenergetické domy

U nízkoenergetického domu se používá co nejtenčí nosné zdivo, které však musí být dostatečně únosné (okolo 30cm u dutinkových cihel) a doplňují se izolací . Ta může být provedena jako vnější kontaktní zateplení se štěrkovou omítkou či keramickými, dřevěným nebo jiným obkladem. U sendvičové konstrukce je izolace mezi dvěma vrstvami zdiva, nebo mezi zdivem a lehkou vnější fasádou. V zájmu odbourání tzv. tepelných mostů, kterými může unikat značné množství tepla, je třeba věnovat velkou pozornost konstrukčnímu řešení detailů a zejména dbát na dodržování technologických postupů při stavbě. Důležité je například správné spojení tepelné izolace v okenních rámech, izolace pásu zdi nad terénem, napojení izolace svislých stěn a střechy.

Velmi důležitou součástí jsou okna

V nízkoeneregetických domech se používají okna s trojitým zasklením nebo dvojsklo, kde je mezi tabulemi napjatá průhledná fólie, nahrazující třetí zasklení, anebo dokonce dvě fólie. Důležitá je tzv. selektivní vrstva tedy pokovení, které funguje jako polopropustné zrcadlo. Sluneční záření propustí do interiéru, kde se přemění na teplo. Tepelné zařízení však již sklem neprojde a odráží se zpět do místnosti. Dalším prvkem je mezera mezi skly plněná argonem nebo kryptonem, který izoluje lépe než vzduch. Tzv. „vakuovaná“ skla, kde byl mezi skly zředěný vzduch, se již nepoužívají.

Vytápění

Pro domy s nízkou tepelnou ztrátou než 10kW nabízí trh jen málo vhodných zdrojů tepla. Kotle na plyn nebo na dřevo většinou mají několikrát vyšší výkon. V tepelných čerpadlech je nabídka bohatší. Potíže nepůsobí elektrické vytápění, které však lidé s ekologickým cítěním odmítají.

Současným trendem je začlenit do vytápěcího systému akumulační nádrž, která je nahřívána kotlem nebo solárním systémem. Z nádrže odebírá teplo do ústředního topení.

Ukázky nízkoenergetických domů

Rodinný dům ve Frýdku - Místku

Rodinný dům v Praze - Uhříněvsi

Ještě s nižší spotřebou energie lze provozovat pasivní domy.
Jejich energetická náročnost nepřesáhne 15kWh/m^2 za rok.

Pasivní dům je dům, který nepotřebuje k vytápění klasické plynové ani elektrické topení, nebo kotel na tuhá paliva. Pouze v chladnějším zamračeném počasí se v nich přitápí některým doplňkovým zdrojem tepla. Tyto domy využívají i například dešťovou vodu na splachování WC a k praní.

Jak se staví pasivní dům

Vzhledem k tomu,že energetický pasivní objekt musí v prvé řadě zachytit maximální množství slunečných paprsků. Jižní stěna má být prosklená. Zadní, na sever orientovaná stěna má naopak mít pouze malá okna . Jako základní stavební materiál může být klasická plná pálená cihla o tloušťce 30 cm, která má výbornou schopnost akumulovat teplo. Úniku tepla zabraňují izolace například Rockwool, která má na obvodových stěnách tloušťku 35 a na střeše dokonce 40 centimetrů. Stěny se obloží dřevem. U základové desky je izolace polystyrenem.

U pasivních domů velmi záleží na oknech. Běžně používaná okna by nesplnila, co se od nich očekává, docházelo by k nežádoucímu úniku tepla. Z tohoto důvodu se volí neotvíratelná okna a zasklená speciálním super izolačními skly, mezi nimiž je napjatá fólie nahrazující třetí tabuli.

Dostatečná izolace stačí k tomu, aby dům patřil do kategorie nízkoenergetických, ne však pasivních. O „přitopení" se starají teplovzdušné kolektory na jižní fasádě domu. U nich nasbírané teplo putuje do podlahy, kde se kanálky rozvádí po celé její ploše.

Další kolektory, v tomto případě vodní, budou na střeše domu a sloužit k ohřevu vody a částečně i k vytápění objektu. I když v létě některý den propršÍ, voda v akumulační nádrži si udrží teplotu okolo 50^{0}C ještě druhý den.

V zimním období se může přitápět krbovými kamny na dřevo. Kamna jsou vybavena výměníkem, kterým se ohřeje voda v akumulační nádrži. Ta neslouží pouze v kuchyni a v koupelně, ale zároveň skrze výměník ohřívá vzduch ve větrací jednotce, který se horními výdechy ve stěnách rozvadí do obytných místností. V koupelně se teplou vodou ohřívá žebřík na ručníky, čímž se hygienická místnost zároveň vytápí.

Je pasivní dům špička?

Pasivní dům může mít i zimní zahradu, přestože spotřeba tepla u něj nepřesáhne 15kWh/m^2 za rok. Proto nemá standardní vytápěcí systémy. U něj je proti standartu snížena spotřeba energie o 80 procent. Pasivní domy využívají teplovodní sluneční kolektory. Nicméně samostatná jejich orientace na jih přináší velké pasivní solární zisky. Funguje v nich teplovzdušné vytápění a větrání s rekuperací tepla. Naši sousedé v Německu vsadili na solární energii, protože si brání kultivovanou a harmonickou krajinu. V jejich případě jsou ony pasivní plusové domy pokryty fotovoltaickými články, které sluneční energii přetvářejí na elektrickou, a tu pak mohou majitelé domů odprodat rozvodný závodům do sítě, což často činí, protože elektřina z fotovoltaiky se vykupuje za cenu 4krát vyšší než ze zdrojů konvenčních, je to ekologicky čistý byznys.

Vybrala jsem si pasivní dům manželů Ošlejškových

Manželé Ošlejškovi hledali vhodné místo, kde by jejich dům stál. Jednou objevili na samotném okraji vesnice Knínice, pod jedním ze zalesněných kopců Drahanské vysočiny, starou stodolu. K výstavbě hodlali využít zmíněnou stodolu. Zateplení do značné míry zchátralého zdiva silnou vrstvou izolace však odborníci nedoporučovali. A tak se Ošlejšovy rozhodli stavět, jak se říká na zelené louce. Oba mají blízký vztah k přírodě, a proto si přáli dům, který se k ní bude chovat s maximální ohleduplností. Petr Ošlejšek, o kterém jeho manželka říká, že se zajímá prakticky o všechno, již tenkrát, asi před pěti lety věděl, že to dokážou v největší míře právě pasivní domy.

Bez větrání to nejde

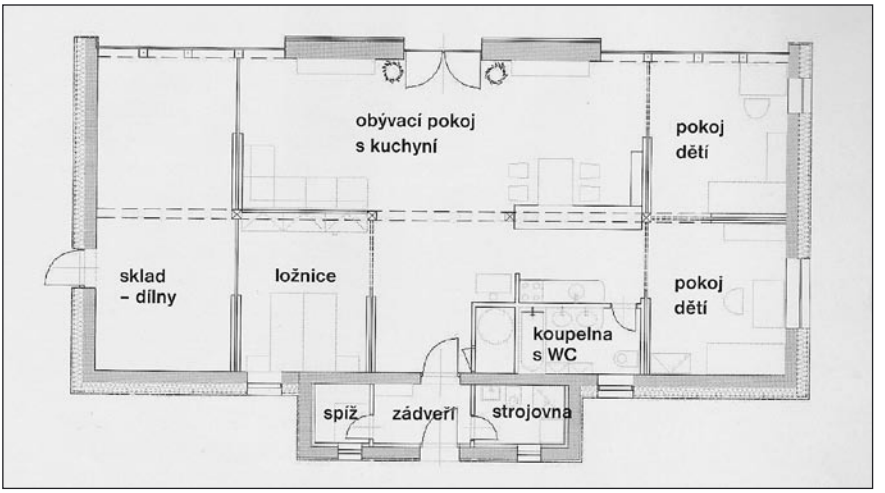
Možná si někdo nedokáže představit, jak může být v téměř hermeticky uzavřeném domě, kde nelze větrat okny, vzduch k dýchání. Ten však zajišťuje rekuperační jednotka umístěná ve stropu chodby. Jejím výměníkem prochází vzduch ven i dovnitř, výměník za-

chytí až 80% tepla. Pro další snížení ztrát prochází vzduch výměníkem zapuštěným v zemi, kde se v zimě zahřívá a v létě naopak ochlazuje. Tímto způsobem je dům zásoben dokonale čistým, teplotně ideálním vzduchem.

Dům Ošlejškových však dokáže zaujmout, i pokud byste nevěděli, jak úsporně hospodaří s teplem. Z architektonického hlediska se jedná o nenápadný, ale vzhledově velmi příjemný přízemní objekt s rovnou střechou, který neubližuje okolní klasické venkovské zástavbě a ani přírodě. Na užitné ploše 151,5 m^2 se nachází prostorný dětský pokoj, který dnes má již čtyři obyvatele, kuchyně, kterou od jídelního stolu odděluje pouze pult, dále je zde ložnice rodičů, pracovna, která slouží všem členům rodiny. Z ústředního prostoru je vstup je do koupelny s WC. Další, v tomto případě již samotná toaleta, se nachází na chodbě. S výjimkou koupelny, do které se vchází standardními otočnými dveřmi, jsou místnosti odděleny zasunovacími dveřmi se světlíkem. Důvodem není pouze rovnoměrné vyhřívaní obytného prostoru, ale i co nejtěsnější kontakt členů rodiny. Početná rodina měla samozřejmě při stavbě rodinného domu omezený rozpočet. Náklady se musely vejít do částky 1,5 milionu Kč. To se podařilo díky úspoře za dnes nikterak lacinou práci. Kromě vyloženě odborných prací si majitel dům postavil sám nebo s pomocí svých známých. Vlastnoručně si zhotovil i kolektory.

Pasivní dům v Knínicích: Užitá plocha – 151,5 m, Izolace podlahy 200 mm polystyren, Izolace obvodových zdí 300mm pálené cihly+350mm minerální vlna+dřevěný obklad, Izolace střechy 400mm minerální vlna, Okenní konstrukce izolační sklo s fólií Heat Mirror, Použité aktivní prvky- větrací a rekuperační jednotka, teplovzdušné a teplovodní kolektory, krbová kamna s výměníkem na teplou vodu.

Přibližné náklady na výstavbu 1,5 milion Kč.



Závěr:

Chtěla bych Vás, kteří uvažujete o stavbě rodinného domu, vyzvat, abyste se pustili do takových staveb. Ušetříte a uděláte něco pro naše okolí a přírodu kolem nás.

II. Kapitola
KRÁLOVOHRADECKÝ KRAJ

Jméno soutěžícího	Téma soutěžní práce	Adresa školy
1. Pavel Řezníček	Hydroelektrárna Spálov	ISŠ Kumburská 846, 509 31 Nová Paka
2. Tomáš Vítek	Větrná elektrárna Nový Hrádek	SOŠ a SOU, Hradební 1029, 500 03 Hr. Králové
3. Vladimír Vacek		
Stanislav Rejman		
Ondřej Fric	Solární ohřev vody	SPŠ strojní, Hradecká 647, 500 03 Hr. Králové
4. Luděk Miklas	Zpracování biomasy	ISŠ Kumburská 846, 509 31 Nová Paka
5. Šťastný Radek	Tepelné čerpadlo v rodinném domku	SOŠ a SOU, Hradební 1029, 500 03 Hr. Králové
6. Ondřej Joudal	Teorie i příklad tepelného čerpadla	
Lukáš Fridrich	a kotle na spalování biomasy	SPŠ Hronov
7. Adriana Šmídová	Větrná energie	Gymnázium J.K.Tyla, Nábř. J.K.T., Hr. Králové
8. Vladimír Horyna	Pohon auta na palivový a solární článek	SOŠ a SOU, Hradební 1029, 500 03 Hr. Králové
9. Jan Vaněček	Biomasa	Gymnázium J.K.Tyla, Nábř. J.K.T., Hr. Králové
10. Marek Hanuš	Pohon auta na solární článek	SOŠ a SOU,Hradební 1029, 500 03 Hr. Králové
11. Jan Müller	Využití solární energie	Gymnázium, Komenského 77, 504 01 N. Bydžov
12. Šárka Ducháčková	Tepelné čerpadlo v rodinném domě	Gymnázium, Komenského 77, 504 01 N. Bydžov
13. Bohumil Blažek	Solární energie	SPŠ stavební, Pospíšilova 787, 500 03 Hr. Králové
14. Pavel Vitvar	Solární energie	Gymnázium J.K.Tyla, Nábř. J.K.T., Hr. Králové
15. Vrána Vojtěch	Vodní elektrárny v Hradci Králové	SOŠ a SOU, Hradební 1029, 500 03 Hr. Králové
16. Kateřina Mudroňová	Solární energie	Gymnázium J.K.Tyla, Nábř. J.K.T., Hr. Králové
17. Martin Štandera	Vodní energie	Gymnázium J.K.Tyla, Nábř. J.K.T., Hr. Králové
18. Hana Bělobradková	Vodní energie	Gymnázium J.K.Tyla, Nábř. J.K.T., Hr. Králové
19. Jan Krejčík	Vodní energie	SPŠ stavební, Pospíšilova 787, 500 03 Hr. Králové
20. Jan Andrýs	Větrná energie	SPŠ stavební, Pospíšilova 787, 500 03 Hr. Králové
21. Lukáš Reinberger	Tepelné čerpadlo v bytové jednotce	ISŠ Kumburská 846, 509 31 Nová Paka
22. František Věříš	Fotovoltaický článek pro školní účely	SOŠ a SOU, Hradební 1029, 500 03 Hr. Králové

Pavel ŘEZNÍČEK, Integrovaná střední škola Nová Paka, Kumburská 846, Nová Paka

MALÁ VODNÍ ELEKTRÁRNA SPÁLOV

Na úvod něco z teorie a minulosti využívání energie vody

Část energie slunečního záření dopadajícího na zem se přetváří v energii vody. Ta patří mezi nevyčerpatelné (obnovitelné), nejbezpečnější a nejšetrnější zdroje energie. V ČR je jen doplňkovým zdrojem (např.ve Švýcarsku a Norsku má veliký podíl na celkové výrobě energie). Poruchovost malých vodních elektráren (MVE) je minimální, provozní náklady nízké, počáteční investice do nich bývá poněkud vyšší. Náklady se mohou podstatně snížit při přestavbě mlýnů, hamrů, pil a jiných areálů, které již dříve využívaly energii vody, další možností je koupě repasované turbíny (není sice nová, ale svůj účel plní stejně dobře i po několik desítek let). Bezobslužný provoz je nyní standardem, jistou výhodou je rozptýlení po velkém území (distribuce realizovaná pro oblastní spotřebu, menší ztráty vedením, výpadek jedné vodní elektrárny (VE) nemá takový dopad jako výpadek velké konvenční elektrárny).

Elektrická energie vyrobená v ČR vodními elektrárnami v roce 2004 dosahovala 13% z vyrobené energie z obnovitelných zdrojů energie (OZE). Výkon VE nyní je zhruba až 17% z instalovaného výkonu všech elektráren v ČR. Podíl na celkové výrobě všech energií je zanedbatelný, v roce 2004 jen 0,38%, z celkové produkce elektřiny v ČR se nyní ve VE vyrobí necelá 4%. Evropská unie považuje za MVE vodní elektrárny do výkonu 5 MW, ale v ČR jsou za MVE považovány elektrárny do 10 MW. Velká většina výkonu vodních elektráren, cca 90% je z elektráren o výkonu větším než 5 MW a zbylých cca10% je z MVE podle evropského řazení. Členstvím v Evropské unii jsme zavázáni k většímu podílu výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů, v roce 2010 má podíl dosáhnout alespoň 8%.

Dělení MVE podle některých parametrů:

Dle výkonu
- průmyslové (od 1MW)
- minielektrárny (do 1 MW)
- mikrozdroje (do 0,1 MW)
- domácí (do 35 kw)

Podle spádu
- nízkotlaké (do 20 m)
- středotlaké (20 - 100 m)
- vysokotlaké (od 100 m)

Dle nakládání s vodou
- průtokové
- akumulační
- přečerpávací

Ještě do konce 1. poloviny 20. století bylo v Československu více než 14 tisíc zařízení využívajících energii proudící vody pro výrobu elektrické energie (část z nich vyráběla elektrickou energii jen jako doplněk původních zařízení (např. textilních továren, hamrů, mlýnů, pil). V 50. letech 20.století však byla velká většina malých, nejen soukromých zdrojů elektrické energie kvůli komunistické ideologii násilně odstavována a často úmyslně likvidována funkční strojní zařízení. Vůbec tento nízký podíl všech OZE je výsledkem nejen situace za minulého režimu, ale i selhání či až nezájmu dosavadní politiky v podpoře ekologicky příznivějších technologií výroby energií.

I když se teoreticky využitelný potenciál našich toků pro MVE pohybuje okolo 3 400 GWh/rok, prakticky využitelný potenciál v MVE dosahuje 1570 GWh/rok, tak MVE nyní využívají potenciál přibližně ze 45 % (700 GWh/rok). Za posledních pět let má výstavba

MVE tendenci minimálního přírůstku, což je způsobeno obsazením většiny lokalit s výhodnějšími podmínkami. Velké množství z nevyužitých lokalit má totiž malé spády, ke kterým je obtížné nalézt nejoptimálnější druh turbíny pro maximální využití daných podmínek s co nejkratší návratností investice. Tyto spády méně než dva metry se u nás v ČR vyskytují celkem hojně. Větší rozvoj MVE u nás narážel a naráží ještě dosud na několik problémů:

- Delší návratnost investice
- Většina vhodných lokalit je již obsazena
- Složitější legislativa
- Problematická využitelnost malých spádů
- Relativně nízké výkupní ceny energií
- Znevýhodnění oproti konvenčním zdrojům energií

Všechny OZE jsou oproti konvenčním zdrojům znevýhodněny cenou za ekologické škody. V ceně energie by musela být asi zahrnuta daň z neobnovitelné suroviny, příspěvek na revitalizaci krajiny po povrchové těžbě uhlí nebo jiný typ daně. Tento stav je nejspíš zaviněn nevhodným řešením státní energetické koncepce ČR, navrženými výkupními cenami Energetickým regulačním úřadem (ERÚ) a spoustou dalších ekonomických a legislativních aspektů.

Základní informace o MVE Spálov

Patří mezi středotlaké průmyslové derivační průtokové elektrárny s využitím potenciální energie vody.
Lokalizace: MVE se nachází na řece Jizeře mezi městy Železný Brod a Semily
Provozovatel: VČE a.s.
Skupina Hydro ČEZ, do konce roku má proběhnout přesun do skupiny ČEZ Obnovitelé zdroje energie (bude vlastnit 21 MVE)
Uvedena do provozu: roku 1926, rekonstrukce roku 1998
Soustrojí: dříve dvě spirálovité Francisovy turbíny, v současnosti dvě přímoproudé Kaplanovy turbíny
Max. výkon: dříve 2 MW, v současnosti 2,4 MW
Max. objem nádrže: 43 000m^3
Délka přívodního potrubí: 1,84 km
Čistý spád: 22.86m
Max. hltnost jedné turbíny: 6m^3/s

Z Historie MVE Spálov

Síla Jizery byla využívána odedávna, v novějších dějinách především při výrobě v textilních továrnách. Roku 1918 projekt vypracovala a vodoprávní povolení pro zemský správní výbor získala tehdejší Zemská sekce pro využití vodních sil s přednostou vrchního stavitelského rady Ing. Rudolfa Heindla. Autorem návrhu byl profesor Vysokého učení technického v Praze Ing. Dr. Antonín Jílek. Spálov se měl stát jedním z vodních děl na Jizeře v blízkosti soutoku s Kamenicí. K realizaci dalších projektů v této oblasti kvůli válce již nedošlo. Účelem projektu bylo získat 25m nevyužitého spádu řeky mezi výpustí z tehdejší Schmittovy továrny u Semil a soutokem s Kamenicí. V projektu se počítalo s využitím 12 m^3/s, s tím že tato hodnota bude překročena 120 dní v roce, s více než 6 m^3/s okolo 240 dní

za rok a po zbytek roku se průtok mohl dostat i pod 2 m^3/s. Realizace projektu MVE Spálov byla rozdělena do dvou etap.

První etapa zahrnovala výstavbu jezu, štoly a na něj navazujícího přívodního kanálu. Ta začala v srpnu roku 1921 přípravnými pracemi ke stavbě. Jez byl postaven pro jednoduchost technického řešení a hlavně z finančních důvodů v soutěsce, je pevný, 5,2m vysoký s 34m dlouhým přepadem navazujícím na jedné straně přímo na skálu. Na druhém břehu je štěrková propust a stavidla, která zajišťují velmi jemnou regulaci vodní hladiny nad jezem. Takto zvýšená hladina vody odtéká do usazovací nádrže, na kterou už navazuje vtok do štoly. Její ražba probíhala pro urychlení z obou stran, ale celý masiv je tvořen vyvřelými diabasy, které jsou velmi tvrdé.

Štola je dlouhá 1323m, má spád pouhých 0,5‰, skoro kruhový průřez o ploše 7,9m^2. Byla ražena zpočátku ručně a práce probíhala velmi pomalu, za osmihodinovou směnu byl postup jen o 20 až 30cm. Z Vysokého nad Jizerou byla budována linka pro napájení potřebného zařízení, to však trvalo dlouho a tak byly pro pohon zařízení přistaveny dva výbušné motory. Tyto motory byly zprovozněny až před polovinou března 1922. Od té doby vrtání pokračovalo průměrně rychlostí 28m za týden a 5.dubna 1924 byla štola hotova. Stavba navazujícího úbočního kanálu začala v květnu 1924 a za 190 dní zhotovena v délce 437 metrů.

V druhé etapě, která začala v červnu 1923, byla dobudována zbývající část přívodního kanálu, objekt vodních zámků a česel, dvojí tlakové potrubí, vyrovnávací komora, přepad u objektu vodních zámků s odpadním kanálem a hlavní budova elektrárny.

Do strojovny byly v dubnu 1925 nainstalovány dvě symetricky uspořádané spirálovité Francisovy turbíny, každá o hltnosti 6 m^3/s. Třífázové generátory byly na jedné vodorovné hřídeli s turbínou a budičem. Oba pracovaly na jmenovitých otáčkách 375ot/min, účiník cosφ 0,5 a dohromady vykazovaly maximální výkon 2 MW. Nad strojovnou je galerie s manipulačními pulty a měřící přístroje důležité pro řízení elektrárny. Zkušební provoz začal 12. května 1926, do konce tohoto roku byly dokončeny všechny zásadní dokončovací úpravy celého díla. V Pamětní knize hydrocentrály pod Spálovem bylo 16.5. podepsáno Odevzdání hydroelektrárny zemským správním výborem Východočeské elektrárně. **Při stavbě zemřeli dva lidé**, první byl dělníkem při ražbě štoly, jeho zabil odstřel skály. Druhý, Ing. Havlíček, byl zasažen při práci s vysokým napětím 10 kV a následkům podlehl. Brzy po zprovoznění se stala **kuriózní nehoda**, při výkonových zkouškách praskl obvodový plášť jedné z turbín a během pár vteřin byla strojovna zalita vodou do výše jednoho metru, naštěstí na elektrárně nevznikla žádná vážnější škoda. Při plánovaném nepřetržitém provozu měla elektrárna vyrábět ročně 11 GWh. První rok vyrobila necelých 3,5 GWh. Celých 72 let sloužila tato elektrárna bez nutnosti větších oprav. Na tom měl podíl jak fortel projektantů a konstruktérů, tak samozřejmě i vztah vedení elektrárny k práci a svědomitost.

Na vedení se v průběhu let podíleli:
Karel Glück, Ludvík Rejsek,
Bohumil Kyncl, Jan Trojan, Robert Vaníček, Václav Kučera, Václav Buriánek,
Daniel Petr, Josef Sochor.

Protože se s postupným zvyšováním výkonu sítě mohla čím dál méně účastnit regulace sítě a zároveň se na elektrárně projevoval zub času (častější praskání lopatek oběžného kola, menší účinnost, poškozené betonové konstrukce), bylo přistoupeno k zásadní rekonstrukci. Bylo rozhodnuto, že elektrárna bude 16.března 1998 odstavena a začne rekonstrukce.

Pro VČE bylo hlavním mottem modernizace ponechat elektrárně její jedinečnost, její autentičnost, její krásu a vrátit jí původní sílu, mládí a svěžest. Další kritéria:

- Výměna přesluhujícího zařízení za nové, modernější
- Minimálně upravovat původní stavební konstrukci při výměně či pouhé modernizaci strojního zařízení
- Snížení obsluhy a zavedení pochůzkové služby v jedné směně
- Snížení množství ropných látek v celé elektrárně
- Provést rekonstrukci v co nejkratším možném termínu a opravit vše co by bylo při provozu zatopeno vodou či jinak znepřístupněno bez nutnosti odstávky elektrárny

Byla opravena štola s úbočním kanálem, budova vodních zámků byla zateplena, dostala novou střechu, nutná byla také sanace vlhkostí poškozeného zdiva a nová meliorace. Objekt je v zimě temperován přímotopnými konvektory (kvůli kondenzaci vodní páry na stěnách). Zcela opraven byl výtok vody z elektrárny do Jizery, který byl snad nejvíce poškozenou betonovou částí. Hlavní budova i domek obsluhy mají zvenčí opravenou a natřenou původní fasádu. Interiér hlavní budovy byl také zrekonstruován. Té se dočkala také galerie nad strojovnou s původními manipulačními pulty a freska nad strojovnou. Při rekonstrukci proběhla automatizace provozu elektrárny. Základní parametry soustrojí byly ponechány (spád se o něco zvětšil jinou konstrukcí turbíny, napětí generátorů zůstalo 6,3 kV, hltnost 6m^3/s). Dosluhující spirálovité Francisovy turbíny byly nahrazeny přímoproudými Kaplanovými vertikálními turbínami, které byly do konstrukce zapojeny s maximálním zřetelem na původní konstrukci stavby. Díky vyšší účinnosti turbín mohl být maximální výkon generátorů zvýšen o 20% (z 2 MW na 2,4 MW). Na koncích přívodního tlakového potrubí nahradily původní šoupátka nové uzávěry, klapky uzavírané závažím. Na místo Křižíkových generátorů přišly výkonnější synchronní generátory s vyššími provozními otáčkami (600 ot./min). Zdánlivý výkon tak stoupl na 3000 kVA. Oproti starým generátorům mají nové účiník cosφ 0,8. Původní rozvodnu o napětích 10,5kV a 35 kV nahradila rozvodna s novými blokovými suchými transformátory 35 kV.

Dálkové ovládání elektrárny a rozvodny VN je na dispečinku v Hradci Králové. Řízení technologického celku je konstruováno pro možnost ovládání pouze z jednoho pracoviště a dá se přepojit volícím přepínačem v rozvaděči s procesní stanicí. Řídit se dá elektrárna plně automaticky, dá se přepnout na automat s možností manuálního nastavení některých hodnot. Je možno také přepnout na plně manuální provoz. Dálkově lze elektrocentrálu nejen řídit, ale i vyhodnocovat případné poruchy. Komplet systému elektrických ochran je řešen pomocí číslicových ochran od ABB a GE. Pomocí tohoto řešení je zajištěna komunikace s pracovištěm správce a případná možnost vyhodnocení poruch. Pracoviště správce je tvořeno serverem s vazbou na jednotlivé části řídícího systému a pracovní stanicí s rozhraním pro obsluhu.Provoz je hlídán průmyslovým kamerovým systémem. Rekonstrukce štoly s kanálem byla zadána italské firmě CAPRI, která se specializuje na progresivní utěsnění vodohospodářských staveb. Turbíny dodala rakouská firma Kössler GmbH. Generátory s elektrickými součástmi vyrobila Škoda Plzeň. Automatiku řízení, transformátory a část zařízení pro rozvodnu dodala firma Asea Browm Boveri (ABB). Modernizaci rozvodny provedla firma Energoland. Celý projekt rekonstrukce dostala na starost společnost Hydropol Project & Management a.s.

Dne 3. 2. 1999 a dne následujícího byla přifázována nová soustrojí k síti. Plánovaná doba rekonstrukce byla skoro dvojnásobkem času realizované rekonstrukce, ta trvala

11 měsíců. Zajímavostí je například u soustrojí provedení ovládání oběžného kola turbíny skrz vrtanou hřídel generátoru, což je u generátoru této velikosti vyjímkou. Před hlavní budovou elektrárny je vystaveno jedno zrestaurované původní soustrojí s Francisovou turbínou.

Výsledky

Roční produkce energie vzrostla cca o 30% na 12 GWh. Loňský rok byla elektřina vykupována za 1,60Kč /kWh. V brzké době po další výměně generátorů má výkupní cena stoupnout na 2,30Kč/kwh.

Budoucnost

I když nemá MVE Spálov takový výkon aby mohla výrazně zasahovat do regulace sítě, má před sebou dalších několik desítek let provozu bez nutnosti výměny soustrojí z technických důvodů. V blízké době sice budou vyměněny generátory za nové, ne však z důvodu poruchového provozu, ale z možnosti většího zisku z prodávané energie. Je to umožněno zákonem o OZE, zprovozněných po květnu 2005. Ty pak mají nárok na vyšší odkupní ceny energie, což pro Spálov znamená zvýšení výkupní ceny oproti roku 2005 z 1,60 Kč /kwh na 2,30 Kč /kWh.

Návštěva vodního díla na Spálově

Ráno 1. 2. 2006 nás ve Spálovské elektrárně přívětivě pozval dál jeden ze správců objektu, pan Synek. Ten nás provedl po areálu elektrárny a při tom vyprávěl o zajímavostech zařízení. I přes to, že na této elektrárně pracuje poměrně krátkou dobu, tak na většinu položených dotazů dokázal pohotově odpovědět. V kanceláři nám dal k nahlédnutí Pamětní knihu hydrocentrály pod Spálovem. Pro další informace, které sám nevěděl, nás odkázal na dalšího správce, pana Podobského. Nakonec jsme dostali také brožuru Vodní elektrárna Spálov na Jizeře.

Závěr - Můj názor na problematiku MVE

Malé vodní elektrárny mají jistě před sebou perspektivní budoucnost, nebude se sice stavět velké množství těchto zdrojů, ale budou se spíše více přestavovat staré objekty (hamry, mlýny aj.) na malé vodní elektrárny. Díky nutnosti splnit limit Evropské unie pokrytím 8% z celkové spotřeby elektrické energie energií z obnovitelných zdrojů (OZE) do roku 2010 by se dala očekávat masovější podpora těchto zdrojů dotacemi od státu.V tomto roce by měla EU poskytnout pro Českou republiku obrovskou finanční podporu na dotace staveb a obnovy obnovitelných zdrojů. Dotace přerozděluje Česká energetická agentura (ČEA). Nedávno byla pro velmi nízké spády (do 2 m) s velkým průtokem na VUT v Brně vyvinuta tzv. vírová turbína, což je modifikace Kaplanovy turbíny. Má poměrně vysokou účinnost oproti ostatním typům turbín, její konstrukce není složitá což jí zaručuje nižší pořizovací cenu oproti ostatním. Tento nový typ turbíny je již patentován, nedávno byla pro testování v reálných podmínkách instalována na jedné nejmenované elektrárně. Díky tomu očekávám větší využití malých spádů s větším průtokem. Bohužel využívání těchto méně výhodných lokalit neláká velké energetické společnosti a pro soukromníky v začátcích byly donedávna výkupní ceny energie skoro likvidační.

I když MVE nemají zásadní význam ve zdrojích elektrické energie, bylo by jistě škoda nevyužít přiměřeně této možnosti. Přiměřeně říkám proto, že není přípustné využívat průtok řekou nad povolenou míru (dodržení sjednaného odběru vody). Tento fakt by měl

být brán velmi vážně, neboť se tímto může jinak ekologický zdroj energie stát poměrně nebezpečným prvkem v prostředí. Dalším důvodem proč i nadále investovat do obnovy či stavby MVE je jejich šetrnost k prostředí, které bychom měli ponechat nezničené dalším generacím, jejich dlouhá životnost (oproti většině ostatních zdrojů) a příznivý vliv na vodní toky (okysličení vody a čištění toků od naplavenin).

Na závěr bych chtěl ještě podotknout, že nejlepší energie je vlastně ta, která se nemusí vůbec vyrobit.

Poděkování
Tímto děkuji za vstřícnost a poskytnuté informace:
Řediteli VČE, panu Vladimíru Tomkovi, správci MVE Spálov, panu Synkovi

Luděk MIKLAS, Integrovaná střední škola Nová Paka, Kumburská 846, Nová Paka

VYUŽITÍ BIOMASY V DRUŽSTVU BŘEZOVICE

ÚVOD:

V poslední době se stále více mluví o tenčících se zásobách fosilních paliv, a hledá se co nejlepší náhrada za tyto téměř vyčerpané zdroje energie, tzv.: „Obnovitelné zdroje energie".

Biomasa je jedním takovým zdrojem. Jedná se o zpracování biologického materiálu, ať už celých k tomu určených rostlin, anebo zbytků, po průmyslovém nebo živočišném zpracování.

Obilný prach:

Jedná se o materiál který zbude po sklizení, dopravě, a čištění z obilných zrn, a který již prakticky nelze využít v rostlinné nebo živočišné výrobě. Vzniká vlastně tak, že zrní se po sklizení ukládá do sila, a to pomocí speciálních dopravníků (výtahů), při čemž se odsávají drobnější a lehčí částečky, tedy nekvalitní část úrody, ale hlavně jsou to slupičky ze zrní a prach jako takový. V naší zemi se vypěstuje asi 7 miliónů tun obilí ročně, z čehož asi 3-5% je právě odpad (tj.: 200-350 tisíc tun).

Dříve se tento prach dával jako příkrm pro lesní zvěř, ale v dnešní době již technologie čištění pokročila na takovou úroveň, že zbylí odpad už neobsahuje tolik zrn jako dřív a tak se jako příkrm nedá využít, to znamená že zbývá jediná cesta likvidace, a sice odborné firmy které se na toto specializují, což ale samozřejmě není zadarmo.

Družstvo EKOVER:

Zakladatelé: Ing. Lubomír Verner, Ing. Hana Marešová

V roce 2003 bylo založeno družstvo EKOVER, které mělo v plánu zpracovávat odpady rostlinných pletiv a obilný prach. Původní záměr firmy EKOVER tyto odpady svážet a lisovat do pelet určených k topení byl postaven hned před několik problémů, a to jak technologických tak i legislativních.

Družstvo EKOVER si muselo nejprve obstarat na krajském úřadě povolení ke svozu a nakládání s biologickými odpady. Když KU prozkoumal záměry firmy a povolení vystavil, začalo se se svážením odpadů. Hned na začátku lisování vyvstal druhý problém, tentokrát technologický. Při lisování pelet byl zpočátku použit původní granulátor pro přípravu krmných granulí TL 602 od firmy Gama Pardubice, ale ten při lisování využívá napařování směsi, což se nepříjemně projevilo na výhřevnosti pelet, která po navlhčení (napaření) rapidně klesla. Bez napaření zase pelety nedrželi tvar a rozsýpali se. Po několikatýdenním zkoušení a různých funkčních úpravách bylo na světě fungující řešení, které spočívalo v několikanásobném zvýšení tlaku a teploty při lisování, a tomu odpovídajících úpravách motoru a matrice granulátoru. Ještě než mohlo jít nově vzniklé palivo do prodeje, musel „Ústav pro výzkum a využití paliv" přezkoumat jeho vlastnosti a udělit mu „certifikát na palivo EKOVER"

Pelety jsou granule válcovitého tvaru, s průměrem 6-8 mm a délkou 10-30 mm, a jejich velkou výhodou je vedle výhřevnosti a ceny srovnatelné s hnědým uhlím hlavně to že neobsahují síru, která by se jejich spalováním dostávala do ovzduší, a množství oxidu uhličitého

uvolněného do ovzduší při spalování je rovno tomu množství, které spotřebují rostliny při svém růstu. Jedná se tedy o uzavřený koloběh a tudíž jsou pelety EKOVER ekologicky čistým palivem.

Navíc z pelet EKOVER není tolik popela, jako z jiných paliv, jen cca 3-5%, a tento popel na rozdíl třeba od uhelného, který obsahuje síru a některé další zdraví škodlivé látky, lze ještě dále využít jako hnojivo.

Již zbýval jen poslední krok, a sice nechat si inovovanou technologii patentovat.

Na „Úřad průmyslového vlastnictví" byla 3. 12. 2003 podána přihláška na patent. UPV zkoumal patenty po celém světě, a když bylo prokázáno, že družstvo EKOVER skutečně vlastní nároky na tuto technologii, udělilo 27. 10. 2005 patent a ochrannou známku na palivo EKOVER.

Mezitím už EKOVER rozjel výrobu naplno, ve spolupráci s firmou Gama Pardubice vyvinulo speciální granulátor na základě granulátoru TL 602, který mimo jich samotných využívá spolu s patentem na výrobu paliva EKOVER dalších asi 25 firem po celé české republice, které navázali s EKOVERem spolupráci.

Zpočátku si EKOVER hledal partnery sám tak, že oslovoval známá družstva a svou technologii jim nabízel k využití, ale v dnešní době je palivo EKOVER natolik známé, že noví partneři chodí s nabídkou ke spolupráci sami. V praxi to pak probíhá tak, že EKOVER poskytne novému partnerovi jakýsi návod jak začít spolu s licencí na granulaci. Také pomáhá v navazování kontaktů jak s dodavateli odpadů, tak i s odběrateli hotového paliva.

Samo družstvo EKOVER si odpady pro svou činnost sváží samo svým nákladním automobilem, ale například v období žní je toto nedostačující a tak i sami zemědělci zavážejí odpady přímo do lisovny, ale jinak se již nemusí starat o vývozy a zpracování jako dříve, a hlavně již nemusí za ekologickou likvidaci platit, což je asi důvodem číslo jedna proč není o materiál ke granulaci nouze.

Technologie lisování:

Ve své podstatě není na celém zařízení granulátoru nic moc složitého, ale jak už to bývá, všechny geniální nápady mívají jednoduchou myšlenku. Firma Gama Pardubice vyrobila pro družstvo EKOVER granulátor přesně na míru tak jak bylo potřeba. Vychází se ze standardního granulátoru TL 700 s několika úpravami. Jak už bylo předesláno, tak napařování směsi bylo úplně vypuštěno z výrobního procesu protože nepříjemně ovlivňovalo vlastnosti granulí, ale místo toho se zvýšil tlak, kvůli čemuž musela být úměrně zesílena matrice a také rolny. Přesné údaje o úpravách jsou otázkou výrobního tajemství takže je nelze zveřejnit. Standardní granulátor (který se využívá k tvarování krmných směsí) funguje tak, že obilný prach je odebírán pomocí šnekového dopravníku ze zásobníku a sypán dovnitř do prostoru nad matricí, kde se otáčí několik rolen (2 – 4 v závislosti na velikosti a přesném typu granulátoru), které přiléhají na matrici a prach pod vysokým tlakem vtlačují do otvorů v matrici. Výsledné „nudličky" které vylézají zespoda matrice jsou odřezávány pomocí rotačních nožů, nastavením jejich vzdálenosti od spodní části matrice lze nastavit požadovanou délku granule. Její průměr lze nastavit pouze velikostí otvorů v matrici. Pro topné pelety se EKOVERu osvědčil průměr 6-8 mm. Výsledné granule (pelety) jsou odváděny otvorem v dolní části přístroje na pásový dopravník a odtud buď přímo na vůz, nebo popřípadě do zásobníku. Toto technologické řešení je používáno prakticky ve všech výrobnách v ČR pouze s drobnými úpravami vstupních a výstupních dopravníků, kdy místo

zásobníku na prach může zařízení na principu pohyblivého šnekového dopravníku odebírat prach přímo z hromady, čímž odpadá nutnost další manipulace při plnění zásobníků. Nebo na pásový dopravník může přímo navazovat balicí linka, ale granulátor jako takový zůstává ve všech případech totožný. Jedna takováto soustava dokáže ročně zpracovat 2500 – 3000 tun odpadu a obilného prachu.

Odbyt:

Přímo družstvo EKOVER výsledné pelety nebalí, ale prodává jako klasický sypký materiál rozvozem nákladními automobily. EKOVER dodává své palivo například i velkým teplárnám nebo elektrárnám. ČEZ je jedním z největších a nejsilnějších odběratelů pelet. Díky tomu, že ERU (energetický regulační úřad) schválil pelety EKOVER jako tzv. „hnědou biomasu“ poskytuje teplárnám a elektrárnám spalujícím je spolu s uhlím dotace formou grantů na ekologický provoz. Také proto je ze strany provozovatelů o pelety velký zájem. Toto ovšem neznamená že maloodběratelé by byli nějak znevýhodněni. Palivo EKOVER si může zakoupit a používat každý kdo o to má zájem, a pokud není potřeba celý nákladní automobil, tak není problém naložit pelety třeba na přívěsný vozík za osobní automobil. A ani ze strany ERU nejsou maloodběratelé znevýhodněni. Palivem EKOVER lze topit v jakémkoli kotli na tuhá paliva, ale firma VERNER ve spolupráci s družstvem EKOVER vyvinuli automatické kotle speciálně pro tento druh paliva, což je z hlediska účinnosti asi nejlepší řešení. A i když maloodběratelům nejsou poskytovány granty na spalování ekologicky čistého materiálu, je to v případě fyzických nebo drobných právnických osob řešeno jednorázovou dotací na nákup a instalaci kotle ve výši 30-50% z pořizovacích nákladů. Což při dnešních cenách není zanedbatelná položka.

Vytápění družstevních bytů palivem EKOVER:

Z tabulky srovnání výhodnosti tuhých paliv je patrné, že palivo EKOVER je velmi výhodné, a proto se družstvo v Březovicích rozhodlo přejít na vytápění svých bytů právě tímto palivem. K vytápění jsou použity celkem 4 kotle VERNER A25, z nichž každý je pro 4 byty. Kotel VERNER A25 je automatizovaný, což znamená že vyžaduje minimální zásahy obsluhy. Stačí naplnit násypku v zadní části kotle, sepnout hlavní vypínač kotle a nastavit požadovanou teplotu, další chod je samočinný. Kotel je nejprve v režimu zatápění, což znamená, že pomocí šnekového dopravníku ze zásobníku dopraví palivo do topeniště, a sepne zapalovací tyč, která ohřívá vzduch proudící skrz ventilátor pod topeniště. Regulátor vyhodnocuje teplotu spalin a vody, a při požadovaném nárůstu těchto hodnot se zapalovací tyč vypne. V následujících asi 20 minutách se zvolna zvyšuje intenzita plnění palivem až na hodnotu pro 100% výkon, pak přejde zátopový režim do režimu provozního. V provozním režimu je v pravidelných intervalech (nastavených od výrobce pro ten který druh paliva) prováděno plnění palivem, roštování a odpopelňování. Plnění palivem je realizováno stejným způsobem jako při zátopu. Při roštování se jen sepne motor, použitý pro pohon dopravníku paliva, opačným směrem a roštnice na kterých je vyhořelé palivo se otočí o 360° , čímž se tento popel odstraní do popelníku, odkud se pomocí přídavného odpopelovacího zařízení (opět šnekový dopravník) dopraví do přídavné popelnice. Z výše uvedeného vyplývá, že kromě občasného doplnění zásobníku paliva a vysypání popele nepotřebuje kotel obsluhu. Spotřeba paliva uvedená v parametrech je při plném výkonu, když kotel dosáhne požadované teploty výkon se sníží, regulátor úměrně prodlouží intervaly

plnění, roštování a odpopelňování, a spotřeba paliva klesne asi o 1/3. Díky tomu a díky velké násypce je dostačující doplnění paliva jednou za 2 – 3 dny, v závislosti na provozu, respektive na teplotě okolí. Spotřeba pelet je v zimním období zhruba 100 kg pro 4 bytové jednotky denně, což je vynikající bilance. Uvedené bytovky jsou starší ho panelového typu, bez vnějšího zateplovacího pláště a plastových oken.

Regulátor má samozřejmě provozní a pohotovostní senzory, takže v případě vyhoření celé zásoby paliva, nebo při naplnění odpopelňovacího zařízení dojde k samočinnému odstavení kotle, aby nedošlo k jeho poškození. Podobně je tomu i při překročení kritické teploty kdy se navíc aktivuje samozhášecí zařízení.

Mé zhodnocení:

Dle mého názoru je využívání takovýchto zdrojů energie tím správným krokem k ekologii. Mě osobně se tato myšlenka a technologie velmi zamlouvá, a doufám že postupem času bude stále víc lidí nejen u nás ale i ve světě využívat tyto a podobné „Obnovitelné zdroje energie“. Také si myslím že kombinace kotlů na pelety od firmy VERNER a spalování pelet EKOVER je dobrým řešením pro většinu domů, jejichž majitelé nechtějí, nebo z důvodů velké finanční náročnosti nemohou přejít od tuhých paliv k vytápění například plynem nebo jiným ekologičtějším způsobem. Jedinou nevýhodu je třeba spatřovat pouze v dostupnosti pelet v místě bydliště, i když výrobny jsou řešeny, a budou v nejbližší době dořešeny, v okruhu vždy cca 60 km. I tato vzdálenost je však poněkud omezující faktor.

Veškeré informace, uvedené v této studii byly ověřeny osobní návštěvou jednotlivých provozů a zařízení a informace zde uvedené jsou na základě zjištěných skutečností.

Zdroje informací a poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat panu Ing. Lubomíru Vernerovi, zástupci družstva EKOVER, za informace a materiály, které mi poskytl.

Dále jsem informace čerpal z těchto internetových stránek:
www.sps-mb.cz/ekover
www.verner.cz
www.gama-pce.cz
www.eru.cz

Tomáš VÍTEK, Střední odborná škola a Střední odborné učiliště, Hradební 1029, Hradec Králové

VĚTRNÁ ELEKTRÁRNA NOVÝ HRÁDEK

ÚVODEM

Rozvoj moderní společnosti vyžaduje stálé zvyšování výroby k uspokojování životních potřeb. Mezi vyspělé země světa lze zařadit i Českou republiku. Růst HDP v současných podmínkách je i přes zvyšující produktivitu práce založena na rostoucí energetické náročnosti. S tím souvisí i spotřeba elektřiny v ČR. V **příloze č. 1** je uveden scénář vývoje spotřeby elektřiny v ČR do roku 2040. Z něho je zřejmé, že v nejbližších pětiletých obdobích je to přibližně 10% růst. Takovýto vývoj vyžaduje udržování v provozu některých stávajících energetických zdrojů, jejich modernizaci I výstavbu nových. To vše má vliv na životní prostředí.

Negativní vlivy energetiky na životní prostředí

Rozhodující pro poškozování životního prostředí je velká spotřeba přírodních zdrojů a současně nízká efektivita jejich využívání. Tento problém se týká zejména energetiky, která je nejvýznamnějším spotřebitelem neobnovitelných zdrojů (paliv), ale i nejvýznamnějším znečišťovatelem životního prostředí. Negativní vliv palivo-energetického komplexu na životní prostředí lze rozdělit na tyto okruhy:

- Nízká efektivita využívání neobnovitelných zdrojů energie z důvodu nedostatečných podnětů pro její zvýšení. Nízká efektivita využívání fosilních paliv plyne především z toho, že jejich ceny nezahrnují negativní produkty na prostředí, a nevyjadřují tedy skutečné náklady na jejich získávání a na výrobu energie z nich. Podle studií provedených v ČR by zahrnutí všech nákladů do cen zvýšilo například náklady na získávání elektřiny z uhlí asi o 1,30 Kč na každou kilowatthodinu.
- Emise skleníkových plynů. Energetika v ČR produkuje 42 % všech tuzemských emisí oxidu uhličitého. Jeho měrné emise jsou u nás o 41 % vyšší než ve „starších" státech EU.
- Znečišťování přízemni vrstvy atmosféry a vznik přízemního smogu. Původcem tohoto znečištění je především automobilová doprava, ale významně se na něm podílejí i malé místní zdroje tepla a dále oxidy dusíku produkované tzv. velkou energetikou.
- Emise znečišťujících látek z velkých zdrojů. V ČR produkují 77 % emisí oxidu siřičitého a 44 % emisi oxidů dusíku velké zdroje, především elektrárny a teplárny. Negativní vliv se projevuje například v okyselovaní půd a ve vymírání lesů v důsledku vlivu kyselých dešťů.
- Jaderné odpady a riziko jaderné havárie. Stale není vyřešeno dlouhodobé ukládání jaderných odpadů, které jsou rizikové po dobu desetitisíců let. Riziko jaderné havárie z důvodu poruchy je dnes minimalizováno, avšak jaderné elektrárny mohou být terčem teroristických útoků.
- Vznik odpadního tepla. V bezprostředním okolí velkých elektráren může docházet k lokálnímu oteplení, a tím ke změnám lokálního mikroklimatu,
- Dopady těžby na krajinu a na biotopy. Těžba pevných fosilních paliv vyžaduje přesuny značného množství hornin, což vede ke zničení původních biotopů, které již není možné obnovit, těžba kapalných fosilních paliv je riziková z hlediska kontaminace okolního prostředí, při těžbě radioaktivních rud hrozí zejména riziko radioaktivní kontaminace okolí dolů a podzemních vod.

Energetika využívající neobnovitelná paliva (fosilní i jaderná) je tak jednoznačně největším poškozovatelem životního prostředí. Omezování výroby energie z klasických zdrojů ať již cestou úspor energie nebo využíváním obnovitelných zdrojů energie je proto zároveň významným, ne-li rozhodujícím faktorem ochrany životního prostředí.

Z uvedených skutečností je zřejmé, že předpokladem udržitelného rozvoje v energetice jsou pouze dvě vzájemně se doplňující a neodlučitelné strategie:

1. Snižování energetické náročnosti na všech úrovních výroby i spotřeby zboží a služeb (úspory energie, zvyšováni energetické efektivnosti).
2. Cílevědomé využíváni obnovitelných zdrojů energie.

Přínosy obnovitelných zdrojů energie

Podle platné energetické legislativy ČR jsou obnovitelnými zdroji energie obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie větru, slunečního záření, vody, půdy, vzduchu, biomasy, skládkového plynu, kalového plynu a bioplynu a geotermální energie.

V podmínkách ČR patři k významným obnovitelným zdrojů energie především fytomasa (hlavně dřevo), dále z hlediska životního prostředí jsou (šetrným způsobem využívání) zdrojem této energie pouze vodní elektrárny s instalovaným výkonem do 10 MW), energie prostředí (tepelná energie hornin, podzemních nebo povrchových vod, sláma, nejrůznější biologické odpady atd.), energie přímého slunečního záření a tepelná energie vody a ovzduší, využívaná pomoci tepelných čerpadel (a ojediněle i přímo) a energie větru.

Výhody využíváni obnovitelných zdrojů

Využívání obnovitelných zdrojů přináší řadu výhod:

- Získávání energie z obnovitelných zdrojů ovlivňuje životní prostředí výrazně méně než případě využívání neobnoviteIných zdrojů energie. Při výrobě energie z obnoviteIných zdrojů nevznikají nové skleníkové plyny (i při využívání energie biomasy se do atmosféry uvolňuje jen takové množství $C0_2$, jaké bylo akumulováno do rostliny fotosyntézou během jejího růstu), tvoří se většinou výrazně menší množství ostatních emisí a nejsou produkovány odpady (pouze při spalování biomasy vzniká malé množství popela, ten však neobsahuje toxické látky).
- Vzhledem k tomu, že obnovitelné zdroje jsou v současné době jedinými dostupnými prakticky nevyčerpatelnými energetickými zdroji, jsou také jedinou reálnou možností jak zabezpečit energetické potřeby lidstva i v dalších stoletích, zejména v Evropě, jejíž podíl na ověřených světových zásobách fosilních paliv je nejmenší.
- Obnovitelné zdroje energie jsou k dispozici v daném regionu, tedy v místě spotřeby, takže je není nutné dovážet. To jednak šetří náklady na dopravu a jednak posiluje energetickou nezávislost státu a umožňuje decentralizaci energetických zdrojů. Navíc příjmy z energetického využíváni obnovitelných zdrojů zůstávají v místě (regionu), zatímco příjmy z využíváni fosilních paliv převážně region opouštějí. V případě ČR se totiž paliva výrazné podílejí na pasivní bilanci českého zahraničního obchodu.
- Zařízení na využíváni obnovitelných zdrojů energie jsou většinou malá, instalovaný výkon je v řádu kilowatthodin až megawatthodin. RozptýIenost energetických zdrojů snižuje jejich zranitelnost, a tím zvyšuje bezpečnost zásobování energii. To je zvIáště aktuální po tragických událostech ze září 2001.

- Získáváni energie z obnovitelných zdrojů, především z biomasy, je podstatně náročnější na pracovní sílu než využívání klasických zdrojů. Širší využívání obnovitelných zdrojů tak bude znamenat vytváření nových pracovních příležitostí a přispěje ke snižování nezaměstnanosti. Pěstování biomasy zároveň může pomoci zastavit nežádoucí vylidňování venkova.

Nevýhody využívání obnovitelných zdrojů

Vedle přínosů má využívání obnovitelných zdrojů energie také své nevýhody a nedostatky:

- Vyšší jednorázové náklady, způsobené především malým množstvím vyráběných zařízení a také složitostí zařízeni. Zvýšení počtu vyráběných zařízení sníží náklady na jednotku a povede k poklesu nákladů.
- Nízká koncentrace zdrojů a malá účinnost. Koncentrace energie, tj. množství energie získané z 1 m^2 plochy zařízeni, je v případě obnovitelných zdrojů výrazné nižší než v případě zdrojů konvenčních. Při využití sluneční energie lze z 1 m^2 získat v naší zeměpisné šířce asi 1 až 1,2 kw a při využití energie větru asi 3 kw, u konvenčních elektráren je to 500 kw v uhelné elektrárně 650 kw v jaderném zdroji. Zařízeni využívající obnovitelné zdroje energie (solární články, solární kolektory i větrná zařízení) tedy vyžadují větší plochy a s FIM souvisejí (většinou) větší investice, zejména počáteční. Důležitá je proto odpověď na otázku, jak velké plochy jsou dosud volné a zároveň vhodné pro využívání obnovitelných zdrojů.
- Nerovnoměrnost výroby energie, závislost na přírodních podmínkách. Produkce energie z některých obnovitelných zdrojů je z hlediska prostoru a času nevyrovnaná, kolísající, což je v porovnání s klasickými zdroji nevýhodou. Slunce v noci nesviti, vítr fouká nepravidelně a potenciál vody bývá v létě nižší než na jaře a na podzim, takže pro uspokojení stálé spotřeby energie je nutné zajistit krytí špičkových odběrů. To lze dlouhodobě řešit buď akumulací energie, nebo záložními zdroji.
- Neskladovatelnost. Problematické skladování vyrobené energie se u obnovitelných zdroju projevuje výrazněji než u zdrojů klasických. Konkurenceschopná je v tomto směru pouze biomasa, avšak je mnohem náročnější na prostor než např. uhlí.

Celkově lze říci, že přednosti obnovitelných zdrojů energie převažují nad jejich nedostatky a tyto nedostatky jsou řešitelné.

Současný stav ČR cíle k roku 2010

Cíl výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů je stanoven směrnicí Evropského parlamentu a Rady Evropy o podpoře elektřiny z obnovitelných zdrojů na vnitřním trhu. Platná Státní energetická koncepce ČR považuje zvýšení podílu výroby elektřiny a tepelné energie z obnovitelných zdrojů energie za cíl s velmi vysokou prioritou. V koncepci je doslova uvedeno: „Stát bude podporovat využívání všech zdrojů energie, které lze dlouhodobě reprodukovat a jejichž používání přispěje posilování nezávislosti státu na cizích zdrojích energie a ochraně životního prostředí. Preferovat se budou všechny typy obnovitelných zdrojů – zdroje využívající sluneční energii, energii větru a vodních toků, geotermální energii i biomasu jako zdroje pro výrobu elektřiny a tepelné energie. Preferovat se bude rovněž využití druhotných zdrojů energie a alternativních paliv v dopravě.“ K roku 2030 předpokládá energetická koncepce dosažení této struktury spotřeby primárních energetických zdrojů a struktury výroby elektřiny:

Primární zdroj	Podíl na spotřebě Primárních zdrojů	Podíl na výrobě Elektřiny
Tuhá paliva	30 až 32%	36%
Plynná paliva	20 až 22%	7%
Kapalná paliva	11 až 12%	1%
Jaderné palivo	20 až 22%	38%
Obnovitelné zdroje	15 až 16%	18%

To znamená, že obnovitelné zdroje energie zatím nejsou schopny pokrýt veškeré potřeby energie, avšak vzhledem k tomu, že zásoby neobnovitelných zdrojů energie jsou konečné a v dlouhodobé perspektivě dojde k jejich vyčerpání, je nutné již nyní vytvářet podmínky pro rozvoj jiných způsobů zásobování energií. A obnovitelné zdroje jsou i z důvodu jejich praktické nevyčerpatelnosti a environmentální přijatelnosti rozhodně nejperspektivnější alternativou.

Zelená energie

Elektřina vyrobená cestou obnovitelných zdrojů energie v České republice se nazývá „zelenou energií". V podmínkách ČR je to elektřina vyrobená z vody, biomasy, větru, či slunce. Ve výrobním portfoliu Skupiny ČEZ jsou větrné elektrárny a solární elektrárna. Součástí produktu Zelená energie je vedle elektřiny vyrobená z OZE ČEZ i elektřina z obnovitelných zdrojů získaná nákupem od nezávislých výrobců působících v některém z regionů.

Zákazníci odebírající elektřinu (tj. včetně vyprodukované Zelené energie) prakticky platí za výrobu určitého množství elektřiny z obnovitelných i neobnovitelných zdrojů. V samotné distribuční síti, či v zásuvkách domácností však není možné rozlišit nebo dokonce odfiltrovat „zelenou energii", vyrobenou z obnovitelných zdrojůh, od elektřiny vyrobené z klasických zdrojů. Odběratelé produktu Zelená energie si tedy kupují jistotu toho, že se skutečně vyrobí a dodá do sítě tolik Zelené energie, kolik si přejí zákazníci.

Zákazník nakupující Zelenou energii získává právo používat značku „Vyrobeno zelenou energií". Pro firmy toto označení podporuje propagaci tím, že upozorňuje na poskytování výrobků s přidanou hodnotou v oblasti ekologie a zdravého životního stylu.

Energetická společnost ČEZ zvýšila za první tři čtvrtletí roku 2005 výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů o 16 procent na 1,16 terawatthodiny. Na celkové produkci elektřiny mají nyní obnovitelné zdroje zhruba 2,6procentní podíl. V příštích letech se bude využití obnovitelných zdrojů i nadále rozšiřovat. Největší dynamiku měl letos růst produkce elektřiny vyrobené ve větrných elektrárnách, který stoupl o 55 procent.

Česká republika nemá pro využití energie větru tak dobré podmínky jako jiné evropské (zejména přímořské) státy. Z toho důvodu se i na výrobě Zelené energie podílejí větrné elektrárny jen malou částí. Lokality, které by byly pro umístění nových větrných elektráren vhodné, leží především v příhraničních horských oblastech, kde jsou nové stavby jakéhokoliv druhu posuzovány především z hlediska přímého dopadu na životní prostředí. Skupina ČEZ provozuje farmu tří větrných elektráren na vrchu Mravenečník v Jeseníkách a větrnou elektrárnu v lokalitě Nový Hrádek ve východních Čechách. Farma větrných elektrá-

ren Mravenečník v majetku ČEZ, a. s., je umístěna v lokalitě u přečerpávací vodní elektrárny Dlouhé Stráně v náročném horském terénu pohoří Hrubý Jeseník se silným vlivem výkyvů meteorologických podmínek. Farmu tvoří tři jednotky o celkovém výkonu 1 165 kw, v roce 2004 výroba dosáhla 478 Kwh. Druhá větrná elektrárna, Nový Hrádek, náležející do majetku Východočeské energetiky, a. s., disponuje celkovým instalovaným výkonem 1 600 kw (4 × 400 kw), v roce 2004 vyrobila 58 Kwh elektrické energie. Ale nyní stojí kvůli potížím se zařízením.

Větrné elektrárny

Větrná energetika má dlouhou historii a již v dávných dobách byly budovány větrné mlýny. Moderní doba nejdříve nahradila energii větrných mlýnů energií elektrickou, a pak přišla s nápadem elektrickou energii vyrábět pomocí větrných mlýnů.

Asi první elektrický generátor poháněný větrnou turbínou byl uveden do provozu roku 1890 v Dánsku. Ve 30. letech 20. století dosahovala větrná elektrárna na Krymu výkonu 100 kw, ve 40. letech byl dvoulistý větrný agregát provozován ve Vermontu v USA (1,25 MW).

V současné době jsou nejrozšířenější elektrárny s vodorovnou osou otáčení, na vztlakovém principu, kdy vítr obtéká lopatky připomínající leteckou vrtuli. Moderní elektrárny mají většinou tři lopatky, užívají se ale i typy s jedním nebo dvěma listy.

Podle údajů UNESCO pracovalo v roce 1960 na světě více než 1 milion nejrůznějších větrných motorů převážně pro výrobu elektřiny. Zájem ještě vzrostl v 70. letech, v době tzv. ropné krize. Na výhodných místech, větrných farmách, se budují elektrárny s výkonem desítek a stovek kW. Například v Kalifornii bylo do roku 1986 zřízeno asi 14 tisíc takových elektráren s celkovým instalovaným výkonem 1 100 MW. Největší z nich je Altamont Pass asi 60 km severně od San Franciska. Současná rozloha celého komplexu v Alamont Pass dnes představuje asi 140 km^2. Na této ploše je postaveno bezmála 7 300 turbín od řady předních výrobců, největší výkon je instalován v 100kW turbínách firmy U.S. Windpower. Až 80% roční výroby energie je tu vyprodukován během „větrné sezóny“ (od dubna do září). Instalovaný výkon činí asi 750 MW a farma dokáže pokrýt spotřebu více než 800 tisíc kalifornských domácností.

Největšími výrobci větrné energie v Evropě jsou Dánsko a Německo, jejichž výrobky jsou technicky nejprogresivnější a provozně nejspolehlivější. V současné době se instalují větrné elektrárny s výkonem kolem 600 kw, ve vnitrozemí na tubusech o výšce 40- 60 m. Zvláštností nejsou turbíny s výkonem 1 MW, zkoušejí se turbíny s výkonem 1,5 MW (tubus 70-80 m).

Strategickým cílem Evropské Unie je dosažení 12% podílu z obnovitelných zdrojů energie na hrubé domácí spotřebě energie do roku 2010. Současný průměr zemí Evropské Unie činí přibližně 6%, zatímco v České republice nedosahuje ani 2%.

Např. v Německu bylo k 31. 12. 2000 celkem 9359 větrných elektráren s instalovaným výkonem 6094,8 MW, z čehož 1495 větrných elektráren bylo vybudováno v roce 2000. V sousední spolkové zemi Sasko k datu 31. 12. 2000 existovalo 413 větrných elektráren s instalovaným výkonem 300,3 MW, z čehož v roce 2000 bylo postaveno 54 větrných elektráren. Už v roce 1998 se v Sasku z větrné energie vyrobilo 2,3% celkové spotřeby elektrické energie.

Naše republika nemá tak výhodné podmínky pro využítí větrné energie jako například přímořské státy (Dánsko, Velká Británie). Přesto je u nás mnoho dobrých lokalit, kde lze výhodně instalovat větrné turbíny. Působením různých klimatotvorných faktorů nad naším

územím dochází k tomu, že se příhodné lokality téměř vždy nacházejí ve vyšších nadmořských výškách (obvykle nad 650 m n.m.). Bez ohledu na nadmořskou výšku platí, že do 650 m n.m. je průměrná roční rychlost větru malá (kolem 2,5 m/s). Podle různých odhadů lze teoreticky výrobou elektrické energie z energie větru pokrýt asi 3 až 6 % současné spotřeby České republiky.

V České republice se v uplynulém desetiletí projevil opačný fenomén v dynamice rozvoje větrné energetiky než ve světě. Zatímco v roce 1994 bylo v ČR 12 MW instalovaného větrného výkonu, v roce 2001 už to bylo pouze 7 MW. Ke zlomu došlo v roce 1995, kdy se růst zastavil a křivka rozvoje začala mít klesající tendenci. Do roku 1995 bylo na území ČR vybudováno 24 větrných elektráren.

V současné době je v plném či částečném provozu 8 větrných elektráren s celkovým výkonem 2375 kw, demontováno bylo 5 větrných elektráren s celkovým výkonem 925 kw, mimo provoz je 11 větrných elektráren s celkovým výkonem 4920 kW.

Přehled větrných elektráren v ČR:

Hory - Jenišov u Karlových Varů (V75): výkon 75 kw; do provozu uvedena 6. 10. 1992; technické problémy, v roce 1995 byla **demontována**; pro stavbu větrné elektrárny nepostačující zásoba větrné energie

Boží dar - Krušné hory (V75): výkon 75 kw; do provozu uvedena 5. 10. 1992; technické potíže, v roce 1994 bylo zařízení **odstaveno** z provozu; mimořádně vysoká zásoba větrné energie

Strabenice - okres Kroměříž (VE 315/II): výkon 315 kw; elektrárna byla **demontována**, demontáž byla vyvolána majetkoprávními potížemi

Boršice u Buchlovic (EKOV): výkon 400 kw; 1994 vybudována, zhruba po třech letech provozu byla **demontována**; nedostačující zásoba větrné energie

Nová Ves v Horách - Krušné hory (MEDIT 320): výkon 320 kw; zvýšená hladina zvukových emisí v důsledku vyšších otáček; zpočátku měsíční výroba 40 Kwh, později technické potíže; z hlediska zásoby větrné energie se jedná o velmi vhodnou lokalitu pro provoz větrné elektrárny

Nový Hrádek okres Náchod (EKOV): 4 větrné elektrárny, každá o výkonu 400 kw; zásoba větrné energie není dostačující pro stavbu farmy větrných elektráren s celkovým výkonem 1,6 MW

Ostružná - okres Šumperk (Vestas V39-500): 6 větrných elektráren vybudovaných v roce 1994; roční výroba v roce 1995 za 6 měsíců 661 Kwh, 1996 za 11 měsíců 2600 Kwh, 1997 za 8 měsíců 1012 Kwh, 1998 za 10 měsíců 1556 Kwh _ v průměru za rok celou farmou vyrobeno 1998 Kwh; očekávaná roční výroba celé farmy měla být 6000-7000 MWh, skutečná výroba byla pouze 30% očekávané výroby; skupina větrných elektráren, které jsou **v provozu**

Velká Kraš u Vidnavy, okres Jeseník (V29-225): někdo ukradl transformátor, proto **výroba stojí**; celkem větrná elektrárna vyrobila 891 MWh; v nejúspěšnějším roce 1995 vyrobila 281 233 MWh, což bylo v relaci s očekávanou výrobou; průměrná roční výroba 248,7 MWh

Dlouhá Louka - Krušné hory, okres Teplice (EWT): výkon 315 kw; do provozu uvedena v roce 1993; šlo o prototypový výrobek; časté přerušování provozu v důsledku poruch na větrné elektrárně; průměrná roční produkce za období 6 let (do roku 1999) byla 173,3 MWh, což je 33% z očekávané výroby

Mladoňov - okres Šumperk (VE 315/I): do provozu uvedena v roce 1992; větrná elektrárna vykazovala časté poruchy a proto byla roku 1994 odstavena a na podzim roku 1995 byla nahrazena novým typem VE 315/II, který byl zprovozněn v lednu 1996; výroba elektrické energie za období 3/1995-10/1998 byla 575 MWh

Hostýn - okres Kroměříž (V27-225): **v provozu** od roku 1994; od března 1995 do listopadu 1999 větrná elektrárna vyrobila 797 MWh

Mravenečník - u obce Loučná nad Desnou, okres Šumperk: 3 větrné elektrárny byly uvedeny do provozu roku 1993; značné technologické potíže; z hlediska potenciálu větrné energie se jedná o mimořádně vhodnou lokalitu

Kuželov - okres Hodonín (DWP-D150): výkon 150 kw; elektrárna **v provozu** od roku 1990

Největším neduhem větrné energetiky je, že se jedná o časově nestálý zdroj. Mimo to je výroba elektřiny větrem poměrně nákladná, a to navzdory tomu, že vítr fouká zadarmo. Malá koncentrace větrné energie totiž vyžaduje k dosažení potřebného výkonu velké množství jednotlivých motorů, což znamená velké počáteční investice a drahou údržbu. Navíc přistupují ekologická hlediska - velká spotřeba kvalitního materiálu na výrobu zařízení, estetické narušení krajiny a značný hluk.

Předností větrné energetiky je zejména to, že vítr je ekologický zdroj energie bez jakýchkoli odpadů. Energie větru je obnovitelná a nevyčerpatelná. Technologie je lehce zbudovatelná, po skončení provozu je lehce likvidovatelná beze stop v krajině.

České větrné elektrárny mají standardní technickou úroveň, využívají některých dovezených komponent. Výrobci nemají možnost vlastního vývoje (chybí finanční podpora) a ověřovacího provozu, výrobky trpí poruchovostí. Jejich první výrobek je okamžitě chápán jako průmyslová výroba. Z toho vznikají velké finanční ztráty a problémy s jejich provozem. Dokladem je následující tabulka.

Přehled postavených větrných elektráren v ČR s výkonem nad 60 kW.

Firma	Typ VE	Pracuje	Výkon	Rok spuštění	Lokalita
DWT (DK)	DWT 150	Ano	150 kw	1990	Bílé Karpaty, okr. Hodonín, obec Hrubá vrbka, lokalita Kuželov
Mostárna Vítkovice (ČR)	VE 75-1	Ne	75 kw	1992	Krušné hory, Boží Dar,Okr. Karlovy Vary
Energovars (ČR)	EWT 315	Ne	315 kw	2001	Krušné hory, Boží Dar,Okr. Karlovy Vary, el. přesunuta z lokality Dlouhá Louka (1993)
Mostárna Vítkovice (ČR)	VE 315-1	Ne	315 kw	1993	Strabenice u Kroměříže - prototyp, ověřovací provoz

Energovars (ČR)	EWT 315	Ano	315 kw	1995	Mravenečník u Loučné nad Desnou, Hrubý Jeseník okr. Šumperk-Větrná farma provozovaná SČE a.s
Wind World (DK)	W-2500	Ano	250 kw	1993	
Energovars (ČR)	EWT 630	Ano	630 kw	1996	
Mostárna Vítkovice (ČR)	VE 315-2	Ano	315 kw	1996	Mladoňov u Šumperka - 2. prototyp, ověřovací provoz
WEST (I)	MEDIT 320	Ne	320 kw	1994	Nová ves v Horách u Horního Jiřetína, Krušné hory, okr. Most
Vestas (DK)	V 27-225	Ano	225 kw	1994	Poutní vrch Svatý Hostýn, Kroměřížsko, provoz. Matice svatohostýnská
Ekov (ČR)	E 400	Ne	400 kw	1994	V Blízkosti Uherského Hradiště, Boršice u Buchlovic - prototyp
Vestas (DK)	V 29-225	Ne	225 kw	1994	Žulovská pahorkatina, obec Velká Kraš (u Vidnavy)
Vestas (DK)	V 39-500	Ano	6 x 500 kw	1994	Hrubý Jeseník, okr. Šumpekr, u obce Ostružná první větrná farma v ČR
Ekov (ČR)	E 400	Ne	4 x 400 kw	1995	Nový Hrádek v Orlických horách, druhá větrná farma v ČR

Cenu energie získané z větru určuje:

Výše investičních nákladů, životnost zařízení, vyrobená energie a výše dalších nákladů (provozních, splácení úvěru). Dobrým ukazatelem jsou měrné náklady. Čím menší větrný motor se použije, tím větší jsou měrné náklady na 1 kW. Optimální výkon je 300 až 500 kW. V této kategorii vychází 1 kwh vzhledem k nákladům a vyrobené energii obvykle nejlevněji. Návratnost investice zásadním způsobem ovlivňuje výkupní cena energie vyrobené ve větrné elektrárně. Výkupní cenu 3 Kč za 1 kwh lze považovat ze ekonomicky příznivou.

Kriteria výběru a vhodnost lokality

Předběžná kritéria výběru poslouží pro hrubý odhad použitelnosti lokality dříve, než dojde k investování času a peněz do měření. Lokalita by měla splňovat následující kritéria:

Roční průměrná rychlost větru musí být alespoň 4, lépe 5 m/s (ve výšce 10 m). V tomto prvém kroku se lze řídit údaji z blízkých meteorologických stanic a na základě jejich měření interpolovat rychlosti na sledovanou lokalitu. Je možné obrátit se na Český hydrometeorologický ústav, nebo využít komplexní větrnou mapu, která se nachází na internetu na tomto odkazu http://www.nelumbo.cz/photos/mapavitr.gif. Ideální je provést měření anemometrem. Není-li k dispozici, musí se odhadnout (například pomocí Beaufortovy stupnice), zda rychlost dosahuje požadovaných 4 m/s. Pozorování se provádí pokud možno v klimatografických termínech (v 7, 14, 21 h).

Umístění lokality (stavba v chráněném území velmi komplikuje povolovací řízení). Geologické podmínky vhodné pro základy (seismicita!). Přístupnost lokality stavebními mechanismy. Možnost vlastnictví či dlouhodobého pronájmu. Vzdálenost elektrického vedení vysokého napětí, nízkého napětí (pokud možno do 1 km, velmi rostou náklady). Bezpečnost provozu, tedy dostatečná vzdálenost od obydlí (možnost rušení televize, hluk).

Na základě rychlosti větru se odhadne množství vyrobené energie a z toho plynoucí návratnost investice pro uvažované zařízení. Může se vycházet ze závislosti vyrobené energie na střední rychlost větru, je-li pro uvažované zařízení od výrobce k dispozici. Vyhovuje--li lokalita uvedeným požadavkům, lze přistoupit k podrobnějšímu průzkumu.

Konečná kritéria

Provede se měření rychlosti větru v místě (a ideálně ve výšce) uvažovaného umístění rotoru po dobu jednoho roku, ale lépe dvou let (roky se mohou od sebe lišit až o 30 %). Ještě předtím je vhodné nechat vypracovat dynamicko-klimatologickou analýzu lokality (specializovanou firmou), která nejlépe ukáže její vhodnost pro využívání energie větru. Vlastní měření je opět vhodné zadat odborné firmě, vybavené příslušnými měřícími zařízeními a zkušenostmi. Ta zjistí nejen rychlosti větru, ale i směry - tedy distribuční charakteristiku, udávající z jakého směru, jakou rychlostí a po jakou dobu vítr fouká. Časté změny směru větru, jež mohou být v místech se zvýšenou turbulencí, jsou nevýhodné. Rotor se nestačí natáčet do správné polohy a klesá tak vyrobená energie nebo se nerovnoměrně namáhá (možnost vzniku vibrací a následného odstavení zařízení). Měří-li se v jiné výšce, než bude umístěna osa rotoru budoucí větrné elektrárny, je nutné naměřené rychlosti přepočítat na tuto výšku.

Větrná elektrárna Nový Hrádek

Větrná elektrárna Nový Hrádek je vybudována na blízkém vrchu severozápadně na hranicích obce v nadmořské výšce asi 650 metrů. Svojí polohou se stala dominantou Nového Hrádku v podhůří Orlických hor a je za dobrého počasí viditelná až z takřka 40 km vzdáleného Hradce Králové.

Výstavbu zahájila firma Tošovský, spol. s. r. o. na základě stavebního povolení vydaného Okresním úřadem v Náchodě 4. 5. 1992. Jako ručitel a garant projektu vystupuje VČE. V roce 1996 spol. Tošovský, spol. s. r. o. odstupuje od projektu a započaté výstavby a VČE na základě ručení přebírá všechny závazky a povinnosti. Místo původně uvažované elektrárny až o sedmi jednotkách se po dokončení jedná se o 4 jednotky výrobce EKOV z Frýdku Místku o jednotkovém výkonu 400 kw. Vlivem nedokonalá technologie, součástky jsou od různých výrobců a byly použity i komponenty z vojenského leteckého průmyslu podléhající přísnému utajení (proběhla jednání s ministerstvem národní obrany ohledně některých součástek z MIG 21 apod.) přineslo zprovoznění velké technické problémy.

Po zprovoznění v roce 1995 se objevily petice a protesty obyvatel Nového Hrádku proti hlučnosti elektrárny (nejen rotorů ale i převodového ústrojí) , proběhlo několik měření hlučnosti provozu dle platných hygienických norem, byl po mnoha úpravách povolen provoz v době od 6 – 22 hodin. Přitom maximální doba odstávky tohoto technického „hybridu“ může být cca 2 hodiny, delší odstávka přináší velké problémy s restartem. Nastává velké namáhání jednotlivých součástek. Při startu je třeba vítr o rychlosti min. 3,25 m/s po dobu 5 minut přičemž tyto hodnoty větru jsou v dané lokalitě pro potřebnou dobu startu dosahovány zřídka. Velké problémy nastávají v zimním období, kdy po dobu odstávky zamrzaly

různé součásti stroje a při pokusu o start docházelo k zásadnímu poškození různých komponentů, jejichž výroba byla již dávno zastavena. V současné době, při daných podmínkách provoze se již nepočítá se znovuzprovozněním elektrárny v současném stavu, VČE je v likvidaci a správu objektu přebírá společnost ČEZ Obnovitelné zdroje, spol. s r. o.

Základem jednotky je betonová deska o rozměru 7x 6m, 3m do hloubky, výška tubusu je 32m plus 5m délky vrtulového listu, hmotnost vrtule je 7t, celé gondoly 22t.

Měsíční náklady provozu jednotky je 62tis. Kč. Jestliže například elektrárna v roce 2004 vyrobila 58 MWh elektrické energie je logické proč bylo takto rozhodnuto. Přitom není stále rozhodnuto, jak bude s elektrárnou naloženo, existuje několik chráněných projektů o nichž se nevede veřejná diskuse. Hodnota celé investice není dohledatelná. Neprůhlednost účetnictví firmy Tošovský, spol. s. r. o. a dodávky některých armádních součástek podléhajícím v minulosti přísnému utajení neumožňují její přesné vyčíslení.

Právě tyto okolnosti mě vedly k vypracování ankety týkající se názorů občanů Nového Hrádku na obnovitelné zdroje energie, jejich informovanosti o těchto zdrojích energie, projektu ČEZ Zelená energie a jejich stanovisek k dalšímu rozvoji využívání větrné energie. Ve spolupráci s vedením a žáky ZŠ Nový Hrádek bylo občanům předáno k vyplnění 100 anonymních dotazníků. Zpět se vrátilo vyplněných 47 dotazníků. Vzhledem k tomu, že obec má přibližně 700 stálých občanů, lze vrácený vzorek vyplněný dospělými občany považovat za dostatečně reprezentující stanoviska občanů Nového Hrádku.

Následuje plné znění dotazníku s doplněným počtem odpovědí.

DOTAZNÍK

Identifikace dotazovaného

věk dotazovaného	do 30 let	7
	od 30 do 45 let	28
	nad 45 let	12
pohlaví	muž	17
	žena	30
délka trvalého pobytu	do 5 let	1
	od 5 do 15 let	18
	nad 15 let	28
místo bydliště	střed obce	20
	spíše blíž k elektrárně	17
	spíše dál od elektrárny	10
Vztah k obnovitelným zdrojům energie		
vím co jsou to obnovitelné zdroje energie	ano	32
	spíše ano	11
	spíše ne	3
	ne	1
věřím, že využívání obnovitelných zdrojů	ano	28
energie zlepší výrazně životní prostředí	spíše ano	12
	spíše ne	5
	ne	2
mám představu jaká část energie je v ČR	do 5%	16

získávána z obnovitelných zdrojů energie	od 5% do 10%	12
	více jak 10%	1
	nemám žádnou představu	18
myslím si, že je v ČR maximálně využívá-no všech obnovitelných zdrojů energie	ano	2
	spíše ano	5
	spíše ne	21
	ne	18
mám představu kde je ještě v ČR možno více využívat obnovitelných zdrojů energie	ano	7
	spíše ano	18
	spíše ne	12
	ne	9
myslím si, že energie získaná z obnovitelných zdrojů energie je levnější než energie získaná z tradičních zdrojů	ano	8
	spíše ano	14
	spíše ne	13
	ne	8
pokud bych měl volbu ve využívání typu energie budu volit využívání obnovitelných zdrojů energie i když bude dražší	ano	5
	spíše ano	17
	spíše ne	17
	ne	5
jsem informován o projektu ČEZ Zelená energie	ano	7
	spíše ano	5
	spíše ne	9
	ne	26
Vztah k větrným elektrárnám		
patří větrné elektrárny k obnovitelným zdrojům energie	ano	42
	ne	0
	nevím	3
myslím si, že vrch u Nového Hrádku patří k ideálnímu místu pro výstavbu větrné elektrárny	ano	25
	spíše ano	12
	spíše ne	4
	ne	5
myslím si, že větrná elektrárna přináší v současném stavu Novému Hrádku prospěch	ano	2
	spíše ano	2
	spíše ne	15
	ne	24
myslím si, že větrná elektrárna přináší v současném stavu občanům Nového Hrádku zhoršení životního prostředí	ano	5
	spíše ano	3
	spíše ne	4
	ne	32
myslím si, že větrná elektrárna patří svým vzhledem do krajinné oblasti Nového Hrádku	ano	20
	spíše ano	14
	spíše ne	5
	ne	5

souhlasil bych v současné době s výstavbou větrné elektrárny	ano	27
	spíše ano	7
	spíše ne	2
	ne	6
vadí mi z nějaké příčiny vybudovaná větrná elektrárna	ano	8
	spíše ano	2
	spíše ne	4
	ne	32
myslím si, že již vybudovaná větrná elektrárna by měla být trvale provozována	ano	25
	spíše ano	5
	spíše ne	5
	ne	4
myslím si, že již vybudovaná větrná elektrárna by neměla být vůbec v provozu	ano	8
	spíše ano	2
	spíše ne	4
	ne	30
myslím si, že větrná elektrárna vybudovaná současnou technologií by již neměla žádné nepříznivé podmínky na životní prostředí	ano	24
	spíše ano	11
	píše ne	7
	ne	4
doporučil bych souhlas s vybudováním moderní větrné elektrárny v podobných podmínkách občanům jiné obce	ano	25
	spíše ano	9
	spíše ne	5
	ne	5
myslím si, že větrná elektrárny by měly být budovány ve na více místech v ČR	ano	22
	spíše ano	15
	spíše ne	3
	ne	5

Z dotazníku je zřejmé, že obsáhl spíše střední generaci obyvatel, ženy a trvale žijící obyvatele Nového Hrádku. Protože dotazník byl roznášen po obci žáky ZŠ (jeden kus do domácnosti) je výsledkem toho, že je vyplňován ze 2/3 ženami, ale lze předpokládat, že se na jeho vyplňování podíleli ve většině domácnosti i manželé. Byl vyplněn rovnoměrně ze všech míst obce, protože většina obyvatel bydlí v samotném středu obce a spíše blíže k větrné elektrárně. Odpovědi v části týkající se obnovitelných zdrojů energie ukazují, že většina občanů ví co to jsou obnovitelné zdroje energie, jsou seznámeni s problematikou jejich využívání a jsou přesvědčeni o nutnosti jejich dalšího rozvoje výstavby a využívání. Je zde předpoklad, že tyto znalosti jsou ještě z doby související s diskusemi o vlivu místní větrné elektrárny na životní prostředí obce. Přestože se dotazník nezabýval konkrétně jednotlivými druhy obnovitelných zdrojů energie je možno z odpovědí konstatovat, že tyto znalosti se převážně týkají místní problematiky (větrné energie) a o dalších druzích jsou znalosti menší, viz odpovědi týkající se představy o množství takto získávané energie a dalšího rozvoje těchto zdrojů. Na nedostatky ve státní politice rozvoje těchto zdrojů ukazují odpovědi týkající se ceny této energie a volby jejího využívání. Zcela nedostatečně je mezi občany propagována skupinou ČEZ Zelená energie.

Odpovědi v části týkající se větrných elektráren jsou až překvapující. I vzhledem k problematické místní větrné elektrárně se velká většina vzorku obyvatel, 2/3 i více, vyjadřuje k její výstavbě kladně. Je přesvědčena, že nepoškozuje životní prostředí, je pro její zprovoznění a myslí si, že její stavba patří do místní krajiny. Doporučila by obdobné větrné elektrárny modernější konstrukce i do jiných míst republiky.

Závěr

Je tedy možno říci, že by se k budoucí výstavbě větrných elektráren na místech, kde budou tyto turbíny efektivně pracovat, měli spíše vyjadřovat místní občané a ne různí „ekologičtí aktivisté“ podporovaní bulvárními sdělovacími prostředky. Občanská veřejnost by měla být více informována státem a společnostmi využívajícími obnovitelných zdrojů energie o prospěšnosti využívání těchto zdrojů včetně výhod i nevýhod z toho plynoucích.Měla by se v místě výstavby udělat anketa o tom jestli místním nevadí výstavba „Větrné elektrárny“ v blízkosti jejich bydliště(obce) a hlavně říci co jim firma zaručí,která tuto elektrárnu bude stavět. Aby nebyli hned potíže s hlučností a problémy s různými komponenty turbíny elektrárny. A opravdu dobře zvážit jestli toto místo je dobré na povětrnostní podmínky.

Radek ŠŤASTNÝ, Střední odborná škola a Střední odborné učiliště, Hradební 1029, Hradec Králové

VYUŽITÍ TEPELNÉHO ČERPADLA V RODINNÉM DOMĚ

ÚVOD

Každý dům má ohromné náklady na vytápění. Ať se na ohřev vody v radiátorech používají fosilní paliva, plyn nebo elektrická energie, nikdy se nemůže vyrovnat tepelnému čerpadlu, které má daleko menší spotřebu energie. Tepelné čerpadlo patří mezi alternativní zdroje energie. Další jsou např.: voda, vítr, slunce, termální prameny a další. Ale o těchto se více nebudu zmiňovat. Tepelné čerpadlo (TČ) je velice podobné chladničce, která funguje stejně, ale s obráceným účelem. TČ přijímá z venkovního prostředí tepelnou energii, při poměrně nízké teplotě a přečerpá ji na teplotu, při které už můžeme vytápět celý dům a někdy i velké haly apod. Získává teplo z půdy,vzduchu nebo z vody. Ve Švédsku má 90% nových domů tepelné čerpadlo. Tím se ušetří energie, která je vyrobena při plném výkonu jaderné elektrárny Temelín. Bohužel v ostatních zemích to tak není, všude jinde je na prvním místě ekonomika. Přesto, že se na tepelném čerpadle, už po 6 letech začne vydělávat, tak lidí pořizujících si TČ moc nepřibývá. Čerpadlo se v první řadě používá na ohřev vzduchu, na ohřev teplé užitkové vody (TUV) a v poslední době i na ohřev vody v bazénu. Provoz TČ je plně automatický a nevyžaduje žádnou obsluhu. A je ovšem ekologický kromě minimálního odběru energie. U zařízení nevzniká pevný odpad ani emise.

HISTORIE

Už v 19. století byl popsán a vymyšlen princip TČ anglickým fyzikem Lordem Kelvinem. První jeho čerpadlo bylo vyzkoušeno ve Švýcarsku, kde je plno vodních zdrojů. Prvně mělo sloužit k vytápění Curyšské radnice roku 1936. V té samé době se poprvé objevila nutnost racionálního využití energie. ‚Ve velkém‘‘ se čerpadla začala používat při růstu cen energií začátkem 70. let. V České republice před 10 lety byla TČ záležitostí jen několika málo kusů vyrobených firmou ČKD nebo podomácku několika nadšenců, kutilů a ekologických příznivců. Podle údajů Asociace pro využití tepelných čerpadel bylo ke dni 31.12. 2001 instalováno v České republice celkem 1597 TČ různých druhů.

PRINCIP

V kompresoru je ekologické chladivo v plynném skupenství stlačeno na velkou teplotu a tlak. Chladivo následně přesune tepelnou energii do výměníku (kondenzátoru), kde je topná a užitková voda. Tam se zkondenzuje na kapalinu. Potom prochází v kapalné formě expanzním ventilem (škrtícím elementem), kde dochází k poklesu tlaku a teploty. Chladivo je vstřiknuto do druhého výměníku (výparníku), kam také přivádíme energii z okolního prostředí. Zde se chladivo vypařuje a cyklus se opakuje. Aby toto všechno mohlo fungovat, musíme samozřejmě tepelné čerpadlo nějak pohánět a to obstará elektrická energie. Ale není jí moc.

DRUHY

Tepelné čerpadlo využívá solární energii, která je akumulována v zemi, vodě či ve vzduchu. Nejčastější variantou využití je alternativní energie. Dalším využitelným zdrojem je geotermální teplo, které proudí ze zemského jádra na povrch. Třetí možností je využití termálních pramenů. To je nejúčinnější, ale ne moc časté. Používá se především v severních Čechách, zde je bohatství na termální prameny a na velké geotermální anomálie. TČ často používají i odpadní vody, odpadní teplo, teplo vzniklé chlazením a spoustu jiných zdrojů. Zhotovují se v různých provedení např.: vzduch - voda, voda - voda, země - voda a dalších kombinací. Teď budu popisovat různé kombinace:

VODA – VODA

Systém je výhodný z hlediska topného faktoru, ale potřebuje se velké množství vody. Používají se například jezera, rybníky, nádrže, řeky a další. V České republice je tento způsob těžko dostupný díky podmínkám. Další problém je získat povolení od správce vodní lokality (připojení tepelného čerpadlo k lokalitě). Častý způsob je použití dvou studen nebo-li vrtů. Spodní voda je vyčerpána z první studny do tepelného čerpadla tam se ochladí a proudí do druhé studny kde se vsakuje zpět do země. Nevýhodou tohoto řešení je častá výměna filtrů a vysoká poruchovost a výhodou jsou nižší pořizovací náklady a hlavně vysoký topný faktor. Voda musí vyhovovat chemickému rozboru a musí mít alespoň 7°C. Také je potřeba aby studna vydávala aspoň 0,5 l/s. Platí tu že na 1kW tepelného výkonu je zapotřebí 150l vody za hodinu. Nutnost je vyvrtat studně dostatečně daleko od sebe, aby se voda stihla ohřát a stihla odtékat. Dále se používá typ čerpání z povrchové vody. Pod půdu se položí hadice se zátěžkami a napustí se nemrznoucí směsí, a ta přenáší teplo mezi vodou a TČ. Nevýhodou je, že se hadice mohou snadno poškodit, takže se nedoporučují v krajích s velkým rizikem záplav. A naopak výhodou jsou opět nižší náklady než u termovrtu a vysoký topný faktor. Plocha pro položení hadic je zhruba od 150 až po 350 m^2. Podle železného pravidla se na 1 kW tepelného výkonu spotřebuje 310l vody za hodinu. Zdroj vody nesmí v zimě zamrznout.

ZEMĚ – VODA

Tento způsob se u nás nejvíce používá v podobě vrtů a nebo se zasazují kolektory do země. Řešení vrtem je systém s odběrem tepla z vrtu. V něm jsou zasunuty plastové nebo měděné sondy naplněné nemrznoucí směsí, a ta přenáší teplo mezi zemí a tepelným čerpadlem. Ve vrtu je suspenze cementu a bentonitu, která je pro lepší vodivost tepla. Nezávisí na okolní teplotě a má opět vysoký topný faktor. Velkou nevýhodou jsou drahé pořizovací ceny za vrty (jeden metr stojí zhruba 1000Kč). Hloubí se od 50 až do 120 m. Vrty se musí schválit revizí. O každých 30 metrů do hloubky roste teplota země o 1°C. Tím pádem se vyplatí vyvrtat hlubší vrt, než několik mělkých. A znovu železné pravidlo říká, že na 1 kW tepelného výkonu je třeba 15 m hloubky vrtu. Dalším řešením je odběr tepla z plochy zahrady. Je to velice podobné jako principu voda – voda. Opět tu jsou zakopány plastové hadice v metrové hloubce s nemrznoucí směsí, která přenáší teplo mezi zemí a tepelným čerpadlem. Nejedná se, ale o získávání tepla ze země (geotermální zdroj).Tady se čerpá naakumulované teplo ze slunce, okolního vzduchu a deště. Tím je tepelný tok od zdroje omezen. Je nutno mít velkou zahradu a v místě kolektorů nic nestavět a nesázet stromy. Výhodou tohoto řešení je velký tepelný faktor a nižší náklady než u termo vrtů. Železné pravidlo říká, že na 1 kW tepelného výkonu je třeba počítat s cca 42 m^2 plochy zemního kolektoru. Instalace zabere přibližně 300 až 600 m^2 pozemku.

VZDUCH – VZDUCH/VODA

Nejčastěji instalován díky nízký instalačním nákladům. Musí splňovat hygienické podmínky hluku. Při venkovních teplotách od -5° C do 7° C se vytváří na spodní části vzduchového výparníku námraza z vlhkosti vzduchu. Dá se odstranit reverzací. Ta funguje takto: na dvě minuty se obrátí koloběh tepelného čerpadla, ventil se zastaví, teplo se odebírá z topné soustavy a výparník se ohřívá. Led odpadne a spadne. Potom se při těchto teplotách námraza netvoří, jelikož vzduch je suchý. Při vyšších teplotách se námraza také netvoří a voda odkapává. Řešení vzduch – vzduch odebírá teplo z okolního vzduchu od teplot až -15° C a předává ho do objektu. Instalace tohoto systému není náročná a pořizovací cena je nízká. V létě systém dovede chladit, takže nahradí drahé klimatizace. Nevýhodou je nízký topný faktor a přímá závislost na okolních teplotách. Řešení problému je náhradní zdroj vytápění. Následuje systém vzduch – voda, který pracuje tak, že se získá teplo z venkovního prostředí a putuje do vodního topného okruhu. Ostatní vlastnosti jsou stejné jako u předešlého systému. Topný faktor je o něco větší než u předchozího řešení. Odběr z odpadního vzduchu je další řešení, které by se mělo kombinovat s jiným systémem vytápění. Toto zařízení čerpá teplo ze vzduchu v budově a zároveň funguje jako větrák. V domě musí být zavedené vzduchotechnické potrubí a musí se nastavit nízký výkon u TČ. Čerpadlo není hlučné a je velice malé. Používá se také k odsávání vzduchu v kuchyni a na toaletě.

VZDUCH + ZEMĚ – VODA

Toto je kombinace odpadního vzduchu s teplem z plošného kolektoru. Teplo, které se vyprodukuje by mělo být daleko větší než u předchozího principu. Teplo z odpadního vzduchu je maximálně využito. V případě když není potřeba vytápět nebo ohřívat TUV, tak je nadbytečné teplo uloženo do podzemní smyčky. Tím pádem je teplota zemního kolektoru stále vysoká a TČ pracuje celoročně s vysokým topným faktorem. U tohoto systému je rychlá instalace, nízká pořizovací cena a hlavně zajištění zdravého klimatu v budově. A nevýhodou je instalace vzduchotechnického potrubí, která je nutná. Nasávání lze řešit, jinak než z venkovního vzduchu. Používá se i nasávání pomocí podzemního přívodního potrubí s předehřevem (případně ochlazením) vzduchu. K tomuto lze připojit i systém solárních kolektorů pro ohřev teplé vody v bojleru a zároveň jako zdroj nízko potenciálního tepla pro TČ. Přebytky tepla se opět ukládají do vrtu nebo do plošných kolektorů.

VÝHODY A NEVÝHODY

Každý z nás by si určitě chtěl pořídit tepelné čerpadlo. Jelikož je drahé a má ho jen minimum populace v naší republice. Ale slovo ‚‘drahé‘‘ není výstižné, protože částka za kterou jsme tepelné čerpadlo koupili se nám vrátí přibližně za 6 let. Životnost TČ je dána především kompresorem, který vydrží zhruba 40 000 hodin což je 9 až 15 let. Záleží také na počtu sepnutí, chování se k přístroji atd. Vyměnění kompresoru stálo v roce 2002 cca 40 tisíc. Tepelné čerpadlo je ekologické, což je jeho největší výhodou.

POROVNÁNÍ

Porovnání plynového kotle s tepelným čerpadlem:

	TEPELNÉ ČERPADLO	PLYNOVÝ KOTEL
cena zařízení	160 000Kč a výš	8 000 - 45 000Kč
platba za rok	velmi nízká	15 000 – 30 000Kč
přípojka	0	10 000Kč
komín	0	10 000Kč
montáž	70 000Kč	15 000Kč
bezpečnost	vysoká	možnost výbuchu nebo otrávení
ekologie	ANO	NE

Porovnání elektrického kotle s tepelným čerpadlem:

Dvougenerační rodinný dům, přízemí a jedno patro.

Vytápění domu bylo prováděno v letech 1996 – 2002 dvojicí elektrických kotlů, od roku 2002 je instalováno tepelné čerpadlo firmy PZP Opočno, systém Vzduch-Vzduch/Kapalina. Dům je izolovaný polystyrenem. Přízemí je vytápěno klasickými radiátory a patro má vytápění v podlaze.

ELEKTRICKÝ KOTEL

Naměřeno>	před 1. elektroměr	před 2. elektroměr	po 1. elektroměr	po 2. elektroměr	
datum	**v kwh**	**v kwh**	**v kwh**	**v kwh**	**sazba**
26.01.95	455,4	-	806,7	-	drahá
	21 713,6	-	25 601,7	-	levná
15.02.95	478,-	22,6	861,-	54,3	drahá
	24 479,5	2 765,9	28 861,8	3 260,1	levná
16.03.95	513,8	35,8	939,5	78,5	drahá
	27 514,7	3 035,2	32 655,4	3 793,6	levná
26.03.96	525,-	11,3	967,-	27,5	drahá
	28 171,-	656,3	33 393,-	737,6	levná
29.04.96	560,5	35,5	1 023,2	56,2	drahá
	30 084,3	1 913,3	35 539,5	2 146,5	levná
10.05.96	572,5	12,-	1 043,8	20,6	drahá
	30 405,5	321,2	35 708,-	168,5	levná
06.06.96	608,6	36,1	1 096,-	52,2	drahá

vyúčtování el. energie 08.95 - 07.96					
stav	**1 160,- Kč**	**770 kwh**	**36 900,- Kč**	**25 150 kwh**	
	30 970,8	575,3	36 350,4	642,4	levná
02.08.96	689,-	80,4	1 211,8	51,8	drahá
	31 810,2	839,4	37 281,2	381,2	levná
15.10.96	825,6	136,6	1 373,1	161,3	drahá
	33 042,8	1 232,6	39 524,5	2 243,3	levná
12.11.96	879,6	54,-	1 455,7	82,6	drahá
	34 425,8	1 383,-	42 109,4	2 584,9	levná
01.12.96	904,9	25,3	1 506,2	50,5	drahá
	35 749,2	1 323,4	44 046,4	1 937,-	levná
15.12.96	928,6	23,7	1 541,-	34,8	drahá
	36 912,7	1 163,5	45 678,9	1 632,5	levná
03.01.97	947,-	18,4	1 581,-	40,-	drahá
	39 366,5	2 453,8	48 639,9	2 961,-	levná
05.02.97	1 002,1	55,1	1 680,5	99,5	drahá
	43 235,9	3 869,4	53 021,1	4 381,2	levná
01.03.97	1 032,6	30,5	1 745,4	64,9	drahá
	45 388,4	2 152,5	55 441,1	2 420,3	levná
03.04.97	1 076,1	43,5	1 826,2	80,8	drahá
	47 682,7	2 294,3	58 094,2	2 653,1	levná
01.06.97	1 144,6	68,5	1 932,3	106,1	drahá
	50 411,3	2 728,6	60 860,5	2 766,3	levná
12.08.97	1 222,8	78,2	2 054,6	122,3	drahá
	51 483,1	1 071,8	62 226,3	1 365,8	levná
26.09.97	1 287,0	64,2	2 141,5	86,9	drahá
	52 218,9	735,8	63 021,8	795,5	levná
01.11.97	1 335,8	48,8	2 219,3	77,8	drahá
	54 016,6	1 797,7	65 504,4	2 482,6	levná
Cena el. energie od 01.01.1998					
20 hodin	**0,73 Kč/kwh**	**stálé platy**	**4 hodiny**	**3,23 Kč/kwh**	**219,70 Kč**
08.01.98	1 441,7	105,9	2 408,3	189,-	drahá
	60 253,8	6 237,2	71 931,2	6 426,8	levná

24.01.98	1 465,4	23,7	2 447,1	38,8	drahá
	61 648,4	1 394,6	73 695,3	1 764,1	levná
05.02.98	63 126,-	1 477,6	75 206,-	1 510,7	levná
05.04.98	1 554,4	89,-	2 608,2	161,1	drahá
	68 592,7	6 944,3	79 935,-	6 239,7	levná
11.09.98	1 739,7	185,3	2 914,1	305,9	drahá
	71 486,1	2 893,4	83 594,6	3 659,6	levná
12.09.98	1 741,1	1,4	2 916,2	2,1	drahá
	71 503,1	17,-	83 611,3	16,7	levná
07.11.98	1 804,80	63,70	3 015,20	99,-	drahá
	73 126,80	1 623,70	87 191,50	3 580,20	levná
24.12.98	1 856,80	52,-	3 117,70	102,50	drahá
	77 627,20	4 500,40	93 348,60	6 157,10	levná
07.02.99	1 900,-	43,20	3 204,70	87,-	drahá
	82 418,40	4 791,20	99 150,80	5 802,20	levná
12.02.99	1 907,30	7,30	3 215,90	11,20	drahá
	83 007,80	589,40	99 850,20	699,40	levná
06.03.99	1 927,-	19,70	3 250,-	34,10	drahá
	85 286,40	2 278,60	101 942,80	2 092,60	levná
13.04.99	1 960,60	133,60	3 310,80	60,80	drahá
	88 026,90	2 740,50	104 348,10	2 405,30	levná
vyúčtování za elektřinu za rok 1998 k datu 19. 07. stav konečného odečtu: drahá el. 4.01 Kč/kW, levná el. 0.91 Kč/kW 3.421,- Kč za drahou, 106.321,- Kč za levnou					
21.11.99	2.195,80	-	3.604,90	183,90	drahá
	93.663,90	111.030,50	4.709,50	levná	
18.12.99	2.223,90	28,10	3.665,20	60,30	drahá
	96 263,40	2.599,50	113.863,00	2.832,50	levná
01.01.00	2.234,90	11,-	3.685,70	20,50	drahá
	97.801,10	1.537,70	115.707,30	1.844,30	levná
22.01.00	2.255,30	20,40	3.724,80	39,10	drahá
	100.250,70	2.449,60	118.413,20	2.705,90	levná
30.01.00	2.260,-	-	3.734,-	-	drahá

	101.337,-	1.086,30	119.587,-	1.173,80	levná
01.03.00	2.291,10	31,10	3.788,30	54,30	drahá
	104.264,-	2.927,-	122.864,90	3.277,90	levná
02.04.00	2.316,50	25,40	3.839,70	51,40	drahá
	106.833,70	2.569,-	125.337,-	2.472,10	levná
15.06.00	2.423,10	106,60	3.940,10	100,40	drahá
	108.622,60	1.788,90	27.366,20	2.029,20	levná
28.07.00	2.481,50	10,80	3.989,70	7,40	drahá
	109.238,-	93.50	127.917,-	72,30	levná
09.12.00	2.635,30	153,80	4.186,-	196,30	drahá
	114.240,-	5.002,-	133.827,60	5.910,60	levná
31.12.00	2.648,-	12,70	4.210,-	24,-	drahá
	116.531,-	2.291,-	136.435,-	2.607,40	levná
cena kwh ... levná 1.00 Kč, drahá 3,67 Kč					
01.02.01	2.672,90	24,90	4.254,60	44,60	drahá
	120.007,50	3.476,50	140.312,50	3.877,50	levná
04.03.01	2.700,-	27,10	4.295,-	40,40	drahá
	123.277,-	3.269,50	143.767,40	3.454,90	levná
01.06.01	2.807,-	107,-	4.402,20	107,20	drahá
	127.915,50	4.638,50	148.600,20	4.832,80	levná
04.01.02	16.00 hod.	5.103,-	spuštěno		
	170.164,-	TČ			
Vyúčtování el. energie se stavem 10.01.02, zálohy 2.730,- Kč					

TEPELNÉ ČERPADLO (elektroměr – sloučen)

datum	doba odpracovaných hodin	celkový elektroměr v kwh	elektroměr v kwh	sazba
10.01.02	13.00 hod.	5.142,2	-	drahá
		171.309,-	-	levná
20.01.02	19.00 hod.	5.288,-	185,-	drahá
		172.970,-	2.806,-	levná
27.01.02	18.00 hod.	5.353,-	65,-	drahá
		173.637,-	667,-	levná
03.02.02	18.00 hod.	5.392,-	39,-	drahá
		174.192,-	555,-	levná
17.02.02	15.00 hod.	5.493,80	101,8	drahá
		175.490,-	1.298,-	levná
26.02.02	17.30 hod.	5.511,-	17,20	drahá
		176.539,-	-	levná
18.03.02	8.00 hod.	5.548,-	37,-	drahá
		178.276,-	1.737,-	levná
05.04.02	8.00 hod.	5.580,70	32,70	drahá
		179.770,40	1.494,4	levná
30.04.02	18.00 hod.	5.625,60	44,90	drahá
		181.641,70	1.871,30	levná
02.06.02	18.30 hod.	5.683,-	57,40	drahá
		182.700,90	1.059,20	levná
30.06.02	20.30 hod.	5.730,-	47,-	drahá
		183.550,-	849,10	levná
07.08.02	8.00 hod.	5.810,-	80,-	drahá
		184.844,-	1.294,-	levná
29.09.02	17.00 hod.	5.902,-	114,-	drahá
		186.712,-	2.254,-	levná
02.11.02	12.00 hod.	5.972,30	70,30	drahá
		189.285,90	2.573,90	levná
03.01.03	12.00 hod.	6.086,80	114,50	drahá
		197.584,80	8.298,90	levná

04.02.03	19.00 hod.	6.162,80	76,00	drahá
		202.718,-	4.863,20	levná
01.03.03	17.00 hod.	6.212,80	50,-	drahá
		207.045,60	4.327,60	levná
30.03.03	19.30 hod.	6.269,70	56,90	drahá
		209.908.80	2.863,20	levná
01.05.03	09.00 hod.	6.333,20	63,50	drahá
		213.274,70	1.071,30	levná
1.328,- Kč za drahou elektřinu , 32.338,20 Kč za levnou elektřinu.				
06.07.03	16.00 hod.	6.473,80	74,10	drahá
		214.482,30	1.207,60	levná
01.08.03	18.00 hod.	6.532,-	58,20	drahá
		215.457,-	974,70	levná
30.09.03	18.00 hod.	6.654,-	122,-	drahá
		217.479,-	2.022,-	levná
topná sezona 2003-2004: kompresor 4 936 hod., ventilátor 4 850 hod., „zahájení“ elektrokotel 647 hod.				
03.11.2003	17.00 hod.	6.694,70	40,70	drahá
		220.380,-	2.901,-	levná
03.12.2003	17.00 hod.	6.735,-	40,30	drahá
		223.190,-	2.810,-	levná
22.12.2003	12.00 hod.	6.759,-	24,-	drahá
		225.525,-	2.335,-	levná
31.12.2003	11.00 hod.	6.760,-	1,-	drahá
		227.062,-	1.537,-	levná
01.02.2004	15.00 hod.	6.804,-	44,-	drahá
		232.540,-	5.478,-	levná
29.02.2004	16.00 hod.	6.841,-	37,-	drahá
		235.968,-	3.428,-	levná
04.04.2004	17.30 hod.	6.899,50	58,50	drahá
		239.345,30	3.377,30	levná
01.05.2004	17.00 hod.	6.958,-	58,50	drahá
		241.038,-	1.692,70	levná

04.06.2004	17.00 hod.	7.040,-	82,-	drahá
		242.487,-	1.449,-	levná
30.06.2004	22.00 hod.	7.100,-	60,-	drahá
		243.432,-	945,-	levná
Konec zúčt. období: 24. 07. 2004, 7.149,- kwh, 244.231,- kwh, topná sezona 2004-2005 kompresor 8 032 hod., ventilátor 7 875 hod., zahájení“ elektrokotel 916 hod.				
25.09.2004	9.00 hod.	7.264,-	164,-	drahá
		246.150,-	2.718,-	levná
01.11.2004	13.00 hod.	7.335,-	71,-	drahá
		248.390,-	2.240,-	levná
02.12.2004	13.00 hod.	7.394,-	59,-	drahá
		251.506,-	3.116,-	levná
31.12.2004	18.00 hod.	7.455,-	61,-	drahá
		255.283,-	3.777,-	levná
03.02.2005	18.00 hod.	7.521,-	66,-	drahá
		259.555,-	4.272,-	levná
28.02.2005	15.00 hod.	7.570,-	49,-	drahá
		263.084,-	3.529,-	levná
04.04.2005	20.00 hod.	7.639,-	69,-	drahá
		267.066,-	3.982,-	levná
30.09.2005	20.00 hod.	8.107,-	468,-	drahá
		275.675,-	8.609,-	levná

Tepelné čerpadlo má velice nízkou spotřebu, narozdíl od plynového kotle nebo elektrických kamen. Je to ohromný rozdíl v roční platbě. Na TČ se ušetří, až několik desítek tisíc. Např. u elektrického kotle se zaplatí za drahou elektřinu. 3.421,-Kč a za levnou 106.321 Kč a u tepelného čerpadla se zaplatí jen 1.328,0 Kč za drahou el. a za levnou 32.338,20 Kč. Na TČ se ušetří (na levné el.- 73 982,80 Kč a na drahé el.- 2093 Kč) přes 75 000,- Kč.

ZÁVĚR

Tepelné čerpadlo je velice výhodné řešení, jak vůči ekologii a životnímu prostředí, tak i v ekonomice rodinného rozpočtu. Podle mého názoru je lepší u větších objektů toto zařízení využít. A to nejen toto zařízení, ale i ostatní alternativní zdroje energie by se měli začít používat „ve velkém“.

Lukáš FRIDRICH, Střední průmyslová škola strojní, Hostovského 910, Hronov

TEPELNÁ ČERPADLA – PŘÍKLAD INSTALACE I TEORIE

NA ÚVOD:

Nejprve bych rád napsal něco o teorii tepelných čerpadel, která patří mezi moderní a v nové výstavbě často používané alternativní zdroje energie, využívané v největší míře k vytápění obytného případně jiného prostoru. Ve stručnosti je základní princip tepelného čerpadla postaven na výměně tepla mezi dvěmi místy, jako okolní vzduch, zemský masiv, rybník, řeka, jiný vodní tok, odpadní teplo jiného zdroje a zásobníkem. Z něho je nahromaděná energie odebírána již k spotřebě, například k již zmiňovanému vytápění. Právě vlastní topné těleso bývá nejčastěji podlahového typu, z něhož se energie nejlépe rozptýlí do prostoru a dosáhneme největší účinnosti. Běžné tepelné čerpadlo dokáže ohřát vodu v zásobníku na 55 °C, zvláštní typy či za ideálních podmínek až na 65 °C. Jak jsem již dříve zmiňoval, s touto vodou je možné vytápět, ohřívat teplou užitkovou vodu, případně i ohřívat vodu v bazénu atd. Již na začátku projektování tepelného čerpadla je nutné splnit následující podmínky, když pomineme pro tuto chvíli finanční otázku, tak je tou hlavní podmínkou je průzkum lokality a výběr takového řešení tepelného čerpadla, jenž bude vhodné pro zvolený zdroj nízkopotenciálního tepla.

Při výběru řešení tepelného čerpadla je dále nutné, dle konkrétních podmínek, vhodně zvolit teplotu primárního zdroje a výstupní teploty, čímž je ovlivněn tzv. topný faktor tepelného čerpadla. Tento topný faktor, zjednodušeně řečeno, charakterizuje účinnost tepelného čerpadla. Příkladně, z uvedeného topného faktoru $\varepsilon = 5$, jednoduše vypočteme - na každou spotřebovanou kwh elektrické energie čerpadlem získáme 5 kwh tepla. Podstatné je také zmínit ten aspekt, že topný faktor s klesající teplotou nízkopotenciálního zdroje také klesá. Proto je důležité se u výrobců tepelných čerpadel informovat, při jakých tepelných podmínkách, ať už venkovní teplotě či přímo teplotě v primárního okruhu je topný faktor uváděn. Toto doporučení platí zejména pro tepelná čerpadla, jejichž zdrojem nízkopotenciálního tepla pro primární okruh je vzduch.

Nyní, když přihlédneme k stránce finanční, jenž každý zdroj, jakékoliv energie do jisté míry “omezuje”, je nutné zajistit co nejrychlejší návratnost investice do tepelného čerpadla. Té dosáhneme, poběží-li tepelné čerpadlo na svůj jmenovitý výkon po co nejdelší dobu svého provozování, proto se jeho výkon běžně navrhuje na krytí 50 až 75 % tepelných ztrát objektu, určených pro nejnižší výpočtovou teplotu. Tudíž je vždy nedílnou součástí topných systémů s tepelnými čerpadly, doplňkový zdroj tepla, dodávající potřebné množství energie při nižších teplotách zdroje nízkopotenciálního tepla. Například pro vzduch se prakticky uvažuje cca. 5-15 dní v roce, kdy je tento zdroj třeba.

Provedení tepelného čerpadla a zásobníku tepla, kam se získané teplo přenáší, rozděluje tepelná čerpadla na:

• **vzduch – vzduch -** zde je nízkopotenciálním zdrojem tepla - energie přímo venkovní vzduch a teplo odebrané se předává vzduchu, vytápějícím objekt. Instalace je většinou bezproblémová při dodržení hygienických požadavků na emise hluku, které vznikají od exteriérové výparníkové jednotky. Jak již bylo dříve uvedeno je hlavní nevýhodou tohoto řešení

jeho topný faktor, který klesá s klesající teplotou venkovního vzduchu a v našich teplotních podmínkách je základním předpokladem instalace dostatečně výkonného sekundárního zdroje tepla. Tento typ systému předpokládá teplovzdušné větrání a vytápění.

• **vzduch-voda -** odebraná energie vzduchu se předává do vodního okruhu a zásobníku, odkud je později čerpána k využití. Stejně jako u prvního typu topný faktor systému klesá s klesající teplotou venkovního vzduchu. Samozřejmě je třeba brát ohled na dodržení hygienických požadavků na emise hluku, jenž má opět na svědomí výparníková jednotka.

• **voda – voda –** u tohoto zdroje nízkopotenciální energie, lze dle místa instalace odebírat energii z různých zdrojů. Těmi jsou například:

• **zemský masiv –** je nutné provést vrtné práce či zemní práce k uložení tzv. registrů, takových "sběračů tepla". Hloubka vrtů, délka registru záleží na potřebném výkonu tepelného čerpadla. Za hlavní výhodu lze považovat fakt, že topný faktor je prakticky neměnný po celý rok. Zároveň má toto řešení své mínus v nutnosti některých zvláštních povolení.

• **čerpání spodní vody –** a to z čerpacího vrtu - studně, odebírání energie čerpané vodě a vracení ochlazené vody, prostřednictvím druhého vsakovacího vrtu tak, aby instalací nebyly narušeny spodní vody. Topný faktor systému je po celý rok přibližně neměnný, respektive se mění jen lehce se změnou teploty spodní vody. I zde je nutnost vlastnit některá zvláštní povolení.

• **vodní plocha či tok –** typicky rybník, řeka – zde je předpokladem uložení výměníků pod hladinu vody. V každém případě je třeba provést tzv. energetickou bilanci, aby nedošlo vlivem instalace systému k podchlazení zdroje tepla a tím minimálně k jeho nefunkčnosti. Pokud bude užit systém s odděleným primárním okruhem, tj. není do něj čerpána voda, zdroje je základní podmínkou užití nemrznoucí směsi biologicky šetrné v tomto okruhu.

Popis systému instalovaného roku 2003 v rodinného domu v Hronově

Vzhledem k relativní nedostupnosti místa instalace TČ pro těžkou techniku, malé plochy pozemku, půdního složení a finanční otázky byla zvolena varianta TČ typu země - voda – švédského výrobce IVT, model IVT Greenline C6 PLUS, také proto, že dům má tepelnou ztrátu cca. 9kW.

Před začátkem prací bylo nutné zajistit zvláštní povolení na vodoprávním a stavebním úřadě.

Bylo tedy zapotřebí provedení dvou vrtů – studní – čerpací a vsakovací o hloubce každé cca. 90 metrů ve vzdálenosti 25m od sebe a instalace exteriérového výparníku. Dále byla prověřena kvalita vody a vydatnost čerpací studny čerpací zkouškou s podmínkou neovlivnění hladiny spodní vody. Po instalaci systému byly změřený emise hluku od výparníku, které dané podmínky splnily. V interiéru byl instalován zásobník teplé vody pro podlahové vytápění domu, dále výměník pro ohřev teplé užitkové vody

Toto TČ odebírá teplo z čerpacího vrtu, kde jsou zasunuty plastové sondy primárního okruhu obsahující nemrznoucí směs, která vede teplo mezi zemí a okruhem tepelného čerpadla.

Topný faktor instalovaného tepelného čerpadla je při 0°C v primárním okruhu a 35 °C v sekundárním okruhu 4,5, výkon při těchto podmínkách 5,9kW a příkon 1,3kW, což přibližně odpovídá již dříve zmíněnému vztahu mezi topným faktorem a příkonem systému.

Množství teplé užitkové vody je 165 litrů, množství topné vody je 60 litrů, celý okruh obsahuje 225 litrů. Instalované tepelné čerpadlo obsahuje vestavěný elektrický kotel s kaskádním spínáním výkonu po 3 - 6 - 9 kW. Nominální průtok na studeném okruhu dosahuje 0,3 litrů za sekundu při tlaku 49 kPa. Na teplém okruhu pak je průtok 0,2 litrů za sekundu při tlaku 36 kPa.

Maximální výstupní teplota vody je 65°C. Kotel obsahuje bezpečnostní pojistky při výkonu 6 kW dimenzované na 16A a při 9 kW na 20A. Hmotnost celku je 200 kg. Chladícím médiem je bezfreonové chladivo, typ R407C, v celkovém množství 1,35 kg. Kompresor je typu Mitsubishi Scroll. Tepelné čerpadlo je zapojeno k třífázové elektrické přípojce 400V.

Uvnitř rodinného domu jsou instalována oběhová čerpadla primárního i sekundárního okruhu, před okamžikem popsaný elektrický kotel s kaskádním spínáním o výkonu, také zásobník v podobě nerezového dvouplášťového bojler 225/165l pro ohřev teplé užitkové vody. Dále regulátor REGO 637 k řízení dotopového elektrického kotle, řízením ohřevu teplé užitkové vody v bojleru, diagnostikou poruch a dalšími funkcemi. Propojení tepelného čerpadla se zbytkem systému je realizováno pružnými hadicemi pro tlumení chvění tepelného čerpadla.

K vytápění je v objektu určeno podlahové vytápění. V objektu se také nachází expanzní nádoba a pojistný ventil primárního okruhu. V exteriéru se nachází dva vrty, výparník, venkovní čidlo pro ekvitermní regulátor a čidlo pro ohřev teplé užitkové vody.

Bohužel jsem v daném termínu neměl možnost pořídit žádné fotografie a ani jsme nedostal potřebné informace ohledně nákladů a ušetřené energie.

Nicméně z propagačních materiálů IVT vyplývá, že tento typ tepelného čerpadla dnes stojí cca. 200 000,- bez DPH a to jde jen o vlastní čerpadlo bez vrtných prací a dalších nákladů. I bez těchto konkrétních informací si však myslím, že tepelná čerpadla mají slibnou budoucnost a, že už i v dnešní době se výborně hodí k vytápění či ohřevu vody. To se ale děje, což chci zdůraznit, energií, jenž je ekologická, obnovitelná, dlouhodobě levná a jejím jediným záporem je prozatím jejich počáteční vysoká cena.

Osobně jsem velkým zastáncem tepelných čerpadel a obnovitelných zdrojů energie vůbec. Neboť by si lidé, kteří v dnešní době topí fosilními palivy, měli dobře uvědomit, že pokud to takto půjde dál, již v řádu desítek let bude uhlí vzácné, stejně jako čisté ovzduší a stabilní počasí. Většina populace si řekne, je to drahé a stejně, já s tím znečištěním nic nezmůžu. Ale na druhou stranu už je nenapadne, uděláme-li pravý opak a. začneme využívat obnovitelných zdrojů energie, neděláme to jen pro sebe, ale hlavně pro příští generace. Ale většinu lidí nenapadne ta věc, že když tohle vstřícné gesto, už tak strašně zdevastované přírodě, udělá víc lidí – tisíc, sto tisíc, milión a další, že to už opravdu něco pomůže. Za inverze se nebudeme dusit v smogu, v létě nás nebude ohrožovat ozónová díra, počasí bude stabilnější a tak dále.

Vím, že toto v zadání Enersolu nebylo, myslím ale, že toto s obnovitelnými zdroji energie úzce souvisí. Přišlo mi nutné sdělit, můj názor a na závěr bych chtěl říci ještě několik, bohužel, smutných faktů – největší „znečišťovatelé“ světa USA a Rusko stále ještě nepřijali Kyotský protokol a kácení „plic planety“ - deštných pralesů pokračuje každým dnem. Stejně je smutný postoj majoritní části populace, které stát nepomáhá dotacemi na využití obnovitelných zdrojů energie a tudíž jí nedává prakticky jinou možnost než využívat fosilní zdroje a tím dále poškozovat planetu a „dusit se“ navzájem.

U nás doma by nebyl problém provozovat tepelné čerpadlo, avšak vzhledem k otázce finanční otázce využíváme jiného obnovitelného zdroje energie a tím je dřevo v dřevozplynujícím kotli Atmos Generátor.

Použité zdroje:

- údaje a materiály poskytnuté vlastníkem popsaného zařízení
- Internet
- propagační materiály IVT – distributor TČ

Ondřej JOUDAL, Střední průmyslová škola strojní, Hostovského 910, Hronov

VYUŽITÍ BIOMASY

Biomasa je palivo, bez kterého se v budoucnu zcela jistě neobejdeme, nechceme-li nadále zatěžovat životní prostředí spalováním fosilních paliv. Chtěli bychom ji tedy masivněji využívat, ale uměle jsme zvýšili její cenu neúměrnou podporou spoluspalování. Nelze ji skutečně využívat efektivněji?

Začnu krátkou úvahou

Spalováním fosilních paliv vzniká velké množství znečišťujících látek, především však oxid uhličitý, který byl takto navázán z prostředí za miliony let v období, kdy ještě homo sapiens neobýval tuto planetu. (A mohl ji snad obývat, umožňovalo mu to složení plynů v atmosféře?) Dění kolem nás, především globální oteplování a klimatické změny, tak jak je pociťujeme stále častěji mnohdy na vlastní kůži, jsou pravděpodobně důsledkem zvyšování koncentrace oxidu uhličitého. Řada vědců to potvrzuje. Je důležité, že si toto začíná uvědomovat i hodně obyvatel naší planety.

Co je to vlastně biomasa a proč ji považovat za obnovitelný zdroj energie?

Obecně ji lze definovat jako substanci biologického původu neboli hmotu všech organismů na Zemi. Velké množství organických látek vzniká při fotosyntéze z oxidu uhličitého a vody za spolupůsobení enzymů, chlorofylu a světelné energie. Schematicky to lze znázornit následovně:

$6\ CO_2 + 12\ H_2O$ + světelná energie => $(CH_2O)_6 + 6\ H_2O + 6\ O_2$ oxid uhličitý + voda + energie => cukr + voda + kyslík

Při jejím spalování logicky opět oxid uhličitý vzniká. Dochází tedy k uzavřenému procesu, kdy rostliny za svého růstu odebírají z ovzduší CO_2 a při spalování ho do ovzduší opět vracejí. Její množství se činností organismů neustále obnovuje a nedochází tak k jednostrannému narušení rovnováhy prvků a energie v biosféře. Skleníkový efekt se nenavyšuje. Zde je její jednoznačná přednost. Srovnají-li se fyzikální vlastnosti biomasy (objemová hmotnost, výhřevnost, vlhkost) v podobě dřevního odpadu, štěpky, slámy s uhlím, získá se jednoznačný závěr. Biomasa, ať již ve formě odpadu či účelově vyrobená pro energetické účely,by měla být zužitkována v místě jejího vzniku. Dlouhý transport do odlehlých elektráren, jako i zvýšená poptávka podstatně zvyšují její cenu. Tato jinak zbytečná přeprava zatěžuje navíc životní prostředí.

Nejpoužívanější biopaliva: kusové dřevo, dřevní štěpka, piliny, pelety, brikety, obilí, sláma.

Výtopna Rokytnice v Orlických horách

Kotelna byla ve městě Rokytnici v Orlických horách pojata jako celkové řešení dodávek tepla pro zástavbu. Kotelna v původním objektu kasáren, byla osazena čtyřmi kotli na hnědé uhlí typu SLATINA 2500. V roce 1998 byla kotelna zcela zrekonstruována. Původní kotelna na uhlí v topném období značně přispívala ke znečišťování ovzduší v době

topné sezóny. Důvodem rekonstrukce bylo dosluhující zařízení původní kotelny a tři stávající kotle byly demontovány a nahrazeny dvěma kotli VERNER GOLEM 2500 kW na spalování biomasy – převážně dřevní štěpky a pilin a později jedním kotlem STEP 900kW. Čtvrtý kotel Slatina byl ekologizován a ponechán jako záložní zdroj.

Popis kotelny:

Objekt kotelny byl využitelný pro skladování dřevní štěpky v zastřešených prostorách (bývalých skladech pro uhlí). V těchto prostorách byl nainstalován zásobník paliva s pohyblivou podlahou ovládanou hydrostatikou. Do tohoto zásobníku je palivo naskladňováno pomocí kolového čelního nakladače. Odsud je doprava plně automatická. Mezi skladem paliva a vlastní kotelnou byl použit pro přepravu paliva stávající pásový dopravník Tímto dopravníkem je štěpka (palivo) dopravována do společného mezizásobníku nad 2 kotli spalujícími biomasu.

Kotelna je v kaskádě osazena dvěma kotli 2x2500kW a jedním kotlem STEP 900kW. Kotel STEP 900 byl montován dodatečně s odstupem 3 let a má zabezpečovat ohřev teplé užitkové vody pro město v letním období.

Doprava paliva do kotlů:

Dopravu paliva do kotlů z mezizásobníku nad kotli zajišťují u každého kotle 2 šnekové dopravníky, mezi kterými je instalován rotační podavač paliva (turniket)

Kotlová jednotka (1 kotel na biomasu)

Kotel je sestaven z podávacího šneku paliva, hořáku, dohořívací komory, trubkového výměníku, kouřovodů, odlučovače popílku, odtahového ventilátoru a odpopelňovacího zařízení z hořáku.Pohled na hořák, dohořívací komoru, část výměníku a část odpopelňovacího dopravníku je na **obr.4**.Palivo je do hořáku podáváno šnekem, který má protipožární ochranu proti proniknutí ohně do sila. V hořáku je palivo posunováno posuvným pohyblivým roštem, a proto lze bez potíží spalovat v hořáku této konstrukce i kůru nebo odpad znečištěný prachem i zeminou, který se spéká. Odpopelňování je automatické, pomocí šnekových dopravníků je popel dopravován z hořáků kotlů a z pod cyklonů (odlučovačů popílků) do připraveného kontejneru.

Parametry kotle VERNER GOLEM 2500
Typ: VERNER GOLEM 2500
Výrobce: VERNER s.r.o. Červený Kostelec
Jmenovitý výkon: 2500 kW
Max. pracovní přetlak vody: 500 kPa
Min. teplota vratné vody: 60 °C
Rok výroby: 1998
Účinnost při jmen. výkonu: 82-85 %
Spotřeba při max. výkonu: 720-1420 kg/h

Odlučovače:
Typ : SVA 16-400/2
Výrobce : ZVVZ Milevsko

Ventilátory:
Typ: RVZ /1/ 1000
Výrobce: ZVVZ Milevsko
Rok výroby: 1983
Počet otáček: 1460 ot/min
Objemový průtok: 6.3 m^3/s

Kotle GOLEM 2500 jsou konstruovány pro spalování dřevní štěpky. Vlastní spalovací proces je řízen lambda sondou na aktuálních parametrech spalin přesněji obsahu kyslíku v nich zpětně řídí spalovací proces. K příslušenství patří elektrický rozvaděč (ovládání celé technologie) a hydraulická jednotka na pohon roštu ve skladu paliva. Celý proces spalování je řízen regulací.

Chrakter a spotřeba paliva
Dřevní hmota: vlhkost max. do 50%
Druh: piliny,hobliny,lesní štěpka a hnědá štěpka
Forma: frakce max: cca do 6 cm.

Energetické rostliny: vlhkost do 20%
Druh: energetický šťovík
Forma: řezanka volně ložená-frakce maximálně 10 cm.

Doba provozu: denně 18 hodin, asi 200 dnů za rok – topnou sezónu to je 3600 hodin. Hodinová spotřeba paliva při průměrném dodávaném výkonu 2000kW/h. Je asi 750kg/h. Ročně tato kotelna spotřebuje asi 2700tun paliva.

Tyto hodnoty jsou vztažené k situaci v jaké se kotelna v současné době nachází. A to takovém že ze svého možného výkonu 5900kw dodává jen okolo 2000kw.

Podle mého názoru je tato výtopna důkazem toho, že můžeme ovzduší ulevit a postupem času se zbavit užívání fosilních a neobnovitelných zdrojů energie.

III. Kapitola
JIHOMORAVSKÝ KRAJ

Jméno soutěžícího	Téma soutěžní práce	Adresa školy
1. Roman Vrtek	Malá vodní elektrárna Loštice	SPŠE Mohelnice, Gen. Svobody 2, 789 85 Mohelnice
2. Vít Klodner Lucie Šmeralová	Využití biomasy v energetickém systému SOŠ a SOU- MŠP Letovice	SOŠ a SOU-MŠP Letovice, Tyršova 500 679 61 Letovice
3. Ivana Kolářová	Ekologické vytápění biomasou v turisticky velmi frekventované obci Bouzov a okolí	SŠT Mohelnice, 1. máje 2, 789 85 Mohelnice
4. Ondřej Huňka	Malé vodní elektrárny v regionu Litovelské Pomoraví a okolí	SŠT Mohelnice, 1.máje 2 789 85 Mohelnice
5. Petr Komárek	Větrné elektrárny Protivanov	SPŠE Mohelnice, Gen. Svobody 2, 789 85 Mohelnice
6. Tomáš Hlavatý	Využití biomasy v obci Bouzov	SPŠE Mohelnice, Gen. Svobody 2, 789 85 Mohelnice
7. Radek Appl	Fotovoltaický systém SPŠE Mohelnice	SPŠE Mohelnice, Gen. Svobody 2, 789 85 Mohelnice
8. Martin Valouch	Fotovoltaický systém	SPŠE Mohelnice, Gen. Svobody 2, 789 85 Mohelnice
9. Karel Zeman	Tepelné čerpadla- využití alter. zdroje	SPŠE Mohelnice, Gen. Svobody 2, 789 85 Mohelnice
10. Roman Hambálek	Vytápění bioplynem v ČOV Chrudim	SOŠE a S SOU, Do Nového 1131, 530 03 Pardubice
11. Tomáš Chalupník	Tepelné čerpadlo v ZŠ Skuteč	SOŠE a S SOU, Do Nového 1131, 530 03 Pardubice
12. Petr Uttendorfský	Solární ohřev TUV pro bazén v Havlíčkově Borové	SOŠE a S SOU, Do Nového 1131, 530 03 Pardubice
13. Pavlína Kosmáková	Sluneční energie	SOŠ a SOU - MŠP Letovice, Tyršova 500, 679 61 Letovice
14. Petr Fíla	Vodní elektrárna Kolín	SOŠE a S SOU, Do Nového 1131, 530 03 Pardubice
15. Přemysl Beran	Větrné elektrárny se svislou osou otáčení	SPŠE Mohelnice, Gen. Svobody 2, 789 85 Mohelnice
16. Lucie Janderová	Tepelná čerpadla	SOŠ a SOU - MŠP Letovice, Tyršova 500, 679 61 Letovice
17. Ondřej Kučera	Sečská vodní elektrárna	SOŠE a S SOU, Do Nového 1131, 530 03 Pardubice
18. Pavel Axman	Tepelná čerpadla	SOŠ a SOU - MŠP Letovice, Tyršova 500, 679 61 Letovice
19. Václav Rathouský	Vodní elektrárna Orlík	SOŠE a S SOU, Do Nového 1131, 530 03 Pardubice
20. Ondřej Vrána	Větrné elektrárny	SOŠ a SOU - MŠP Letovice, Tyršova 500, 679 61 Letovice
21. Markéta Sauerová	Solární energie	Střední pedagogická škola Boskovice, Komenského 5, 680 01 Boskovice
22. Miroslava Šedivá	Větrné elektrárny na Jižní Moravě	Národohospodářská škola Boskovice, Hybešova 53, 680 01 Boskovice
23. Michal Němeček	Větrná elektrárna Srch	SOŠE a S SOU, Do Nového 1131, 530 03 Pardubice

Pavlína KOSMÁKOVÁ, SOŠ a SOU, Masarykova škola práce, Tyršova 500, Letovice

SLUNEČNÍ ENERGIE

ÚVOD: PROČ SLUNEČNÍ ENERGIE?

Zvolila jsem si téma sluneční energie a někteří nad tím nyní určitě kroutí hlavou. „Proč zrovna toto téma?“ to je jistě otázka, kterou si kladou mnozí z vás. Ano jistě, přiznejme si pravdu. Kolik z nás běžných občanů, jež přímo nepracují v oboru se sluneční energií, se kdy zabývalo otázkou jejího zpracování a navíc s ohledem na ekologii. Někteří z nás vědí, že sousedé mají sluneční vytápění svého obydlí, avšak pro jeho finanční nákladnost se o ně nijak více nezajímají. Jiní ani nevědí, že se takovéhoto systému dá využít třeba i na jejich malém rodinném domku….těmto jednoduše chybí informace. A co s tím dělají politici? Nic. Všichni víme jak to chodí v parlamentu. A přesto právě oni jsou ti, kteří by se měli o osud své země starat nejvíce a pomáhat nám běžným občanům chránit ji. V této práci se tedy dozvíte nejen, co by pomohlo po finanční stránce rozvoji sluneční energie u nás, ale i proč je sluneční energie lepší, než třeba energie jaderná, vodní, větrná atd. Také se podíváme na to, jak vlastně funguje fotovoltaická přeměna energie, jak se tvoří fotovoltaické články a kteří jsou největší výrobci těchto technologií na světě.

1. SOLÁRNÍ ENERGIE VERSUS OSTATNÍ ALTERNATIVNÍ ZDROJE ENERGIE

Vodní elektrárny

Hydroenergetika je perspektivní hlavně v místech prudkých toků s velkými spády. Přírodní poměry v ČR nejsou vhodné pro budování vodních elektráren. Naším tokům chybí potřebný spád i množství vody. Proto jsou v ČR užívány vodní elektrárny spíše jako doplňkové zdroje primárních zdrojů (klasické elektrárny, JE Dukovany, JE Temelín). Předností vodních elektráren je jejich schopnost neznečišťovat ovzduší, jsou bezodpadové a vysoce bezpečné. Některé zdroje uvedené na internetu též poukazují na to, že vodní elektrárny nedevastují krajinu. Podle mého názoru je však nutné dívat se v tomto ohledu i na tvorbu vodních elektráren. Vždyť tvorba vodních elektráren je mnohdy spojena i gigantickými vodními nádržemi na jejichž tvorbu je třeba dovést tuny betonu a železa. Kolik automobilů tedy musí projet krajinou při dovozu tohoto materiálu? A kolik škodlivých látek musí být vypuštěno do ovzduší při jeho tvorbě? Jak moc musí být poškozen ráz krajiny při tvoření těchto obrovitých nádrží?

Geotermální energie

Geotermální elektrárny potřebují k výrobě elektřiny tepelnou energii jež přijímají z nitra Země. Na některých místech světa totiž může být teplotní spád až 55 °C na 1 km hloubky. Velmi často se tyto geotermální elektrárny využívají na Islandu. Dle mého názoru bude největší teplotní spád v oblastech s vulkanickou činností. Vzhledem k tomu, že na našem území není ani jeden aktivní vulkán, je tedy využívání této energie pro nás nepřípustné.

Větrné elektrárny

Dříve se v ČR využívala větrná energie ve větrných mlýnech. Dokonce byl na našem území postaven první větrný mlýn již v roce 1277. Vzhledem k špatným povětrnostním pod-

mínkám se ale nevyplatí dle mého názoru budovat na našem území větrné elektrárny. Podle větrného atlasu ČR, vytvořeného Ústavem fyziky atmosféry Akademie věd ČR na základě podkladů Českého hydrometeorologického ústavu, je celoroční průměrná rychlost větru přes 4 m/s (ve výšce 10 m) a přes 5,3 m/s (ve výšce 30m). Jako nejpříhodnější lokality pro stavbu většího množství větrných elektráren lze považovat plochy 3 x 3 nebo 4 x 6 km v nadmořských výškách zpravidla nad 700 m. Ty však většinou leží v chráněných krajinných oblastech, kde je zakázáno stavět. A navíc ten hluk, který tyto obrovské vrtule vydávají.

Jaderné elektrárny

Jaderné elektrárny využívají látky zvané uran. Využití uranu je ve srovnání s ostatními zdroji energie „nejmladším oborem". Člověk si v tomto případě zahrává s velmi nebezpečným zdrojem energie. Stačí jedno jediné selhání lidského faktoru a vše může dopadnout jako v Černobylu. A navíc je tu stále ten starý a neustále opakovaný problém s vyhořelým odpadem.

Výroba energie z biomasy

Biomasa je nejčastěji definována jako hmota organického původu. V souvislosti s energetikou jde nejčastěji o dřevo, dřevný odpad, slámu a jiné zemědělské zbytky včetně exkrementů užitkových zvířat. Rozlišujeme biomasu suchou (např. dřevo) a mokrou (např. kejda).

Energie přílivu a příboje oceánů

Celá hmota světových moří a oceánů je v neustálém pohybu, a to nejen na povrchu, ale i ve značných hloubkách. Nejdůležitějším pohybem vodních částic na povrchu oceánů a moří je vlnění způsobené větrem, slapovým působením Měsíce a Slunce, vtokem velkých řek, posunem zemských desek v důsledku podmořských zemětřesení apod. Odhaduje se, že energie, kterou vyvinou vlny ve všech světových oceánech, dosahuje hodnoty 342 miliard MJ. V této souvislosti bylo vypočteno, že každá vlna vzdutého moře při pobřeží Velké Británie má nepřetržitě po celý rok na jeden metr své délky výkon 50 až 80 kWh. Zatím se energie oceánů využívá velice málo. První kroky k praktickému využití však už byly učiněny. Vzhledem k tomu, že ČR není přímořský stát, tato alternativa u nás není použitelná.

Tepelná čerpadla

V zemi, vodě i ve vzduchu je obsaženo nesmírné množství tepla; jeho nízká teplotní hladina však neumožňuje přímé energetické využití. Tepelná čerpadla jsou zařízení, která umožňují odnímat teplo okolnímu prostředí, převádět je na vyšší teplotní hladinu a předávat ho cíleně pro potřeby vytápění nebo pro ohřev teplé užitkové vody. Tepelná čerpadla neprodukují vyhořelé palivo, jaderný odpad, jde o zcela bezodpadovou technologii.

VERSUS

Sluneční elektrárny

Získávání elektrické energie přímo ze slunečního záření je z hlediska životního prostředí nejčistším a nejšetrnějším způsobem její výroby. Účinnost přeměny slunečního záření na elektřinu umožňuje získat se současnými solárními systémy z jednoho metru aktivní plochy až 110 kwh elektrické energie za rok. V případě ČR je větší využití sluneční energie zatím na počátku svého rozvoje. V průběhu poslední dekády minulého století se v ČR omezilo na ostrovní systémy pro nezávislé napájení objektů a zařízení v lokalitách bez připojení

na rozvodnou síť. První sluneční elektrárna o výkonu 10 kw byla uvedena do provozu až v roce 1998 na vrcholu hory Mravenečník v Jeseníkách (dnes je umístěna jako demonstrační zařízení v areálu JE Dukovany coby součást informačního centra).

2. NEJČASTĚJŠÍ OTÁZKY: CO, PROČ, JAK, KDY?

Co je to fotovoltaický jev?

Když jsem začala psát tuto práci, zjistila jsem, že ani můj počítač nezná termín fotovoltaika. A proč se tu o tom zmiňuji? Ne proto, že bych snad chtěla něco vyčítat počítačovým programátorům (i když přece jenom je doba „umělé inteligence"), ale kvůli tomu že mne od té doby pronásleduje jedna otázka. Ta otázka zní: „Vědí lidé vůbec co znamená termín fotovoltaika?" Pokusím se tedy zjistit alespoň to, co je v mých silách. A to aby alespoň lidé, kterým se do rukou dostane moje práce věděli o čem je řeč.

Při fotovoltaickém jevu (který patří do přímé přeměny) se v určité látce působením světla (fotonů) uvolňují elektrony. Toto může nastat většinou v některých polovodičích (např. křemíku, sirníku kadmia aj.). Fotovoltaický článek je většinou tvořen tenkou vrstvou z monokrystalu křemíku, použít lze i polykrystalický materiál. Destička je z jedné strany obohacena atomy trojmocného prvku (např. bóru), z druhé strany atomy pětimocného prvku (např. arzenu). Když na destičku dopadnou fotony, záporné elektrony se uvolňují a zbývají kladně nabité „díry". Přiložíme-li na obě strany destičky elektrody a spojíme je drátem, začne protékat elektrický proud. Sluneční články se zapojují bud' za sebou, abychom dosáhli potřebného napětí (na jednom článku je 0,5 V), nebo vedle sebe tak, abychom získali větší proud. Spojením mnoha článků vedle sebe a za sebou vzniká sluneční panel.

Proč je fotovoltaická přeměna sluneční energie jednou z nejdůležitějších technologií pro 21. století?

- Je to ekologický čistá energie, nevzniká žádná látka
- Pokrytí 1% plochy pouští slunečními články s 15% účinností (tyto jsou sériově vyráběné) vyrobí více elektrické energie než všechny současné elektrárny světa
- Energie kterou vložíme do výroby slunečních článků se vrátí za několik let u tenkovrstvých i dříve než za 1 rok, palivo (sluneční záření) je zdarma a životnost slunečních článků vyšší jak 30 let
- Výroba elektřiny ve slunečních článcích je bezpečná a v případě křemíkových článků není vyprodukován žádný nebezpečný odpad
- Na výrobu elektrické energie ve slunečních článcích je nutno pohlížet z globálního hlediska. Místní klimatické podmínky (průměrná doba slunečního svitu) jsou rozdílné

Jak dosáhnout stavu, aby fotovoltaická přeměna sluneční energie měla významnou roli ve světové energetice?

- Podmínkou je hromadná výroba co nejlevnějších a dostatečně účinných slunečních článků, které budou vyráběny z široce dostupných materiálů, jež nebudou finančně nákladné a na Zemi je jich dostatek
- V laboratořích se již vyrábí články, které mají 24% až 32% účinnost. Tyto články jsou však stále příliš drahé na to, aby se mohli začít vyrábět hromadně.
- Hromadně se ale vyrábí články s účinností 7 až 16% a to je dostačující

- Pakliže by se podařila snížit cena slunečních článků čtyřikrát až pětkrát (což není nemožné, poněvadž od doby prvního použití křemíkových slunečních článků na družicích poklesla jejich cena již dvěstěkrát) budou zcela konkurenceschopné i po ekonomické stránce.
- Postupem času se bude muset řešit i otázka akumulace (zdržování) elektrické energie a celosvětové distribuce (rozvodu) elektřiny s malými ztrátami (například pomocí sepravodičů)

Kdy bude fotovoltaická přeměna sluneční energie hrát významnou roli ve světové energetice?

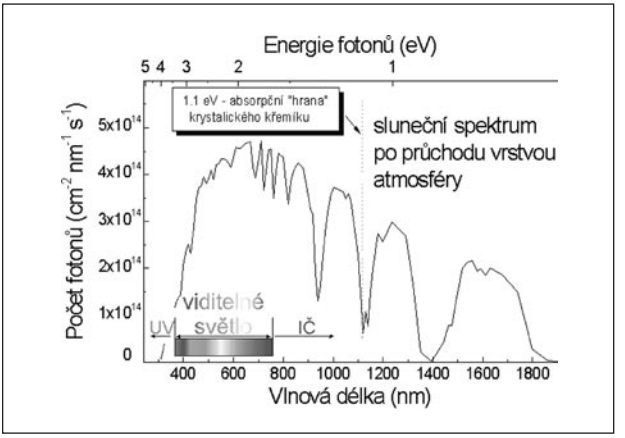
- Dle mého názoru velmi záleží na financování výzkumu a vývoje fotovoltaiky a také na zahrnutí všech nákladů do ceny elektrické energie
- Cena likvidace jaderné elektrárny včetně uložení jaderného odpadu, oprava škod způsobených spalováním uhlí i náklady na rekultivace uranových či uhelných dolů, to vše u nás hradil stát. Tedy každý daňový poplatník a to bez ohledu na to, kolik energie spotřeboval.
- A proti čemu by měli silně vystoupit všichni lidé na světě, kteří ještě mají nějaké citové pouto ke „své“ Zemi? Naftové společnosti skoupily řadu výrobců fotovoltaických panelů a na výzkum fotovoltaiky dávají méně než jedno procento částky, kterou dávají na hledání nových nalezišť ropy. Jistě, vždyť ropa s jejíchž cenou si mohou hýbat jak chtějí jim do kapsy nese mnohem více financí.
- V roce 2003 přijala Evropská komise politické rozhodnutí: Plán na zdvojnásobení výroby elektrické energie v Evropské unii z obnovitelných zdrojů do roku 2010. A tak alespoň tímto způsobem bojujeme proti zániku života na Zemi.
- Ale kdy se dočkáme výraznějších kroků od naší vlády? Asi nikdy. V roce 2004 rozhodla německá vláda o podpoře fotovoltaiky a o ukončení provozu všech atomových elektráren v časovém horizontu 20-30 let. U nás ukončí provoz atomové elektrárny tehdy, až v našem politickém systému nebudou sedět lidi, kterým jde jen o sebe, nikoliv o své potomstvo. Kdyby totiž přemýšleli alespoň trošku neegoisticky, uvědomili by si, že možná právě kvůli nim budou za pár desítek let umírat jejich vlastní vnoučata na umírající planetě.

3. HISTORIE

Již v minulém století byla u selenu pozorována změna elektrického odporu při osvětlení a fotovoltaický jev na kontaktu s kovem. První skutečné fotovoltaické sluneční články byly připraveny z monokrystalů křemíku v roce 1954. Ty již měly účinnost 6%, více než desetinásobnou ve srovnání se selenovými články. Rozvoj fotovoltaiky nastává v šedesátých letech s nástupem kosmického výzkumu, sluneční články slouží jako zdroj energie pro družice. Rozvoj fotovoltaiky nastává v šedesátých letech s nástupem kosmického výzkumu, sluneční články slouží jako zdroj energie pro družice. Celosvětová ropná krize v roce 1973 pak nastartovala rozsáhlý výzkum fotovoltaické přeměny sluneční energie v energii elektrickou.

4. JAK FUNGUJE KŘEMÍKOVÝ FOTOVOLTAICKÝ ČLÁNEK

Křemík má stejnou krystalovou strukturu jako diamant, absorbuje světlo o kratší vlnové délce než zhruba 1 mikrometr, to jest část infračerveného, celé viditelné a ultrafialové spektrum. To je znázorněno na obrázku 1, kde vidíme spektrum slunečního záření po průchodu atmosférou, spolu s absorpční hranou křemíku.

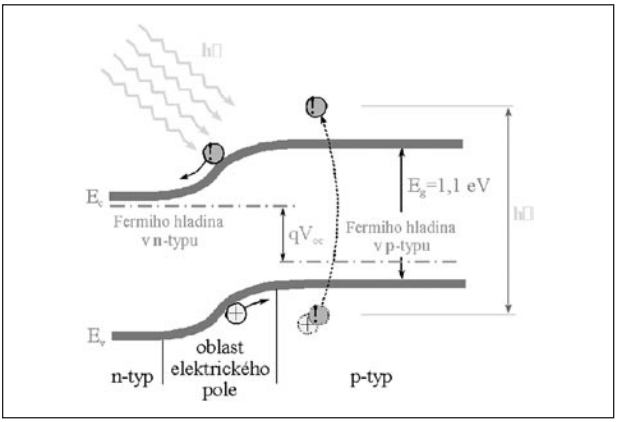


Obrázek č. 1

Dopadá-li na křemík foton o energii menší než 1,1 elektronvoltů, projde křemíkem a není absorbován. Když je jeho energie větší než 1,1 elektronvoltů pak je tento foton absorbován a v polovodiči vznikne jeden volný elektron a jedna volná díra.Aby sluneční článek sloužil jako zdroj proudu, musí v něm nastat rozdělení elektronů a děr. Sluneční článek není homogenní polovodič, ale skládá se z části mající elektronovou vodivost (materiál typu *n*, například křemík s příměsí fosforu) a části mající děrovou vodivost (materiál typu *p*, například křemík s příměsí boru).

Vše je znázorněno na obrázku 2:

Na přechodu *p-n* dojde k oddělení díry a elektronu a na přívodních kontaktech vznikne napětí V_{oc} (v případě křemíku 0,5-0,6 V) a připojíme-li ke kontaktům spotřebič, protéká jím elektrický proud. Ten je přímo úměrný počtu absorbovaných fotonů a tedy i ploše celého slunečního článku.



5. VÝZKUM KŘEMÍKU VE FZÚ AV ČR

Výzkum ve Fyzikálním ústavu Akademie věd České republiky probíhá v rámci mezinárodních projektů, ať již v rámci projektů Evropského společenství nebo ve spolupráci s USA a Japonskem. Zkoumaným materiálem je amorfní, nanokrystalický a mikrokrystalický křemík pro tenkovrstvé sluneční články.

6. HLAVNÍ VÝROBCI FOTOVOLTAICKÝCH ČLÁNKŮ VE SVĚTĚ

Hlavní výrobci fotovoltaický článků jsou dnes součástí celosvětových společností: BP Solar, Shell Renewables, Siemens Solar, či v Japonsku Canon, Kaneka a Sharp. V ČR pak vyrábí Solartec ve spolupráci s firmou Trimex. Výskum je ale stále směřován do universit a národních laboratoří.

7. ANKETA A OSVĚTA

Vážení přátelé. Nyní se Vám do rukou dostala anketa na téma **ALTERNATIVNÍ ZDROJE ENERGIE.** Každému z nás jistě záleží na tom, jak vypadá naše planeta a jak se nám na ní žije. I mně na naší planetě záleží a proto jsem se přihlásila do celostátní ekologické soutěže ENERSOL 2006. Tato soutěž spočívá ve vytvoření, co nejlepší samostatné práce na výše zmíněné téma. Tímto Vás žádám o vyplnění této ankety, jejíž výsledky budou později zakomponovány do mého celého projektu. Předem děkuji za vyplnění!!!

ANKETNÍ LÍSTEK

1. Co jsou podle Vás alternativní zdroje energie?

A) jsou to zdroje energie, které nelze obnovit
B) jsou to obnovitelné zdroje energie

2. Který zdroj energie nepatří k alternativním?

A) vodní elektrárny
B) sluneční elektrárny
C) jaderné elektrárny
D) všechny tyto elektrárny patří k alternativním zdrojům energie.

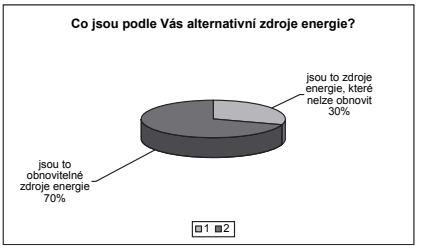
3. S čím souvisí fotovoltaika?

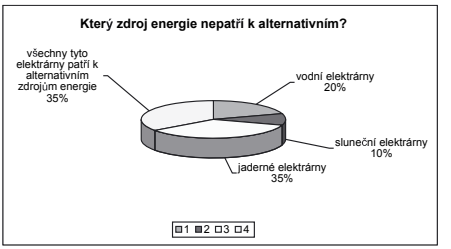
A) se sluncem
B) s vodou
C) s jaderným odpadem

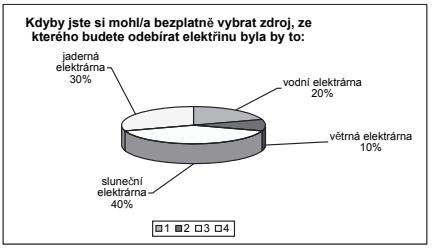
4. Kdyby jste si mohl/a bezplatně vybrat zdroj, ze kterého budete odebírat elektřinu byla by to:

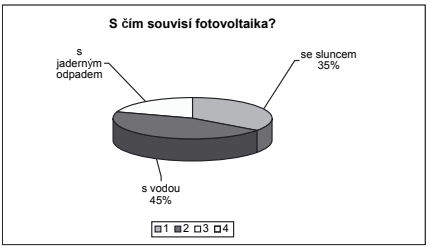
A) vodní elektrárna
B) větrná elektrárna
C) sluneční elektrárna
D) jaderná elektrárna

Zajímalo mně, jaké znalosti v oboru energetiky mají mí spoluobčané. Z tohoto důvodu jsem vytvořila anonymní anketu, v níž byly uvedeny čtyři nejzákladnější otázky. Všichni oslovení byli obyvatelé města Letovice a jejich věk se pohyboval v rozmezí od 17 let do 50 let. Jejich vzdělání a zaměstnání jsou velmi různorodé. Vzhledem k malému počtu respondentů (těch bylo 20) berte prosím tuto anketu pouze jako hrubý poznatek o znalostech lidí v oboru energetiky.









Z výše uvedených grafů zjišťujeme, že méně než 50 % respondentů, ví s čím souvisí fotovoltaika a že patří k obnovitelným zdrojům energie. Oproti tomu více než 50 % tázaných ví, co jsou to alternativní zdroje energie. Dále zjišťujeme že nejvíce tázaných by nejraději odebíralo elektrickou energii ze slunečních elektráren avšak nedovoluje jim to finanční situace.

8. ZÁVĚR

Doufám, že jsem Vás v této práci přesvědčila o tom, že solární energetika by v budoucnosti mohla velmi pomoci ekologickému stavu naší planety. Také doufám, že jste v mé práci nejen objevili nové informace, ale také zajímavé čtení. Jsem ráda, že jsem Vám mohla poskytnou můj pohled na problematiku využití alternativních zdrojů energie. Věřím že Vám moje práce poskytla podnět pro hlubší uvažování o tom, jak byste vy sami mohli pomoci planetě, na které žijete, planetě která nás živí, planetě která je pustošena námi samými.

9. POUŽITÁ LITERATURA

www.fzu.cz, www.czrea.cz, www.ekodum.cz.

Vít KLODNER a Lucie ŠMERALOVÁ, SOŠ a SOU, Masarykova škola práce,
Tyršova 500, Letovice

ENERGETICKÝ SYSTÉM SOŠ A SOU-MŠP LETOVICE, SPALOVÁNÍ BIOMASY

1. ÚVODEM

Vážení přátelé obnovitelných zdrojů energie, v současné době se většina energie nebo její velká část získává z ropy, zemního plynu, spalováním fosilních paliv, apod. Všichni víme, že tento způsob získávání energie škodí celé planetě, avšak přechod na nové zdroje znamená v mnohém opustit staré zvyky a osvědčené postupy. Energetickou krizi, která se dá v budoucnosti očekávat, můžeme oddálit třemi způsoby:

- Zvýšeným využíváním alternativních zdrojů energie, tj. energie sluneční, větrné, vodní, geotermální či biomasy.
- Získáním energie novým způsobem, např. pomocí slučování jader těžkého vodíku, avšak tento způsob je stále ve stádiu pokusů.
- Úsporami energie – zvýšením účinnosti při výrobě energie a zvýšením účinnosti spotřebičů.

Ze všech těchto způsobů nás nejvíce zaujalo využívání alternativních zdrojů. Již na základní škole jsme o nich slyšeli, ale ani jeden z nás ve skutečnosti neviděl např. spalování biomasy. To jsme ještě netušili, že tento způsob využívání energetických zdrojů je možný ve školním zařízení, a to dokonce přímo v naší škole. Prostřednictvím paní učitelky jsme se setkali s Ing. Jaroslavem Doskočilem, který je ve škole vedoucím technického úseku a zároveň velkým příznivcem využívání obnovitelných zdrojů. Své zapálení přenesl i na nás. Při několika setkáních nám názorně ukázal vše, co nějakým způsobem souvisí s energetikou SOŠ a SOU – MŠP Letovice. Podrobně nám vysvětlil celý princip tohoto systému. Nedovedli jsme si představit, jak velké využití může mít tento zdroj energie a jaké jsou jeho ekonomické výhody.

2. ENERGETICKÝ SYSTÉM SOŠ a SOU – MŠP LETOVICE

HISTORIE

- do roku 1992 parní kotelna (kotle na spalování koksu)
- do roku 1999 plynový kotel PGV 250 kw a dva kotle 125 kw

SOUČASNOST

- hlavním energetickým zdrojem je kotel na spalování biomasy o výkonu 100 kw instalovaný v roce 1999
- dalšími zdroji jsou: - tři kogenerační jednotky o výkonu 3 x 22 kw elektrických a 3 x 45 kw tepelného výkonu
  - dva kusy záložních kondenzačních kotlů 2 x 40 kw
- na tento zdroj je napojena stará a nová budova školy, domov mládeže, sušárna na dřevo a ohřev teplé užitkové vody (dále TUV)
- biomasa je získávána ze školních dílen truhlářů

- větší dřevěný odpad je drcen v drtiči a štěpka je použita jako palivo
- kogenerační jednotky vyrábí el. energii pouze pro vlastní spotřebu – na plný výkon pracují hlavně ve špičce
- tělocvična školy je vytápěna infrazářiči 4 x 30 kw
- vytápění posilovny i šatny školy a příprava TUV je řešena kombinovaným kondenzačním kotlem 1 x 30 kw
- domov mládeže je zásobován teplem z centrálního zdroje pomocí teplovodu ve vzdálenosti 120 m, má přípravu TUV v bojlerech, které jsou vytápěny tímto levným teplem a jako záložní zdroje jsou zde instalovány kondenzační kotle 2 x 43 kw
- všechny zdroje tepla jsou napojeny na el. energii z jednoho odběrného místa tak, aby byly v maximální míře využity kogenerační jednotky
- vytápěné prostory jsou rozděleny do šestnácti regulovatelných úseků, které se na základě údajů z prostorových čidel dají temperovat na požadovanou teplotu v různém časovém období dle momentálních požadavků na provoz
- řídící počítač lze přes modem ovládat dálkově a systém hlásí poruchu na předem určeném čísle či PC, všechny zdroje jsou řízeny z řídícího pracoviště
- v jedné otopné sekci pro učebny je použit solární ohřev TUV
- plocha solárního panelu je 2 m^2 a objem bojleru je 160 l

BUDOUCNOST

- v roce 2006 bude instalován fotovoltaický systém o výkonu 1,2 kw, který bude napojen do současné sítě školy

3. ČÁSTI ENERGETICKÉHO SYSTÉMU

3.1 BIOKOTEL – KWB 100

Topný systém KWB se spodním topením a čištěním kotle byl vyvinut profesorem Raggamem z Výzkumného ústavu pro využívání alternativní energie a zhodnocení biomasy na Technické universitě v Grazu. Jeden z prvních modelů byl předváděn na různých výstavách po celé České republice. Prostřednictvím firmy Biopal-technologie byl tento výstavní model instalován v naší škole. V tomto kotli se spaluje biomasa, jejíž výhodou je nefosilní původ a obnovitelnost. Z hlediska emisí oxidu uhličitého, který je hlavním plynem, způsobujícím tzv. skleníkový efekt, se biomasa chová neutrálně. Zdroje biomasy nejsou extrémně vyčerpány, jde tedy o uzavřený cyklus, kdy je CO_2 uniklý do atmosféry při spalování pohlcen nově dorůstající biomasou, kterou je možno dále energeticky využít.

- ve zmíněném kotli o výkonu 100 kw se spaluje biomasa => dřevěný odpad (piliny, hobliny, štěpka)
- za likvidaci dřevěného odpadu, který se spálí v kotli, by škola v případě ukládání odpadu zaplatila ročně cca 21.600 Kč
- kotel je opatřen elektrickými, spínacími a regulačními prvky a obvody zajišťujícími automatický provoz bez nutné trvalé obsluhy
- spouštění hořáku se provádí jednorázovým ručním zapálením
- po provedení zapálení přejímá regulátor provoz zařízení v závislosti na potřebě výkonu
- palivo je podáváno automaticky

Druhy použitých paliv

- spalovací zařízení KWB je navrženo pro spalování celé řady obnovitelných forem biomasy jako paliva, především:
  - dřevěné štěpky – nutné dbát na maximální velikost 3 cm
  - piliny
  - hobliny
  - zbytky keřů a zelená štěpka
  - pelety
  - proběhly zkoušky spalování šťovíku v podobě štěpky i pelet
- důležitá je správná údržba

3.2 HORKOVZDUŠNÁ SUŠÁRNA NA ŘEZIVO – ŽIČNICA LS-3

- je mobilní sušárna řeziva s robustní kovovou konstrukcí
- objem hráně řeziva – 4,5 m^3
- strop i podlaha sušárny jsou izolovány minerální izolací ve formě pevných desek tloušťky 100 mm
- v sušící komoře je umístěna kolej pro snadné zasunutí vozíku s hrání sušeného řeziva
- pro možnost řízení sušícího procesu je sušárna vybavena zvlhčovacím potrubím, ruční větrací klapkou a hliníkovými teplovodními výměníky
- na boční straně sušárny je umístěn díl s dvěma teploměry pro určení a řízení psychrometrického rozdílu
- na levé straně sušárny je umístěn radiální ventilátor, poháněný klínovými řemeny od motoru upevněného na stropě sušárny

3.3 KOGENERAČNÍ JEDNOTKY TEODOM PLUS 3 x 22 kW

- kromě zemního plynu lze použít i jiné plyny (např. propan, bioplyn, skládkový plyn)
- základem kogenerační jednotky TEODOM Plus 22 je plynový spalovací motor Škoda Š 781.136G, který pohání asynchronní generátor elektrického proudu
- toto soustrojí je pružně uloženo na základovém rámu
- teplo vzniklé ve spalovacím motoru a teplo odebrané z výfukových plynů je odvedeno soustavou výměníků na připojovací potrubí ústředního topení
- výfukové plyny po odebrání tepla jsou odvedeny do komína

3.4 DRTIČ ODPADU DRJ 44/5,5 KW

- drtič je určen pro drcení dřeva
- pohon je realizován elektromotorem o výkonu 5,5 kw
- principem drcení je střih odpadů na hranách nožů, které jsou složeny na pracovních válcích
- drtič je umístěn na stojanu
- násypka je určena pro ruční zakládání odpadu
- váha drtiče je 550 kg

3.5 ŠNEKOVÝ DOPRAVNÍK K ROTAČNÍMU PODAVAČI

- šnekový dopravník je určen k plynulé dopravě sypkého, zrnitého materiálu
- neměla by být překročena maximální velikost štěpky 3 cm

3.6 CENTRÁLNÍ AKUMULAČNÍ NÁDRŽ - OBJEM 6,3 m^3

- tato nádrž slouží k akumulaci tepla od všech energetických zdrojů, tj. kotle na spalování biomasy, kogeneračních jednotek a případně plynových kotlů
- v horní části nádrže se shromažďuje cca 90 °C teplá voda, která je poté odváděna k vytápění budovy školy, domova mládeže a přípravu TUV
- studená voda ze spodní části nádrže slouží k chlazení kogeneračních jednotek

3.7 ZÁSOBNÍK TEPLÉ UŽITKOVÉ VODY – OBJEM 2,5 m^3

- v tomto zásobníku je ohřívána TUV pro potřebu kuchyně a sociálních zařízení školy
- přívod studené vody do zásobníku je veden přes další nádrž, kde je voda předehřívána chladící vodou pro kogenerační jednotky

3.8 ODSÁVACÍ ZAŘÍZENÍ

- je systém potrubí odsávající dřevěný odpad (piliny, hobliny) od všech strojů na obrábění dřeva
- odpad je shromažďován v zásobníku, a teplý vzduch, který je odsáván z prostorů dílen, je vrácen přes filtry zpět do budovy

2 JAKÁ JE NÁVRATNOST SYSTÉMU?

Za uplynulých 7 let náklady na pořízení celého energetického systému činily cca 4,8 milionu korun. V současné době činí roční úspory v nákladech na energie cca 1 milion korun. Návratnost této investice je tedy necelých 5 let.

3 JAK JSME CELÝ SYSTÉM POCHOPILI?

Snad jsme celý princip pochopili správně. V kotli na biomasu, který pracuje celoročně i v době prázdnin, se spálí veškerý dřevěný odpad, který vznikne v dílnách truhlářů naší školy. Pomocí kogeneračních jednotek, které pracují pouze několik hodin denně, se vyrobí jen nezbytně potřebná elektrická energie pro budovu učiliště a domova mládeže. Vzniklé odpadní teplo z kogeneračních jednotek ještě ohřeje vodu, která je dále využívána k ohřevu TUV, vytápění budov a sušárny, čímž dojde i k efektivnějšímu využití zemního plynu. V případě nedostatku tepla se zapne jeden nebo dva záložní plynové kotle. K této situaci dochází pouze v zimě při silných mrazech (cca 3 týdny v roce). Teplo ze všech právě pracujících zdrojů je shromažďováno v akumulační nádrži, která je srdcem celého energetického systému. Množství potřebné elektrické energie, které je třeba vyrobit, je dáno momentální spotřebou školy, přičemž celý proces je automaticky řízen přes dispečerské pracoviště. Takto vyrobená elektrická energie je levnější než energie odebraná přímo ze sítě, zejména v době energetických špiček.

Z důvodů zabránění tepelných ztrát jsou školní budovy a domov mládeže zatepleny 8 cm vrstvou polystyrénu. Zároveň byla vyměněna stará dřevěná okna za plastová s izolačními skly.

4 V ČEM VIDÍME VÝHODY CELÉHO SYSTÉMU?

- spálí se veškerý dřevní odpad
- vyrobí se pouze potřebná elektrická energie
- využije se veškeré vzniklé odpadní teplo

- minimálně se zatíží životní prostředí
- uspoří se finanční prostředky
- nízké provozní náklady
- vysoká účinnost systému
- přesná regulovatelnost

7 CO NÁM PRÁCE VZALA A CO NÁM DALA?

Vypracování této práce nám vzalo především volný čas. Ani jeden z nás toho však nelituje. Celá práce nás totiž obohatila o mnoho nových poznatků, které nám rozšířily naše znalosti v technické a ekonomické oblasti. Rádi bychom poznali školu, která má podobný energetický systém a vyměnili si s nimi názory na daný problém. Myslíme si, že všechny ušetřené finanční prostředky by se měly znovu investovat do dalšího budování tohoto energetického systému. Všichni by tak jistě měli větší motivaci k rozvoji a využívání obnovitelných zdrojů. Ani stát by neměl stát opodál, ale podporovat všechny ty, kteří se touto činností zabývají, neboť vyčerpání klasických energetických zdrojů je neodvratitelné.

8 CO NÁS ZAUJALO, ANEB ZAJÍMAVOST PRO VŠECHNY

Víceleté, vytrvalé rosliny

- mužák prorostlý *Silphium perfoliatum* L.
- jestřabina východní *Galega orientalis*
- topinambur *Helianthus tuberosus* L.
- psineček bílý *Agrostis gigantea* L.
- čičorka pestrá *Coronilla varia* L.
- oman pravý *Inula helenium* L.
- šťovík krmný *Rumex tianshanicus x Rumex patientia*
- sveřep bezbranný *Bromus inermis* Leyss.
- sveřep samužníkovitý *Bromus carharticus* Vahl.
- lesknice (chrastice) rákosovitá *Phalaris arundinacea* L.

Obr. č. 1 – Rostlina šťovíku

Z těchto plodin bylinného charakteru, produkující nedřevní hmotu, jsou nejdůležitější rostliny víceleté a vytrvalé. Jejich výhodou je snížení nákladů na pěstování, kdy není třeba každoročně nově porost zakládat a provádět veškeré kultivační práce.

Foto č. 1 – Semena šťovíku

Další nesporná výhoda vytrvalých rostlin (obdobně jako při zatravňování) je jejich protierozní působení, které se jinak při každoroční orbě může často projevit a poškodit tak půdu a zasáhnout mnohdy negativně i do ekologie celé krajiny.

Ze seznamu uvedených rostlin se jeví jako nejperspektivnější **krmný šťovík** (*Rumex tianshanicus x rumex patientia*), který byl původně vyšlechtěn pro účely krmivářské. Je to kulturní plodina, vyšlechtěná na Ukrajině, křížením šťovíku zahradního a ťjanšanského, označeného Rumex OK 2, pod názvem odrůdy - UTEUŠA.

Fotoč č. 2 - Rostlina šťovíku přivezená do Letovic

Pokud se nesklízí na zeleno, dorůstá výšky až 2 m a vytváří rozvětvenou, robustní rostlinu. Šťovík krmný je vytrvalá plodina, může vydržet na svém stanovišti nejméně 15 až 20 let, což je z hlediska fytoenergetiky velmi výhodné. Tento šťovík je statná vysoká rostlina, která od 2. roku po založení kultury dosahuje spolehlivě výnosu 10 t/ha suché hmoty.

U nás je šťovík známý jako nepříjemný plevel. Šťovík UTEUŠA však nemá s tímto plevelem nic společného. Často se namítá, že jej nelze po zasetí už nikdy z pole odstranit. To bylo vyvráceno při provozním ověřování, kdy po 3letém pěstování byl velmi pěkný vitální porost šťovíku zaorán a bezprostředně po něm byla zaseta ozimá pšenice. Ta vegetovala zcela normálně, bez jakéhokoliv zaplevelení původně pěstovaným šťovíkem. Technologie pěstování šťovíku pro energetické účely je tudíž v ČR již dostatečně propracována a svědčí o jeho značné perspektivě. Šťovík krmný je odolný vůči vymrzání a nemá vyhraněné nároky na stanoviště. Pouze zamokřené půdy s vysokou hladinou spodní vody mu nesvědčí. Snáší dobře i kamenité chudší půdy a není náročný na hnojení. Pro energetické účely se šťovík nesklízí v prvním roce po zasetí. Na jaře ve druhém roce po zasetí šťovík rychle obrůstá a během krátkého období, od dubna do konce května, dorůstá výšky 1,5 až 2 m. Koncem května je zpravidla již v plném květu a začátkem července dozrává.

Sklizeň šťovíku pro energetické účely je třeba provádět ještě před plným dozrání semen, aby se během sklizně semena nevydrolila. To zajistí jednak splnění podmínky pro získání dotace (nepěstovat energetické rostliny na semeno) a hlavně větší výhřevnost sklizené biomasy. Je všeobecně známé, že semena jsou vždy energeticky bohatá. Hlavní sklizeň

Foto č. 3 - Šťovíková štěpka použitá v Letovicích

Foto. č. 4 - Šťovíkové pelety vyrobené a použité v Letovicích

pro energetické účely - pro spalování v kotelnách či zpracování na biopaliva se provádí 1x ročně začátkem července. Šťovík je zpravidla již dostatečně zaschlý, což je pro energetické účely velmi výhodné. Způsob sklizně závisí do značné míry na jeho následném využití. Sklizeň řezačkou se provádí tam, kde se použije pro spalování v kotelně např. společně s dřevní štěpkou. Tato hrubá řezanka je pak určitou obdobou této dřevní štěpky.

Lisování do balíků má přednost tam, kde se šťovík bude spalovat v kotelně zařízené na spalování slámy. Šťovík lze využívat též pro výrobu standardních fytopaliv, jako jsou biobrikety, nebo drobné peletky. V tom případě je vhodná sklizeň řezačkou, za vzniku hrubé řezanky, která se po případném smísení s určitým podílem dřevní hmoty (např. pilin) dosuší, rozdrtí a slisuje na požadovaný tvar, na brikety či pelety.

Pro potřeby energetického využití je nutné znát i charakteristiku šťovíku (a dalších rostlin) z hlediska energetické výhřevnosti.

Komentář k výsledkům měření

- šťovík se chová jednoznačně jako velice kvalitní palivo, oproti slámě dosahuje vyššího výkonu a lepšího spalování;
- vykazuje lepší vlastnosti proti drcení na rozdružovadle, je křehčí;
- je vhodnější pro šnekovou dopravu, neucpává šneky
- i při vyšší vlhkosti cca do 30 % je dobře spalitelný (sláma je spalitelná do 20 %)

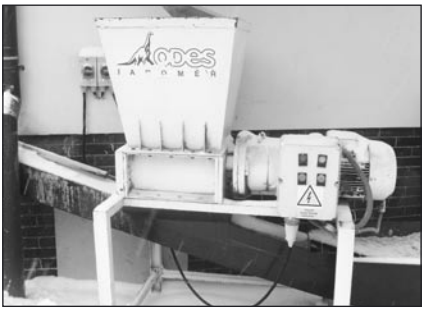
Výsledky z kotelny Bouzov a Žlutice - kotel Verner-Golem 1800

Palivo	Teplota v komíně	Výkon kotle
dřevo	230 °C	1 800 kW
šťovík	225 °C	1 900 kW
sláma	180 °C	1 400 kW

Ze závěrů těchto provozních spalovacích zkoušek (podle firmy Verner) vyplývá, že se dle prvních zkušeností jedná o velice zajímavé a perspektivní palivo a budou je i nadále testovat. Tyto provozní zkoušky plně potvrdily již dřívější laboratorně zjištěné výsledky v Ústavu pro výzkum a využití paliv - Běchovice. Zde bylo rovněž zjištěno, že vlastnosti šťovíku jako paliva se podobají dřevu. Energetický šťovík je tudíž již v současné době hodnocen jako velice perspektivní rostlina, poskytující zdroj obnovitelné energie, proto jeho porosty budou mít v ČR velký význam. Pěstování energetických rostlin má pro zemědělce nespornou výhodu, neboť nekonkurují na trhu potravin, takže tato „zelená energie“ má pak zajištěn plynulý odbyt. Zavádění energetických plodin do systému zemědělské praxe není snadnou záležitostí. Jedná se o zcela nové druhy rostlin a neznámé způsoby jejich uplatnění. Pro produkci „energie z polí“ je nezbytné nalézt odbyt. Nejvhodnější je k tomu biokotelna, umístěná v okolí pěstitelských ploch. Další varianta návaznosti na produkci energetické biomasy je vybudování briketárny či peletárny, kde jsou takto vyráběny nové typy fytopaliv. Je samozřejmé, že pro naše zemědělce to jsou rostliny zcela nové, netradiční, a tak je pochopitelný jen pozvolna se rodící zájem, při překonávání značného konservatismu. Z hlediska vývoje zemědělství i ve vztahu k EU se ale budou výhody nepotravinářských plodin stále více prosazovat a zájem o jejich pěstování jistě poroste.

Závěr

Zemědělská krajina doznala v posledních letech značných změn, a to pozitivních, ale i negativních. Obecnou snahou nás všech musí být soustavná péče o krajinu včetně nových přístupů hospodaření na půdě, a proto chceme přispívat k těmto změnám konkrétními návrhy a zkušenostmi. Tradiční zemědělská výroba bude zřejmě i nadále stále více nahrazována nepotravinářskými plodinami. Zavádění programu pěstování energetických rostlin může proto být jedním z významných příspěvků v tomto složitém procesu proměn venkovské krajiny.
http://biom.cz/index.shtml?x=102849



Zásobníky na dřevní odpad

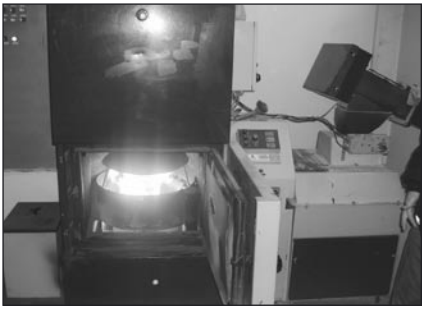
Drtič odpadu DRJ 44

Zásobník biomasy

Šnekový dopravník

Hořák biokotle KWB 100

Biokotel KWB 100



Centrální akumulační nádrž

Strojovna s kogeneračními jednotkami

Ovládací panel biokotle KWB

PROHLÁŠENÍ

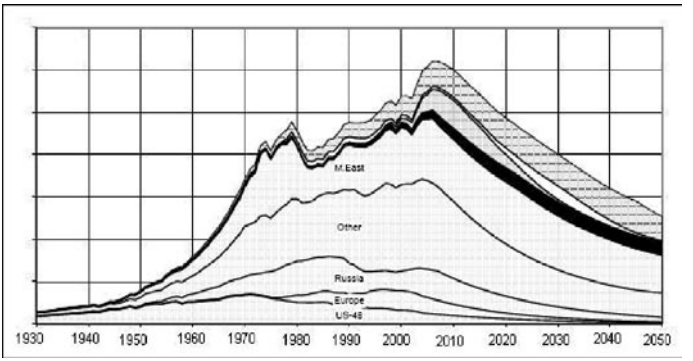
Čestně prohlašujeme, že jsme tuto práci vypracovali samostatně na základě osobních rozhovorů s panem Ing. Jaroslavem Doskočilem, vedoucím technického úseku školy, a využitím poznatků získaných z materiálů, prospektů a technické dokumentace, které nám zapůjčil. Zajímavost byla vypracována na základě informací získaných na internetu. Práce byla konzultována s koordinátorkou práce.

Pavel AXMAN, SOŠ a SOU, Masarykova škola práce Tyršova 500, Letovice

TEPELNÉ ČERPADLO

ÚVOD

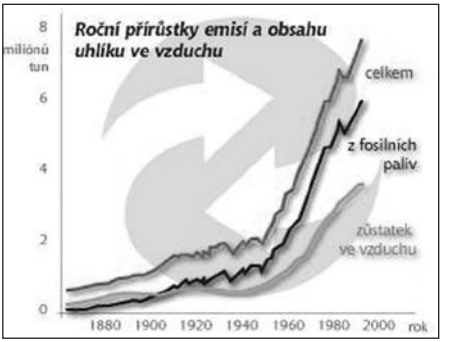
Dnes, kdy ceny energií stoupají, a předpokládá se, že nadále stoupat budou, si mnozí lidé uvědomují, že by bylo správné začít šetřit. To nejen vlastní finance ale i životní prostředí, které je zvláště v poslední době zatěžováno jedovatými plyny fosilních paliv. Ale i jejich zásoby se ztenčují a energie se bude se muset čerpat z jiných zdrojů. Nejedná se ale pouze o jejich zásoby ale i o již zmíněný dopad na přírodu.



Předpokládaný průběh těžby ropy

Proč ekologické zdroje

Příroda a lidé jsou velmi zatěžováni vedlejšími produkty spalování fosilních paliv. To jsou mimo jiné skleníkové plyny, které způsobují rychlejší oteplování planety a z toho plynoucí tání ledovců a další ekologické problémy. Dále prach a plyny způsobující různé nemoci např. astma způsobené smogem ve městech.Abychom nebyli sami proti sobě a proti přírodě ve které žijeme bychom měli začít myslet také na generace které přijdou po nás, aby žily alespoň v relativně čistém prostředí.



Přírůstky emisí a obsahu uhlíku ve vzduchu

Možností, jak zajistit udržitelný rozvoj jsou alternativní zdroje energie. Ty využívají obnovitelných zdrojů energie. To je např. vítr (větrné elektrárny), slunce (solární kolektory),tok vody (vodní elektrárny), geotermální

teplo (tepelná čerpadla), biomasa atd. Dále je vhodné se věnovat šetření energií a to formou tepelných izolací objektů, používáním úsporných elektropřístrojů, atd. Já jsem se rozhodl Vás seznámit s tepelnými čerpadly.

Historie, princip a užití TČ

Princip TČ zná lidstvo déle jak 150 let, kdy William Thomson (lord Kelvin) zformuloval základy termodynamiky. Druhý. termodynamický zákon praví, že není možno sestrojit periodicky pracující stroj, který by konal (kladnou) práci pouze tím, že by ochlazoval tepelnou lázeň. První tepelné čerpadlo sestrojil v podstatě náhodou americký vynálezce Robert C. Webber na konci čtyřicátých let minulého století. Právě když prováděl pokusy s hlubokým zamrazením, dotkl se omylem výstupního potrubí mrazícího přístroje a popálil si dlaň. To ho přivedlo na myšlenku propojit výstup z mrazáku s bojlerem na teplou vodu. Jelikož měl ale stále přebytek tepla, napojil horkou vodu na potrubní smyčku a pomocí malého větráku začal vhánět teplý vzduch do domu. Následně zkusil úspěšně čerpat teplo ze země pomocí zemních kolektorů. A jelikož ho výsledky velmi příjemně překvapily, v následujícím roce již prodal svůj starý kotel na uhlí. Jedno z prvních TČ bylo použito r.1936 k vytápění curyšské radnice ve Švýcarsku. V té době se poprvé objevila nutnost racionálního využití energie. K růstu zájmu o vytápění TČ došlo začátkem 70. let 20. století v důsledku zvýšení cen paliv. Před patnácti roky byla TČ v ČR raritní záležitostí pár nadšenců kdy existovalo jen několik kusů vyrobených buď v ČKD nebo zkonstruovaných podomácku, která fungovala na benzin či naftu. Dnes se u sériově vyráběných TČ používá k pohonu výhradně elektřina. TČ je energetické zařízení které je schopno zhodnotit relativně nízkou teplotu (nízkopotencionální teplo – NPT) a převést je na (vyšší teplotní hladinu) teplo kterým lze vytápět objekt nebo ohřívat vodu (vysocepotenciální teplo – VPT).

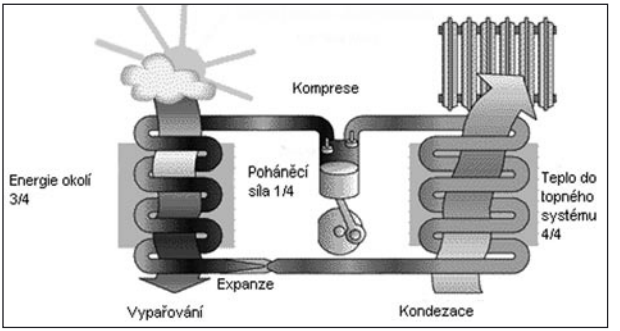


Schéma principu TČ

Chladivo (látka, která koluje v TČ) odebírá ve výparníku teplotu okolí (NPT - voda, vzduch, země) a mění skupenství z toho plyne, že se musí jednat o látku, která má nízkou teplotu varu a velmi lehce se odpařuje. Plynné chladivo je následně stlačeno v kompresoru, při čemž se zvýší jeho teplota asi na 80°C (VPT). Takto zahřáté chladivo pomocí druhého výměníku předá teplo k libovolnému využití v objektu. Ochlazené chladivo v topném

okruhu pak putuje přes expanzní ventil, který zajišťuje množství chladiva vypouštěného nazpět, k druhému výměníku pro další ohřátí. Tento koloběh se neustále opakuje. Výkon TČ se udává v kw (pro představu k vytápění běžného RD je třeba kotel o výkonu asi 20 kw) a jeho účinnost pomocí topného faktoru. To je poměr mezi získanou tepelnou energií a energií dodanou. Hodnota topného faktoru se většinou pohybuje od 3 do 4,5 - podle toho za jakých podmínek TČ pracuje. Čím nižší je výstupní teplota, tím vyšší je topný faktor. Ideální pro tepelné čerpadlo je například podlahové vytápění, které provozujeme při teplotách kolem 35°C, a při tom je v domě dostatek tepla. Topný faktor nám tedy ukazuje kolikrát méně tepla spotřebujeme než přijmeme. Například při tepelném výkonu 12 kW nám klasický elektrokotel za jednu hodinu spotřebuje 12 kwh energie. Tepelné čerpadlo s topným faktorem 4 za stejnou domu spotřebuje pouze 3 kWh. TČ se používají k vytápění jak malých objektů (výkon TČ asi 4 kw) tak i do velkých vil (výkon TČ asi 36kw). Také je možné vyrobit TČ na míru. Pro objekty s velkou tepelnou ztrátou jsou konstruována velice výkonná tepelná čerpadla vzduch/voda a to až do výkonu 600 kw. V dnešní době je možno si k TČ přikoupit další zařízení např. vylepšené ovládání teploty, ovládání přes počítač či mobilní telefon pomocí SMS atd.

DĚLENÍ TČ

země - voda

Toto TČ odebírá teplo ze země a převádí je do vody. Možnosti odebírání tepla jsou:

a) z hlubinného vrtu. TČ odebírá teplo z vrtu. V něm jsou zasunuty plastové sondy naplněné nemrznoucí směsí, která přenáší teplo mezi zemí a TČ. Pro běžný rodinný dům se provádí vrty v hloubkách 50 - 120 m. **Výhody:** Stabilní teplota zdroje tepla z vrtu, vysoký topný faktor, lze instalovat ve většině lokalit v ČR. **Nevýhody:** Vyšší pořizovací náklady (cena vrtu).

b) z plochy. TČ odebírající teplo z plochy. Na ploše jsou asi v metrové hloubce a metrové rozteči zakopány plastové hadice naplněné nemrznoucí směsí, která přenáší teplo mezi zemí a TČ.

Řešení odběru tepla z vrtu

Řešení odběru tepla z plochy

Pro běžný rodinný dům je zabraná plocha pozemku 200 až 400m$_2$. **Výhody:** Nižší investiční náklady v porovnání s termovrty, vysoký topný faktor, lze instalovat ve většině lokalit v ČR. **Nevýhody:** Nelze instalovat u objektů s malým pozemkem, na ploše s kolektorem nelze stavět a dochází k ovlivnění vegetace, tuto nevýhodu lze však minimalizovat

voda – voda

Toto TČ odebírá teplo z vody a převádí je do vody. Možnosti odebírání tepla jsou:

a) ze studny. TČ odebírá teplo ze spodní vody. Spodní voda je vyčerpávána ze studny, v TČ je ochlazena a pak zavedena do druhé vsakovací studny. Pro běžný rodinný dům musí mít studna garantovanou vydatnost přibližně 0,5l/s (43 000l/den). **Výhody:** Nízká pořizovací cena v porovnání s termovrty, velmi vysoký topný faktor. **Nevýhody:** Spodní voda musí mít teplotu min. 7 °C a musí vyhovět její chemický rozbor. Větší riziko poruch, nutnost instalace a čištění filtrů.

Řešení odběru tepla z plochy

b) z rybníka. TČ odebírá teplo z povrchové vody. Na dně jsou položeny plastové hadice se zátěžemi, naplněné nemrznoucí směsí, která přenáší teplo mezi vodou a TČ. Pro běžný rodinný dům je potřebná plocha 150 až 350 m^2. **Výhody:** Nižší investiční náklady v porovnání s termovrty a plošnými kolektory, vysoký topný faktor. **Nevýhody:** Riziko poškození potrubí v případě povodně, výlovu atd. Ohrožení života v rybníce (nepřirozená teplota).

Řešení odběru tepla z plochy

vzduch – voda

Toto TČ odebírá teplo ze vzduchu a převádí je do vody. TČ odebírá teplo z venkovního nebo odpadního vzduchu do teplot až -10 °C. TČ je ohřívána topná voda až na 55 °C. **Výhody:** Nižší pořizovací cena, rychlá a levná instalace. **Nevýhody:** Nižší topný faktor, kratší životnost v porovnání s čerpadly země-voda, hlučnost, pokles výkonu při nízkých venkovních teplotách.

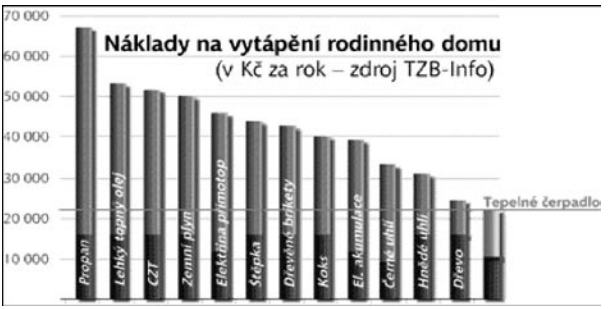
vzduch - vzduch

Toto TČ odebírá teplo ze vzduchu a převádí je do vzduchu. TČ odebírá teplo z venkovního nebo odpadního vzduchu bez omezení venkovní teplotou. Je napojeno na vzduchotechniku domu. **Výhody:** Nízká pořizovací cena, možnost chlazení v létě, odvlhčování, čištění vzduchu. **Nevýhody:** Je možné vytápět jen jeden prostor, nižší výkon.

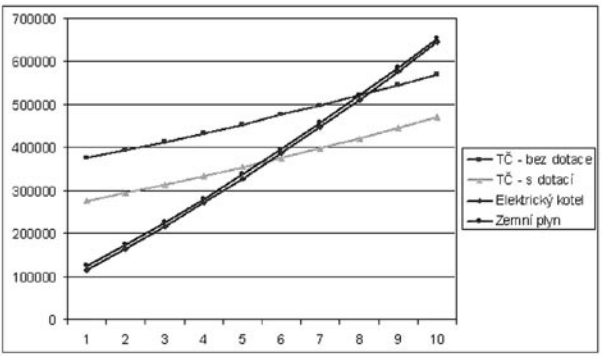
Jak vidíme TČ fungují různě a každý si může vybrat jaké mu vyhovuje a podle podmínek, které má k dispozici.

Přínosy, výhody a nevýhody

Nespornou předností TČ je nezávislost na cenách energií – plyn, elektřina, popřípadě uhlí. Jakékoliv zdražování se uživatele dotkne jen minimálně a to provozem kompresoru v TČ. A vytápění TČ je v porovnání s ostatními způsoby nejlevnější. Právě pro tyto přednosti se TČ začínají prosazovat. Může také dojít k úsporám ze strany elektrické energie a to proto, že každému, kdo si pořídí tepelné čerpadlo, přidělí rozvodné společnosti velmi výhodnou dvoutarifní sazbu dodávky elektrické energie nejen pro TČ, ale pro celou domácnost. Další přínos TČ vidím ekonomickém využívání energie a to jak elektrické tak energie přírodní, která je ekologická a nezatěžuje životní prostředí. Lépe řečeno v jejich kombinaci. TČ ušetří až 80% nákladů za energie. Svými nízkými provozními náklady přináší TČ uživateli velké úspory a tím zajišťuje rychlejší návratnost investice. Ta je ale závislá na vícero faktorech – od porovnání proti kterému zdroji tepla (plyn, uhlí nebo topné oleje), používaný zdroj tepla (NPT), výběr TČ, tepelné ztráty vytápěného objektu, po množství přijatých dotací atd. Obecně se návratnost pohybuje kolem sedmi let.



Porovnání nákladů na vytápění.



Příklad návratnosti běžného TČ s porovnáním.

Další výhodou je velmi levná klimatizace, ta je u některých TČ nejen možná ale oproti běžné klimatizaci také velmi levná. Největší nevýhodou je velmi vysoká pořizovací cena a to nejen samotného TČ ale i přidružených položek jako jsou např. vrt, montáž či regulační zařízení.

Finance

Největší překážkou pro pořízení TČ jsou finance. Počáteční náklady na pořízení TČ se totiž pohybují v řádu statisíců. Jelikož je v zájmu státu a ministerstva životního prostředí aby se snižovaly škodliviny v ovzduší poskytují se na TČ finanční prostředky a to jak dotace tak i velmi výhodné půjčky. Dotace lze žádat od několika organizací a to od Státního fondu životního prostředí pro fyzické osoby, Státního fondu životního prostředí pro neziskové organizace, Státního fondu životního prostředí pro právnické osoby a od Magistrátu hl.města Prahy. Dotace pro fyzické osoby na TČ je max. 30% a do výše max. 100 000,- Kč.

Hodnocení

TČ hodnotím jako zdroj tepla, který má budoucnost pro jeho nesporné výhody a to především pro svůj ekologický a ekonomický provoz. Také má relativně krátkou návratnost oproti jiným alternativním zdrojům jako např. biomase. Je však třeba si předem porovnat všechna pro a proti, aby mě TČ následně nepříjemně nepřekvapilo svými výkony. Proto je třeba si obstarat návrh TČ na konkrétní objekt. Je to velmi individuální záležitost. Také bychom měli pamatovat, že uváděný výkon, je výkon za ideálních podmínek a ty nejsou vždy k dispozici. Neměli bychom spoléhat na dotace protože na ně není právní nárok a bývá je trochu složitější vyřídit. V objektu, vzhledem k tomu že se jedná o alternativní zdroj, musíme mít ještě jiný zdroj tepla. Může to být třeba elektrický kotel. Je také vhodné doplnit TČ akumulační nádrží, která zajišťuje plynulý chod TČ – ta odebírá teplo, když není třeba a dodává je zpět v době potřeby zpět. Akumulační nádrž tímto způsobem šetří kompresor od přebytečných startů které mu snižují životnost. Ta je asi 40 000 hodin a tak je potřeba jej měnit. Životnost ostatních částí se přirovnává k životnosti objektu. Někdy však firma zanikne a je pak problém sehnat náhradní díly. Mnozí lidé se také domnívají, že TČ není určeno pro větší objekty. To je však omyl, TČ lze vytápět i velké objekty jako třeba školy a provozy. Druhy TČ se dají také různě kombinovat a doplňovat např. kombinace využívání tepla odpadního vzduchu a tepla z plošného kolektoru zásadně zefektivňuje účinek tepelného čerpadla. Teplo z odpadního vzduchu je maximálně využito. Když není potřeba vytápět nebo ohřívat vodu, je nadbytečné teplo z větracího vzduchu uloženo do podzemní smyčky. Díky tomu je teplota zemního kolektoru stále vysoká a tepelné čerpadlo pracuje celoročně s vysokým topným faktorem. Abychom dosáhli co nejvyšších výkonů je také velmi vhodné využít všech možností k ohřevu chladiva např. mrazírny a chladírny, teplo ze sušiček atd. Používání TČ hodnotím jako docela nedostatečné – nemají ho ani ti co by ho mít mohli. Když je k dispozici takový zdroj energie je zapotřebí se vážně zamyslet nad jeho výhodami a nedávat ho do tzv. pytle s jinými alternativními zdroji energie se slovy „to se jim přece nemůže vyplatit“ či „to není pro nás“. Je načase se zajímat o ekonomické a ekologické zdroje a začít myslet do budoucnosti. Nemůžu však souhlasit s názorem, že je třeba rapidně zvyšovat cenu fosilních paliv, aby byli lidé nuceni topit ekologicky. Z jednoho prostého důvodu – jsou i lidé co si tyto zdroje opravdu nemohou dovolit a jsou plně závislí na fosilních palivech, která jsou pro ně nejdostupnější. Je však i teď mnoho lidí, co o vytápění TČ moc neví a mohli by si je pořídit. Právě na tuto skupinu je třeba zamířit propagaci

TČ např. formou reklam či propagačních materiálů. Bylo by také vhodné, kdyby se zvýšila poptávka, následně by vznikla větší konkurence, snížily by se ceny a trh by se pročistil od nekonkurenceschopných firem. V posledních letech poptávka sice trochu roste, ale ještě dlouho nebude dost kvalitních a čistých zdrojů, které by pokryly velkou část poptávky po energiích.

Každý můžeme pro ekologii něco udělat, a i když to bude třeba i ta nejmenší věc, tak to má smysl. Třeba proto že někoho tím přesvědčíme, aby udělal něco většího. A neměli bychom se schovávat za ostatní lidi, ale něco prostě bez naděje na momentální prospěch udělat. Třeba proto, že to pomůže někdy jindy, někomu jinému. Doufám tedy, že tato práce bude alespoň tím malým, co můžu zatím udělat.

Přílohy:

Pro představu o cenách přidávám část ceníku TČ firmy IVT.

Ceny jsou uvedeny bez DPH
V cenách tepelných čerpadel je obsaženo pojištění pro pětiletou záruku
Obvyklé dodací termíny jsou 4 - 6 týdnů
Platnost od 14.2.2005 do odvolání
Z uvedených cen je poskytován rabat dle obchodních smluv

Tepelná čerpadla vzduch / vzduch					
IVT Nordic INVERTER			tepelné čerpadlo / klimatizace		**52 000 Kč**
Tepelná čerpadla odpadní vzduch / voda					
IVT Twin 495			6 kW elektrokotel		**199 000 Kč**
IVT Twin 495			9 kW elektrokotel		**199 000 Kč**
IVT Twin 495			13 kW elektrokotel		**203 000 Kč**
Tepelná čerpadla vzduch / voda					
			Venkovní díl	**vnitřní díl**	**celkem**
IVT Optima	500		37000	112000	**149 000 Kč**
IVT Optima	1000		67000	191000	**258 000 Kč**
IVT Optima	1300		75000	191000	**266 000 Kč**
IVT Greenline	C 6 Plus		výstup 65 °C		**207 000 Kč**
IVT Greenline	C 9 Plus		výstup 65 °C		**218 000 Kč**
IVT Greenline	E 6 Plus		výstup 65 °C		**177 000 Kč**
IVT Greenline	E 9 Plus		výstup 65 °C		**189 000 Kč**
IVT Greenline	E 14 Plus	EK 9 kW	výstup 65 °C		**225 000 Kč**
IVT Greenline	E 14 Plus	EK 15,7 kW	výstup 65 °C		**239 000 Kč**
IVT Greenline	E 17 Plus	EK 9 kW	výstup 65 °C		**232 000 Kč**
IVT Greenline	E 17 Plus	EK 15,7 kW	výstup 65 °C		**249 000 Kč**
Tepelná čerpadla země / voda					
IVT Greenline	D20				**306 000 Kč**
IVT Greenline	D25				**324 000 Kč**
IVT Greenline	D40				**399 000 Kč**
IVT Greenline	D55				**612 000 Kč**
IVT Greenline	D70				**663 000 Kč**
IVT Greenline	E20 - 18 kW				**344 000 Kč**
IVT Greenline	E20 - 9 kW				**329 000 Kč**

IVT Greenline	E25 - 27 kW		**363 000 Kč**
IVT Greenline	E25 - 9 kW		**348 000 Kč**
IVT Greenline	G21	R 600 + čerpadla	**369 000 Kč**
IVT Greenline	G26	R 600 + čerpadla	**399 000 Kč**
IVT Greenline	G35	R 600 + čerpadla	**588 000 Kč**
IVT Greenline	G43	termostat, bez čerpadel	**567 000 Kč**
IVT Greenline	G45	R 600 + čerpadla	**677 000 Kč**

Dále v příloze uvádím seznam některých firem, která dodávají TČ a popřípadě i jiné alternativní zdroje.

Master Therm CZ s.r.o. - www.mastertherm.cz,
TEPELNÁ ČERPADLA IVT s.r.o. - www.cerpadla-ivt.cz
TC MACH, s.r.o. - www.tcmach.cz
Alphatec-CZ s.r.o. - www.alpha-innotec.cz
PZP KOMPLET a.s. - www.pzp.cz
REGULUS spol. s r.o. - www.regulus.cz
Siemens - www.siemens-tepelnacerpadla.cz
ALTERM, spol. s r.o. - www.alterm.cz
NIBE Industrier AB - www.nibe-cz.com

Závěr: V textu byly použity materiály: Master Therm CZ s.r.o.

TEPELNÁ ČERPADLA IVT s.r.o., www.tzb-info.cz, cs.wikipedia.org/wiki
Spolupracovali: ING. MARIE NEŠPOROVÁ a ING. ANDREA JEŽKOVÁ

Ondřej VRÁNA, SOŠ a SOU, Masarykova škola práce, Tyršova 500, Letovice

VĚTRNÁ ELEKTRÁRNA

V úvodu mé práce se zamýšlím nad vývojem vztahu člověka a přírody. Asi před 40 tis. lety, kdy se na Zemi objevil člověk, bylo narušováno okolní prostředí jen minimálně. Vliv člověka lovce byl jen lokální, dočasný a vratný. První zlom způsobu života člověka nastal před 10 –12 tis. lety v období pěstování plodin a ochočování zvířat. Změny v prostředí jsou již rozsáhlejší a mnohdy nevratné. Poslední období vývoje lidské společnosti, období industriální započaté průmyslovou revolucí asi před 300 lety umožňuje člověku působit změny trvalé, dlouhodobé a v rozsahu globální. Lidská civilizace je tak na začátku 21. století postavena před řadu problémů. Jejich příčiny, důsledky nebo možnosti řešení jsou celosvětovou záležitostí. Takové problémy označujeme tedy jako globální.

1 EKOLOGICKÉ OTAZNÍKY

Hospodářská činnost

Rozvoj moderního průmyslu je nezbytný, kromě užitku, však lidem přináší i starosti. Dochází k rozporu mezi potřebami společnosti a nároky na zachování stavu životního prostředí. Mezi největší znečišťovatele patří – tepelné elektrárny, závody černé a barevné metalurgie, cementárny, koksárny, rafinerie ropy, chemický průmysl. Polovinu škodlivých zplodin vypouštěných do ovzduší mají na svědomí automobily. Zemědělství změnilo ráz krajiny. Změnu krajiny ovlivňuje neustále stoupající spotřeba nerostných surovin, jejichž předpokládané vyčerpání se dá očekávat v několika desítkách let.

Globální problémy

Za globální jsou dnes pokládány:

- *změny klimatu, oteplování atmosféry*
- *ztenčování ozónové vrstvy*
- *ohrožení biologické diversity*
- *růst populace*

Ačkoliv nejde o typicky globální problémy, díky své vážnosti se jako problém s dalekosáhlým dopadem označují též:

- *devastace půd*
- *kontaminace vod*
- *produkce odpadů*
- *růst spotřeby a vyčerpání zdrojů*

Alternativní možnosti

Tyto problémy mě nutí zamyslet se nad možnými způsoby řešení. Těmi jsou vedle komplexního a ekologického využívání těžených nerostných surovin především alternativní zdroje výroby elektrické energie.

- *Sluneční energie*
- *Vodní energie*
- *Geotermální energie*
- *Biomasa*
- *Větrná energie*

2 VĚTRNÁ ENERGIE

Energie větru – historie, současnost

Větrná energetika má dlouhou historii a již v dávných dobách se budovaly větrné mlýny. Dnešní moderní doba nejprve nahradila energii větrných mlýnů energií elektrickou a později přišla s nápadem elektrickou energii vyrábět pomocí větrných mlýnů. Zřejmě první elektrický generátor poháněný větrnou turbínou byl uveden do provozu roku 1890 v Dánsku.V současné době jsou nejrozšířenější elektrárny s vodorovnou osou otáčení, na vztlakovém principu, kdy vítr obtéká lopatky, které svým tvarem připomínají leteckou vrtuli. Moderní elektrárny mají většinou tři lopatky, užívají se ale i typy s jedním nebo dvěma listy. Tento způsob získávání energie je v současnosti velmi aktuální například v Nizozemí, Německu, Dánsku a Kalifornii v USA. Naopak v ČR se energie získané větrem zatím moc nevyužívá. Je to dáno jednak tím, že neduhem větrné energetiky je časově nestálý zdroj a ač vítr fouká zadarmo je výroba elektřiny větrem poměrně nákladná. Je to způsobeno tím, že malá koncentrace větrné energie vyžaduje k dosažení potřebného výkonu velké množství jednotlivých motorů, což znamená velké počáteční investice a drahou údržbu.

Z hlediska ekologického – velká spotřeba kvalitního materiálu na výrobu zařízení, estetické narušení krajiny a značný hluk. Podle mého názoru i přes všechny nevýhody mnou zmíněné převažují u větrných elektráren klady. Předností větrné energetiky je zejména to, že vítr je ekologickým zdrojem energie bez jakýchkoli odpadů, energie větru je obnovitelná a nevyčerpatelná, technologie je lehce zbudovatelná, po skončení provozu je lehce likvidovatelná bez stop v krajině.

Meteorologické podklady

Z hlediska využívání větrné energie je nejdůležitějším faktorem rychlost větru, neboť má největší vliv na celkový i využitelný výkon větru. Kriteria pro posouzení lokality závisí na typu elektrárny, kterou zamýšlím instalovat, tj. zda se jedná o malý autonomní zdroj či elektrárnu napojenou na síť. U malých elektráren je možné se spolehnout na odborný odhad, tj. z nadmořské výšky, charakteru krajiny zda se jedná o krajinu otevřenou, kde by pro elektrárnu byly dostatečné větrné podmínky aby se nám její provoz vyplatil, je také nutné zmapovat místní jevy (např. tvar stromů). Dále je nutné znát stanovisko orgánů ochrany přírody, rozpočet stavby, způsob financování stavby atd. Je vhodné si vyžádat odborné stanovisko a také výpis z větrné mapy ČR. Pro větší projekty (pro elektrárny napojené na elektrovodnou síť) je nezbytné měření rychlosti větru přímo v dané lokalitě a to registračním anemometrem. Ze získaných zdrojů jsem se dozvěděl, že měření by mělo být aspoň šestiměsíční nejlépe však roční. Rychlost větru se měří obvykle ve výšce 10 m. U velkých projektu je třeba provádět měření přímo v ose rotoru, případně na několika vybraných místech. Dále je třeba upozornit investora na existenci řady dalších podmínek, jako např. optimální umístění elektrárny vzhledem k vzdálenosti elektrického vedení, případně vzhledem k objektu, který bude elektřinu odebírat, umístění lokality (stavba v CHKO velmi komplikuje povolovací řízení), přístupnost pro stavební mechanizmy, estetické hledisko atd.

Technologické podklady

Úkolem je posoudit, zda navrhovaný typ větrné elektrárny a její provedení je vhodné pro danou lokalitu. Je třeba postupovat podle následujících hlavních dílů elektrárny:

- rotor (osa rotace, pevné listy, počet listů)
- hlavní převodová skříň
- spojka
- brzdy rotoru
- generátor
- zařízení k natáčení strojovny
- strojovna větrné elektrárny
- stožár větrné elektrárny
- základy větrné elektrárny
- silnoproudý a řídící obvod větrně elektrárny

Dále je potřebné od výrobce získat výkonovou křivku , kde na vodorovnou osu se uvádí rychlost větru v m/s a na svislou osu okamžitý elektrický výkon v kW. Důležitý je i způsob elektrického zapojení větrné elektrárny:

- prodej veškeré vyrobené elektrické energie do elektrorozvodní sítě
- vlastní spotřeba elektřiny a prodej přebytků do sítě
- kombinace větrné elektrárny s dieselagregátem
- použití měniče a akumulátorů

3 VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY

V **zahraničí**

Nejdále ve využití energie větru pokročili američtí odborníci. Už koncem minulého století pracovalo v USA kolem šesti milionů malých větrných elektráren, čerpadel a dalších zařízení a země má mnoho rozlehlých oblastí s velmi dobrými větrnými podmínkami. Platí to především o Kalifornii, kde vznikla celá pole větrných elektráren - větrné farmy. Technologii větrných elektráren se podařilo nejdále dovést v Dánsku.

V České republice

Jak už jsem zmínil v úvodu na území ČR se větrná energie využívala v minulosti ve větrných mlýnech. První větrné elektrárny vznikaly koncem 80. let minulého století. Jejich rozkvět proběhl v letech 1990-1995, od té doby stagnuje. Velmi mě zarazilo že velké procento ze všech 24 větrných elektráren postavených na našem území od roku 1995 patří do skupiny s nevyhovující nebo vysoce poruchovou technologií, téměř srovnatelné procento větrných elektráren bylo vybudováno v lokalitách s nedostatečnou zásobou větrné energie. V ČR větrné elektrárny leží většinou v chráněných krajinných oblastech, kde je zakázáno stavět. Na našem území je velmi málo lokalit, kde by se daly větrné elektrárny postavit, ale hlavně, kde by splňovaly svůj úkol. Jednou zmála takto příhodných lokalit je horské pohraniční pásmo a oblasti Českomoravské vrchoviny.

4. VĚTRNÁ ENERGIE S OTAZNÍKY

Jsem velkým příznivcem využívání větrné energie. Jsem jen proti tom, aby byl tento zdroj využíván na úkor naší přírody. V minulosti, jak už jsem zde několikrát zmínil, bylo po-

užívání větrných mlýnů celkem běžně. Mezi mlýny a současnými větrnými elektrárnami je ale velký rozdíl. Mlýny podle mého názoru do přírody zapadly. Přírodu nijak nehyzdily, naopak staly se její součástí a tento způsob se mi velice líbí. Zatímco současné větrné elektrárny částečně narušují vzhled krajiny. Je tedy nutno vědět o případných negativních důsledcích.

Negativní důsledky podpory větrných parků

- ***Ekologické hledisko***. Zamýšlená stavba větrných elektráren na hřebenech Krušných hor znamená narušení vzhledu krajiny a rušivý efekt pro ptactvo (infrazvuky) i lidi v okolí (znehodnocení pozemků)
- ***Energetické hledisko***. Česká republika více než čtvrtinu elektřiny vyváží, budování dalších energetických kapacit větrné energetiky je tedy zbytečné. Logičtější by samozřejmě bylo spořit energii.
- ***Technické hledisko***. Vzhledem ke kolísání větru je nutno mít rezervu výkonu pro případ bezvětří nebo jakékoliv poruchy. „Klasické“ zdroje, stejně neubudou, ale musí být v pohotovosti, aby mohly včas „zaskočit“.

6 ZÁVĚR

Nechci, aby to vypadalo, že nejsem pro to, aby se větrné elektrárny u nás rozšiřovaly, chci jen aby bylo bráno v úvahu jaký dopad to bude mít na naši krásnou krajinu. Je mi jasné, že je těžké rozhodovat o umístění větrně elektrárny na takovém místě, které by bylo vyhovující pro získání dostatečného množství energie a zároveň vhodné pro obraz přírody. Zvláště když u nás povětrnostní podmínky nejsou nijak dobré, ale nechci aby naše příroda vypadala např. jako v Německu, kde je těchto elektráren někdy až příliš. Může se stát, že se člověk bude chtít pokochat krajinou, ale v obzoru mu bude překážet vyčnívající stožár. A proto se mi jako špatný nezdá být nápad, získání energie z větru větrných mlýnů. Bohužel je to zřejmě z finančních důvodů nereálné. Ovšem lepší, než mít přírodu úplně zdevastovanou od využívání fosilních paliv je asi lepší větrné elektrárny do přírody umístit a přírodu ochránit.

7 POUŽITÁ LITERATURA

Časopis – Geografické rozhledy, Přírodovědecký časopis Vesmír, Václav Mezřický a kolektiv: Základy ekologické politiky, www.ielektro.cz, www.altrnativni-zdroje.cz

Roman VRTEK, SPŠ elektrotechnická, G. Svobody 2, Mohelnice

MALÁ VODNÍ ELEKTRÁRNA LOŠTICE

Slovo úvodem

Nejlepší by bylo začít tím, co to vlastně malá vodní elektrárna je. Za malou vodní elektrárnu se považují elektrárny do výkonu asi 50 kW. Toto jsou většinou elektrárny, které mají lidé v osobním vlastnictví, a energetika od nich tuto energii odkupuje. V naší republice znamenají vodní elektrárny, a to nejen ty malé, asi 3,5% celkové výroby. Stavět velké vodní elektrárny není u nás moc realizovatelné. Nemáme totiž dostatečně velké a silné vodní toky. Tudíž zůstává dílčí možnost na malých.

Něco z historie

Nápad využívat energii vody se zrodil v hlavách již našim dávným předkům, kteří začali konstruovat různá důmyslná zařízení, jako je například vodní kolo. Dlouhodobou snahou zlepšit provozní vlastnosti a účinnost vodních kol se zrodily vodní turbíny. Už na přelomu 60. a 70. let 16. století doporučil Jacques Besson, snad na podkladě studií Leonarda da Vinci, používání šroubových lopatek kola uzavřeného ve zděné kašně a tím otevřel cestu k budoucímu vývoji turbín. O první skutečné turbíně však můžeme hovořit až roku 1826, kdy francouzský inženýr C. Bourdin sestrojil rotační vodní motor a nazval jej turbínou (latinsky turbo = kroužiti). Ve vývoji pak pokračovala celá řada Bourdinových nástupců. Dnes jsou vodní turbíny technicky nejdokonalejší mechanické motory vůbec - dosahují až 95% účinnosti a jejich provoz je přitom ekologicky zcela čistý.

Další rozvoj a využívání vodních elektráren

Jednu z prvních vodních elektráren postavil T. A. Edison roku 1882 v Appletonu a krátce na to pod Niagarskými vodopády. U nás byla ještě před koncem 19. století provozována „hydroelektrárna“ v podskalském mlýně u Písku, kde vodní kolo pohánělo tři dynama. Také v Praze existovaly na začátku 20. století dokonce dvě vodní elektrárny - na Těšnově a na Štvanici. Těšnovská byla roku 1929 zrušena, ale štvanická je po rekonstrukci v provozuschopném stavu dodnes. Tradiční zemí vodních elektráren je Švýcarsko. V Norsku díky vhodným přírodním podmínkám pokrývá elektřina z vodních elektráren přes 90% spotřeby. Velké vodní elektrárny vyrostly už před 2. světovou válkou v USA, například Grand Coulee na řece Columbii nebo Boulder-Dam se 17 turbogenerátory. Velká hydroenergetická díla najdeme i v Jižní Americe (Itaipu Binational na hranicích Brazílie a Paraguaye - 12 600 MW). Mohutné hydroelektrárny - Dněproges, soustavy na Volze, vodní díla na Sibiři - byly postaveny v bývalém Sovětském svazu. Roku 2009 má být dokončena od roku 1996 budovaná největší hydroelektrárna světa Tři rokle na řece Jang-c´-Tiang v Číně o výkonu 18 200 MW. V České republice mají největší význam elektrárny na vltavské kaskádě.

Technologické vybavení vodních elektráren

Vedle turbín jsou základním prvkem vodní elektrárny generátory přeměňující mechanickou energii otáčení turbín na energii elektrickou. Aby vyráběný elektrický proud měl

požadovaný stálý kmitočet 50 Hz, musí se generátor otáčet konstantními otáčkami. Při přetížení sítě však otáčky generátoru klesají a je třeba je, a to velice rychle, zvýšit zvětšením průtoku vody v turbíně. Proto v principu jednoduché propojení turbína-alternátor musí být vybaveno poměrně náročným systémem regulačních prvků - snímači, regulátory a dalšími pomocnými zařízeními. Všechny vodní elektrárny využívají především polohový energetický potenciál vody. U říčních elektráren se soustředění spádu vody většinou zajišťuje stavbou jezu, který vzdouvá vodu. Bývají nízkotlaké (se spádem okolo 15 m) a pracují průběžně 24 hodin denně. Říční přehradové elektrárny patří většinou mezi středotlaké (se spádem mezi 15 až 100 m). Jsou buď pološpičkové (pracují 8 až 12 h denně), nebo špičkové (2 až 8 h denně), takže vykrývají období nejvyšší denní spotřeby. Špičkové bývají také derivační elektrárny, ke kterým je přiváděna voda často z větší vzdálenosti šachtami, štolami nebo tlakovými trubními přivaděči pro zvýšení vodního spádu.

Mimo jiné další využití síly vody

Přečerpávací vodní elektrárny mají výše položenou vodní nádrž, do které je voda čerpána v době nadbytku elektrické energie (většinou v noci). Naopak v době špičkové spotřeby je voda z horní nádrže vypouštěna přes lopatky turbín a vyrábí proud. Na každou akumulovanou kWh, kterou z přečerpávací elektrárny odebíráme, je nutné k načerpání vody do horní nádrže vynaložit asi 1,4 kWh. Ke stabilizaci elektrické sítě jsou přečerpávací elektrárny v podstatě nezastupitelné. Dají se spustit na plný výkon takřka okamžitě a velmi efektivně regulovat i v případě náhlého výpadku velké tepelné elektrárny. V České republice jsou moderními přečerpávacími elektrárnami např. Dalešice (450 MW) či Dlouhé Stráně (650 MW). Největší přečerpávací elektrárna světa Dirnowic v severním Walesu je vestavěna hluboko ve skále a při spádu 534 m je schopna během 16 s dodávat výkon 1 800 MW.

Přílivové elektrárny - přitažlivostí Měsíce a Slunce dochází na Zemi k pravidelnému zvedání a klesání mořské vody, zvanému příliv a odliv. Hladina moří střídavě klesá a stoupá přibližně v intervalu 12,5 hodiny. Průměrný rozdíl hladin přílivu a odlivu je asi jen 0,5 m, ale existují místa (vlivem tvaru pobřeží), kde dosahuje až 19 m. Z mořského přílivu a odlivu lze prakticky získat jen 1/3 energie všech řek. Přestože energie přílivu a odlivu dosud nemá velké využití, má dlouhou tradici. Ve Francii, Itálii, Anglii a ve Skotsku poháněla voda přílivu a odlivu mlýny na pobřeží už ve 13. století. Za nejstarší přílivovou elektrárnu se považuje anglická Dee Hydro Station v Cheshire o výkonu přes 600 kW postavená roku 1913. Další přílivová elektrárna se začala budovat v USA v roce 1935, ale nebyla nakonec z ekonomických důvodů dokončena. Nejznámější současná přílivová elektrárna vyrostla v 60. letech ve Francii, v ústí řeky Rance na severním pobřeží Bretaně, kde rozdíl hladin mezi přílivem a odlivem dosahuje až 13,5 m. Ústí řeky bylo přehrazeno v šířce asi 750 m hrází o výšce 25 m ode dna moře. V hrázi bylo instalováno 24 turbín. Celkový výkon elektrárny je 240 MW a roční výroba elektrického proudu asi 550 GWh. Turbíny pracují v obou směrech proudění vody (tedy při odlivu i přílivu), navíc se dají využít v reverzním chodu jako čerpadla. Investiční náklady na výstavbu této elektrárny byly ovšem třikrát vyšší, než je běžné u odpovídajících elektráren na vodním toku. V roce 1984 byla do provozu uvedena kanadsko-americká přílivová elektrárna v zálivu Fundy Bay s jediným soustrojím o výkonu 20 MW.

Malá vodní elektrárna Loštice

Pohled na Loštice od elektrárny

Postavit si malou vodní elektrárnu, to byl celoživotní sen pana Zdenka Havlíčka. Již odmala ho zajímalo vše kolem elektřiny a energetiky. Proto vystudoval školu s zaměřením na energetiku, a dodnes v tomto oboru pracuje. Dlouhou dobu byl jedním z nevýznamných obyvatel malého městečka Loštic, které leží asi třicet kilometrů od Olomouce. Jednoho dne, kdy už měl pevné zázemí a rodinu, se rozhodl, že si splní svůj sen, a že na říčce Třebůvce, která teče jen pár metrů od jeho domu, postaví malou vodní elektrárnu.

V létě roku 2000 tedy začal s pracemi. Měl štěstí, že nenarazil na žádný odpor sousedů. Mnohdy lidé vetují takové nápady prý kvůli možnému hluku, nebo narušení krajiny. Jak on však říká, je to jen závist těchto lidí. Však práce pro něj začali již asi rok a půl dříve. Musel totiž vyřídit mnoho povolení. Mezi taková např. patřila: STAVEBNÍ POVOLENÍ NA HORNÍ ČÁST ELEKTRÁRNY, NA SPODNÍ ČÁST, POVOLENÍ MĚSTA NA VÝSTAVBU, POVOLENÍ VODOHOSPODÁŘSKÉHO ÚŘADU, SVOLENÍ POVODÍ MORAVY A POVOLENÍ ČESKÉ ENERGETIKY NA BUDOUCÍ PŘIPOJENÍ. Osobně mi řekl, že měl velké problémy, a nejednou přemýšlel o tom, že by toho už nechal. Ale naštěstí se tak nestalo a po vyřízení a zaplacení cca. 80 000 Kč se mohl pustit do stavby.

Vzhledem k tomu, že stavbu realizoval z 90% sám, projektované náklady klesly pouze asi na 45%. Když tedy v létě začal, musel už mít vše propočítané. Věděl, že aby dosáhl požadovaného spádu na turbínu (1,7 metru), musí prohloubit koryto řeky. Ze stavby bylo odvezeno na padesát tater zeminy. Problémy jej provázely hned od začátku. Poté, co prohloubil dno, se mu do dvou dní sesunuly dva rohy. Po opravě mohly začít stavební práce. Beton, z kterého je celá stavba postavena, jej stál asi 200 000Kč. Do zimy roku 2000 tedy měl postaven náhon a hrubou stavbu hlubokou cca 5,5 metru. Druhý rok začal s dodělávkami na budově a začal ji vybavovat. Nejprve natáhl asi 150 m dlouhý přívodní kabel a postavil rozvaděč. Zajímává je také jeho turbína. Tuto si sám navrhl. Popsat bych ji mohl asi takto: na hřídeli o délce 130 cm je okruží, které ještě zpevněno vzpěrami. Toto je rozděleno na dvě poloviny. Na každé této polovině je 32 lopatek. Tedy lopatková turbína je osazena celkem 64 lopatkami. Generátor zakoupil v podniku Siemens Elektromotory. K přívodu vody na turbínu ještě instaloval elektricky ovládaný regulátor průtoku vody, který regu-

Krajina kolem elektrárny

luje za účelem stálé frekvence 50 Hz. Mezi náklady patřili také: 70 000 Kč výroba turbíny, 100 000 další vybavení a 100 000 Kč za odebranou el. energii. Celá stavba jej tedy vyšla asi na 550 000 Kč.

Pohled na malou vodní elektrárnu v Lošticích

Po dvou letech se mu podařilo celou stavbu uvést do provozu. 22. 3. 2003 si splnil svůj sen a uvedl do provozu malou vodní elektrárnu. Poté, co získal licenci, začal prodávat elektřinu do energetické společnosti CEZ. Instalovaný výkon na turbíně je 10 kW. Generátor má však ještě o 5kW vyšší výkon. Pokud jsou prý příznivé podmínky, dokáže z jeho elektrárny získat elektrickou práci i 10kWh. Po 100 metrech kabelu AYKY 3x16mm^2 se dostaneme až k rozvodné skříni. Zde má dva elektroměry, jeden odběrový a jeden dodávkový. Je připojen do rozvodné sítě nn a do konce loňského roku od něj energetika kupovala 1 kWh za 1,66 Kč. Od letošního se však díky podpoře státu pro výrobce energie z obnovitelných zdrojů má kupní cena zvýšit. K datu 22. 1. 2006 dodal do sítě asi 133 000 kWh. Měsíční průměr je asi 4500 kWh. Záleží totiž na tom kolik je vody. Ideální je totiž průtok 1,2m^{3}s^{-1}. Na tuto hodnotu je totiž dimenzována i hltnost turbíny. Problémům s vodou přidává i to, že elektrárna stojí na atypickém jezu. Ten je totiž nahoře širší, nežli dole a tudíž při zvýšení hladiny dochází k zahlcení turbíny odtokovou vodou.

Jez u elektrárny

Finanční náklady jak pan Havlíček počítal, by měl mít zpět do 10 let. Vzhledem ke zvýšení ceny, za kterou energetika elektřinu vykupuje, se návratnost může zkrátit až na pět let. Nemůže však říci, že by do elektrárny stále peníze nevkládal. Klasickou údržbu provádí asi jednou za 14 dní. Mezi to patří mazání ložisek, či kontroly měřících přístrojů rozvaděčů a ochran. Každý rok také musí měnit klínové řetězy. Pravidelně musí sledovat stav lopatek a v případě porušení je ihned vymění.

Co vše musel brát pan Havlíček v potaz

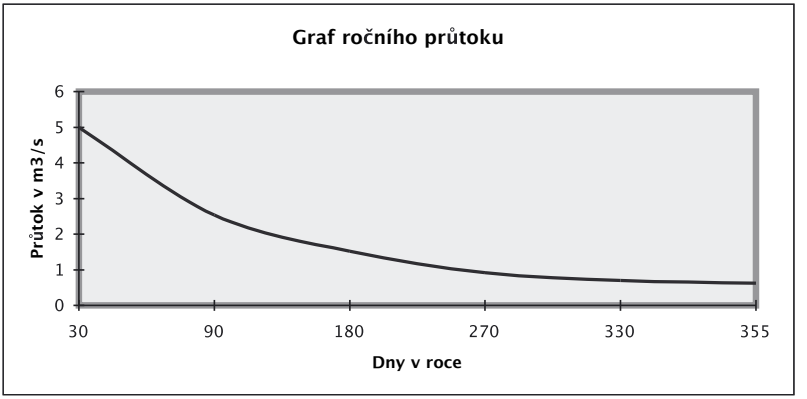
- dispozici lokality pro stavbu MVE
- vhodnost lokality z hlediska hydrologických poměrů
- majetkoprávní vztahy v lokalitě
- uvažovaný typ a technologii MVE

- výpočet roční výroby elektrické energie
- bilanční tabulky základních ukazatelů MVE
- podmínky příslušné Rozvodné energetické a.s. pro připojení MVE k síti
- podmínky vodohospodářského orgánu - vodoprávní povolení
- investiční náklady (rozpočet) na stavbu
- způsob financování stavby
- výpočet ekonomické efektivnosti a návratnosti vložených investic.

Shrnutí v tabulkách

Roční průtok řeky Třebůvky

Dny v roce	30	90	180	270	330	355
Půtok v m³/s	5	2,54	1,52	0,92	0,7	0,62



Náklady na stavbu

Povolení	**Stavba**	**Vybavení**	**Turbína**	**Odebraná el. energie**	**Celkem**
80.000 Kč	200.000 Kč	100.000 Kč	70.000 Kč	100.000 Kč	550.000 Kč

Výpočet návratnosti:
Investiční náklady: 500.000 Kč
Vyrobená el.energie za rok: 12*4.500 kWh = 54.000 kWh
Zisk z prodeje el.energie za rok: cca 2Kč*54.000 kWh = 108.000 Kč.
Návratnost: 500.000/108.000= 5 let.

Názory lidí z okolí této stavby (sousedů)

Jsou rádi, že mají ve svém okolí ekologickou stavbu na výrobu el. energie. Jak říkají, neruší to lidi, do krajiny to nijak extra nezasáhlo. Mnoho sousedů pana Havlíčka obdivuje za to, že si stál za svým a svoji věc si prosadil. Jak povídá jeden soused: „Nadřeli se na tom ti kluci strašně moc, celé si to udělali sami, ale stálo to za to. Lepši, než kdyby mi tady do oken kouřil nějakej komín tepelné elektrárny.“ Jiná paní zase řekla: „Já tomu skoro nerozumím, ale jsem ráda, že to dělá pro zemi a hlavně ekologii.“

ZÁVĚR

Já osobně si myslím, že kdyby bylo více takových lidí, co nemyslí jen na svoji kapsu, ale i na životní prostředí, tak by mohla na každém kilometru větší říčky stát taková malá vodní elektrárna. Je mi jasné, že by to lidé nedělali tak, jako pan Havlíček sami ručně, ale nechali by si to vybudovat stavební firmou. Náklady by byly asi tak 1.200.000 Kč, což znamená návratnost do 15. let. Také náš stát, místo zvyšování platů politikům a státním úředníkům, by mohl více podporovat budování elektráren využívajících obnovitelných zdrojů. Toto vše je jen o tom, jestli lidé budou mít zájem bojovat za to správné, za to zdravé, anebo se budou chtít zničit. V dnešní době je bohužel mnoho takových, kteří si říkají: „ No co, že za třicet let nebude uhlí nebo ropa? Já už tady stejně nebudu.“

Proto bych závěrem své práce chtěl podnítit všechny, kdo ji dostanou to rukou, nebuďte lhostejní k tomu, co se kolem nás děje. Je to přece náš svět a ten bychom měli zlepšovat pro příští generace a ne ho likvidovat. Proto přeji světu více takových panů Havlíčků. A snad ještě více důležité je apelovat na naše úřady a vládní orgány, aby takovým to lidem neházeli klacky pod nohy, ale naopak se je snažili podporovat zkrácením procedur na úřadech a vstřícnějším přístupem.

Ivana KOLÁŘOVÁ, Střední škola technická, 1. máje 2, Mohelnice

EKOLOGICKÉ VYTÁPĚNÍ V OBCI BOUZOV BIOMASOU

1. Co je to biomasa a její využití v regionu

Při svém studiu na naší škole jsem se v rámci výuky energetiky a jejího využití setkala se zvláštním slovem, které jsem nedokázala zcela definovat. Na internetu jsem zjistila, že pojem biomasa označuje veškerou organickou hmotu vzniklou prostřednictvím fotosyntézy. Tento pojem se převážně používá, zejména ve spojení s využitelností částí rostlin pro energetické účely. **Biomasa, která** je v regionu Bouzov určena ke spalování pro vytápění obce, využívá následující skupiny biomateriálů:

a) slámu, energetické rostliny, rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny

b) piliny, kůru, zelenou štěpku, zeštěpkovaný dřevní materiál, odpadní štěpku vznikající při frézování palisád (dřevních kuláčů) a dřevní odpad z lesního hospodářství

Z výše uvedeného vyplývá, že majoritní podíl paliva jsou materiály, které nazýváme zbytkovou (odpadní) biomasou.

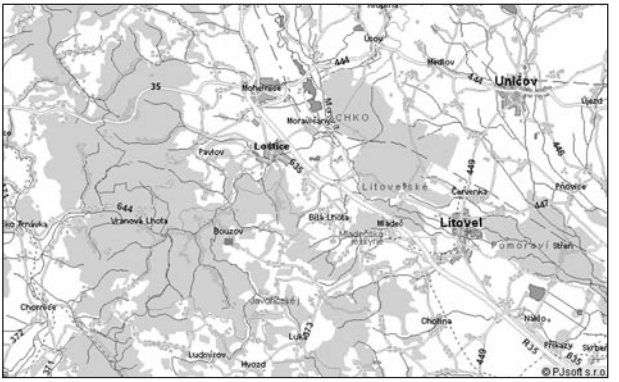
V České republice se v roce 1996 využívalo 0,9 mil tun biomasy pro výrobu energie, což odpovídá 1,1 % energetické bilance státu. Produkce oxidu uhličitého se tím snížila o 1Mt CO2. Současný podíl biomasy na energetickém podílu státu činí téměř 2%.V rámci státních sdružení jako je např. Evropská unie byla dána zelená rozvoji využití obnovitelných zdrojů výroby energií (např. biomasa). Požadovaný cíl si stanovila na 12% podílu obnovitelných zdrojů na energetické bilanci do roku 2010. Tento impuls se díky formě dotací postaral o rozšíření zejména budování centrálních kotelen na spalování biomasy. Příkladem hodným následování je i obec Bouzov, která touto energií úspěšně řeší ekologickou politiku obce již několik let.

Připravená biomasa štěpkováním

Proces úpravy dřevní odpadní hmoty na štěpku

2. Charakteristika obce Bouzov v regionu

Obec Bouzov se nachází v Olomouckém kraji, a to 13 km od města Litovle a 28 km na severozápad od Olomouce. První písemná zmínka o obci je z roku 1325. Současný katastr se rozkládá na ploše 4232 ha a obec má dalších 12 částí, kterými jsou: Bezděkov, Doly, Jeřmaň, Podolí, Obectov, Olešnice, Hvozdečko, Kadeřín, Blážov, Svojanov, Kozov a Kovářov. Celkový počet obyvatel je 1474 a samotné centrum (Bouzov) má 515 obyvatel. Podnikatelská činnost obce je zaměřena především na pronájem parkoviště, budovy ve kterých jsou umístěny prodejny a zdravotní středisko. Dále obec spravuje místní vodovod, provozuje centrální kotelnu a obhospodařuje lesy.



3. Způsob zásobování teplem do roku 2000

Do roku 2000 byla tepelná energie pro vytápění a ohřev teplé užitkové vody (TUV) získávána přibližně z 75% ze spalování tuhých paliv, zejména hnědého uhlí. Zbývajících 25% tepelné energie bylo pokryto elektrickou energií, spalováním dřeva a v omezené míře využitím propan-butanu. Na území obce Bouzov se tak ročně spálilo okolo 1800 tun hnědého uhlí. Přitom produkce emisí, které jsou se spalováním uhlí spojeny, představovaly největší ekologickou zátěž obce, a to zejména v zimních měsících. Hlavními složkami plynných emisí byly oxid siřičitý (SO_2), oxid dusíku (NOx), oxid uhelnatý (CO) a uhlovodíky (CxHy).

Cestu ke zlepšování životního prostředí je nutno spatřovat především v prevenci – tedy dlouhodobém a systematickém odstraňování příčin, které narušují životní prostředí. V podmínkách lokality Bouzov se tedy jeví jako hlavní priorita, která povede ke zlepšení životního prostředí, masivní resp. hromadný přechod na jinou palivovou základnu – citelné vytěsnění tuhých paliv, zejména sirnatého hnědého uhlí.

Optimální pro obyvatele je systém vytápění, který v minimální míře zatěžuje přípravou paliva, obsluhou zařízení v topné sezóně a je za přijatelnou pořizovací cenu a provozní náklady.

4. Nová koncepce a technické řešení zásobování teplem

Obec Bouzov se již v roce 1995 začala zabývat problematikou zásobování teplem. Ze začátku se uvažovalo o dvou možných způsobech vytápění, a to plynem a biomasou. Byly vypracovány studie, jejichž úkolem bylo stanovit ekonomicko-technické aspekty ekolo-

gizace dané lokality spojené s přechodem lokálního způsobu vytápění tuhými palivy na využití ekologičtějších paliv v procesu lokálního popř. centrálního systému vytápění.

Všechny studie bez výjimky doporučily řešit energetické zásobování Bouzova vybudováním soustavy centrálního zásobování teplem (CZT) s centrálním zdrojem na spalování biomasy. Protože bylo doporučeno řešit energetické zásobování tepla biomasou, bylo by dobré, podívat se na výhody popřípadě nevýhody biomasy. Rozhodující pro konkurenceschopnost jsou především ekonomické parametry. Nejdůležitějším kritériem, které má současně největší vypovídací schopnost, je výsledná cena za jednotku získané energie. U **lokálních zdrojů** (tj. kotlů pro rodinné domky) je tedy hlavním kritériem cena topné sezóny. Cena 1m^3 plynu je v současné době cca 8 Kč při výhřevnosti 35MJ/m^3 a tedy cena vyrobeného tepla (cena 1GJ) je cca 228 Kč. Cena 1t upravené biomasy (brikety, palety, štěpky) obecně je cca 3000 Kč při výhřevnosti 18MJ/kg a tedy cena 1GJ je 167 Kč. To představuje rozdíl cca 36% ceny 1GJ ve prospěch biomasy. Účinnost kotle na biomasu je srovnatelná s účinností kotle na plyn. Rozdíl ceny však nezahrnuje prognózu nárůstu ceny v rámci narovnání cen energie, které je plánováno u plynu cca 60% ceny do roku 2004.

Pokud jde o lokální zdroje (kotle pro jednotlivé objekty), je v celkové bilanci biomasa výhodnějším řešením než všechna fosilní paliva včetně hnědého uhlí.

Při porovnání varianty plošné plynofikace obce s variantou centrálního systému na biomasu, má v naprosté většině případů dosavadní praxe jednu zásadní vadu. Porovnává celkovou investici na centrální systém jako náklad obce oproti investici do rozvodu zemniho plynu. Srovnání s variantou plynofikace je zavádějící i v ohledu na přínos zvolené varianty v místě. U systémů využívajících obnovitelné zdroje energie jde o zdroje místní, finanční prostředky za jejich spotřebu zůstávají v lokalitě. U fosilních paliv, zejména zemního plynu, odcházejí mimo region, a tak se nenávratně ztrácejí. Toto hledisko má velkou váhu zvláště u řešení komunální energetiky na venkově.

Pokud budou majitelé rodinných domků skutečně zemní plyn využívat k vytápění a ohřevu TUV, každý z nich průměrně zaplatí jen na palivových nákladech ročně nejméně 20000 Kč při stávajících cenách. Průměrná venkovská obec o tři sta domcích tak každý rok odevzdá mimo region a zvětší části i mimo Českou republiku 6 mil. Kč. Za deset let to představuje šedesát milionů Kč, které jsou pro obec nenávratně ztraceny!

Při využití místních obnovitelných zdrojů tyto prostředky reálně zůstanou v regionu a mohou se při jeho rozvoji zásadním způsobem uplatnit. Můžeme zde mluvit o Baťově myšlence, vydělané peníze utratit doma. Proč platit plyn do ciziny, když můžeme kupovat domácí palivo. Navíc **investice do plynofikace je pro obec nenávratná**, **u obnovitelných zdrojů se jedná o návratnou investici**, která nezatěžuje obecní rozpočet.

Platby za teplo v případě plynofikace jdou zcela mimo obec distribuční společnosti, v případě využití biomasy jdou však tyto platby obci jako investorovi. V tom je rovněž zásadní ekonomický rozdíl.

Pokud vztáhneme tento jednoduchý propočet jen na tisíc takových obcí, snadno zjistíme, že z této části venkova nenávratně každý rok doslova zmizí šest miliard Kč! **Na straně druhé vláda hledá cesty jak venkovu finančně pomoci ze státního rozpočtu** a částka, kterou se jí v něm ročně daří vyčlenit pro tuto pomoc, je ve srovnání s uniklými miliardami nesrovnatelně menší. Podobně je třeba srovnávat i dopady zvoleného řešení na nezaměstnanost a využití zemědělské půd, která je a dlouhodobě bude v ČR velkým problémem.

Energetické využití biomasy má ještě další výhody pro životní prostředí, pro agrární sektor, pro růst prosperity obcí a růst pracovních příležitostí. Palivo na bázi biomasy neobsahuje téměř žádnou síru a emise oxidu siřičitého je tak téměř zanedbatelná. Ostatní škodliviny v emisích z fytopaliv je možno z větší části použít jako hnojivo s dobrým obsahem vápníku, hořčíku, draslíku, fosforu.

Mezi technické nevýhody biomasy patří ve srovnání s fosilními palivy její nižší energetická hustota (obsah energie na jednotku objemu), což se projevuje nepříznivě v logistice(dopravě a skladování), která se může stát omezujícím a náklady zvyšujícím faktorem u větších fytoenergetických zařízení.

5. Současný stav vytápění

Již v srpnu 2000 začaly výkopové práce. Topná sezóna 2001/2002 byla zkušebním provozem kotelny, která byla zkolaudována na podzim roku 2002. Držitelem licence na výrobu a rozvod tepelné energie je obec Bouzov. Realizací teplovodní soustavy CZT je zásobována převážná část objektů obce(situovaná především v samotném centru). U objektů mimo ekonomický dosah teplovodní soustavy jsou tuhá paliva nahrazena lokálním vytápěním – také biomasou. Provozem zdroje je kryta roční spotřeba tepla ve výši cca 18323,6GJ , z toho 15933,6 GJ pro účely vytápění a 2390,0 GJ na přípravu TUV. Součástí zdroje je kromě standardního vybavení provozní sklad paliva a dopravní cesty paliva. Roční spotřeba paliva – řepkové slámy a dřevní hmoty se pohybuje okolo 1575 tun. Přenos tepla ze zdroje k jednotlivým odběratelům je realizován prostřednictvím nově vybudované teplovodní sítě. Tepelné rozvody jsou řešeny jako dvoutrubkové, technologií z předizolovaného potrubí v bezkanálovém uložení. Celková délka trasy nových rozvodů je 5200 m. Napojeno je 128 odběratelů. V každém napojeném objektu je instalována předávací stanice, ze které je teplo vyvedeno do otopné soustavy a dále na přípravu TUV. Předváděcí stanice je vybavena regulací teploty a ohřevu TUV. Nový centrální zdroj tepla na spalování biomasy, řepkové slámy a odpadní dřevní hmoty, je umístěn v souladu s původní koncepcí v areálu Bouzovské zemědělské společnosti. Zdroj je řešen jako teplovodní o celkovém instalovaném výkonu 1 x 1800 kW_t a 1 x 600 kW_t. Jedná se o moderní, vysoce progresivní systém, který umožňuje plně automatizovaně spalovat různé druhy slámy, případně i dřevního odpadu. Kotel tvoří kompaktní celek. Samotná spalovací komora, silně vyzděná a tepelně izolovaná – tím i oddělená od chladnějších kotelních ploch, se skládá ze tří vzájemně oddělených zón. První zóna slouží ke zplynění paliva a jeho primárnímu odhoření. Následující dvě zóny, do kterých je přiveden zbývající (sekundární) spalovací vzduch, jsou konstrukčně řešeny jako dohořívací komory. Díky tomu, že žár je zde udržován na konstantní úrovni, je umožněna dlouhá dohořívací trasa, dlouhá doba zdržení, vysoká účinnost a velmi příznivé ekologické parametry.

Plynné emise tohoto zařízení jsou nejen hluboce pod přípustnými limity, ale v některých parametrech se dostávají až na práh měřitelnosti těchto hodnot. Celý provoz zařízení, od vynášení paliva ze sila až po napojení kouřovodu na komín, je řízen mikroprocesorovým řídícím systémem. Investiční záměr založený na výstavbě CZT na území obce Bouzov znamená v porovnání s dřívějším stavem značné snížení emisí. Toto zařízení a technologický celek splňuje s dlouhodobou perspektivou emisí limity a také po všech ostatních stránkách (produkce odpadu, riziko kontaminace provozními látkami, …) splňuje beze zbytku hygienické předpisy. O provoz kotelny se stará jeden zaměstnanec, který zde byl i dříve, když se topilo uhlím. Jeho hlavní pracovní náplní je obsluha kotelny v rozsahu provozního řádu,

předepsaná drobná údržba zařízení, zavážení, příprava a uskladňování paliva v rámci areálu, obsluha příslušné techniky na přípravu paliva, podle možností spolupráce při pořizování paliva, odečety měřičů tepla. V současné době jsou zaměstnání další dva pracovníci na štěpkování dřevní odpadní hmoty a zaškolen další pracovník na obsluhu kotelny, a to i z důvodu plánovaného dalšího rozšiřování kotelny s následným navýšením výkonu.

Tímto teplovodním systémem je řešen rozvod tepla dnes

V souvislosti s palivem se upozorňuje na jeden podstatný faktor – vlhkost paliva, která podstatně ovlivňuje výhřevnost dřeva. Při spalování mokrého dřeva klesá výhřevnost o 30%, a proto se doporučuje dostatečně se předzásobit palivem, využít maximálně skladovací kapacity a snížit tak vlhkost dřeva.

Největší producenti dřevního odpadu jsou zde: CE WOOD, a. s. divize Litovel; Bonzovská pila Kozov, s. r. o.; Poetická parketárna Dřevopar; Metrie Loštice; KDH výroba palet Bílá Lhota; Renova Vícov; Viko Bouzov; Dřevovýroba Pyšný Loštice; pila Ošíkov a pila OÚ Ludmírov.

Obec od roku 2003, za spolupráce místního zemědělského družstva, nasela 20 ha energetického šťovíku, který by se již v příštím roce sklízel. Očekávaný výnos z jednoho hektaru šťovíku je okolo 10 tun, celkem se tedy sklidí 200 tun šťovíku. Roční spotřeba paliva se pohybuje kolem 1500 tun. Zatím se šťovík pouze zkouší, popřípadě se do budoucna rozšíří osetá plocha, ale obec nechce být závislá pouze na jednom druhu paliva a také chce pomáhat okolním firmám od odpadu – pilin.

6. Popis technologie kotelny očima laika

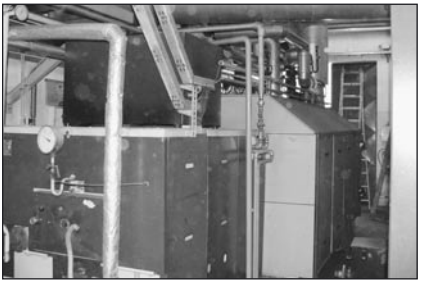
Domovní stanice na straně spotřebitele.

Mobilní štěpkovací zařízení poháněno kolovým traktorem

Místo podavače štěpky do spalovacího sytému

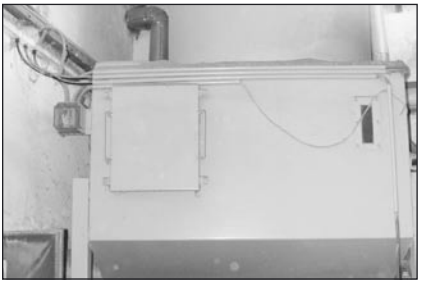
Podávací zařízení do drtiče slámy

Podávací zařízení štěpky



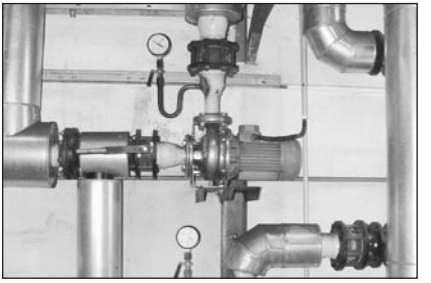
Kotle na spalování a zplynování biomasy

Řídící část kotelny



Zařízení pro vyrovnávání tlaku vody

Pásový dopravník do kotle



Pohonná jednotka čerpadel

7. Závěr

Obec touto investiční akcí podstatně snížila emisní zatížení lokality v době topné sezóny. Určitě také nic nebylo podceněno, což dokládá zájem obce o vypracování řady studií jednak na nabídku investiční akce dodavatele, vyhodnocením studií auditem a vypracování studie financování. Na druhé straně ještě nedošlo k založení společnosti Služby Bouzov, s. r. o., což se nepříznivě promítlo do dluhové služby obce v návaznosti na přijatý úvěr obcí na tuto investiční akci. Z pohledu obce při energetickém využívání biomasy peníze za palivo neodcházejí z obce jinam, nebo do zahraničí, jako u zemního plynu, ale naopak výrazně posilují prosperitu místních zemědělců, lesníků, zpracovatelů a podnikatelů s biopalivy v místě. Kromě toho vznikají v obci další pracovní příležitosti. Podstatným závěrem dosavadních zkušeností by měla být změna přístupu k hledání vhodného řešení. Volba způsobu by měla vycházet vždy z porovnání více možností,aby obnovitelné zdroje energie jako možnost, byly vzaty v úvahu rovnocenně s ostatními. Pěstování a využívání biomasy pro energetické a technické účely je v České republice ve srovnání se zeměmi EU zatím v začátcích. Národohospodářský význam biomasy v EU rok od roku stoupá. Aktivním při pěstování a využívání biomasy se v EU poskytuje všestranná dotační a informační podpora a daňové zvýhodnění. Základem naší energetiky je dosud převážně uhlí, jehož zásoby jsou konečné. Předpoklad, že jeho těžitelné zásoby při zachování dnes platných limitů dojdou nejpozději kolem roku 2040 je zcela oprávněný. Na jeho postupném nahrazování potřebujeme pracovat již nyní. Z tohoto důvodu budou obnovitelné zdroje energie hrát významnější roli než dnes. Je na čase, začít brát je vážně. Přicházející století rozhodně již nebude ve znamení fosilních paliv, začíná éra alternativních zdrojů a v současné době jsou bez pochyby právě ty obnovitelné považovány za nejperspektivnější. Antropogenní skleníkový efekt, globální oteplování a klimatická změna jsou v současné době skutečností, kterou potvrzují pozorování řady vědců, meteorologická měření, ale i nárůst tajfunů, tornád a záplav z následných přívalových dešťů, tání arktických ledovců. Příčinou těchto nebezpečných jevů je zejména spalování fosilních paliv (uhlí apod.), při kterých se produkuje skleníkový plyn oxid uhličitý (CO_2). Zvyšující se koncentrace oxidu uhličitého a dalších skleníkových plynů(metan,oxid dusný, freony) v atmosféře omezují vyzáření nahromaděného tepla na zeměkouli zpět do vesmíru, což má za následek globální oteplování. Spálením 1 kg černého uhlí vzniká 2,56 kg CO_2 , spálením 1 kg motorové nafty uvolní 3,12 kg CO_2 , ve výčtu bychom takhle mohli pokračovat dále. Z výše uvedeného je nám zřejmé , že intenzita využívání fosilních paliv se stává pro trvale udržitelný rozvoj lidské společnosti neúnosná a řada států se snaží co největší podíl fosilních energií nahradit obnovitelnými energiemi, tj. energií solární, větrnou, vodní, geotermální a energií z biomasy. Při spalování biomasy rovněž vzniká oxid uhličitý , který však skleníkový efekt nenavyšuji a to z toho důvodu , že rostliny za svého růstu odebírají z ovzduší CO_2 a při spalování ho opět do ovzduší vracejí.

Jako poslední slovo bych chtěla uvést, že svým laickým zjištěním jsem si značně poopravila svůj pohled na ekologii prostřednictvím návštěvy krajiny, kde lidé začali, a to i s určitými problémy, řešit neúnosnou energetickou situaci využíváním alternativních zdrojů energie.

Petr UTTENDORFSKÝ, SOŠ elektrotechnické a strojní a SOU, Do Nového 1131, Pardubice

SOLÁRNÍ OHŘEV TUV PRO BAZÉN V HAVLÍČKOVĚ BRODĚ

ÚVODEM:

Neobnovitelné zdroje energie. S růstem ekonomiky se zvětšuje tlak na přírodní systémy a zdroje Země. Mezi lety 1950 a 1970 se spotřeba dřeva ve světě ztrojnásobila a spalování fosilních paliv vzrostlo skoro čtyřikrát. Energetické zdroje dnes čerpáme rychle a ve velkém množství. Naše průmyslová civilizace je postavena především na využívání fosilních paliv - uhlí, ropy, plynu. Odhaduje se, že světové zásoby ropy vydrží asi 50 let, zásoby plynu více než 100 let a zásoby uhlí přes 200 let. Dnes se nám to může zdát jako utopie, ale během několika desetiletí, budeme muset vystačit jen s obnovitelnými zdroji.

OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE

Vítr

Energie větru patří k historicky nejstarším využívaným zdrojům energie. Vítr vzniká prouděním vzduchu, které je způsobeno nerovnoměrným ohříváním vzduchu a Země (teplejší ohřátý vzduch je lehčí a stoupá vzhůru, chladnější těžší klesá k povrchu Země). Větrná elektrárna přeměňuje kinetickou energii větru na energii elektrickou. Zařízení slouží jako izolovaný zdroj energie (lze i připojit do rozvodné sítě). Ten může být použit k vlastní spotřebě výrobce např. k osvětlení, vytápění objektů, k ohřevu vody nebo může být využívána lokálně více odběrateli (v případě zařízení s větším výkonem). Výhodné je použití malých větrných elektráren pro výrobu el. energie v místech bez přípojky elektrického energie z rozvodné sítě (např. rekreační zařízení).

Voda

Energie vody je historicky nejstarším využívaným zdrojem energie. v zásadě rozlišujeme dvě formy energie vody: kinetickou a potenciální. ***Kinetická energie*** je ve vodních tocích dána rychlostí proudění, která je závislá na spádu toku. Její využití je možné vodními rovnotlakými stroji, založenými na rotačním principu. ***Energie potenciální*** vzniká získáním hladiny vody o větší výšce, z níž voda proudí vhodným přivaděčem do míst s nižší hladinou. Rozdíl těchto dvou výškových potenciálů vytváří tlak, který se využívá v přetlakových (reakčních) strojích.

Biomasa

Biomasa je organická hmota rostlinného nebo živočišného původu. Je získávána jako odpad ze zemědělské, průmyslové činnosti, jako komunální odpad. Biomasa může být i výsledkem záměrné výrobní činnosti v zemědělství, lesnictví. Je nejstarším, lidmi využívaným zdrojem energie a má obnovitelný charakter. Efektivní a ekologické využití biomasy má minimální negativní vliv na životní prostředí. Biomasu je možné využívat přímým spalováním i k výrobě ušlechtilých paliv, které podstatně méně zatěžují životní prostředí než klasická paliva (černé, hnědé uhlí, lignit, ropa, ...). Její výroba je pro životní prostředí

spíše přínosem (likvidace odpadů, zalesňování nevyužité a často nevyužitelné půdy), než dobývání fosilních paliv. Způsob získávání energie je podmiňován fyzikálními a chemickými vlastnostmi biomasy (např. vlhkost). Množství vody a sušiny má vliv na zpracování biomasy, tedy i na způsob získávání energie.

Využití sluneční energie

Dopadající sluneční záření je možné využít různým způsobem. Nevýhodou je značné zředění této energie, takže ji musíme zachycovat nebo koncentrovat z velké plochy, dalším nedostatkem je střídání dne a noci, zakrytí Slunce mraky, nízká intenzita slunečního záření v podzimní a zimní dny. Na Zemi se využívá **tepelná energie** slunečního záření. nebo se přeměňuje na **elektrickou energii,** a to buď přímo nebo nepřímo. Na Zemi se nevyužívá **tlaku slunečního záření**, které má nízkou hodnotu (na zvednutí cca 50 kg bychom potřebovali koncentrovat sluneční záření zhruba ze 40 km2, ale v kosmu se tohoto tlaku může využít pro pohon slunečních plachetnic.

Využití slunečního záření:

- **tepelná energie:** Vytápění bytů, zásobování teplou vodou, destilace vody, sušení, sluneční vařiče, pece, pro výrobu, elektrické energie v parní elektrárně.
- **chemická:** rozklad vody, pěstování řasových kultur
- **elektrická:** využití fotovolataických článků

Ve všech případech vznikají problémy s malou plošnou koncentrací, proměnlivou intenzitou, nestejnoměrné rozložení slunečního záření, což vyžaduje jeho akumulaci V úvodní části se budeme zabývat využitím slunečního záření, jako zdroje tepla.

PŘEMĚNA ZÁŘIVÉ SLUNEČNÍ ENERGIE NA TEPELNOU

Provádí se pomocí kolektorů, které mohou být:

- rovinné: teploty 60 - 200 °C, (účinnost 30-50%)
- parabolické žlaby: teploty 250 - 700 °C, (účinnost 50-70%)
- paraboloidy (parabolické mísy): teploty 650-4000 °C (účinnost 60 - 75%)

Koncentrační kolektory mohou být parabolické nebo mají rovinné odrazové plochy. Kolektory s velkým poměrem koncentrace je třeba je natáčet do směru slunečních paprsků. To neplatí pro kolektory s malým poměrem koncentrace to není nutné, protože zachycují i záření, které dopadá šikmo v určitém rozsahu úhlu dopadu. Dalším způsobem koncentrace je použití Fresnelovy čočky, kterou lze vyrábět poměrně jednoduše, např. lisováním. Tepelné ztráty kolektorů lze snížit použitím vakuových trubic, v nichž je umístěna absorpční trubice. Na vnitřní straně se umísťuje obvykle odrazový povlak. Sluneční energii můžeme využívat jako zdroj tepelné energie (ohřev) nebo ji využít pro výrobu elektrické energie.

Slunce a elektřina

Nepřímá přeměna je založena na získání tepla. Teplo získáváme snadno pomocí slunečních sběračů. V ohnisku sběračů umístíme termočlánky, které mění teplo v elektřinu. Zmiňme se o přímých přeměnách tepla v elektřinu: termoelektrické a termoemisní. Termoelektrická přeměna spočívá na tzv. Seebeckově jevu. V obvodu ze dvou různých drátů vzniká elektrický proud, jestliže jejich spoje mají různou teplotu. Takové jednoduché zařízení ze dvou různých drátů spojených na koncích se nazývá termoelektrický článek. Jeho

účinnost závisí na vlastnostech obou kovů, z nichž jsou dráty vyrobeny, a na rozdílu teplot mezi teplým a studeným spojem. Větší množství termoelektrických článků vhodně spojených se nazývá termoelektrický generátor. Teplo pro zahřívání teplého spoje se získává hořením fosilních paliv nebo z radioaktivních látek či ze slunečního záření. Při využívání slunečního záření se teplý spoj umístí v ohnisku fokusačního sběrače. Studený spoj může být ve vodě či v půdě.

Fotovoltaické elektrárny

Na plochu velikou 1 m^2 a vodorovně položenou dopadá u nás přibližně 1200 kWh sluneční energie za rok. Na stejně velkou plochu nad zemskou atmosférou a postavenou kolmo ke slunečním paprskům dopadá ročně 12 000 kWh, tedy 10x více než k nám. V kosmickém prostoru se nestřídá den a noc, nejsou žádná oblaka, sluneční záření není ničím zeslabováno. Napadá nás proto otázka, zda by bylo možné sbírat sluneční záření mimo zemskou atmosféru, přeměnit je tam v elektrickou energii a tu pak posílat na povrch Země. Kam v prostoru umístit takovou sluneční elektrárnu, aby nespadla na Zemi nebo neodletěla pryč do vesmíru? Ve výšce 200 km je rychlost družice 8 km/s. Zemi oběhne jednou za půldruhé hodiny. Nás zajímá, v jaké výšce oběhne družice Zemi právě za 24 hodiny. Vypočteme, že je to ve výšce 36 000 km nad zemským povrchem. To znamená, že ve výšce 36 000 km oběhne družice Zemi za 24 hodiny - to je za stejnou dobu, za kterou se Země otočí lx kolem své osy. Umístíme-li tedy družici do vzdálenosti 36 000 km nad zemský rovník, bude stále nad stejným místem, jako by tam „visela“. Takové družici se říká geostacionární (tj. stojící nad určitým bodem zemského povrchu). Umělé družice jsou ve stavu beztíže a to má dvojí význam: umělá družicová elektrárna může mít velikost mnoha kilometrů čtverečných a lze ji snadno natáčet tak, aby byla stále kolmo ke slunečním paprskům. Družicová elektrárna nebude konstruována na Zemi, ale v kosmickém prostoru ve stavu beztíže, ve výšce nad 200 km a odtud pak bude vynesena do vzdálenosti 36 000 km nad rovník. Při konstrukci družicové elektrárny bude tedy celé „staveniště“ i s materiálem a montéry létat kolem Země v beztížném stavu, neboť jen tak se dají zkonstruovat rozsáhlé panely pro fotovoltaickou přeměnu. Dopravu materiálu na oběžnou dráhu bude zajišťovat raketoplán. Družicových elektráren je plánováno několik. Navržené panely mají rozlohu 5 km x 12 km, tedy 60 km^2. Na sluneční články panelů bude dopadat sluneční záření 60 000 000 m^2 x 1,4 kW/mz = 84 000 000 kW, a to ve dne v noci. Tato družicová elektrárna by měla vyrábět elektřinu ze slunečního záření koncem tohoto desetiletí a v té době bude už pravděpodobněúčinnost fotovoltaických článků přes 20 %. Celkový **výkon** obou panelů dohromady by tedy byl 16 000 000 kW ve formě stejnosměrného proudu. Stejnosměrný proud z panelů se bude měnit na decimetrové rádiové vlny, které budou vysílány směrem k Zemi. Decimetrové vlny snadno procházejí atmosférou i oblaky. Na Zemi bude energie decimetrových vln zachycena přijímací anténou a přeměněna ve střídavý proud rozváděný normální sítí. Po všech přeměnách by z původních 84 milionů kW záření mělo být v síti na Zemi 10 000 000 kW. Pro srovnání uveďme, že přibližně 7 takových družic by mohlo zcela krýt veškerou energetickou potřebu našeho státu.

Palivový článek

Elektřinu lze získávat ze slunečního záření také přes energii chemickou. Nakonec i klasické tepelné elektrárny využívající uhlí představují způsob, jak chemickou energii uhlí (tj. fosilní energii sluneční) změnit v teplo a teplo v elektřinu. Chemickou energii můžeme

však měnit přímo v elektřinu například tak, že pomocí slunečního záření rozložíme vodu na vodík a kyslík. Tím se původní energie záření uskladní jako energie chemická do obou plynů. Při slučování obou plynů tj. při okysličování vodíku vzniká opět voda. Nahromaděná energie se přitom uvolní bud jako teplo (při hoření), nebo jakoelektrický proud (v palivovém článku). Palivový článek je měnič, ve kterém se energie chemická mění v energii elektrickou. Na rozdíl od ostatních elektrochemických článků (primárních, jako je baterie do svítilny, a sekundárních, jako je akumulátor), palivový článek dostává látky a katalyzátor, aby mohl pracovat. Na obrázku je znázorněn vodíko-kyslíkový článek. Z jedné strany se do něho přivádí vodík, z druhé kyslík. Vzniklá voda je odváděna z článku pryč. Elektrony, které odevzdává vodík katodě, se pohybují vnějším obvodem ke kyslíkové anodě, kde je přebírá kyslík. To je tedy elektrický proud získaný z energie chemické. Palivové články budou pravděpodobně důležitým zdrojem elektrické energie v budoucnosti. Představují uskladněnou sluneční energii a lze je získávat v neomezeném množství. Účinnost palivových článků je vysoká (až 90 %), zatímco generátory elektráren na fosilní paliva dosahují pouze 35 % účinnosti. Provoz palivových článků je čistý, neboť jejich produktem je voda. Palivové články pracují zcela bezhlučně, jelikož neobsahují žádné pohyblivé části. Pomocí palivových článků lze získávat elektřinu pro domácnost (s výkonem 12 kW). Vyrábějí se však už baterie mnoha palivových článků s výkonem až 13 000 kW (užívají se zejména v astronautice).

Sluneční tepelné elektrárny

Sluneční tepelná elektrárna je zařízení, ve kterém se mění sluneční záření na elektrickou energii ve velkém měřítku. Sluneční tepelná elektrárna je vlastně obyčejná tepelelná elektrárna, která potřebné teplo získává přímo ze slunečního záření. Za tím účelem je kotel sluneční elektrárny umístěn na věži v ohnisku velkého fokusačního (ohniskového) sběrače. Sluneční záření se soustřeďuje na kotel, zvaný absorbér, pomocí mnoha otáčivých rovinných zrcadel - tzv. heliostatů. V kotli se získává horká pára, která pak pohání turbínu, turbína pohání generátor a generátor dáváelektrický proud - tedy jako v obyčejné tepelné elektrárně.

Slunce

Solární energie patří mezi nevyčerpatelné zdroje energie. Její využití nemá žádné negativní dopady na životní prostředí. Množství využitelné energie závisí na klimatických podmínkách jednotlivých částí zemského povrchu. Lze ji dobře využívat nejen v oblastech s dlouhým slunečním svitem, ale i s vyšší nadmořskou výškou. Vyrobenou elektrickou energii lze použít přímo ve spotřebičích nebo ukládat v akumulátorech a z nich čerpat v době bez slunečního svitu. Zde je ale nutné poznamenat, že akumulátory mají omezenou kapacitu, navíc akumulací energie vznikají ztráty. Aplikace se nicméně nabízí například pro chaty, karavany, parkovací automaty, noční osvětlení, provoz malých spotřebičů. S ohledem na pořizovací cenu fotovoltaických systémů (pomocí kterých je sluneční energie vyráběna) a možnosti využití v našich klimatických podmínkách je cena elektrické energie příliš vysoká.

Sluneční energie (solární energie)

Na povrch naší Země dopadají jen asi dvě miliardtiny energie vyzářené Sluncem. Zářivý tok Slunce je 380.106EW, na zemský povrch dopadá jen asi 180 PW. Tomu odpovídá měrný tok energie (sluneční konstanta 1360 W/m^2. Část dopadajícího záření se odráží zpět do vesmíru, část energie se spotřebuje na ohřev vzdušného obalu a vypařování vody, nepa-

trná část je spotřebována pro fotosyntézu biomasy. Dopadem na Zem se mění charakter záření, ultrafialové záření se mění v infračervené, které se vyzáří zpět do Vesmíru. Jinak by se teplota naší planety neustále zvyšovala a vytvořila by se situace obdobná jako je na Venuši, kde je teplota řádově 400-500 °C. Podle vlnové délky se jedná o rentgenové a ultrafialové záření až po metrové délky radiového záření. Nejčetnější je záření o vlnové délce 0,21 až 3 µm (lidské oko vnímá záření přibližně v rozsahu 0,38-0,76 µm. Sluneční záření dopadající na povrch Země můžeme rozdělit na dvě složky:
1. přímé záření
2. difuzní záření

Tabulka: Teoretická doba slunečního svitu (50° sev.šířky)

Měsíc	Teoretická doba slunečního svitu za den (h)
Prosinec	7,85
Listopad, leden	8,26
Říjen, únor	10,12
Září, březen	12,00
Srpen, duben	13,90
Červenec, květen	15,70
Červen	16,34

V zimních měsících je velká oblačnost, v létě se prodlužuje doba slunečního svitu a také se zmenšuje oblačnost.

Pro některé výpočty se používá **poměrná doba slunečního svitu**, která je definována jako poměr skutečné doby slunečního svitu k teoretické době slunečního svitu.

Přímé sluneční záření

Jeho intenzita je ovlivňována absorpcí víceatomovými plyny jako H_20, CO_2, O_3. Dále se uplatňuje rozptyl po odrazu o molekuly plynu a prachu. Mírou omezení je faktor znečištění Z:
Z = 2,0 Pro :místa nad 2000 m
Z = 2,5 místa nad 1000 m
Z = 3,0 venkov bez průmyslových exhalací
Z = 4,0 města a průmyslová střediska
Z = 5 - 8 silně znečištěné prostředí
Intenzita přímého slunečního záření na plochu kolmou k dopadajícím paprskům:
IPN = IO.A-Z (W/m2)
A - součinitel, který závisí na výšce h Slunce nad obzorem.
Na všeobecně položenou plochu na zemském povrchu dopadá sluneční záření o intenzitě:
IP = IPN.cos gama (W/m2)
Úhel dopadu gama svírají parsky Slunce s osluněnou plochou. Závisí na výšce Slunce.

Difuzní sluneční záření

Je to rozptýlené světlo po odrazu o molekuly plynů, prachu a mraky, dopadá k zemskému povrchu se stejnou vlnovou délkou jako přímé sluneční záření. Intenzita difúzního záření vzrůstá se součinitelem Z, zpravidla nepřevyšuje hodnotu 100 při Z = 3. S rostoucím zakalením atmosféry celková intenzita záření klesá.

Celkové sluneční záření je tedy složeno ze záření přímého(P) a ze záření difúzního (D):

I = IP + ID

Teoretické množství energie QDT dopadající na osluněnou plochu za den (od východu Slunce do západu je nepřetržitě jasná obloha) závisí na kalendářní době, sklonu kolektoru (a), součiniteli znečištění (Z), zeměpisné šířce a orientaci světových stran. Pro Z = 3, pro 50° severní zeměpisné šířky a orientaci na jih platí tyto tabelované hodnoty:

Je zřejmé, že se optimální úhel a mění. V létě to je 30°, naopak v zimě, kdy je Slunce nízko, je optimální úhel 60° až 90°. Doba svitu se mění. Při úplně jasné obloze působí na osluněnou plochu intenzita slunečního záření složená z intenzity přímého slunečního záření (IP) a z intenzity difuzního slunečního záření (ID).

I = IP + ID Při zatažené obloze dopadá na kolektory pouze difuzní světlo (ID).

Tabulka: Sluneční svit v některých městech České republiky

Měsíc	Praha (h)	Č. Budějovice (h)	Hr. Králové (h)	Brno (h)
Leden	53	46	47	46
Únor	90	82	77	88
Březen	157	136	149	142
Duben	187	164	185	163
Květen	247	207	241	232
Červen	266	226	249	258
Červenec	266	238	252	270
Srpen	238	219	233	230
Září	190	174	188	179
Říjen	117	108	115	116
Listopad	53	55	48	56
Prosinec	35	36	42	30
Celkem	**1 899**	**1 691**	**1 826**	**1 810**

Množství dopadající sluneční energie, kromě zeměpisné polohy, závisí na sklonu plochy, jak je patrno z údajů, uvedených v tabulce.

Tabulka: Vliv úhlu sklonu kolektoru na intenzitu dopadajícího záření

Měsíc	**Q SM [kWh/měsíc]**						
	Úhel sklonu kolektoru (α)						
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
Červen	148,4	158,1	161,7	156,2	137,4	104,3	69,8
Prosinec	4,7	5,7	10,2	11,7	13,0	13,1	13,5

Tabulka: Množství dopadajícího slunečního záření, Praha 50° severní šířky, stupeň znečištění z = 3

Měsíc	11.-2.	3.-4. 9.-10.	5.-8.	Za rok
Osluněná plocha	**Osluněná plocha Množství slunečního záření (kWh/m²)**			
Vodorovná	48,2	259,7	536	843,9
Šikmá $\alpha = 30°$	86,2	336,7	608,1	1031
Šikmá $\alpha = 60°$	105	343,1	527,3	975,4
Svislá $\alpha = 90°$	106,6	279,9	304,2	690,7

Roční zisk sluneční energie (kWh/m^2) závisí na orientaci plochy:
a = 30° 1031 (100%)
a = 60° 975 (95%)
a = 90° 691 (67%)
a = 0° 844 (82%)

Celodenní průměrná intenzita slunečního záření dosahuje hodnot I = 0,018 W/m^2 v zimě, zatímco v létě I = 0,230 W/m^2, tj. 12,8 krát více než v zimě (1277,8 %).

Můj případ

Využíváme doma sluneční energii pro ohřev vody v bazénu. Tři solární panely jsou umístěny na jižní straně střechy a jsou navzájem propojeny. Jsou vyrobeny nerezového plechu, který je prolisován tak, že vypadá jako soustava trubek. Těleso je uloženo v nerezovém krytu ve tvaru obdélníku. Panel je podložen polystyrenovou deskou, která má schopnost izolovat teplo a je zakryt skleněnou deskou. Do panelů je vháněna voda přes čerpadlo přímo z bazénu. Před čerpadlem je umístěna zpětná klapka, která brání odtoku vody z panelu zpět do bazénu. V nejvyšším bodě soustavy panelů je umístěn termostat, který ovládá chod čerpadla. Při ohřátí vody na 40 °C termostat sepne stykač čerpadla, které vytlačí ohřátou vodu přes potrubí zpět do bazénu. Po výměně vody v panelech termostat vypne čerpadlo. Cyklus se neustále opakuje v závislosti na klimatických podmínkách.

Závěr

Výhodou využití sluneční energie jsou nízké provozní náklady (sluneční energie je zdarma).

• Vysoká životnost zařízení 15 - 20 let a jeho nenáročná obsluha.
• Významným přínosem je i úspora fosilních paliv, jejichž spalováním znečišťujeme přírodu emisemi SO_2 , CO_2 , NO_x, prachových částic.
• Využití slunečního záření k přímé výrobě elektrické energie v místech, kde není k dispozici ze sítě.

Nevýhody využití solárních zařízení

• Sluneční energii nelze využít jako samostatný zdroj tepla. Pro celoroční využití je nutný doplňkový zdroj energie - zemní plyn, elektrická energie, kapalná paliva, atd. (kotel nebo akumulační zdroj energie v zásobníku tepla), který pokrývá zvýšenou potřebu v době, kdy je slunečního záření nedostatek.
• Návratnost vložených finančních prostředků je závislá na cenové úrovni používaného pa-

liva před instalací solárních kolektorů, na velikosti soustavy a způsobu využití (ohřev vody, přitápění, ohřev bazénů, technologie, atd.).

• Při instalaci solární soustavy do stávajícího objektu je návratnost investic závislá na rozsahu úprav, které je nutné provést před instalací (zateplení, úprava topné soustavy, změna doplňkového zdroje).

• Nemalé energetické nároky při výrobě solárních článků a zatížení životního prostředí chemikáliemi.

IV. Kapitola
STŘEDOČESKÝ KRAJ

Jméno soutěžícího	Téma soutěžní práce	Adresa školy
1. Vítězslav Kuklík	Malé vodní elektrárny	ISŠT Benešov
2. Jan Flieger	Energie z vody přeměněná na el. en.	ISŠT Benešov
3. Lukáš Hampel	Využití skládkových plynů	SOUCH Kralupy a Vl.
4. Milan Zita	Malé vodní elektrárny	SOŠT Jihlava
5. Jan Láněk	Tepelná čerpadla	ISŠT Benešov
6. Tomáš Horák	Tepelná čerpadla v praxi	SOUCH Kralupy a Vl.
7. Jaroslav Soudný	Malá vodní elektrárna	ISŠT Benešov
8. Alena Brendová	Spalování metanu na skládkách	SPŠ A VOŠ Příbram
9. Jan Demartini	Malé vodní elektrárny	ISŠT Benešov
10. Marián Mikulášových	Solární panely	ISŠT Benešov
11. Michal Řezníček	Tepelná čerpadla	ISŠT Benešov
12. Michal Dohnal	Školní fototermický panel	SŠT; SOU A U Jihlava
13. Lukáš Špaček	Větrná elektrárna	ISŠT Benešov
14. Ondřej Sedlák	Tepelné čerpadlo	ISŠT Benešov
15. Pavel Smítka	Tepelné čerpadlo	ISŠT Benešov
16. Kateřina Čiháková	Využití krbu	SPŠ A VOŠ Příbram
17. Petr Suchý	Přeměna energie	SŠT; SOU A U Jihlava
18. Jiří Tesař	Tepelné čerpadlo	ISŠT Benešov
19. Luděk Vysočil	Obnovitelné zdroje en. - využití	SPŠ A VOŠ Příbram
20. Tomáš Šlenkrt	Tepelné čerpadlo	ISŠT Benešov
21. Štěpán Táborský	Tepelné čerpadlo	ISŠT Benešov

Vítězslav Kuklík, ISŠ technická, Černoleská 1979, Benešov

MALÉ VODNÍ ELEKTRÁRNY

ÚVODEM:

Po celé České republice najdeme celé množství malých vodních elektráren. Základem pro funkci elektrárny je kromě vody také vodní turbína, bez které by těžko tento systém fungoval! Mezi nejznámější turbíny patří například Francisova, Dériazova, Peltonova, Bánkiho a v neposlední řadě Kaplanova turbína.

Elektrárny se rozdělují:

Podle výkonu	Průmyslové (nad jeden MW):	Minielektrárny (do jednoho MW)
		Mikrozdroje (do sto KW)
	Domácí (do třiceti pěti KW)	
Podle spádu		Nízkotlaké (menší než dvacet metrů)
		Středotlaké (menší než sto metrů)
		Vysokotlaké (větší než sto metrů)
Podle hospodaření s vodou		Průtočné
		Akumulační
		Přečerpávací

Kaplanova turbína

Kaplanova turbína je typ vodní turbíny, vynalezený profesorem brněnské techniky Viktorem Kaplanem. Narozdíl od svého předchůdce, Francisovy turbíny, se liší hlavně menším počtem lopatek, tvarem oběžného kola a také možností regulace náklonu lopatek u oběžného i rozváděcího kola. Proti Francisově turbíně má větší rozsah ekonomického provozu, a to jak co se týče použitelných spádů, tak i průtoků a má vyšší účinnost. Je ale také výrazně složitější a dražší. Kaplan jako první vzal při teoretickém návrhu turbíny v úvahu vazkost vody. V letech 1910-1912 proto navrhl na základě svých úvah nový tvar oběžného kola. První prototyp Kaplanovy turbíny byl vyroben brněnskou firmou Ignác Storek v roce 1919. Po zkouškách se ukázalo, že turbína dosahuje vynikající mechanické účinnosti až 86 %. Další prototyp byl úspěšně vyzkoušen v poděbradské elektrárně. Později, když se Kaplanovým žákům podařilo vyřešit i problémy s kavitací, se tato turbína stala nejvýznamějším typem turbíny užívaným ve velkých vodních elektrárnách po celém světě. Začátkem jejího úspěchu byla úspěšná montáž tehdy největší turbíny světa ve švédském Jlla Edet v roce 1925. Kaplanovy turbíny byly i velice úspěšným vývozním artiklem československého strojírenství.

Princip

Přívod vody do turbíny lze provést čtyřmi způsoby: Přehradně, derivačně, jezově nebo přes tlakový přiváděč. Ve vodní elektrárně voda roztáčí turbínu; ta je na společné hřídeli s elektrickým generátorem (dohromady tvoří tzv. turbogenerátor) . Mechanická energie proudící vody se tak mění na energii elektrickou, která se transformuje a odvádí do míst spotřeby. Výběr turbíny závisí na účelu a podmínkách celého vodního díla. Nejčastěji se

osazují turbíny reakčního typu (Francisova nebo Kaplanova turbína), a to v nepřeberné paletě modifikací. Pro vysoké spády (někdy až 500 m) se používá akční Peltonova turbína. V přečerpávacích vodních elektrárnách se používá turbín s reverzním chodem a s přestavitelnými lopatkami. V malých vodních elektrárnách se převážně zabydlela malá horizontální turbína Bánkiho spolu s upravenou jednoduchou turbínou Francisovou.Vedle průtokových vodních elektráren patří mezi nejznámější typy vodních elektráren elektrárny akumulační. Jsou součástí vodních děl - nádrží. Tato vodní díla kromě akumulace vody pro výrobu elektrické energie stabilizují průtoky říčním korytem, chrání před povodněmi a podporují plavební možnosti toku. Břehy nádrží mohou sloužit jako rekreační oblasti. Mnohdy jsou nádrže také zdrojem pitné vody pro vodárny, technologické vody pro průmysl a závlahové vody pro zemědělství. Umístění vlastní elektrárny může být různé podle tvaru terénu, výškových a spádových možností a podle množství vody. Existují elektrárny zabudované přímo do tělesa hráze, jinde je elektrárna vystavěna hluboko v podzemí. Voda se k ní přivádí tlakovým potrubím a odvádí se podzemním kanálem.

MALÁ VODNÍ ELEKTRÁRNA PÁTEK

Základní údaje a popis lokality

Lokalita - Mlýn v Pátku - na řece Ohře v r.km 36,125 byla energeticky využívaná do roku 1957. Strojně-technologické zařízení umožňující využití hydroenergetického potenciálu řeky Ohře v dané lokalitě bylo umístněno v budově starého mlýna nacházejícím se na pravém břehu řeky. V prostorách budovy se dosud nachází kašna s jednou nefunkční Francisovou turbínou z roku 1922, dále jalová výpust a dlouhý odpadní kanál cca 460m. Spád v místě instalované technologie zabezpečoval jez dřevěné rámové konstrukce s třemi řadami dřevěných pilot, s kamennou výplní. Délka koruny jezu je cca 37,6m. Kolmá pravá břehová zeď je betonová, levá je kamenná s omítnutím. Jez je protržený v místě průrvy o šířce cca 10m. Pravá jezová zeď je podemletá a vychýlená směrem do řeky. Prostory stávající budovy mlýna jsou pro osazení nové technologie z hlediska prostorových dispozic nevhodné a proto nové strojně technologické zařízení je instalováno v nově vybudované strojovně. Budova strojovny je výškově členěna na několik funkčních zón. Samotné turbíny jsou situovány v podlaží (VH 162,10) na betonových blocích. Zde se taky nachází jednotlivé hydraulické agregáty pro ovládaní a mazání soustrojí a kanálek se sací jímkou pro odvod průsaků. Na výškové kote 165,75 se nachází montážní plošina. Sdružený agregát ovládaní stavidla synchronní propusti, jalové výpustě, čistících strojů a stavidel savek je umístněn na konzole z pororoštu nad tělesem turbín (VH 167,20), přístup k němu je zabezpečen ocelovým schodištěm z montážní plošiny. Elektrorozvaděče jsou situovány na vstupní plošině budovy elektrárny na kótě VH 169,50. Jednotlivé podlaží jsou propojeny schodištěm. Pro manipulaci s břemeny větších hmotností je v budově instalována jeřábová dráha, která je předmětem dodávky investora. Samotná elektrárna je koncipována jako příjezová průtočná elektrárna s technologickým zařízením charakteristickým pro dané typy elektráren. Jedná se zejména o synchronní propust se stavidlem a provizorním hrazením, hrubé česlové pole, jalovou propust, jemné česlové pole, čistící stroje se žlabem pro odvod vytažených splavenin, stavidla uzávěru savek.

Základní údaje o stavbě

Údaje o vodním díle

Provozní hladina	168,00 m.n.m
Hradící konstrukce	jezové klapky
Kóta koruny (navýšený jez. kl.)	168,20 m.n.m
Hradící šířka klapky (1 jezového pole)	17,0 m
Počet jezových polí	2
Celková přelivná šířka	34,0 m

Hydrologické poměry

Spád	2,3 m při průtoku 24,00 m^3s^{-1}.
Tok:	Ohře
Místo:	Jez v obci Pátek, říční km 36,125
Průměrný průtok:	31,60 m^3s^{-1}
Plocha povodí :	4985 km^2
Číslo hydrologického pořadí:	1 - 13 - 04 – 005

Kapacita výrobního zařízení

Počet soustrojí	2
Hltnost 1ks turbíny	12 m^3s^{-1}
Spád	2,3 m
Výkon 1ks turbíny	241 kW
Otáčky turbíny	190,1 min^{-1}
Otáčky generátoru	750 min^{-1}
Instalovaný výkon generátoru	250 kW
Max. dosažitelný výkon na gen.	223 kW

Funkce technologického zařízení

Strojně-technologické zařízení vodní elektrárny slouží k využití hydroenergetického potenciálu. Spád vodního toku je vytvořen klapkovým jezem a krátkým přívodním a odpadním kanálem. K přeměně na elektrickou energii slouží dvě soustrojí s Kaplanovou turbínou v přímoproudém uspořádání s výkonem vyvedeným na asynchronní generátor kuželočelní převodovkou. Turbíny zpracovávají přirozené průtoky Ohře od minimálního zpracovatelného průtoku 3,0 m^3s^{-1} do maximální celkové hltnosti turbín 24,4 m^3s^{-1} v nepřetržitém provozu bez akumulace při udržování stálé výšky hladiny v nadjezí. Provoz elektrárny je automatický bezobslužný s občasným dohledem. Automatický chod elektrárny je zabezpečen systémem s použitím řídícího počítače pro řízení technologických procesů. Řízení jezu je začleněno do řídícího systému elektrárny. Elektrotechnická část elektrárny - silové a řídící obvody jsou předmětem dodávky MAVEL. Výkonová část regulace využívá hydraulických zařízení

Vnější vazby

Elektrárna pracuje do veřejné sítě 22 kV. Provoz je po celou provozní dobu závislý na přítomnosti napětí elektrické sítě. V případě výpadku el. sítě se nepočítá s autonomním provozem do oddělené sítě. Z hlediska závislosti na odběru vody je provoz VE přizpůsoben hydrotechnickým poměrům v řece. VE se odstaví při nižším průtoku, než je minimální

hltnost turbíny, při velké vodě a podstatném snížení spádu a při vyhrazení jezu v zimním období. Vedlejším produktem provozu jsou použitá kapalná a mazná média. Shrabky z česlí jsou ze žlabu odplavovány proudem vody do spodní vody. Při likvidaci se v omezené míře předpokládá potřeba ruční manipulace, zejména při úklidu pracovní plošiny čistících strojů a strojovny. Upotřebená kapalná media a maziva je třeba likvidovat prostřednictvím příslušné odborné firmy. Likvidace všech vedlejších produktů musí probíhat v souladu se zákonem o odpadech. Provozem VE nedochází ke znečišťování vody ani okolí. Hluk zařízení je dostatečně tlumen budovou strojovny. Elektrárna není určena pro trvalou přítomnost osob. Provoz VE vyžaduje občasnou kontrolu a údržbu pracovníkem obsluhy.

Popis a funkce jednotlivých zařízení

Stavidla na vtoku

Stavidlo je pohyblivá hradící konstrukce tabulového tvaru, podepřená na bocích ve svislých nebo mírně šikmých drážkách sloužící k uzavírání průtoku vody. Součásti stavidel jsou stavidlové tabule, boční drážky se spodním prahem a s horní těsnící lištou. Stavidla jsou ve smyslu ČSN 73 2601 zařazena do výrobní skupiny A.

Charakteristické hodnoty:

hrazená šířka:	4,50 m
hrazená výška:	3,10 m
pohon:	mobilním jeřábem
hmotnost tabule:	4511,2 kg

Funkce stavidel

Stavidlová tabule se pohybuje působením vlastní hmotnosti ve směru drážek. Stavidlo je dimenzováno na zavírání do plného průtoku vody (cca 12 $m^{-3}s^{-1}$) hrazeným profilem. Odolává vlivu působení běžných nečistot, obsažených ve vodě. Není konstruováno pro manipulaci při pokrytí hladiny souvislou silnou ledovou vrstvou. Rovněž není chráněno před destrukčními účinky povodní, velkých plavených předmětů a ledochodů. Stavidla na vtoku nejsou určena k nouzovému uzavření přítoku vody na turbíny (k tomuto účelu slouží uzávěry savky s hydraulickým pohonem).

Hrubé česle

Slouží k zachycení hrubých nečistot splavovaných vodním tokem jako jsou zejména dřevěné kulatiny, větve větších rozměrů atd. Konstrukce hrubých česlí je předmětem dodávky investora.

Jemné česle

Před vtokem každé turbíny je česlové pole jemných česlí, sloužící k zachycení jemných plovoucích nečistot. Ve spodní části je konstrukce česlí uložena v L-profile zakotveném do základové desky. Ve vrchní části jsou česle opřené o žlab pro splavování shrabků. Sklon česlí je 70°. Jemné česle jsou vyrobeny z ocelových pasů 8x80 x 4110mm. Pásy jsou svařené do sekcí o rozměrech 4110 x 1488 mm. Pole má rozměry 4500 x 4110 mm a je složeno ze tří sekcí. Rozteč prutů je 40 mm, počet prutů na jednu sekci je 30 ks. Česle jsou ve smyslu ČSN 73 2601 zařazeny do výrobní skupiny A.

Jalová propust

Slouží na proplachování žlabu vybudovaného v základové desce na usazování štěrku a hrubého písku v přívodním kanálu. Součástí jalové propusti je betonový žlab 2000x1000x9500 mm, boční drážky stavidla, dosedací práh, horní rám, pohon a stavidlová tabule. Stavidlová deska je vedena v bočních drážkách osazených v levém pilíři. Drážky jsou obdélníkového tvaru svařeny z válcovaných profilů U140 a plechu t6. Drážka končí na prahu stavidla. Spodní práh tvoří válcovaný profil U220 kotvený do spodní desky. Konstrukce stavidlové tabule je tvořena z ocelového hradícího plechu vyztuženého příčnými nosníky a svislými výztuhami. Tabule je vedena dvěma páry pojezdových kladek, které jezdí po boku drážky. Příčně je tabule v drážce vedena dalšími dvěma páry pojezdových kladek. Ve spuštěné poloze stavidlo těsní po celém obvodě pryžovým těsněním PN 00 4080, které dosedá na těsnící plochu drážky a na okrajích tabule je upevněno šrouby a přítlačnou lištou. Ovládání stavidlové tabule se děje pomocí hydromotoru který je zapojen do hydraulického obvodu sdruženého agregátu pro ovládání čistících strojů, stavidla štěrkové propusti a stavidel hrazení savek. Hydraulický obvod zabezpečuje zdvih a spuštění stavidlové tabule s možností zastavení v kterékoli poloze.

Čisticí stroje česlí

K vytahování splavenin zachycených na jemných česlích slouží čisticí stroj česlí umístěný před každým vtokem. Základní součásti čistícího stroje je stojan, dvě ramena (A,B) a stírací lišta. Rameno A je uloženo v ložiskách na stojanu a je zdviháno paralelně dvěma dvojčinnými lineárními hydromotory. Na rameně A je kyvně upevněno rameno B, kterým pohybuje dvojčinný lineární hydromotor. Rameno B nese stírací lištu a umožňuje její pohyb po česlích. Stírací lišta stírá česle na šířku stírací lišty a je vybavena výměnným pryžovým stíracím pasem. Čisticí stroje jsou ve smyslu ČSN 73 2601 zařazeny do výrobní skupiny A.

Žlab

Pro odvod vytažených splavenin čistícími stroji z jemných česlí slouží ocelový žlab. Žlab je společný pro oba čistící stroje a je splachován protékající vodou do spodní vody. Splachování je prováděno samospádem, proudem vody přiváděným do žlabu trubkou PVC f200 mm. Žlab je na pravém konci vybaven proti stálému průtoku stavidlovým uzávěrem, pohon kterého je začleněn do systému řízení čistících strojů.

Vodní turbíny s generátory a příslušenstvím

Rozhodující výrobní zařízení elektrárny jsou dvě Kaplanovy vodní turbíny v přímoproudém uspořádání s převodovkami a asynchronními generátory. Příslušenstvím turbín je olejové mazání a chlazení převodovky a hydraulický pohon pro řízení funkce lineárních hydromotorů.

Vodní turbíny

Turbína je řešená jako kompaktní celek s vestavěnou obtékanou pravoúhlou převodovkou a generátorem, umístěným na skříni turbíny. Je uložená ve stavbě s úhlem sklonu hřídele 7°. Turbína má regulaci průtoku natáčením lopatek oběžného a rozváděcího kola, provozní uzavírání je lopatkami rozváděcího kola. Za provozu je poloha lopatek rozváděcího a oběžného kola v předepsané relaci - vazbě. Vazba je elektronická. Zpětná vazba

do řídícího systému je z analogových snímačů polohy lopatek. Pohybovými členy natáčení lopatek turbíny jsou lineární hydromotory. Záložní energie pro zavření lopatek rozváděcího kola je tlaková z vakuového akumulátoru tlakového oleje s dusíkovou náplní. Turbíny jsou opatřeny hydraulicky ovládanou kotoučovou brzdou, která je v činnosti v případě odstavení turbíny. Brzda není určena k zabrzdění turbíny při výkonu. Součástí dodávky turbín jsou vtoky a savky, svařené z plechů a použité jako ztracené bednění ve spodní stavbě strojovny.

Identifikace turbíny

Typ	TKA 1580K3
Průměr oběžného kola [mm]	1580
Průměr náboje oběžného kola	592,5
Počet lopat oběžného kola	3
Počet lopat rozváděcího kola	16
Hmotnost bez generátoru [kg]	18 500
Smysl otáčení	vpravo

Materiály

- lopatky oběžného kola	
- ocel G-X8Cr-Ni	
- lopatky rozváděcího kola	GGG 50
- komora rozváděcího kola	- GG 20
- komora oběžného kola	- GG 20
- skříň turbíny	- ocelové plechy

Základním nosným prvkem turbíny je svařovaná skříň kruhového profilu s obtékaným tubusem, v němž je umístěna převodovka. Skříň je připojena na vtok a na opačné straně na ní navazuje rozváděcí kolo. Rozváděcí kolo je mírně diagonální (lopatky mají osy natáčení v úhlu 60° od osy turbíny). Lopatky jsou oboustranně vetknuté prizmatické a umožňují uzavření rozváděcího kola (počítáno s minimálním průsakem). Na komoru rozváděcího kola navazuje podélně dělená komora oběžného kola. Oběžné kolo je uloženo na vstupní hřídeli převodovky na přírubě. Mezi výstupní hřídelí převodovky a hřídelí generátoru je vřazena spojková kombinace tvořená lamelovou spojkou se svěrným spojem umožňujícím prokluz při překročení nastaveného kroutícího momentu. K přírubě komory oběžného kola je montována ocelová savka, jejíž větší část slouží při betonáži jako ztracené bednění. Příruba savky je proti přírubě oběžného kola těsněna dvojitým pryžovým těsněním, spoj je šroubový a umožňující dilataci. Na přírubě válcové nástavby v horní části skříně je připevněn generátor.

Vtok turbíny

Vtok je zabetonován do čelní stěny spodní stavby strojovny jako ztracené bednění. Je svařen z ohýbaného plechu, proti průsakům vody je opatřen dvěma límci jako těsnícími labyrinty. Na plášti vtoku jsou upevněny kotevní prvky do betonu. Na vstupu je vtok obdélníkový a přechází do kruhového profilu, k tomuto kruhovému profilu o průměru odpovídajícímu skříni turbíny je přivařena skříň turbíny.

Skříň turbíny

Skříň turbíny se skládá z pláště skříně s vnějšími výztuhami a kotevními patkami, tubusu s nosnými žebry, a válcovou nástavbou s přírubou pro upevnění generátoru.

Plášť skříně

Plášť skříně se skládá z válcové a kuželové části. Obě části jsou zakroužené z plechu a svařené.

Rozváděcí kolo

Rozváděcí kolo turbíny navazuje na skříň turbíny. Rozváděcí kolo turbíny má 16 lopatek uložených mezi komorou rozváděcího kola a kulovým přechodem. Lopatky jsou odlité z tvárné litiny, obrobené a broušené, opatřené čepy s pouzdry z nerez oceli do ložisek. Mají prizmatický tvar, který umožňuje použití rozváděcího kola ve funkci provozního a havarijního uzávěru. Čep lopatky prochází ložiskovým tělesem, uloženým v rozváděcí komoře. V tělese je čep uložen v kluzném pouzdře a těsněn dvěma těsnícími kroužky. Lopatka je natáčena pákou, upevněnou na čepu kruhovým perem. Toto spojení umožňuje prokluz a chrání lopatku proti poškození. Do původní polohy je nutné lopatku vrátit ručně pomocí montážního přípravku. Vnitřní čep lopatky je zasunutý do kluzného pouzdra v lopatce zevnitř kulového přechodu. Čep je utěsněn pryžovým těsnícím kroužkem. Komora rozváděcího kola je přišroubována k přírubě skříně. Je odlitá ze šedé litiny a obrobená. Kulový přechod navazuje na tubus a přírubu převodovky. Páka lopatky je spojena táhlem se dvěma kulovými čepy s přestavným kruhem. Přestavný kruh je součástka tvaru mezikruží; je uložený otočně na osmi bronzových kamenech na přírubě komory rozváděcího kola. Kruh je natáčen lineárním hydromotorem na levém boku turbíny.

Oběžné kolo

Oběžné kolo je hnacím prvkem turbíny. Náboj oběžného kola je upevněn šrouby k přírubě oběžného kola, kroutící moment je přenášen kolíky. V náboji, jsou uloženy tři lopatky s čepy v bronzových pouzdrech a regulační mechanismus. Regulace lopatek je založena na otočném uložení čepů lopatek. Čepy jsou opatřeny pákou, jíž je přímočarý pohyb přestavného kříže, přenášený na páku táhly, převáděn na natáčivý pohyb lopatek. Přímočarý pohyb kříže je vyvozován přestavnou tyčí, procházející dutou hřídelí převodovky. Lopatky jsou těsněny pryžovými těsnícími kroužky. Těsnící plochou je válcová část příruby lopatky oběžného kola. Náboj oběžného kola je těsněn kuželovým víkem oběžného kola. Vnitřní pohybové mechanismy jsou mazané olejem. Olejová náplň je stálá, použitý olej se mění při revizi oběžného kola. Náboj a lopatky jsou odlité z nerezové oceli, obrobené a broušené. Komora oběžného kola je odlitek ze šedé litiny a je podélně dělená v horizontální rovině turbíny. Příruba oběžného kola je upevněna kruhovým perem na vstupní hřídeli převodovky, která je současně hřídelí turbíny. Hřídel je těsněna proti vodě axiální mechanickou ucpávkou.

Brzda turbíny

Brzda turbíny je mechanická kotoučová s hydraulickým ovládáním. Brzdový kotouč je upevněn na náboji hřídele generátoru šrouby a kolíky. Těleso brzdy je přišroubováno na desce v nástavbě pro upevnění generátoru.

Spojka

Spojení mezi výstupní hřídelí převodovky a hřídelí generátoru je provedeno kombinací lamelové spojky s integrovaným svěrným spojem umožňujícím prokluz při překročení nastaveného kroutícího momentu. Spojení hřídelových nábojů s hřídelemi převodovky a generátoru je přes pero, axiálně jsou pojištěny ustavovacím šroubem. Mezi každou přírubou hřídelového náboje a přírubou spojovacího hřídele je umístěna jedna ozubená příruba . Hřídelový náboj generátoru nese kotouč brzdy.

Savka turbín

Savka je přímá a pokračuje ve stejném sklonu jako hřídel turbíny. Navazuje na přírubu komory oběžného kola kuželovou částí a přechází do obdélníkového profilu. Savka slouží z větší části jako ztracené bednění spodní stavby, je svařována z ohýbaných plechů s kotevními a výztužnými prvky do betonu a těsnícím labyrintem. Na komoru oběžného kola savka navazuje pomocí pohyblivých přírub spojených s komorou oběžného kola šroubovým spojem. Mezi přírubami je dvojité pryžové těsnění. Toto spojení umožňuje dilataci soustrojí.

Mazání a chlazení převodovek

Převodovka je mazána a chlazena tlakovým olejem. Zdrojem tlakového oleje je agregát olejového mazání, umístěný mimo převodovku. Nosnou částí agregátu je nádoba pro mazací olej. Zdrojem pracovního tlaku oleje je čerpadlo, poháněné elektromotorem. Tlakový olej je do převodovky přiveden přes nízkotlaký dvojitý filtr s ručním přepínáním větví. Agregát má integrovaný samostatný okruhy chlazení a ohřívání oleje s olejovým čerpadlem, vzduchovým chladičem oleje s nucenou ventilací, topnou spirálou a elektromotorem. Každá turbína má svoji sekci instalovanou na společné nádobě s mazacím olejem. Použitý mazací olej je specifikován v příloze.

Hydraulický pohon regulace turbín

Turbíny jsou opatřeny hydraulickým obvodem pro pohon hydromotorů. Hydromotory zajišťují tyto funkce :

- natáčení lopatek rozváděcího kola
- uzavírání turbíny lopatkami rozváděcího kola
- natáčení lopatek oběžného kola
- ovládání brzdy

Hydraulický obvod je otevřený s volnou hladinou kapaliny v nádrži. Pro řízení dvou turbín je použit jeden hydraulický agregát. Řídící blok má každá turbína samostatný na skříni vlastní turbíny.

Hydraulický agregát

Hydraulický agregát je společný pro obě turbosoustrojí. Nosnou částí agregátu je nádoba, která je svařená z plechů a v jejím víku je svisle uloženo olejové čerpadlo s elektromotorem, plnící hrdlo a řídící jednotka tlaku s blokem pro vakový akumulátor tlakového oleje. Tlakové relé v bloku řídící jednotky tlaku má digitální zobrazení hodnoty okamžitého tlaku, analogový výstup 4-20 mA a čtyři nastavitelné kontaktní výstupy. Součástí hydraulického obvodu je vakový akumulátor tlakového oleje. Vzhledem ke svým rozmě-

rům a hmotnosti je umístěn samostatně mimo nádobu agregátu. Akumulátor zabezpečuje záložní energii pro odstavení turbíny při výpadku elektrické sítě. Blok akumulátoru obsahuje pojišťovací ventil nastavený na jmenovitý tlak vakového akumulátoru, uzavírací ventil, vypouštěcí ventil a manometrickou přípojku s manometrem. Akumulátory patří mezi vyhrazená zařízení a podléhají nutnosti periodických revizí.

Hydromotory

Lopatky oběžného kola jsou natáčeny lineárním hydromotorem speciální konstrukce. Hydromotor má průměr pístu/průměr pístnice 250/80 mm a zdvih 86 mm. Je umístěn v čele hřídele turbíny a pístnice navazuje na přestavnou tyč. Tlakový olej je na něj přiváděn dvojitým rotačním přívodem. Rotační přívod je hydraulický prvek, který přenáší dvě tlakové větve na rotující část hydraulického obvodu. Je zde připevněn blok hydraulických zámků. Lopatky rozváděcího kola jsou natáčeny a uzavírány dvojčinným lineárním hydromotorem běžné konstrukce, umístěným mezi úchytem na skříni turbíny a čepem na přestavném kruhu. Záložní energie pro uzavření rozváděcího kola při výpadku napětí v síti je tlaková z akumulátoru tlakového oleje. Hydromotor pro pohon natáčení lopatek rozváděcího kola má průměr pístu/průměr pístnice 90/45 mm a zdvih 500 mm.

Generátory

Generátory jsou asynchronní třífázové nízkonapěťové typ AD 355 a-8ge Siemens Elektro spol s.r.o. Jejich bližší popis, parametry a pokyny pro provoz a údržbu jsou uvedeny v přiložené dokumentaci výrobce generátorů.

Druh ochrany

Stroje jsou sériově vyrobeny pro druh ochrany IP 23/55, která zabezpečuje ochranu proti pevným cizím tělesům větším než 12 mm a proti vodě dopadající pod úhlem 60°.

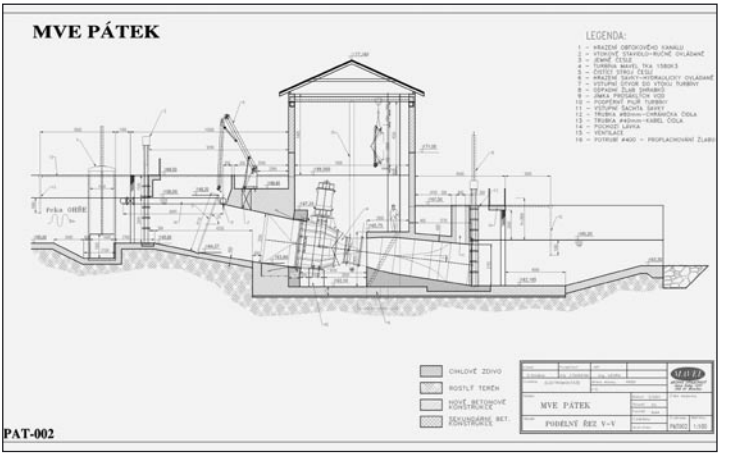
Prostředí

Popis prostředí

Stavidla a čistící stroje pracují v prostředí venkovním s občasným ponořením do vody, jemné česle jsou ponořené ve vodě trvale (čidla těchto strojů jsou vždy nad hladinou). Strojovna vodní elektrárny včetně spodní stavby je monolitická železobetonová. Je zde možnost kondenzace vzdušné vlhkosti na kovových částech turbíny, ochlazovaných proudící vodou. Prašnost ve strojovně musí být omezena. Součástí technologického zařízení jsou hydraulické agregáty s volnou hladinou oleje a odvzdušňovacími filtry. Hydraulické agregáty jsou umístěné ve strojovně. Je třeba počítat s určitou produkcí olejových par. Průvodním jevem provozu soustrojí turbín s generátory je produkce ztrátového výkonu ve formě tepelné energie. Jedná se o výkon řádově cca 20 kW při plném výkonu elektrárny. Chlazení převodů a generátorů má tudíž nezanedbatelný vliv na teplotní režim strojovny, zejména při vyšších vnějších teplotách. Hluk ve strojovně ve slyšitelné oblasti je z převážné části způsobován ventilátorem chlazení generátorů.

Pohled na elektrárnu

Pohled do strojovny



Boční průřez elektrárnou

Závěr

Vodní elektrárny jsou podle mého nejideálnějším řešením pro výrobu elektřiny. Měl jsem možnost několik elektráren navštívit a z i z toho malého množství dokážu tvrdit, že elektrárny plní své úlohy a jsou velice užitečné. Pro funkčnost je logicky potřebná voda, což je v pásmu, ve kterém se Česká republika nachází, nevyčerpatelný zdroj energie. Tohoto zdroje bysme si měli i do budoucna nejvíce všímat, vodu lze využít jednak jako zdroje mechanické energie, ale i jako zdroje kinetické energie s účinností až 85%. Umístění elektráren může být až na 4000 místech po celé republice. Hlavním účelem je neznečišťovat prostředí, ovzduší atd. I z tohoto důvodu jsem se do soutěže přihlásil abych podpořil něco, co má podle mého smysl a velikou budoucnost.

Jan Flieger, Integrovaná střední škola technická, Černoleská 1979, Benešov

ENERGIE Z VODY PŘEMĚNĚNÁ NA ELEKTŘINU V LIBOCHOVÍCH

ÚVOD

V dnešní době lidstvo poznává, že zdánlivě nevyčerpatelné zdroje energie (ropa, uhlí a zemní plyn) se pomalu ale jistě vyčerpávají. Proto je třeba se zamyslet nad tím, jak co nejlevněji a nejefektivněji využít zdroje „nevyčerpatelné“ (voda, sluneční energie, energie větru apod.). Přeměnu z energie vody na energii elektrickou jsem si vybral, protože si osobně myslím, že využití vody a vodních toků je v naší republice jedno z nejlepších pro výrobu elektrické energie. Vzhledem k množství toků a přehrad, které Česká republika má, by bylo zcela neadekvátní, aby jich naše země nevyužívala. Z dosažených informací jsem zjistil, že již před několika desítkami let bylo využíváno malých vodních děl. Bohužel s rozvojem výstavby elektráren na tuhá a atomová paliva se jich většina dostala do potíží. Důvodem byla hlavně jejich malá výkonnost. Zachovalo se jich jen pár, a to pro jejich architektonickou hodnotu. Většina z nich ale zchátrala. Prostě v moderní době již nebyly finanční prostředky na jejich údržbu a opravy. Jedna z těch, co měly to štěstí a byly rekonstruovány, je malá vodní elektrárna v Libochovicích na řece Ohři. V malebné krajině na Litoměřicku se jí dostává péče již od roku 1901, kdy sloužila jako strojovna. V roce 1930 k ní byla přistavěna ještě druhá část objektu. Tento objekt sloužil jako elektrárna. Nákup a rekonstrukce objektu stála investora cca 20 mil. korun. Vzhledem k dobrému spádu vody a výkonu turbín je přibližná návratnost 12 až 15 let. Proto si myslím, že investice do takovýchto staveb není vůbec marná. Samozřejmě ne každý si tuto investici může dovolit, a ne na každém úseku jakéhokoliv toku může elektrárna stát. Ale i tak by bylo dobré, kdyby se na patřičných ministerstvech zamysleli a zvýšili dotace na výstavbu těchto malých vodních děl,či sami tuto výstavbu realizovali.

LIBOCHOVICE

Popis stávajícího stavu. V lokalitě MVE Libochovice, na řece Ohři, je stávající jez, který soustředí hydroenergetický potenciál řeky Ohře v dané lokalitě. Tento hydroenergetický potenciál byl v minulosti využíván, a proto i dnes je v profilu Libochovic elektrárna. Elektrárna je na úrovni jezu, na jeho levém břehu. Odběr vody do elektrárny je krátkým přívodním kanálem, který částečně využívá jako svůj začátek slepé rameno řeky. Objekt elektrárny byl stavěn v několika etapách, v první stavební fázi zde bylo pouze využití čerpání vody, teprve v druhé fázi, tj. pro energetické využití byl objekt technologicky dostavován a vybaven.

Identifikační údaje stavby a investora

Název stavby	MVE Libochovice
Místo, obec:	Libochovice
Okres	Litoměřice
Investor	EWA s.r.o., Libochovice
Projektant strojní tech.	MAVEL, a.s., Jana Nohy 1237, 256 01 Benešov
Provozovatel	EWA s.r.o., Libochovice

Dodavatel strojní části	MAVEL, a.s., Jana Nohy 1237, 256 01 Benešov
Zahájení stavby	12. 2003
Dokončení stavby	12. 2005
Doba výstavby	24 měsíců

Údaje o MVE

Dosažitelný výkon elektrárny	500 kW
Teoretická průměrná roční výroba	2 857 MWh

Údaje o provozu

Instalovaný výkon elektrárny	500 kW
Průměrný roční průtok na lokalitě	31,6 m^3s^{-1}
Návrhový spád	2,60 m
Maximální spád	2,80 m
Maximální průtok elektrárny	24,0 m^3s^{-1}
Minimální využitý průtok	2,5 m^3s^{-1}
Celkový počet pracovníků	2

Přehled výchozích podkladů

Podklady poskytnuté investorem
-snímek katastrální mapy
-výpis z katastru nemovitostí
-zaměření strojovny provedené firmou Hydros v r. 1999
-zaměření spádů a čára trvání spádů – firma Hydros v r. 1999
-projekt zaměření strojovny se zakreslením stavebních úprav provedené Severočeskými energetickými závody v r. 1990

Hydrotechnické údaje

Údaje o vodním díle

Max. provozní hladina	+ 160,49 m.n.m
Min. provozní hladina	+ 160,47 m.n.m

Koruna jezu před vyrovnáním	**+ 160,32 ÷ 160,53 mnm**
Max. provozní hladina MVE	+ 161,50 mnm
Min. provozní hladina	+ 160,45 mnm

Poznámka: při hladině 160,45 mnm dojde na jezu k převodu 8 m^3s^{-1} přes korunu jezu. Viz výpočty kapacity jezu v příloze Zaměření a sanace jezu.

Průtokové poměry

Průměrný průtok	31,6 m^3s^{-1}
Plocha povodí	5294,809 km^2

Poznámka: V Ohři jsou průtoky výrazně ovlivněny přehradou Nechranice – kde jsou instalovány 2 turbíny. Průtok v Ohři pod Nechanicemi je mimo povodňové stavy proto obvykle vyrovnán na dva základní průtočné stavy 17 m^3s^{-1} a 34 m^3s^{-1} (což odpovídá hltnosti jedné - resp. dvou turbín na přehradě Nechranice).

Základní popis manipulace na MVE

Elektrárna je navržená jako průběžná bez akumulace, její ovládání bude prováděno na základě hladinové regulace, aby bylo minimalizováno negativní ovlivnění zdrže výkyvem hladiny (běžná regulace na realizovaných elektrárnách je obvykle řízena v přesnosti ±2 cm). Tato regulace bude účinná v rozmezí od minimální do maximální hltnosti turbín. Dělení průtoků na MVE Libochovice bude provedeno – zajištěno pomocí hladinové regulace. Elektrárna bude mít nastavena hladinovou regulaci tak, aby v rozsahu kapacitních možností turbín (teoreticky od 2,0 do 24,0 m^3s^{-1}) udržovala v nadjezí konstantní hladinu vody na úrovni 160,53 + (0,10 ± 0,02) v systému Balt. Výše uvedená hodnota platí po plánované rekonstrukci koruny jezu. Při této hladině odpovídající stávajícímu stavu bude možný odběr jak do „malé Ohře“, tak provoz nového rybochodu. Při poklesu hladiny pod nastavenou mez dochází k odstavení elektrárny (dosažení úrovně nastavené hladiny). Při zvýšení průtoku nad maximální aktuální hltnost provozuschopných turbín dochází ke zvýšení hladiny v jezové zdrži a neovladatelnému přepadu přes pevné jezové těleso stejně jako za stávajícího stavu. Vzhledem k tomu, že na lokalitě Libochovice je stávající pevný jez, bude i za provozu elektrárny zachováván přepad přes jezové těleso. Sanační přepad přes jezové těleso bude mít minimální výšku přepadového paprsku h = 10 cm. Při výpočtu průtoku při paprsku h = 10 cm předpokládá projektant přepadajícího množství ve výši Q = 8 m^3s^{-1} (viz podrobný výpočet kapacity jezu po rekonstrukci – jeho konzumční křivky v části „Zaměření a sanace jezu). Při provozu před rekonstrukcí – vyrovnáním jezové koruny bude minimální provozní hladina jezu 160,45 mnm, při této hladině dojde na jezu k převodu 8 m^3s^{-1} přes korunu jezu. Viz výpočty kapacity jezu v příloze Zaměření a sanace jezu. Při provádění rekonstrukce – vyrovnávání koruny jezu dojde k zajímkování části koruny jímkou ze strany horní vody a převodu vody do podjezí přes zbylou část koruny jezu v množství 8 m^3s^{-1} .

Návrh rozdělení průtoků

Na vodním díle Libochovice jsou realizovány některé stávající odběry, které bude nutné zachovat, dále pak je nutné považovat některé průtoky za prioritní ve vztahu k provozu elektrárny. Projektant proto na vodním díle Libochovice navrhuje následující rozdělení aktuálních průtoků v řece Ohři:

a) průtok pravostran. stavidly do „Malé Ohře“	0,5-1,0 m^3s^{-1}(dle požadavku PO)
b) sanační průtok přes jezové těleso	8,0 m^3s^{-1}
- přepadový paprsek	10 cm

- přepadový paprsek slouží jednak jako ochrana vlastní jezové konstrukce před klimatickými vlivy a jednak zachovává požadovaný průtok v řece (dle požadavku PO)

c) provoz rybochodu	0,5 m^3s^{-1}
- vábení ryb – trubka 1 ϕ 200 mm	0,05 m^3s^{-1}
trubka 2 ϕ 200 mm	0,05 m^3s^{-1}

K energetickému využití je potom zůstatek aktuálního průtoku. Investor předpokládá s instalací turbín s celkovou maximální hltností 25 m^3s^{-1}, minimální hltnost jedné turbíny je potom cca 2,1 m^3s^{-1}.

d) Energetický průtok MVE s následujícími možnými průtoky při návrhovém spádu h=2,5 m

- minimální hltnost 1 turbíny 2,10 m^3s^{-1}
- maximální hltnost 1 turbíny 12,0 m^3s^{-1}
- minimální hltnost elektrárny 2,10 m^3s^{-1}
- maximální hltnost elektrárny 24,00 m^3s^{-1}

e) Sanační průtok odpadním kanálem je dle údajů zjištěných investorem stanoven v platném povolení k nakládání s vodami pro ČOV Libochovice v množství

- sanační průtok odp. kanálem 5,20 m^3s^{-1}

Sanační průtok v tomto množství lze do odpadního kanálu zajistit více způsoby:

- provozem turbín v ručním provozu – s nastaveným otevřením odpovídajícím potřebnému průtoku
- stavidlem jalové propusti
- rybím přechodem

V případě odstavení turbín z provozu bude zajištěn celý sanační průtok do odpadního kanálu jednak vyústěním rybího přechodu, jednak zdvižením stavidla jalové propusti na stanovenou výšku nad prahem MVE. Tím bude zajištěn požadovaný průtok v odpadním kanálu, potřebný k ředění splaškových vod ČOV Libochovice, které ústí do odpadního kanálu. Stavidlo jalové propusti bude zdviháno na takovou výšku, která odpovídá požadovanému průtoku dle konzumační křivky stavidla.

Jez na lokalitě Libochovice

Na lokalitě Libochovice je stávající pevný betonový jez, který je složený ze dvou sousedících – na sebe navazujících konstrukcí. Na levé straně je jezová konstrukce s betonovou přelivnou plochou, která je v podélném řezu profilována přibližně do tvaru beztlakové přelivné křivky, tato část je také půdorysně zakřivená – vydutá směrem do dolní vody, na kterou se nevztahuje památková ochrana. Na pravé straně je přímá část jezu, s betonovou přelivnou plochou, Tato část jezu je památkově chráněna. Stávající pravá železobetonová část jezu má betonovou přelivnou hranu, která nemá v celé délce vodorovnou kótu - levá břehová strana jezu je výše než ve střední části. I za stávajícího stavu dochází k vystupování přelivné hrany z vody – přes levou stranu jezu nepřepadá voda. Na obou březích navazuje vlastní jezové těleso na boční opěrné stěny, které zavazují jez do břehů.

Přívodní kanál MVE

Před původním objektem elektrárny je přívodní kanál, který přivádí vodu k turbínám. Stěny přívodního kanálu byly provedeny z kamenného zdiva, které je v současné době v dezolátním stavu a v podstatě se rozpadá a sesouvá do přívodního kanálu. V přívodním kanálu jsou dělící betonové pilíře kašen bočních turbín a střední jalové propusti. Přes tyto pilíře je vedena tenká železobetonová deska - pochozí lávka. O přední opancéřovaný okraj této pochozí desky – lávky, byl opřen horní okraj jemných česlí. Jemné česle byly šikmé ve vztahu k ose proudění vody. Pochozí lávka nad česlemi je o 1 metr níž, než je okolní terén. Toto řešení bylo zřejmě zvoleno vzhledem k ručnímu čištění jemných česlí – aby čištění plochy bylo co možná nejkratší. Jalová propust byla hrazena ručně ovládaným stavidlem. Stavidlo bylo s dřevěnou výplní staženou ocelovými svlaky. Pohybovací mechanismus byl

ruční, mechanismy s cévovými tyčemi. Za stávajícího stavu je v drážkách pouze zchátralá hradící deska, pohybovací mechanismus je demontován.

Stávající stav elektrárny

Strojovna byla stavěna v několika etapách, které odpovídají jednotlivým fázím využívání hydroenergetického potenciálu. V první fázi byl postaven přímo objekt turbín, který stojí pod kanálem turbín. Tento objekt je na fasádě datován rokem 1901. Tato část objektu je památkově chráněna, architektonicky odpovídá secesnímu stylu. Objekt je jednoduchá jednolodní strojovna. Strojovna má spodní stavbu betonovou (detailní výkresy spodní stavby nemá projektant k dispozici). Lze předpokládat, že spodní stavba bude částečně s prostého betonu, částečně lze předpokládat železobetonové konstrukce, nebo konstrukce spražené (to se týká zejména vodorovných konstrukcí – podlaha strojovny, podlaha kašny). Objekt strojovny – vrchní stavba je z cihelného zdiva. Ve zdivu jsou zachovány částečně výplně otvorů – ocelový rastr výplně oken bez skla. Výplně dveří a vrat obecně chybí na celé elektrárně. Krov elektrárny je dřevěný, krokve jsou zpevněny ocelovými vzpěradly. Krokve jsou zakryty dřevěným pobitím, krytina je dnes z bitumenové lepenky. Tato část strojovny zastropuje dvě kašny Francisových turbín a mezilehlou jalovou propust. Obě kašny Francisových turbín měly za čelní stěnou strojovny hrazení kašen stavidly. Stavidla měla pohon cévovými tyčemi, desky stavidel měly dřevěné výplně stažené ocelovými svlaky. Drážky, cévové tyče a pohybovací mechanismy byly vandaly odřezány autogenem a zlikvidovány. Ve strojovně je v otevřených kašnách torzo původně strojně technologického zařízení (nosné mosty turbín, hřídele turbín..). Na podlaze objektu jsou dva původní kotevní bloky generátorů, pochozí plocha je kryta původními dlaždicemi se vzorem. V druhé fázi bylo na vlastní budovu elektrárny navázáno druhou částí objektu, postavenou dle datování na fasádě v roce 1930. Tato budova navazuje bezprostředně na vlastní strojovnu, přičemž zachovává jak architektonické , tak i technické řešení strojovny postavené v roce 1901. Vzhledem k množství kabelových kanálů a řešení budovy je možné předpokládat, že v budově bylo umístěno především elektrotechnologické zařízení po změně technologie v objektu z čerpací stanice na elektrárnu. Budova je opět jako část objektu z roku 1901 z cihelného zdiva, krov je dřevěný také s ocelovými vzpěradly s dřevěným pobitím a krytinou z bitumenové lepenky. Objekt je celkově vyklizený, technologické zařízení se nezachovalo.

Stejné je i řešení fasády – jak druh omítky, tak je sjednocena i její barva. Z hlediska stavebního nevykazuje spoj obou budov žádný viditelný spoj. Po statické stránce je budova celkem v pořádku, což se týká zejména obvodového zdiva a krovu. Ve špatném stavu jsou zejména ty části budovy, kde docházelo k zatékání dešťové vody. Velmi narušené jsou zejména dřevěné stropy v obou bočních věžičkách. Stavební detaily – podlahy, omítky, stropy a podobně jsou v chátrajícím stavu. Na tom se zasloužily jak povětrnostní podmínky při neexistenci výplně otvorů, jako i zejména vandalismus a vykrádání objektu.

Třetí část objektu elektrárny byla dostavěna později. Tato část je kolmá k budově původní elektrárny a tvoří s ní písmo “L”. Tato část budovy není památkově chráněna. Z hlediska stavebního je tato část budovy z cihelného zdiva, krov je dřevěný, střešní krytina částečně chybí. Stav vnitřních konstrukcí je velmi neutěšený – zejména dřevěné stropy v 1. nadzemním podlaží jsou v havarijním stavu, někde již v podstatě chybí. V objektu byla kobka transformátoru, garáž a byt se sociálním zařízením. V současné době je objekt volně přístupný, bez výplní otvorů – chybí vrata, dveře, okna. Vnitřní konstrukce podléhají van-

dalismu – jsou otlučené obklady, vylámaná prkna z podlah v místnostech byl opakovaně zakládán oheň. Z hlediska statického došlo k nestejnoměrnému ssedání budovy ve vztahu k původní budově elektrárny a došlo tak k oddělení obou budov – mezi objekty je svislá spára, která budovy odděluje tak, že spolu tavebně nesouvisí.

Odpadní kanál

Za elektrárnou je odpadní kanál, který vede vodu od savek zpět do řeky Ohře, za elektrárnou zasahují do odpadního kanálu betonové dělící pilíře kašen turbín a jalové propusti. V těchto dělících pilířích jsou betonové dvojité drážky pro provizorní hrazení. Toto hrazení umožňovalo zahrazení a vyčerpání prostoru savek turbín. Samotný odpadní kanál je přibližně 200 – 250 metrů dlouhý. Odpadní kanál je v celé délce veden jako zemní koryto s miskovitým příčným profilem. Kanál nemá stavebně zpevněné břehy, stabilizujícím faktorem jsou zejména kořenové systémy vzrostlých stromů lemujících celý odpadní kanál. Odpadní kanál je od řeky oddělen ostrovem, který má po své délce různou šířku. V podjezí je zde pouze úzká šíje. V nadjezí mezi řekou a přívodním kanálem je ostrov široký cca 10 až 15 metrů, pak se tento dělící ostrov opět rozšiřuje.

Původní stav strojně - technologického zařízení

V elektrárně byly instalovány dvě vertikální Francisovy turbíny v klasickém uspořádání v kašně s volnou hladinou vody. Mezi oběma kašnami procházela jalová propust vody. Na vtoku obou kašen byla instalována stavidla s pohonem cévovými tyčemi. Vtok do jalové propusti byl rovněž hrazen stavidlem s ručním pohonem. Stavidla byla klasického provedení – s dřevěnou výplní – okovaná ocelovými svlaky. Stavidla byla smykána- byla bez pojezdu. Ve strojovně byly instalovány rovněž rozvaděče automatiky. Rozvaděče silové části byly v přilehlých rozvodnách. V sousední budově, která sloužila jako servisní objekt byly instalovány transformátory. Do dnešního dne se zachovaly pouze torza v kašnách – zejména zabetonované části. Oběžná kola, hřídele, převody a generátory se do dnešního dne nezachovaly. V posledních letech došlo k odřezání pohybovacích mechanismů stavidel. Rozvaděče, kabely a ostatní zařízení dnes zcela chybí.

Archivní údaje

Ve Státním vodohospodářském plánu z roku 1950 je vodní elektrárna v Libochovicích zmiňována takto:

· Název toku	Ohře
· Místo podniku	Libochovice, č.351/1
· Podnikatel vodního díla	TMO,n.p,RÚT
· Druh živnosti	elektrárna
· Počet a druh vodních motorů	2x Francisova turbína
· Množství vody	12,5 m^3/s
· Spád vody	2,4 m
· Normální výkon	192 kW (dílo v provozu)
· Říční kilometr	13,72
· Jez	betonový
· Délka náhonu	40,0 m
· Délka odpadu	80,0 m

Koncepce obnovy vodní elektrárny

Při návrhu obnovy elektrárny byl braný v úvahu jak stavební stav jednotlivých objektů, tak i památková ochrana původního objektu elektrárny (1 a 2 stavební fáze). Vodní elektrárna v Libochovicích bude fungovat jako průtočná příjezdová elektrárna v součinnosti s veřejnou rozvodnou sítí. Není uvažováno s tím, že by bylo nadjezí využíváno k akumulaci vody a elektrárna by tento objem využívala ke špičkování. Rovněž není uvažováno s tím, že by elektrárna fungovala do oddělení sítě v odstavném provozu. Systém odběru vody z řeky bude zachován stávající – nejsou předpokládány změny na odběrném objektu nebo přívodním kanálu. Vtok bude opatřen novou plovoucí nornou stěnou, která odvede plovoucí nečistoty přímo nad jez. Odpadní kanál bude zachován stávající, v rámci rekonstrukce elektrárny bude kanál vyčištěn a sanován. Návrh obnovení provozu elektrárny si klade za cíl dosažení následujících cílů:

a) obnovení provozu s instalací nových turbín
b) zvýšení protipovodňové ochrany elektrárny
c) zvýšení obslužného komfortu zařízení

Sanace jezu

Aby nedocházelo k poškozování jezu nerovnoměrnými tepelnými poměry v jednotlivých částech jezu, navrhuje projektant pro zprovoznění elektrárny snížení hladiny vody v nadjezí a provedené revize jezu. Následně by bylo provedené srovnání koruny jezu na kótu odpovídající levé části jezu. Vodorovná koruna jezu by umožnila rovnoměrné rozdělení průtoku vody převáděného přes jezové těleso. Tím bude zaručena dlouhodobá ochrana betonového pláště jezu a jeho těleso z hlediska tepelného režimu (tepelná roztažnost celého tělesa by byla rovnoměrná) stejný tepelný režim jezového tělesa bude zajištěn vodorovnou přelivnou hranou jezu a přepadající vodou, která má stejnou teplotu po celé délce jezu.

Stavební obnova

Původní objekt elektrárny bude mít po rekonstrukci prakticky nezměněný vzhled fasád, neboť nové turbíny budou instalovány do kašen původních turbín. Z hlediska obnovení provozu bylo rozhodnuto instalovat na místo původních turbín do původní strojovny – do kašen přímoproudé turbíny MAVEL KA 1580 K3. Toto řešení (uvedené ve výkresové dokumentaci) bylo vybráno z několika variant, protože nejlépe vyhovělo nejen ze strojně-technologického hlediska, ale dovolí rovněž minimalizovat zásahy do stavební části elektrárny - byly minimalizovány zásahy do statiky elektrárny.

Zadní stěna elektrárny bude staticky zesílena (přikotveným a následně obetonovaným profilem U260), po jejím zesílení budou vybourány stávající savky, upraveno dno stávajících kašen do tvaru nového vtoku pro nové turbíny. Bude upravena – vybetonována základová deska pro savky a vtoky. Na základovou desku budou ustaveny nové ocelové vtoky, které budou ukotveny a zality do betonu. Po ukotvení vtoku, bude možné provést montáž turbín. Turbíny budou montovány za pomoci ruční mechanizace – turbíny budou vloženy do místa savek na ocelové lyžiny (LARSEN III). Po lyžinách budou turbíny vtaženy do vnitřku strojovny, kde budou pomocí ruční mechanizace zdviženy a uloženy na místo. Ihned po montáži turbín budou přisazeny savky, které budou rovněž ukotveny a zabetonovány (spolu s drážkami hrazení). Následně po této betonáži bude provedeno zahrazení turbín. Vzhledem k tomu, že se nedochovala dostatečná a věrohodná dokumentace stávajícího

stavu elektrárny co se týká založení a konstrukcí skrytých pod vodou, bude po zajímkování a vyčerpání stavební jámy provedena prohlídka a zaměření těchto skrytých konstrukcí, v případě potřeby budou provedeny nezbytné sondy. Po provedení těchto prací bude vypracována vlastní prováděcí dokumentace, která zejména po statické stránce zajistí zachování stability budovy a bezpečné provádění stavebních prací při rekonstrukci. Ze strany horní vody budou demontovány stávající drážky hrazení, které jsou zničeny korozí. Drážky nového hrazení z horní vody budou instalovány do zhlaví prodloužených dělících pilířů před elektrárnou. Stávající otvory v podlaze po stavidlech budou zality betonem s vloženou ocelovou výztuží. Stávající jemné česle a pochozí železobetonová lávka budou vybourány. Jemné česle budou posunuty vpřed a nová betonová lávka bude realizována ve výšce okolního terénu na kótě 161,94 mnm. Za jemnými česlemi na betonové pochozí lávce bude žlab na shrabky, který bude samostatný pro každou turbínu vzhledem ke střední jalové propusti. Za rubem opěrných zdí na břehu budou jímky shrabků – kontejner na shrabky bude na každém břehu – pro každý žlab zvlášť. Do jímek – kontejnerů budou shrabky transportovány proudem vody žlabem za jemnými česlemi. Z obou žlabů bude možné také vpouštět za zimního provozu ledové kry do jalové propusti. Na železobetonové pochozí lávce budou umístěny dva čistící stroje jemných česlí. Ve strojovně elektrárny bude proveden lehký jeřáb pro servisní práce. Tento jeřáb bude pojízdný nad oběma turbínami. Jeřáb nezasáhne do střešních konstrukcí a vzhledu budovy.

Rybí přechod

Na lokalitě Libochovice je v současné době stávající pevný jez, který má u levé strany vtok do starého slepého ramene, ze kterého je veden krátký přívodní kanál ke stávající elektrárně. Na pravé straně jezu je stávající odběr vody – vtokový objekt do "Malé Ohře" hrazený třemi stavidly. V rámci rekonstrukce MVE Libochovice bude na této lokalitě vybudován nový rybí přechod vhodný pro lososovité ryby. Vzhledem k tomu, že ČRS vydal pro rekonstrukci elektrárny vyjádření (zn. 1710/03 z 27.06.2003), je proveden návrh provedení rybího přechodu a opatření k ochraně ryb, který maximálně respektuje požadavky ČRS. Rybí přechod bude mít vtok hrazený stavidlem na začátku přívodního kanálu, na dělícím ostrově. V prostoru mezi řekou (jezem) a přívodním kanálem (strojovnou elektrárny) bude rybí přechod veden blíže k opěrné stěně u řeky. Tato část rybího přechodu bude mít pouze malý podélný sklon – 30 cm výšky na cca 30 metrech délky kanálu. Za úrovní elektrárny bude pokračovat vlastní rybí přechod s parametry vhodnými pro lososovité ryby, konec rybího přechodu bude zaústěn do odpadního kanálu do elektrárny. Tato část rybího přechodu má sklon pouze 1:13, rozdíl hladiny mezi jednotlivými přepážkami je předpokládán pouze 15 cm. Toto schéma (vtok v přívodním kanálu a výtok v odpadním kanálu) umožní chod ryb přes vodní stupeň Libochovice v hlavním proudu vedené vody, takže by měly být zachovány optimální podmínky pro funkci rybího přechodu. Jako další ochrana ryb budou na lokalitě instalovány dvě elektronické rybí bariéry (je např. atestovaný systém Čižimský, Bednář…). První bariéra bude instalována v přívodním kanálu tak, aby ryby nemohly projít k jemným česlím a byly naváděny do vtoku rybího přechodu. Druhá bariéra bude instalována v odpadním kanálu, aby ryby nepřicházely k savkám a byly tak naváděny k dolnímu ústí rybího přechodu. Konstrukčně je navržen rybí přechod jako dolní betonový kanál (vzhledem k tomu, že rybí přechod vede po úzké šíji dělícího ostrova mezi řekou a kanálem, je nutní vodotěsnost), jednotlivé stupně jsou tvořeny kameny, vetknutými do

dna. Celková hloubka rybího přechodu pod hladinou vody je 80 cm. Z toho je 60 cm čistá hloubka vody, 20 cm tvoří štěrkový a kamenitý pokryv dna, který odpovídá přirozenému dnu v řece. Tento pokryv dna rovněž zvyšuje z hlediska hydrauliky drsnost dna a zpomaluje tak zde proudění. Ačkoliv je průměrný spád na vodním stupni Libochovice v rozmezí H = 2,30 až 2,50 metru, je rybí přechod je projektován pro maximální spád (rozdíl hladin) H = 3,0 metru. To znamená, že dolní – koncové komory rybího přechodu budou za normálního stavu zatopeny, ale rybí přechod bude funkční i při minimálních vodních průtocích, kdy zaklesne dolní hladina vody. Betonový kanál má výšku xxx cm nad hladinu vody v rybím přechodu. Pak jsou svahy rybího přechodu pod sklonem 1:1 vedeny k terénu. Svahy nad vlastním korytem jsou obloženy – zpevněny polovegetačními tvárnicemi. Polovegetační tvárnice jsou zatravněny.

Popis prostředí

Stavidla a čistící stroje pracují v prostředí venkovním s občasným ponořením do vody (čidla těchto strojů jsou vždy nad hladinou), jemné česle jsou ponořené ve vodě trvale. Strojovna vodní elektrárny má spodní stavbu monolitickou betonovou a železobetonovou. Svrchní stavba elektrárny je zděná z plných cihel, krov je dřevěný s ocelovými vzpěradly. Zasklení strojovny je okny v ocelovém rastru. Prašnost ve strojovně musí být omezena. Na tomto podlaží budou umístěny řídící a silové rozvaděče elektrárny. Turbíny jsou uloženy pod úrovní podlahy elektrárny v betonových kašnách původních turbín. Je zde možnost kondenzace vzdušné vlhkosti na kovových částech turbíny, ochlazovaných proudící vodou. Součástí technologického zařízení jsou hydraulické agregáty s volnou hladinou oleje a odvzdušňovacími filtry. Hydraulické agregáty jsou umístěné ve strojovně u turbín v kašnách. Je třeba počítat s určitou produkcí olejových par. Průvodním jevem provozu soustrojí turbín s generátory je produkce ztrátového výkonu ve formě tepelné energie. Jedná se o výkon řádově cca 30 kW při plném výkonu elektrárny. Chlazení převodů a generátorů má tudíž nezanedbatelný vliv na teplotní režim strojovny, zejména při vyšších vnějších teplotách. Hluk ve strojovně ve slyšitelné oblasti je z převážné části způsobován ventilátorem chlazení generátorů, vně strojovny se prakticky neprojevuje

Technologické zařízení

Strojně-technologické zařízení vodní elektrárny slouží k využití hydroenergetického potenciálu. Spád vodního toku je vytvořen stávajícím jezem, přívodním a odpadním kanálem. Na základě technicko-ekonomických studií, které byly prováděny v České republice a které odpovídají platným doporučením projektant je obvykle předpokládáno stanovení návrhového průtoku malé vodní elektrárny v rozsahu Q90-Q120. Vzhledem k tomu, že v nadjezí je odběr vody do Malé Ohře hrazený stavidly, rovněž bude nutné zachovat přepad vody přes jezové těleso (pro ochranu jeho betonové konstrukce) a na lokalitě bude rovněž vybudován rybí přechod, je nutné proto uvažovat o snížení návrhové hltnosti turbín. Vzhledem k tomu, že se jedná o rekonstrukci památkově chráněné elektrárny, je možné bez zásahu do nosných konstrukcí instalovat do stávajících kašen Francisových turbín dvě přímoproudé turbíny MAVEL KA 1580K3. K přeměně na elektrickou energii slouží dvě soustrojí s Kaplanovou turbínou v přímoproudém uspořádání s výkonem vyvedeným na asynchronní generátor kuželočelní převodovkou s pravoúhlým výstupem. Turbína zpracovává přirozené průtoky řeky Ohře od minimálního zpracovatelného průtoku do maximální

celkové hltnosti turbíny 24,2 m^3s^{-1} v nepřetržitém provozu bez akumulace při udržování stálé výšky hladiny v nadjezí. Provoz elektrárny je automatický bezobslužný s občasným dohledem pověřeného pracovníka. Automatický chod elektrárny je zabezpečen systémem s použitím řídícího počítače pro řízení technologických procesů. Výkonová část regulace využívá hydraulických zařízení.

Kapacita výrobního zařízení

Počet soustrojí	2
Čistý spád	2,60 m
Jmenovitá hltnost 1 turbíny	12,10 m^3s^{-1}
Otáčky generátoru	750 ot/min
Garantovaný maximální výkon generátoru	250 kW
Instalovaný výkon generátoru	250 kW
Instalovaný výkon elektrárny	500 kW
Účinnost generátoru	0,95
Účinnost převodovky	0,98

Vnější vazby

Elektrárna pracuje do veřejné sítě 22 kV Provoz je po celou provozní dobu závislý na přítomnosti napětí elektrické sítě. V případě výpadku el. sítě se nepočítá s autonomním provozem do oddělené sítě. Z hlediska závislosti na odběru vody je provoz MVE přizpůsoben hydrotechnickým poměrům v řece. MVE se odstaví při nižším průtoku, než je minimální hltnost turbíny, při velké vodě a podstatném snížení spádu. Vedlejším produktem provozu jsou shrabky z česlí, které jsou oběma žlaby za česlemi dopravovány do jímek na shrabky. Zde shromážděné shrabky budou separovány – umělé hmoty a kovy budou umisťovány do příslušného kontejneru. Biologický odpad – listí tráva atd. budou likvidovány kompostováním. Dřevní hmota je obvykle využívána po vyschnutí jako palivový materiál. Při likvidaci shrabků se v omezené míře předpokládá potřeba ruční manipulace, zejména při úklidu pracovní plošiny čistících strojů a separaci shrabků. Upotřebená kapalná media a maziva je třeba likvidovat prostřednictvím příslušné odborné firmy - likvidace všech vedlejších produktů musí probíhat v souladu se zákonem o odpadech. Provozem VE nedochází ke znečišťování vody ani okolí. Hluk zařízení je dostatečně tlumen budovou strojovny. Elektrárna není určena pro trvalou přítomnost osob. Provoz VE vyžaduje občasnou kontrolu a údržbu pracovníkem obsluhy.

Čisticí stroje jemných česlí

K vytahování splavenin zachycených na jemných česlích slouží čisticí stroj česlí umístěný před každým vtokem turbíny. Základní součásti čisticího stroje je stojan, dvě ramena a stírací lišta. Rameno A je uloženo v ložiskách na stojanu a je zdviháno paralelně dvěma dvojčinnými lineárními hydromotory. Na rameně A je kyvně upevněno rameno B, kterým pohybuje dvojčinný lineární hydromotor. Rameno B nese stírací lištu a umožňuje její pohyb po česlích. Stírací lišta stírá česle na šířku stírací lišty a je vybavena výměnným pryžovým stíracím pasem. Stojan čisticího stroje je kotven k železobetonové lávce za česlemi čtyřmi kotevními šrouby M24 procházející betonovou deskou, ve stropu vtoku jsou kotvy uchyceny na podkladních plechách. Kotvy procházejí deskou v průchodkách – tyto kotvy budou

– průchodky budou po montáži a vyzkoušení čistících stojů zality sekundárním betonem. Sdružený hydraulický agregát pro pohon čistících strojů je umístěn v budově strojovny na podlaze cca 0,5 m od čelní zdi.

Jalová propust

Jalová propust je vedena v ose strojovny pod její podlahou mezi kašnami jednotlivých turín. Slouží na proplachování žlabu vybudovaného v základové desce na usazování štěrku a hrubého písku v přívodním kanálu.

Součástí jalové propusti je vlastní průtočný profil hrazený stavidlem s ruční manipulací. Stavidlo má ocelové boční drážky stavidla, dosedací práh, horní rám, pohon a stavidlová tabule. Stavidlová deska je vedena v drážkách osazených v dělících pilířích. Drážky stavidel jsou obdélníkového tvaru svařeny z válcovaných profilů U140 a plechu t6. Drážka končí na prahu stavidla. Spodní práh tvoří válcovaný profil U220 kotvený do spodní desky. Konstrukce stavidlové tabule je tvořena z ocelového hradícího plechu vyztuženého příčnými nosníky a svislými výztuhami. Tabule je vedena dvěma páry pojezdových kladek, které jezdí po boku drážky. Příčně je tabule v drážce vedena dalšími dvěma páry pojezdových kladek. Ve spuštěné poloze stavidlo těsní po celém obvodě pryžovým těsněním PN 00 4080, které dosedá na těsnící plochu drážky a na okrajích tabule je upevněno šrouby a přítlačnou lištou. Ovládání stavidlové tabule se děje ručně pomocí cévových tyčí. Hydraulický obvod zabezpečuje zdvih a spuštění stavidlové tabule s možností zastavení v kterékoli poloze.

Kaplanova turbína

Turbína je řešená jako kompaktní celek s vestavěnou obtékanou pravoúhlou převodovkou a generátorem, umístěným na skříni turbíny. Je uložená ve stavbě elektrárny s úhlem sklonu hřídele turbíny 8° od vodorovné roviny. Turbína má regulaci průtoku natáčením lopatek oběžného a rozváděcího kola, provozní uzavírání i havarijní uzavírání turbíny je zajištěno lopatkami rozváděcího kola. Za provozu je poloha lopatek rozváděcího a oběžného kola v předepsané relaci – vazbě, která zajišťuje optimální účinnost turbíny při daném otevření turbíny. Vazba je elektronická. Zpětná vazba do řídícího systému (informace o aktuální poloze lopatek RK a OK) je z analogových snímačů polohy lopatek. Pohybovými členy natáčení lopatek turbíny jsou lineární hydromotory. Záložní energie pro zavření lopatek rozváděcího kola (v případě havarijního zavření při výpadku elektrické sítě) je tlaková z vakového akumulátoru tlakového oleje s dusíkovou náplní. Turbíny jsou opatřeny hydraulicky ovládanou kotoučovou brzdou, která je v činnosti v případě odstavení turbíny. Brzda není určena k zabrzdění turbíny při výkonu, ale dobržďuje turbínu při jejím doběhu a udržuje ji v klidu při odstavení z provozu. Součástí dodávky turbín jsou vtoky a savky, svařené z plechů a použité jako ztracené bednění ve spodní stavbě strojovny.

Identifikace turbín	TKA 1	TKA 2
Průměr oběžného kola [mm]	1580	1580
Průměr náboje oběžného kola [mm]	592,5	592,5
Počet lopat oběžného kola [ks]	3	3
Počet lopat rozváděcího kola [ks]	16	16
Hmotnost bez generátoru [kg]	18 500	18500
Smysl otáčení	vpravo	vpravo

Materiály	- lopatky oběžného kola	- ocel G-X8Cr-Ni
	- lopatky rozváděcího kola	- GGG 50
	- komora rozváděcího kola	- GG 20
	- komora oběžného kola	- GG 20
	- skříň turbíny	- ocelové plechy

Elektrická část

Elektrické zařízení se skládá z generátorů nízkého napětí s kompenzací jalového výkonu, silových obvodů se spínacími prvky pro přenos vyrobené elektrické energie a pro napájení pohonů a z pomocných obvodů, sloužících k měření veličin a řízení a zabezpečení provozu MVE. Do strojovny MVE bude nutno vybudovat dostatečně dimenzovanou přípojku VN na primární síť SČE 22 kV. Trafostanice s výkonem 630 kW bude součástí objektu MVE. MVE bude osazena dvěma turbosoustrojími s asynchronními generátory na nízké napětí s individuální kompenzací jalového výkonu. Technologické zařízení tvoří dále rozvaděč RH se spínacími a jisticími prvky silových obvodů a rozvaděč RS s automatikou pro nepřetržitý provoz v průtočném režimu bez trvalé obsluhy. Vnitřní rozvody a osvětlení budou vyvedeny z rozvodnice RV, napájené z hlavního rozvaděče RH kabelem. MVE bude zabezpečena pro případ výpadku napětí v síti SČE.

Rozvody el. energie

a) napěťové poměry:
- přípojka nn - 3x380/220V, 50Hz
- vnitřní a technologické rozvody
- napěťová soustava 3 + PEN, ~ 3x380/220V, 50Hz

b) Celkový instalovaný výkon: asynchronní generátor: 2 x 250 kW
c) Maximální dosažitelný výkon elektrárny: 500 kW
d) Roční výroba el. energie: 2 857 MWh
f) Ochrana proti zkratu a přetížení: jističe s nadproudovou a zkratovou spouští. Ochrana proti nebezpečnému dotykovému napětí ve smyslu ČSN 341010: základní – nulováním, doplňková - pospojováním vodivých částí
g) Druhy prostředí (ČSN 330300): - základní 3.1.1. (strojovna)
- složité 4.1.1. (venkovní)

Generátory a kompenzace

Generátory budou asynchronní (upravené asynchronní motory běžné konstrukce pracující v režimu záporného skluzu - generátorový provoz, nízkonapěťové a budou dodávat vyrobenou elektrickou energii do sítě SČE 22 kV přes transformátor, který je součástí MVE. Generátor musí splňovat podmínky pro svislé uložení, zvýšený důraz je kladen i na schopnost krátkodobě odolat průběžným otáčkám. Jalový výkon, který odebírají generátory pro vlastní magnetizaci, bude individuálně kompenzován kondenzátory, jejichž zapojení musí splňovat podmínku bezpečnosti před vznikem přepětí samobuzením generátoru při proběhu soustrojí.

Vliv stavby na životní prostředí

Stavbou ani provozem nedojde k trvalému zhoršení životního prostředí, přínosem je ekologicky čistá výroba elektrické energie – předpokládaná výroba elektrické energie je

cca 2 857 MWh za rok. V elektrárně jako takové prostřednictvím její výroby – přímým provozem turbín nevznikají odpadní produkty. Elektrárna je navržená jako průběžná bez akumulace, její ovládání bude prováděno na základě hladinové regulace, aby bylo minimalizováno negativní ovlivnění zdrže výkyvem hladiny (běžná regulace na realizovaných elektrárnách je obvykle řízena v přesnosti ±2 cm). Tato regulace bude účinná v rozmezí od minimální do maximální hltnosti turbín. Při poklesu hladiny pod nastavenou mez dochází k odstavení elektrárny (dosažení úrovně nastavené kóty). Při zvýšení průtoku nad maximální aktuální hltnost provozuschopných turbín dochází ke zvýšení hladiny v jezové zdrži a neovladatelnému přepadu přes pevné jezové těleso stejně jako za stávajícího stavu. Vzhledem k tomu, že na lokalitě Libochovice je stávající pevný jez, bude i za provozu elektrárny zachováván přepad přes jezové těleso. Sanační přepad přes jezové těleso bude mít minimální výšku přepadového paprsku h = 2 cm. Při výpočtu průtoku při paprsku h = 2 cm předpokládá projektant minimální přepadajícího množství ve výši Q = 2,5 m^3s^{-1}. Prosáklé vody z elektrárny budou z jímky čerpány do jímky osazené standardním odlučovačem ropných produktů, takže ovlivnění kvality vody pod elektrárnou bude nulové. Hluk na elektrárně je způsobován ve slyšitelné oblasti především ventilátory chlazení generátorů a agregátů převodovek. Hluk je z hlediska vnějšího okolí elektrárny účinně tlumen vlastní budovou elektrárny, takže na zvukovém pozadí vody přepadající přes jez je elektrárna nevýrazná. Shrabky z jemných česlí se dostanou do kontejnerů – jímek na obou březích elektrárny. Zde je bude obsluha separovat:

- plasty a kovy budou uloženy do sběrných nádob, které budou vyváženy
- dřevní hmota – klacky, větve, stromy je obvykle využívána jako topivo v místě
- ostatní biologický materiál, zejména trávy, listí budou likvidovány kompostováním.
- Použité oleje a maziva, stejně jako ostatní odpad (komunální odpad vzniklý prostřednictvím obsluhy) budou likvidovány prostřednictvím k tomu oprávněných firem v souladu se zákonem o odpadech.

Požární ochrana

Požární ochrana se řídí podle platných předpisů jak pro výstavbu, tak pro provoz MVE. Elektrická zařízení jsou dostatečně dimenzována dle aktuálních platných norem a nebezpečí požáru je minimální. Elektrárna tvoří jeden požární úsek – veškeré strojně-technologické i elektrické vybavení je instalováno v první části budovy postavené v roce 1901, tato budova je jednolodní, bez dělících stěn a příček. Elektrárnu je možné zařadit ve smyslu ČSN 740802 do II stupně požární bezpečnosti. Z elektrozařízení patří mezi možné zdroje požáru pouze kabely, vinutí strojů a olejová náplň kompenzačních kondenzátorů. Vodiče jsou dimenzovány a jištěny jak na jmenovité zatížení, tak na zvýšené oteplení při zkratu. Některá vybraná klíčová zařízení mají přímo osazená čidla teploty (generátory, převodovky, hydraulické agregáty), která sledují teplotu ložisek a olejů. V případě překročení nastavené meze teploty je pak řídícím systémem hlášeno varování pro obsluhu, která musí provést kontrolu příslušného zařízení a analýzu stavu. Po dalším zvýšení teploty dochází k ostavení příslušného soustrojí. Teplotní mez je obvykle nastavena (dle zařízení) v rozmezí 50-80 stupňů Celsia. V případě vzniku požáru bude použito ručních hasících přístrojů práškových 4 kg, kterými bude MVE vybavena.

Čerpáno z informací firmy MAVEL a.s. Zvláštní poděkování vyjadřuji vedoucímu technologovi firmy MAVEL a.s. ing. Josefu Sedláčkovi.

Lukáš Hampl, Střední odborné učiliště chemické, Kralupy nad Vltavou

VYUŽITÍ SKLÁDKOVÉHO PLYNU NA VÝROBU ELEKTŘINY

Úvodem:
Bioplyn a jeho vznik

Bioplyn je plyn produkovaný během anaerobní digesce organických materiálů a skládající se zejména z metanu (CH_4) a oxidu uhličitého (CO_2). Bioplyn se tvoří všude, kde bez přístupu vzduchu nebo po vyčerpání kyslíku ve hmotě dochází k rozpadu organické hmoty činností mikroorganismů. To jsou například městské kaly, kejda, hnojiště, hlubší vrstvy půdy, vodní toky, skládky, rašeliniště apod. Tento plyn obsahuje především metan, který je po vodíku a acetylenu nejvýhřevnějším palivem. Spalování metanu lze vyjádřit rovnicí: $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$. Spálením jednoho molu metanu (100%) se uvolní 890,5kJ tepelné energie – reakce je velmi exotermní. Výhřevnost metanu je při 100% obsahu metanu 49610 kJ/kg. Naproti tomu je metan významným skleníkovým plynem, který má cca 40 krát vyšší účinnost než CO_2. Proto je nařízeno jeho jímání z velkých skládek odpadků. Bioplyn obsahuje 40 – 75% metanu, 25 – 55% oxidu uhličitého, 0 – 2% kyslíku, síru ve formě sirovodíku, dusík, vodu aj. Jde o nízkovýhřevný plyn (při 60% metanu 20 – 25 tis.kJ.m^{-3}). Bioplyn má mnohostranné využití, ale z celosvětového hlediska je jeho využití poměrně nízké. Vyjímkou jsou pouze Indie a Čína, kde nachází širší uplatnění.

Bioplyn je produkovaný zejména v: přirozených prostředích, jako jsou mokřady, sedimenty, trávicí ústrojí (zejména u přežvýkavců) zemědělských prostředích, jako jsou rýžová pole nebo uskladnění hnojů a kejd, v odpadovém hospodářství, na skládkách odpadů (zde je označován jako skládkový plyn), v anaerobních čistírnách odpadních vod a v bioplynových stanicích.

Bioplyn z bioplynových stanic, čistíren odpadních vod a některých skládek je používán k výrobě tepla, tepla a elektřiny – což je nejčastější případ, tepla, elektřiny a chladu – používá se jen výjimečně.

Záměrná výroba bioplynu je uměle vyvolaný anaerobní rozklad (metanové kvašení). Současné technologie se od původních liší především homogenizací vstupního materiálu, umožňující příjem a využití jakékoliv biomasy.

Jak to bylo dříve

U jednoduchých bioplynových stanic býval dříve vzduch do reaktoru pumpován prostřednictvím akvarijních čerpadel. To však znamenalo problém v dávkování vzduchu, takže při velké produkci bioplynu bylo přeměněno stejné množství sirovodíku jako při malé produkci. Následkem toho mohlo při malé produkci bioplynu vzniknout nebezpečí úniku vznětlivé (výbušné) směsi. Při vyšší produkci bioplynu může zase zůstat příliš mnoho sirovodíku v bioplynu, což může poškodit motor. Proto by mělo být množství vzduchu dávkováno podle aktuální produkce bioplynu. Aby se škodám na motorech předešlo, musí být bioplyn vyčištěn a snížena jeho vlhkost. Vodní pára a část sirovodíku mohou být od-

straněny v kondenzační jednotce. V zemědělských bioplynových stanicích bývá množství sirovodíku v bioplynu snižováno přidáváním malého množství vzduchu do reaktoru. To umožní mikrobiální přeměnu sirovodíku na nekorozivní síru.

Jak je to dnes

Na to jsem se byl podívat na skládce v Uhách, okres Kladno, jejímž majitelem je firma Asamer pocházející z Rakouska a provozovatel firma .A.S.A., spol s.r.o. K celé problematice využití bioplynu na této skládce mi velmi profesionálně podal výklad pan **Ing. Jakub Kos**, koordinátor technických procesů z firmy .A.S.A., spol. s r.o., bez jehož informací by tato práce nemohla vzniknout.

Tímto mu děkuji.

Než je vůbec možné skládku provozovat, musí být splněna celá řada podmínek. Především je nutné mít na provoz skládky stavební povolení od příslušného stavebního úřadu, které určuje podmínky, za kterých musí být stavba prováděna.

Zde jsou pouze některé z podmínek:
- přesný rozměr skládky (výška, tvar, množství navezeného odpadu apod.)
- co se smí na skládce skladovat – v případě skládky na Uhách téměř vše kromě toxických odpadů
- zabezpečení proti průsaku do podzemních vod, nebo naopak úniku plynu do atmosféry
- rekultivace skládky po dosažení povolených rozměrů, včetně toho, jak a čím bude skládka zalesněna či zatravněna
- protipožární zabezpečení skládky
- podmínky pro provoz celého systému přeměny bioplynu na elektřinu
- podmínky týkající se bezpečnosti při práci apod.

Další podmínky jsou stanoveny v PROVOZNÍM ŘÁDU, který je vnitřním předpisem pro skládku Uhy.

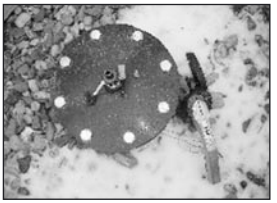
Tento řád se skládá z následujících bodů:
- adresy a telefonní čísla
- související dokumenty
- výroba elektřiny – skládka Uhy
- základní technické parametry
- popis zařízení a jeho údržba
- pokyny pro obsluhu
- povinnosti provozovatele
- parametry a popis jednotky
- provoz kogenerační jednotky
- bezpečnostní pokyny pro obsluhu
- zásady první pomoci
- seznam pověřených osob

Jak to celé funguje

Velmi důležitým článkem je příprava skládky na jímání bioplynu.

JÍMACÍ STUDNA BIOPLYNU

Nejprve se vyhloubí jáma ve tvaru vany. Vana má minerální podloží pokryté izolační fólií, která má zabránit průsaku zbytků odpadů do podzemních vod. Potom se do těla skládky zapustí perforovaná trubka a následně obsype drobným kamenem (kačírkem), aby se trubka nepoškodila o okolní odpad. Tato trubka má jako další ochranu ocelovou pažnici, která se s přibývajícím množstvím odpadu povytahuje vzhůru, až je nakonec po dovršení požadované výšky vyjmuta. Tím se vytvoří plynová studna zakončená na vrchu skládky regulačním ventilem a řádně utěsněná proti průniku kyslíku do studny. Čerpáním plynu vzniká podtlak a plyn se skrze drenážní límec, který je okolo perforované trubky, propouští dovnitř a je odsáván. Okruh pro jednu jímací studnu je přibližně 40 metrů, což je vzdálenost, ze které je studna schopná bioplyn přijmout. Pokud by byla tato vzdálenost kratší, mohlo by docházet k tomu, že by si jednotlivé studny navzájem plyn „kradly“, což je nežádoucí. Všechny studny jsou navzájem propojeny do jakéhosi „pavouka“ polyetylenovými trubkami, které bioplyn svádějí do dvou hlavních svodů, vedoucích po úpatí skládky do čerpací stanice. Jednou za čtrnáct dní kontroluje specializovaná firma přenosným analyzátorem hodnoty metanu a kyslíku v jednotlivých jímacích studnách. Pověřený pracovník podle naměřených hodnot reguluje klapky a podtlaky tak, aby odsávání skládky bylo co nejefektivnější. Důležitý je naměřený obsah kyslíku. Maximální hodnota, která se může dostat do čerpací stanice, by neměla překročit pět procent, protože metan by s více než pěti procenty kyslíku vytvořil výbušnou směs. Mnou navštívená skládka se snaží udržovat hodnotu kyslíku kolem jednoho procenta. Celý proces nejlépe funguje ve vlhkém prostředí, a proto je třeba zrekultivovanou část skládky zavlažovat. Jelikož se jílovým těsněním celá skládka uzavře a nemůže dovnitř voda, musí se do skládky dodávat voda uměle.



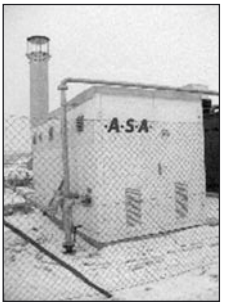
Na skládce v Uhách to vyřešili následujícím způsobem:

Otevřenými sektory skládky, kde voda má možnost se vsáknout a dostat se na izolační folii s odvodňovacími dreny. Průsakovými jímkami se voda shromažďuje v nádržích. Čerpadlo tlačí vodu v pravidelných intervalech hadicí na povrch skládky, kde jsou zasakovací vrty. Pod jílovou vrstvou je opět jakýsi pavouk, který vodu distribuuje zpátky do centra skládky.

Horní svody skládky musejí být dobře spádovány, aby se část trubky, která je na povrchu, neprohnula, čímž by se místo prohnutí zaplavilo vodou, která by znemožnila proudění plynu. Voda vznikne rozdílem teplot. Uvnitř skládky je plyn horký, vlivem okolní teploty se na povrchu ochladí a zkondenzuje. Je tedy zapotřebí, aby obsluha kontrolovala stav trubek nacházejících se na povrchu.

Výroba elektřiny na skládce Uhy

Výroba sestává z kioskové trafostanice 22/0,4 kV–630kVA a kogenerační jednotky Motorgas MOBIL TBG 350.



Čerpací stanice *Kiosková trafostanice*

Palivem kogenerační jednotky je skládkový plyn (bioplyn) produkovaný na skládce. Ten je přiveden do čerpací stanice skládkového plynu pomocí dvou záložních kompresorů, které jsou schopny vyprodukovat maximálně 400 m^3/hod. Čerpací stanice skládkového plynu je vybavena čidly na únik metanu. Při jeho úniku se čerpací stanice okamžitě odstaví. Zároveň je hlídána koncentrace kyslíku, která jak už jsem se zmínil, nesmí přesáhnout pět procent. Z čerpací stanice se bioplyn přivádí do kogenerační jednotky, kde se přeměňuje na elektrickou energii. Rozvaděč kogenerační jednotky, nás informuje o základních informacích, např. o výkonu kogenerační jednotky. Kogenerační jednotka obsahuje také řídicí panel, který lze ovládat pomocí internetu. Řídící panel ovládá přívod plynu do motoru, který pohání synchronní generátor vyrábějící elektrickou energii.

Vyrobená elektrická energie ze synchronního generátoru je přivedena do trafostanice, kde se transformuje ze 400V na 22kV, a pak je dodávána do distribuční sítě společnosti ČEZ.

Základní technické parametry kogenerační jednotky

KOGENERAČNÍ JEDNOTKA

Všechny technické parametry jsou stanoveny podle ISO 3046 pro jmenovité atmosférické podmínky, tj. tlak 100kPa, teplota 250°C o relativní vlhkosti vzduchu 30%. Tolerance pro tepelný výkon +-8%, tolerance pro ostatní výkonová a kvantitativní data jsou +-5%. Typ kogenerační jednotky je MOBIL TBG 350 a typ motoru se nazývá Waukesha H 24 GLD. Spotřeba skládkového plynu při jmenovitém výkonu kogenerační jednotky je 183,8 nm^3/hod. Jmenovitý elektrický výkon je 341 kW. Hmotnost soustrojí je 4950 kg a hmotnost kogenerační jednotky je 8000 kg. Rozměry (délka, šířka, výška) 7000x2250x3000 mm.

□

Plynový motor

Plynový motor Waukesha H 24 GLD:

Jedná se o plynový motor amerického výrobce speciálních průmyslových plynových motorů Waukesha Engine, Wisconsin, USA. Motory pro evropský trh jsou vyráběny v ni-

zozemském Appingedamu, kde má firma evropský výrobní závod. Motor H 24 GLD je turbodmychadlem přeplňovaný osmiválec s mezichladičem plnicí směsi. Zdvihový objem motoru je 24 l. Chlazení motoru je vodní, dvouokruhové. Motor je vybaven předmazávacím čerpadlem, odsáváním a filtrací olejových par z klikové skříně, elektronickým bezkontaktním zapalováním a dalšími bezpečnostními, regulačními a měřicími prvky. Motor spaluje v tomto případě skládkový plyn (s obsahem minimálně 50% metanu) s přebytkem vzduchu 1,55. Jmenovité otáčky motoru jsou 1500 ot./min. Motor je vybaven nízkotlakým pevným směšovačem. Elektronická zapalovací soustava Waukesha zajišťuje správný předstih zážehu individuálně pro každý válec motoru. Teploty v každém válci jsou průběžně měřeny a vyhodnocovány.

Koncentrace škodlivin ve výfuku CO < 650 mg/m^3, Nox < 500 mg/m^3, CnHn (bez methanu) < 150 mg/m^3. Hlučnost stroje 98+-2dB.

Nedostatek plynu:

Jednotka automaticky monitoruje složení skládkového plynu a při poklesu obsahu methanu ve skládkovém plynu automaticky snižuje svůj výkon. Pokud dojde k dalšímu poklesu obsahu methanu, dojde k odstavení jednotky. Automatický start jednotky nastane při zvýšení koncentrace methanu nad stanovenou mez. Přikládám prognózu vývinu bioplynu na skládce Uhy od roku 1995 až do 2027.

Protože skládkový plyn je brán jako obnovitelný zdroj energie (elektrické energie, tepelné energie…), jsou distribuční sítě povinny tyto zdroje vykupovat za státem stanovenou cenu.

SKLÁDKA UHY - POŽÁR 2005

Pokud na skládce vznikne požár, kogenerační jednotka se nechá stále v provozu. Shromažďovaný plyn, který je v podtlaku, se stále odčerpává, a proto se nedostane k ohnisku požáru. Tudíž si myslím, že odčerpávání plynu ze skládky je dobrým řešením, jak z odpadu vyrobit elektrickou energii a zároveň zamezovat rychlému šíření vzniklého požáru na skládkách.

Závěr

Myslím si, že využívání skládkového plynu je vskutku dobrým nápadem, jak využít „odpad“ na výrobu energie, a tudíž je škoda, že na stále velkém množství skládek se tento plyn pálí, a přitom by se mohl použít na výrobu elektrické energie a u toho vzniklé teplo např. na vytápění bytových prostor. A protože globální zdroje energií nejsou nevyčerpatelné, měli bychom přemýšlet o náhradních či alespoň doplňkových zdrojích, jako je např. toto řešení. Bohužel je smutné, že na některých skládkách neinvestují do zpracování skládkového plynu tolik peněz (nezakupují celé zařízení na výrobu elektrické a tepelné energie), následně ho pálí, a tím se vlastně přichází o vzácný plyn. Rozpočet celého projektu na skládce v Uhách byl cca 11 000 000 Kč. V této ceně není zahrnut rozvod trubek pro

odvádění plynu a fléra na spalování, protože tato zařízení musí mít každá skládka. Měsíčně získá společnost .A.S.A. prodejem elektřiny 350 – 450 tisíc korun (podle počasí), ze kterých je nutné odečíst 15 – 20% , což jsou náklady na provoz.

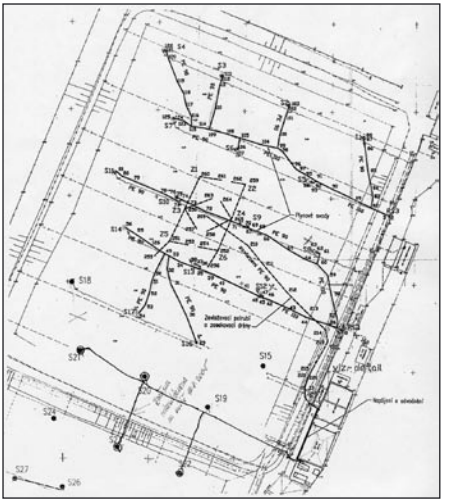
PROGNOZA VÝVINU BIOPLYNU LEDEN 2002

Hodnoty použité pro výpočet prognózy:
Počátek skladování - rok 1995
Konec skladování - rok 2011
Do roku 2002 uloženo cca 466 000 tun
Předpokládané množství ukládaného odpadu od roku 2001 - cca 80 000 tun za rok
Celkem uloženo odpadu: do roku 2011 cca 1 266 000 tun
Z toho průměrně 7% odpadu biodegradabilního suchého

		Produkce				Příkon v palivu
		Bioplyn		Metan		
čas	rok	m^3/rok	m^3/hod	m3/rok	m^3/hod	kW
1	1995	31 162,40	3,6	18 074,20	2,1	20,92
2	1996	91 663,00	10,6	53 164,50	6,2	61,53
3	1997	210 564,00	24,4	122 127,10	14,1	141,35
4	1998	338 836,80	39,2	196 525,40	22,7	227,46
5	1999	471 311,90	54,5	273 360,90	31,6	316,39
6	2000	596 440,60	69	345 935,50	40	400,39
7	2001	721 452,40	83,5	418 442,40	48,4	484,31
8	2002	853 296,30	98,8	494 911,80	57,3	572,81
9	2003	988 689,50	114,4	573 439,90	66,4	663,7
10	2004	1 127 582,70	130,5	653 998,00	75,7	756,94
11	2005	1 253 573,20	145,1	727 072,50	84,2	841,52
12	2006	1 378 769,10	159,6	799 686,10	92,6	925,56
13	2007	1 488 908,80	172,3	863 567,10	99,9	999,5
14	2008	1 593 927,10	184,5	924 477,70	107	1 070,00
15	2009	1 677 494,40	194,2	972 946,80	112,6	1 126,10
16	2010	1 743 811,80	201,8	1 011 410,90	117,1	1 170,61
17	2011	1 785 845,60	206,7	1 035 790,40	119,9	1 198,83
18	2012	1 767 898,80	204,6	1 025 381,30	118,7	1 186,78
19	2013	1 701 054,50	196,9	986 611,60	114,2	1 141,91
20	2014	1 599 682,90	185,1	927 816,10	107,4	1 073,86
21	2015	1 482 762,90	171,6	860 002,50	99,5	995,37
22	2016	1 339 785,70	155,1	777 075,70	89,9	899,39
23	2017	1 184 120,80	137,1	686 790,10	79,5	794,9
24	2018	1 020 265,00	118,1	591 753,70	68,5	684,9
25	2019	852 147,00	98,6	494 245,30	57,2	572,04
26	2020	695 219,00	80,5	403 227,00	46,7	466,7
27	2021	549 483,00	63,6	318 700,10	36,9	368,87
28	2022	420 551,00	48,7	243 919,60	28,2	282,31
29	2023	302 816,00	35	175 633,30	20,3	203,28
30	2024	201 890,00	23,4	117 096,20	13,6	135,53
31	2025	117 776,00	13,6	68 310,10	7,9	79,06
32	2026	56 087,00	6,5	32 530,50	3,8	37,65
33	2027	16 827,00	1,9	9 759,70	1,1	11,3
	celkem m^3	**29 661 696,20**		**17 203 784,00**		

Technicky vytěžitelné hodnoty 70% prognozy při 30% vlhkosti v bioodpadu:
Rok = 360 dní = 8640 hodin. Obsah metanu v bioplynu - 58% objemu. Výhřevnost metanu 35,8 MJ/m^3 při 0°C. Údaje jsou vztaženy k 31. 12. příslušného roku.

V popředí je již zrekultivovaná část, v pozadí je nově vytvářená skládka, ze které se tyčí ocelové pažnice



Situační nákres rozmístění jímacího zařízení na čerpání bioplynu

Jan Láněk, Integrovaná střední škola, Černoleská 1979, Benešov

TEPELNÁ ČERPADLA

1) Úvod – Výroba energie

Energii, kterou příroda tvořila miliony let, se nyní člověk snaží spotřebovat během několika staletí. Některé prameny uvádějí, že se během jediného roku na Zemi spotřebuje energie, kterou příroda vytvářela dva miliony let. Až 90 % spotřebované energie je vyrobeno spalováním fosilních paliv (uhlí, zemní plyn, ropa). Průměrná fosilní či jaderná elektrárna přitom vyrobí z primární energie asi z jedné třetiny elektřinu a dvě třetiny tepla z paliva odcházejí ve formě termoemisí do okolí. To s sebou přináší dnes již dobře známé a obávané důsledky pro život - globální oteplování, na kterém se nejvíce podílejí emise CO_2 a dalších skleníkových plynů právě v důsledku spalování fosilních paliv. Existuje ale řešení, jak tento alarmující stav změnit. Ochrana životního prostředí a využívaní alternativních zdrojů energie. Každý se sám může rozhodnout, zdali přispěje svým rozumným chováním k zachování života na Zemi. Nejvyšším nákladem na provoz každého domu je vytápění. Náklady na energie jsou vysoké ať bydlíte v paneláku nebo v rodinném domě. Relativně levné je vytápění zemním plynem, přesto se při vyúčtování topné sezóny dostanete k částkám v řádu desetitisíců. Určitě se každý někdy zamýšlel nad tím, jak tyto náklady snížit. Jednou z možností je alternativní zdroj vytápění a ohřevu teplé užitkové vody - tepelné čerpadlo, které šetří cca 70 % elektřiny a zároveň snižuje tvorbu škodlivých emisí.

2) Co je tepelné čerpadlo?

Tepelné čerpadlo je zařízení, které umožňuje získávat teplo z tzv. nízkopotenciálních zdrojů. Takovým zdrojem může být např. voda v řece, země nebo i okolní vzduch. Všechny tyto zdroje mají obvykle nižší teplotu než je ta, kterou potřebujeme získat, avšak tepelné čerpadlo z nich dokáže pomocí cyklu komprese a expanze plynu získat teplo a vytvořit teplotu kolem 55°C. Tepelné čerpadlo je v zásadě tvořeno dvěma částmi: venkovní částí - výparníkem, který odebírá teplo zemi, vodě či okolnímu vzduchu a vnitřní částí, která zahrnuje kompresor, tepelný výměník a regulaci tepelného čerpadla. Díky tepelné energii získané z přírody spotřebuje tepelné čerpadlo jen cca třetinu energie potřebnou pro vytápění objektu oproti ostatním topným zdrojům. Díky tomu se tepelná čerpadla řadí na přední místo v ekologickém a alternativním vytápění. Topný faktor, neboli poměr získané ku vynaložené energii je u tepelných čerpadel zhruba 3. To znamená, že k získání 9 kW tepelné energie je třeba vynaložit přibližně 3 kW elektrické.

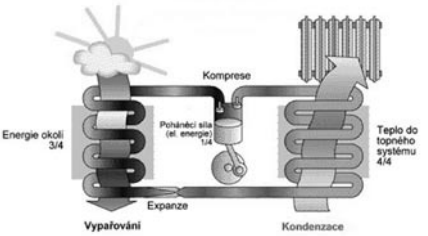
3) Historie tepelných čerpadel

Základní myšlenku principu tepelného čerpadla vyslovil již v roce 1852 Lord Kelvin ve své druhé větě termodynamické. Ale první tepelné čerpadlo sestrojil v podstatě náhodou americký vynálezce Robert C. Webber na konci čtyřicátých let minulého století. Právě když prováděl pokusy s hlubokým zamrazením, dotkl se omylem výstupního potrubí mrazícího přístroje a popálil si dlaň. To ho přivedlo na myšlenku propojit výstup z mrazáku s bojlerem na teplou vodu.

Jelikož měl ale stále přebytek tepla, napojil horkou vodu na potrubní smyčku a pomocí malého větráku začal vhánět teplý vzduch do domu. Následně zkusil úspěšně čerpat teplo ze země pomocí zemních kolektorů. A jelikož ho výsledky velmi příjemně překvapily, v následujícím roce již prodal svůj starý kotel na uhlí.

4) Princip tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo pracuje na stejném principu jako chladnička. Ta odebírá teplo potravinám - chladí - a v zadní části lednice - topí. Stejně pracuje tepelné čerpadlo, ale obráceně a s mnohem větším výkonem. Odebírá teplo vodě, vzduchu nebo zemi, a pomocí radiátorů nebo podlahového vytápění topí. Asi nejlépe lze pochopit princip pomocí následujícího obrázku:



První děj:

Od vzduchu, vody nebo země odebírá teplo chladivo kolující v tepelném čerpadle a tím se odpařuje (mění skupenství na plynné).

Druhý děj:

Kompresor tepelného čerpadla prudce stlačí o několik stupňů ohřáté plynné chladivo, a díky fyzikálnímu principu komprese, kdy při vyšším tlaku stoupá teplota, jako teplotní výtah „vynese“ ono nízkopotenciální teplo na vyšší teplotní hladinu cca 80°C.

Třetí děj:

Takto zahřáté chladivo pomocí druhého výměníku předá teplo vodě v radiátorech, ochladí se a zkondenzuje. Radiátory toto teplo vyzáří do místnosti. Ochlazená voda v topném okruhu pak putuje nazpět k druhému výměníku pro další ohřátí.

Čtvrtý děj:

Průchodem přes expanzní ventil putuje chladivo nazpátek k prvnímu výměníku, kde se opět ohřeje. Tento koloběh se neustále opakuje. Tímto způsobem tepelné čerpadlo topí teplem z přírody. Aby toto všechno mohlo fungovat, musíme samozřejmě tepelné čerpadlo nějak pohánět. To obstará elektrická energie. Ale naštěstí jí není moc. Navíc je to jediná energie, za kterou musíme zaplatit.

5) Druhy tepelných čerpadel

Tepelná čerpadla lze rozdělit do několika skupin, podle toho, odkud čerpají teplo.

Podle toho odkud čerpáme tepelnou energii, rozlišujeme tepelná čerpadla na:

TEPELNÁ ČERPADLA ZEMĚ / VODA

Odebírají tepelnou energii zeminy pomocí horizontálně uložených kolektorů - Teplo se odebírá pomocí hadice, která je uložena zhruba 1,5 metru pod zemským povrchem a je

dlouhá řádově desítky metrů (cca. 40 metrů výkopu na 1 kW tepelného výkonu čerpadla). Toto řešení je poměrně náročné na dostupnou plochu, avšak provedení výkopu je na druhou stranu relativně levné anebo z hlubinných vrtů - Princip je obdobný jako u předchozího typu, ale místo dlouhého vedení uloženého nízko pod povrchem se energie získává z vrtu, který je řádově desítky metrů hluboký. To sice přináší vyšší pořizovací náklady, ale na druhé straně odpadá potřeba poměrně velké plochy. Jejich výhodou je menší závislost výsledného výkonu na momentálních povětrnostních podmínkách. Jimi dodávaná energie se tedy celoročně nemění.

TEPELNÁ ČERPADLA VZDUCH / VZDUCH

U systému vzduch-vzduch se teplo předává přímo do vnitřního vzduchu místností. Výhodou u tohoto systému je skutečnost, že v letním období můžeme objekt reverzním chodem chladit- klimatizovat. Tepelné čerpadlo se většinou umisťuje vedle objektu na zahradu, v případě půdní vestavby na střechu objektu. Z hlediska instalace a finanční náročnosti je tento systém jednoznačně nejvýhodnější. Průměrná teplota venkovního vzduchu v topné sezóně v Praze převyšuje +4°C, což je dostatečná teplota pro plnohodnotné vytápění objektu.

TEPELNÁ ČERPADLA VZDUCH / VODA

odebírají tepelnou energii vzduchu, který je jako zdroj tepla nejdostupnější. Jejich hlavní předností je, že nevyžadují žádné nákladné zemní práce a tím je investice na jejich instalaci výrazně nižší než u jiných systémů při srovnatelných parametrech a dosažené úspoře energie. Vlastní tepelné čerpadlo je možné umístit poblíž vytápěného objektu nebo prakticky bez vlastního pozemku přímo v kotelně, garáži nebo jiné místnosti. Je zde možnost volby mezi venkovním a vnitřním provedením. S klesající teplotou vzduchu však účinnost tepelného čerpadla klesá, v mrazech je topný faktor jen něco málo přes 1,5.

TEPELNÁ ČERPADLA VODA / VODA

odebírají tepelnou energii ze spodní vody čerpané z vrtu, která se po ochlazení vrací do jiného, vsakovacího vrtu. Z hlediska provozních parametrů jsou díky vysoké tepelné kapacitě vody nejefektivnější, pro jejich instalaci je však bohužel třeba splňovat poměrně vysoké nároky na místní hydrogeologickou situaci. Tento princip lze optimálněji využít tam, kde je dostatek spodní vody, například v blízkosti vodních toků, nebo vydatných pramenů spodní vody. Tento zdroj ale bohužel není všude k dispozici. Také pomocí tohoto principu jímání tepla lze v létě využít k chlazení objektu. Pro využití spodní vody jako zdroje energie je nutné zhotovit dvě studny, jednu sací a druhou vsakovací(vsakovacích studní může být i více).

6) Výhody tepelných čerpadel - 8x Proč tepelné čerpadlo...

- Nezávislost na cenách energií. S tepelným čerpadlem budete nezávislí na cenách energií. Jakékoliv zdražování se vás dotkne pouze minimálně. Budete totiž zdarma čerpat teplo z přírody.

- Ekonomické vytápění domu. Tepelné čerpadlo ušetří až 80% nákladů za energie. Svými nízkými provozními náklady přináší tepelné čerpadlo uživateli velké úspory a tím zajišťuje rychlou návratnost investice.

- Nízká sazba za elektřinu pro celou domácnost. Každému, kdo si pořídí tepelné čerpadlo, přidělí rozvodné společnosti velmi výhodnou dvoutarifní sazbu dodávky elektrické energie nejen pro TČ, ale pro celou domácnost.

- Krátká doba návratnosti investice. Investice do tepelného čerpadla se i bez jakýchkoliv dotací a finančních podpor vrátí již za 3 - 8 let oproti nejběžnějším systémům vytápění.

- Ekologický provoz. Nízká energetická náročnost a využití přírodní, nízkopotencionální energie minimalizuje zátěž na životní prostředí. Oproti konvenčním způsobům vytápění podstatně snižuje exhalace našeho ovzduší.

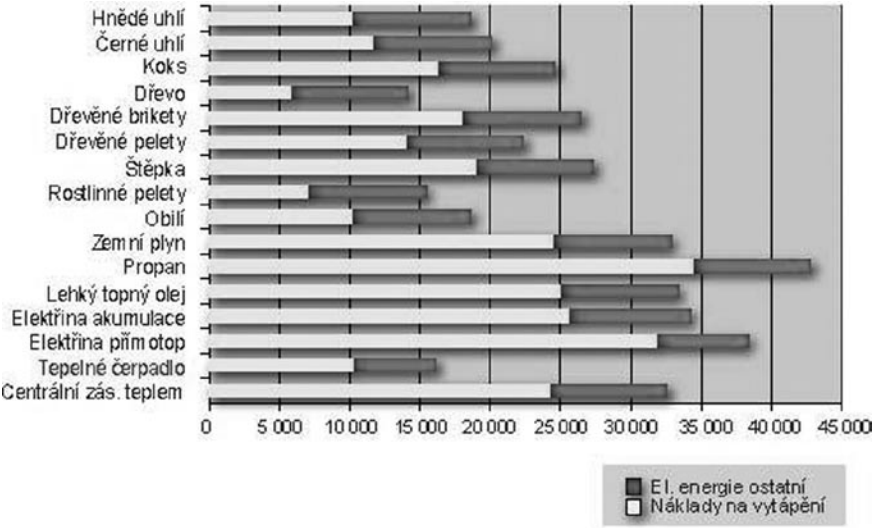
- Komfortní vytápění. Moderní technologie a regulace poskytuje všem zákazníkům komfortní a bezobslužný provoz, který zajistí tepelnou pohodu v daném objektu. Tepelné čerpadlo můžete např. ovládat pomocí mobilního telefonu nebo přes internet.

- Levná klimatizace. Většina tepelných čerpadel může plnohodnotně chladit (klimatizovat). Oproti klasické klimatizaci mají v režimu chlazení přibližně poloviční provozní náklady.

- Bezpečný provoz. Při provozu tepelného čerpadla nehrozí nebezpečí výbuchu či vznícení nebo otrava oxidem uhelnatým.

7) Kolik ušetří tepelné čerpadlo

Tepelné čerpadlo má kromě jiných výhod, jednu podstatnou. Šetří peníze. A bude šetřit tím více, čím více se budou zdražovat ceny energií. Lze očekávat, že se budou ceny energií přibližovat cenám obvyklým v EU. Konkrétní představu o cenách energií pro vytápění rodinného domu si můžete vytvořit pomocí následujícího grafu. Jde o rodinný dům o tepelné ztrátě 11 kW.



Již dnes je tepelné čerpadlo nejlevnějším zdrojem tepla a teplé užitkové vody pro rodinné domy v ČR. Ekonomická návratnost investice do tepelného čerpadla se tak pohybuje okolo 5 let.

8) Dostupné dotace

Na rozdíl od tradičních způsobů vytápění lze pro instalovaná tepelná čerpadla zažádat o dotace a výsledná cena se tedy může podstatně snížit. Pro rok 2005 je ale příjem žádostí o dotace pozastaven. Nová dotační politika státu by měla být známa v lednu 2006. í politika státu je ale poměrně složitá a nepřehledná, mnohdy hraničící s nepochopením principu tepelného čerpadla. Stát podporuje instalace tepelných čerpadel pouze do velmi zateplených rodinných domů, které ale mají velmi nízkou spotřebu energie. Tzn., že je zde výhodnější použít jiný, investičně méně náročný způsob vytápění. Podporujeme proto spíše např. plošnou podporu tepelných čerpadel formou snížené ceny energií, daňové úlevy nebo bezúročné půjčky, a to každému, kdo si tepelné čerpadlo či jiný alternativní zdroj tepla pořídí. Zprůhlední se tím nejen nejasné a nelogické přidělování dotací, trh se pročistí od firem, které dotaci automaticky započítávají do svých kalkulací, i když dobře vědí... a stát jasně ukáže, že to myslí s podporou alternativních zdrojů opravdu vážně.

Je několik možností, kde lze zažádat o dotaci:

Státní fond životního prostředí Fyzické osoby

Státní fond životního prostředí Neziskové organizace

Státní fond životního prostředí Právnické osoby

Magistrát hl. m. Prahy

9) Závěr

Tepelné čerpadlo má určitě i své nevýhody, ale zdají se mi vcelku nepodstatné. Jednou větší nevýhodou je pořizovací cena. Tato nevýhoda se dá snížit zmíněnou státní dotací a ve světle velmi rychlé návratnosti se i tato nevýhoda stává bezvýznamnou. Myslím si že bychom se měli více zajímat o alternativní zdroje a ejich využití v běžném každodenním životě. Tepelná čerpadla se mi zdají výborným řešením vytápění a ohřevu teplé užitkové vody pro všechny, kteří mají vhodné podmínky pro instalaci.

Tomáš Horák, Střední odborné učiliště chemické, Kralupy nad Vltavou

TEPELNÁ ČERPADLA V PRAXI

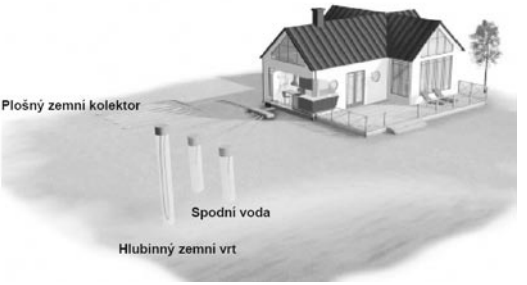
Funkce tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo je moderním, ekologickým a úsporným zdrojem tepelné energie. Je to zařízení, které dokáže využívat nízkopotenciální teplo obsažené v okolním prostředí – vzduchu, vodě, půdě a využívat je pro vytápění a ohřev užitkové vody. Teplonosná látka – vzduch, spodní voda nebo nemrznoucí směs – solanka, která koluje v kolektorech uložených v povrchové vrstvě půdy nebo vrtu a předává ve výparníku tepelného čerpadla své teplo chladivu. Chladivo je látka, která se odpařuje při nízkých teplotách a získáním tepla od teplonosné látky přejde z kapalného do plynného stavu. V kompresoru je chladivo stlačeno, a tím se dále zvýší jeho teplota. V kondenzátoru předá chladivo získané teplo topnému médiu – vodě pro vytápění nebo užitkové vodě a přejde opět do kapalného stavu. Pro průchodu expanzním ventilem se vede chladivo zpět do výparníku a celý cyklus se opakuje. Je tedy zřejmé, že zejména k pohonu kompresoru je zapotřebí určitá energie. Poměr topného výkonu tepelného čerpadla a příkonu hnací energie potřebné pro jeho funkci se nazývá topný faktor. Tato veličina je důležitým ukazatelem efektivností tepelného čerpadla. Hodnoty topného faktoru se pohybují mezi 3 až 4,8. Při porovnávání topných faktorů různých tepelných čerpadel, je vždy nutné brát v úvahu podmínky, za jakých je faktor udáván. Veličina je závislá na vstupní teplotě teplonosné látky i na výstupní teplotě vody z tepelného čerpadla do otopné soustavy. Nejčastěji se uvádí vstupní teplota 0° C, výstupní 35° C (pro podlahové topení) nebo 50° C (pro radiátory). Topný faktor je tím vyšší, čím menší je rozdíl vstupní a výstupní teploty. Z těchto důvodů je zvláště výhodné využívat tepelná čerpadla v objektech s podlahovým nebo stěnovým topením, případně s nízkoteplotními radiátory s teplotním spádem 55° C. Z uvedených skutečností vyplývá, že tepelným čerpadlem je tedy možné ušetřit cca 60 až 75% energie potřebné pro vytápění a ohřev užitkové vody. Pokud je potřebný topný výkon zcela pokryt pouze tepelným čerpadlem, hovoříme o monovalentním provozu. Tento způsob se ale zpravidla nevyužívá. Obvykle se tepelná čerpadla nenavrhují tak, aby pokrývala svým topným výkonem celou tepelnou ztrátu při nejnižší výpočtové venkovní teplotě, ale dimenzují se na 50 až 75% tepelných ztrát domu. Tím dochází k úspoře nákladů při počáteční investici – vyšší výkon znamená vyšší cenu tepelného čerpadla i vyšší náklady na plošné kolektory nebo vrty. Takto navržené tepelné čerpadlo pokrývá 85 až 95% energie potřebné pro vytápění, protože dnů, kdy je dosahováno mimořádně nízkých teplot, je v roce pouze malý počet. Je-li venkovní teplota tak nízká, že tepelné čerpadlo samo nestačí pokrýt potřebu domu, je nutné využít další přídavný zdroj, který je s tepelným čerpadlem zpravidla sériově připojen. V tomto případě mluvíme o bivalentním zdroji. Venkovní teplota, do které je potřebný topný výkon zcela kryt tepelným čerpadlem, je teplota bivalence, klesne-li venkovní teplota pod tuto hodnotu, připojuje se přídavný zdroj. V případě, že tento další tepelný zdroj využívá stejné energie jako tepelné čerpadlo ke svému provozu, tzn. elektřinu, hovoříme o monovalentním provozu. Jako bivalentní zdroj se často s výhodou používá právě elektrické topné těleso sloužící jako elektrokotel, ale je možné využít i jiný vhodný zdroj, např. plynový nebo olejový kotel. Důležitým

pojmem, s kterým se můžeme setkat při výběru tepelného čerpadla, je ekvitermní regulace. Pokud je tepelné čerpadlo řízeno podle ekvitermní regulace, znamená to, že automaticky upravuje teplotu média v závislosti na venkovní teplotě.

Zdroje energie pro tepelná čerpadla

Podle toho, jaký zdroj nízkopotenciálního tepla tepelné čerpadlo využívá, se dělí na dvě hlavní skupiny: tepelná čerpadla vzduch/voda a země (voda)/voda. Tzn., že zdrojem energie je teplo obsažené ve vzduchu, v zemi nebo spodní vodě a topným médiem je voda.



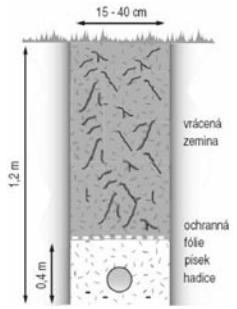
Vzduch jako zdroj energie

Vzduch je nejdostupnějším zdrojem tepla, je všude kolem nás. Tepelná čerpadla vzduch/voda nevyužívají budování zemních kolektorů. Je tedy možné využít je i na malých pozemcích, kde nelze provádět vrty. Využití venkovního vzduchu jako zdroje energie má ale i své nevýhody. Na rozdíl od tepelného čerpadla země/voda, kdy teplota v zemi během topného období je prakticky konstantní, u tepelného čerpadla vzduch/voda teplota primární teplonosné látky, tedy vzduchu, v průběhu topné sezóny značně kolísá a s klesající venkovní teplotou rychle klesá výkon tepelného čerpadla. Z energetického hlediska jsou ale horší parametry získané při nízkých teplotách vykompenzovány tím, že naopak na začátku a konci topného období je teplota vzduchu vyšší a celková energetická bilance se tím vyrovnává, zvláště využívá-li se tepelné čerpadlo celoročně pro ohřev teplé užitkové vody, popřípadě bazénu. Při odvádění tepla ze vzduchu vzniká s poklesem teploty na výparníku tepelného čerpadla námraza, kterou je nutné odstraňovat odsáváním, což také zvyšuje energetickou náročnost. Odsávání námrazy snižuje topný faktor o cca 10%. Podle typu použitého kompresoru mohou tepelná čerpadla pracovat do různých venkovních teplot (až -20° C). Při velmi nízkých teplotách ale značné klesá efektivita provozu tepelného čerpadla, proto je výhodnější při určitých mezních nízkých teplotách, např. -10° C, je odstavit. Tepelné čerpadlo se při nízké teplotě (nastavená teplota odstávky) vypne a vytápění přebírá náhradní zdroj tepla. Je tedy nutné, na rozdíl od tepelného čerpadla země/voda, aby bivalentní záložní zdroj byl dimenzovaný na 100% pokrytí tepelných ztrát objektu. Pokud se jedná o venkovní jednotku umístěnou mimo dům, je třeba při instalaci brát v úvahu místo umístění tepelného čerpadla, vzdálenost od nejbližší zástavby vzhledem k hladině hluku, kterou by mohlo obtěžovat sousedy.

Větrání a tepelná čerpadla

Zvláštní způsobem tepelných čerpadel vzduch/voda jsou tepelná čerpadla, která zajišťují nucené větrání a současně využívají teplo obsažené ve vypuštěném vzduchu, které by jinak při klasickém větrání bylo bez užitku vypuštěné ven. Nutnost účinného větrání se dostává do popředí zájmu. V nových dobře zatápěných domech s těsnými okny nedochází k dostatečné přirozené výměně vzduchu. Důsledkem může být hromadění škodlivin, zvláště vlhkosti, vznik plísní a alergenů s negativními dopady na zdraví. Správné větrání má zajistit kompletní výměnu vzduchu v objektu jedenkrát za dvě hodiny. Velmi efektivním zařízením, které zajišťuje dostatečná větrání a současně spoří energii tím, že získává teplo z odpadního vzduchu, jsou právě tepelná čerpadla. Tepelné čerpadlo je umístěné v některé „vedlejší" místnosti, kde nasává potrubním systémem teplý vzduch, tím je vytvářen mírný podtlak, který zajistí systémem regulovatelných ventilů a klapek přívod čerstvého venkovního vzduchu. Energie teplého odpadu vzduchu se v teplém čerpadle přemění na teplo pro vytápění a ohřev vody. Ochlazený vzduch je vyfukován ven. V kapitole „Větrání" je nutné se také zmínit o tepelných čerpadlech země/voda, která přicházejí na trh v poslední době a zajišťují větrání. Energie získaná z odpadního vzduchu je využita pro zvýšení teploty teplonosné látky přiváděné z kolektorů, čímž dochází ke zlepšení faktoru a rychlejší regeneraci kolektorů.

Plošné kolektory



Uložení plošného kolektoru

Během léta slunce prohřívá povrchovou vrstvu půdy a ta se stává akumulátorem energie. Teplo z této povrchové vrstvy se získává pomocí plošných zemních kolektorů. To je uzavřený systém plastových hadic, v kterých koluje nemrznoucí směs. Směs (nazývaná též solanka přesto, že se nejedná o klasickou směs vody se solí) se v zemi ohřívá a přivádí teplo k tepelnému čerpadlu, kde si nízkopotenciální teplo převede na teplo k vytápění a ohřev vody. Systém kolektorů, jak plošných nebo uložených ve vrtu se označuje primární kruh. Kolektory se ukládají do nezámrzné hloubky cca 1-1,2 m. Délka kolektorů musí odpovídat výkonu tepelného čerpadla a potřebám domu. Plošné kolektory jsou výhodné z hlediska nákladů na jejich zbudování. Nevýhodou je potřeba poměrně velkého pozemku. Je nutné mít k dispozici nezastavěný pozemek, nejméně 2-3× větší než je vytápěná plocha. Je-li k dispozici dostatečně velký pozemek, jsou s plošnými kolektory velmi dobré zkušenosti. Instalační firmy umí vyhloubit drážku širokou cca 15 cm, položit kolektor a opět zakrýt, tak

aby nedošlo k poškození trávníku. Běžné mechanismy hloubí drážky o šíři 40 cm. Rozšířený názor, že nad kolektorem nic neporoste, není pravdivý, může pouze dojít k mírnému zpoždění vegetačního období na počátku jara.

Technické parametry plošných kolektorů

Při výpočtu potřebné délky kolektoru je nutné brát v úvahu zejména:
Výkon tepelného čerpadla
Předpokládaný počet provozních hodin tepelného čerpadla za rok

Druh půdy	*Dosažený tepelný výkon na 1 m délky kolektoru*
Písčitá půda suchá cca	15 W/m
Vlhká jílovitá půda cca	25 W/m
Jílovitá nasycená vodou cca	35 W/m

Je zřejmé, že čím větší je vlhkost půdy, tím lépe dochází k přestupu tepla a větším ziskům energie. Kolektory tvoří svojí výstupní a vratnou větví takzvanou smyčku. Tam, kde je zapotřebí použít více smyček, musí být všechny stejně dlouhé, spojené v rozdělovači s uzavíratelnými ventily. Hadice se pokládají se stoupáním směrem k tepelnému čerpadlu, kvůli nutnému odvzdušnění. Je třeba dávat maximální pozor, aby při pokládání a manipulaci byly konce hadic stále zaslepené a nevnikly do nich před připojením nečistoty. Druh půdy také ovlivňuje nejmenší přípustnou rozteč smyček, minimální rozteč má být 1m. U čerpadel nižších výkonů a při vhodných podmínkách lze rozteč zmenšit:

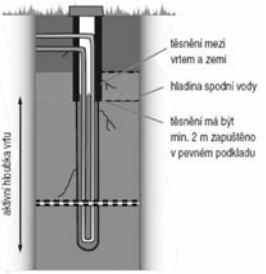
Suchá	1m
Vlhká, lepivá	0,9m
Nasycená vodou	0,8m

Maximální doporučená délka jednotlivých smyček je dána tlakovou ztrátou:
Pro hadici 32 × 2,9 mm je doporučená max. délka 100 m
Pro hadici 40 × 3,7 mm je doporučená max. délka 200 m

Solanka

Nemrznoucí směs má mít bod tuhnutí cca -15° C. Nejlevnější je roztok vody se solí, který ale nelze doporučit vzhledem k jeho agresivitě a viskozitě. Termín solanka se používá i pro ostatní používané nemrznoucí směsi přesto, že se nejedná o klasickou směs vody a soli. Běžné jsou používány směsi vody a glykolu nebo vody a alkoholu. V případě směsi vody a glykolu je objemový směsný poměr 67:33. Tato směs má cca 10% nižší tepelnou kapacitu nežli voda a má větší viskozitu. V případě směsi vody a alkoholu je objemový poměr 70:30, tepelná kapacita je opět nižší nežli u vody, viskozita vyšší. Nejčastěji se používá denaturovaný etanol (líh). Ve Švédsku je používána průmyslově připravená směs 80% etanolu, 15% isopropanolu a 5% N-butanolu, která se míchá s vodou v poměru 30:70. Doporučuje se, aby směs byla namíchána před naplněním trubek. Vzhledem k odparu a přirozeným únikům musí systém umožňovat pravidelné kontroly a doplnění.

Vrty



Vertikální uložení kolektoru

Není-li k dispozici dostatečně velký pozemek pro uložení plošného kolektoru, získává se teplo prostřednictvím zemních vrtů. Využívá se skutečnosti, že v hloubce od 15 m je prakticky stálá teplota cca 10° C. Hloubí se vrty o průměru cca 145-150 mm. Hloubka vrtu je závislá na množství energie potřebné pro vytápění a ohřev vody, eventuálně bazénu a souvisí tedy s výkonem tepelného čerpadla. Pokud je potřeba energie větší, může být propojeno několik vrtů dohromady. V tom případě je třeba zachovat minimální rozteč rtů 5-10 m a uložení napříč toku spodní vody, aby se navzájem teplotně neovlivňovaly. Takto uložené kolektory zabírají málo místa a mohou být instalovány i na malých parcelách. Vyšší náklady kompletně vystrojeného vrtu jsou částečně kompenzovány kratší potřebnou délkou kolektoru. Systém umožňuje získat spolehlivý způsob vytápění s dlouhou životností. Obdobně jako u plošného kolektoru koluje v trubkách uložených ve vrtu nemrznoucí směs (solanka), která přivádí získané teplo do topného čerpadla. Podle druhu půdy je na 1 m hloubky vrtu dosažený výkon 20 W/m (písek) až 70 W/m (rula). Běžná hodnota je 50-55 W/m. Konkrétní složení je záležitostí sondy nebo údajů získaných přímo při vrtání. Stejně jako pro plošné kolektory jsou doporučeny hadice HDPE 40×2,4 PN 16 (eventuálně 40×3,7). Hadice je zapotřebí vložit do vrtu ihned po jeho provedení a zasypat buď vytěženým materiálem, betonem nebo jiným vhodným materiálem. Je také možné v případě skalního podloží nechat vrt přírodní a naplněný vodou. Je doporučeno hadice před spuštěním do vrtu napustit vodou a zatížit. Stejně jako u plošných kolektorů je v případě většího počtu vrtů nutné zachovat jejich shodnou hloubku, spojit je v rozdělovači a opatřit uzavíratelnými ventily. Při potřebě větších výkonů, kdy je nutné propojit více čerpadel, musí i celková délka kolektorů vyhovovat požadovanému výkonu. V roce 2003 například byla provedena instalace, kde je propojeno 7 tepelných čerpadel 30 kW a jako primární zdroj energie je zde instalováno 30 hlubinových vrtů o hloubce 110 m každý.

Spodní (studniční) voda

Zdrojem tepelné energie může být přímo i „spodní“ voda ze studně, která má stálou teplotu i během těch nejchladnějších dní u dostatečně hlubokých studní neklesá pod +7°C. Jedná se o často požadovaný systém, který je sice energeticky nejvýhodnější, ale má svá úskalí, na která je potřeba upozornit. V první řadě, kdybyste odebírali vodu ze studně a ochlazenou vodu zpět do téže studny vraceli, systém by během krátké doby zamrzl. Je tedy nutné zbudovat studny dvě a vodu přečerpávat ze studny sací do druhé vsakovací,

která musí být dostatečně vzdálená (po směru toku spodní vody), aby nedocházelo k teplotnímu ovlivňování. Doporučená vzdálenost je více než 15m, hloubka, min. 10m. Druhým a často limitujícím problémem je vydatnost zdroje. Pro běžný rodinný domek je zapotřebí, aby průtok výparníkem tepelného čerpadla byl v objemu cca 3m^3/hod. Toto množství je třeba mít k dispozici trvale a především v zimě, kdy bývá vláhy minimálně. Stěží lze také zaručit, že zajištěná vydatnost bude stejná i za 5, 10 i více let. Na zřeteli je nutné mít také možnost ztráty vody v okolních studnách. Podmínkou je voda bez mechanických nečistot splňující i výrobcem stanovená kritéria, aby nedocházelo k zanášení a poškození výměníků v primárním okruhu. Obvykle jsou předepsány tyto parametry:

pH -7±1	kyslík - méně než 1mg/l
chloridy - méně než 250mg/l	NH - méně než 1,5mg/l
sírany - méně než 50mg/l	Cl - méně než 4mg/l
dusičnany - méně než 100mg/l	HCO - méně než 15mg/l

Při instalaci je nutno zamezit přístupu do primárního okruhu umístěním potrubí pod očekávanou hladinou vody ve studních. Zabezpečení dostatečné čistoty vody je závislé na složení půdy a její filtrační schopnosti. Pokud tuto vlastnost půda nemá, je nezbytné aplikovat filtry nebo sedimentační nádrž. Všechny uvedené podmínky omezují použitelnost toho energeticky velmi výhodného zdroje a zvyšují náklady. Cena zbudování a správné instalace studní a nutného příslušenství bývá často dosti vysoká.

Voda z jezer, potoků a rybníků

Využití vody z rybníků nebo potoka je prakticky nemožné, neboť teplota povrchové vody klesá v zimním období natolik, že čerpadlo by rychle zamrzlo a netopilo. Problém je rovněž s povolením využití těchto vod od jejich správce nebo majitele (místní úřady, příslušné povodí apod.) Zvláštním případem využití tepelné energie vody v rybnících a jezerech je položení kolektorů na dno vodní nádrže. Systém je v tomto případě shodný jako při uložení plošných kolektorů do země. Hadice naplněné nemrznoucí směsí se pokládají na dno a je nutné je zatížit. Je třeba opět dodržet rozteč hadic cca 1m. Vodní zdroj energie musí mít dostatečný průtok nebo velikost, aby nemohlo dojít k promrznutí. Problémy mohou nastat při nutnosti vodní nádrž vyčistit a snáze může dojít i k poškození kolektoru, proto je tento příklad instalace spíše teoretický.

Konstrukce budov, uložení kolektorů

Platí tyto zásady:

Okruh primárního média má být ve vzdálenosti nejméně 2 m od budovy. Do vzdálenosti 2 m od budovy je nutno izolovat trubky proti průniku chladu. Dobře izolovat je nutné i vlastní prostup do budovy obvodovou konstrukcí.

Pokud prostupuje budovou více větví, zachováme mezi nimi dostatečnou rozteč cca 15 cm. Je doporučeno, aby kolektory byly uloženy v mírném spádu, což zaručí dobrou možnosti odvzdušnění. Při pokládce kolektorů je třeba se vyhnout vodním a kanálovým vedením v blízkosti staveb, aby nedošlo k jejich poškození.

Umístění tepelného čerpadla

Tepelná čerpadla mají být umístěna na pevném podkladu, nejlépe na betonové podlaze. Vnitřní jednotky se umísťují zpravidla do kotelen, prádelen nebo jiných vedlejších místností (garáž apod.). Ustavení má být zadní stěnou k vnější zdi. Je třeba se vyvarovat umístění čerpadla k mezistěnám ložnic nebo jiných místností citlivých na hluk. Je vhodné stěny izolovat. Tepelná čerpadla pro větrání, která jsou určena pro objekty s malou tepelnou ztrátou, případně i samostatné byty, je možné díky velmi nízké hlučnosti umístit bez problému např. do koupelny. Venkovní jednotky – tepelná čerpadla vzduch/vody se umísťují vně objektu na betonový základ. Vzdálenost musí být minimálně 350 mm od zdi domu. Před tepelným čerpadlem musí být prostor minimálně 1 m. Ustanovení musí být v místě s dobrým prouděním vzduchu, kde nemůže docházet ke zpětné cirkulaci vzduchu, což by mohlo snižovat výkon. Přednostně se volí místo obrácené na jih. Je třeba se vyvarovat umístění v blízkosti ložnic a v místech, kde by docházelo k odrážení hluku. Omezení hlučnosti je možné stavebními úpravami nebo i pomocí prostorů a zatravněných ploch, které přispívají k tlumení hluku.Vyfukování studeného vzduchu by nemělo směřovat k terasám, balkonům ani by nemělo obtěžovat sousedy. Je třeba pamatovat na odvod kondenzátu provedením dobré drenáže, která zabrání vytékání vody na cestu a vzniku ledu. Je ideální odvádět zkondenzovanou vodu do kanalizace.

Tyto informace mi poskytl odborný technik, který mi i vysvětlil nejasnosti.

Ubytovna ve Vojkovicích

Navštívil jsem ubytovnu ve Vojkovicích, okres Mělník, kde je použit tento systém pro vytápění a ohřev užitkové vody (tepelné čerpadlo země/voda). Protože byl však celý systém vytápění a ohřevu spuštěn teprve začátkem prosince 2005, nelze podat přesnější údaje o tom, jaký je konkrétní finanční rozdíl mezi touto metodou a metodou předcházející, kdy byla ubytovna vytápěna směsí koksu a černého uhlí, což dělalo ročně okolo 250 000 Kč. (Pokud by se topilo čistým koksem, činily by náklady cca 450 000 Kč za rok). Původně mělo být uděláno osm vrtů do hloubky 120 m. Protože však metr vrtu stojí 1000 Kč, byl projekt přehodnocen a trubky byly vedeny vodorovně v hloubce 1,5 m pod povrchem. Tím se ušetřila značná částka peněz, jelikož výkopové práce stály zhruba 100 000 Kč. Celý systém trubek je realizován v sedmi smyčkách, přičemž jsou jednotlivé trubky od sebe vzdáleny 1 metr a celková délka trubek je 1 480 metrů. Samotná trubka je vyrobená z polyetylenu , má vnitřní průměr asi 3,5 cm a je naplněná nemrznoucí směsí vody a alkoholu (solankou). Všechny tyto smyčky jsou spojeny paralelně a svedeny do 2 silnějších trubek (odvod teplé a přívod studené vody), funguje to jako chladič, je to obrácený způsob ledničky.

Závěr

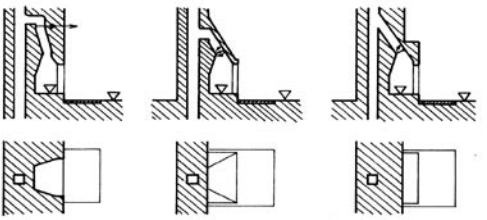
Nevýhody: Pokud je teplota menší než 5°C, musí být zapnut náhradní zdroj (v tomto případě se jedná o elektrický kotel). Dále náklady na elektrické kompresory, které činí zhruba 140 000 Kč za rok. Další nevýhodou je špatně zateplená budova a špatně utěsněná okna, na kterých je ztrátovost spočítána na 80 kW. Na místě, kde jsou zakopány trubice, se nesmí nic stavět, aby případná stavba svojí vahou a tlakem trubice nepoškodila. Vytápění netrvá 24 hodin denně. Po jedenácti hodinách je přístroj hodinu vypnutý, to je dáno sazbou, která se platí energetickým závodům. Celková investice do projektu byla asi 1 200 000 Kč. Návratnost by měla být do pěti let. Výhody: Velká úspora na topení a ohřevu vody, malé nároky na údržbu a oproti jiným alternativním zdrojům energie poměrně malá pořizovací cena.

Kateřina Čiháková, Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola, Příbram

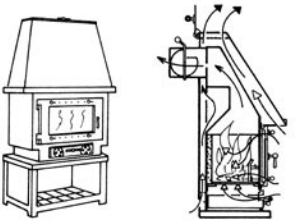
VYUŽITÍ KRBU

Úvodem stručný historický přehled. Lidé využívali oheň, jako zdroj světla a tepla, už od pravěku. Pro kmen byl oheň posvátný element, jehož ztráta obyčejně znamenala smrt. V neolitických chatrčích bylo otevřené ohniště, vlastně první předchůdce dnešních krbů. První krby, tak jak je známe, se začaly stavět v Itálii a na území dnešního Švýcarska asi v 9.stol. našeho letopočtu. Co nejprve bylo pouhým vyvýšeným ohništěm, pomalu procházelo vývojem v jednoduché krby, které bohužel měli nízkou výhřevnost (asi 5 – 7%) a vysokou spotřebu topných surovin. V Evropě se vytvořily dva základní typy krbů, které se od sebe lišily hlavně uspořádáním vnějšího otvoru krbu, tzv, portálu, a to typ Francouzský a typ Holandský. Později (v období empíru a rokoka) v chladném prostředí Evropy vznikly krbové vložky, jelikož otevřená kamna nebyla ekonomická a bylo nutno hledat lepší topivo. Vývoj šel směrem ke kombinaci krbu a kachlových kamen (např. Pražský hrad).

Dnešní krby jsou velice krásnou dekorací do domu, při kterých se dají trávit příjemné večery s přáteli.



Zapuštěný tzv. římský krb; stanový krb postavený mimo zeď; polozapuštěný krb



Kovový krb PRINC, celkov pohled a řez

1. O tepelné energii

V krbech se dá zatápět různými druhy paliv, ale v rámci obnovitelných zdrojů jsou nejdůležitější: dřevo a dřevěné brikety. Dřevěné brikety se vyrábějí briketováním suchých dřevěných pilin, vznikajících jako odpad v pilařských a truhlárenských provozech. Briketování pilin není energicky náročné. Procentuální obsah síry a dusíku je malý. Ve spáleninách nebudou těžké kovy, jejich výskyt není ve dřevěných pilinách obecně prokázán.

Obr. č. 1 – Chemické složení dřevěných briket

Prvek	Zn.	Obsah v %
uhlík	C	46,12
vodík	H	5,76
dusík	N	0,26
síra	S	0,09

Obr. č. 2 – porovnání dřeva s ostatními topnými surovinami

Palivo	Voda	Popel	Zápalná teplota	Výhřevnost	
	%	%	%	$kJ.Kg^{-1}$	$Kcal.kg^{-1}$
dřevo	10-20	0,7-0,8	250-300	11000-12000	2800-3000
lignit	35-55	10-25	33-450	6500-10500	1500-2500
hnědé uhlí	17-49	5-40	250-350	9000-20000	2200-4800
černé uhlí	3-25	5-35	300-500	13500-29000	3200-7000
koks	1-6	10-20	600-700	23000-29000	5600-7000

Hoření všech tuhých paliv probíhá takto: Nejdřív nastane vysoušení paliva teplem jež vyrobeným či teplem jiného zdroje. Palivo se vysouší a odpařuje se tzv „hrubá voda“. Následuje odplynování, při kterém se z paliva uvolňují těkavé složky (uhlovodíky) a palivo se rozpadá na kusy. Při hoření se plynné i tuhé složky slučují s kyslíkem a vytvářejí teplo. Plynné složky hoří nad rozžhavenými pevnými složkami paliva. Nakonec nastává vychladnutí a tvorba popelovin, balastní a nespalitelné podíly paliva zůstávají v ohništi a chladnou. Přitom se vytváří popel.

Spalování je chemický pochod a jeho podstatou je prudké slučování hořlavých složek paliva s kyslíkem obsaženým ve vzduchu. Musí však být splněny dvě základní podmínky: dostatečně vysoká teplota a dostatečné množství kyslíku.(dokonalým spálením vzniká oxid uhličitý) Pokud nezajistíme dostatečné množství kyslíku, vzniká při spalování nebezpečný jedovatý oxid uhelnatý. Při nedokonalém spalování navíc získáváme pouze třetinu tepla. Spalování máme primární (probíhá přímo ve žhavém ohništi) a sekundární (spalování plynů, které vzniknou při hoření a nespálí se při primárním spalování)

- Každé palivo obsahuje vodu, které snižuje jeho tepelnou hodnotu.
- Hlavní aktivní součástí tuhých paliv je hořlavina – skládá se z C, H, S a částečně z N
- Nedostatek vzduchu v ohništi způsobuje také nadměrný vývin kouře

3) Normy, ovlivňující používání krbů a kamen

Provoz krbu je ovlivněn, zejména normami.
ČSN 06 1201 – Lokální spotřebiče
ČSN 06 1212 – Kamna
ČSN 06 1008 – Požární bezpečnost lokálních spotřebičů a zdroj tepla
ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb
Vlastní stavba krbu se podřizuje stavebnímu zákonu 57/75 Sb.

4) Objekt mé práce, kamna stará téměř 100 let:

Skládají se:

- základem je kamnovec s 5 litinovými tály
- „babka“ se dvěma troubami
- povrch jsou keramické kachle
- kouřovod
- ve spodní části kamence je zavírací otvor na sušení bot, v současné době je to pro kočky místo k odpočinku

- do kamnovce se dvířky přikládalo dřevo, pod roštem je popelník
- za malou chvilku vyhřejí místnost o velikosti 4,5 x 4,5 m

Užití:
- dodnes slouží pro vytápění, vaření, sušení hub, sušení bot a když se pořádně rozpálí tak i na pečení

5) Hodnocení majiteli objektu

„Tato kachlová kamna jsou v naší rodině odjakživa. Pamatuji si na ně i z raného dětství. Je velmi příjemné si k nim v zimě sednout. Teplo z ohně je více příjemné, než teplo z plynu, a vytváří pro mě pocit domova. Jsou pro mě výhodné i při vaření, neboť se na ně vejdou velké hrnce, které používáme na škvaření sádla. Chtěla bych, aby i mé děti jednou pokračovali v této krásné tradici, která je tak šetrná k našemu životnímu prostředí."

6) Výhody a nevýhody

Výhody
1. Obnovitelnost lesů
2. Šetření fosilních paliv
3. Ekologičnost
4. Maximální úspornost (až 90%)
5. Dlouhé držení akumulovaného tepla

Při spalování dřeva se uvolňují látky potřebné pro asimilaci, oxid uhličitý, voda, minerální látky. Dřevo obsahuje tyto chemické prvky: uhlík (49%), kyslík (44%), vodík (6%), malé množství nespalitelných látek a dusík. Protože neobsahuje téměř žádnou síru, nemůže unikat jedovatý oxid siřičitý, tudíž je spalování dřeva příspěvkem k čistotě vzduchu a k ochraně životního prostředí.

Nevýhody
1) cena dřeva (v případě, že nevlastníte jeho zdroj)
2) vytápění velkých ploch
3) cena krbu

Ceny krbů se pohybují v rozmezí asi od 20 000 až do 100 000, což je cena, kterou si nemůže dovolit každý. Krby se také dávají jen velmi obtížně do bytů a vytápění velkých, starých domů může být nákladné na topnou surovinu, i když dnešní krby mají velkou výhřevnost.

7) Vlastní hodnocení:

Myslím si, že tento typ energie je velice výhodný v malých objektech, do kterých se postupem času budou lidé vracet. Je to takový návrat do minulosti, k tradicím našich předků. Dříve byly podmínky života více kruté a lidé byli nuceni hledat si nějaký výhodný zdroj tepla. Myslím, že dnešní lidé tuto potřebu příliš nechápou, protože pro většinu je teplý domov samozřejmostí. Je nutné, abychom si začali vážit svého životního prostředí a používali metod, které jsou pro přírodu přirozené, což hoření dřeva rozhodně je. Pokud budou lidé vysazovat další lesy, špatné stromky a spadlé dřevo používat jako topivo, je to podle mě nejlepší cesta do budoucnosti, tedy do doby, kdy nám dojdou zásoby plynů a fosilních paliv.

V. Kapitola
ZLÍNSKÝ KRAJ

Jméno soutěžícího	Téma soutěžní práce	Adresa školy
1. Hana Vávrová, Katka Kubincová	Solární energie ve VTSÚ Záhorie	Stredné odborné učiliste, P. V. Tótha, Senica
2. Lucie Ožvoldíková, Petra Uváčiková	Tepelné čerpadla	Stredné odborné učiliste, P. V. Tótha, Senica
3. Kamil Miškařík	Projekt domu šetrného k bydlení	Střední průmyslová škola Zlín
4. Michal Májek, Stanislav Nemčok-Furiš	Vetrná energia, vetrný park Cerová	Stredné odborné učiliste, P. V. Tótha, Senica
5. Roman Maliňák	Tepel. čerpadla jako zdroj tepla v rod. domě	SOŠ Otrokovice
6. Roman Pospíšil	Energie slunce	SŠ-COPT, Kroměříž
7. Radim Čech	Vodní a větrné elektrárny	SŠ-COPT, Kroměříž
8. Jiří Anderle, Tomáš Mazůrek	Biomasa a její využití	SPŠ Uherské Hradiště
9. Petr Šimeček, Petr Navrátil	Využití paliv. článku pro pohon modelu auta	SOŠ Otrokovice
10. Lukáš Richter	Tepelná čerpadla jako zdroj tepla v RD	SOŠ Otrokovice
11. Zdeněk Procházka, Marek Nedbal	Spalování biomasy v Roštíně	SOŠ PaedDr. Stratila, s.r.o., Holešov
12. Vladimír Vrána	Tepelná čerpadla	SŠ-COPT, Kroměříž
13. Michal Martinů	Malá vodní elektrárna v Želechovicích	SOŠ Otrokovice
14. Jiří Vodák	Návrh ohřevu TUV pomocí slun. kolektorů	SPŠ strojnická Vsetín
15. Jiří Maixner, Zuzana Vítková	Využití solární energie v rodinném domku	SPŠ, VOŠ Kroměříž
16. Milan Večeřa, Miroslav Bouček	Malá vodní elektrárna Spytihněv	SPŠ Uherské Hradiště
17. Zdeněk Kramoliš	Návrh vytápění RD pomocí slun. kolektorů	SPŠ strojnická Vsetín
18. Marek Maťas, Zbyněk Horák, Petr Čápek	Vodík, jako alternativní zdroj energie	SPŠ Uherské Hradiště
19. Michal Slivečka, Marek Zapletal, Jan Harapát	Využití vodíku v dopravě	SPŠ Uherské Hradiště
20. Ondřej Trávníček, Ondřej Pospíšil	Využití biomasy pro vytápění RD	SŠP a VOŠ Kroměříž

Roman MALIŇÁK, Střední odborná škola Otrokovice, tř. Tomáše Bati 1266

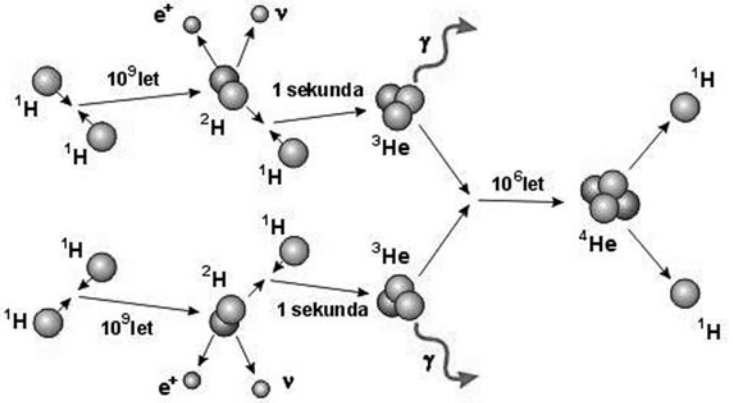
TEPELNÉ ČERPADLO, JAKO ZDROJ TEPLA V RODINNÉM DOMĚ

Úvodem: Proč využívat sluneční energii

Sluneční energie patří mezi obnovitelné zdroje energie. Z ekologického hlediska se sluneční energie jeví jako tzv. energie čistá, a to z toho důvodu, že při jejím vzniku se neznečišťuje příroda naší Země. Nevýhodou této energie jsou dosud velké pořizovací náklady, tj. dlouhodobá návratnost takového projektu. Vždyť pouze pořízení nejlevnějšího kompletního systému pro celoroční ohřev vody s výkonem 1,7 kilowattu vychází okolo částky 50,000 Kč. V České republice je výroba elektrické energie z alternativních zdrojů velmi malá a pohybuje se okolo 3% z celkové produkce elektrické energie. Z těchto 34% se většina vyrobí v malých vodních elektrárnách a zbývající malý podíl připadá na ostatní alternativní zdroje. Toto je dle mého úsudku velmi málo. Osobně si myslím že by podíl alternativních zdrojů na výrobě elektrické energie měl vzrůstat, protože naše společnost vyrábí elektrickou energii hlavně z uhlí, což velmi zatěžuje životní prostředí. Naše republika se proto zavázala ke zvýšení výroby elektrické energie alternativními metodami z dosavadních 3% na 8% do roku 2010, a to Přístupovou smlouvou z Atén z roku 2003.

Vznik sluneční energie

Sluneční energie vzniká ve všech hvězdách a tento děj se nazývá termonukleární reakce. Při termonukleární reakci dochází ke slučování jader atomů ze začátku periodické soustavy prvků. Například sloučením dvou atomových jader vodíku 12H se vytvoří jádro hélia a uvolní se jeden neutron 12H + 12H → 23He + 01n. Při této reakci se uvolní poměrně velká energie 5,2 . 10^{-13}Joule.



Aby tato reakce mohla vzniknout, potřebují dva atomy dostatečně velkou energii pro překonání odpudivých sil působících mezi elektricky kladně nabitými protony. Této energie se dá dosáhnout dvěma způsoby:
1. Urychlením atomových jader v elektrickém poli
2. Vysokou teplotou řádově 107 až 108 Kelvina

Člověk již dosáhl termonukleární reakce na Zemi uměle, ale bohužel ji nedokázal udržet na déle jak na několik mikrosekund. Této reakce dosáhl v zařízení zvaném Tokamak.

Využití sluneční energie

Energie slunce jako ostatní obnovitelné zdroje je lidstvem využívána po mnoho staletí. Již od pradávna si lidé stavěli domy orientované ke slunci (využívaly slunečního záření k ohřívání v zimě). Velká jižně orientovaná okna sbírala sluneční energii, která se ukládala do masivních zdí a podlah pro pozvolné uvolňování během noci. Snaha o moderní využití slunečního záření však nastává až v druhé polovině 19. století, kdy si francouzský vědec Augustin Bernard Mucholt nechává patentovat řadu přístrojů na výrobu tepla a pohon strojů za pomoci sluneční energie a od počátku 20. století, kdy se získáváním energie ze slunce se začíná zabývat řada dalších významných vědců. Vždyť každý metr čtvereční na Zemi ozářený Sluncem získá více než jeden kilowatt energie, což je poměrně velký výkon, který je takřka zadarmo. Sluneční záření, které se využívá pro výrobu energie se skládá z přímo dopadajícího a difuzního (nepřímého) záření. Difuzní záření vzniká odrazem slunečního světla na pevných i kapalných částicích rozptýlených v atmosféře. Při tom tvoří až 50% z celkového množství slunečního záření. V ČR jsou poměrně dobré podmínky pro využití energie slunečního záření, přestože množství energie v průběhu roku kolísá a největší množství slunečního záření dopadá v období, kdy spotřeba energie je nejnižší. V období od dubna do října je to 75% energie a od října do dubna, v období kdy potřebujeme nejvíce energie na náš povrch dopadá pouze 25% z celkové sluneční energie. Nejsložitějším problémem při využití sluneční energie je ji zachytit když je dostupná a pak tuto energii skladovat, aby mohla být využita později. Z tohoto důvodu musíme tyto systémy kombinovat s dalším stabilním tepla. V současné době se využívá sluneční energie dvěma základními způsoby:
1. K výrobě elektrické energie pomocí fotovoltaických článků
2. K výrobě tepla
   - Pasivními solárními systémy
   - Aktivními solárními systémy

Pasivní solární systémy

Sluneční záření se mění v teplo pomocí stavebního řešení budovy, které vychází z obdobných principů jako skleník. Množství získané energie závisí na poloze, druhu, architektonickém řešení budovy a použitých materiálech. Pasivní systémy se používají především u nově budovaných objektů.

Aktivní solární systémy

Pomocí jednoduchého zařízení – solárního kolektoru lze přeměnit sluneční záření na teplo. Teplo získané v kolektorech se většinou využívá přímo k přitápění, ohřevu vody nebo se může ukládat v akumulačních vodních nebo štěrkových nádržích a využívat později. V některých případech je lze využít k výrobě elektřiny.

Základní podmínky pro úspěšnou instalaci solárních kolektorů:

• Pečlivá analýza výchozích podmínek a to nejen technických a ekonomických, ale i zvážení provozních podmínek a životního stylu

• Výběr vhodné lokality

• Vhodné umístění solárních kolektorů: orientace kolektorů na jihozápad (8 až 15°) umožňuje lepší využití energie zapadajícího slunce. Celodenní osvit (maximum výkonu nastává kolem 14h). nejvhodnější je umístění kolektorů s požadovaným sklonem 25 – 50° k vodorovné rovině. Pro celoroční provoz je nejvhodnější sklon 45°.

• Zabránit zbytečným ztrátám energie: zajistit nejkratší rozvody mezi kotlem, zásobníkem, výměníkem a jejich dobrá tepelná izolace. Chránit kolektory před větrem (ochlazování kolektorů snižuje účinnost). Zpřístupnit kolektory pro pravidelnou údržbu, čištění a kontrolu. Zateplit objekt – tepelnou izolací lze snížit tepelné ztráty až o 30%, a tak snížit spotřebu tepla.

• Co nejlépe nastavit topnou soustavu, správná volba topného systému umožní využívat topnou vodu ohřátou na nižší teploty, teplotní spád (podlahové vytápění 45/35°)

• Zpracování ekonomické rozvahy, která vychází ze zajištění reálných způsobů přípravy teplé vody a vytápění pro daný objekt, investičních a provozních nákladů.

Druhy kolektorů

Ploché a trubicové kapalinové kolektory

Solární kolektory zachycují skleněnou plochou či trubicí sluneční záření a přeměňují je na tepelnou energii. Tato energie je pohlcována absorbérem a odváděna teplonosnou kapalinou (voda, nemrznoucí kapalina). Ta odvádí teplo výměníku, kde je předáváno k ohřevu vody nebo topné vodě. Kolektory, které jsou vybaveny selektivní absorpční vrstvou mají vyšší účinnost, protože dokáže zachytit i difusní záření tj. takové záření, které vzniklo odrazem slunečního záření na překážkách v atmosféře.

Ploché a trubicové vakuové kolektory

Vakuové kolektory zachycují sluneční záření ve vakuových trubicích nebo ve vakuové skleněné ploše, ve které přechází jako pára do kondenzátoru, kde ve výměníku předá teplo proudící kapalině. Následně zkondenzuje a vrací se zpět do kolektoru.

Koncentrační kolektory

U koncentračních kolektorů je čelní nebo odrazová plocha (zrcadlo parabolicko válcového tvaru) koncentruje záření na menší absorpční plochu a tím se dosahuje vyšších teplot. Tyto kolektory mají většinou účinnost až 90% a dosahují vyšší teplotní hladiny. Jsou ale mnohem dražší než ploché kapalinové kolektory. Pomocí koncentračních kolektorů můžeme vyrábět teplo, ale také elektrickou energii. Elektrická energie se vyrábí v termických elektrárnách, zařízení které je v principu vysokovýkonným solárním kolektorem. Která vyrábí v trubkách ležících velkých parabolických zrcadel páru, a ta se pak v parní turbíně přeměňuje na mechanickou práci. Elektrárny tohoto typu lze stavět v místech s vysokou intenzitou a dlouhou dobou slunečního svitu. Elektrárny s koncentračními kolektory existují v USA v Mohavské poušti a mají výkon v desítkách MW.

Výhody využití solárních zařízení
• Slunce je nevyčerpatelným zdrojem energie
• Nízké provozní náklady (sluneční energie je zadarmo)
• Vysoká životnost zařízení 15-20 let a jeho nenáročná obsluha
• Vyrobená energie ze slunečního záření může nahradit 20-50% potřeby tepla k vytápění a 50-70% potřeby tepla k ohřevu vody v domácnosti
• Významným přínosem je i úspora fosilních paliv, jejichž spalováním znečišťujeme přírodu emisemi SO2, CO2, NOX, prachových částic

Nevýhody využití solárních zařízení
• Návratnost vložených finančních prostředků je závislá na cenové úrovni používaného paliva před instalací solárních kolektorů, na velikosti soustavy a způsobu využití (ohřev vody, přitápění, ohřev bazénů, technologie atd.)
• Při instalaci solární soustavy do stávajícího objektu je návratnost investic záviská na rozsahu úprav, které je nutné provést před instalací (zateplení, úprava topné soustavy, změna doplňkového zdroje).
• Sluneční energii nelze využít jako samostatný zdroj tepla. Pro celoroční využití je nutný doplňkový zdroj energie – zemní plyn, elektrická energie, kapalná paliva atd., který pokrývá zvýšenou potřebu v době, kdy je slunečního záření nedostatek

Praktické využití

Na Zlínsku, kde žiji mnoho let, je již mnoho domů, které využívají solární energii. Například k sezónnímu ohřevu vody pro bazény, nebo k celoročnímu příhřevu vody pro domácnosti. Já jsem si vybral rodinný dům z Fryštáku u Zlína. Tento dům má na střeše vakuové solární kolektory pro celoroční ohřev vody s celkovou plochou 20 metrů čtverečních. Tento solární systém je navíc doplněn tepelným čerpadlem. Díky těmto dvěma systémům je dům naprosto nezávislý na jakémkoliv dalším tepelném zdroji.Tento systém byť pracuje zatím bezporuchově by potřeboval dle slov majitele zrekonstruovat, neboť rodinný dům nebyl nový, nýbrž již něco pamatuje a při instalaci solárních kolektorů a tepelného čerpadla se pozapomnělo na výměnu zásobníku na teplou vody, který již dosluhuje. Touto cestou bych rád poděkovat majiteli domu za pořízení fotografií, neboť při našem prvním setkání bylo na kolektorech patnáct centimetrů zmrzlého sněhu. A před naší druhou schůzkou tento sníh z kolektorů majitel pracně odstranil. Z toho důvodu mu patří můj velký dík.

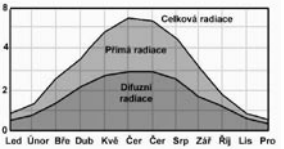
Závěr

Co říci na závěr? Aby si více lidí uvědomilo, že sluneční energie je nevyčerpatelná, oproti neobnovitelným zdrojům, kterých máme na světě omezené množství a jejich zásoby nám nevystačí na moc dlouho. Například zásoby ropy nám vystačí zhruba na 50 let , uhlí máme zhruba na 100 let. Tohle vše znamená, že lidstvo bude muset hledat nové zdroje energie, které nebudou závislé na neobnovitelných zdrojích a zároveň zdokonalovat stávající systémy. V tom vidím velkou budoucnost, neboť již brzy nastane den kdy lidstvo bude odkázáno samo na sebe a na svou bezmeznou vynalézavost.

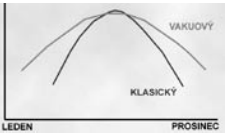
Vakuové solární kolektory na střeše rodinného domu ve Fryštáku u Zlína

Detail solárních kolektorů

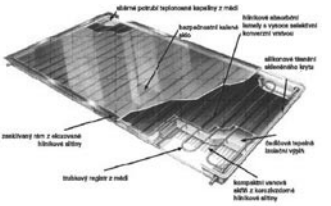
Zásobník teplé vody >



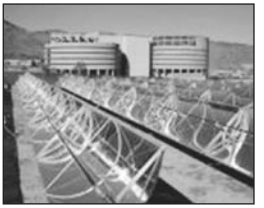
Graf hodnot záření v ČR



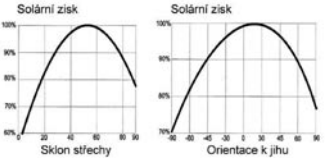
Porovnání výkonu vakuových a klasických kolektorů



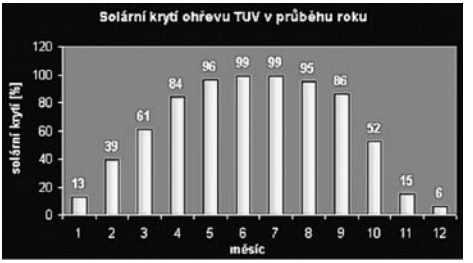
Řez kapalinovým kolektorem



Koncentrační kolektory



Graf závislosti sklonu a orientace kolektoru



Graf solárního krytí ohřevu

Kamil Miškařík, Střední průmyslová škola, tř.T. Bati 4187, Zlín

PROJEKT DOMU ŠETRNÉHO K BYDLENÍ

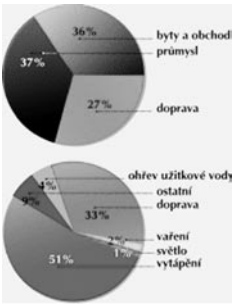
Úvodem:

Domy, ve kterých žijeme, nejenže zabírají plochu země, na které by mohly růst rostliny, ale také brání dešťové vodě aby se vsákla do podzemní vody, kterou používáme jako pitnou. Navíc v domech ještě potřebujeme energii, pocházející většinou z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ (např. plyn a uhlí) které znečišťují ovzduší. Nejsou už to důvody k tomu, aby se začalo přemýšlet nad úsporami? Je nám přednější pohodlí a zábava než zdravý život? Náš vztah k přírodě vystihuje citát Přírodu jsme nezdědily po předcích, ale půjčujeme si ji od našich dětí. Je nutné si uvědomit, že veškeré znečištění a poškození přírody budou muset naši následovníci řešit. Jak ukázal příklad Krušných hor, tak to není ani levné ani jednoduché a trvá to celá desetiletí. Ve snaze ulevit životnímu prostředí od znečištění se začaly používat tzv. ALTERNATIVNÍ ZDROJE ENERGIE (AZE).

Jedná se o tyto zdroje:

sluneční energie – fotovoltaická přeměna na elektrickou energii
– solární panely na ohřev vody
větrná energie
tepelná čerpadla
tepelná energie biomasy
vodní energie

Při použití AZE lze po celý rok ohřívat TUV zdarma a částečně vytápět dům. I přes vysoké počáteční náklady se investice do AZE vracejí zhruba do 10 let. Životnost většiny zařízení na AZE se uvádí okolo 30 až 40 let mnohdy i více. Z toho vyplývá, že po 10 letech ohřívá vodu a přitápí v zimě příroda ZDARMA! Pokud by se takhle převedlo 1000 domů s 4000 obyvateli při spotřebě energie 5 kWh na ohřev teplé vody na osobu a den ušetřilo by se za 40 let 292 mil. kWh. To je 1,0512 * 10^6 Mj. to je 34 687 918 m^3 plynu nebo 106 181 818 kg hnědého uhlí. Po realizaci projektu už slunce neposílá účet za plyn a uhlí, nyní spotřebujeme ročně více uhlí než vytvořila příroda za jeden milion let. Není co dodat AZE jsou možnost jak ušetřit velké množství fosilních paliv, která mohou mít i jiné využití, než je spálit v kamnech a znečistit si přírodu.



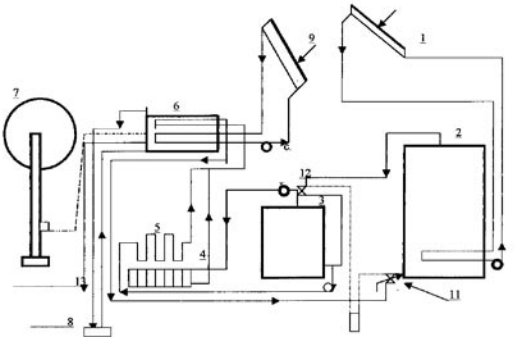
Projekt domu šetrného k přírodě

Tento dům patří mezi ty, které nepotřebují vytápět drahou energií z uhlí, ropy, plynu nebo jadernou energii. Veškerou energii na vytápění a ohřev vody získává z přírody. Energii, kterou potřebuje jen na provoz osvětlení a provoz elektroniky(lednička, pračka, televize atd.…). Té je překvapivě málo (asi 10%) oproti energii na topení a ohřev vody.

Z grafů vyplývá, že tyto náklady tvoří 55% celkové spotřeby energie v domácnostech. To by ušetřilo asi 10 až 15% energie, která se v ČR spotřebuje. Do tohoto odhadu nejsou začleněny

podniky a doprava. Tam se AZE zatím moc použít nedají a nejsou k nim ani moc vstřícní majitelé podniků ani státní správa, která nepodporuje projekty na AZE u podniků.

Schéma domu šetrného k přírodě:



1) sluneční kolektor CPC 12 – 4ks 8.7 m² vakuové, směr JV
2) 500 l zásobník vody
3) kotel 24 kW na biomasu
4) radiátory
5) podlahové topení
6) 200 l zásobník vody – vyrovnává teploty vody na zpátečce a TUV s napojením pračky
7) Větrná elektrárna 50 – 200 V stejnosměrného proudu, topná spirála 220V – 2,5 kW v zásobníku 6. Průměr vrtule 5.2 m 6m² max ot. 60/ min při roční průměrné rychlosti větru 4m/s přínos 800 kWh za rok
8) TUV
9) Sluneční kolektory Visitol300, 2 m² vakuové, směr JZ heat pipe
10) Pokojový termostat
11) Elektroventil
12) Duomix
13) Připojení do pračky, teplota vody cca 30°C

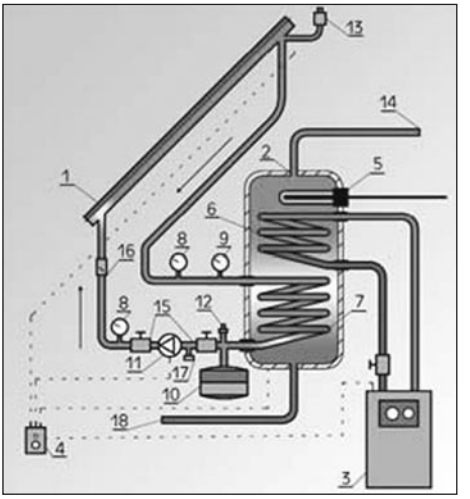
Základní části solárního systému

Základním stavebním prvkem slunečního kolektoru (solární tepelný jímač) je absorbér, což je např. plochá deska s neodrazivým povrchem a trubicemi pro odvod teplonosného média. Uložením absorbéru pod skleněnou desku vznikne sluneční kolektor, který využívá „skleníkového efektu“. Z hlediska teplonosného média dělíme kolektory na kapalinové a vzduchové, resp. kombinované.

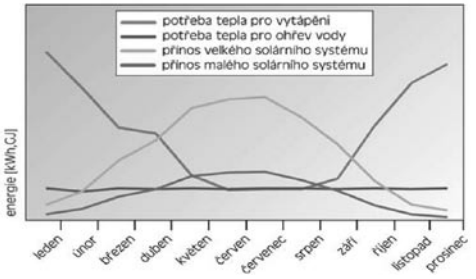
Sluneční absorbéry přeměňují zachycené sluneční záření na tepelnou energii (dlouhovlnné záření). Ta je pomocí teplonosného média (kapalina, vzduch) odváděna do místa okamžité spotřeby nebo akumulována v zásobníku.

Kolektory dělíme podle tvaru na ploché a trubicové (mají absorbér zataven ve vakuové trubici). Vakuum snižuje tepelné ztráty a zvyšuje účinnost při dosažení vyšších výstupních

teplot, používá se také u plochých kolektorů (např. Heliostar H 400V). Kvalitní kolektory mají absorbér opatřený spektrálně selektivní vrstvou (speciální černá barva nebo galvanické pokovení), mají vyšší účinnost a dokáží zpracovat i difúzní záření. Rovněž zasklení je ze speciálního skla, které má nízkou pohltivost slunečního záření a má zvýšenou mechanickou pevnost. U koncentračních kolektorů čelní (lineární Fresnelovy čočky) nebo odrazová plocha (duté zrcadlo) koncentruje záření na menší absorpční plochu. Dosáhne se tak vyšších teplot a vyšší účinnosti. Obvykle je nutné polohovací zařízení, které natáčí kolektor nebo jeho absorbér za Sluncem. Solární zásobník slouží pro přípravu TUV, doplňkově se ohřívá tepelnou energií z ústředního vytápění a elektřinou (při nedostatku sluneční energie). Objem zásobníku musí odpovídat ploše kolektorů, aby i v létě akumuloval zachycenou energii a nedošlo k poškození systému. Z hygienických důvodů je žádoucí alespoň jednou týdně ohřát obsah zásobníku na 72 °C, neboť při provozu za nízkých teplot a malém odběru vody se mohou rozmnožit nežádoucí mikroorganizmy. Solární výměník tepla v zásobníku je umístěn co nejníže, nad ním je výměník okruhu ústředního vytápění a nejvýše je elektrické topné těleso. Plochy výměníků musí být navrženy s ohledem na materiál, z něhož jsou vyrobeny, na teplotu kapaliny v solárním okruhu a dále na průtok a objem zásobníku. v zásobníku je umístěn co nejníže, nad ním je výměník okruhu ústředního vytápění a nejvýše je elektrické topné těleso. Plochy výměníků musí být navrženy s ohledem na materiál, z něhož jsou vyrobeny, na teplotu kapaliny v solárním okruhu a dále na průtok a objem zásobníku. Potrubí by mělo být co nejkratší s kvalitní tepelnou izolací, navržené na požadovaný průtok, teplotu a tlak teplonosné kapaliny v solárním okruhu. Nejčastěji se používá měď, nedoporučují se plasty. Oběhové čerpadlo zajišťuje cirkulaci teplonosné kapaliny. Armatury zabezpečují správnou funkci z hlediska spolehlivosti a bezpečnosti



součásti: 1 - solární kolektor, 2 - solární zásobník (trivalentní), 3 - kotel ústředního vytápění, 4 - elektronická regulace solárního systému, 5 - elektrické topné těleso, 6 - výměník tepla okruhu ústředního vytápění, 7 - výměník tepla solárního okruhu, 8 - teploměry, 9 - manometr, 10 - expanzní nádrž, 11 - oběhové čerpadlo, 12 - pojišťovací ventil, 13 - odvzdušňovací ventil, 14 - výstup teplé vody, 15 - uzavírací ventily, 16 - zpětná klapka, 17 - plnící kohout, 18 - vstup studené vody z vodovodního řadu. Pozice č. 8, 9, 10, 11, 12, 16 spolu s průtokoměrem jsou na solární instalační jednotce.



Možnosti krytí potřeby tepla solárním systémem

včetně kontroly a regulace (manometr, teploměr, zpětný ventil). Vyrovnání tlaku vlivem značného kolísání teploty zajišťuje expanzní nádoba, jejíž konstrukce a umístění musí odpovídat předpokládané maximální teplotě, objemu a tepelné roztažnosti teplonosné kapaliny. Jako ochrana proti extrémnímu zvýšení tlaku při výpadku elektřiny se instaluje pojistný ventil. Automatická regulace zabezpečuje řízení a optimální výkon systému, chrání ho před poškozením a umožňuje potřebnou regulaci tepla mezi spotřebiči. Pro celoroční provoz je jako teplonosnou kapalinu nutné použít nemrznoucí směs, která má mít podobné fyzikální vlastnosti jako voda (kromě bodu tuhnutí). Tomu vyhovují kapaliny na bázi roztoku vody a propylenglykolů s inhibitory koroze.

Praktické zhodnocení přínosu změny vytápění domu a ohřevu vody:

měsíc	Teplo ze solárních kolektorů (kWh)	Teplo na TUV kWh	Využitelná energie pro vytápění KWh/ měs
Leden	250	248	2
Únor	409	224	185
Březen	707	248	459
Duben	846	240	606
Květen	1153	248	905
Červen	1234	240	994
Červenec	1298	248	1050
Srpen	1063	248	815
Září	808	240	568
Říjen	486	248	238
Listopad	311	240	71
Prosinec	230	248	-18
kWh ročně	8795	2920	5875

Podmínky za kterých to bylo počítáno:
Plocha kolektorů – 8.7 m^2
Ohřev vody počítá se spotřebou 4 kWh na osobu a den

Zisky z ohřevu solárními panely:
1) Pouze v prosinci je nutno teplou vodu přihřívat asi 18 kWh tato energie je většinou dodána větrnou elektrárnou
2) Na vytápění a eventuální ohřev vody v bazénu lze použít až 5875 kWh energie ročně. Na ohřev vody do topení lze použít asi 2500 kWh ročně. V létě přece nebudeme topit J.
vyjádřeno v několika jednotkách:

topný materiál	cena tepla Kč/ kWh	množství	účinnost kotle	cena za jednotku	cena v korunách
hnědé uhlí	0,54	2000 kg	55%	1,49	2980
černé uhlí	0,62	1558 kg	55%	2,19	3413
dřevo	0,31	1808 kg	75%	0,93	1682
zemní plyn	1,29	653 m3	89%	0,6172	7104
elektřina - akumulace	1,55	5914 kWh	93%	0,82	8521
elektřina - přímotop	2,25	5612 kWh	98%	2,25	12370

Praktické použití AZE v tomto domě šetrnému k přírodě

Systém ohřevu TUV a přitápění v zimě je prakticky bezúdržbový. Co se týká hlavního vytápění domu, tj. ohřev vody biomasou v kotel 24 kW. Po zavedení přitápění solární energií se spotřeba energie snížila o 2500 kWh, tj. 9 Gj v jednotkách dřeva je to asi 1000 kg dřeva ročně. Při součtu ohřevu vody a topení tak je to asi 5500 kWh. Tím se ušetří asi 2000 kg dřeva, tedy asi 2,5 kubíku dřeva.

Celkové množství dřeva, které je nutné k vytápění domu přes zimu je asi 4000 kg dřeva (spotřeba tepla je 42,5 Gj). Jde asi o 5 kubíků dřeva. Před realizací projektu byla spotřeba asi 10 kubíků dřeva.

Rozdíl chybějících 2,5 kubíku dřeva, vysvětluje fakt, že proběhly i úpravy stavby, které měly snížit prostup tepla z domu. Ušetření za teplo jde tedy vyjádřit jako 50% nákladů (z 10 m^3 na 5 m^3)

Takhle jednoduše to však nejde. Stále je ještě spotřebována energie na provoz domu (světlo a el spotřebiče). Tím se celková úspora energie sníží asi na 35 až 40 %.

Při spalováni dřeva vznikají sice také některé oxidy uhlíku a síry ale to jsou pouze látky, které se při tvorbě biomasy spotřebovaly z ovzduší a z půdy. Nehrozí zde ani stížnosti od sousedů na hlučnost větrné elektrárny protože nejbližší sousedé jsou asi 0,5 km daleko.

Při stavebních úpravách a instalaci větrné elektrárny došlo k drobným zásahům do vzhledu krajiny a do vzhledu samotné stavby. V současné době většina lidí hodnotí tento dům kladně, i když o tom, že se přidají k tomuto způsobu šetření energií neuvažují.

Osobní zhodnocení projektu

Tento dům mne velmi zaujal, zvláště to, že náklady do jeho realizace nebyla extrémně náročná na financování. Celková úprava domu se vešla do 220 000 Kč, po dotaci z MŽP, která činila 100 000 Kč, investice činila asi 120 000. V domě již byl topný systém na uhlí, které nahradilo ekologičtější dřevo. Dle energetického auditu, který si nechal majitel vypracovat, se investice vrátí asi za 10 let. Z hlediska provozu mne zaujal problém s tím, že při výpadku elektrické energie ze sítě, se zastaví čerpadlo a voda v oběhu přestává proudit. To znamená, že voda co je v kolektoru, není nahrazena chladnější vodou ze zásobníku a stále se zahřívá, až se začne vypařovat. Při vypařování se voda prudce rozpíná a to způsobuje rázy v měděných trubkách, které jsou ukotveny jen v jednom místě. Při délce trubky 2,5 se může stát, že při kmitu se dotkne konec trubky skleněného krytu a rozbije ho, čímž dojde ke zničení trubice. Tento problém lze opravit připevněním volného konce trubice např. gumovým těsněním odolným proti vysokým teplotám, nebo plastovým kroužkem. Druhá možnost je záložní zdroj, ale tato možnost je dosti nákladná na realizaci, nejspíše by se musel koupit generátor na el. energii nebo fofotovoltaický panel a akumulátor. Dále mne zaujaly problémy s neserióznost firmy, která dodávala chladící kapalinu a místo 100% kapaliny dovezla naředěnou, která by v zimě neplnila účel a mohlo by dojít k poškození systému. Z těchto důvodů se nelze divit, že se u nás v ČR AZE moc nepoužívají a nedostávají se do povědomí široké veřejnosti, když pro to, aby si člověk mohl nainstalovat solární kolektory musí mít povolení od sousedů, papír ze stavebního úřadu, peníze předem (dotace z MŽP se dostávají zpětně a do 50% nákladů a celkové hodnoty do 100 000 Kč) a hlavně mít štěstí na firmu, která provede práce odborně. Co se týká celkového využití AZE v místě mého bydliště, jde o jediný dům v sousední vesnici. Mnoho lidí sice o AZE ví, ale nemají oni zájem, a to z důvodů, že nevědí co obnáší jejich instalace (u nového typu Visitol300 jde jen o při-

pevnění k střešní konstrukci a napojení na topný systém, což zvládne mírně nadaný domácí kutil), dalším důvodem je finanční náročnost (bohužel oprávněná obava) i přes finance z fondu MŽP je vstupní náklad velmi vysoký. Majitel využil možnost stavebního spoření, které mu právě skončilo a s dotací z MŽP, které se v té době dávaly na projekt (ale zpětně), měl dost financí k realizaci projektu, který si sám navrhl. Za strany státu by využití AZE prospělo, aby se na projekty vyčlenilo více peněz, nekladly se právní překážky (povolení od sousedů na instalaci zařízení a stavebního úřadu) a důslednější kontrola firem provádějících montáže a dodávky materiálu a dílů, aby mohl být majitel s jejich činností spokojen a nemusel je kontrolovat jestli vůbec přivezli to, co měli a v odpovídající kvalitě. Více reklamy na AZE (hlavně v TV) a podnikům, které je využijí dotace, v plné výši nákladů. Pro reálné seznámení veřejnosti s AZE, by nejvíce prospělo, aby se např. obecní úřady šly příkladem pro ostatní občany a realizovaly tyto projekty a seznámily s nimi veřejnost.

Vyhlídky do budoucnosti

Hodnocení České republiky je na jedné straně příznivé, plníme např. omezení emisí dle Kjótského protokolu, na druhé straně máme příliš velkou měrnou spotřebu energie o 60 % vyšší než průměr EU 25 a vysoké emise skleníkových plynů v přepočtu na jednoho obyvatele. V evropském kontextu si Česká republika stojí velmi příznivě pokud jde o množství produkovaného komunálního odpadu a emise prekursorů ozónu, které jsou problémem zejména v hustě zalidněných zemích Beneluxu a na Pyrenejském poloostrově (Španělsko, Portugalsko). ČR nedosahuje podobně jako většina evropských zemí s výjimkou Skandinávie a Islandu cíle pro podíl obnovitelných zdrojů energie na celkové výrobě elektřiny. Navzdory radikálnímu snížení emisí okyselujících látek, zejména oxidu siřičitého v ČR za posledních 15 let, má ČR měrné emise těchto látek na obyvatele stále vyšší než většina zemí EU 15 (Německo, Francie, Belgie). Spotřeba elektřiny na obyvatele nesouvisí víc s celkovou životní úrovní, ale se šetřením nebo úspornějšími spotřebiči nebo dřívější výměnou starých za nové. Ty nové se musejí vyrobit (energie) ze surovin, které je nutno vytěžit (energie), přepravit (energie) a zpracovat (zase energie). V letech 2010 až 2020 dojde k významné obnově tepelných elektráren. U nových velkých zdrojů bude při výrobě elektřiny požadována podstatně vyšší účinnost - min. 40 % oproti současným cca 35 %. Elektřina vyrobená při současném využití tepla bude podporována příplatky k tržní ceně elektřiny podobně jako u obnovitelných zdrojů. Při výstavbě jakéhokoliv zdroje pro výrobu elektřiny bude povinnost prozkoumat, zda lze současně vyrábět i teplo. Výroba elektřiny při současném využití tepla představuje velice účinný způsob úspory fosilních zdrojů. Zatímco v běžné elektrárně se využije zhruba třetina až polovina energie v palivu, při tzv. kogeneraci lze využít až 90% této energie. V průmyslových procesech vznikají vedlejší produkty (např. odpadní plyny), které lze v některých případech využívat. Dalším potenciálem je energetické využití komunálního odpadu. V této oblasti má ČR značné rezervy, protože více než 80% kom. odpadu končí na skládkách. Na projekty, řešící tento nedostatek, plánuje využít evropské prostředky po roce 2007. Této možnosti v rámci programu ÚSPORY ENERGIE již využívá 5 projektů, investice do úspor energií s využitím peněz z EU, a to formou až 30 milionové dotace (Kč), při financování více než 40% nákladů na realizaci projektu. především na využití odpadního tepla a na rekonstrukce tepelných hospodářství (obměny kotlů, instalace nových, účinnějších výměníků tepla a modernizace regulačních systémů).

Pravděpodobná výše a struktura spotřeby primárních zdrojů energie (PJ)

Rok	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Celkem	**1 672**	**1 730**	**1 775**	**1 782**	**1 787**	**1 810**	**1 797**
Hnědé uhlí	612	507	509	480	434	389	374
Černé uhlí + koks	265	229	212	210	227	209	174
Ostatní tuhá paliva	11	8	9	9	8	7	7
Plynná paliva	316	373	359	353	366	366	370
Surová ropa	239	222	209	180	152	139	127
Kapalná paliva	72	51	67	76	80	82	86
Elektřina	-36	-40	-35	1	18	18	1
Jaderné palivo	148	286	286	286	286	330	375
Obnovitelné zdroje	44	93	159	187	215	269	283

Zdroj: SEK

Dnes známé a těžitelné zásoby koncentrovaných paliv (na každého obyvatele planety zbývá)

palivo	množství	Ropný ekvivalent
Plyn	19 300 m^3	17 m^3
Ropa	25 m^3	25 m^3
Uhlí	320 t	120 m^3
235U	3,32 g	15 m^3
celkem		177 m^3

Internetové adresy, které jsem použil při zpracování této práce.
http://www.i-ekis.cz, http://www.czso.cz, http://www.energyweb.cz, http://www.volny.cz/casopis.energetika, http://www.Blisty.cz

Solární panely na ohřev vody pohled z Jihovýchodní

Detail panelů CPC 12 – 4ks 8.7 m^2 vakuové, směr JV

500l zásobník vody

řídící jednotka

větrná elektrárna (vyrobena doma) >

Lucia OŽVOLDÍKOVÁ, Petra UVÁČIKOVÁ, SOU P.V. Tótha 31, Senica, Slovensko

TEPELNÉ ČERPADLÁ

Tepelné čerpadlo

Idea tepelného čerpadla sa objavila už v minulom storočí - prezentoval ju známy anglický fyzik Kelvin.

Ako teda tepelné čerpadlo funguje? Základnú predstavu môžeme získať už z názvu - ide o čerpanie tepla - ale odkiaľ a ako? Tepelné čerpadlo funguje ako chladnička - lenže presne naopak. Pri chladničke využívame tú časť systému ktorá ochladzuje a pri tepelnom čerpadle práve tú druhú. Teplo je čerpané z prostredia (ktoré sa tým ochladzuje) a privádzané do domu, alebo iných priestorov, ktoré sme sa rozhodli vykurovať týmto spôsobom. Teplo môže byť využité samozrejme aj na ohrev vody.Tepelné čerpadlo nám umožňuje využitie tepla ktoré by sme inak neboli schopní zúžitkovať. Predstavte si že pôda v okolí vášho domu má teplotu napr. 6°C, také teplo nemôžete prakticky na nič využiť. Človek by takú pôdu dokonca charakterizoval ako studenú. Lenže aj táto teplota predstavuje nejaký potenciál, skrýva v sebe nejakú energiu. A využiť ju môžeme práve za pomoci tepelného čerpadla. To odoberá teplo z prostredia a teda v našom prípade by ochladilo pôdu okolo domu zo 6 povedzme na 2°C, takto získanú energiu potom pomocou jednoduchých fyzikálnych procesov premení do takej podoby v akej je pre nás použiteľná, napríklad na teplú vodu v našich radiátoroch.

Fyzikálny princíp tepeľného čerpadla

V tepelných čerpadlách sa takisto ako v mrazničkách využíva schopnosti niektorých látok pri nízkych teplotách a tlakoch sa odparovať a pri tom prijímať teplo a naopak pri vysokých teplotách a tlakoch sa znovu skvapalňovať a uvoľňovať teplo. Tieto látky sa teda používajú ako médium do ktorého sa ukladá energia získaná z prostredia.

Ako to funguje v praxi?

Tepelné čerpadlo pozostáva predovšetkým z okruhu v ktorom koluje chladiarenské médium, odparovača, kompresoru, kondenzátora a ďalej množstva ventilov. V odparovači ktorý je umiestnený tak aby mal čo najlepší kontakt z okolitým prostredím sa médium pod nízkym tlakom splyňuje (odparuje) a odoberá tak prostrediu teplo, odtiaľ je odsatý kompresorom a stlačený, čím sa zvýši jeho teplota. Vplyvom vysokého tlaku plyn v kondenzátore opäť skvapalní a odovzdá svoje teplo, ktoré preberie vode v druhom okruhu, tá potom môže byť použitá napr. v radiátoroch. Z kondenzátora sa médium cez ventil dostane znova do odparníku a všetko sa opakuje zas a zas.

Ako pracuje tepeľné čerpadlo?

Je samozrejmé že výkon čerpadla sa mení podľa podmienok v ktorých pracuje. Takisto ako vodné čerpadlo potrebuje tým viac energie čím viac vody a čím vyššie má prečerpať, tak aj tepelné čerpadlo spotrebuje menej energie keď musí prekonávať menšie teplotné rozdiely. Je preto nutné sa zamyslieť nad tým akým spôsobom vykurujeme a či popri investícii

do tepelného čerpadla by nebolo dobré myslieť aj na zmenu vykurovacieho systému. V bežnom vykurovaní sa teplota vody v okruhu pohybuje medzi 70 a 90°C, čo predstavuje pre tepelné čerpadlo teplotu dosiahnutelnú len za dodania značného množstva energie. Naproti tomu v podlahovom vykurovaní sa tieto tepoty pohybujú len okolo 40 - 50°C, s tým že priestory vykúria na požadované teploty rovnako dobre. Toto je teda vykurovací systém priam vyvolený pre tepelné čerpadlo. Taktiež teplota prostredia odkiaľ je teplo čerpané je veľmi dôležitá, a asi netreba zdôrazňovať že čím je vyššia tým lepšie. Tepelné čerpadlo však dokáže pracovať aj pri teplotách okolo nuly.

Koľko energie môžeme takto získať?

Nemecký experimentátor s tepelnými čerpadlami a všetkým čo k tomu patrí, majiteľ malej poľnohospodárskej usadlosti - Heinz Schulz, na svojom zariadení po niekoľko sezón prevádzal rôzne merania z ktorých môžeme získať lepšiu predstavu o tom koľko energie sa reálne dá očakávať od jeho prevádzky. Ide o systém pozostávajúci z:

• Jednoduchého nezaskleného strešného absorbéra - plocha: 16 m^2
• slnečného kolektora - plocha: 18 m^2
• zemného zásobníka - objem: 50001
• tepelného čerpadlá - pohon: diesel motor, výkon: obvykle medzi 5 a 8 kW, výnimočne medzi 10 a 12 kW (aj z využitím odpadového tepla motoru)

Zisky počas 1. sezóny (neúplnej) - od konca júla do polovice septembra

	denne	celkovo
zemný zásobník	11 - 48 kWh	1686 kWh
absorbér	3 - 80 kWh	3008 kWh

hodnota nazhromaždená v zemnom zásobníku na konci tohto obdobia (53 dní) - 4694 kWh
priemerná teplota pôdy zásobníka na konci tohto obdobia - 19,5 OC (oproti teplote okolitej pôdy 10,5 OC)

2. sezóna - okrem samotného zemného zásobníka bol na získavanie tepla použitý len strešný absorbér bez kolektora

počas akumulačnej sezóny (leto)	12.751 kWh
počas vykurovacieho obdobia (zima)	5602 kWh

Kde všade sa dá využiť tepelné čerpadlo a kde sa o to už aj pokúsili?

Môže to vyzerať šialene, ale zo zemného zásobníka, slnečných kolektorov a pomocou tepelného čerpadla je možné napájať teplom aj celé sídlisko. Vo svete sa už v 80-tych rokoch uskutočňovali rôzne projekty. Jednalo sa o školy, verejné budovy aj komplexy slúžiace na komerčné účely, nemocnice alebo aj celé dediny. Na to aby sa vôbec vyplatila výstavba takých veľkých zemných zásobníkov sa musí jednať o komplex so spotrebou väčšou ako 500 MWh na rok. Uveďme si niekoľko príkladov z praxe. Toto zariadenie funguje už od roku 1985 a dodáva teplo pre administratívne priestory spolkovej vlády v Scarborough, v Toronte - najväčšom meste Kanady. Toto zariadenie dodáva teplo ale aj chlad počas leta pre vyše 30 000 m^2 priestorov. Zariadenie pozostáva zo zemných sezónnych zásobníkov, tepelného

čerpadla a 700 m^2 slnečných kolektorov ktoré však slúžia predovšetkým na ohrev teplej vody, keďže kapacita zásobníka sa ukázala ako dostatočná. V zásobníku sa akumuluje dostatočné množstvo tepla vďaka tomu že sa tepelné čerpadlo v lete využíva na klimatizáciu budovy.

Slnečná dedina Kerava vo Fínsku je zásobená energiou prostredníctvom slnečných kolektorov, z ktorých teplo sa ukladá do horninového zásobníka a potom využíva pomocou tepelného čerpadla. Celkovo je takto zásobených 44 domov o rozlohe 3756 m^2. Pôvodne sa predpokladoalo pokrytie spotreby tepla až na 75 %, čo sa však nepodarilo dosiahnuť kvôli príliš malej kapacite zásobníka. V Nemecku na Stuttgartskej univerzite sa uskutočnil projekt z umelým zásobníkom typu Aquifer. Jedná sa o nádrž naplnenú štrkopieskom a vodou z objemom cez 1000 m^3. Nabíjaný je pomocou jednoduchého nazaskleného kolektora o ploche 211 m^2. Toto zariadenie dodáva teplo administratívnej budove celej univerzity. Celková ročná spotreba činí asi 175 MWh. Zariadenie je využívané aj počas leta kedy chladí miestnosti z elektronikou a laboratóriá.

Odkial môže tepelné čerpadlo čerpať teplo?

Jedným z najčastejších riešení je využívať teplo z pôdy v okolí domu. Dobrým zdrojom môže byť tiež rybník, rieka alebo aj podzemná voda (studne, hlbinné vrty). V niektorých oblastiach je dokonca možné využívať geotermálne pramene. Ak si myslíte že to je možné iba na Islande len sa skúste pozrieť na mapu Slovenska, koľko kúpeľných miest s horúcimi prameňmi tam nájdete. Takéto koncentrované a výdatné zdroje tepla je možné využívať aj na vykurovanie celých sídlisk. Takisto je možné využiť odpadové teplo rôznych tovární a prevádzok, ktoré by inak zbytočne vyletelo hore komínom alebo odtieklo dolu riekou. Ale vráťme sa k rodinným domom. Tým postačia aj omnoho menšie zdroje tepla. Okrem už spomínaných zdrojov - pôdy a vody je možné použiť aj vzduch. V lepšom prípade z povaly, pivnice alebo jednoducho z okolia domu. V budovách kde je zabudovaná klimatizácia (čo sú ale zväčša kancelárske priestory, výrobné haly a pod. a len pomenej rodinné domy) môže byť odvádzaný vzduch veľmi výdatným zdrojom tepla. Často sa môže teplo získavať zo zásobníka - akumulátora ktorý bol špeciálne na tento účel vybudovaný. Môže to byť len obyčajná veľká nádrž z vodou ale existuje aj mnoho ďalších riešení. Mnohokrát však akumulátor vôbec netreba budovať je jednoducho k dispozícii iný zdroj tepla, ktorý by inak zostal nevyužitý. Pri troche fantázie je možné získavať teplo prakticky odvšadiaľ, len je potrebné aby boli zvážené všetky dostupné alternatívy a bola vybraná tá najefektívnejšia.

Kombinácia tepelného čerpadla a slnečného kolektora

Tepelné čerpadlo môže sracovávať teplo prakticky z akéhokoľvek zdroja. Najčastejšie sú rôzne druhy zemných zásobníkov, ale tie nemusia byť vždy schopné zabezpečiť dostatok tepelnej energie. To platí predovšetkým u väčšíách zariadení. Rodinné domy väčšinou vystačia z nenáročným nízkoteplotným zásobníkom bez dodatkového zdroja energie. Pri väčších zariadeniach je potom možné dopĺňať potrebné teplo zásobníku cez leto pomocou slnečných kolektorov. Vtomto období kedy sa voda v kolektoroch ohrieva velmi efektívne je možné ju viesť do zásobníka kde odovzdá svoje teplo a potom keď je ochladená ju znova viesť do kolektorov. Zásobník si potom vyššiu teplotu uchová aj počas vykurovacieho obdobia a tepelné čerpadlo potom môže podávať lepšie výkony. Výhodou takéhoto zariadenia je že nie je nutné kupovať drahé profesionálne vyrábané kolektory ale je možné skonštruovať jednoduchý a lacný absorbér z čiernych hadíc.

Vyhrievaný skleník

Toto zariadenie pracuje bez tepelného čerpadla. Je to vlastne zemný zásobník tepla ktorý nie je odizolovaný od povrchu a teplo predáva pasívne. Vrty sú len niekoľko metrov hlboké. Zásobník môže byť nabíjaný jednoduchým slnečným kolektorom. Je to nenáročné zariadenie ktoré pomáha predlžovať obdobie bez mrazov a vegetačné obdobie pestovaných rastlín, vďaka čomu je možné získať väčšie výnosy z pôdy. Toto zariadenie je možné vybudovať svojpomocne. Ak sa tým príliš nezvýšia náklady je možné ho potom aj zdokonaliť a opatriť ho aktívnym predávaním tepla - čiže núteným obehom kvapaliny z vrtov na povrch.

Ako tepelné čerpadlo funguje po technickej stránke?

Kompresor

Kompresor je zariadenie ktoré stláča plyny alebo kvapaliny. Tým sa následne zvyšuje ich tlak aj teplota. Kompresor je poháňaný motorom. Existuje niekoľko typov kompresorov. V chladničkách sa používajú malé hermeticky uzatvorené systémy, ktoré v jednom puzdre skrývajú nielen kompresor ale aj elektromotor. Výhodou takéhoto riešenie je že nemôže dôjsť ku úniku chladiarenského média. V iných zariadeniach kde nie je nutné klásť taký dôraz na hygienu a bezpečnosť sa zväčša elektromotor a kompresor umiestnia do utesneného puzdra z volným prístupom ku tým častiam ktoré potrebujú údržbu prípadne opravy. Tu môže dochádzať ku menším únikom média. Existujú aj otvorené systémy kde je kompresor od motora oddelený úplne. Potom je nutné utesniť hriadeľ. Takéto riešenie je jediné možné pri spaľovacom motore. Pri elektromotoroch sa však nepoužíva. Pri takýchto motoroch je potom nutné raz do roka prekontrolovať hladinu oleja aj chladiarenského média.

Pohon kompresoru

Kompresor môže byť poháňaný niekoľko spôsobmi. Najčastejší je elektromotor, čo je a hlavne bude čoraz drahšia záležitosť. Elektromotor má svoje výhody ako napríklad menšia hlučnosť a vibrácie, žiadne splodiny alebo bezobslužnosť. Odpadávajú všetky potenciálne problémy z palivom, jeho zabezpečením, manipuláciou a priebežnou kontrolou a dopĺňaním. Je tiež veľmi rozšírený na trhu a tak je z čoho vyberať. Lenže ceny nás čoraz viac tlačia a rozširujúci trh nám otvára nové možnosti. Čoraz častejšie sa objavujú také kompresory ktoré počítajú z iným druhom pohonu. V podstate tradičným riešením je spaľovací motor. Mnoho ľudí odradzuje predstava akéhosi ťažkopádneho, smradľavého a hlučného zariadenia. Lenže pokrok tento stav trocha pozmenil. Je možné použiť klasický spaľovací motor, ktorý sa dá zohnať ako aj nový tak aj použitý. Je však trocha problematické odhadnúť aký spaľovací motor použiť. Prevádzka tepelného čerpadla má totiž určité špecifiká ktoré sa odrážajú aj v požiadavkách na motor. Tepelné čerpadlo pracuje z relatívne malými otáčkami ale vo veľkom rozsahu. Tepelné čerpadlo ak má byť zdrojom tepla v rodinnom dome musí zodpovedať prísnym bezpečnostným normám a taktiež nesmie narúšať komfort obyvateľov. Často je preto voľba správneho typu motora najkomplikovanejšou otázkou. Spaľovacie motory môžu ako palivo používať naftu, ale čoraz viac sa objavujú aj také ktoré používajú plyn alebo dokonca bioplyn. Práve tieto sú velmi vhodné do rodinných domov. Šikovný odborník taktiež dokáže prebudovať klasický spaľovací motor tak aby dokázal pracovať na plyn.

Kondenzátor

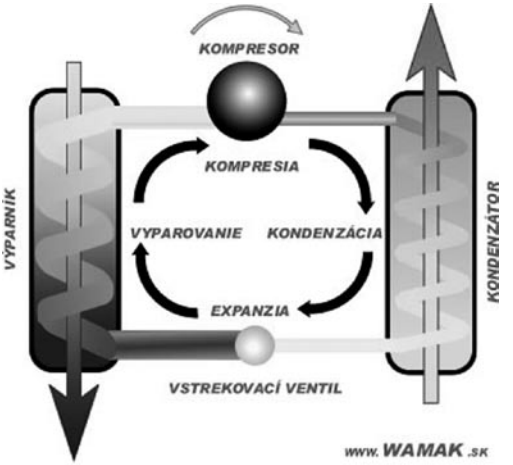
Kondenzátor je súčasť tepelného čerpadla kde dochádza ku opätovnému skvapalneniu chladiarenského média. To sa deje pod tlakom, médium pri tom vydáva teplo ktoré odobralo prostrediu. Kondenzátor teda slúži ako výmenník tepla medzi médiom v okruhu tepelného čerpadla a médiom vo vykurovacom okruhu. Podľa toho aké médium je použité vo vykurovacom okruhu - čiže v radiátoroch, rozoznávame 2 základné druhy kondenzátorov. Najčastejšie sa používajú voda alebo vzduch.

Regulácia

Regulácia je často považovaná za najdôležitejšiu časť vykurovacej sústavy. Správne nastavená regulácia zabezpečí pohodlné teplo v dome bez toho, aby ste museli do nej často zasahovať. Cieľom regulácie je dosiahnutie čo najkonštantnejšej teploty, ktorá bola nastavená. To je zabezpečené teplotou vstupnej vody do vykurovacej sústavy. Najjednoduchšia forma regulácie je pomocou priestorového termostatu.

Oveľa viac komfortu však ponúka ekvitermická regulácia. Táto regulácia používa vonkajšiu teplotu ako mernú veličinu a reaguje teda oveľa rýchlejšie. Aj pri prudkých poklesoch teploty je teda zabezpečená prakticky konštantná vnútorná teplota. Pri ekvitermickej regulácii sa pomocou programovania sklonu teplotnej krivky zohľadní typ vykurovacej sústavy a charakteristika budovy. Hlavné komponenty v systéme tepelného čerpadla sú kompresor, vstrekovací ventil a dva výmenníky tepla nazývané aj výparník a kondenzátor. Tieto komponenty sú spojené do uzavretého okruhu. V ňom prúdi médium, takzvané chladivo alebo aj pracovné médium. Teplota pracovného média prichádzajúceho do výparníka je nižšia ako teplota zdroja prechádzajúceho výparníkom, čo spôsobuje vyparovanie pracovného média. Táto para je kompresorom stláčaná na vyšší tlak a teplotu. Takto nasýtená para vchádza do kondenzátora, kde odovzdáva užitočné teplo.Už kvapalné pracovné médium expanduje na výparnú teplotu a tlak cez vstrekovací ventil. Pracovné médium opäť vstupuje do výparníka a celý cyklus sa opakuje.

Tepelné čerpadlá WAMAK XX.1 sú štandardne vybavené ekvitermickým regulátorom švajčiarskej výroby. Tieto regulátory boli vyvinuté špeciálne pre tepelná čerpadlá a poskytujú mnoho funkcií a stupňov nastavenia pre požadovaný komfort vykurovania. Uživateľovi je ovládanie zjednodušené použitím jednoznačných ikon na rozmernom displeji a navigáciou cez dva otočné ovládače.



Čo môžeme meniť na tepelnom čerpadle?

- typ chodu tepelného čerpadla (8 typov)
- nastavenie pohodlia
- blokovanie ovládania (detská poistka)
- PARTY funkci
- nastavenie času
- nastavenie dátumu
- nastavenie požadovaných teplôt
- sklon teplotnej krivky
- maximálna vtsupná teplota do vykurovacej sústavy
- hranica vykurovania leto / zima
- zobraziť požadované a aktuálne teploty
- nastavit automatické programy pre vykurovanie a ohrev TUV (možnosť nastaviť 3 automatické programy)
- nastaviť program na dovolenku

Návratnosť investícií tepelného čerpadla

Príklad, Prepočet ekonomiky TC pre dom s tepelnou stratou priemerne medzi 6 až 10 kW.

Priemerný príkon kompresora = 1,55 kW, Priemerné vykurovacie obdobie za rok = 240 dní. Priemerný vykurovací čas cez deň = 10 hodín. Cena za energiu Tarifa D37 * = 1,35 Sk bez DPH / kWh.

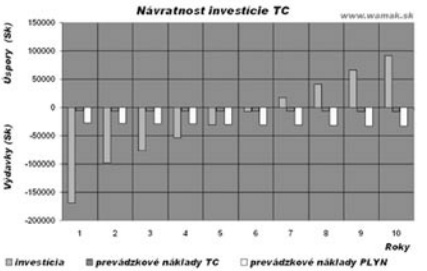
Sadzbu je možné použiť pre odberné miesta vykurované tepelným čerpadlom, pričom odoberateľ musí dôveryhodným spôsobom preukázať dodávateľovi, že pre vykurovanie objektu má riadne nainštalovaný vykurovací systém s tepeľným čerpadlom. (ZDROJ: SSE)

Náklady na prevádzku TC

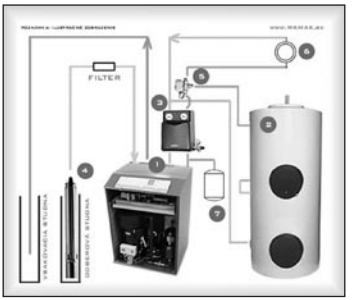
P = 1,55 . 10 . 240 = 3720 kWh
3720 . 1,35 = 5022,- Sk bez DPH
5022 . 1,19 = 5976,- Sk
približne 6000 Sk za rok.

Približné ročné náklady na vykurovanie plynom = 12 . 2300 Sk = 27600 SK. Návratnosť investícií na TC pre novostavbu môžeme vypočítať nasledovne: jednoducho odpočítajte cenu kotla na plyn od ceny tepelného čerpadla a vydeľte to ročnou úsporou na energii.

GRAF NÁVRATNOSTI INVESTÍCIÍ



Spôsob zapojenia tepelného čerpadla



1 - Tepelné čerpadlo WAMAK voda / voda, 2 - Boiler, 3 - Pripojovacia jednotka s obehovým čerpadlom, 4 - Ponorné čerpadlo, 5 - Trojcestný ventil, 6 - Vykurovací okruh, 7 - Expanzomat, poistná armatúra

Komponenty tepelného čerpadla

Pripojovacia čerpadlová jednotka

Kompletná zostava s obehovým čerpadlom, dvomi trojcestnými guľovými kohútmi, spätnou klapkou vrátane vzduchovej priepustí v spätnom okruhu, dva kontaktné teplomery integrované v rukoväti guľového kohúta, guľový kohút pod čerpadlom, izolácia EPP, prepojovacie diely, prepúšťací ventil, čerpadlo Grundfos UPS 25 – 40

Trojvalentý ohrievač teplej vody VTS

Kombinovaný stacionárny ohrievač vody umožňuje ohrev vody pomocou výmenníkov so zväčšenou výmennou plochou od 1,52 m^2 do 3,1 m^2. K systému je možné integrovať aj solárny kolektor ktorý dodatočne zefektívni prípravu teplej vody v slnečných dňoch. Objem vody je od 200 litrov do 500 litrov

Ponorné čerpadlo do vrtu z CrNi – ocele

Navrhované sú 4“ ponorné čerpadlá EBARA japonskej výroby vynikajúcej kvality, dlhej životnosti s nízkou spotrebou elektrickej energie (iba 0,37 kW) čo napomáha efektivite prevádzky celého systému vykurovania s tepelným čerpadlom.

Tepelné čerpadlá WAMAK WW do rady 10.1, vrátane - Typ ponorného čerpadla: WYT 050 C4/4. Tepelné čerpadlá WAMAK WW od rady 12.1 - Typ ponorného čerpadla: WYT 050 C4/6

Trojcestný zónový guľový ventil s elektrickým pohonom zabezpečuje automatické delenie vývodu teplej vody podľa potreby buď na ohrev TUV alebo na vykurovanie. Signál ovládania je riadený ekvitermickým regulátorom tepelného čerpadla.

Stanislav NEMČOK-FURIŠ, Michal MÁJEK, SOU P. V. Tótha, 31, Senica, Slovensko

VETERNÝ PARK CEROVÁ

Veterná energia

Energia vetra je formou slnečnej energie, ktorá vzniká pri nerovnomernom ohrievaní zemského povrchu. Slnko vyžaruje smerom k Zemi energiu rovnajúcu sa 100,000,000,000,000 kWh. Z tejto hodnoty sa približne 1 až 2 % mení na energiu vetra. Je to 50 až 100-krát viac ako energia, ktorú premenia všetky rastliny na Zemi na živú biomasu. Vietor, keďže je prítomný všade, bol človekom využívaný od nepamäti. Navyše táto energia je príťažlivá aj dnes, pretože jej využívanie neprodukuje žiadne odpady, neznečisťuje ovzdušie a nemá negatívny vplyv na zdravie ľudí. Vietor ako primárny zdroj energie je zadarmo a je ho možné využiť decentralizovane takmer v každej časti sveta.

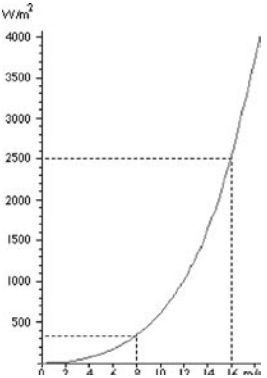
Najlepšie poveternostné podmienky pre výstavbu veterných turbín sú v blízkosti morských pobreží a na kopcoch. Dostatočnú intenzitu využiteľnú veternými agregátmi však vietor dosahuje aj na iných miestach. Nevýhodou je, že vietor je menej predvídateľný ako napr. slnečná energia, avšak jeho dostupnosť počas dňa je zvyčajne dlhšia ako v prípade slnečného žiarenia. Intenzita vetra je do výšky asi 100 metrov ovplyvnená hlavne terénom a prekážkami. Veterná energia je teda viac miestne špecifická ako slnečná energia. V kopcovitom teréne sa dá očakávať, že napr. dve miesta majú rovnakú intenzitu dopadajúceho slnečného žiarenia avšak intenzita vetra sa môže vzhľadom na smer prevládajúcich vetrov veľmi líšiť. Z tohto dôvodu je potrebné venovať oveľa väčšiu pozornosť umiestňovaniu veterných turbín ako slnečných kolektorov alebo článkov. Veterná energia taktiež vykazuje sezónne zmeny intenzity a je najväčšia v zimných mesiacoch a najnižšia v lete. Je to presne opačne ako v prípade slnečnej energie, a preto sa slnečná a veterná technológia vhodne dopĺňajú. Príkladom môžu byť podmienky v Dánsku, kde intenzita slnečného žiarenia dosahuje 100 % v lete a len 18 % v januári. Veterné elektrárne tu produkujú 100 % energie v januári a asi 55 % v júli. Pre výpočet energie vyrobenej veterným agregátom je potrebné poznať niekoľko vzťahov. Energia je priamo úmerná ploche rotora, tretej mocnine rýchlosti vetra a hustote vzduchu.

Hustota vzduchu

Rotor turbíny sa krúti v dôsledku tlaku vzduchu na jeho listy. Čím viac vzduchu – tým rýchlejšie sa krúti a tým je výroba energie väčšia. Z fyzikálnych zákonov vyplýva, že kinetická energia vzduchu je priamo úmerná jeho hmotnosti, z čoho vyplýva že energia

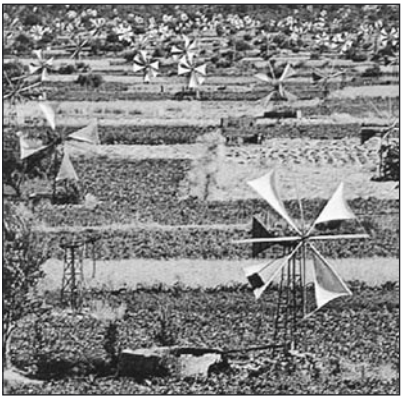
vetra závisí na hustote vzduchu. Hustota vyjadruje množstvo molekúl v jednotke objemu vzduchu. Pri normálnom atmosferickom tlaku a pri teplote 15° Celzia jeden m^3 vzduchu váži 1,225 kg. Hustota mierne rastie s narastajúcou vlhkosťou, čím sa vzduch stáva hustejší v zime ako v lete a preto je aj výroba energie pri rovnakej rýchlosti vetra v zime väčšia ako v lete. Hustota vzduchu je však jediný parameter, ktorý nie je v daných podmienkach možné meniť.

Rýchlosť vetra



Rýchlosť vetra je najdôležitejším parametrom ovplyvňujúcim množstvo energie, ktoré je turbína schopná vyrobiť. Narastajúca intenzita vetra znamená vyššiu rýchlosť rotora a teda väčšiu produkciu energie. Množstvo vyrobenej energie závisí na tretej mocnine rýchlosti vetra. Z uvedeného vyplýva, že ak sa rýchlosť vetra zvýši dvojnásobne, tak sa výroba energie zvýši osemnásobne. Príroda nám poskytuje rozdielné poveternostné podmienky, pričom rýchlosť vetra sa neustále mení. Veterné turbíny sú špeciálne stavané tak, aby boli schopné využiť rýchlosti vetra od 3 do 30 m/s. Vyššia rýchlosť by mohla turbínu poškodiť, a preto sú väčšie turbíny vybavené brzdami, ktoré v prípade potreby zastavia otáčanie rotora. Menšie turbíny sú často stavané tak, aby boli schopné využiť aj rýchlosti vetra nižšie ako 3 m/s, pričom niektoré z nich sú riešené tak, že v prípade veľmi silného vetra sa natočia do bezpečnej polohy.

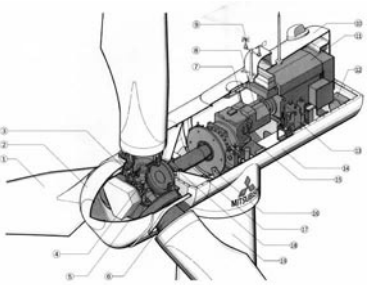
Drsnosť terénu



Zemský povrch (terén) so svojou vegetáciou a budovami je dôležitým faktorom ovplyvňujúcim rýchlosť vetra. Množstvo prekážok v teréne sa často označuje ako jeho drsnosť. So zvyšujúcou sa výškou nad terénom sa drsnosť znižuje a prúdenie vzduchu sa stáva laminárne, čo znamená aj vyššiu rýchlosť vetra. Vysoko nad zemou (vo výške okolo jedného kilometra) rýchlosť vetra prakticky nie je ovplyvňovaná terénom. Naproti tomu v nižších výškach je ovplyvňovaná veľmi silno. Pre využívanie veternej energie je podstatné, že čím je drsnosť terénu vyššia, tým je vietor viac spomaľovaný. Rýchlosť vetra je najviac spomaľovaná lesmi a veľkými mestami, kým na rovinách alebo vodných plochách prakticky nie je ovplyvňovaná. Budovy, lesy a iné prekážky nielen spomaľujú rýchlosť vetra, ale často vytvárajú aj jeho turbulencie, ktoré nepriaznivo vplývajú na chod turbíny. Pri určovaní charakteru terénu je často jeho drsnosť rozdeľovaná do tried. Čím vyššia je trieda drsnosti, tým väčšie sú prekážky a tým väčšie spomalenie rýchlosti vetra. Morská hladina je braná za základ a má triedu drsnosti 0.

Vizuálne efekty

Veterné turbíny sú viditeľné z veľkej vzdialenosti a niektorými skupinami obyvateľstva sú považované za rušivé momenty v reliéfe krajiny. Pravdou však je, že krajina býva veľmi často zastavaná inými vysokými objektmi napr. stožiarmi elektrického vedenia, voči ktorým sa kritika neozýva. Okrem negatívneho ovplyvňovania vizuálneho dojmu z okolitej krajiny sa niekedy uvádza aj problém súvisiaci s rizikom pre pilotov malých lietadiel lietajúcich nízko nad zemou. Pre nich vysoké stožiare turbín môžu byť niekedy nebezpečné.



Vtáky

Niekedy sa ako problém spojený s veternými turbínami udávajú aj kolízie vtákov s týmito zariadeniami. Skutočnosťou je, že vtáky narážajú do budov, stožiarov elektrického vedenia a iných vysokých objektov. Tiež sú zabíjané autami a inými dopravnými prostriedkami. Ako ukazujú štúdie z Dánska vtáky zriedkavo vrážajú do veterných turbín. Jedna z týchto štúdií bola zameraná na vplyv 2 MW-ovej turbíny s priemerom rotora 60 metrov v Tjaereborgu. Radarové výsledky ukázali, že vtáky mali vo dne v noci tendenciu vyhnúť sa turbíne a to už vo vzdialenosti 100-200 metrov pred ňou a preletieť okolo nej v bezpečnej vzdialenosti. V Dánsku dokonca existujú turbíny na stožiaroch ktorých si niektoré druhy vtákov vytvorili hniezda (sokol). Jediným známym miestom, kde došlo ku kolíziám vtákov s turbínami je Altamont Pass v Kalifornii. V tejto oblasti niekoľko stoviek turbín prakticky vytvorilo "veternú stenu" a doslova uzatvorilo priesmyk, čím významne ovplyvnili podmienky pre bezpečný pohyb vtákov.

Podľa dánskeho ministerstva životného prostredia je vysokonapäťové elektrické vedenie väčším rizikom pre vtáky ako samotné turbíny. Hoci niektoré vtáky si na turbíny zvyknú skôr a iné neskôr býva zvykom, že pred výstavbou veterných parkov sa posudzuje ich vplyv na migráciu vtákov v danom mieste. Výsledkom trojročnej štúdie vykonanej v dánskej veternej farme Tuno Knob je, že turbíny stavané na otvorenom mori nemajú žiadny negatívny vplyv na vtákov.

Rušenie elektromagnetického žiarenia

Televízne, rádiové i radarové vlny (elektromagnetické žiarenie) sú často rušené elektrickými vodičmi. Preto všetky kovové časti rotujúcich turbín môžu predstavovať isté riziko. V súčasnosti sa však listy rotorov vyrábajú len z plastov a dreva, ktoré neovplyvňujú elektromagnetické žiarenie. Ani turbíny umiestnené v blízkosti letísk nemajú preukázateľný vplyv na radarové stanice.

Umiestňovanie turbín

Bežne sa veterné turbíny umiestňujú na kopcoch a miestach vyčnievajúcich nad okolitým terénom. Býva výhodné keď je turbína umiestnená v smere prevládajúcich vetrov s minimom prekážok v jej okolí. Na kopcoch je síce rýchlosť vetra najvyššia avšak často tu dochádza k tomu, že vietor sa stáča kým dosiahne vrchol kopca. Vietor tu tiež býva dosť nepravidelný, keď prechádza turbínou. V prípade strmých kopcov alebo nerovných povrchov môže dochádzať k značným turbulenciám, ktoré môžu znížiť pozitívny efekt z vyššej rýchlosti vetra.

Energetický potenciál vetra

Pojmom vietor označujeme približne len horizontálnu zložku pohybu vzduchu, vyvolaného krátkodobou transformáciou slnečnej energie na teplo a rotáciu Zeme. Pohyb vzdušnej masy je brzdený trením pri zemskom povrchu a naopak pri rovnobežníkovom smere prúdenia naňho pôsobí Coriolisová urýchľujúca sila. Na Slovensku sa vietor meria v sieti meteorologických staníc. Je sledovaná rýchlosť a smer vetra. Meranie sa štandardne prevádza vo výške 10m nad hladkým povrchom, t.j. v otvorenom teréne s povrchom pravidelne kosenej trávy. Podľa rýchlosti vetra v referenčnej výške 10m nad terénom w10 môžeme rozlíšiť 3 triedy rýchlosti vetra.

Triedy rýchlosti vetra	Typ vetra	W10 (m/s)	Triedna rýchlosť
I	Slabý	$0 < w10 \leq 2,5$	1,7
II	mierný	$2,5 < w10 \leq 7,5$	5
III	silný	$W10 > 7,5$	11

Pre praktické využitie energie vetra sú zaujímavé výšky 40 až 100m nad zemským povrchom. V tomto rozmedzí závisí rýchlosť najmä na tvare okolitého terénu. Čím hladší je jeho povrch, tým výšia je rýchlosť vetra, nerovnosti sa prejavujú tvorbou turbulencií. Pre rovný terén, kde je závislosť medzi výškou a rýchlosťou ovplyvňovaná iba drsnosťou povrchu možno použiť mocninový zákon:

$$\frac{w_h}{w_o} = \left(\frac{h}{h_o}\right)^n$$

Kde je:

W_o - nameraná rýchlosť vetra vo výške ho (m/s), W_h - Vypočítaná rýchlosť vetra (m/s), hovýška, v ktorej sa robí meranie(m), h – výška umiestnenia osi rotoru(m), n – exponent, ktorý závisí od drsnosti povrchu, jeho hodnoty sú uvedené v tabuľke

Druh povrchu	n
a- hladký povrch(vodná hladina, piesok)	0,14
b- lúka s nízkym trávnatým povrchom alebo ornica	0,16
c- vysoká tráva, nízke obilné porasty	0,18
d- porasty vysokých kultúrnych plodín	0,21
e- lesy, ktoré majú veľa stromov	0,28
f- dediny a malé mestá	0,48

V našich podmienkach sa aj v rovinatých oblastiach drsnosť povrchu často mení. Ak dochádza k zmene v smere rýchlosti vetra, deformuje sa nad zemou rýchlostný profil. Z neho vyplýva, že pri prechode z hladkého terénu na drsnejší terén dochádza k prudkému zvýšeniu rýchlosti a naopak pri prechode z drsného povrchu na hladký je rýchlosť vetra takmer konštantná. Ideálny výkon veterného prúdu, ktorý je určený pre stanovenie výkonu navrhnutého veterného agregátu, je daný súčet plochy, na ktorú pôsobí, dynamického tlaku a rýchlosti. Pretože plocha (u odporových veterných motorov) alebo plocha opisovaná koncami listov rotora (u vztlakových veterných motorov) nie je vopred známa, vyhodnocuje sa merná energia veterného prúdu, ktorá by pôsobila na plochu 1m2 kolmo a smer vetra. Tá je daná vzťahom $e = 0,5 \cdot \rho \cdot w^3$ (W/m^2)
kde je
ρ - priemerná hustota vzduchu ($\rho = 1,2$ kg/m^3)
w - priemerná rýchlosť vzduchu (m/s)

Princíp a podmienky využitia veternej energie

Princíp výroby elektriny je veľmi jednoduchý. Energia prúdenia vetra roztáča rotor a takto vytvorenú mechanickú energiu využíva turbína na generovanie elektrického prúdu. Rotor ma zvyčajne dva alebo tri listy. Trojlistový ma o niečo vyššiu účinnosť a jeho chod je hladší, na druhej strane je drahší ako dvojlistový. Ramena rotujú vo výške 20-30 metrov nad zemou. Väčšie zariadenia (až 4 MW) s ramenami 90 metrov nad zemou, ktoré boli postavene len nedávno, majú experimentálny charakter. Na výrobu rotorov sa používa drevo alebo sklolaminát, nakoľko tieto materiály vykazujú potrebnú pevnosť a flexibilnosť, a tým že neobsahujú žiadne kovové časti, nerušia televízny signál. Súčasné veterné elektrárne majú rotor v podstate podobný tomu, ktorý sa používal v klasických veterných mlynoch. Vďaka technickým vylepšeniam dokáže takáto elektráreň na vhodných miestach vyrobiť ročne 600 až 900 kWh z každého metra štvorcového plochy, ktorú rotor pokrýva .Moderné veterné elektrárne majú automatické nastavovanie listov rotora a sú vybavene brzdami pred príliš vysokou rýchlosťou vetra (nad 25 metrov za sekundu), ktorá by mohla spôsobiť jeho odtrhnutie. Ich výkon sa pohybuje od 100 kW do 1 000 kW. V porovnaní so slnečnými kolektormi majú veterne elektrárne výhodu v tom, že produkujú energiu i v noci .Na druhej strane je veterná energia ťažšie predpovedateľná ako slnečná. Veterný potenciál je ovplyvnený terénom, a tak napr. v kopcovitej oblasti sa dá očakávať konštantný potenciál slnečného žiarenia, ale podstatne odlišne veterne podmienky. Podobne existuje i rozdiel medzi jednotlivými ročnými obdobiami. Najlepšie veterne podmienky sú v zime ,presne opačne to je v prípade slnečnej energie. Veterná energia môže takto byt vhodným doplnením slnečných kolektorov. Zaber pôdy, na výstavbu veterných turbín (stožiare, prístupové cesty), predstavuje len 1% rozlohy veternej farmy. Zvyšok sa môže naďalej využívať na poľnohospodárske účely. Pôda je takto zábrana v menšej miere ako je tomu pri uholných resp. jadrových elektrárňach (vztiahnuté na jednotku výkonu a pri započítaní plochy , ktorú zaberá ťažba a spracovanie surovín resp. ukladanie odpadov).

História

Využívanie sily vetra siaha niekoľko tisíc rokov do minulosti a sú s ním spájané počiatky ľudskej civilizácie, kedy sa človek rozhodol využiť túto energiu na pohon plavidiel. Jednoduché plachetnice, ktoré sa zachovali do dnešnej doby sú staré viac ako 5000 rokov

a pochádzajú z Egypta. Najstaršie mlyny poháňané vetrom pochádzajú z dnešného Afganistanu a sú staré viac ako 2700 rokov. Tieto zariadenia sa bežne využívali na mletie obilia aj v iných častiach sveta. Okrem toho sa tiež používali na zavlažovanie polí na viacerých ostrovoch Stredozemného mora. Na Kréte sú takto využívané dodnes. Prvé vetrom poháňané vodné čerpadlo sa objavilo v USA v roku 1854. Bola to jednoduchá veterná ružica s viacerými malými plachtami a dreveným chvostom, ktorý natáčal celé zariadenie v smere prúdenia vetra. V roku 1940 pracovalo v USA viac ako 6 milión takýchto veterných čerpadiel. Okrem čerpania vody sa využívali aj na výrobu elektrickej energie. Udáva sa, že zápas o osídlenie "Divokého západu" bol zvládnutý aj vďaka vetreným čerpadlám, ktoré napájali vodou obrovské stáda dobytka. 20. storočie však znamenalo nástup nových energetických zdrojov – elektriny, ropy a zemného plynu, ktoré veterné čerpadlá postupne zatlačili do pozadia. Tento stav trval až do ropnej krízy v 70. rokoch, kedy sa záujem o veternú energiu znovu oživil. Štátna podpora vývoja a výskumu dala v mnohých krajinách podnet pre rozvoj nových technológií. Snaha sa sústredila hlavne na výrobu elektriny veternými turbínami, čo súviselo s tým, že vo vyspelých krajinách nemá čerpanie vody veternými agregátmi taký význam ako napr. v rozvojových krajinách.

Na začiatku súčasného rozvoja veternej energetiky vo svete stál vývoj a výroba malých veterných turbín. Tieto malé zariadenia sa využívali pre jednoduché aplikácie avšak po tom, čo ich výkon postupne narastal stratili význam ako zdroj elektrickej energie pre jednotlivé domy. V súčasnosti prakticky všetky väčšie turbíny dodávajú elektrickú energiu do siete. Súvisí to s tým, že výkon jednej turbíny je zvyčajne omnoho väčší ako je spotreba jednej resp. viacerých domácností. Navyše v miestach, kde rýchlosť vetra dosahuje v ročnom priemere viac ako 5 m/s sa začínali už od 80. rokov budovať veterné farmy, ktoré svojou výrobou prevyšovali spotrebu celých obcí. Prvé takéto farmy boli vybudované v Kalifornii. V USA sú tieto farmy vlastnené súkromnými spoločnosťami (nezávislými výrobcami) a nie veľkými elektrárenskými spoločnosťami. Hoci výstavba týchto zdrojov sa nezaobišla bez problémov, rozvoj veternej energetiky sa nedal zastaviť a dnes sa len v Kalifornii nachádza asi 16 tisíc väčších turbín, ktoré vyrábajú viac elektrickej energie ako jej ročne spotrebuje napr. San Francisco.

Veterné agregáty sú budované po celom svete. Sú tiež ideálnou technológiou pre rozvojové krajiny, kde je momentálne veľký dopyt po nových výrobných kapacitách v oblasti energetiky. Výhodou veterných elektrární je, že v porovnaní s klasickými elektrárňami je ich možné jednoducho, lacno a v relatívne veľmi krátkej dobe postaviť a pripojiť do verejnej siete. Rozvinuté krajiny dnes prejavujú o veterné turbíny záujem nielen z hľadiska ochrany životného prostredia, ale tiež aj z ekonomických dôvodov. Cena vyrobenej elektriny stále klesá a v niektorých krajinách je porovnateľná s cenou elektriny vyrobenou v klasických elektrárňach. Dnes aj tí najkonzervatívnejší energetici predpovedajú veľký rozvoj veterných technológií v blízkej budúcnosti.

Záver

Pri písaní našej práce sme priši k záveru, že veterné elektrárne sú veľmi ekologické a s využitím solárnych článkov ušetria v budúcnosti klasické fosílne vyčerpateľné zdroje energie . Môžu postupne nahrádzať všetky ostatné druhy vyčerpateľných zdrojov energie. Je potrebná podpora EÚ a fondov EÚ.

Ekonomická bilanci veterného Parku Cerová

Na Slovensku vznikol aj vďaka finančným prostriedkom z programu PHARE, jeden z prvých veterných parkov. Montáž turbín sa začala v auguste na Vápenkovej skale pri obci Cerová v okrese Senica. Štyri veterné turbíny majú výšku 78 metrov, majú sklolaminátové vrtule o priemere 44 metrov. Turbíny zachytávajú vietor, ktorý sa pomocou elektrického generátora mení na elektrickú energiu. Veternú elektráreň Vestas, pochádzajúcu Dánska, s nainštalovaným výkonom 4 x 660 kWh a všetko je automatizované pre obec Cerová. Ročná produkcia elektrárne by mala vykryť spotrebu jednej dediny s 2500 obyvatelmi. Veterný park v Cerovej vzniká vďaka podpore 1,8 mil. eur z fondu Phare a národnému spolufinancovaniu zo štátneho rozpočtu vo výške 525 tis. Eur. Náročné montážne práce zabezpečuje nemecká firma Aufwind, ktorá si priviezla zo zahraničia aj žeriav s nosnosťou 300 ton. Ešte pred začiatkom prác bolo potrebné pripraviť improvizovanú cestu bez prudkých zákrut, po ktorej na kopec vychádzajú ťahače s jednotlivými časťami stožiarov. Podľa informácií T. Lacka je každý zo stožiarov zložený s troch takmer 30-tonových častí, generátor umiestnený na vrchole má hmotnosť 20 ton. Ekologicky bezproblémová elektráreň má projektovanú životnosť 25 rokov, dovtedy by sa mali podľa starostu Cerovej Vladimíra Jánoša mali vložené prostriedky aj vrátiť. Vápenková skala nad obcou je podľa meraní v rokoch 1997 a 1998 jednou z najveternejších lokalít na Slovensku.

Obrazová príloha veterného parku Cerová

1. Armovanie a betónovanie základnovej dosky

2. Kotvenie prvého dielu konštrukcie

3. Montáž stožiara

4. Montáž agregátu

Roman POSPÍŠIL, SŠ-Centrum odborné přípravy technické, Nábělkova 539, Kroměříž

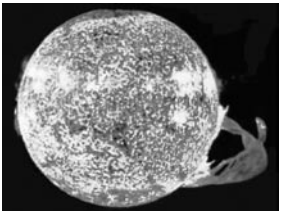
SOLÁRNÍ ENERGIE

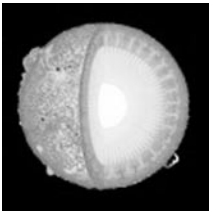
Úvod

Říká se že by člověk bez jídla a pití vydržel asi 7 dní, v dnešní době si můžeme položit otázku jak dlouho by člověk přežil bez energie. Asi o moc déle ne, dnešní svět je na energii závislý. Dnešní člověk získává energie z fosilních paliv jinak řečeno neobnovitelných zdrojů. Tento způsob získávaní energie však drasticky ničí přírodu a jak název napovídá jednoho dne nám tyto fosilní paliva dojdou a člověk se tak ocitne bez životně důležité energie a nejhorší na tom je, že tyto zdroje se velmi rychle blíží ke svému vyčerpání. Proto je nutno hledat jiné - alternativní zdroje energie. A přitom největší zdroj energie můžeme spatřit každý den na naší obloze - Slunce, diky němuž žije naše planeta.

Slunce

Sluníčko, životodárná hvězda, která je ve středu naší sluneční soustavy, vzniklo před 4,6 miliardami let a svítit by mělo ještě asi 7 miliard let. Stejně jako všechny hvězdy hlavní posloupnosti i Slunce září díky termonukleárním reakcím v jádře. Každou sekundu se přibližně 700 milionů tun vodíku přemění na 695 milionů tun hélia a zbylých 5 milionů tun hmotnosti se přemění na energii (96 % elektromagnetické záření, 4 % odnášejí elektronová neutrina). U Země je tok sluneční energie 1,4 kW/m^2.





Jádro je energetickým zdrojem nejen vlastního Slunce, ale celé Sluneční soustavy. Má hustotu stokrát větší než voda a teplotu 15 milionů Kelvinů. V tomto dokonalém reaktoru probíhají desítky reakcí, jejichž důsledkem je přeměna vodíku na hélium za současného uvolňování energie v podobě fotonů. Dříve, než foton dorazí k povrchu, uskuteční sto tisíc kvadrilionů srážek! Není divu, že cesta půl milionu kilometrů dlouhá ze slunečního nitra až na povrch trvá fotonu statisíce let. Tak se nakonec z jednoho původního fotonu velmi krátkovlnného záření gama stává půl milionu fotonů převážně viditelného světla. Tyto fotony po tom, co překonají ohromnou přitažlivost Slunce (fotony mají únikovou rychlost ze středu slunce 618 km/s), dopadají v podobě světla na naši planetu Zemi. Z hlediska energetického využití slunečního záření na fototermickou konverzi má největší význam vlnový rozsah od 300 do 2500 nm, do kterého spadá přibližně 98 % energie dopadající na povrch Země. Slunečním zářením dopadá na zeměkouli a její atmosféru kontinuální výkon 1,7.10^{17} W. Roční nabídka solární energie představuje 1,5.10^{18} kWh, tj. 1500 miliard GWh práce, zatímco současná odhadovaná celosvětová spotřeba je 100.10^{12} kWh za rok. Z porovnání vyplývá, že nabídka Slunce převyšuje naše současné potřeby cca 15 000 krát. K uspokojení energetických potřeb lidstva by stačilo při pětiprocentní účinnosti přeměny 0,13 % zemského povrchu. Intenzita slunečního záření nad zemskou atmosférou je cca 1 350 W m^{-2} . Z toho atmosférou

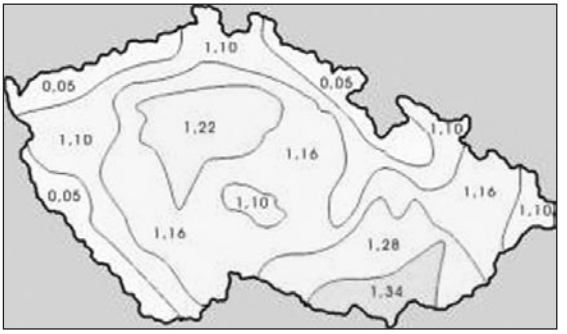
na zemský povrch pronikne za příznivých podmínek cca 1 000 Wm^{-2}. Rozptylem přímého záření na oblacích a nečistotách v atmosféře a odrazem od terénu vzniká difúzní záření. Součet přímého a difúzního záření se označuje jako záření globální. Ve střední Evropě v závislosti na ročním období a stavu atmosféry může intenzita globálního záření v poledních hodinách kolísat od 100 do 1 000 Wm^{-2}. Poměr přímého a difúzního záření je závislý na geografických a mikroklimatických podmínkách. Ve střední Evropě tvoří difúzní záření v celoročním průměru 50 - 70 % z globálního záření, přičemž v zimě dosahuje až 90 %.

Velikost dopadající sluneční energie na našem území

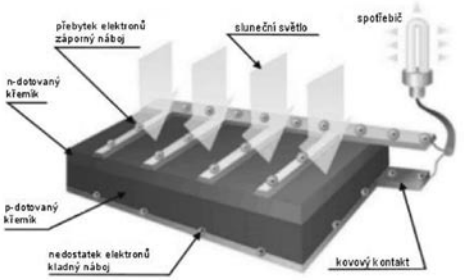
Ve střední Evropě kolísá intenzita globálního slunečního záření v poledních hodinách od 100 do 1000 W/m2. Roční sumy globálního záření dopadajícího na 1 m^2 vodorovné plochy v ČR kolísají od 950 do 1250 kWh/m^2. V ČR je globální záření měřeno v síti radiačních stanic. U vybraných stanic reprezentujících klimatická specifika různých nadmořských výšek a zeměpisných poloh jsou uvedeny dlouholeté průměrné roční sumy globálního záření:

Svratouch (Žďárské vrchy)	737 m n.m.	1032 kWh/m^2	100 %
Luka u Litovle (Drahanská vrchovina)	510 m n.n.	1049 kWh/m^2	102 %
Košetice u Pelhřimova (Českomor. vrch.)	470 m n.m.	1054 kWh/m^2	102 %
Kuchařovice u Znojma (Dyjsko-svr. úval)	334 m n.m.	1115 kWh/m^2	108 %
Hradec Králové (Česká tabule - Polabí)	285 m n.m.	1073 kWh/m^2	104 %

Stanice v různých geografických polohách vykazují srovnatelné hodnoty globálního záření: od nejvýše položené stanice Svratouch vzaté jako základ 100 % jsou rozdíly do 10 %. To vyvrací obecně vžitou představu o výrazných rozdílech intenzity slunečního záření v nížinách a na vrchovinách a podporuje možnost využití kolektorů na celém území ČR bez ohledu na nadmořskou výšku. „Nabídka“ slunečního záření v rámci ČR je srovnatelná, rozdíly jsou spíše v klimatických podmínkách - teplotě a síle větru, které mohou výrazně ovlivnit ztráty na venkovní části solárního systému. Proto pro efektivní funkci slunečního zařízení je rozhodující použití kvalitních kolektorů a celého solárního systému, které zajistí maximální účinnost. Použití plochých kolektorů pro nízkoteplotní aplikace je výhodnější, než použití kolektorů koncentrujících. Na území České republiky lze energii slunečního záření velmi dobře využít. Celková doba slunečního svitu (bez oblačnosti) je od 1400 do 1700 hodin za rok. Na plochu jednoho čtverečního metru dopadne za rok průměrně 1100 kWh (1,1 MWh - viz mapka) energie. Z těchto čísel je vidět, že při dobré účinnosti solárního systému lze získat z poměrně malé plochy (podstatně menší než je střecha rodinného domku) poměrně velký výkon. Je několik možností, jak přeměnit energii slunečního záření na jinou, pro nás použitelnou, formu. Nejlepších výsledků se obvykle dosáhne kombinací jednotlivých systémů.



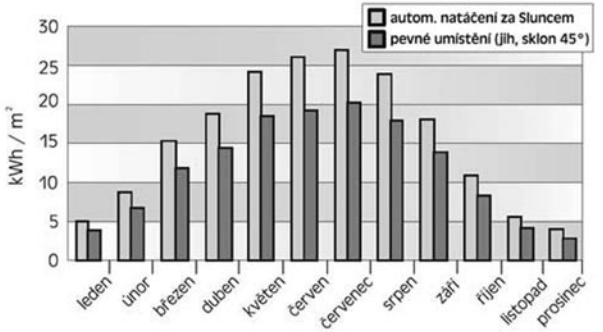
Fotovoltaické panely a fotovoltaika



Jedním z alternativních zdrojů energie který má do budoucna potenciál stát se „masově“ využívaným zdrojem energie je fotovoltaika. Není totiž závislá na přímé “dodávce paliva“, tuhá paliva, jako zdroj energie jsou použity při výrobě solárního panelu. Poté solárnímu panelu stačí určitá dávka slunečního světla pro vlastní výrobu el.energie která jak však už ekologicky nezávadná a nemá žádné další náklady na výrobu. Největší překážkou je zatím vysoká pořizovací cena těchto panelů. Fotovoltaika a zní odvozené aplikace jsou založeny na fyzikálním objevu, který v roce 1839 objasnil a popsal francouzský vědec Alexandre - Edmond Becquerel. Zjistil totiž, že při dopadu slunečního záření na polovodič dochází na jeho povrchu k pohlcovaní světelných částic fotonů a uvolňování elektronů. V polovodoči tak vzniká volný elektrický náboj, který je možno jako elektrickou energii odvádět a využívat. Schéma principu je patrné z obrázku.

Dnešní aplikace umožnují prostřednictvím tzv. „fotovoltaických článků“ tuto energii vyrábět a zapojením do větších celků fungovat jako plnohodnotné energetické zdroje. První projekty solárních elektráren o výkonu několika megawattů provozované v Německu jasně dokazují, kam směřuje budoucnost evropské i naší energetiky. Generovaný elektrický proud je vždy stejnosměrný a využívá se buď ostrovně jako dobíječ baterií, nebo síťově, kdy se pomocí měniče nafázuje na standardních ~ 230V, 50Hz. Sériovým nebo i paralelním elektrickým propojením solárních článků vzniká po jejich zapouzdření fotovoltaický panel. Články jsou sério-paralelně elektricky spojeny tak, aby bylo dosaženo potřebného napětí a proudu. Panel musí zajistit hermetické zapouzdření solárních článků, musí zajišťovat dostatečnou mechanickou a klimatickou odolnost (např. vůči silnému větru, krupobití, mrazu apod.). V současné době jsou nejrozšířenější solární články vyrobené z krystalického křemíku ve formě monokrystalu (účinnost 14 až 17 %) nebo polykrystalu s účinností 12 až 15 %. Levnější články na bázi amorfního křemíku (účinnost 5 až 9 %) jsou na ústupu. U článků z arzenidu galia (GaAs) bylo zatím dosaženo účinnosti 23 %. V laboratořích zatím nejvýše dosažená hodnota účinnosti, s třívrstevnými materiály, je kolem 28,5 %. Budoucí technologie snad mohou u třívrstvých článků účinnost zvýšit i přes 50 %, což je však pouze teoretická hodnota a praxe je doposud jiná ,nejlepší komerční výrobky mají účinnost 20 %.

Naopak hlavní výhodou fotovoltaických článků je jejich „tichý chod“, tedy, že tovární haly jsou v tomto procesu potřebné pouze při výrobě slunečních článků. Technická nenáročnost na jejich samotný provoz a to, že panely mohou od montáže, kdykoli při slunečním svitu, dodávat elektrickou energii, je výhoda, která někdy upřednostňuje sluneční články před jinými zdroji, jako například v kosmonautice. Protože výkon článků závisí pochopitelně na okamžitém slunečním záření, udává se jejich výkon jako tzv. špičkový, tedy při dopadajícím záření s intenzitou 1 000 W/m^2 při definovaném spektru. Článek s účinností 17 % má při ploše 1 m^2 špičkový (peak) výkon 170 W_p.



Odhad produkce fotovoltaického panelu.

Energie vložená do výroby fotovoltaických panelů je těmito panely získána zpět v našich podmínkách během 2 - 4 let, přitom předpokládaná životnost je minimálně 20 let. Tyto systémy se dále mohou dělit na systémy (grid-on) a (grid-off).

Systémy připojené k síti (grid-on)

Fotovoltaický zdroj elektřiny lze použít pro dodávku do distribuční sítě. U nás zatím pracuje jen několik takových experimentálních zařízení. Častěji se toto zapojení využívá v budovách, kdy fotovoltaika napájí přednostně spotřebiče v domě. Není-li v domě odběr, jsou přebytky prodávány do sítě. Tyto systémy se obejdou bez poměrně nákladných akumulátorů; jako nekonečně velký akumulátor jim slouží síť. Naopak vždy potřebují střídač, který přemění stejnosměrný proud z panelů na střídavý, na který jsou spotřebiče v domácnosti konstruovány. Takto zapojené systémy má u nás již téměř 1 000 škol. Byly podpořeny dotací Státního fondu životního prostředí a slouží hlavně k výuce; jejich energetický přínos je mizivý, neboť instalovaná plocha je malá (nejčastěji do 2 m^2, výkon cca 200 W)

Systémy grid-on fungují zcela automaticky díky mikroprocesorovému řízení síťového střídače. Připojení k síti podléhá schvalovacímu řízení u rozvodných závodů; je nutné dodržet dané technické parametry. Investiční náklady jsou v rozmezí 23 - 35 000 Kč/m^2, což zhruba představuje 200 - 350 Kč/W_p.

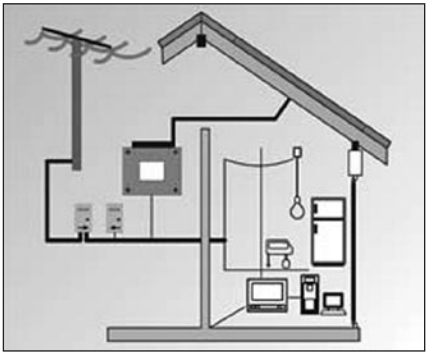


Schéma zapojení systému dodávajícího energii do rozvodné sítě.

Samostatné (ostrovní) systémy - grid off

Ve středoevropských podmínkách se častěji využívá fotovoltaika v místech, kde není k dispozici elektřina ze sítě. Tedy v případech, kdy jsou náklady na vybudování a provoz přípojky vyšší než náklady na fotovoltaický systém (cca od vzdálenosti k rozvodné síti více než 500 - 1 000 m, vždy nutno potvrdit individuálně). Může to být chata, ale třeba i obytný automobilový přívěs, kde je díky slunečnímu záření komfort elektrického osvětlení, chladničky i dalších spotřebičů. Fotovoltaika také pohání nouzové telefonní budky u dálnic nebo výstražnou dopravní signalizaci. Můžeme narazit i na fotovoltaikou napájené parkovací automaty. Takové zařízení lze kdykoli snadno přemístit, bez nutnosti rozkopávat chodník pro napojení k síti. U připojených spotřebičů se pak klade důraz na nízkou spotřebu energie - čím menší spotřeba, tím menší a levnější pak je i fotovoltaický systém. Trh nabízí nejrůznější spotřebiče konstruované na stejnosměrný proud, od zářivek, přes chladničky, televize až třeba po vodní čerpadla. Výkony se pohybují v od 100 W_p do 10 kW_p špičkového výkonu. Investiční náklady na ostrovní systémy jsou v rozmezí 30 - 45 000 Kč/m^2, což zhruba představuje 270 - 400 Kč/W_p.

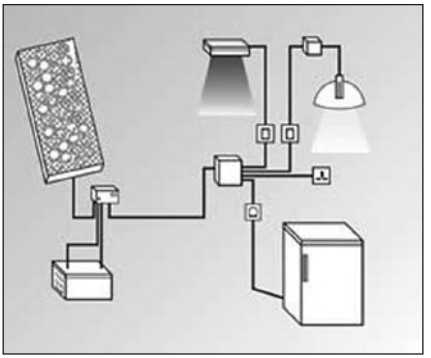


Schéma zapojení ostrovního systému

Systémy s přímým napájením se používají tam, kde nevadí, že připojené elektrické zařízení je funkční jenom po dobu dostatečné intenzity slunečního záření. Jedná se pouze o propojení solárního modulu a spotřebiče. Příklad aplikace: čerpání vody pro závlahu, napájení oběhového čerpadla solárního systému pro přípravu teplé užitkové vody, pohon protislunečních clon nebo nabíjení akumulátorů malých přístrojů - mobilní telefon, svítilna atd. Systémy s akumulací elektrické energie se používají tam, kde potřeba elektřiny nastává i v době bez slunečního záření.Pro ty to systémy se hodí regulátor nabíjení. Běžné spotřebiče 230 V/~50 Hz jsou pak pak napájeny přes střídač.

Hybridní ostrovní systémy

Používají se tam kde je nutný celoroční provoz a nebo občas zařízení s velkým příkonem.Protože v zimních měsících klesá výkon FV panelů ,proto je nutno systémy navrhovat na zimní provoz. To se řeší doplňkovým zdrojem el. energie, který pokryje spotřebu energie v zimních měsících nebo při spuštění příkonově náročného zařízení.

Hlavní výrobci fotovoltaických článků ve světě

Hlavní výrobci fotovoltaických článků jsou dnes součástí celosvětových společností, jako BP Solar (British Petrol), Shell Renewables, Siemens Solar, nebo v Japonsku Canon, Kaneka a Sharp. Nicméně výzkum, vývoj a přední produkce probíhá především na universitách, národních laboratořích a v malých spin-off společnostech. Podrobné informace o výrobcích, o výzkumu a vývoji lze získat na internetu, na adrese (http://www.pv.unsw.edu.au) lze najít asi 100 odkazů na další výrobce a výzkumné laboratoře.

V České republice sluneční články z krystalického křemíku vyrábí společnost Solartec ve spolupráci s firmou Trimex z Rožnova pod Radhoštěm. Každá z nich je specializována na některé "hi-tech" operace a solární články jsou pak zapouzdřeny do slunečních panelů převážně v rámci mezinárodní kooperace

Solární kolektory

Energii ze slunce mužem získat i jinak než z fotovoltaických článků další možností jak získat energii ze slunce je využití solárních kolektorů pro ohřev vody např. na vytápění ,pro ohřev užitkové vody. Základní částí kolektoru je absorbér, přední strana je kryta průhledným materiálem (obvykle sklo), zadní strana je izolována a vše je umístěno a utěsněno v rámu či vaně. Využívají se pro ohřev užitkové vody, ohřev bazénu (úspora až 85 %), případně pro přitápění. Náplni kolektoru říkáme topné médium a může jím být např. voda, nemrznoucí směs, vzduch.

Pasivní systémy

Výhodou pasivních systémů je to, že k provozu nepotřebují žádné další zařízení. Využívá se sluneční záření, které dopadne do interiéru okny nebo jiným prosklením. Systém je třeba navrhnout tak, aby byly zisky co nejlépe využity (např. cirkulací vzduchu z osluněných místností do ostatních částí domu). Výhodnější jsou tzv. těžké budovy, které umožňují krátkodobou akumulaci přebytků. Zásadní je i typ a regulace vytápěcího systému. Pasivní systém musí s budovou tvořit harmonický celek. Toho je jednodušší dosáhnout u novostaveb. Starší stavby lze vhodně rekonstruovat (vybudovat skleněné přístavky, prosklené verandy apod.). Velmi důležité je vyřešení rizika tepelné zátěže během léta (řádné odvětrání, akumulace do stavebních konstrukcí...). V případě orientace prosklených ploch na jih nebo západ se zvyšuje riziko přehřívání interiéru v letních měsících.

Aktivní systémy

Aktivní systémy je téměř vždy možné dodatečně instalovat na stávající budovu. Využívají se zejména k celoroční přípravě teplé užitkové vody (TUV), ohřevu bazénové vody a k přitápění budov pomocí teplovodního či teplovzdušného vytápění. Sluneční energii je možné i dlouhodobě akumulovat v zásobnících (vodních, štěrkových aj.). Čím je delší doba akumulace, tím je systém dražší a méně ekonomický. Proto se nejčastěji používá krátkodobá akumulace (několikadenní) spolu s pružnými otopnými systémy, které sníží výkon okamžitě, jsou-li v místnosti solární zisky prosklením.

Přírodní podmínky

Sluneční záření dopadající na zemský povrch se skládá z přímého a z rozptýleného záření. Přímé je záření od slunečního disku, které tvoří svazek prakticky rovnoběžných pa-

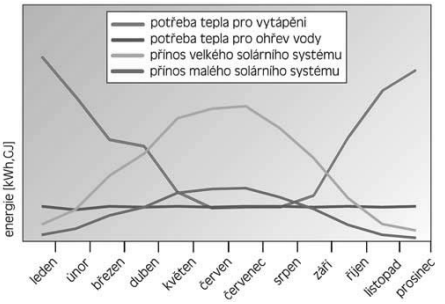
prsků. Rozptýlené (difuzní) sluneční záření vzniká rozptylem přímých slunečních paprsků na molekulách vzduchu, vodních kapkách a ledových krystalcích a na různých aerosolových částečkách. Rozptýlené záření se jeví jako světlo oblohy; kdyby nebylo, jevila by se obloha i během dne černá s ostře zářícím slunečním kotoučem.

Průměrný počet hodin solárního svitu (bez oblačnosti) se v ČR pohybuje kolem 1 460 h/rok (od 1 400 do 1 700 hodin za rok). Mapka ukazuje globální sluneční záření dopadající na vodorovnou plochu o velikosti 1 m^2 za rok a dává tak představu o množství využitelné sluneční energie. V oblastech se silně znečištěnou atmosférou je nutné počítat s poklesem globálního záření o 5 - 10 %, někdy až 15 - 20 %. Pro oblasti s nadmořskou výškou od 700 do 2 000 m.n.m. lze počítat naopak s 5% nárůstem globálního záření.

Technické podmínky

V ČR dopadá na povrch za rok průměrně 1 100 kWh/m^2 energie. Pomocí kapalinových kolektorů můžeme získat 300 - 800 kWh/m^2 za rok. Zisk se však v jednotlivých měsících značně liší; pro letní přebytky často není využití. Pro reálné odhady hrubé výroby energie v průměrných solárních zařízeních lze v podmínkách ČR uvažovat průměrnou roční výrobu 380 - 420 kWh/m^2 kolektorové plochy za rok. Tuto hodnotu lze považovat podle dostupných naměřených údajů za obvyklou.

Účinnost kolektorů závisí zejména na rozdílu teplot absorbéru (resp. teplonosné kapaliny) a okolního vzduchu. Čím vyšší teplotu požadujeme (např. 55°C pro přípravu TUV), tím horší bude účinnost. U vakuových kolektorů, kde je absorbér účinně izolován vakuem, se účinnost mění jen málo, takže uspokojivě pracují i v mrazivých dnech. Naopak u jednoduchých plochých kolektorů účinnost klesá s rozdílem teplot velmi prudce, takže je téměř nemožné ohřívat v nich vodu v zimě na více než 80°C.



Obecně platí, že v ČR je během zimy solární energie tak málo, že i s vysoce účinnými kolektory potřebujeme poměrně velké plochy pro pokrytí potřeb. Naopak během léta bývá solární energie značný přebytek, takže i málo účinné kolektory získají energie dost. To je třeba zohlednit při hodnocení ekonomické efektivity systémů.

Koncepty solárních systémů

Jedním z nejdůležitějších měřítek pro rozdělení solárních systémů je charakter oběhu teplonosného média. Existují koncepty od miniálních průtoků (Low-Flow), až po maximální (High-Flow), nebo s úplným vyprázdněním (Drain-Back). Hlavní rysy jsou v následující části blíže rozvedeny.

High-Flow

Teprve před několika lety byl pro solární soustavy zaveden tento nový pojem (high flow = velký průtok). Výzkumy optimálního oběhu teplonosného média, prováděné v 70. letech, ukazovaly optimální solární zisky při průtocích 40 až 70l za hodinu na m^2 plochy kolektoru. Tím došlo ke zvýšení teploty v kolektoru o méně než 15°C, zpravidla o 8° až 12°C při maximálním slunečním záření. Průtok je závislý na nastavení regulace a stejně tak čerpadla.

Malá zvýšení teploty mají tu výhodu, že je kolektor provozován z počátku nabíjení s dobrou účinností. Aby dosáhlo teplonosné médium vyšší teploty, musí oběhnout systémem vícekrát, tzn. že zásobník je vyhříván jen pomalu, takže dosažení požadované teploty trvá déle, při přerušovaném svitu nemusí vůbec dosáhnout požadované teploty.

Menší solární soustavy pro soukromé použití jsou dnes provozovány převážně technikou „High-Flow“, která zde plně vyhovuje. Tento způsob je po léta odzkoušen a potřebné komponenty jsou k dispozici.

Low-Flow

Termínem „Low-Flow“ (= nízký průtok) jsou označovány kolektorové soustavy pracující ve srovnání s konvenčními koncepcemi se značně sníženým průtokem média v solárním okruhu. Na konstrukci solárního oběhu se v zásadě nic nemění až na zapojení kolektorů. Jednoduchým škrcením výkonu čerpadla se ještě ničeho nedosahuje, teprve při výrazně sníženém průtoku se projeví řada rozdílů, které se mohou stát výhodnými, když se změněným podmínkám přizpůsobí všechny komponenty systému:

• Při sníženém průtoku se silně zvýší teplota kolektoru a to až o 50°C. Podaří-li se tuto teplotu převést přímo do horní části zásobníku, pak má spotřebitel k dispozici velmi rychle teplou vodu na požadované úrovni, což vede ke zkrácené době případného doplňkového ohřevu. Aby se tato výhoda plně využila, náleží k Low-Flow konceptu logicky zásobník s nabíjením ve vrstvách (stratifikací).

• U Low-Flow systémů mohou být použity trubky s menším průměrem. To vede nejen k menším tepelným ztrátám potrubí, ale i materiálovým a cenovým úsporám. Mimoto je možno při menších průměrech potrubí použít rychle montovatelné trubky (integrované do jednoho celku včetně izolace). Průtoky jsou 4-5x menší, což u velkých solárních ploch hraje zásadní roli.

• Důležitý rozdíl oproti provozu v High-Flow systému je v hydraulice a řazení kolektorů, zejména u středních až velkých soustav. Zatímco u High-Flow jsou kolektory řazeny převážně paralelně a jen málo do série (tedy za sebou), je tomu u Low-Flow systému právě opačně. Tím by došlo nejen k většímu zvýšení teploty v kolektoru, ale i k větší tlakové ztrátě kolektoru, kterou musí čerpadlo překonat. Díky výrazně menšímu průtoku (kapaliny), zvláště u velkých kolektorových polí, je menší tlaková ztráta i menší výkon čerpadla. U těchto podmínek, zejména velké dopravní výšce (tlaková ztráta) při velmi malých do-

pravovaných množstvích, jsou stávající topenářská čerpadla nevhodná, resp. byla by provozována s velmi nevýhodnou účinností. Proto byla některými výrobci vyvinuta speciální čerpadla pro tento účel.

Při diskusích o kladech a protikladech Low-Flow systému se vždy znovu hovoří o tom, že kolektor pracuje při vyšších teplotách s horší účinností než při klasickém High-Flow konceptu. Aby k tomu nedocházelo, jsou k dispozici opatření, která udržují teplotu na vstupu do kolektoru tak nízkou, jak je to možné. Na výkonnost tepelného výměníku (udržení malého rozdílu teplot) v solárním okruhu jsou kladeny velké požadavky, proto se používají hlavně vnější deskové výměníky. Pro velké soustavy, u nichž přichází v úvahu jen vnější tepelné výměníky, to nepředstavuje žádný problém, takže velké soustavy jsou dnes téměř bez výjimky dimenzovány pro provoz v Low-Flow systému. U malých soustav hovoří proti Low-Flow systému vysoké ceny vnějších výměníků. Proto nyní někteří výrobci vyvinuli inteligentní tepelné výměníky, které takové požadavky splňují a připravují pro vstup do kolektoru dostatečně studenou vodu. Při optimálně vyladěných komponentech a zejména dobrém vrstvení tepla v zásobníku jsou oproti High-Flow systému možné o 5 až 20% vyšší výnosy. Vesměs se u Low-Flow systému jedná o relativně novou techniku. Nelze přehlédnout, že tento účinný koncept bude v příštích letech nabývat na významu a rozšíří se, a tím bude k dostání i širší paleta speciálních dílů pro Low-Flow (čerpadlo, vysoce výkonný tepelný výměník, spec. zásobníky atd.).

Matched-Flow

Matched-Flow systém (matched flow = přizpůsobivý průtok) vychází z myšlenky spojit výhody obou dvou právě jmenovaných konceptů, tedy s Low-Flow technikou docílit dostatečně vysoké teploty a s High-Flow optimalizované výnosy. Protože však Low-Flow a High-Flow vyžadují rozdílné komponenty a konstrukční části, je použití Matched-Flow velmi obtížné a vyžaduje relativně náročný systém regulační techniky. Specifický průtok leží u dosud realizovaných systémů mezi 10 a 30 až 40 l/m^2.h. Toho času je jen málo výrobců, kteří nabízí zařízení podle této koncepce. S trvalým provozem soustav u uživatelů je dosud málo ověřených zkušeností.

Drain-Back

Zajímavou variantou z pohledu konstrukce solárního okruhu je Drain-Back systém (= systém zpětného odvodnění). V klidovém stavu čerpadla, tedy když není sluneční záření dostatečné, aby zajistilo dostatek tepla, nebo při výpadku el. proudu či uvedení soustavy do klidu (nebezpečí zamrznutí), zůstanou kolektory prázdné. Teplonosné médium vyteče z kolektorů do úměrně velké záchytné nádrže, odkud je kapalina při příštím naběhnutí čerpadla znovu čerpána do kolektorů. Jedná se tedy o okruh, v němž se vedle teplonosného média nachází i jisté množství vzduchu. Takový systém má následující znaky:

- Jako teplonosná kapalina může být použita čistá voda, tzn. že není potřebný žádný prostředek proti zamrzání.
- Protože v kolektor. okruhu hraje vzduch jistou roli, odpadají ze systému odvzdušňovací ventily.
- Systém je velmi bezpečný, protože varu kapaliny lze zamezit vypnutím čerpadla. Totéž platí při poruše čerpadla. Namísto membránové expanzní nádrže je potřebná záchytná nádrž na kapalinu.
- Nevýhodou je možnost koroze spojené s přítomností vzduchu. Protože se jedná o uzavřený systém, je toto nebezpečí zvládnutelné, mimoto jsou používány ušlechtilé materiály.

Přehled zařízení

Podle způsobu oběhu teplonosné kapaliny:

a. Solární systémy se samotížným oběhem využívají k oběhu teplonosné kapaliny gravitace mezi kolektorem a zásobníkem. Kapalina v systému proudí díky rozdílu hustoty mezi ochlazenou a ohřátou teplonosnou kapalinou. Solární zásobník je nutné umístit výše než kolektory. Nevýhodou je horší regulace průtoku teplonosné kapaliny kolektorem (nižší účinnost zařízení). Většina moderních kolektorů je navržena na nucený oběh a pro svůj velký hydraulický odpor není k tomuto zapojení vhodná. Výhodou jsou nižší pořizovací náklady, maximální jednoduchost, nezávislost na vnějším zdroji energie, vyšší spolehlivost, nehrozí výpadek čerpadla. Systém samotížného oběhu se využívá u velmi jednoduchých malých solárních systémů určených převážně pro sezónní ohřev.
b. Solární systémy s nuceným oběhem využívají k oběhu teplonosné kapaliny oběhové čerpadlo. Výhodou je přesná regulace průtoku teplonosné kapaliny kolektorem, která umožňuje vyšší účinnost přenosu tepla. Zmenšení průtoku vlivem hydraulických ztrát se nechá částečně kompenzovat změnou otáček čerpadla, snížení průtoku lze docílit škrcením. Nevýhodou jsou vyšší pořizovací náklady, větší složitost, nižší spolehlivost (výpadek čerpadla) a závislost na vnějším zdroji energie.

Podle počtu okruhů:

a. Jednookruhové systémy přímo ohřívají vodu bez výměníku tepla. Výhodou je vysoká účinnost přenosu tepla, nižší pořizovací náklady, jednoduchost. Nevýhodou je možnost použití pouze pro sezónní provoz (bazény), nebezpečí tvorby bakterií a řas, při nízkých teplotách hrozí zamrznutí vody. Propojení okruhu spotřeby a výroby tepla komplikuje návrh zejména složitějších systémů. Vlivem používání neupravené vodovodní vody dochází k zanášení a korozi (oxidaci) kolektoru i systému. Používají se výhradně v nejjednodušších zařízeních pro sezónní ohřev vody.
b. Dvouokruhové systémy pracují s výměníkem tepla a dvěma nezávislými okruhy. První okruh rozvádí ohřátou teplonosnou kapalinu od kolektorů do výměníku tepla. Druhý přebírá teplo z výměníku a vede jej do místa spotřeby (solární zásobník). Primární okruh bývá napuštěn nemrznoucí směsí. Výhodou je celoroční provoz. Tlakové oddělení okruhů umožňuje velkou variabilitu zapojení s různými průtoky médií. Nevýhodou je horší účinnost v důsledku ztrát ve výměníku tepla, vyšší pořizovací náklady a složitost.

Závěr

Alternativní zdroje zatím nedosahují vysoké účinnosti, pro maximální efekt je vhodné kombinovat různé alternativní zdroje energie a v jedné konstrukční jednotce sdružovat víc funkcí, např. kolektory, tepelná čerpadla a biomasu. Prozatímní nevýhoda je zatím vysoká pořizovací cena která snad časem u průmyslově vyráběných kolektoru klesne na přijatelnou pro normální občany ale už teď je třeba počítat s možností využití alternativních zdrojů energie a myslet na ně například při stavbě novostaveb. Výhody takové energie je že neničí životní prostředí taky neposílá žádné účty za tu to získanou energii a to bude asi i do budoucna motivace proč si lide stále vyžívat alternativní(obnovitelné) zdroje energie protože vysoká za energie z fosil. paliv bude stále vyšší a bude se stále více vyplácet použití alternativních zdrojů energie s předpokládanou zvětšující se účinností. Tyto zdroje sou možností jak odvrátit možnou energetickou krizi v budoucnu a ušetřit naši přírodu.

Hanka Vávrová, Katka Kubincová, SOU P.V.Tótha, Senica, Slovensko

SOLÁRNA ENERGIA NA ZÁHORÍ

Úvodom

Obnoviteľné zdroje energie, ktorých základom je slnečné žiarenie (biomasa, vodná, veterná a slnečná energia), sú schopné úplne pokryť spotrebu všetkých druhov energie prakticky v každej krajine sveta. Slnko je jediným zdrojom energie, na ktorý sa ľudstvo môže úplne spoľahnúť. Slnečná energia nám dokáže poskytnúť všetko, čo od energie požadujeme a to často veľmi jednoducho, čisto a bez rizika. Nie je to len elektrina, teplo a svetlo pre naše domovy, ale aj palivo na prevádzku ekologicky čistých automobilov. Množstvo slnečného žiarenia dopadajúce na Zem za jeden rok je až 20 tisíc krát väčšie, ako je celosvetová spotreba energie. Dokonca aj energia dopadajúca na strechu rodinného domu v oblastiach chudobných na slnečné žiarenie (napr. severná Európa) je až 10-krát vyššia ako je jeho spotreba na vykurovanie a prevádzku elektrospotrebičov. Spôsobov, ako vyrobiť elektrickú energiu z obnovitelnych zdrojov, je viac. Iným potenciálnym zdrojom, ktorý sa často zaraďuje medzi zdroje obnoviteľné, je geotermálna energia. Tá síce nemá svoj priamy pôvod v slnečnej energii, pretože pochádza z horúceho jadra Zeme, ale vzhľadom na jej obrovské zásoby pod zemským povrchom je možné považovať geotermálnu energiu za zdroj nevyčerpateľný.

Pasívna slnečná architektúra

Predstavme si, že chceme postaviť dom, ktorý bude mat čo najnižšiu spotrebu energie. Pasívne využitie slnečného žiarenia znamená, že pomocou vhodnej architektúry a umiestnenia budovy môžeme výrazne znížiť spotrebu energie. Napr. miesto pre takúto stavbu by malo byt slnečné a chránené pred vetrami. Stromy alebo prirodzený val dôkazu chrániť dom pred studenými vetrami. Vhodne umiestnene listnaté stromy chránia dom pred prehriatím v lete a nebrania slnečnému svitu v zime. Budovy, s veľkými na juh orientovanými oknami a s malými, na sever orientovanými oknami , môžu pri dobrej tepelnej izolácii absorbovať značnú časť dopadajúceho žiarenia. Toto bezplatne teplo je možné ďalej rozvádzať po budove vedením alebo sálaním, udržujúc pri tom dostatočnú teplotu vo vnútri i pri poklese teplôt vonku. Využívanie denného svetla súčasne znižuje nároky na umele osvetlenie a na klimatizáciu.

V priemernom dome s oknami z dvojitého skla, orientovanými na juh, je približne 90 % tepelných strát cez okna domu kompenzovaných dopadajúcim slnečným žiarením. Integrovanie pasívneho slnečného designu s opatreniami na zvýšenie účinnosti využitia energie maze, pri minimálnych doda-

točných nákladoch, značne znížiť spotrebu energie na teplo a osvetlenie. V existujúcich budovách je možné za týmto účelom zriaďovať (napr. počas rekonštrukcie) tzv. zimne záhrady alebo presklenne priestory. Architektúra: orientácia budovy východo-západným smerom umožňuje umiestniť, veke na juh orientovane okna ,fasády i strechu a absorbovať takto veľkú časť dopadajúceho žiarenia. Bez akýchkoľvek dodatočných uprav potrebuje takto orientovanú dom o 5 % menej energie na vykurovanie, ako dom orientovaný severo- južným smerom, nehovoriac o ďalších mocnostiach využitia slnečného svitu. Takto je možné jednou čiarou v projekte nového domu ušetriť veľkú cýst energie. Umiestnenie miestnosti : by malo umožniť tok slnečného žiarenia tam, kde je to najpotrebnejšie. Napr. vchodov dvere by mali byt umiestnene na sever alebo východ, aby sa neobetovala výhodná južná strana. Kuchyňa orientovaná na sever môže znížiť spotrebu energie chladničky (spotreba je podstatne vyssia ak na chladničku svieti slnko). Spálňa by mala byt orientovaná na východ, aby obyvateľov domu mohlo zobúdzať ranne slnko. Obývačka na juh, aby mohli užívať slnko i počas večerného oddychu. Všetky uvedene opatrenia nestoja budúceho užívateľa žiadne dodatočne finančne prostriedky. Okna: by mali byt veľké, hlavne v prípade, keď obnoviteľné zdroje energie, ktorých základom je slnečné žiarenie (biomasa, vodná, veterná a slnečná energia), sú schopné úplne pokryť spotrebu všetkých druhov energie prakticky v každej krajine sveta. Slnko je jediným zdrojom energie, na ktorý sa ľudstvo môže úplne spoľahnúť. Slnečná energia nám dokáže poskytnúť všetko, čo od energie požadujeme a to často veľmi jednoducho, čisto a bez rizika. Nie je to len elektrina, teplo a svetlo pre naše domovy, ale aj palivo na prevádzku ekologicky čistých automobilov. Množstvo slnečného žiarenia dopadajúce na Zem za jeden rok je až 20 tisíc krát väčšie, ako je celosvetová spotreba energie. Dokonca aj energia dopadajúca na strechu rodinného domu v oblastiach chudobných na slnečné žiarenie (napr. severná Európa) je až 10-krát vyššia ako je jeho spotreba na vykurovanie a prevádzku elektrospotrebičov. Spôsobov, ako vyrobiť elektrickú energiu z obnovitelnych zdrojov, je viac. Iným potenciálnym zdrojom, ktorý sa často zaraďuje medzi zdroje obnoviteľné, je geotermálna energia. Tá síce nemá svoj priamy pôvod v slnečnej energii, pretože pochádza z horúceho jadra Zeme, ale vzhľadom na jej obrovské zásoby pod zemským povrchom je možné považovať geotermálnu energiu za zdroj nevyčerpateľný.

Solárna energia

Okamžitý výkon slnečného zdroja v atmosfére predstavuje $1{,}7.10^{17}$ W alebo $1{,}5.10^{18}$ kWh ročne. V našich zemepisných podmienkach energia dopadajúca na plochu 1 m^2 dosahuje hodnotu 2450-5400 kJ energie, čo stačí na zohriatie 30 litrov vody o 20 až 43 stupňov. Po dôkladnom premyslení možno 60-70 % teplej vody pre potreby domácnosti pokryť zo solárnych kolektorov. Slnečné žiarenie je homogénnejšie rozložené ako zásoby akýchkoľvek iných palív na Zemi.Výroba elektriny využívaním slnečnej energie dnes vo svete rýchlo rastie a najdôležitejšiu technológiu tu predstavujú tzv. fotovoltaické články. V menšej miere sa tiež uplatňuje proces koncentrácie slnečného žiarenia parabolickými zrkadlami do absorbéru s následnou výrobou pary používanou na pohon generátora. Na rozdiel od parabolických zrkadiel, ktorých praktické uplatnenie sa obmedzuje len na oblasti veľmi bohaté na slnečné žiarenie, využitie fotovoltaických článkov je možné aj v našich podmienkach. Pasívne využitie slnečného žiarenia znamená, že pomocou vhodnej architektúry a umiestnenia budovy môžeme výrazne znížiť spotrebu energie. Slnko je jediným

zdrojom energie, na ktorý sa ľudstvo môže plne spoľahnúť. Slnečná energia nám dokáže poskytnúť všetko, čo z hľadiska energie potrebujeme to často valmi jednoducho.

Slnko je základ

Slnko je obrovská jadrová pec vyzarujúca svoju energiu do vesmíru. Jedna tisícina miliónttiny slnečného výkonu t.j. cca 400 000 000 000 000 000 000 MW dopadá na Zem. Približne 30 percent tejto energie sa odráža spať do vesmíru. Zvyšok je absorbovaná atmosférou, pôdou a oceánmi. Ľudia od nepamäti využívali slnečné žiarenie na ohrev vody v nádobách. Začiatky experimentálneho využívania absorpcie slnenej energie spadaj do 17. storočia, kedy sa v Severnej Európe rozšírili skleníky na pestovanie tropických rastlina. O dvesto rokov neskôr sa objavil prvý komerčný „slnečný produkt“ - ohrievač vody v USA. Obrovsky rozmach slnečných aplikácii nastal po ropnej kríze v roku 1973 - za sedemnásť rokov sa len v USA zvýšil obrat firiem ponúkajúcich slnečné kolektory, fotovoltaické články alebo solárne termálne elektrárne z dvoch miliónov na 200 miliónov dolárov. Rozlišujeme tri základne sposoby využitia slnečnej energie: Pasívna slnečná architektúra , kde tvar a výstavba budov je navrhnutá tak, aby dopadajúce žiarenie, jeho skladovanie a distribúcia po budove dosiahla maximálneho efektu. Aktívne slnečné systémy - kolektory - na zohrievanie vody a vykurovanie priestorov resp. parabolický zrkadla a iné systémy koncentrujúce slnecne žiarenie. Fotovoltaické články - vyrábajúce elektricky prúd priamo zo slnečného žiarenia.

Slnečné kolektory

Okrem tepla v miestnostiach potrebujeme pre svoju potrebu i teplu vodu zvyčajne 40 až 60 °C. Je to podstatne viac ako je izbová teplota , ktorú nám čiastočne môže zabezpečiť pasívne využitie slnečného žiarenia. V tomto prípade je potrebne urobiť „čosi viac“ ,aby sme dokázali slnko využiť aj pre tento účel. Riešením sú tzv. slnečné kolektory. Ak sa vám stalo, že ste sa v lete popálili na volante v aute, tak ste sa takto vlastne nedobrovoľne zoznámili s činnosťou slnečného konektora v praxi. Slnečné žiarenie prechádzajúce sklom sa absorbuje v materiály a v ňom sa premieňa na teplo. V slnečnom kolektore sa toto teplo absorbuje napr. vo vode prúdiacej v trubkách konektora ,ktorá energiu ďalej odovzdáva zásobníku teplej vody. Absorbátor je zo spodnej časti tepelne izolovaný a do vody sa často primiešava nemrznúca zmes, čo umožňuje zohrievať vodu i v zime. Tepelný výmenník je v takomto prípade nevyhnutný (nemrznúcu kvapalinu predsa nechceme mat v teplej vode). Na prípravu teplej vody pre jednu štvorčlennú domácnosť je potrebných cca 6-8 m^2 slnečných kolektorov. Teplu vodu týmto spôsobom dokážeme zabezpečiť prakticky od apríla až do októbra. Bojler na prípravu teplej vody v zime je síce nevyhnutný, ale úspora energie a peňazí môže dosiahnuť až 40 % ,nehovoriac o ekologických prednostiach slnečného „paliva“. Na trhu existuje veľa rôznych typov slnečných kolektorov, ktoré sa líšia svojou konštrukciou aj parametrami. Nasledujúce rozdelenie vychádza z množstva vyrobenej energie. Nizkoteplotné kolektory schopne vyrobiť 300-400 kWh/m^2 za rok: sú kolektory z plastických hmôt, odolne veci ultrafialovému žiareniu s pracovnými teplotami od 15 do 30 st. Celzia. Použitie: vyhrievanie bazénov ***Výhoda:*** nízka cena. ***Nevýhoda:*** krátka životnosť.

Strednoteplotné kolektory schopne vyrobiť 400-500 kWh/m^2 za rok: sú štandardné kolektory s kovovým absorberom, priesvitným pokrytím a tepelnou izoláciou. Kolektory

zohrievajú vodu až na 60 °C. Použitie: príprava teplej úžitkovej vody. Vysokoteplotné kolektory schopne vyrobiť 500-600 kWh/m^2 za rok: sú kolektory s vákuovými trubkami s vysokocitlivým kovovým absorberom zohrievajúce vodu až na 150 st. Celzia. Použitie : príprava teplej a horúcej vody. ***Výhoda:*** teplo je vhodné aj pre technologické procesy v priemysle ***Nevýhoda:*** vysoká cena.

Použitie nizkoteplotných kolektorov

Je až trestuhodne, že v čase keď slnko svieti najintenzívnejšie a vzduch je najteplejší, stále spaľujeme fosílne paliva na zohrievanie vody napríklad na kúpaliskách alebo v bazénoch. Slnecné absorbéry (fóliové kolektory z umelých hmôt) sú najlacnejšou formou slnečných zariadení pričom návratnosť vložených investícii je veľmi rýchla. Problémom však zostáva, tak ako u mnohých ďalších aplikácii, že prevádzkovatelia kúpalísk alebo výrobcovia tovarov si zvýšene náklady na energiu radšej premietnu do ceny služby alebo tovaru, ako by inštalovali alternatívne zariadenie na úsporu energie napr. na baze slnečného konektora.

Použitie strednoteplotných kolektorov

Príprava teplej úžitkovej vody v obytných domoch je v súčasnosti najrozšírenejším spôsobom využitia slnečných kolektorov vo svete. Najčastejšie sa kolektory montujú na strechy budov, pričom najlepšie sú južné orientovane strechy so sklonom 30-50 st. širšiemu použitiu slnečných kolektorov u nás bráni ich relatívne vysoká cena - 20 až 30 tisíc Sk pre priemerný dom. Rozhodujúca však je návratnosť vložených investícií, ktorá sa pohybuje od troch do desiatich rokov, pričom prevádzkové náklady sú zanedbateľné. Možnosti vykurovania domov slnečnou energiou sú v strednej Európe značne obmedzene. Obzvlášť v zime , keď je spotreba energie na vykurovanie najväčšia , je príkon slnečného žiarenia najnižšiu. Pokiaľ niekto uvažuje o vykurovali domu slnečnou energiou je treba vziať do úvahy nasledujúce skutočnosti: Plocha kolektorov musí byt omnoho väčšia, ako je to v prípade kolektorov na ohrev teplej vody. Tato predstavuje približne 50 % vykurovanej obytnej plochy. Tiež zásobník teplej vody musí byt primerane veľký - 2000 až 5000 litrov. Na vykurovanie je možne použiť len veľkoplošné vykurovacie telesa (podlahové kúrenie), ktoré umožňujú využívať vodu s Nisou teplotou. V jarných a jesenných mesiacoch je slnečná energia veľkou pomocou pri vykurovali domu. V zime je však nutne mat aj záložný systém. Uvedene ťažkosti individuálnych staviteľov rieši zapojenie viacerých slnečných kolektorov na spoločný zásobník a systém diaľkového rozvodu tepla (pozri kapitolu sezónne skladovanie teplej vody).

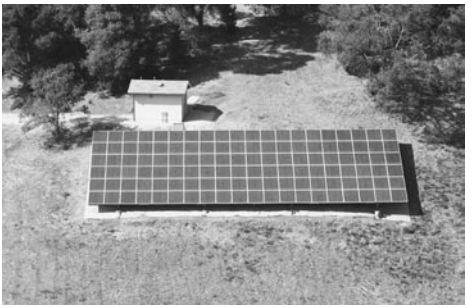
Využívanie slnečných kolektorov vo svete. Najväčší podiel využívania slnečnej energie na jedného obyvateľa je v súčasnosti na Cypre , kde až 90 % obytných budov ma inštalované slnečné kolektory. V Izraeli je viac ako 700 000 domácnosti vybavených jednoduchými slnečnými kolektormi v cene cca 500 dolárov. Na podporu rozvoja tejto technológie, s cieľom znížiť závislosť na dovoze ropy, izraelská vláda prijala v roku 1980 zákon, podľa ktorého je povinnosťou zabezpečiť slnečný ohrev vody vo všetkých nových budovách, ktoré majú viac ako štyri poschodia. Využitie slnečných kolektorov ma svoje opodstatnenie aj v oblastiach s miernou klímou, príkladom môže slúžiť Rakúsko, kde len v jednej spolkovej krajine (Steiermark) je inštalovaných 77 000 m^2 slnečných kolektorov. Takto získaná energia tu predstavuje cca 7 % energie používanej na prípravu teplej úžitkovej vody. S cieľom

pokryť v budúcnosti približne 60 % spotreby energie na tieto účely, tu ročný prírastok slnečných kolektorov predstavuje 10 000 až 15 000 m^2. Okrem vody môže v kolektoroch prúdiť aj vzduch ako teplonosné médium. Toto riešenie je veľmi rozšírené hlavne v USA ,nakoľko tieto „vzduchové“ slnečné kolektory sa dajú výhodne kombinovať s klimatizačnými zariadeniami. V našich podmienkach by bolo výhodné namiesto klimatizačných zariadení využívať takéto kolektory v sušiarňach napr. v rezorte služieb ,lesného hospodárstva alebo poľnohospodárstva. Predovšetkým v poľnohospodárstve a v lesnom hospodárstve by bolo možné znížiť spotrebu energie využitím slnečného žiarenia v letných mesiacoch, napríklad na sušenie dreva alebo poľnohospodárskych plodín. Tieto lacné zariadenia môžu byt aj veľmi jednoduchej konštrukcie napr. z folii z umelých hmôt. Posledným „výkrikom módy“ v oblasti slnečných kolektorov sú tzv. zásobníkové kolektory (vyvinutá v Frauenhoferovom Inštitúte pre slnečnú energiu vo Freiburgu). V týchto zariadeniach sú zásobník teplej vody a Absorbator integrovane do jedného stavebného dielu konektora, ktorý sa takto stane cca 50 cm hrubý. Zásobník pozostáva z jednej alebo z viacerých tlakuvzdorných čiernych rúrok. Kolektor je pokrytý priesvitnou izoláciou, ktorá spolu s teplou vodou v kolektore zabraňuje zamŕzaniu. Z tohto dôvodu môže byt zásobníkový kolektor pripojený priamo na vodovodne potrubie, čím sa vytvorí mimoriadne účinný systém. Odpadá nutnosť inštalácie zásobníka vody, tepelného výmenníka, čerpadla a regulačných obvodov. Instalácia je nenáročná,využitie energie je vyššia a cena je nižšia ako u klasických kolektorov.

Fotovoltaické články

Fotovoltaické články umožňujú priamu premenu slnečného žiarenia na elektrickú energiu. Tento proces je založený na tzv. fotovoltaickom efekte objavenom v roku 1839 Edmundom Bequerelom. Uvedený jav je charakterizovaný priamym vyrazeným elektrónu zo svojej obežnej drahý fotónom slnečného žiarenia. Prvý fotovoltaický článok bol vyvinutý firmou Bell Telephone Labs. (USA) v roku 1954. Fotovoltaický článok veľkosti 100 cm^2 s 10 % účinnosťou dokáže za jasného dna vyrobiť 1 watt elektrickej energie. Po prvýkrát bol tento proces využitý vo vesmírnych družiciach ako zdroj energie pre inštalované prístroje. V dnešnej dobe jednoznačne dominuje uplatnenie v pozemských podmienkach. V súčasnosti sa na trhu presadzujú tzv. amorfne kremíkové články nanesene na podklad vo forme tenkého filmu o hrúbke tisíciny milimetra.

Tým, že sa vyžaduje len tak malo aktívneho materiálu, je jeden gram kremíka schopný, počas svojej životnosti vyrobiť porovnateľné množstvo elektriny ako jeden gram Uránu v atómovej elektrárni!



Navyše kremík sa v zemskej kôre vyskytuje 5000 krát častejšie ako urán a pri jeho využití sa neprodukuje rádioaktívny odpad. Kremíka je na zemi viac ako dosť - až polovicu hmotnosti piesku predstavuje kremík. Jeden gram uránu je schopná, počas svojho štiepenia v jadrovom reaktore uvoľniť energiu, z ktorej sa pri 33 percentnej účinnosti dá získať 3800 kWh elektrickej energie - t.j. asi toľko elektriny, koľko jej spotrebuje jed-

na domácnosť ročne. Tento potenciál je tak veľký, že viedol k ťažbe uránu, ktorého zastúpenie v zemskej kôre je len 5 : 100 000. Množstvo energie, ktoré je vak možné získať z jednej tony uránovej rudy, sa rovná spáleniu 70 ton uhlia. Ako môže amorfný kremík vo fotovoltaickom článku konkurovať tejto technológii? Obzvlášť keď energia uvoľnená pri jednom štiepení jadra uránu je 100 milión kra väčšia ako energia uvoľnená fotónom slnecneho žiarenia v kremíkovom článku. Odpoveď je v tom , za jadro uránu sa môže štiepiť len raz, kým fotovoltaický článok môže absorbovať fotóny a premieňať ich na elektrinu až 30 rokov. 15 -percentná účinnosť premeny znamená , že napr. v Kalifornii, kde slnečné ožiarenie dosahuje 250 W na meter štvorcový, môže jeden gram kremíka počas svojej životnosti vyrobiť asi 3300 kWh, čo je približne toľko, koľko ho vyrobí jeden gram uránu. Dnes neexistuje žiadne fyzikálne obmedzenie, ktoré by limitovalo množstvo vyrobenej elektrickej energie fotovoltaickými článkami. Teoreticky by všetku v súčasnosti na Slovensku vyrábanú elektriku energiu (cca 24 miliárd kWh) bolo možné vyrobiť fotovoltaickými článkami dostupnými už dnes, prúcom plocha potrebná pre tieto účely by neprekročila 1 % rozlohy poľnohospodárskej pôdy. Praktická realizácia takéhoto projektu by však v súčasnosti bola obmedzená vysokou cenou a problémami zviazanými so skladovaním energie. Navyše ani poľnohospodárska pôda nie je vhodnou plochou - alternatívnym riešením by mohlo byt využitie striech a stien budov. Očakáva sa , že súčasná účinnosť fotovoltaických článkov dostupných na svetovom trhu - cca 12,5 % - sa v najbližších 20-tich rokoch zvýši na viac ako 50 % ,čo by znamenalo ďalšie zníženie nárokov na plochu a cenu zariadení. Skutočne obmedzenie využitia týchto článkov v dnešnej dobe predstavuje ich cena a požiadavky na cely systém.

Podobne i nove systémy skladovania energie vo forme účinných batérii alebo využitia vodíka, vznikajúceho pri elektrolýze vody účinkom jednosmerného prúdu, ako nosiča energie môžu eliminovať obmedzenia vyplývajúce z fluktuácie slnečného žiarenia v prírode (deň- noc, leto- zima). Podľa informácií ministerstva energetiky Veľkej Británie by mohla fotovoltaika pokry spotrebu elektrickej energie v tejto krajine za predpokladu inštalovania 6000 km^2 fotovoltaických článkov. Podľa tohto zdroja by takáto investícia mohla byt efektívna v budúcom storočí, prúcom sa uvažovalo len s pokrútim stien a striech nových budov. Plocha potreba na pokrytie celej spotreby by si nevyžadovala dodatočný zaber pády. Avšak aj v prípade poklesu cien fotovoltaických článkov by zostali problémy so sezónnou variáciou slnečného žiarenia. Riešením môže byt tzv. vodákove hospodárstvo.

Fotovoltaické elektrárne

Vývoj fotovoltaických systémov zabudovaných do elektrických sieti prebieha veľmi aktívne hlavne v USA. Elektrickú energiu tu dodávajú spotrebiteľom zariadenia s výkonom 700-5200 kW. Podobne fotovoltaické elektrárne s výkonom 300-3000 kW sa v súčasnosti stavajú aj v Európe. Od roku 1989 je v činnosti prvá rakúska slnečná fotovoltaicka elektráreň v Loseri v štajerských Alpách (vo výške 1850 metrov). Výkon tejto elektrárne je 30 kW a za dva roky vyprodukovala

56 984 kWh elektrickej energie. Celkove investične náklady dosiahli 6 miliónov šilingov, z toho 2 milióny za fotovoltaické články. Cena takto vyrobenej elektrickej energie je asi 7 krát vyssia ako z iných zdrojov. Fotovoltaika dnes úspešne konkuruje klasickým zdrojom energie hlavne v odľahlých miestach, kde náklady na elektrické siete a vybudovanie elektrárne sú vysoké. Vďaka inštalácii fotovoltaickeho systému bolo nedávno elektrifikovaných stovky domčekov v odľahlých oblastiach Talianska a Španielska. Okrem toho je v súčasnosti vo svete inštalovaných niekoľko tisíc slnečných čerpadiel na čerpanie vody.

Perspektíva fotovoltaickej energie

Vývoj fotovoltaických článkov zaznamenal v posledných desaťročiach značný pokrok. Účinnosť sa zvýšila zo 6 % u prvých kremíkových článkov na dnešnú úroveň 12,5 % pre sériovo vyrábané zariadenia a 37 % pre laboratórne typy. Je zaujímavé, že z krátkodobého hľadiska sa ceny týchto článkov zvýšia , pretože na trhu existuje po nich značný dopyt. Do roku 1995 by však mali byt k dispozícii veľmi čisté kremíkové slnečné moduly s cenou 1,70 USD/W (špičkový) oproti cene 5 USD/W z roku 1991. V nasledujúcej tabule je uvedený odhad vývoja nákladov na výrobu 1 kWh z fotovoltaických systémov pre tri krajiny Európskeho spoločenstva. SRN – Francúzsko - Taliansko

Slnečný svit (kWh/m^2/rok)

	1100-1400	1100-1900	1300-1900
Rok		CENY V USD/kWh	
1990	0,56-0,45	0,56-0,34	0,48-0,34
1995	0,21-0,15	0,21-0,12	0,17-0,12
2000	-	0,09	-

Slnecne žiarenie je v našich podmienkach v decembri asi 7-krat slabšie ako v júli. Rozdiel deň- noc je ešte markantnejší - energiu dopadajúcu z Mesiaca nie je možné prakticky nijako využiť. Tým sa dostávame k základnému problému slnečnej energie. Ako akumulovať energiu dopadajúcu napríklad na jeden dom ,ktorá iba v lete je taká veľká ,že niekoľkokrát prevyšuje jeho celoročnú spotrebu? Alebo ako preniesť slnečnú energiu do takej kompaktnej formy, aby ju bolo možné využiť ako palivo pre automobily? Riešením pre budúcnosť môže byt tzv. vodíkové hospodárstvo. VODIK - ako energeticky zdroj je: - univerzálne použiteľný na výrobu tepla lebo elektriny mnohými spôsobmi vyrobitelný (aj z obnovitelných zdrojov) - vysokoúčinný (jeden diel vodíka obsahuje energiu troch dielov zemného plynu, potrebuje ale 3-krat väčší objem) - netoxicky- plynovodmi lachko transportovatelný a dlhodobo skladovatelný.

Elektricky prúd, vyrobený napr. z obnovitelných zdrojov, je možno použiť na elektrolýzu vody. Účinnosť rozkladu vody elektrickým prúdom (napr. z fotovoltaických článkov) dosahuje až 90 %. Voda sa pri tomto procese rozkladá na vodík a kyslík. Vodík sa zachytáva a ako palivo sa potom spaľuje za prítomnosti kyslíka. Pri tomto procese sa uvoľňuje užitočná energia a cely cyklus sa uzatvorí za vzniku malého množstva dusíka a vody, ktorá predstavuje odpad a súčasne surovinu z ktorej je možne opätovne získavať vodík. Ak by sa vodík vyrafal z nefosílnych zdrojov napr. fotovoltaickými článkami, nedochádzalo by k žiadnej emisii CO^2 a iných „skleníkových“ plynov. Pretože pre jeho výrobu sú potrebne len

obnoviteľné suroviny (voda, slnečné žiarenie) a v hojnej miere sa vyskytujúce prvky v zemskej kôre (v priepade vyrob fotovoltaických článkov - kremík), vodík sa maze stať palivom budúcnosti s neobmedzenými zásobami pre cele ľudstvo. Vodíkovým hospodárstvom by bolo možne pokryť energetickú spotrebu v každej krajine. Počiatočná aplikácia vodíkového hospodárstva v praxi bude pravdepodobne v sektore dopravy. Prvé pokusy s autami spaľujúcimi vodia prebehli v mnohých krajinách (Nemecko, Japonsko, USA, Švédsko).

Vyhliadky pre tuto aplikáciu sú veľmi dobre , nakoľko fosílne paliva používané v doprave patria k najdrahším, a súčasne najznečistujucejšim palivám v súčasnosti. Zákon o „Čistom vzduchu" prijatý v USA si bude vyžadovať postupne zavadzanie aut na trh s nulovými emisiami. V tomto prípade môžu automobily poháňané vodíkom, hlavne v mestských aglomeráciách, byt jedným z mala možných riešení. Vodík je možné pri teplote -253°C skvapalniť (zhustiť) tak, že sa dá použiť ako palivo v motorových vozidlách alebo lietadlách. Nádrž je ovšem nutne dodatočne izolovať a medzipriestor vakuovat. Vodík sa bežne transportuje plynovodmi. V Poruli existuje už viac ako 50 rokov 210 km sieť, ktorou sa transportuje vodík - do dnešnej doby bez akejkoľvek nehody spôsobenej vodíkom. Prechod na vodíkové hospodárstvo by si, predovšetkým s ohľadom na vysoký kapitálové nároky spojene so zavedením takéhoto systému, vyžadoval niekoľko desaťročí. Ohraničenosť zásob fosílnych palivo a ich ekologicky neunoste spaľovanie, by sa však mali stáť hlavnými argumentmi pre zmenu doposiaľ uplatňovanej energetickej politiky.

Termálna solárna výroba elektrickej energie

Na dosiahnutie teplôt vyšších ako 200°C sa používajú zariadenia, ktoré koncentrujú slnečné zdarenie z veľkej plochy do Absorbátora. Tieto zariadenia dosahuj podobný účinok ako lupa, ktorou je možne prepáliť list papiera. Namiesto lupy sa využívajú parabolické zrkadla, koncentrujúce slnečné žiarenie do zásobníka oleja, ktorý sa takto zohrieva až na 400°C.

Svoju tepelnú energiu olej odovzdáva v parogenerátore a vyprodukovaná para pohana turbínu ,ktorá vyrába elektrickú energiu. Viacero z takýchto zariadení je inštalovaných uprostred kalifornskej pusti Mojave v polovici cesty medzi Los Angeles a Las Vegas. Prvá elektráreň, ktorá tu dodáva elektrickú energiu do verejnej siete s výkonom 14 MW, je v činnosti od roku 1984. Majiteľom je spoločnosť LUZ International, ktorá do októbra roku 1990 inštalovala ďalších deväť takýchto elektrárni s celkovým vykanom 354 MW , ktoré vyrobili viac ako 2 miliardy kWh elektrickej energie. Do roku 1993 je plánovaná výstavba ďalších 200 MW, pričom celkový výkon 600 MW bude dostatočný na zásobovanie elektrinou pre také mesto ako je San Francisco alebo Washington. Zariadenia firmy LUZ ,ktoré sú zálohované plynovou kotolnou , sú dnes ekonomicky konkurencieschopne. Elektrina vyrábaná v týchto slnečných elektrárnach nie je drahšia ako elektrina z uhoľných elektrární ,ktorá je v USA najlacnejšia (podstatne lacnejšia ako elektrina vyrábaná z jadrových elektrární). Je kalifornsky projekt použiteľný v iných oblastiach? Kalifornia je z hľadiska množstva dopadajúceho slnečného zdarenia (250 W/m^2) ideálnym miestom, dokonca aj Saharska púšť (severná časť) je na žiarenie o malo chudobnejšia. Krajiny na pobreží Stredozemného mora ako napr. Španielsko vykazujú a o 20% nižšie slnečné ožiarenie ako Kalifornia. Napriek tomu existuj úvahy o takomto využití slnečného žiarenia v Maroku s nasledným prenosom elektrickej energie cez 14 km siroty prieplav Gibraltár. Jednota Europa by takto mohla v budúcnosti poskytnúť možnosť využiť aj európskemu odberateľovi relativne lacnú a ekologicky cystu elektrinu vyrobenú v podmienkach podobných kalifornskej oblasti.

Sezónne skladovanie teplej vody

Teplu vodu zohriatu slnečnými kolektormi v lete je možné s podstatne vyššou účinnosťou využívať v zimných mesiacoch, ak sa namiesto individuálnych zásobníkov využije centralizovaný systém. Slnečné kolektory umiestnene na strechách viacerých obytných budov sú v tomto prípade napojene na spoločný veľký tepelno-izolačný zásobník. V zásobníku sa v letných mesiacoch akumuluje tepla voda, ktorá je v zimných mesiacoch rozvádzaná k užívateľom systémom diaľkového kúrenia. V Európe existuje 21 takýchto projektov, v ktorých sú často cele obce zásobované teplom vyrobeným v letných mesiacoch. Parametre niektorých existujúcich systémov sezónneho skladovania vo svete sú uvedené v nasledujúcej tabule.

Miesto	*Stat*	*Od roku*	*Objekty zásobované teplom*
Groningen	Holandsko	1984	96 radových domov
Kullavik	Švédsko	1983	40 bytov
Lyckebo	Švédsko	1983	550 obytných jednotiek
Scarborough	Kanada	1985	30 000 m^2 v úradoch
Stutgart	SRN	1986	1 375 m^2 v úradoch
Sunclay	Švédsko	1981	15 000 m^2 škola
Treviglio	Taliansko	1982	100 bytov
Vaulruz	Svajciarsko	1983	3 200 m^2 účelová budova

Systém slnečného vykurovania instalovaný vo švédskom meste Kunglav ma nasledujúce parametre: voda zohriata vysokoteplotnými slnečnými kolektormi s plochou 126 000 m^2 sa celoročne skladuje v izolovanej veľkoobjemovej nádrží o objeme 400 000 m^3 umiestnenej v podzemnom skalnom masíve. Úspory dosahujú až 75 % spotreby energie, čo v tomto prípade predstavuje približne 42 milión kWh ročne. Teplota skladovanej vody je v závislosti na ročnom období 40 až 90°C. Tento projekt sa vyznačuje aj finančnou výhodnosťou ,nakoľko cena takto získaného tepla je len 0,09 DM/kWh (1,8 Sk/kWh), C je o malo viac ako pri konventnom vykurovali. Celkove investične náklady boli 59 000 DM (1,18 mil. Sk). Z toho 53 % predstavovali slnečné kolektory, 19 % podzemia skladovacia nádrž a 18 % systém diaľkového kurenia. Predpokládaná životnosť systému skladovania je 40 rokov, slnečných kolektorov 20 rokov a 15 rokov pre ostatne časti. Cenu vysokoteplotných slnečných kolektorov (250 DM/m^2) by v prepade masovej výroby bolo možne znížiť na 150 DM/m^2, čím by sa takto systém slnečného vykurovania so sezónnym skladovaním teplej vody stal v mnohých krajinách cenový zrovnateľným s vykurovanom založeným na fosilnych palivách. Podľa švédskych údajov by 150 až 200 veľkých slnečných zariadení so sezónnym skladovaním teplej vody mohlo v tejto škandinávskej krajine pokryť až 10 % ročnej spotreby energie v systémoch diaľkového kúrenia.

Slnečné domy

Pozoruhodne je využívanie slnečnej energie v tzv. slnečných domoch. Jedna z takýchto experimentálnych budov stoji vo švajčiarskom Oberburg- Burgdorfe. Jaenni-Solarhaus, ako sa tento objekt nazýva, si pokrýva celu energetickú spotrebu tepla aj elektriny z „vlastných zdrojov“. Na prípravu teplej vody sa využívajú slnecne kolektory s plochou 84 m^2 a výroba elektrickej energie je zabezpečená fotovoltaickými článkami s veľkosťou 43 m^2. Zásobník

vody ma objem 93 m^3. Takéto domy okrem využitia slnečných technológií sa vyznačujú aj extrémne kvalitnou izoláciou stien, okien a striech, čo umožňuje znížiť straty energie na minimum. Prvý solárny, energeticky sebestačný, dom v Nemecku bol postavený v Baden--Wurtenbergu na zakladá projektu Ústavu pre solárnu techniku vo Freiburgu. V dome je okrem pasívneho slnecneho designu a fotovoltaických článkov zabudovaných do strechy budovy instalovany aj system vyššie popísaného vodíkového hospodárstva (varenie na vodákovom sporáku, vykurovanie ai.) Náklady na výstavbu dosiahli 600 000 DM.

Solárne automobily

Solárne automobily (ľahké elektrické vozidla) poskytujú možnosť zvýšenia účinnosti využitia primárnej energie, a tým ušetriť značnú časť energie, ktorá je v súčasnosti v doprave spotrebovávaná. Hlavnou prednosťou však je ich ekologicky nezávadná prevádzka. Solárne automobily sú elektroautomobily s optimalizovanou spotrebou energie - vyrobenou fotovoltaickymi článkami. Keď sa hovorí o solárnych automobiloch, často dochádza k nejasnostiam vyplývajúcim z rozdielu medzi solárnymi a elektroautomobilmi. Názov solárny automobil je odvodený od vozidiel, ktoré nosili na strechách solárne (fotovoltaické) články. Nakoľko tieto vozidla sa vzhľadom na veľké plochy, ktoré články zaberali (8-10 m^2) v praxi neosvedčili, boli tieto zdroje energie stabilne inštalované na jednom mieste (slnečná elektráreň), z ktorej sa energia čerpá pri dobíjaní akumulátorov slnečných automobilov. V prípade, keď vyrobí presahuje spotrebu, dodávajú tieto zdroje elektrinu do elektrickej siete. Solárne automobily dnes spotrebovávajú taxe množstvo energie zo siete, aká vyrobia fotovoltaické články v slnečnej elektrárni. Rozdiel medzi čisto elektrickým automobilom a solárnym automobilom je len v optimalizácií účinností využitia energie a minimalizácii spotreby energie vyrobenej fotovoltaickými článkami. Na zabezpečenie energie pre automobilový park pozostávajúci z 10 solárnych vozidiel je potrebných cca 100 m2 fotovoltaických článkov s výkonom 10 kW. Solárne automobily molu byt využité všade tam , kde sa nevyžaduje doprava na vačšia vzdialenosti. Ideálnym prípadom je doprava v mestách. Na zakladá zahraničných údajov (SRN) je až 70 % ciest, ktoré denne absolvujeme automobilmi v mestách, kratších ako 12,7 km. Len každá 50. cesta je dlhšia ako 50 km. Väčšina týchto ciest môže byt uskutočnená solárnymi automobilmi. Niektorý parametre solárnych automobilov:

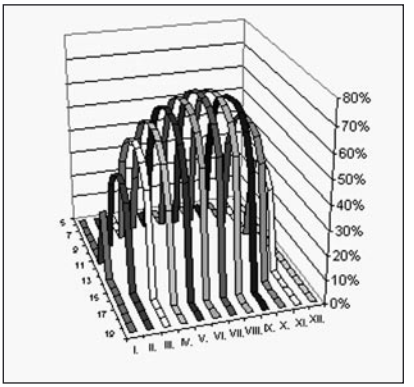
Dosah na jedno nabitie akumulátorov: 60 - 100 km
Najvyššia rýchlosť: 50 - 90 km/h
Cena: od 170 000 rak. Šilingov
Spotreba: 10-20 kWh/100 km

Spotreba energie na jeden kilometer je v prípade solárneho vozidla 3 až 6 krát nižšia ako pre klasické vozidlo. Pre porovnanie spotreba energie pre VW Golf Diesel s priemernou spotrebou 6,2 litra nafty na 100 km je 62kWh (1 liter nafty =10 kWh, 1 liter benzínu = 9 kWh).

Vo februári 1991 otvoril rakúsky motoristicky klub ARBO vo Viedni prvú slnečnú čerpaciu stanicu pre auta na elektricky pohon. Elektrická energia získavaná z fotovoltaických článkov, ktorá sa nespotrebuje na dobíjanie akumulátorov solárnych automobilov sa v prípade mimoriadne slnečných dni dodáva do elektrickej siete resp. sa z nej čerpá

v prípade nepriaznivého počasia. Slnečná čerpacia stanica poskytuje výkon 1,6 kW z 18 m2 fotovoltaických článkov. Ideálnym príkladom ekologickej dopravy je tzv. SUN and RIDE koncept , pri ktorom sa využíva kombinácia železničnej medzimestskej dopravy s mestskou dopravou zabezpečovanou solárnymi automobilmi. SUN and RIDE systém funguje vo Svajciarsko Liesthale, kde slnečná elektráreň spolu s požičovňou solárnych automobilov sú umiestnené pri železničnej stanici. Vzhľadom na to, že miestne orgány tento ekologicky systém dopravy podporujú je SUN and RIDE pre uživatelom výhodný aj finančne.

Účinnosť slnečných kolektorov počas roka v %.



Celoročný energ. zisk:	505,80 $kWhm^{-2}$
Celoročný energ. príkon:	1 068 $kWhm^{-2}$
Celoročná účinnosť:	47,38 %

Priemerná slovenská domácnosť spotrebuje približne 80-90 % energie na kúrenie a ohrev teplej úžitkovej vody, zvyšok pripadá na ostatné spotrebiče (s výnimkou auta). Správne navrhnuté solárne zariadenie s kvalitnými slnečnými kolektormi môže v našich geografických podmienkach v ročnom priemere ušetriť 50 až 75 % na prípravu teplej úžitkovej vody a 20 až 40 % teple na kúrenie. Podľa analýz vykonaných Komisiou EÚ bolo v r. 1995 v jej členských štátoch v prevádzke 6,5 mil.m2, termických slnečných kolektorov. Toto množstvo by sa dalo zvýšiť na 100 mil.m2,čo predstavuje viac ako 15 násobný nárast. Na Slovensku je však záujem o slnečné kolektory minimálny, málokto má záujem si „predplatiť teplo“ v podobe investície do solárneho systému, hoci mnohí z nás si priplácajú na dôchodkové pripoistenie. Každý musí posúdiť sám, čo je racionálnejšie v dnešnej dobe prudkého rastu cien a energií

THERMO/SOLAR ŽIAR vyrába päť typových radov slnečných kolektorov. Ich rozmery, kvalita a parametre selektívnej konverznej vrstvy sú rovnaké. Rozdiely sú v konštrukcii absorbérov a z toho vyplývajúcich hydraulických odporov a v usporiadaní vývodov. Zberné potrubia sú vo vnútri kolektorov. Krytie kolektorov je solárnym sklom s antireflexným povrchom.

Slnečné kolektory HELIOSTAR sú zariadenia na premenu slnečnej energie na nízkopotenciálové teplo, t.j. na energiu priamo využiteľnú človekom. Najčastejšie je to na ohrev vody a na prikurovanie. Žiarivá slnečná energia prechádza bezpečnostným, dobre priepustným sklom a je zachytená vysokoúčinnou selektívnou konverznou vrstvou vytvorenou na hliníkovej podložke. Z absorpčnej plochy kolektora prechádza teplo na medenú rúrku tvaru meandra, alebo lýry a z nej ďalej do teplonosnej kvapaliny. Všetky funkčné časti kolektora sú uložené v priestore uzavretom medzi tvrdeným bezpečnostným krycím sklom a kompaktnou hliníkovou vaňou vyplnenou tepelnou izoláciou. Plochý slnečný kolektor s neselektívnym absorberom je vhodný na celoročnú prípravu TÚV v oblastiach s vysokou intenzitou slnečného žiarenia (trópy a subtrópy), prípadne na sezónnu prípravu TÚV aj v stredných zemepisných šírkach (stredná Európa). Plochý slnečný kolektor s kvalitnou selektívnou konverznou vrstvou je vhodný na celoročnú prípravu TÚV a nízkoteplotné vykurovanie v prechodnom období, v stredných a vyšších zemepisných šírkach (stredná a severná Európa). V prípade vykurovania je výhodné prebytky tepla v letnom období využívať na ohrev vody v bazéne. Z dôvodu jednoduchosti montáže a prepravy sa kolektory vyrábajú s vonkajšími rozmermi cca 2 x 1 m.

Ak jeden kolektor výkonom nestačí kryť spotrebu energie, spája sa viac kolektorov do jedného kolektorového poľa. Kolektory typu HELIOSTAR sú medziiným výhodné i preto, lebo sa dajú jednoducho spájať bez použitia ďalšieho vonkajšieho potrubia. Slnečné kolektory typu HELIOSTAR sú konštruované tak, aby na jednotku zastavanej plochy získali čo najväčšie množstvo energie. Sú určené pre celoročnú prevádzku, preto pracujú s oddeleným primárnym okruhom, ktorý je naplnený nemrznúcou teplonosnou kvapalinou. Sú určené na premenu energie, ale nie na jej akumulovanie. Preto je ich obsah čo najmenší a v prípade využívania na prikurovanie, alebo na prípravu TÚV sa obvykle spájajú s príslušným zásobníkom teplej vody. Na priamy ohrev vody sa kolektory HELIOSTAR nesmú používať. Kolektorové pole, solárny potrubný okruh s príslušenstvom a výmenníkom tepla (alebo solárny zásobník s výmenníkom) tvoria základ solárneho systému. Solárne systémy podľa počtu okruhov, ktoré sa môžu na kolektorové pole pripojiť, delíme na jedno-, dvoj- alebo trojokruhové. Viacokruhové systémy dokážu lepšie využiť tepelnú energiu získanú z kolektorov. Samozrejme sú i nákladnejšie a nezvyknú sa realizovať pre menší počet kolektorov ako 5 . Podľa spôsobu zaistenia cirkulácie v primárnom okruhu delíme systémy na:

- Samoťažné, iným názvom gravitačné, v ktorých obeh teplonosnej kvapaliny vyplýva z rozdielu mernej hmotnosti studenej a teplej kvapaliny.
- Systémy s núteným obehom pomocou čerpadla.

Pri samoťažných solárnych systémoch je celoročný energetický zisk nižší ako u systémov s nútenou cirkuláciou, čo súvisí so zníženou cirkuláciou pri malých výkonoch.

Solár - otázky a odpovede

Na akom vývojovom stupni je solárna technológia resp. je solárne vykurovanie také spoľahlivé ako klasické typy vykurovania? Nové typy solárnych kolektorov a vykurovacích zostáv ponúkajú naozaj inovatívne a prepracované technologické riešenie. V prípade dostatku slnka a elektrickej energie je spoľahlivá ako klasické typy vykurovania.

Aký prínos ma solárna technológia pre životné prostredie? Prínosom solárnej energie pre životné prostredie je hlavne bezhlučná a čistá prevádzka bez vedľajších nežiaducich produktov ako sú zápach, dym a surovinový odpad. Od solárnej technológie sa nedočká-

me ani skleníkového efektu. So slnečnou technológiou ušetrí priemerná domácnosť 748 kg emisií ročne.

Ako efektívna je solárna technológia? Aké sú úspory v porovnaní s kondenzačnou technikou resp. s klasickým vykurovaním? Efekt prínosu solárnej energie je závislý od kvality návrhu, projektu, montáže, použitých materiálov a v neposlednom rade od slnečnej energie a situovania samotných kolektorov. Určitý, nemalý vplyv na výšku prínosu má aj starostlivosť o solárne zariadenie. Pri dobrých slnečných podmienkach dokáže solárna technika pri ohreve pitnej vody ušetriť v ročnom priemere až 60% plynu v porovnaní s plynovým spotrebičom. V kombinácii s kondenzačnou technikou sú úspory ešte vyššie.

Pracuje solárny kolektor aj keď je zamračené alebo tma? Solárne kolektory prijímajú energiu z priameho i difúzneho slnečného žiarenia. Difúzne žiarenie, ktoré prevláda hlavne pri zamračenej oblohe, predstavuje cca 50 - 60% z ročného úhrnu slnečného žiarenia, na jeho využívanie sú osobitne vhodné vákuové trubicové kolektory. Aj v noci absorbuje kolektor tepelné žiarenie z okolitého vzduchu.

Ako môžem využiť solárnu zostavu doma - môžem ju použiť len na ohrev TUV alebo aj na vykurovanie čí ohrev bazénu? Využite solárnej techniky má naozaj široké spektrum: v domácnostiach ako na ohrev pitnej vody, tak i na podporu kúrenia alebo ohrev bazénu . Vysokú návratnosť a hospodárnosť možno využiť najmä tam, kde je TÚV potrebná celý deň - napríklad v hoteloch alebo bytovkách.

Má solárna technológia pri našich poveternostných podmienkach vôbec zmysel? Solárna energia ako alternatívny spôsob zisku energie má určite význam aj v našej zemepisnej šírke a dĺžke sú jej využitie a zisk neprehliadnuteľné. Predpokladom pre ziskovú solárnu techniku je kvalitný projekt, nezatienená plocha pre kolektory, ideálny sklon a orientácia. V prípade ideálnych prevádzkových podmienok dokáže solárna technika pri ohreve pitnej vody ušetriť v ročnom priemere až 60 % plynu v porovnaní s plynovým spotrebičom na ohrev pitnej vody.

Montáž a údržba

Ako dlho trvá montáž solárneho zariadenia? Dĺžka času montáže solárneho zariadenia je závislá od rozsiahlosti systému použitej technológie rozvodov. Bežná montáž pre rodinný dom trvá 3 - 4 dni.

Nepoškodí sa montážou strecha? Slnečné kolektory Buderus Logasol sú na strechu pripevnené šetrnými a bezpečnými konzolami. V prípade demontáže kolektorov zostáva strecha bez poškodenia, v rovnakom stave ako pred montážou.

Môže sa potrubie bez ťažkosti pri prestavbe domu premiestniť? Pri prestavbe domu je možné rozvody solárnej techniky podľa potreby premiestniť, pokiaľ nie sú zapracované v stene.

Môžem používať ďalej môj starý zásobník TUV? Pri solárnych systémoch je pri vhodnom hydraulickom zapojení možné použiť aj už zabudovaný zásobník TÚV na zvýšenie objemu zohriatej vody.

Ako sa solárne zariadenie obsluhuje? Obsluha solárneho zariadenia Buderus Logasol je nenáročná a absolútne bezpečná. Spočíva len vo vizuálnej kontrole tlaku a teploty. O všetko ostatné sa postará regulácia solárneho zariadenia.

Je kolektor chránený pred poškodením? (blesk, krúpy) Slnečné kolektory Buderus Logasol sú konštruované na prevádzku v bežných poveternostných podmienkach. Sú odolné

voči ľadovcovým krúpom, mrazom a prípadnému ataku vtákov. Ak je pre montáž kolektorov určená strecha, musí mať zabezpečenú ochranu bleskozvodmi podľa príslušnej normy. Koniec koncov, s poistením solárnych systémov nemajú problém ani poisťovne.

Vlastný výskum a zisťovanie údajov VTSÚ Záhorie

Solárna energia ,Vojenský, technický a skušobný Ústav Záhorie

Dňa 20. 1. 2006 sme Hanka Vávrová, Katka Kubincová, Stanislav Nemčok, Michal Májek spolu s pánom Paradeiserom navštívili VTSÚ Záhorie.

Tento projekt – využitie solárnej energie vo VÚ Záhorie, sa na základe technickej a projektovej dokumentácie začala realizovať v roku 2005 a v tomto roku cez leto sa ho chystajú zapojiť do siete TÚV. V objekte VÚ Záhorie majú 86 kusov slnečných kolektorov.

Zasnežené solárne panely, v pozadí bytovky VÚ

Zásobníky teplej vody zo solárního systému

Čerpadlá solárního systému VÚ Záhorie

< Plynová kotoľna VTSÚ v ktorej sa kombinuje plyn + solárna energia

Plynové kotly prepojené so solárnou energiou >

ORGANIZAČNÍ A ODBORNÉ POSTUPY FINÁLE SOUTĚŽE ENERSOL 2006

PRAHA 23. DUBNA 2006, HOTEL PRAMEN, ZA ČERNÝM MOSTEM 3/362 PRAHA 9

FINÁLE SE ZÚČASTNILA DRUŽSTVA KRAJŮ V ZASTOUPENÍ:

I. PRAHA

1. Petr Ševčík	Malá vodní elektrárna v Českém Šternberku
2. Jakub Klesnar	Moje první solární autíčko
3. Eva Buschová	Malá vodní elektrárna v Klecanech
4. Eva Jablonská	Centrální výtopna, spalování biomasy ve Žluticích
5. Kristýna Kondrašová	Větrná energie a její využití v ČR
6. Karolína Buřičová	Nízkoenergetický – pasivní dům

II. STŘEDOČESKÝ KRAJ

1. Vítězslav Kuklík	Malé vodní elektrárny
2. Jan Flieger	Energie z vody přeměněná na elektřinu
3. Lukáš Hampel	Využití skládkových plynů
4. Milan Zita	Malé vodní elektrárny
5. Jaroslav Soudný	Malá vodní elektrárna
6. Tomáš Horák	Tepelná čerpadla v praxi

III. KRÁLOVÉHRADECKÝ KRAJ

1. Pavel Řezníček	Hydroelektrárna Spálov
2. Tomáš Vítek	Větrná elektrárna Nový Hrádek
3. Luděk Miklas	Zpracování biomasy
4. Radek Štastný	Tepelné čerpadlo v rodinném domku
5. Ondřej Joudal	Teorie i příklad tepelného čerpadla a kotle na biomasu
6. Lukáš Fridrich	Teorie a příklad TČ a kotle na spalování biomasy

IV. JIHOMORAVSKÝ KRAJ

1. Roman Vrtek	Malá vodní elektrárna Loštice
2. Lucie Šmeralová	Využití biomasy v energetickém systému SOŠ Letovice
3. Ivana Kolářová	Ekologické vytápění biomasou v obci Bouzov
4. Pavel Axman	Tepelná čerpadla
5. Ondřej Vrána	Větrné elektrárny
6. Pavlína Kosmáková	Sluneční energie

V. ZLÍNSKÝ KRAJ

1. Roman Maliňák	Tepelné čerpadlo, jako zdroj tepla v rodinném domě
2. Kamil Miškařík	Projekt domu šetrného k bydlení
3. Roman Pospíšil	Energie Slunce
4. Stanislav Němčok-Furiš	Veterná energia vo větěrném parke Cerová
5. Lucia Ožvoldíková	Tepelné čerpadlá
6. Katka Kubincová	Solárna energia ve VTSÚ Záhorie

ČTVRTEK: 23. BŘEZNA 2006:

1. KROK SOUTĚŽE: LOSOVÁNÍ POŘADÍ KRAJŮ
2. KROK SOUTĚŽE: LOSOVÁNÍ POŘADÍ PREZENTACE
3. KROK SOUTĚŽE: LOSOVÁNÍ SOUTĚŽÍCÍCH Z KAŽDÉHO DRUŽSTVA K PREZENTACI
4. KROK SOUTĚŽE: PREZENTACE JEDNÉ VYLOSOVANÉ PRÁCE Z KAŽDÉHO DRUŽSTVA

5. KROK SOUTĚŽE: PRÁCE DÍLČÍ POROTY
6. KROK SOUTĚŽE: ZNALOSTNÍ TEST
7. KROK SOUTĚŽE: PRÁCE ODBORNÉ POROTY SOUTĚŽE

PÁTEK: 24. BŘEZNA 2006, STAROMĚSTSKÁ RADNICE, BROŽÍKŮV SÁL
8. KROK SOUTĚŽE: VYHLÁŠENÍ VÝSLEDKŮ A OCENĚNÍ JEDNOTLIVCŮ
9. KROK SOUTĚŽE: OCENĚNÍ REGIONÁLNÍCH VZDĚLÁVACÍCH CENTER
10. KROK SOUTĚŽE: UDĚLENÍ PAMĚTNÍCH LISTŮ ŘEDITELŮM RVC

I. HODNOCENÍ KRAJŮ PODLE PREZENTACE:

1. MÍSTO: PRAHA	257 BODŮ, přiděleno 50 bodů
2. MÍSTO: KRÁLOVÉHRADECKÝ KRAJ	244 BODŮ, přiděleno 45 bodů
3. MÍSTO: JIHOMORAVSKÝ KRAJ	236 BODŮ, přiděleno 40 bodů
4. MÍSTO: STŘEDOČESKÝ KRAJ	215 BODŮ, přiděleno 35 bodů
5. MÍSTO: ZLÍNSKÝ KRAJ	198 BODŮ, přiděleno 30 bodů

Své kraje reprezentovali:

PRAHA: EVA JABLONSKÁ,	GYMNÁZIUM NAD ŠTOLOU, PRAHA 7
KRÁLOVÉHRADECKÝ KRAJ:	TOMÁŠ VÍTEK, SOŠ A SOU, HRADEBNÍ 1029, HRADEC KRÁLOVÉ
JIHOMORAVSKÝ KRAJ:	PAVLÍNA KOSMÁKOVÁ, SOŠ A SOU-MŠP, TYRŠOVA 500, LETOVICE
STŘEDOČESKÝ KRAJ:	TOMÁŠ HORÁK, SOU CHEMICKÉ, CESTA BRIGÁDNÍKŮ 693, KRALUPY n. VLTAVOU
ZLÍNSKÝ KRAJ:	STANISLAV NEMČOK-FURIŠ, SOU, P.V. TÓTHA 31, SENICA

HODNOTITELSKÁ POROTA (její členové hodnotili 5 kritérií: K1-volba tématu, K2-úroveň prezentace, K3-závěry a využitelnost, K4-grafickou úpravu, K5-obsah práce):

Ing. Michaela Šojdrová (poslankyně PS Parlamentu ČR), Vojtěch Jurčík (náměstek hejtmana Zlínského kraje), JUDr. Karel Smíšek (ředitel ÚP Kroměříž), Ing. Jaroslav Ďoubalík (výkonný tajemník Elektrotechnického svazu Českého), Doc. Ing. Karel Brož, CSc., (Ústav techniky prostředí, fa strojní ČVUT Praha), Bc. Jan Štrof (radní hlavního města Prahy), Mgr. Jiří Kotouč (ředitel ISŠT Benešov), Ing. Josef Machek (ředitel SOŠ a SOU Hradec Králové), Ing. Jaroslav Doskočil (zástupce ředitelky SOŠ a SOU-MŠP Letovice), Mgr. Pavol Paradeiser (zástupce ředitele SOU P. V. Tótha, Senica), Ing. Petr Němeček (ředitel ÚP Benešov)

II. HODNOCENÍ KRAJŮ PODLE VĚDOMOSTNÍHO TESTU:

1. MÍSTO: PRAHA	36 BODŮ, přiděleno 50 bodů
2. MÍSTO: ZLÍNSKÝ KRAJ	31 BODŮ, přiděleno 45 bodů
3. MÍSTO: KRÁLOVÉHRADECKÝ KRAJ	22 BODŮ, přiděleno 40 bodů
4. MÍSTO: STŘEDOČESKÝ KRAJ	21 BODŮ, přiděleno 35 bodů
5. MÍSTO: JIHOMORAVSKÝ KRAJ	20 BODŮ, přiděleno 30 bodů

POROTCI PŘI ZPRACOVÁNÍ VĚDOMOSTNÍCH TESTŮ (dohlíželi na práci a časový limit u přiděleného družstva):

Mgr. Josef Ležal (ředitel COPTH, Poděbradská 1, Praha 9), Mgr. Jiří Kotouč (ředitel ISŠT Černoleská 1997, Benešov), Ing. Josef Machek (ředitel SOŠ a SOU, Hradební 1029, Hradec Králové), Mgr. Pavol Paradeiser (zástupce ředitele SOU P.V. Tótha 31, Senica), Ing. Jaroslav Doskočil (zástupce ředitelky SOŠ a SOU-MŠP, Tyršova 500, Letovice)

III. CELKOVÉ POŘADÍ:

1. MÍSTO: DRUŽSTVO PRAHY	CELKEM 100 BODŮ
2. MÍSTO: KRÁLOVÉHRADECKÝ KRAJ	CELKEM 85 BODŮ
3. MÍSTO: ZLÍNSKÝ KRAJ	CELKEM 75 BODŮ
4. – 5 MÍSTO: JIHOMORAVSKÝ KRAJ	CELKEM 70 BODŮ
STŘEDOČESKÝ KRAJ	CELKEM 70 BODŮ

Poznámka ke kritériím hodnocení:
Hodnocení bylo provedeno váženým průměrem.
Váha jednotlivých kritérií:

K1 volba tématu:	5
K2 úroveň prezentace	9
K3 závěry a využitelnost	8
K4 grafická úprava	6
K5 obsah práce	7
Počet přidělovaných bodů hodnotiteli u všech kritérií:	1 – 9

TEČKU ZA NAŠÍ SOUTĚŽÍ PŘINESL POŠTOVNÍ DORUČOVATEL DO BENEŠOVA
(je uveden přepis dopisu):

Určeno: Integrovaná střední škola technická
Ředitelství
Černoleská, Benešov

Dne 9. 3. 2006

Vážený pane řediteli.

Se zájmem jsem si v Jiskře přečetl Váš článek, jak zvýšit podíl elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Mám nesmírnou radost, že tento nápad opět přichází do podvědomí lidí, hlavně mladých studentů. Touto myšlenkou se zabývám celý svůj život a za značně složitých podmínek jsem od základu až po finále postavil malou vodní elektrárnu se dvěma turbínami v Kamberku na řece Blanici.

Dnešní doba v tomto oboru přináší moderní prvky, avšak můj věk a hlavně zdravotní stav mi nedovoluje dále v tomto pokračovat. Pojal mne nápad spojit se s Vámi a nabídnout Vaší škole celé moje dílo k účelům výuky a možnosti různého vylepšení. Zkrátka, pod odborným dohledem v praxi dát možnost šikovným studentům moje dílo ještě vylepšit a udržet v chodu.

Je to můj momentální nápad a pokud by i u Vás našel pochopení, jsem ochoten o tom podrobněji jednat.

S pozdravem

Jaroslav Lejčko
Smetanova 1424
Vlašim

V Integrované střední škole technické v Benešově je dopis evidován pod č.j. 275, s datumem převzetí 20. 3. 2006.

Obrazová příloha ENERSOL 2006
Fotodokumentace k projektům

I. PRAHA

Elektrárna v Českém Šternberku - Petr Ševčík

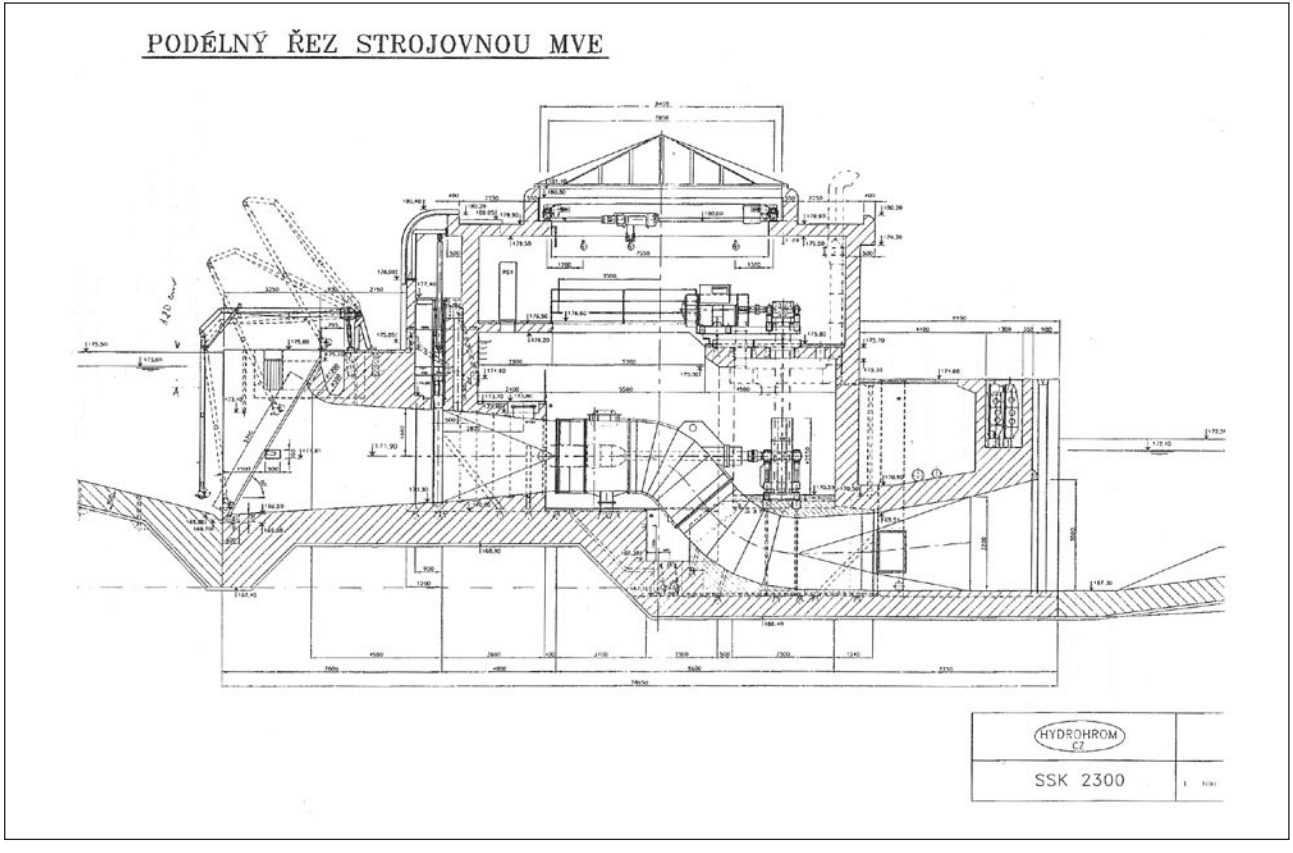
Náhon vodní elektrárny - Petr Ševčík

Spalování biomasy ve Žluticích - Eva Jablonská

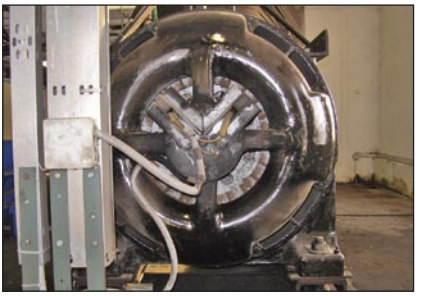
Eva Jablonská

Eva Jablonská

Malá vodní elektrárna Žlutice - E. Egersdorf



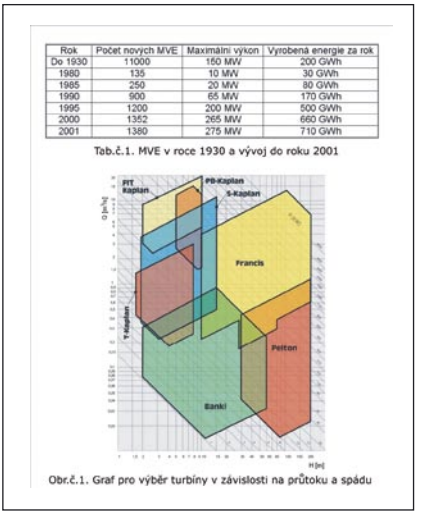
Elektrárna Klecany - Eva Buschová



MAVE Žlutice – E. Egersdorf

E. Egersdorf

II. HRADEC KRÁLOVÉ

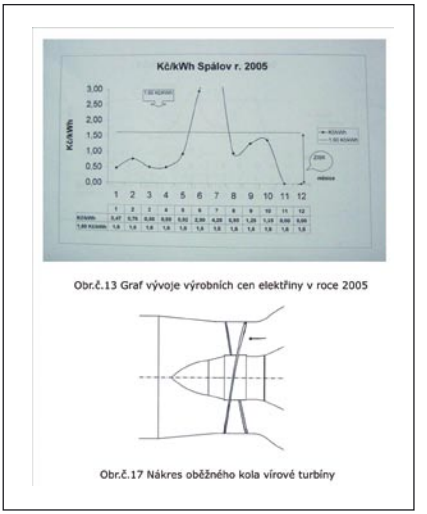


Rok	Počet nových MVE	Maximální výkon	Vyrobená energie za rok
Do 1930	11000	160 MW	200 GWh
1980	135	10 MW	30 GWh
1985	250	20 MW	80 GWh
1990	900	65 MW	170 GWh
1995	1200	200 MW	500 GWh
2000	1352	265 MW	660 GWh
2001	1380	275 MW	710 GWh

Tab.č.1. MVE v roce 1930 a vývoj do roku 2001

Obr.č.1. Graf pro výběr turbíny v závislosti na průtoku a spádu

Hydroelektrárna Spálov - Pavel Řezníček

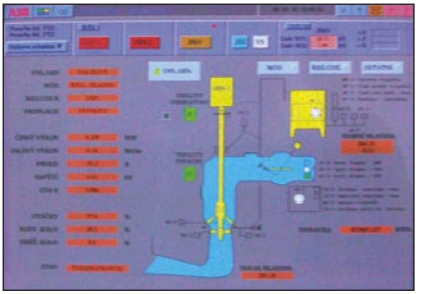


Obr.č.13 Graf vývoje výrobních cen elektřiny v roce 2005

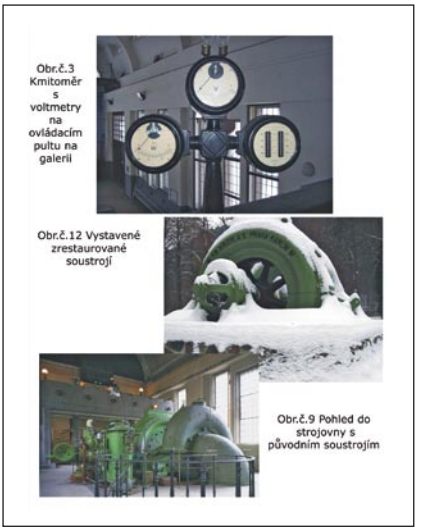
Obr.č.17 Nákres oběžného kola vírové turbíny

Pavel Řezníček

Pohled na zrekonstruovanou hlavní budovu
Pavel Řezníček



Program ovládání chodu elektrárny
Pavel Řezníček



Pavel Řezníček

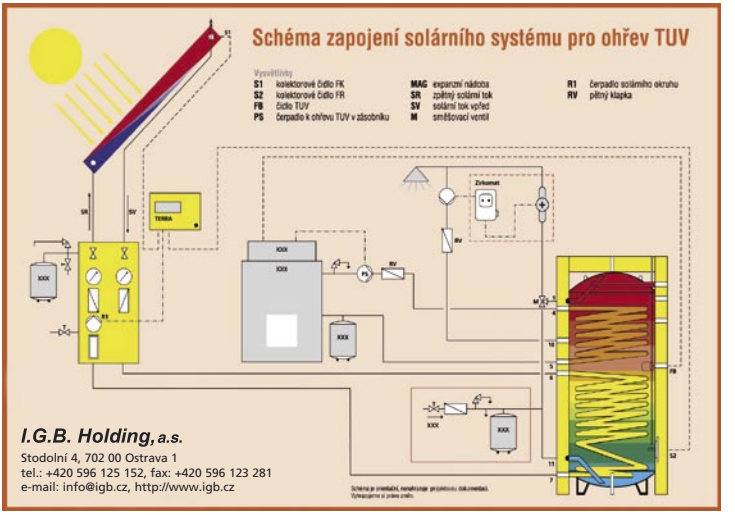
Zpracování biomasy - Luděk Miklas

Tepelné čerpadlo - Radek Šťastný

Kotel na spalování biomasy - Lukáš Fridrich

Větrná elektrárna Nový Hrádek - Tomáš Vítek

III. JIHOMORAVSKÝ KRAJ



Solární ohřev bazénu - Petr Uttendorfský

MAVE v reg. Litovelské Pomoraví - Ondřej Huňka

Ondřej Huňka

Ondřej Huňka

Ondřej Huňka

Ivana Kolářová

Malá vodní elektrárna Loštice - Roman Vrtek

Ekologické vytápění biomasou - Ivana Kolářová

Ivana Kolářová

Roman Vrtek

Roman Vrtek

Roman Vrtek

IV. STŘEDOČESKÝ KRAJ

Malé vodní elektrárny - Vítězslav Kuklík

Vítězslav Kuklík

V. ZLÍNSKÝ KRAJ

Projekt domu šetrného k bydlení - Kamil Miškařík

Obrazová příloha ENERSOL 2006
Fotodokumentace ze soutěže

Zahájení soutěže v Praze 25. 11. 2005

Účastníci

Ing. Dagmar Hostašová

JUDr. Ing. Tomáš Novotný, CSc.

Účastníci

Prezentace na Schola Pragensis 1. 12. 2005

Bc. Jan Štrof

PhDr. J. Wenigerová a MUDr. P. Bém

JUDr. Petra Buzková

Národní seminář, Kroměříž 29. - 30. 11. 2005

Ředitelé třech RVC

Účastníci

Uprostřed Martin Bursík a Miroslav Hájek

Seminář pro žáky v Hradci Králové 12. 1. 2006

Ing. Josef Machek přednáší

Seminář pro žáky v Letovicích 15. 1. 2006

Zástupci škol JM kraje

Posluchači

Účastníci

Seminář v Benešově 15. 1. 2006

Soutěžící

Exkurze - MAVEL Benešov

Účastníci semináře

Krajský seminář v Kroměříži 12. 2. 2006

Ing. Jaroslav Mikšík

Účastníci

Ing. Miroslav Školoudík

Hudební vystoupení

Druhý zleva Jaromír Sum

Předávání ocenění

JUDr. K. Smíšek předává ocenění

Významní účastníci krajského kola

Všichni zúčastnění

Krajský seminář v Hradci Králové 17. 2. 2006

Doc. MUDr. Karel Barták, CSc. - senátor - při svém vystoupení

Účastníci

Zástupci školství

Soutěžící

Ocenění soutěžících

Všichni přítomní

Krajský seminář Letovice 28. 2. 2006

RNDr. Miloš Šifalda - radní kraje

Josef Novotný - starosta Letovic

Ing. Lubomír Kroužílek - ředitel SOU Pardubice

Ocenění soutěžícím žákům

Ocenění zástupců škol

Ing. Oldřich Klemš

Naši soutěžící

Všichni zúčastnění

I naše soutěžící svým vystoupením zaujaly

Bez nadšených ředitelů škol to nejde

Zaslouží ocenění

Poděkování soutěžícím

Pohled do části sálu

Postupující do finále

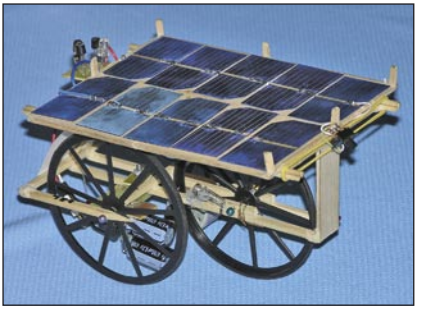
Exkurze v elektrárně

Všichni koordinátoři zaslouží obdiv

Krajský seminář Praha 27. 2. 2006

RNDr. Miroslav Kadlec

Poděkování si zaslouží všichni



Solární autíčko

Soutěžící pražských škol

Všichni z pražského kolektivu

Krajský seminář Benešov 17. 2. 2006

Dagmar Nohýnková - náměstkyně hejtmana

Významní hosté za předsednickým stolem

Jiří Kotouč - ředitel RVC

František Vnouček a Jaroslav Müllner

Kolektiv Středočeského kraje

Finále Praha 23. a 24. 3. 2006

Doc. K. Brož a Ing. J. Mikšík

Mgr. Dana Dorotela Mikulová, SR

JUDr. K. Smíšek

V. Jurčík a M. Šojdrová – Zlínský kraj

Účastníci finále

Pohoda a přátelství

Vpravo Ing. J. Ďoubalík

Naši partneři z RVC

Soutěžící Zlínského kraje

Dohlíží Mgr. Paradeiser

Při soutěži panovalo napětí

U Pražského hradu

Soutěžící při prohlídce Prahy

U Staroměstské radnice

Ing. J. Herodes předává ocenění

Exkurze na Staroměstské radnici

Atmosféra při vyhodnocení

Poděkování

Ocenění finalistů

Byl to nádherný zážitek

Reprezentanti a účastníci na Staroměstské radnici

MAVEL

GENERÁLNÍ PARTNER ENERSOL 2006 ZA PRŮMYSL ČR

Vydala:
Vzdělávací agentura Kroměříž, s.r.o.
Riegrovo náměstí 154
767 01 Kroměříž
e-mail: j.herodes@tiscali.cz
webové stránky: www.pask.cz
tel./fax: 573 330 328
GSM: 604 826 425
Vydáno v květnu 2006
Tisk: TYPOservis Holešov
Publikace neprošla jazykovou ani redakční úpravou