ENERSOL 2007

Mezinárodní projekt zaměřený na vzdělávání obnovitelných zdrojů energie na středních a vyšších odborných školách a gymnáziích

Poděkování za rozvoj vzdělávacího programu patří členům krajských zastupitelstev

Vojtěchu Jurčíkovi a Josefu Slovákovi, Zlínský kraj
Haně Žižkové, Magistrát hlavního města Prahy
Lubomíru Šmídovi a Miloši Šifaldovi, Jihomoravský kraj
Dagmar Nohýnkové, Středočeský kraj
Zdeňku Krausovi, Královéhradecký kraj
Luboši Orálkovi a Kamilu Řezníčkovi, Karlovarský kraj
Václavu Červenému, Plzeňský kraj
Pavlu Sekaninovi, Olomoucký kraj
Marii Hrdinové, Jihočeský kraj

Zástupcům odborných ministerstev České republiky:
Rút Bízkové, Miroslavu Hájkovi, Jaroslavu Kubínovi (MŽP),
Martinu Machovi, Petru Špirhanzlovi (MŠMT),
Jiřímu Doležalovi (MPO), Jiřímu Trnkovi (MZE)

Zástupcům Slovenské republiky
Stanislavu Chovancovi - primátoru města Skalice,
Ivaně Klčové - prednostce školského úradu v Trnave

Mimořádné poděkování vyjadřují organizátoři Martinu Bursíkovi a Daně Kuchtové
za převzetí osobní gesce a Karlu Brožovi za odbornou pomoc.

ÚVOD

ENERSOL 2007, jaký byl, jaké měl cíle, koho oslovil a vůbec, byl inovativní a tvůrčí v tom dobrém slova smyslu? Odpověď hledejme ve výsledcích, reakcích ředitelů regionálních vzdělávacích center, účasti významných osobností na jeho aktivitách rozprostřených v celém období dvanácti měsíců, s počátkem 3. května 2006.

Jak lze ENERSOL 2007 prezentovat v obou zemích, a to nejen ve školství? Pokud se vrátíme do období počátků tohoto programu, tj. do února 2005, budeme konstatovat, že k prvním dvěma propagátorům podpory vzdělávání obnovitelných zdrojům energie, tj. k Praze a Zlínskému kraji, se přidávají další: Karlovarský, Plzeňský, Královéhradecký, Středočeský, Jihočeský, Jihomoravský a Olomoucký a na Slovensku zejména Trnavský kraj. Zvětšuje se partnerská základna škol, výrazně vyšší je počet zapojených žáků a studentů a počet odevzdaných soutěžních projektů. Zkvalitňuje se systém vlastní organizace a personálního zabezpečení, společné prostředí soutěžících žáků, jejich koordinátorů-učitelů, odborníků z firem, zástupců zřizovatelů škol, poslanců obou komor Parlamentu ČR i odborných ministerstev.

Ale nejen počty soutěžních prací. Jednotlivá regionální vzdělávací centra usilují o praktické poznání moderních technologií OZE, o pozitivní i negativní zkušenosti v prosazování jednotlivých forem OZE, o „dobré uchopení" projektů ze strany svých žáků a učitelů.

Energetika se stává po právu stěžejním odvětvím hospodářství našich obou zemí, ovlivňuje růst životní úrovně obyvatel, ale současně má i svá velká omezení. Plýtvání jejími zdroji vede k neúměrnému zatěžování krajiny, negativnímu chování lidí a špatným návykům při výchově nové generace. **Alternativní zdroje energie** jsou rychle se rozvíjejícím odvětvím ekonomiky s výrazně kladnými dopady na naši modrou planetu a co je velmi důležité, jejich využívání s sebou nese pozitivní změnu na vzorec chování každého z nás. Příroda se k nám obrací s výzvou, která není nepochopitelná a je dokonce velmi příjemná. Naučme se naslouchat odborníkům a vnímejme dnešek a zítřek v souvislostech kvality života všech biologických druhů se kterými sdílíme tento svět.

A našim mladým přátelům, žákům středních a vyšších odborných škol a gymnázií dopřejme, aby získávali pravdivé informace o přímé energii Slunce, geotermální energii nitra naší země, energii nahromaděných skládek a energii vody a větru. O tom byl i uplynulý ročník ENERSOL 2007, který Olomoucká mezinárodní konference ve dnech 19. a 20. dubna 2007 zhodnotila. S účastí více jak 170 delegátů z devíti krajů ČR, třech krajů Slovenska a zástupců krajských samospráv a státní správy potvrdila své postavení v moderní společnosti a historicky založila novou společenskou aktivitu, jejíž pokračováním bude už čtvrtý ročník ENERSOL 2008.

Laudatio Solis!

Ing. Jiří Herodes

OBSAH

I. Hodnocení procesu ENERSOL 2007 ... 4 - 30
Kapitola první: Vyhlášení třetího ročníku ENERSOL 2007 ... 4
Kapitola druhá: Pracovní jednání Rady partnerů ne MŽP ... 4
Kapitola třetí: Pracovní soustředění rady partnerů Rusava ... 5
Kapitola čtvrtá: Národní seminář Kroměříž ... 5
Kapitola pátá: Odborné semináře v RVC ... 6
Kapitola šestá: Krajská kola ... 7 - 9
Kapitola sedmá: Výsledky hodnocení odborných porot ... 9 - 20
Kapitola osmá: Národní finále ENERSOL 2007 Česká republika 21. - 22. března ... 20 - 25
- první informace, účast delegací ... 20
- druhá informace, sled jednotlivých hostů soutěže ... 22
- třetí informace, volba a losování jednotlivců ... 23
- čtvrtá informace, výsledková listina hlavní kategorie ... 23
- pátá informace, výsledková listina družstev-odborný test ... 24
- šestá informace, výsledková listina družstev samosprávných krajů za odborný test ... 24
- sedmá informace, celková výsledková listina družstev ... 25
- osmá informace, celková výsledková listina vedlejší kategorie ... 25
Kapitola devátá: národní finále - Slovenská republika, 30. 3. ... 26 - 28
Kapitola desátá: mezinárodní finále Česko-Slovensko, 20. - 21. 4. ... 29 - 30
I. pořadí prezentace ... 29
II. Odborný test ... 29
III. Pořadí jednotlivců ... 29
IV. Pořadí zemí - odborný test ... 30
V. Výsledková listina ... 30
II. PŘÍKLADY PREZENTOVANÝCH SOUTĚŽNÍCH PROJEKTŮ
1. Jiří Peroutka, Středočeský kraj - „Geotermální energie“ ... 31 - 41
2. Petr Kříž, Středočeský kraj - „Inteligentní dům“ ... 41 - 47
3. Jan Sládek, Středočeský kraj - „Vodní elektrárna Štěchovice“ ... 48 - 54
4. Renata Průšová a kol., Středočeský kraj - „Tepelná čerpadla“ ... 55 - 67
5. Barbora Dudová, Zlínský kraj - „Větrná elektrárna Hostýn ... 68 - 75
6. Jiří Kadlec, Lukáš Olivík, Zlínský kraj - „Alternativní energie a úspory ... 76 - 84
7. Matěj Žák, Praha - „Zpracování bioplynu ve skladech, Stašov ... 84 - 92
8. Ondřej Kallasch, Praha - „Přečerpávací elektrárna Štěchovice ... 93 - 100
9. Zdeňka Palupová, Jihomoravský kraj - „Vytápění hořčičným semínkem ... 101 - 104
10. Jana Nárožná, Jihomoravský kraj - „Solární panely v padfarmě v Bílé u Jevíčka ... 105 - 110
11. Pavel Hurdálek, Královehradecký kraj - Vytápění rodinných domů ... 110 - 125
12. Michal Hanuš, Norbert Lokuenc, Petra Navrátilová, Pavel Zábranský, Královehradecký kraj - „Realizace větrné elektrárny“ ... 126 - 132
13. Tomáš Kudláček, Pardubický kraj - „Vodní elektrárna Paorty“ ... 133 - 140
14. Milan Jaroš, Olomoucký kraj - „Biomasa a její využití“ ... 141 - 145
15. Rostislav Steiner, Olomoucký kraj - „Využití alternativního zdroje energie na skládce komunálního odpadu Březinka ... 146 - 155
16. Michal Reitter, Pavel Hořava, Olomoucký kraj- „Solární energie“ ... 155 - 159
17. Miroslav Farkaš, Slávek Hudeček, Jakub Tyl, Petr Suchánek, Karlovarský kraj - „Tepelná čerpadla“ ... 159 - 166
18. David Gerneš - Vodní elektrárny v plzeňském regionu jako obnovitelný zdroj el. energie ... 166 - 171
19. Adéla Holá - Drevo a jeho využitie v rodinnom dome - „Kozuby“ ... 171 - 180
20. Miroslav Paluška, Dušan Husár, SOUSE Zlaté Moravce - „Využitie vodnej energie na rieke Žitave“ ... 180 - 186
21. Stanislav Nemčok-FURIŠ, SOU Senica, V. P. Tótha 31 - „Veterný park Cerová“ ... 187 - 193
22. Michal Dekan, SPŠ Myjava- „Fotovoltaika a její využitie v praxi. ... 194 - 201
III. Odborný test ENERSOL 2007 - Mezinárodní finále ... 202 - 209
IV. Odborný test ENERSOL 2007 - Národní finále ČR ... 210 - 216
V. Prohlášení představitelů RVC ... 217 - 218
VI. Obrazová příloha ENERSOL 2007 ... 219 - 224

I. HODNOCENÍ PROCESU ENERSOL 2007

KAPITOLA PRVNÍ
„VYHLÁŠENÍ TŘETÍHO ROČNÍKU ENERSOL 2007“

Ve dnech 2. a 3. května 2006 se konala první celostátní konference „ENERSOL-Podpora vzdělávání obnovitelných zdrojů energie“ Téměř 150 účastníků z 5 krajů ČR, Zlínského, Jihomoravského, Královéhradeckého, Středočeského a hlavního města Prahy a zástupců ze Slovenska, projednalo výsledky druhého ročníku ENERSOL 2006. Na samém závěru konference vyhlásil Mgr. Josef Ležal, představitel Regionálního vzdělávacího centra projektu ENERSOL za Prahu již třetí ročník ENERSOL 2007.

KAPITOLA DRUHÁ
„PRACOVNÍ JEDNÁNÍ RADY PARTNERŮ ENERSOL 2007 NA MINISTERSTVU ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ“

Dne 19. června 2006 se sešlo 21 zástupců RVC a odborných ministerstev na pracovním jednání k organizačnímu a personálnímu zajištění nového ročníku. Byli to: Ing. Jaroslav Mikšík, Ing. Jiří Herodes, Ing. Radovan Kojecký, Ing. Miroslav Dostál (ČEA), Doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D. (MŽP), Doc. Ing. Karel Brož, CSc. (ČVUT) Ing. Václav Červený, Mgr. Josef Ležal, Ing. Miroslav Školoudík, Ing. Josef Machek, Mgr. Jiří Kotouč, Ing. Jaroslav Doskočil, Ing. Jan Kot, Ing. Jaroslav Černý, Marie Vavrušová, RNDr. Miroslav Kadlec (NÚOV), Ing. Jaroslav Kubín (MŽP), Bc. Jan Štrof (MHMP) a Ing. JUDr. Tomáš Novotný (MŽP). Jednání bylo zaměřeno na předlohu Pravidel soutěže, časový rámec, finanční rozpočet a spolupráci s VÚSC a ministerstvy.

KAPITOLA.TŘETÍ
PRACOVNÍ SOUSTŘEDĚNÍ RADY PARTNERŮ, RUSAVA 17. – 19. ČERVENCE 2006, ZLÍNSKÝ KRAJ

Pracovního soustředění se zúčastnili: Ing. Oldřich Klemš, Ing. Miloš Pala, Ing. Jaroslav a Alena Doskočilovi, Mgr. Josef Ležal, Ing. Václav a Ing. Jarmila Červení, Ing. Jiří Houtke, Bohumír Sobotka, Ing. Jiří Herodes, Marie Vavrušová, Ing. Jaroslav Mikšík, Jaromír Sum, Ing. Josef Machek, Ing. Milan Prskavec, Mgr. Jiří Kotouč, Ing. Luboš Kroužílek, Ing. Miroslav Školoudík, Ing. Michaela Šojdrová (PS Parlamentu ČR), Vojtěch Jurčík (statutární náměstek hejtmana ZK), Bc. Jan Štrof (MHMP), Bohumil Škarpich (starosta Rusavy). Vedle projednávání programu ENERSOL 2007, byly uspořádány exkurze na větrnou elektrárnu na sv. Hostýně, na solární systém ohřevu koupaliště Rusava, na systém vytápění 2 tepelnými čerpadly ZŠ Rusava. Byly projednány návrhy Smlouvy o dílo s RVC jednotlivých krajů a marketingová činnost pro spolupráci s dalšími kraji.

KAPITOLA ČTVRTÁ
NÁRODNÍ SEMINÁŘ, KROMĚŘÍŽ, 21. A 22. LISTOPADU 2006

V souladu s Pravidly ENERSOL 2007 se uskutečnil seminář v Muzeu Kroměřížska (21. 11. 2006) a SŠ-COPT – Nábělkova 539, Kroměříž (22. 11. 2006). Na programu byly 2 odborné přednášky ředitele společnosti MAVEL ing. Jana Šípa a jeho technického náměstka ing. Miloše Nečase na témata malých vodních elektráren, přednáška vrchního ředitele MZE Ing. Jiřího Trnky na témata biopaliv a biomasy, Ing. Jiřího Doležela z MPO na témata podpory OZE ze strany Státního programu a strukturálních fondů a ing. Jaroslava Kubína (MŽP) na téma politiky ministerstva životního prostředí k podpoře OZE, jako gestora plnění mezinárodních závazků ČR. Semináře se zúčastnilo 53 zástupců RVC ČR a Slovenska a protagonistů přednášek. Účastníci obdrželi odbornou publikaci „Obnovitelné zdroje energie“ od kolektivu autorů pod vedením doc. Ing. Karla Brože, CSc. a doc. Miroslava Cenka, CSc. a CD romy

s tématikou OZE zpracovanou ing. Matuškou Ph.D. z ČVUT Praha. Národního semináře se m.j. zúčastnili: Ing. Oldřich Klemš, Jan Hajtmar, Ing. Lubomír Hédl, Ing. Jaroslav Doskočil, Ing. Blanka Nevyhoštěná, Alena Doskočilová, PaedDr. Vladimír Šimíček, Ing. Miroslav Plíšek, Mgr. Hana Šperková, MVDr. Věra Pěnčíková, Ing. Josef Machek, Mgr. Josef Ležal, RNDr. Miroslava Křížová, Ing. Jiří Houtke, Ing. Stanislav Kovařík, Ing. Zdeněk Vyšata, Ing. Marcel Gause, Ing. Václav Koranda, Ing. Luboš Kubát, Ing. Iveta Pivovarčíková Ing. Jitka Zahradníková, Mgr. Jiří Kotouč, Mgr. Milan Prskavec, Ing. Jana Křížová, Mgr. Tomáš Kukleta, Ing. Jaroslav Paul, Leoš Stuchlík, Antonín Němeček, Ing. Jindřich Navrátil, Ing. Miroslav Školoudík, Ing. Jiří Švec, RNDr. Miroslav Kučera, Bohumír Sobotka, Mgr. Dana Dorothea Mikulová, Gabriela Keherová, Mgr. Iva Hnátová, Mgr. Eva Brezinová, Mgr. Pavol Paradeiser, Ing. Jiří Smílek, Mgr. František Vejvoda, Miloslav Otýpka, Ing. Jan Žárský, Mgr. Věroslav Vala, Ing. Jiří Trnka, Ing. Jiří Doležel, Ing. Jaroslav Kubín, Ing. Jiří Herodes, Ing. Jaroslav Mikšík, Marie Vavrušová, Mgr. František Vejvoda, Ing. Miloslav Nečas, Ing. Jan Šíp a JUDr. Karel Smíšek. Kromě pedagogů, ředitelů škol, pořadatelů a přednášejících se Národního semináře zúčastnilo 31 žáků kroměřížských středních škol zapojených do vzdělávacího programu ENERSOL 2007.

KAPITOLA PÁTÁ
Odborné semináře pro soutěžící žáky v jednotlivých Regionálních vzdělávacích centrech

1.	**Zlínský kraj,**	**19. prosince 2006**,	SŠ-COPT, Nábělkova 539, Kroměříž, přednášející RNDr. Libor Lenža, ředitel hvězdárny Valašské Meziříčí, **účast 56 žáků, 6 pedagogů**
2.	**Královéhradecký kraj,**	**10. ledna 2007**,	SOŠ a SOU, Hradební 1029, Hradec Králové, přednášející Ing. Josef Machek, ředitel RVC, **účast 38 žáků a 15 pedagogů**
3.	**Karlovarský kraj,**	**9. ledna 2007,**	ISŠ, Obrněné brigády 6, Cheb, přednášející Ing. Jiří Houtke, zástupce ředitele RVC, účast 18 žáků, 6 pedagogů
4.	**Olomoucký kraj,**	**20. prosince 2006,**	SPŠ elektrotech., Generála Svobody 2, Mohelnice, přednášející Ing. Oldřich Klemš, ředitel RVC, **účast 23 žáků, 8 pedagogů**
5.	**Jihomoravský kraj,**	**19. prosince 2006,**	SOŠ a SOU, MŠP, Tyršova 500, Letovice, přednášející Ing. Jaroslav Doskočil, zástupce ředitelky RVC, **účast 38 žáků, 13 pedagogů**
6.	**Plzeňský kraj,**	**21. prosince 2006,**	SOU elektrotechnické, Vejprnická 56, Plzeň, přednášející Ing. Jaroslav Černý, ředitel RVC, **účast 12 žáků, 5 pedagogů**
7.	**Hlavní město Praha,**	**13. prosince 2006,**	SŠ-COPTH, Poděbradská 1/179, Praha, přednášející Ing. Karel Nosek, učitel odborných předmětů, **účast 55 žáků, 21 pedagogů**
8.	**Středočeský kraj,**	**4. ledna 2007,**	ISŠ, Černoleská 1997, Benešov, přednášející Ing. Jan Šíp, ředitel společnosti MAVEL, a.s., **účast 31 žáků, 17 pedagogů**
9.	**Jihočeský kraj,**		SPŠ strojní a stavební, Komenského 1670, Tábor, přednášející Martin Klíma a ing. Marcel Gause, ředitel RVC **účast 63 žáků, 12 pedagogů**

CELKOVÁ ÚČAST NA ODBORNÝCH SEMINÁŘÍCH V ČR: 334 žáků, 113 pedagogů
POŘADÍ PRVNÍCH TŘÍ KRAJŮ PODLE OBSAZENOSTI ODBORNÉHO SEMINÁŘE:

HLAVNÍ MĚSTO PRAHA,	celkem 76 účastníků	1. MÍSTO
JIHOČESKÝ KRAJ,	celkem 75 účastníků	2. MÍSTO
ZLÍNSKÝ KRAJ,	celkem 62 účastníků	3. MÍSTO

10. Slovenská republika, 15. prosince 2006, Súkromá stredná odborná škola Via Humana, Malého 2, 909 01 Skalica,
účast: 15 žáků, 17 pedagogů, 25 hostů a pořadatelů
přednášející: Ing. Zuzana Juríčková, riaditeľka ústavu ŽP a RR Stredoeurópskej VŠ Skalica, Dr. Ing. Kvetoslava Šoltésová CSc., Slovenská energetická agentúra Bratislava

CELKOVÁ ÚČAST NA ODBORNÝCH SEMINÁŘÍCH V ČR a na Slovensku: 349 žáků a 130 pedagogů

KAPITOLA ŠESTÁ
Krajská kola soutěže ENERSOL 2007

1. **Zlínský kraj, 14. února 2007,** Úřad pro zastupování státu ve věcech majetkových, Kroměříž,
   účast 49 žáků, 16 pedagogů a ředitelů škol, celková účast: 95
   Významní hosté: Vojtěch Jurčík, statutární náměstek hejtmana Zlínského kraje pro životní prostředí, Mgr. Josef Slovák, náměstek hejtmana Zlínského kraje pro školství, Mgr. Miloslav Malý, starosta Kroměříže, Mgr. Petr Pavlůsek, vedoucí odboru školství KÚ ZK, Ing. Jiří Vlk, ředitel společnosti VERMOS, RNDr. Jarmila Dupejová, odbor živ. prostředí KÚ ZK, Ing. Miroslav Gajdůšek, odbor školství KÚ ZK, Ing. Petr Vodák, odbor živ. prostředí MěÚ KM, Jaromír Sum, člen WREN, Ing. Jaroslav Mikšík

2. **Královéhradecký kraj, 23. února 2007,** SOŠ a SOU, Hradební 1029, Hradec Králové,
účast 31 žáků a 11 pedagogů, celková účast: 56
Významní hosté: PaedDr. Pavel Janovský, ved. odboru ŠMT KHK, Mgr. Miloš Rojko, odbor ŠMT, Šárka Beránková, paní Šitinová a Jiří Kosina (všichni ČEZ, a.s.), Ladislav Březina (ČEZ Obnovitelné zdroje energie s.r.o.
3. **Karlovarský kraj, 20. února 2007,** Integrovaná střední škola, Obrněné brigády 6, Cheb,
účast 35 žáků, 5 pedagogů, celková účast: 48
Významní hosté: Ing. Kamil Řezníček, člen rady Karlovarského kraje pro školství, Petr Červík, PREMOT, Františkovy Lázně, Ing. Jana Ježková, MěÚ Cheb-odbor ŽP, Petr Nádvorník, (ELČI s.r.o., tepelná čerpadla),
4. **Olomoucký kraj, 16. února. 2007**, SPŠ elektrotech., Generála Svobody 2, Mohelnice,
účast 25 žáků, 12 pedagogů, celková účast: 49
Významní hosté: Ing. Pavel Sekanina, náměstek hejtmana Olomouckého kraje, Bc. Vladimí-ra Janotová, OŠMT KÚ OK, Jiří Vénos, Elzaco spol. s r.o., paní Švecová a Honzáková, OŽP KÚ OK, Petra Hájková, OŠMT KÚ OK
5. **Jihomoravský kraj, 27. února 2007,** SOŠ a SOU, MŠP, Tyršova 500, Letovice,
účast 40 žáků, 15 pedagogů, celková účast: 73
Významní hosté: Ing. Lubomír Šmíd, člen rady JM kraje pro školství, Mgr. Arnošt Drbušek, vedoucí OŠMT Jm kraje,Ing. Bc. Anna Hubáčková, vedoucí odboru ŽP JmK, Mgr. Radek Procházka, starosta města Letovice, Josef Kozák, MATEL, s.r.o., Ing. Zdeněk Vitoul, Eltrans Letovice, s.r.o.
6. **Plzeňský kraj, 21. února 2007,** SOU elektrotechnické, Vejprnická 56, Plzeň,
účast 26 žáků, 14 pedagogů, celková účast: 46
Významní hosté: Doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D., ved. odboru MŽP, JUDr. Jaroslava Havlíč-ková, ved. OŠMT KÚ PLK
7. **Hlavní město Praha, 1.března 2007,** SŠ-COPTH, Poděbradská 1/179, Praha,
účast 39 žáků, 31 pedagogů, celková účast: 105
Významní hosté: Ing. Rut Bízková, náměstkyně ministra pro životní prostředí, Ing. Petr Špir-hanzl, náměstek ministryně školství, Hana Žižková, náměstkyně primátory hl.m. Prahy pro školství, Mgr. Marie Kopečná, MHMP, Ing. Jaroslav Ďoubalík, předseda Elektrotechnického svazu českého, RNDr. Miroslav Kadlec, NÚOV, Antonín Krůta, ATON centrum, s.r.o. Praha, Ing. Michaela Jáglová, NÚOV, Doc. Ing. Karel Brož, CSc., Ing. Jan Jarolím, starosta Prahy 9,
8. **Středočeský kraj, 2. března 2007**, Úřad pro zastupování státu a Radnice města Benešova
účast 25 žáků, 12 pedagogů, celková účast: 76
Významní hosté: Ing. Rút Bízková, náměstkyně ministra pro životní prostředí, Ing. Petr Špir-hanzl, náměstek ministryně školství, Karel Šebek, senátor, Dagmar Nohýnková, náměstkyně hejtmana SČ kraje, Antonín Podzimek, členy rady SČ kraje, Mgr. Radek Coufal (ved. OŠMT), RNDr. Jaroslav Obermajer, Dana Netolická (všichni KÚ SČ kraje), Ing. Petr Němeček, ředitel ÚP Benešov, Ing. Jan Šíp, ředitel a ing. Miloslav Nečas, technický náměstek (oba MAVEL),Ing. Jiří Povolný (ředitel MÁTRA Transport), Jiří Demuth (ÚAMK a.s., Aleš Znamenáček, VEROLD Benešov
9. **Jihočeský kraj, 22. února 2007**, SPŠ strojní a stavební, Komenského 1670, Tábor,
účast 63 žáků, 12 pedagogů, celková účast: 98
Významní hosté: Ing. Martin Mach, ředitel odboru 23 MŠMT, Ing. Eduard Stach (ČVUT FSI), p. Řezáč (Týdeník Palcát), David Peltán (Týdeník Táborsko),Vladimír Mataj, ENVI, s.r.o. Třeboň, Alena Grulichová, NIDV, Č. Budějovice, Ing. Radka Vaníčková, Ph.D., Motor České Budějovice, Ing. Josef Štastný, Energy Centre Č.B., Marek Bláha, IVT Tábor, Hana Šímová a Jiří Moravec, oba OŠMT KÚ Č.B., Vladimír Mátaje, ENVI, s.r.o., Ing. Hana Randová, starostka města Tábora

CELKOVÁ ÚČAST V ČESKÉ REPUBLICE: 333 žáků, 128 pedagogů, celková účast na krajských kolech soutěže v devíti českých krajích byla 646 účastníků, tj. v průměru 72 účastníků na každém krajském kole soutěže.

POŘADÍ PRVNÍCH 3 KRAJŮ ČESKÉ REPUBLUIKY PODLE OBSAZENOSTI KRAJSKÉHO KOLA:

HLAVNÍ MĚSTO PRAHA	celkem	105 účastníků	1. MÍSTO
JIHOČESKÝ KRAJ	celkem	98 účastníků	2. MÍSTO
ZLÍNSKÝ KRAJ	celkem	95 účastníků	3. MÍSTO

Slovenská republika, 30. března 2007, Mesto Skalica, Námestie Slobody 10, MÚ
účast 14 žáků, 19 učitelů a ředitelů škol, 12 pořadatelů a hostů. Soutěž se na Slovensku konala pod záštitou primátora města Skalice poslance Parlamentu SR, Ing. Stanislava Chovance
Významní hosté: Ján Londák, EP Group, s.r.o., Eva Valachovičová, KŠÚ Trnava, Juraj Plesník, MK Kodreja, s.r.o. Myjava, Karol Havelka, Mesto Skalica, Ing. Stanislav Chovanec, primátor Skalica

CELKOVÁ ÚČAST NA KRAJSKÝCH KOLECH V ČR a na Slovensku: 347 žáků a 147 učitelů a s celkovou účastí, včetně významných hostů, 691 účastníků.

KAPITOLA SEDMÁ
Výsledky hodnocení odborných porot
Ustanovení reprezentačních družstev samosprávných krajů

1. ZLÍNSKÝ KRAJ

1. místo **Barbora Dudová** téma práce: Větrná elektrárna Hostýn
Střední odborná škola PaedDr. Jaromíra Stratila, s.r.o. Holešov
2. místo **Jiří Kadlec, Dušan Olivík,** téma práce: Alternativní zdroje a úspora energie
Střední škola – COPT, Nábělkova 539, Kroměříž
3. místo **Jan Lukáš** téma práce: Využití solárních panelů a tepelných čerpadel
na ohřev bazénové vody, Střední průmyslová škola stavební,
Valašské Meziříčí
4. místo **Michal Slivečka, Jan Harapát** téma práce: Ekonomické srovnání dvou odlišných domů,
Střední průmyslová škola Uherské Hradiště
5. místo **Jan Krajča** téma práce: Sluneční energie a její využití solárními kolektory,
Střední odborná škola Otrokovice
6. místo **Lucie Soukupová, Ondřej Albrecht** téma práce: Využití skládkového plynu na skládce Suchý důl
a bioplynu v ČOV Zlín-Malenovice, Střední průmyslová škola Zlín

Krajské kolo ENERSOL 2007 Zlínského kraje

2. KRÁLOVÉHRADECKÝ A PARDUBICKÝ KRAJ

1. místo **Pavel Hurdálek** téma práce: Vytápění rodinných domů Gymnázium J. K. Tyla, Hradec Králové

2. místo **Michal Hanuš, Norbert Lokvenc, Petra Navrátilová, Pavel Zákravský**
téma práce: Realizace větrné elektrárny, Střední průmyslová škola, Hostovského 910, Hronov

3. místo **Tomáš Kudláček,** téma práce: Vodní elektrárna Padrty, Střední odborná škola elektrotechnická a strojní a SOU, Do Nového 1131, Pardubice

4. místo **Lucie Němečková, Michal Faltys, Kateřina Vosáhlová**
téma práce: Sluneční energie, Střední průmyslová škola stavební, Pospíšilova 787, Hradec Králové

5. místo **Martin Komárek** téma práce: Zpracování rostlinných produktů pro vytápění, SOŠ a SOU, Hradební 1029, Hradec Králové

6. místo **Radek Kutil** téma práce: Vodní elektrárna Světlá nad Sázavou
SOŠ elektrotechnická a strojní a SOU, Do Nového 1131, Pardubice

Kolektiv soutěžících, koordinátorů a zástupců škol ENERSOL 2007 Královéhradeckého a Pardubického kraje

3. STŘEDOČESKÝ KRAJ

1. místo **Jiří Peroutka**	téma práce: Geotermální energie, Integrovaná střední škola technická Benešov, Černoleská 1997
2. místo **Renata Průšová a kolektiv**	téma práce: Vytápění rodinného domu tepelným čerpadlem, Střední odborná škola Benešov, Černoleská 1997
3. místo **Jan Sládek**	téma práce: Vodní elektrárny Štěchovice, Gymnázium Benešov, Husova 470
4. místo **Tomáš Vlach**	téma práce: Tepelná čerpadla,Gymnázium Benešov, Husova 470
5. místo **Petr Vrzal**	téma práce: Malá vodní elektrárna Klecany, Integrovaná střední škola technická Benešov, Černoleská 1997
6. místo **Petr Kříž**	téma práce: Inteligentní dům, ISŠT Benešov, Černoleská 1997

Obě fotografie zachycují atmosféru z krajského kola Středočeského kraje, Benešov

4. HLAVNÍ MĚSTO PRAHA

1. místo **Matěj Žák** téma práce: Zpracování bioplynu ze skládky Stašov Gymnázium Jana Nerudy, Komenského 9, Praha 3

2. místo **Ondřej Kallasch** téma práce: Vodní dílo Štěchovice, Střední průmyslová škola Na Proseku, Novoborská 2, Praha 9

3. místo Zuzana **Wrobelová** téma práce: Malá vodní elektrárna Libčice – Dolany Vyšší odborná škola zdravotní a Střední zdravotní škola, ulice 5. května 51, Praha 4

4. místo **Martin Vlach** téma práce: Tepelná čerpadla, Gymnázium Nad Štolou 1, Praha 7

5. místo **Martin Janovský** téma práce: Produkce bioplynu na skládce Chabry Střední průmyslová škola Na Proseku, Novoborská 2, Praha

6. místo **Miroslav Veselovský** téma práce: Vodní elektrárna Přeborovice, Střední průmyslová škola dopravní, a.s., Plzeňská 102, Praha 5

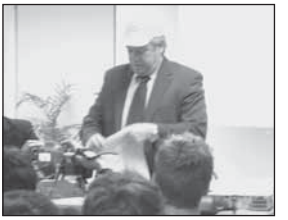
5. JIHOMORAVSKÝ KRAJ

1. místo **Zdeňka Palupová**	téma práce: Vytápění hořčičným semínkem, Střední odborná škola a SOU-MŠP Letovice
2. místo **Jana Nárožná**	téma práce: Solární panely, SOŠ a SOU – MŠP Letovice
3. místo **David Bříza**	téma práce: Alternativní zdroje energie, Střední škola informatiky a spojů, Brno, Čichnova 23
4. místo **Adam Rolný**	téma práce: Využití vody a její energie,SOŠ a SOU – MŠP Letovice
5. místo **Lucie Janderová a kol.**	téma práce: Využití vodní elektrárny člověkem. Větrné elektrárny, SOŠ a SOU – MŠP Letovice
6. místo **Renáta Jelínková**	téma práce: Solární vytápění domů, Odborné učiliště a Praktická škola Brno, Lomená 44

Krajské kolo projektu ENERSOL 2007 Jihomoravského kraje, Letovice

6. OLOMOUCKÝ KRAJ

1. místo **Milan Jaroš**	téma práce: Biomasa a její využití, S třední průmyslová škola elektrotechnická Mohelnice, Gen. Svobody 2
2. místo **Rostislav Steiner**	téma práce: Využití alternativního zdroje energie na skládce komunálního odpadu Březinka, SPŠE Mohelnice, Gen. Svobody 2
3. místo **Michal Reitter a Pavel Hořava**	téma práce: Solární energie, CMG Prostějov, Komenského 1592/17
4. místo **Josef Zapletal**	téma práce: Využívání OZE v Pravoslavné akademii Vilémov, Střední škola technická Mohelnice, 1. máje 2
5. místo **Jan Bősser a Lukáš Teocharis**	téma práce: Malá vodní a větrná elektrárna, Střední odborná škola a SOU Jeseník, Dukelská 1240/24
6. místo **Zdeněk Horák a Jakub Čanda**	téma práce: Obnovitelné zdroje energie, Větrná elektrárna Hostýn, Střední odborná škola a SOU technické Přerov, Kouřílkova 8



Krajské kolo ENERSOL 2007 Olomouckého kraje, Mohelnice

7. KARLOVARSKÝ KRAJ

1. místo **Lukáš Harbist, Lucie Fodorová, Ladislav Kolouch a Pavla Koukalová**
   téma práce: Větrná elektrárna
2. místo **Petr Beránek, Otto Hofmann, Jiří Kurucz, Pavel Melč, Petr Zedník, Nguyen Hung Son**
   téma práce: Malé vodní elektrárny
3. místo **Tereza Králová, Marcela Šimonová a Marie Václavíková**
   téma práce: Zkvašování obilí
4. místo **Romana Hršelová, Lucie Bandryová, Artur Mitnický, Nikola Poláková**
   téma práce: Bionafta
5. místo **Slávek Hudeček, Jakub Tyl, Miroslav Farkaš, Petr Suchánek**
   téma práce: Tepelná čerpadla
   Integrovaná střední škola Cheb, Obrněné brigády 6
   (všechny práce)

Soutěžící projektu ENERSOL 2007 Karlovarského kraje

8. PLZEŇSKÝ KRAJ

1. místo **Josef Kreuzmann,**	téma práce: Obnovitelné zdroje energie Střední odborné učiliště elektrotechnické, Vejprnická 56, Plzeň
2. místo **David Gerneš**	téma práce: Vodní elektrárny v regionu jako OZE Integrovaná střední škola Stod, Plzeňská 322, Stod
3. místo **Barbora Přibáňová**	téma práce: Obnovitelné zdroje energie Střední průmyslová škola dopravní, Karlovarská 99, Plzeň
4. místo **Petr Kačala**	téma práce: Větrné elektrárny a jejich využití jako obnovitelné zdroje energie ISŠ Stod, Plzeňská 322, Stod
5. místo **Marek Myška**	téma práce: Vliv OZE na urbanistické studie v regionu ISŠ Stod, Plzeňská 322, Stod
6. místo **Josef Malý**	téma práce: Malé vodní elektrárny Střední odborné učiliště Horní Bříza, U Klubu 302

Krajské kolo ENERSOL 2007, Plzeňský kraj

9. JIHOČESKÝ KRAJ

1. místo **Zdenka Průšová** téma práce: Soukromý zemědělec a alternativní zdroje energie,
2. místo **Petr Brožovský, Tomáš Fořt a Miroslav Anděl**
téma práce: Solární ohřev teplé užitkové vody v podmínkách školy a Domova mládeže
3. místo **Ondřej Fuka** téma práce: Malá vodní elektrárna Dobronice
4. místo **Ondřej Mrzena** téma práce: Solární panely v Řepči
5. místo **Hana Kotková** téma práce: Bioplyn z kejdy – zdroj elektrické energie
6. místo **Jan Vojtíšek** téma práce: Využití solární energie v rodinném domě

Krajské kolo ENERSOL 2007 Jihočeského kraje

10. SLOVENSKÁ REPUBLIKA

1. místo **Miroslav Paluška, Dušan Husár**	téma práce: Využitie vodnej energie na reke Žitave, SOU Zlaté Moravce
2. místo **Michal Dekan**	téma práce: Fotovoltaika a jej využiti v praxi Stredná primeslová škola Myjava
3. místo **Adela Hollá**	téma práce: Kozuby, Gymnázium Skalica
4. místo **Martin Drábek**	téma práce: Možnosti využitia malej vodnej elektrárne Stredné odborné učilište Gbely
5. místo **Peter Stachovič**	téma práce: Využitie solárneho kolektora v rodinnom dome
6. místo **Ladislav Suchánek**	téma práce: Solárny automobil, Stredné odborné učilište Istebné

KAPITOLA OSMÁ

Národní finále ENERSOL 2007 – ČESKÁ REPUBLIKA, 21. – 22. března, SUDICKÝ DVŮR u Boskovic

První informace – účast delegací:

1. Olomoucký kraj	6 studentů, 8 pedagogický doprovod host: Bc. Vladimíra Janotová, OŠMT KÚ OK
2. Plzeňský kraj	6 studentů, 7 pedagogický doprovod
3. Zlínský kraj	8 studentů, 6 pedagogický doprovod host: Vojtěch Jurčík, náměstek hejtmana ZK
4. Hlavní město Praha	7 studentů, 6 pedagogický doprovod host: PaedDr. Miloslav Holakovský, OŠMT MHMP

5. Královéhradecký kraj	6 studentů, 6 pedagogický doprovod
6. Středočeský kraj	8 studentů, 8 pedagogický doprovod hosté: Karel Šebek, senátor, Ing. Vilém Žák, náměstek hejtmana SČ kraje pro životní prostředí, RNDr. Jaroslav Obermajer, ved. odd. ŽP SČ kraje, Ing. Miloslav Nečas, tech. náměstek MAVEL
7. Karlovarský kraj	4 soutěžící, 2 pedagogický doprovod host: Ing. Luboš Orálek, člen rady KVK pro ŽP
8. Jihočeský kraj	9 studentů, 3 pedagogický doprovod
9. Jihomoravský kraj	10 studentů, 10 pedagogický doprovod, hosté: Ing. Lubomír Šmíd, člen rady JMK pro školství, Mgr. Arnošt Drbušek, ved. OŠMT JMK Mgr. Radek Procházka, starosta města Letovice, Ing. Radek Zemánek, ved. OŽP Letovic, Zdeněk Zavadil, ČBE a.s. Blansko, Ing. Jaroslav Dohnálek, starosta Boskovic a další

Zástupce ČVUT, fa strojní Ústav techniky prostředí: Doc. Ing. Karel Brož, CSc, vedoucí ústavu
Zástupce Ministerstva životního prostředí: Doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D, ředitel odbor
Pořadatelé: Ing. Jaroslav Mikšík, Ing. Jiří Herodes, Marie Vavrušová, Petra Klechová, Ing. Radovan Kojecký

Celková účast studentů, pedagogů, ředitelů škol, hostů a pořadatelů: 157 delegátů Národního finále ENERSOL 2007

Druhá informace
SLED JEDNOTLIVÝCH KROKŮ SOUTĚŽE:

USTANOVENÍ ŘÍDÍCÍHO VÝBORU:

1. Předseda		**Ing. Jiří Herodes**
2. Místopředseda:		**Ing. Jaroslav Doskočil**
3. Středisko výpočtů,	**vedoucí:**	**Ing. Jaroslav Mikšík**
	členové:	**Ing. Radovan Kojecký**
		Petr Kříž, Středočeský kraj
		Vít Kavka, Karlovarský kraj
		Josef Cipra, hlavní město Praha

USTANOVENÍ ODBORNÉ POROTY PRO HLAVNÍ KATEGORII:

1. Doc. Ing. Karel Brož, CSc, ČVUT Praha
2. Doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D., MŽP
3. Ing. Petr Pobořil, Zlínský kraj
4. Bc. Vladimíra Janotová, Olomoucký kraj
5. Ing. Lubomír Šmíd, Jihomoravský kraj
6. Karel Šebek, Středočeský kraj
7. PaedDr. Miloslav Holakovský, hlavní město Praha
8. Ing. Luboš Orálek, Karlovarský kraj
9. Ing. Jaroslav Černý, Plzeňský kraj
10. Ing. Marcel Gause, Jihočeský kraj

USTANOVENÍ ODBORNÉ POROTY PRO VEDLEJŠÍ KATEGORII:

1. JUDr. Sylvie Ducháčková, Jihomoravský kraj
2. Barbora Dudová, Zlínský kraj
3. Milan Jaroš, Olomoucký kraj
4. Zdeňka Palupová, Jihomoravský kraj
5. Jiří Peroutka, Středočeský kraj
6. Matěj Žák, hlavní město Praha
7. Miroslav Farka, Karlovarský kraj
8. Josef Kreuzmann, Plzeňský kraj
9. Zdenka Průšová, Jihočeský kraj
10. Pavel Hurdálek, Královéhradecký kraj

Třetí informace:
VOLBA A LOSOVÁNÍ REPREZENTANTŮ KRAJŮ K PREZENTACI SOUTĚŽNÍCH PROJEKTŮ

1. ZLÍNSKÝ KRAJ	**Barbora Dudová, Jiří Kadlec**
2. OLOMOUCKÝ KRAJ	**Milan Jaroš, Rostislav Steiner**
3. JIHOMORAVSKÝ KRAJ	**Zdenka Palupová, David Bříza**
4. STŘEDOČESKÝ KRAJ	**Jiří Peroutka, Renata Průšová**
5. HLAVNÍ MĚSTO PRAHA	**Matěj Žák, Ondřej Kallasch**
6. KARLOVARSKÝ KRAJ	**Miroslav Farka, Pavel Stryal**
7. PLZEŇSKÝ KRAJ	**Josef Kreuzmann, Barbora Přibáňová**
8. JIHOČESKÝ KRAJ	**Zdenka Průšová, Ondřej Fuka**
9. KRÁLOVÉHRADECKÝ KRAJ	**Pavel Hurdálek, Lucie Němečková**

Čtvrtá informace:
VÝSLEDKOVÁ LISTINA JEDNOTLIVCŮ - HLAVNÍ KATEGORIE

1. MÍSTO	**ZDEŇKA PALUPOVÁ**, JIHOMORAVSKÝ KRAJ	Ø 329 BODŮ
2. MÍSTO	**JIŘÍ PEROUTKA**, STŘEDOČESKÝ KRAJ	Ø 325 BODŮ
3. MÍSTO	**ZDENKA PRŮŠOVÁ**, JIHOČESKÝ KRAJ	Ø 323 BODŮ

4. MÍSTO	**ONDŘEJ FUKA**, JIHOČESKÝ KRAJ	Ø 304 BODŮ
5. MÍSTO	**MATĚJ ŽÁK**, HLAVNÍ MĚSTO PRAHA	Ø 299 BODŮ
6. MÍSTO	**BARBORA DUDOVÁ**, ZLÍNSKÝ KRAJ	Ø 298 BODŮ
7. MÍSTO	**ROSTISLAV STEINER**, OLOMOUCKÝ KRAJ	Ø 285 BODŮ
8. MÍSTO	**JIŘÍ KADLEC,** ZLÍNSKÝ KRAJ	Ø 279 BODŮ
9. MÍSTO	**LUCIE NĚMEČKOVÁ**, ZLÍNSKÝ KRAJ	Ø 274 BODŮ
10. MÍSTO	**PAVEL HURDÁLEK**, KRÁLOVÉHRADECKÝ KRAJ	Ø 272 BODŮ
11. MÍSTO	**MILAN JAROŠ**, OLOMOUCKÝ KRAJ	Ø 270 BODŮ
12. MÍSTO	**ONDŘEJ KALLASCH**, HLAVNÍ MĚSTO PRAHA	Ø 265 BODŮ
13. MÍSTO	**RENATA PRŮŠOVÁ**, STŘEDOČESKÝ KRAJ	Ø 251 BODŮ
14. MÍSTO	**MIROSLAV FARKA**Š, KARLOVARSKÝ KRAJ	Ø 249 BODŮ
15. MÍSTO	**DAVID BŘÍZA**, JIHOMORAVSKÝ KRAJ	Ø 246 BODŮ
16. MÍSTO	**JOSEF KREUZMANN**, PLZEŇSKÝ KRAJ	Ø 245 BODŮ
17. MÍSTO	**JANA CHARVÁTOVÁ**, PLZEŇSKÝ KRAJ	Ø 224 BODŮ
18. MÍSTO	**PAVEL STRYAL**, KARLOVARSKÝ KRAJ	Ø 212 BODŮ

Pátá informace:
VÝSLEDKOVÁ LISTINA DRUŽSTEV SAMOSPRÁVNÝCH KRAJŮ ZA PREZENTACI

1. MÍSTO	**JIHOČESKÝ KRAJ**	PŘIDĚLENO 50 BODŮ
2. MÍSTO	**ZLÍNSKÝ KRAJ**	PŘIDĚLENO 45 BODŮ
3. MÍSTO	**STŘEDOČESKÝ KRAJ**	PŘIDĚLENO 40 BODŮ
4. MÍSTO	**JIHOMORAVSKÝ KRAJ**	PŘIDĚLENO 35 BODŮ
5. MÍSTO	**HLAVNÍ MĚSTO PRAHA**	PŘIDĚLENO 30 BODŮ
6. MÍSTO	**OLOMOUCKÝ KRAJ**	PŘIDĚLENO 25 BODŮ
7. MÍSTO	**KRÁLOVÉHRADECKÝ KRAJ**	PŘIDĚLENO 20 BODŮ
8. MÍSTO	**PLZEŇSKÝ KRAJ**	PŘIDĚLENO 15 BODŮ
9. MÍSTO	**KARLOVARSKÝ KRAJ**	PŘIDĚLENO 10 BODŮ

Šestá informace:
VÝSLEDKOVÁ LISTINA DRUŽSTEV SAMOSPRÁVNÝCH KRAJŮ ZA ODBORNÝ TEST

1. MÍSTO	**KRÁLOVÉHRADECKÝ KRAJ**	Ø POČ.BODŮ 66	PŘIDĚLENO 50 BODŮ
2. MÍSTO	**OLOMOUCKÝ KRAJ**	Ø POČ.BODŮ 52	PŘIDĚLENO 45 BODŮ
3. MÍSTO	**STŘEDOČESKÝ KRAJ**	Ø POČ.BODŮ 46	PŘIDĚLENO 40 BODŮ
4. MÍSTO	**JIHOMORAVSKÝ KRAJ**	Ø POČ. BODŮ 45	PŘIDĚLENO 35 BODŮ
4. MÍSTO	**JIHOČESKÝ KRAJ**	Ø POČ.BODŮ 45	PŘIDĚLENO 35 BODŮ
5. MÍSTO	**ZLÍNSKÝ KRAJ**	Ø POČ.BODŮ 44	PŘIDĚLENO 30 BODŮ
6. MÍSTO	**HLAVNÍ MĚSTO PRAHA**	Ø POČ.BODŮ 43	PŘIDĚLENO 25 BODŮ
7. MÍSTO	**KARLOVARSKÝ KRAJ**	Ø POČ.BODŮ 42	PŘIDĚLENO 20 BODŮ
8. MÍSTO	**PLZEŇSKÝ KRAJ**	Ø POČ.BODŮ 41	PŘIDĚLENO 15 BODŮ

Sedmá informace:
CELKOVÁ VÝSLEDKOVÁ LISTINA DRUŽSTEV SAMOSPRÁVNÝCH KRAJŮ

HLAVNÍ KATEGORIE SOUTĚŽE ENERSOL 2007 „JAK ŽÁCI A STUDENTI HODNOTÍ VYUŽÍVÁNÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE VE SVÉM OKOLÍ“

1. MÍSTO	**JIHOČESKÝ KRAJ**	**PŘIDĚLENO**	**85 BODŮ**
2. MÍSTO	**STŘEDOČESKÝ KRAJ**	PŘIDĚLENO	80 BODŮ
3. MÍSTO	**ZLÍNSKÝ KRAJ**	PŘIDĚLENO	75 BODŮ
4. MÍSTO	**JIHOMORAVSKÝ KRAJ**	PŘIDĚLENO	70 BODŮ
4. MÍSTO	**OLOMOUCKÝ KRAJ**	PŘIDĚLENO	70 BODŮ
5. MÍSTO	**HLAVNÍ MĚSTO PRAHA**	PŘIDĚLENO	55 BODŮ
6. MÍSTO	**KARLOVARSKÝ KRAJ**	PŘIDĚLENO	30 BODŮ
6. MÍSTO	**PLZEŇSKÝ KRAJ**	PŘIDĚLENO	30 BODŮ

Vítězné družstvo Jihočeského kraje

Osmá informace:
CELKOVÁ VÝSLEDKOVÁ LISTINA VEDLEJŠÍ KATEGORIE SOUTĚŽE ENERSOL 2007

1. MÍSTO	**PAVLÍNA KOSMÁKOVÁ, JIHOMORAVSKÝ KRAJ**	TÉMA PRÁCE: „Hrozba jaderné elektrárny“
2. MÍSTO	**MARTIN JANOUŠEK, HLAVNÍ MĚSTO PRAHA**	TÉMA PRÁCE: „Balada o obtížné adaptaci solárních panelů“
3. MÍSTO	**JOSEF MALÝ, PLZEŇSKÝ KRAJ**	TÉMA PRÁCE: „Větrný mlýn“ - keramika
3. MÍSTO	**TEREZA MŮLLEROVÁ, JIHOČESKÝ KRAJ**	TÉMA PRÁCE: „Vliv životního prostředí na lidský organismus“
4. MÍSTO	**MICHAL STRUŽSKÝ, STŘEDOČESKÝ KRAJ**	TÉMA PRÁCE: „Jaké si zvolíte prostředí“
MIMO SOUTĚŽ SVÉ PROJEKTY PREZENTOVALY:		STUDENTKY PEDAGOGICKÉ ŠKOLY BOSKOVICE NA TÉMA: „Síla větru, vzdělávací program pro děti předškolního věku“

ZDENĚK FRANZ, AUTOR HYMNY „ENERSOLSONG“

KAPITOLA DEVÁTÁ
Národní finále ENERSOL 2007 – SLOVENSKÁ REPUBLIKA
30. března, Slobodné královské mesto SKALICA

SLED JEDNOTLIVÝCH KROKŮ SOUTĚŽE:

1. Složení odborné poroty

RNDr. František Róth, odborný učitel, súkromá škola Via Humana, Skalica
Mgr. Pavol Paradeiser, zástupca riaditeľa, SOU Senica
Mgr. Iva Hnáthová, učitelka odborných predmetov, gymnázium Skalica
Ing. Ján Mlčoch, Vysoká škola technická Bratislava, specializácia životné prostredie
Ing. Zuzana Juríčková, pedagóžka Vysokej súkromnej školy Skalica so zameraním na životné prostredie
Mgr. Tomáš Mikula, asistent riaditeľky súkromnej školy Humanus Via

Odborná porota pracovala 16. marca 2007, zhodnotila 11 najlepších prác

2. Zapojené školy a adresár súťažných prác

2.1. Stredná priemyslová škola Myjava, ul. SNP 413/8, 907 01 Myjava

Riaditeľ školy: Ing. Milan Zeman
Konzultant: Ing. Andrej Duga
Riešiteľ: Michal Dekan
téma práce: Fotovoltaika a její využití

2.2. Súkromá stredná odborná škola VIA HUMANA, ul. Malého 2, 909 01 Skalica

Riaditeľka školy: Mgr. Dana Dorothea Mikulová
Konzultant: Mgr. Kubica Sadloňová
Riešiteľ: Hana Švrčková
téma práce: Environmentálne správanie sa spotrebiteľa na trhu
Konzultant: Mgr. Kubica Sadloňová
Riešiteľ: Rudolf Meger
téma práce: Obnovitelné zdroje energie so zameraním na slnečnú energiu

2.3. Stredná zdravotná škola Skalica

Riaditeľ: Mgr. Emília Potúčková
Koordinátor: Mgr. Ludmila Bábiková
Riešiteľ: Tomáš Malík
téma práce: Obnovitelné zdroje energie

2.4. Stredné odborné učilište Istebné, Hrádek 226, 027 53 Istebné

Riaditeľ: Ing. Ján Mločík
Konzultant: Ing. Milan Čellár
Riešiteľ: Ladislav Suchánek
téma práce: Solárny automobil

2.5. Stredné odborné učilište Senica, Viliama Paulinyho Rotha 31, 905 01 Senica

Riaditeľ: Mgr. Roman Šedivý
Konzultant: Mgr. Pavol Paradeiser
Riešiteľ: Stanislav Němčok – Furiš
téma práce: Veterný park Senica
Riešiteľ: Petra Uvačíková
téma práce: Tepeľné čerpadlá, firmy v SR
Riešiteľ: Katka Kubincová, Hanka Vávrová
téma práce: Solárna energia vo VTSÚ Záhorie a energetická bilancia VTSÚ po zavedení solárnych panelov

2.6. Stredné odborné učilište strojárske a elektronické Zlaté Moravce, 1. mája 22, 953 01,

Riaditeľ: Ing. Pavel Kocian
Koordinátor: Mgr. Dušan Husár
Riešiteľ: Miroslav Paluška, Dušan Husár
téma práce: Využitie vodné energie na reke Žltave

2.7 Stredné odborné učilište elektrotechnické Gbely, Učňovská 700, 908 45 Gbely

Riaditeľ: Ing. Miroslav Mihál
Koordinátor: Ing. Marián Špaček
Riešiteľ: Petr Stachovi
téma práce: Využití solárneho kolektora v rodinom dome
Riešiteľ: Marián Drábek
téma práce: Možnosti využitia malej vodnej elektrárne
Riešiteľ: Petr Tomík
téma práce: Návrh veterného parku v Skalici

2.8. Stredné odborné učilište elektrotechnické Trnava

Riaditeľ: Ing. Krivošík
Koordinátor: Ing. Peter Stano
Riešiteľ: Martin Čambál
téma práce: slnečné kolektory

3. Výsledková listina národného finále SR, zloženie reprezentačného družstva Slovenska

1. miesto **Michal Dekan**	téma práce: Fotovoltaika a jej využiti v praxi Stredná priemyslová škola Myjava, ul. SNP 413/8, 907 01 Myjava	101 b.
2. miesto **Miroslav Paluška a Dušan Husár**		
	téma práce: Využitie vodnej energie na reke Žitave Stredné odborné učilište Zlaté Moravce	99 b.
3. miesto **Adela Holá**	téma práce: Využiti dreva v RD, kozuby Gymnázium Skalica	95 b.
4. miesto **Peter Stachovič**	téma práce: Využitie solárneho kolektora v RD Stredné odborné učilište Senica	87 b.

5. miesto **Petra Uváčiková, Lucia Ožvoldíková**	téma práce: Tepeľné čerpadlá Stredné odborné učilište Senica	82 b.
6. miesto **Ladislav Suchánek**	téma práce: Solárny automobil Stredné odborné učilište Istebné	76 b.
7. miesto **Martin Drábek**	téma práce: Možnosti využitia malej vodném elektrárne Stredné odborné učilište Gbely	75 b.
8. miesto **Rudolf Keher**	téma práce: OZE so zameraním na slnečnú energiu SSPŠ VIA HUMANA SKALICA	68 b.
8. miesto **Katka Kubincová, Hanka Vávrová**	téma práce: Solárna energia vo VTSÚ Záhorie Stredné odborné učilište Senica	68 b.
8. miesto **Martin Čambál, Tomáš Dorič**	téma práce: Solárna energia Stredné odborné učilište elektrotechnické Trnava	68 b.
9. miesto **Stanislav Nemčok-Furiš**	téma práce: Veterný park Senica Stredné odborné učilište Senica	63 b.
9. miesto **Tomáš Malík**	téma práce: Obnovitelné zdroje energie Stredná zdravotnícka škola Skalica	63 b.
10 miesto **Petr Tomík**	téma práce: Návrh veterného parku Skalica Stredné odborné učilište Gbely	52 b.

Mimo súťaž: Hana Švrčková, SSOŠ VIA HUMANA, Environmentálne správanie spotrebiteľa

Predseda riadiaceho výboru: Mgr. Pavol Paradeiser
členovia: Mgr. Dana Dorothea Mikulová
Mgr. Roman Šedivý
Ing. Milan Zeman

KAPITOLA DESÁTÁ
Mezinárodní finále ENERSOL 2007, ČESKO VERSUS SLOVENSKO
20. dubna 2007, Olomouc, Střední škola polytechnická, Roosveltova

SLED JEDNOTLIVÝCH KROKŮ SOUTĚŽE:
USTANOVENÍ ŘÍDÍCÍHO VÝBORU:

1. Předseda	**Ing. Jiří Herodes**
2. Středisko výpočtů	**Ing. Jaroslav Mikšík**
	Ing. Radovan Kojecký

USTANOVENÍ ODBORNÉ POROTY PRO HODNOCENÍ PREZENTACE SOUTĚŽNÍCH PROJEKTŮ:

1. KAREL ŠEBEK,	senátor, Středočeský kraj
2. ING. RUT BÍZKOVÁ,	náměstkyně ministra pro životní prostředí
3. ING. JIŘÍ DOLEŽEL,	odbor elektroenergetiky, Ministerstvo průmyslu a obchodu
4. ING. MAREK SVĚTLÍK,	ved. odd. obnovitelných zdrojů energie, Ministerstvo zemědělství
5. ING. PETR HUSNÍK,	odbor 23, Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy
6. MGR. IVANA KLČOVÁ,	prednostka, Krajský školský úrad v Trnave, Slovensko

I. PREZENTACE SOUTĚŽNÍCH PROJEKTŮ – VÝSLEDNÉ POŘADÍ:

1. MÍSTO: ZDENKA PALUPOVÁ	ČESKÁ REPUBLIKA, JIHOMORAVSKÝ KRAJ TÉMA PROJEKTU: Vytápění hořčičným semínkem	VÁŽENÝ Ø 232 B.
2. MÍSTO: MICHAL DEKAN	SLOVENSKÁ REPUBLIKA, TRNAVSKÝ KRAJ TÉMA PROJEKTU: Fotovoltaika	VÁŽENÝ Ø 215 B.

II. ODBORNÝ TEST:
REPREZENTAČNÍ DRUŽSTVA OBOU ZEMÍ:
SLOVENSKÁ REPUBLIKA:
1. Peter STACHOVIČ, 2. Martin DRÁBEK, 3. Petra UVÁČIKOVÁ,
4. Jan KITAŠ, 5. Michal DEKAN, 6. Dušan HUSÁR, 7. Rudolf KEHER, 8. Miroslav PALUŠKA, 9.Martin ČAMBÁL

ČESKÁ REPUBLIKA:
1. Rostislav STEINER, 2. Barbora DUDOVÁ, 3. Zdeňka PALUPOVÁ, 4. Vlastimil HEŘMÁNEK, 5. Matěj ŽÁK, 6. Zdenka PRŮŠOVÁ, 7. Josef KREUZMANN, 8. Jiří PEROUTKA, 9. Petra NAVRÁTILOVÁ

III. ODBORNÝ TEST – VÝSLEDNÉ POŘADÍ JEDNOTLIVCŮ:

1. MÍSTO:	**Rostislav STEINER, ČR**	POČET BODŮ 185
2. MÍSTO:	**Barbora DUDOVÁ, ČR**	POČET BODŮ 180
	Vlastimil HEŘMÁNEK, ČR	POČET BODŮ 180
	Zdenka PRŮŠOVÁ, ČR	POČET BODŮ 180
	Petra NAVRÁTILOVÁ, ČR	POČET BODŮ 180
	Josef KREUZMANN, ČR	POČET BODŮ 180

3. MÍSTO	**Zdeňka PALUPOVÁ, ČR**	POČET BODŮ 175
	Jiří PEROUTKA, ČR	POČET BODŮ 175
4. MÍSTO	**Martin ČAMBÁL, SR**	POČET BODŮ 170
5. MÍSTO	**Peter STACHOVIČ, SR**	POČET BODŮ 160
	Michal DEKAN, SR	POČET BODŮ 160
	Rudolf KENER, SR	POČET BODŮ 160
	MATĚJ ŽÁK, ČR	POČET BODŮ 160
6. MÍSTO	**Petra UVÁČIKOVÁ, SR**	POČET BODŮ 155
	Jan KITAŠ, SR	POČET BODŮ 155
7. MÍSTO	**Martin DRÁBEK, SR**	POČET BODŮ 150
	Dušan HUSÁR, SR	POČET BODŮ 150
	Miroslav PALUŠKA, SR	POČET BODŮ 150

IV. ODBORNÝ TEST – VÝSLEDNÉ POŘADÍ ZEMÍ:

1. MÍSTO	**ČESKÁ REPUBLIKA**	POČET BODŮ 1 595	
			PRŮMĚRNÝ POČET BODŮ NA 1 SOUTĚŽÍCÍHO 177
2. MÍSTO	**SLOVENSKÁ REPUBLIKA**	POČET BODŮ 1 410	PRŮMĚRNÝ POČET BODŮ NA 1 SOUTĚŽÍCÍHO 157

V. VÝSLEDKOVÁ LISTINA SOUTĚŽE ENERSOL 2007, ČESKO:SLOVENSKO OLOMOUC, PÁTEK 20. DUBNA 2007

1. místo	**ČESKÁ REPUBLIKA**	POČET BODŮ 409
2. místo	**SLOVENSKÁ REPUBLIKA**	POČET BODŮ 372

Kolektivy Národních družstev ENERSOL 2007 Česká republika, Slovenská republika

II. PŘÍKLADY PREZENTOVANÝCH SOUTĚŽNÍCH PROJEKTŮ

JIŘÍ PEROUTKA, Integrovaná střední škola technická, Černoleská 1997 Benešov Středočeský kraj

GEOTERMÁLNÍ ENERGIE

Již v době, kdy jsem chodil do deváté třídy základní školy v Bystřici, začal jsem se zajímat o využití obnovitelných zdrojů energie. Jistě, říkal jsem si, že existují vodní, solární a větrné elektrárny. Právě v této době se na pozemku ZŠ Bystřice začal rozjíždět jakýsi „projekt". Nikdo nevěděl, o co jde. Nakonec se pár jedinců dozvědělo, že škola je vytápěná tepelným čerpadlem. Mimochodem, byl jsem mezi nimi, ale co to je, mi v té době ještě nikdo nesdělil. Tak jsem si začal informace zjišťovat sám. Získal jsem potřebné informace a vypracoval jsem tento projekt, který se týká Geotermální energie se zaměřením na tepelné čerpadlo..

V minulém století se velice rozšířil trend topení zemním plynem. Já se tomu také nedivím. Byl velice propagován a vytápění domu s ním bylo pohodlné, ekologické, levné, snadno regulovatelné a díky velkým dotacím téměř všude dostupné. Dalo by se říci, že ve své době byl velice oblíbený. Tyto zlaté časy pominuly. Za poslední dva roky stoupla cena zemního plynu o více než 45%, což zvyšuje náklady u rodinného domku více než o 700 Kč měsíčně.

Jednou z mála možností, jak pro svůj dům zajistit komfortní, plně automatické vytápění a zároveň neplatit vysoké částky za provoz takového zdroje tepla, je využití tepelného čerpadla. To je v současné době spolu s kotly na biomasu považováno za nejperspektivnější zdroj tepla pro rodinné domy. Hlavní výhodou tepelných čerpadel je jejich nízká spotřeba elektrické energie, která je navíc získávána z místních zdrojů a je jí dostatek. Oproti kotlům na biomasu je ale vytápění tepelným čerpadlem plně automatické a není potřeba se o zdroj tepla během roku nijak starat a zajišťovat palivo.

Já si myslím, že všechny potencionální uživatele nejvíce zajímají pořizovací náklady. Z počátku vás mohou odrazovat relativně vysoké pořizovací náklady kolem 350 tisíc korun. Jenže tato cena na rozdíl od plynového kotle představuje už kompletní dodávku včetně například zemních prací. Oproti domu s plynovým kotlem jsou provozní náklady nižší o 50 až 60% a díky takto levnému provozu si na sebe tepelné čerpadlo brzy dokáže vydělat. Z čistě ekonomického pohledu je investice do tepelného čerpadla mimořádně výhodná a přináší čistý zisk z investované částky 8 až 15% ročně. Díky takto vysokému úročení se vyplatí i pořízení tepelného čerpadla na hypotéku. I z pohledu růstu a stability cen je investice do tepelného čerpadla bezpečná. S trochou nadsázky by se dalo říct, že každé zvýšení cen energie je pro majitele tepelného čerpadla vítané, protože zvyšuje výnos z investované částky.

Ale zamysleme se. Víme vůbec, jak tepelné čerpadlo pracuje?

2. VYTÁPĚNÍ ČERPADLEM

V souladu s celosvětovým trendem stálého zvyšování cen energií se intenzivně rozvíjejí způsoby využití alternativních zdrojů energie.

Jedním z důsledků tohoto jevu je stále širší využívání tepelných čerpadel jako zdrojů energie pro vytápění. Tak jak roste poptávka, objevuje se na českém trhu mnoho typů tepelných čerpadel od různých dodavatelů. Nabídka zařízení je velmi pestrá, od klimatizačních jednotek poměrně malých výkonů, které mohou pracovat v režimu topení až po opravdu výkonné systémy renomovaných dodavatelů.

Z následujících řádků by měl zájemce o využití tepelného čerpadla dostat odpověď na nejčastější dotazy spojené s touto problematikou.

Co je vlastně tepelné čerpadlo?

Je to zařízení, které odebírá běžně nevyužitelné nízkopotenciální energie z venkovního prostředí – země, vody nebo vzduchu. V chladícím okruhu tepelného čerpadla dojde za pomoci dodané elektrické energie ke zvýšení teplotní úrovně na teplotu vhodnou pro vytápění nebo pro ohřev teplé užitkové vody. Výsledným efektem je získání 3 až 4 kWh tepelné energie z 1 kWh elektřiny.

Kdo nejvíce využívá tepelná čerpadla?

V minulosti se tepelná čerpadla připojovala obvykle do stávajících topných systémů. Počet instalací byl ale poměrně malý, neboť ne každý topný systém je vhodný pro využití tepelného čerpadla.

V současnosti se tepelná čerpadla uplatňují nejvíce u novostaveb rodinných domků, kde jsou již hlavním zdrojem energie pro vytápění a ohřev vody. Investory dnes začíná zajímat snižování provozních nákladů v dlouhodobém výhledu. Vzhledem k tomu, že ceny energií porostou neustále, hledají již dnes vhodný zdroj. Počáteční investice do tepelného čerpadla se tak v budoucnosti vysoce zhodnotí.

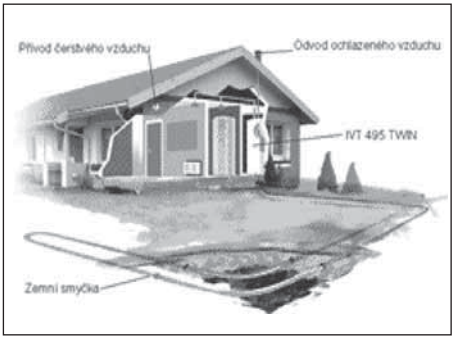
Jaké jsou systémy tepelných čerpadel?

Tepelná čerpadla se rozdělují podle toho, jaký zdroj tepla využívají na systémy **země - voda, vzduch - voda a voda - voda.**

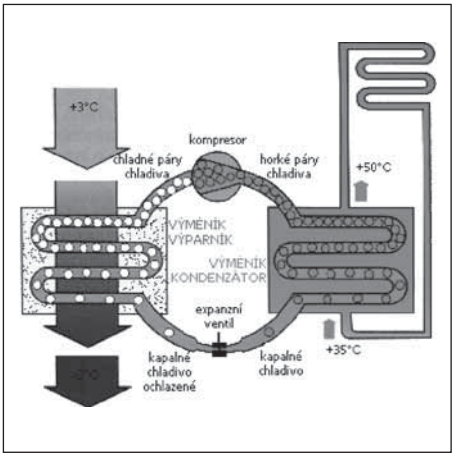
V současné době je nejrozšířenějším systémem **země - voda**. Zde se teplo odebírá ze země prostřednictvím plošného kolektoru, který je tvořen plastovým potrubím, naplněným nemrznoucí směsí. Toto potrubí se ukládá do země 1 až 1,2 m hluboko. Všeobecně platí, že pro položení kolektoru potřebujeme plochu odpovídající dvojnásobku vytápěné plochy domu. Pokud není k dispozici dostatečná plocha pozemku, je možné spustit trubky kolektoru do vrtů. Toto řešení je však investičně podstatně náročnější.

Dříve zatracovaným byl systém **vzduch / voda**, protože byl použitelný prakticky jen do teploty 0 až -5 °C. Dnes je situace zcela jiná. Díky použití kompresorů typu Scroll je tento systém účinný až do teploty -20 °C. Výsledkem dlouhodobého vývoje je i výrazné snížení hlučnosti ventilátorů těchto tepelných čerpadel, která dnes splňují veškeré hygienické normy.

Vzorem pro použití systémů vzduch - voda je Švýcarsko, kde bylo v roce 1999 z celkového počtu 6500 nových instalací tepelných čerpadel 65% právě systému vzduch – voda. Tento systém je zde považován za nejekologičtější, protože tepelné čerpadlo vlastně vrací do objektu teplo, které z něho uniklo do ovzduší prostřednictvím tepelných ztrát.



Systém čerpadla vzduch voda.

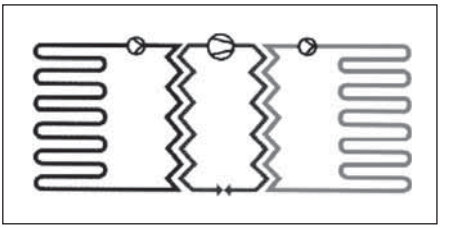


Tam, kde je k dispozici spodní voda ve velkém množství, můžeme využít systém voda / voda. I při nejnižších venkovních teplotách má spodní voda teplotu +7 až +12 °C. Efektivnost tohoto systému se tak projevuje ve vysokých výkonech a nižších provozních nákladech. V našich podmínkách je však jen velmi málo míst s opravdu dostatečně vydatným zdrojem spodní vody. Na 10 kW výkonu tohoto tepelného čerpadla je třeba zdroj vody s vydatností přibližně 40 l/min

Teplo ze vzduchu

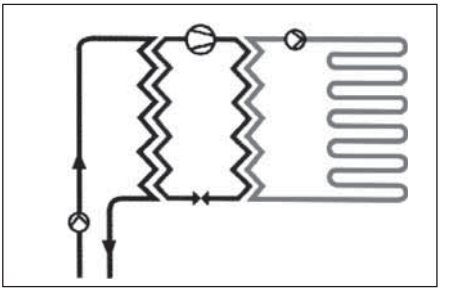
Teplo z okolního vzduchu využívají tepelná čerpadla vzduch-vzduch a vzduch-voda. Tato tepelná čerpadla mohou odebírat teplo i z vnitřního vzduchu odvětrávaného z budovy (tzv. rekuperace). Současná tepelná čerpadla STIEBEL ELTRON již pracují s relativně dobrým topným faktorem i při podnulových venkovních teplotách.

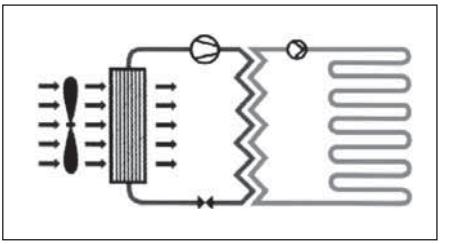
Teplo ze země



Téměř všude je možné využít teplo uložené do povrchových vrstev zemské kůry ze slunečního záření. Vzhledem k velké akumulační schopnosti zemského povrchu je teplota tohoto prostředí prakticky nezávislá na roční době. Přenos tepla ze země zajišťuje nemrznoucí teplonosné medium, které cirkuluje v plastovém potrubí zemního kolektoru. Tento kolektor se zpravidla umísťuje buďto horizontálně zhruba 1,5 až 2 m pod povrch země do ručně nebo mechanizací provedených výkopů, nebo formou zemních smyček do zemních vrtů hlubokých zpravidla 50 až 120 m. Horizontální zemní kolektory jsou při stejném tepelném výkonu asi o polovinu levnější než zemní vrty, avšak jejich nevýhoda je ta, že jsou poměrně náročné na rozlohu potřebného pozemku.

Teplo z podzemní vody





Tepelná čerpadla pro tyto aplikace jsou stejné konstrukce jako tepelná čerpadla v předchozím případě. Rozdíl je pouze v tom, že přes primární okruh výparníku neprotéká teplonosné médium zemního kolektoru, ale přímo voda buďto z vhodné studny, nebo vodoteče. Podmínkou použití tohoto systému jsou vhodné hydrogeologické podmínky v dané lokalitě a dostatečná vydatnost pramenů. Voda se zpravidla čerpá z jednoho vrtu a po ochlazení v tepelném čerpadle se vpouští do vsakovací jímky popř. vrtu vzdáleného 15 až 20 m. Systémy čerpající teplo přímo z podzemní vody dosahují sice lepších topných faktorů než systémy čerpající teplo ze země, ale vyžadují některé další technické prvky a jejich údržbu (vodní filtry, hlídače zaplavení primárního čerpadla apod.).

Je možné připojit tepelné čerpadlo na jakýkoliv topný systém?

Vzhledem k tomu, že technicky mohou tepelná čerpadla dosahovat maximální teploty výstupní topné vody 55 až 65 °C mohou být připojena pouze na nízkoteplotní topný systém. Všeobecně platí, že čím nižší je průměrná teplota topné vody, tím lépe. Ideální je podlahové topení, kde je teplota topné vody přibližně 35 °C. Tepelné čerpadlo pak pracuje s topným faktorem 3,8 až 4,2. Vhodné jsou i radiátory dimenzované na teplotní spád 55/45 °C.

Jaká je možnost nahradit stávající tepelný zdroj – kotel na tuhá paliva, plynový, nebo elektrický kotel, tepelným čerpadlem?

Tepelné čerpadlo je možné připojit i na stávající topný systém za splnění několika předpokladů.

1. Během provozu stávajícího topného systému nebyl ani v nejchladnějších dnech požadavek na teplotu topné vody vyšší než 55°C.
2. Dimenze rozvodů potrubí umožní dostatečný průtok topné vody bez výrazného navýšení výkonu oběhového čerpadla
3. Objem vody v topném systému v litrech odpovídá minimálně 15-ti násobku výkonu uvažovaného výkonu tepelného čerpadla v kW.

Tyto požadavky bez problémů splňují starší samotížné topné systémy navržené původně pro kotle na tuhá paliva. Problémy vznikají například u nových systémů navržených pro kotle na kapalný plyn. Jejich největší přednosti – rozvod z tenkých měděných trubek, malé deskové radiátory s minimálním objemem vody jsou v případě instalace tepelného čerpadla na závady a až na výjimky se instalace tepelného čerpadla neobejde bez radikálního zásahu do topného systému.

Mohu požít tepelné čerpadlo k ohřevu teplé užitkové vody ve stávajícím kombinovaném boileru?

V žádném případě! Všechny starší kombinované boilery měly navrženou teplosměnnou plochu topné spirály na teplotu topné vody 90 °C. Jak bylo výše uvedeno, tepelné čerpadlo pracuje s výstupní teplotou topné vody maximálně 55-65 °C, a proto musí být připojeno na boiler s velkou teplosměnnou plochou. Nejčastěji se používají "plovoucí" boilery, ve kterých je nádoba s užitkovou vodou uložena v plášti, kterým protéká topná voda. I při takovém řešení dosahujeme maximální teploty TUV pouze 47-50 °C, a proto je nutné vybavit boiler elektrickým topným tělesem, které zajistí v určitém časovém intervalu "převaření" TUV z hygienických důvodů.

Jaký výkon tepelného čerpadla zvolit ve vztahu k tepelné ztrátě objektu?

Při návrhu tepelného čerpadla je třeba vzít v úvahu, že 1kW výkonu tepelného čerpadla představuje investici přibližně 25-30 tisíc korun. Pro dosažení co nejlepšího poměru mezi investičními náklady a dosaženou úsporou energie se ve většině případů navrhuje tepelné čerpadlo nižšího výkonu v kombinaci s doplňkovým tepelným zdrojem.

Výkon tepelných čerpadel **země-voda** a **voda - voda** se nejčastěji navrhuje na úrovni 50-60 % vypočítané tepelné ztráty. Takto navržené tepelné čerpadlo dodá do objektu 82-89 % celkové roční spotřeby energie pro vytápění a pouze zbývajících 11-18% musí pokrýt doplňkový tepelný zdroj, nejčastěji elektrokotel. I zde však platí výjimky a za splnění určitých podmínek je možné navrhnout tepelné čerpadlo tak, aby pokrývalo celou tepelnou ztrátu objektu. Nejčastějším důvodem takového řešení je nedostatek elektrického příkonu pro provoz doplňkového zdroje v místě instalace.

Při návrhu výkonu tepelného čerpadla **vzduch –voda** je potřeba brát v úvahu skutečnost, že se jeho výkon s klesající venkovní teplotou snižuje. Návrh těchto tepelných čerpadel je poněkud náročnější a měl by vycházet z výkonových charakteristik uvažovaného zařízení. Orientačně lze doporučit dimenzování výkonu na úrovni 55-75 % tepelné ztráty objektu. Pokrytí spotřeby se potom pohybuje v rozsahu 85 - 90 %.

Jak postupovat při výběru dodavatele tepelného čerpadla?

Instalace tepelného čerpadla je ve skutečnosti dodávka technologického celku. Samotné tepelné čerpadlo je jen jeho částí. Pro jeho správnou funkci je zapotřebí celá řada komponentů jako je regulace, oběhová čerpadla, akumulační nádoba, elektrorozvaděč apod. Některá tepelná čerpadla mají tyto komponenty již zahrnuty v ceně, jiná nikoliv. Levné tepelné čerpadlo, ke kterému je nutné tyto komponenty dodatečně dokoupit, může být v konečném součtu dražší než jiné tepelné čerpadlo , které se zpočátku mohlo jevit jako zbytečně drahé.

Při rozhodování o koupi tepelného čerpadla nespěchejte! Ukvapené rozhodnutí pod vlivem "časově omezených slev" se může v konečném důsledku výrazně prodražit. Při koupi jakéhokoliv technického zařízení je dobré oslovit několik dodavatelů a porovnat jejich technické řešení a ceny.

Prohlédněte si vybrané tepelné čerpadlo v provozu. Při prohlídce se zaměřte na kvalitu provedení hlučnost, tepelného čerpadla a zkušenosti majitelů s prací a servisem dodavatelské firmy.

Pro získání státní podpory musí instalace tepelného čerpadla splňovat určité podmínky. Jednou z podmínek může být například použití bezfreonového chladiva. V některých případech je požadován celoroční ohřev teplé užitkové vody tepelným čerpadlem nebo musí tepelné čerpadlo dosahovat určitého topného faktoru.

V některých tepelných čerpadlech jsou stále ještě používána freonová chladiva (R 22), jejichž používání bude v dohledné době zakázáno. To může způsobit technické problémy a zvýšené náklady při případném servisu zařízení.

Dodávka tepelného čerpadla (a jeho montáž včetně elektroinstalace a regulace) by měla být provedena, nebo zastřešena od jedné firmy na klíč. V případě jakýchkoliv problémů s funkčností zařízení máte jasně definovaného partnera pro uplatnění reklamace.

3. ZATEPLENÍ A IZOLACE

Izolace – zateplení objektu je jedním ze základních energeticky úsporných opatření.

Teplo, které je dodávané do objektu vytápěním, z něj uniká do prostředí s nižší teplotou obvodovými konstrukcemi (stěny, podlaha, okna, dveře, střecha). Aby teplota v objektu neklesala, musí být neustále doplňováno. Není možné této ztrátě tepla úplně zabránit, pouze ji můžeme zpomalit, snížit.

Zhodnocení objektu z hlediska tepelných ztrát, zhodnocení tepelně izolačních vlastností by mělo vždy proběhnout před přípravou a realizací úprav topné soustavy, zdroje tepla, před regulací. Zateplením dojde ke snížení spotřeby energie na vytápění, a tak je možné využít výkonově menší zdroj tepla, zefektivní se topný systém, což se projeví jak v provozních nákladech, tak u nově budovaných systémů v pořizovacích investičních nákladech. Snížení tepelných ztrát je také základem pro efektivní využití obnovitelných a alternativních zdrojů energie. Kromě ekonomických přínosů má zateplení i pozitivní vliv na zvýšení kvality využití objektu (tepelná pohoda, vlhkost, eliminace výskytu mikroorganismů, atd.).

4. ENERGETICKÉ AUDITY

Energetický audit je v podstatě analýza energetického hospodářství budovy, technologie. V úvodní části jsou obsaženy základní informace a popis stávajícího stavu hospodaření s energií a palivy (roční spotřeba všech forem energie a náklady na ně). Popis jednotlivých technických zařízení, zdrojů energie, jejich využití, atd. Na tuto popisnou část navazuje část analytická, ve které auditor vyhodnotí stav a zpracuje energetickou bilanci, zjistí potenciál úspor. Navrhne jednotlivé varianty energeticky úsporných opatření. Po ekonomickém zhodnocení včetně návratnosti investičních prostředků, vybere optimální variantu či varianty na řešení. Doporučí postup - pořadí provádění energeticky úsporných opatření. Energetický audit má podle úrovně podrobnosti zpracování

několik stupňů, takže pro případné zájemce je mnohdy výhodnější postupovat od předběžného auditu a uspořit tak finanční prostředky pro případ, že není možné dosáhnou požadovaných úspor energie (např. u žádostí o půjčku, dotaci, EPC financování). Pokud máte zájem o energetický audit, nechte si jej zpracovat u odborníků s osvědčením, kteří nejsou závislí na výrobní, dodavatelské společnosti a nemají ani jiný zájem na výsledku auditu.

5. ENERGETIKA, EKONOMIKA A EKOLOGIE

Ekonomika, energetika a ekologie jsou tři oblasti, které se vzájemně prolínají. Vysoká energetická náročnost, špatný stav životního prostředí, neuspokojivé makroekonomické ukazatele jsou závažné nedostatky, které musíme překonat, zvláště s ohledem na vstup do Evropské unie. Nástrojem , který by také měl řešit tyto problémy, je energetická politika státu. Pro uživatele jsme vybrali i některé důležité údaje o naší ekonomicko - energetické situaci.

6. DVĚ VĚTŠÍ ZAŘÍZENÍ V MÉM OKOLÍ

6. 1 Neveklov

Když jsem nezískal tyto informace od výrobců, tak začal jsem se rozhlížet po svém okolí, zda tímto způsobem není vytápěn nějaký objekt. S potěšením jsem zjistil, že ano, a to škola v Neveklově a ZŠ v Bystřici. Rozhodl jsem se tedy, že obě školy navštívím a porovnám rozdíl úspor, opatření, atd.

Tak jsem se tedy vypravil de Neveklova za místním starostou Karlem Šebkem, který mi poskytl vyčerpávající informace.

„Tak tedy", začal pan starosta, „již v roce 1990 vzniklo hnutí za výstavbu nového školního areálu. Škola se začala stavět na „zelené louce". Tento fakt byl velkou výhodou pro možnost následného využití geotermální energie. Budoucí škole se začalo říkat „škola třetího tisíciletí". Bylo nabízeno a zváženo mnoho projektů na vytápění budoucí školy. V úvahu byla brána stále rostoucí cena uhlí, ve městě nebyla dostatečná plynofikace a zkušenosti se spalováním biomasy byly nedostatečné. Zvítězil projekt týkající se využití geotermální energie. A udělali jsme dobře" tvrdí s úsměvem na tváři pan starosta Karel Šebek. „Tento projekt se mohl uskutečnit díky různým příspěvkům a grantům. Celá realizace vyšla asi tak na 3 milióny korun, z čehož 80% činily dotace. Do budov byly instalovány celkem 4 geotermální kotle. A byly instalovány tak aby vytápěli školu, kuchyň, jídelnu a tělocvičnu, internát a ekologickou akademii. Projekt se začal realizovat roku 1996 a již roku 1998 zahájila škola provoz. Nicméně trvalo ještě další dva roky, než byly odstraněny všechny nedostatky a „vyladěny" různé dodělávky. Celý projekt tedy byl hotový již roku 2000.

Realizační firma byla vybrána v rámci výběrového řízení. Nakonec zvítězila firma Geoterm, která dnes již neexistuje.

Bylo vyvrtáno přes sto vrtů a cena jednoho vrtu přišla na 60 až 1000 tisíc korun (celkem přišli všechny vrty na jeden milion korun).

„Obsluha není náročná" pochvaloval si pan starosta. „Náročnost byla spíše v celkovém zavádění do provozu, které trvalo celé dvě topné sezóny. Ročně vyjdou úpravy kolem pár tisíc korun a jednou za několik let je potřeba investovat do geotermální údržby.

Jediným náročným problémem, který zde nastal pře několika lety byla porucha způsobena bleskem, po jehož úderu spadla elektrická síť. Elektrárna zapojovala fáze postupně, což mělo za následek fakt, že do motorů čerpadel šel menší proud, než bylo potřeba k jejich roztočení. Během pár desítek vteřin vyhořel první a následně za ním i druhý motor.

„Generálka jednoho čerpadla stála 140 tisíc korun (celkem tedy 280 tisíc korun za oba motory). Které nám nikdo nezaplatil" tvrdí rozmrzele starosta Šebek. „Díky této katastrofě se dělaly na motorech a na celém systému vůbec drobné úpravy, aby i při extrémních podmínkách čerpadla běžela. Myslím si, že toto se povedlo, jelikož žádnou jinou poruchu jsme od té doby neměli" tvrdí už s úsměvem na rtech starosta Neveklova.

Čerpadlo je nastaveno tak, že i v případě havárií se samo odstaví z provozu. A i kdyby se stala nějaká nehoda s čerpadlem, tak celý objekt je ještě zálohován kotlem na propan butan. Takže i v případě havárií by vytápění školních prostorů nemělo být ohroženo.

Vytápění budovy formou geotermální energie stojí denně 600 Kč, vytápěním kotlem na propan butan by se vyšplhalo až na částku 6 000 Kč za den. Náklady na vytápění můžeme tedy posuzovat v poměru 1:10. Ročně tak stojí vytápění školy tepelným čerpadlem 200-300 tisíc korun, střízlivým pohledem můžeme říci, že vytápění na propan butan by stálo 2-3 miliony korun. Ze zkušenosti víme, že je toto číslo zcela reálné)takto je vytápěn např. USP Tloskov)

Pan starosta pokračuje s chválou tohoto zařízení. „Díky speciálnímu tarifu firmy Čez, která takové to projekty podporuje, je 20 až 22 hodin speciální sazba 90 haléřů za 1 Kw. A my z 1 Kw uděláme 3 Kw tepla, což je velice výhodné.

Jak jsem zjistil, tak školní budovy v Neveklově jsou vytápěny na principu země voda. A pan starosta tvrdí, že toto by za nic jiného nevyměnil.

6. 2 Bystřice

S úplně jiným přístupem ke sdělení informací jsem se setkal v ZŠ Bystřice. Na rozdíl od starosty Neveklova jsem se zde setkal ze značnou neochotou a nevolí. Místní ředitel Vladimír Chramosta mi tvrdil, že o zařízení nic neví a nehodlá se o ničem bavit. I přes dva měsíce dopředu sjednanou schůzku mi bylo řečeno, že o ní neví. Po chvilkové debatě a přemlouvání se mi podařilo ředitele přemluvit a on mi poskytl dostatečný prostor pro uskutečnění fotodokumentace. K tomu mi poskytl jisté prospekty, z kterých jsem se mohl dočíst, jak zařízení funguje, jak má proběhnout instalace a údržba...

Měl jsem ještě trochu času, než mi jel autobus zpátky do Benešova. Rozhodl jsem se tedy, že si zde udělám malý průzkum, který se týká vytápění školy v Bystřici a celkově geotermální energie. Zjistil jsem, že jen okolo 10 % lidí zde ví, jak je vytápěna místní škola. Z toho pouhé 4 % vědí, jak toto zařízení pracuje. Z celkově 50 dotázaných lidí, kterých jsem se ptal, jestli vědí, co je to geotermální energie či tepelné čerpadlo, mi 15 lidí odpovědělo ano a pokusilo se princip fungování vysvětlit. Zbylí respondenti buď nevěděli nebo se se mnou nechtěli bavit. Nebyly žádnou výjimkou vulgarismy a různé tituly, které mi byly uděleny.

Pokud stále nevíte

Pokud stále nevíte, jestli se vám tepelné čerpadlo vyplatí, tak jsem pro vás vypracoval toto: Málokdo ze stavitelů rodinného domu si uvědomuje, že až svého vysněného a draze zaplaceného miláčka dostaví, spolyká jeho dům v průběhu následujících 10 let 500 až 800 tisíc korun na provozních nákladech. Pokud vám tyto částky přijdou přehnané a nereálné, tak počítejte semnou: Vytápění a ohřev tepelné vody v novém rodinném domě s 200 m^2 vytápěné plochy stojí nyní plynem zhruba 32 tisíc korun. Za elektřinu na svícení, vaření atd. zaplatíte dalších 15 tisíc korun. To je dohromady 47 tisíc korun ročně. Pokud budeme uvažovat každoroční 5% nárůst ceny zemního plynu a elektřiny (což je spíše optimistický odhad), tak po deseti letech utratíte za provoz 600 tisíc korun.

Na druhou stranu vytápění stejného domu za pomocí běžného tepelného čerpadla by vás vyšlo na 25 tisíc korun elektřina zůstane na 15 tisících. Tak za deset let dostaneme částku 400 až 450 tisíc. A to jak můžete sami posoudit je o 150 až 200 tisíc méně (pokud bereme v potaz nárůst ceny energie o 5% každý rok).

7. PRINCIP TEPELNÉHO ČERPADLA ANEB MALÉ SHRNUTÍ

Princip tepelného čerpadla byl popsán již v minulém století anglickým fyzikem Lordem Krvinek. Tepelná čerpadla umožňují odnímat teplo okolního prostředí a převádět jej na vyšší teplotní hladinu a předávat je pro potřeby vytápění nebo pro ohřev teplé užitkové vody.

O využití tepelné energie rozhoduje kromě jejího množství zejména teplota látky ,na níž je tato energie vázána. Voda, vzduch, půda i lidská činnost jsou zdrojem nesmírného množství tepla. Ačkoli má teplonosná látka o něco vyšší teplotu než okolí, není přímé využití tohoto tepla možné. Má-li se toto teplo využít, je zapotřebí převést je na vyšší teplotu. Tak jako vodní čerpadlo přečerpává vodu z nižší hladiny na hladinu vyšší, tepelné čerpadlo totéž dělá s teplem.

Zařízení pracuje podobně jako obyčejná domácí chladnička. Jde o chladící zařízení, které je primárně určeno k produkci tepla, nikoliv ke chlazení. Výměníkem tepla na své zadní straně chladnička hřeje, vytápí naší kuchyni. Zbavuje se tak tepla, které převedla nižší hladiny (+5 až +10 °C uvnitř chladničky) na hladinu vyšší (asi +30 °C na povrchu tepelného výměníku). Tepelné čerpadlo místo potravin ochlazuje jiný zdroj tepla, například vzduch v okolí v domu, podzemní vodu (v hlubinných vrtech), povrchovou vodu (v řece, rybníku), půdu na zahradě nebo v okolí domu.

Činnost tepelného čerpadla je založena na pochodech spojených se změnou skupenství v závislosti na tlaku pracovní látky, jež se nazývá chladivo. Ve výparníku chladivo za nízkého tlaku teploty odjímá teplo ochlazované látce (zdroji nizkopotenciálního tepla), dochází k varu a kapalné chladivo přiváděné do výparníku se postupně mění v páru. Páry chladiva jsou z výparníku odsávány, stlačeny na kondenzační tlak a kondenzátoru předávají kondenzační teplo ohřívané látce a mění své skupenství na kapalné. Kapalné chladivo je pro snížení tlaku přiváděno zpět do výparníku, kde doplňuje vypařené chladivo. Tím je oběh uzavřen.

Přehled systémů

Podle způsobu, kterým se uskutečňuje odsávání par z výparníku a zvýšení jejich tlaku kondenzační, se teplená čerpadla dělí na:

- Kompresorová (nejběžnější druh); motor kompresoru tepelného čerpadla (pístový, rotační) lze pohánět plynem, benzínem, naftou, v praxi se převážně používá k pohonu elektřina.
- Absorpční (zřídka se vyskytující); pro zvýšení par je použit pochod absorpce chladiva do roztoku, jejího přečerpání do vypuzovače a následné vypuzení chladiva při kondenzačním tlaku.
- Hybridní (obvykle zakázková výroba)

Jako zdroj nizkopotenciálního tepla použít s co možná nejvyšším teplotou, nepřesahující však maximální teplotou povolenou výrobcem pro daný typ tepelného čerpadla. Vydatnost zdroje nizkopotenciálního tepla musí být dostatečná a ochlazení teplonosné látky ve výparníku přiměřené, aby teplota vypařovací nemusela bát zbytečně nízká a aby kromě snížení hodnoty chladicího faktoru nedošlo k ohrožení funkce, např. zamrznutí vody.

Teplonosnou látku ohřívat vždy jen nezbytně nutnou teplotu, např. při vytápění raději použít větší otopnou plochu při nižší teplotě vody. Čím menší rozdíl hladin teplot musí tepelné čerpadlo překonávat, tím méně energie spotřebuje. Proto je výhodné používat tepelné čerpadlo např. v kombinaci s podlahovým vytápěním nebo nízkoteplotním vytápěcím systémem. Snížením kondenzační teploty se zvětší nejen topný faktor, ale i výkon tepelného čerpadla.

Chladící výkon 1kW		Voda	Vzduch	Zemní teplo	Sluneční energie
Průtok zdroje výparníkem	Kg/h	215 ža172	891 až 712	217 až 290	217 až 172
Teplotní rozdíl mezi vstupem a výstupem Zdroje ve výparníku	K	4 až 5	4 až 5	3 až 4	4 až 5
Dovolená minimální teplota vstupu zdroje					
Do výparníku	°C	8 až 10	0 až -15	-15	0 až -4
Dovolená maximální teplota vstupu zdroje					
Do výparníku	°C	20 až 24	20 až 25	25	20 až 24

Během roku topný faktor kolísá v závislosti na vstupní teplotě ochlazovaného média a požadované teplotě výstupní. Průměrný roční topný faktor je poměr celoroční spotřeby energie a celoroční produkce tepla, a používá se proto pro vyhodnocení provozu. Tepelná čerpadla běžně dodají třikrát až čtyřikrát více tepla než spotřebují elektrické energie.

Použitelnost a využitelnost zařízení

Při instalaci tepelného čerpadla je obvykle výhodné zateplit objekt. Pro vytápění domků nebo pro ohřev vody je na našem trhu dostatečný výběr kompaktních tepelných čerpadel.

Zejména v kancelářských prostorách, kde se používají tepelná čerpadla vzduch/vzduch, se často využívá možnost rezervního chodu, kdy tepelné čerpadlo v létě ochlazuje vzduch v místnostech, zatímco v zimě topí. V zemědělství teplená čerpadla odpadním teplem z chlazení mléka ohřívají teplou užitkovou vodu. V průmyslových odvětvích se používají kombinace chlazení a ohřevu užitkové vody.

Bivalentní provoz

Pokud je tepelné čerpadlo dimenzováno na celkové tepelné ztráty objektu, většinu roku není plně využito (protože potřeba tepla se během roku mění), a tak je velmi nákladné. Proto se využívá v kombinaci s jiným zdrojem tepla (elektřina, plyn, uhlí), tedy v bivalentním provozu, kdy instalovaný tepelný výkon čerpadla je nižší než je maximální potřebný, například 60%. To znamená, že tepelné čerpadlo samo dodává teplo většinu roku a v nejchladnějším období je podporuje špičkový zdroj, který slouží i jako záloha pro případ výpadku tepelného čerpadla.

Legislativa

Instalace tepelného čerpadla v budově je vázána na stavební či rekonstrukční práce, pro něž potřebujeme běžné stavební povolení, Jde-li jen o výměnu zdroje topného systému, pak povolení není třeba. Chceme-li ochlazovat povrchovou vodu z vodního toku, je nutné dohodnout se správou povodní teplo (například z blízké továrny), musí se uzavřít smlouva o dodávkách tohoto tepla. Dále je nutné dohodnout s rozvodnými podniky podmínky připojení tepleného čerpadla na elektrickou síť. Při použití pro technologické účely jsme vázáni pouze předpisy o bezpečnosti provozu a hlučnosti.

8. ZÁVĚR

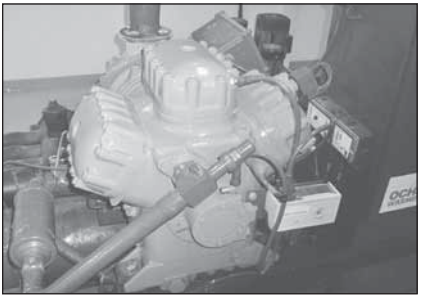
Podle mého názoru jsou tepelná čerpadla dobrá volba a jsem přesvědčen, že se jedná o krok kupředu. My jsme bohužel doma nuceni topit kotlem na tuhé palivo, protože pořízení tepelného čerpadla je pro nás příliš velká počáteční investice. Ale snad si také jednou pořídím tepelné čerpadlo. Podle mě je vytápění tepelným čerpadlem dobrá volba a investice do budoucna. **Úplně na závěr bych chtěl poděkovat panu Karlu Šebkovi – starostovi města Nevyklov, který mi s velkou ochotou poskytl potřebné informace o jejich tepelném čerpadlu. Také moje díky patří školníkovi školy v Neveklově, díky kterému jsem mohl pořídit potřebnou fotodokumentaci. V neposlední řadě bych poděkoval panu řediteli Základní školy v Bystřici, Vladimírovi Chramostovi, který mi podobně jako pan Šebek poskytl jisté informace a dovolil fotodokumentaci. Tak ještě jednou a naposledy Děkuji.**

9. BIBLIOGRAFICKÉ ÚDAJE

1) www.Energ.cz,
2) Osobní rozhovor, poznatky a zkušenosti K. Šebka a V. Chramosty.
3) Obnovitelné zdroje energie kap 7. ing. Jiří Beránský, Str. 112/ kap. 7.1/ odst.1, 2, 3, Str. 122/ kap. 7.2, Str. 113/ kap. 7.3/ odst. 4, 5, Str. 113/ tabulka 16, Str. 113/ kap. 7.4, Str. 114/ kap 7.5, Str. 115/ 7.6

10. FOTODOKUMENTACE

1) Budova Neveklovské školy



2) Jedno ze dvou čerpadel

3) Pohled na ZŠ v Bystřici

4) Hlavní zařízení

5) Zásobníky

PETR KŘÍŽ, Integrovaná střední škola technická, Černoleská 1997 Benešov, Středočeský kraj

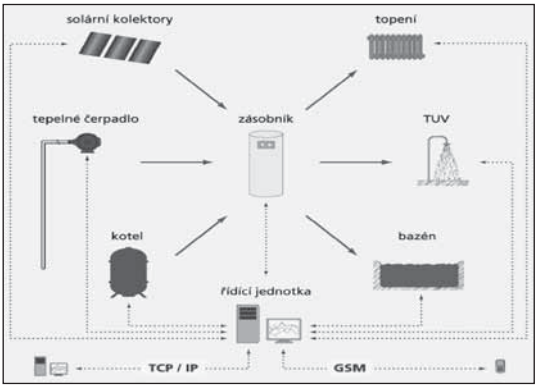
INTELIGENTNÍ DŮM

Rozhlédl jsem se po existenci vhodného zajímavého tématu a nejvíce mě zaujalo do praxe stále častěji uvedené využití alternativních energií.Díky kontaktu na firmu ADP.a.s. a pana Petra Brůhu a pana ing. Kocourka, kteří mi k danému tématu poskytli mnoho informací užitečných rad a odborných instrukcí, jsem se mohl pustit do práce. Zde je výsledek

Co je to a jak funguje „inteligentní dům“?

Ceny energií, požadavky na komfort i snaha o šetrné hospodaření s přírodními zdroji stále rostou a tento trend s nejvyšší pravděpodobností potrvá i v budoucnosti. Systém „Inteligentní dům“ nabízí odpověď na všechny tyto požadavky díky promyšlenému spojení nejmodernějších technologií – inteligentního systému řízení, alternativních zdrojů energie (solární panely, tepelná čerpadla a klasické zdroje tepla kotel) Základem „Inteligentního domu“ je řídicí jednotka, která se stará o nejhospodárnější využití dostupných tepelných zdrojů a zároveň o regulaci spotřebičů. Řídící jednotka dokáže použít vždy nejlevnější zdroj energie – v případě dostatečné kapacity alternativních zdrojů (solární panely, tepelné čerpadlo), z nich získává potřebnou

Dům pana Kocoura



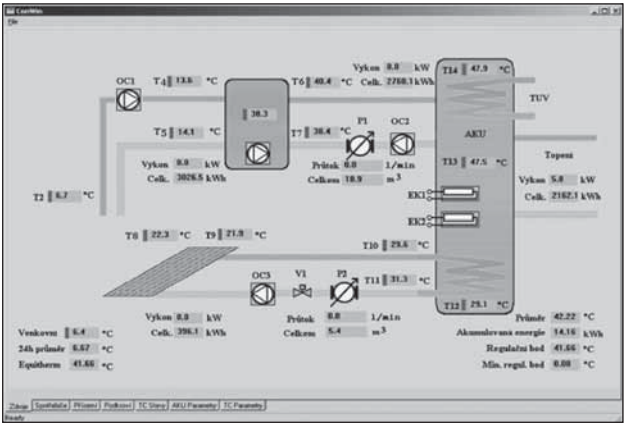
energii a teprve v okamžiku, kdy tyto zdroje nestačí, zapne klasický kotel. Díky tomu ušetří značnou část nákladů, neboť např. energie ze solárních koleltorů je ve srovnání s kotlem přibližně dvanáctkrát levnější. Řídící jednotka se zároveň stará o regulaci topení a dalších spotřebičů. Dokáže udržovat teplotu v jednotlivých místnostech objektu v rozmezí, které lze nastavovat zvlášť pro různé časové doby. Systém kromě toho stále snímá a zaznamenává aktuální teploty a další veličiny a umožňuje jejich pozdější prohlížení a vyhodnocování.

Inteligentní dům nabízí:

- Efektivní využití alternativních zdrojů.
- Dálková řízení přes internet.
- Optimální konfigurace tepelných zdrojů.
- Záznam všech procesů,sledování spotřeby tepla.
- Přednastavitelnost teploty v jednotlivých místnostech a čase.
- Ekonomičnost-dokáže použít nejlevnější dostupný zdroj energie.
- Ekologickou šetrnost-minimum produkovaných odpadních škodlivin.
- Průtokový ohřev vody bez rizika kontaminace bakteriemi.

Proč si pořídit „inteligentní dům“

- Díky efektivnímu řízení tepla a využití alternativních zdrojů tepla šetří přírodu ale především peníze-přináší snížení provozních nákladů na vytápění a ohřev až o 70%
- Vytvoří tepelnou pohodu v domě či kanceláři-umožňuje nastavit pro jednotlivé místnosti požadovanou teplotu pro konkrétní dny, takže nedochází k prochladnutí nebo k přetopení prostoru.
- Ukazuje, kde dochází k největším ztrátám tepla a umožňuje provést tak cílené zateplení.
- Díky dotací od státu,které v současné době tvoří přibližně 30% nákladu na zemní čerpadlo a 50% na solární panely a s ekonomičností systému je návrat investice do 5-7 let.
- Omezuje produkování škodlivých spalin na minimum a šetří tak životní prostředí.
- Řešení ,,Inteligentní dům“ je v souladu s trendy EU.
- Uživatelé tepelného čerpadla mají výraznou slevu z ceny elektrické energie.



„Inteligentní dům“ optimalizuje získávání a využití tepla k vytápění a ohřevu teplé užitkové vody. Ústředním prvkem systému je řídící jednotka, která využívá ten zdroj tepla, který je právě nejvýhodnější. Pokud lze využít solární energii, zapne cirkulaci teplonosného média v solárních panelech a vodu v zásobníku ohřívá slunce, což uživatele stojí pouze energii na pohon čerpadla, která je zanedbatelná (cca 40 W). Nelze-li využít slunce,nebo je jeho síla nedostatečná,zapne se tepelné čerpadlo.Tepelné čerpadlo využívá energii na prohánění teplonosného média vrtem, kde se médium ohřeje o 4 – 10 stupňů Celsia, a dále na provoz kompresoru, který dokáže pomocí stlačování a expanze plynu vytvořit teplotu 55 stupňů celsia, která ohřívá vodu v zásobníku. Teplonosným médiem může být například kapalina, která je fyzikálními vlastnostmi podobná vodě, ale nemrzne (Solaren, kapaliny na bázi propylenglykolu). Zatímco solární energii je možné využít jen někdy, tepelné čerpadlo funguje většinu roku. Na jeho provoz je při dosažení stejného množství tepla potřeba asi třetina energie oproti elektrickému ohřevu,či jiné tradiční metodě,která vyrábí teplo pomocí kotle. **Rozdíl v ekonomičnosti** lze vyjádřit pomocí topného faktoru, který je dán podílem výkonu a příkonu. Čím vyšší je jeho číslo, tím úspornější je tepelný zdroj. U solárních panelů činí topný faktor 12, u tepelných čerpadel 2.5 až 4.5, ale většinou 3, u kotlů 1. To znamená, že zatímco z alternativních zdrojů získáváme část energie „zadarmo“, z tradičních nikoliv.

Pokud v případě **extrémně nepříznivých klimatických podmínek** (hluboké mrazy – cca 14 dní v roce) nestačí na vytápění tepelné čerpadlo nebo pokud extrémně stoupne náročnost uživatele (odběr velkého množství TUV), je zapnut nejneekonomičtější zdroj: kotel (plynový,,elektrický, na topný olej)

Hlavní výhody „inteligentního domu“

Efektivní využití alternativních zdrojů

Využití solárních panelů či tepelného čerpadla pro vytápění či ohřev TUV je dnes již poměrně časté, zejména v západní Evropě. Samotné využití alternativních zdrojů přispívá k úspornosti, a tedy ekologičnosti i ekonomičnosti vytápění, avšak bez řízení, které tyto zdroje reguluje, nejsou využity optimálně, takže se značná část získané energie vyplýtvá. Inteligentní systém řízení oproti tomu využívá zdroje energie skutečně optimálním způsobem.

„Inteligentní řízení“ spotřeby tepla

Rovněž využití termostatických hlavic a kotlů s programovatelným spínáním není žádnou novinkou. Tento způsob řízení tepla však zůstává na půli cesty. K nastavení různých teplot v různých místnostech domu je třeba oběhnout všechny radiátory a nastavit ventily, což vede k tomu, že většina uživatelů topí v domě stále, nebo vypne topení jen na noc. Programovatelné spínání kotle sice umožňuje vypnout kotel na noc nebo na víkend, kdy se v domě nebydlí, avšak opět nepříliš komfortním způsobem. Důsledkem nedokonalosti uvedených řešení je kromě nižšího komfortu i to, že se dům přetápí a dochází k plýtvání teplem a tedy i penězi. Systém ,,Inteligentní dům“ tyto nedostatky odstraňuje a dovádí řízení tepla k dokonalosti, neboť umožňuje na jednom místě nastavit různé režimy vytápění pro různé prostory a časy. Je tak např. možné nastavit, aby se v obývacím pokoji přes noc netopilo, ráno k snídani bylo zatopeno a přes den, až do příchodu ze zaměstnání či školy, bylo opět topení vypnuté. Rovněž lze snadno nastavit, aby se netopilo o víkendu, kdy v domě nikdo nebude, ale v neděli večer bylo v domě opět příjemně. Díky tomu, že řídící jednotku lze ovládat i vzdáleně, přes mobilní telefon, počítač či PDA, je možné např. při neplánovaném dřívějším návratu změnit režim vytápění na dálku.

Sledování zdrojů a spotřeby tepla

Systém Inteligentní dům měří a zaznamenává aktuální údaje o teplotách v jednotlivých místnostech, dodávkách tepla z jednotlivých zdrojů a případně i další informace (např. vlhkost vzduchu v místnosti). Tyto údaje lze posléze zobrazovat ve formě grafu, dále zpracovávat a vyhodnocovat. To poskytuje uživateli perfektní přehled o spotřebě a nákladech.

Komfort při vytápění

Inteligentní dům šetří uživateli čas tím, že umožňuje nastavit takřka libovolný režim vytápění a integruje všechny ovládací prvky v jednom místě, takže v každodenním životě starost o topení prakticky odpadá. Vytápění v domě je navíc možné sledovat a regulovat přes internet prakticky odkudkoliv z kanceláře, z chaty, z dovolené nebo třeba z automobilu.

Rozdělme si nyní „inteligentní dům" viz obsah na 4 části.

- Solární panely
- Tepelné čerpadlo
- Klasický zdroj tepla (kotel)
- Řídící jednotka

Solární panely

Ač se to na první pohled možná nezdá, i v našich zeměpisných šířkách lze získat ze slunce poměrně značné množství energie. Ta může mít buď podobu elektrické energie nebo tepla. Zatímco přeměna slunečního záření na elektrickou energii není zatím v malém měřítku ekonomická, získávání tepla se vyplatí již dnes, tím spíše, že na instalaci solárních panelů lze získat dotaci od státu. Solární panely se tak mohou stát podstatným zdrojem energie „inteligentního domu".

Jak solární panely fungují

Princip je jednoduchý. Sluneční teplo, které dopadá na plochu solárního panelu, se v absorbéru, který je nejčastěji kovový, přemění na teplo. Toto teplo z absorbérů odebírá teplonosné médium, nejčastěji nemrznoucí směs, které je odvádí do výměníku, kde se teplo uchovává nebo předává k dalšímu použití (vytápění objektu či bazénu, ohřev TUV). Tento jednoduchý princip však není snadné technicky realizovat – absorbér musí pohlcovat dostatečné množství tepla a zároveň ho co nejméně vyzařovat, celý systém musí být velmi dobře izolován, aby nedocházelo ke ztrátám, solární panely musí být zároveň odolné a mít dostatečně dlouhou životnost. Již zhruba 5 miliard let udržuje Slunce naši planetu při životě. Přitom během pouhých 20 minut vyšle k Zemi tolik energie, kolik lidstvo spotřebuje za celý rok. A tak je zcela logické, že v oblastech, kde tato naše nejbližší hvězda nešetří svými paprsky, je už dlouhou dobu sluneční záření využíváno mimo jiné pro přípravu teplé vody. Stačí v těchto zemích pohled na střechy domu, hotelů a dalších staveb, abychom na nich spatřili solární panely nebo i sluneční ohřívače teplé vody, tedy zásobníky (bojlery), nejrůznějších velikostí a pod. Ne všichni čeští turisté, kteří tráví dovolenou u moře, však vědí, že i v České republice lze pro ohřev užitkové vody používat sluneční energii. U řady našich občanů totiž přežívá názor, že pro tento účel máme u nás málo slunných dní. Není to ovšem pravda. Intenzita slunečního svitu v našich podmínkách postačuje totiž k pokrytí až 60%, v létě dokonce 100 % energie potřebné pro přípravu teplé užitkové vody. Na každý čtvereční metr naší krajiny, povrchu střechy, porostu, silnice nebo vodní hladiny dopadá za jeden rok 1200 kilowatthodin sluneční energie, což je srovnatelné s množstvím energie uvolněné při spálení 250 kilogramů uhlí. Solární technika nabízí především mimořádně ekologický

způsob výroby energie. Kromě toho uživateli solárního systému přináší finanční úspory v podobě bezplatného ekologického tepla po neomezenou dobu. Čtyřčlenná domácnost v ČR může pokrýt až 60% roční spotřeby teplé vody pomocí čtyř až šesti m2 plochy solárních kolektorů. Tím se sníží emise oxidu uhelnatého jednoho rodinného domku ročně až o jednu tunu. Kromě toho je vynikající ekologická bilance solárního zařízení. Za dva roky ušetří solární kolektory, jejichž životnost je nyní už několik desítek let, v průměru více než byla použita na výrobu solárního zařízení. Přednosti těchto systému jsou tak velké, že jejich výstavbu podporuje stát pomocí Státního fondu životního prostředí a České ekologické agentury. Pro Českou republiku jsou zvláště výhodné integrované solární systémy pro přípravu teplé vody kombinující nejnovější solární technologie s klasickou plynovou topnou soustavou. Do vývoje těchto zařízení jsou v současné době vynakládány nemalé finanční prostředky a o jeho výsledcích se na letošním Aqua-termu mohli přesvědčit nejen běžní zájemci o tuto techniku, ale i znalci oboru. Například firma Junkers Bosch/Thermotechnik návštěvníkům Aqua-termu 2002 předvedla zdokonalený integrovaný solární program, představující další posun ve zvyšování účinnosti využívání slunečního záření při přípravě teplé užitkové vody. Všechny jeho součásti jsou vzájemně přizpůsobeny - počínaje ohřívačem, přes solární zařízení až po regulaci. Klíčovým bodem systému je vysoce výkonný solární kolektor.

Tepelné čerpadlo

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. Topný faktor, neboli poměr získané ku vynaložené energii je u tepelných čerpadel zhruba 3. To znamená, že ke získání 9 kw tepelné energie je třeba vynaložit 3 kw elektrické energie.

Druhy tepelných čerpadel

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

Tepelné čerpadlo využívající energii z půdy

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 levně.

Tepelné čerpadlo využívající energii z hlubinného vrtu

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 polohy.

Tepelné čerpadlo využívající tepla venkovního vzduchu

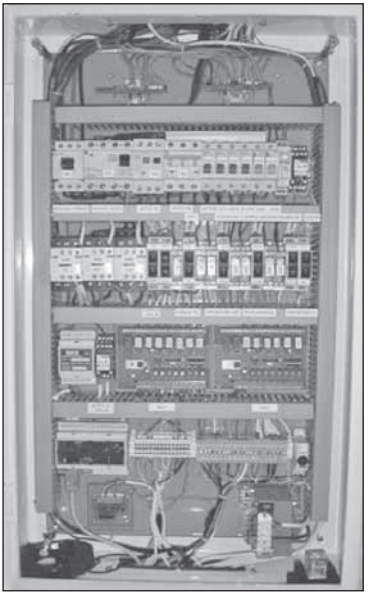
Teplo se získává ze vzduchu, který má většinu roku dostatečnou teplotu. S klesající teplotou vzduchu však účinnost tepelného čerpadla klesá. Kromě uvedených typů ještě existují tepelná čerpadla která získávají energii např. z vodního toku, dvou studní nebo z odpadního tepla.

Jak to funguje?

Tepelné čerpadlo pracuje podobně, jako lednička. Ta však odebírá teplo ze svého vnitřního prostoru a ven do pokoje mírně topí. Tepelné čerpadlo naproti tomu odebírá energii z venku a topí uvnitř. Vezměme si jako příklad tepelné čerpadlo, které využívá hlubinný vrt. Z něj se získává teplo pomocí média, kterým je obvykle nemrznoucí směs. Ta se pomocí čerpadla prohání vrtem, kde se zahřeje na zhruba 4–8 °C. Takto ohřátá se dostává do tepelného čerpadla, kde ve výparníku předává teplo pracovnímu (chladícímu) médiu. Pracovní médium je látka s nízkým bodem varu, která ve výparníku expanduje, přičemž přechází z tekutého stavu do plynného, což je doprovázeno ochlazením. Díky tomu dokáže absorbovat teplo z teplonosného média, které se ochladí na teplotu bod bodem mrazu a je čerpáno zpět do vrtu, aby se opět zahřálo. Pracovní médium je poté stlačeno kompresorem, čím dojde k jeho zkapalnění a zároveň zahřátí na teplotu kolem 55 °C. Takto zahřáté pak ve výměníku ohřívá vodu, která slouží k vytápění či ohřevu TUV. Tím se pracovní médium o několik stupňů ochladí. Poté se opět dostává do výparníku, kde expanduje a celý cyklus opakuje.

Klasické zdroje tepla (kotel)

V systému „Inteligentní dům" lze bez problémů využít klasické zdroje tepla jako např. plyn, elektrickou energii, tuhá paliva, topné oleje atd. Řídící systém není závislý na typu použitého kotle, což znamená, že při jeho instalaci lze většinou využít stávající kotel.



Řídící jednotka

Jádrem námi dodávaného systému „Inteligentní" dům je řídící jednotka vyvinutá společností Condata, která je pomocí systému čidel a regulačních prvků napojena na všechny ovládané spotřebiče a zdroje tepla. Řídící jednotka neustále vyhodnocuje a zaznamenává signály z čidel a na jejich základě reguluje podle nastaveného programu zdroje a spotřebiče.

Regulace zdrojů tepla

Typický „inteligentní dům" využívá více zdrojů, které produkují teplo s různými náklady. V optimálním případě jsou do systému zapojeny solární panely, tepelné čerpadlo a klasický kotel. Solární panely jsou přitom schopny vyrábět teplo cca. dvanáctkrát levněji než kotle, tepelné čerpadlo přibližně třikrát levněji. Řídící systém proto preferuje solární panely a pokud je to možné, čerpá teplo z nich. Energie ze solárních panelů však není dostupná vždy – v noci nebo při špatném počasí potřebnou energii nedodávají. V takovém okamžiku se zapne tepelné čerpadlo, které je obvykle schopno pokrýt požadovanou spotřebu. Teprve pokud v případě extrémně vyso-

kých nároků na odběr či v případě extrémních klimatických podmínek (hluboké mrazy, které však v našich klimatických podmínkách obvykle netrvají déle než 30 dnů v roce) nestačí spotřebu pokrýt ani tepelné čerpadlu, řídící systém zapne kotel, který je nejméně ekonomický. Systém navíc dokáže uchovat určité množství tepla ve výměníku, díky čemuž je možné získáte teplo tehdy, když je levné a ne když je spotřeba.

Rozhovor s jedním z majitelů inteligentního domu panem KOCOURKEM (odpovědi jsem si dovolil citovat)

- KDY JSTE SE ROZHODL POŘÍDIT SI SYSTÉM „INTELIGENTNÍ DŮM"?
- To bylo asi před 2 lety, když jsem rekonstruoval dům, který jsem zdědil po své mamince.

- KOLIK BYLA POČÁTEČNÍ INVESTICE?
- No, byla dost vysoká, řeknu vám jen to, že byla nad jeden milion korun.

- JAKÉ MÁTE TEPELNÉ ČERPADLO?
- mam systém země-voda, protože zde mám studnu a dost podzemní vody.

- VYUŽIL JSTE DOTACE O STÁTU?
- Ano samozřejmě využil.

- JAK VELKÁ BYLA DOTACE?
- Asi 25 - 30 % nákladů na tepelné čerpadlo.

- JE OBSLUHA ZAŘÍZENÍ JEDNODUCHÁ?
- Ze začátku jsem měl problémy, ale po týdnu, kdy jsem měl v domě zimu, tak jsem byl donucen ženou, abych se s tím naučil, jinak ať jí nelezu na oči. Povedlo se, vzal jsem návod a teď si i naprogramuji teplotu v místnostech jak potřebuji.

- OHŘÍVÁTE I BAZÉN, KTERÝ MÁTE NA ZAHRADĚ?
- Ano dokonce jsme se koupali párkrát i na podzim.

- A CO ŽENA, JE SPOKOJENÁ S TEPLOTOU V DOMĚ, PROTOŽE JAK VÍME, ŽENÁM JE POŘÁD ZIMA.
- ano je spokojená, ale někdy nadává, když zmenším teploty, protože to neumí nastavit tak, jak by chtěla ona a to je moje výhoda.

- VÍTE, ŽE JDE SEŘÍDIT TEPLOTU PŘES INTERNET NEBO MOBIL (POUŽIL JSTE HO)
- ano vím, ale ještě jsem ho nevyužil, protože já si nastavuji teplotu ráno a doma vždy někdo je.

- A POSLEDNÍ OTÁZKA JSTE SPOKOJEN SE SYSTÉMEM A DOPORUČIL BYSTE HO?
- ano, jsem spokojený, protože je to velice pohodlné, stačí jen sednout k počítači a je to. Vřele bych ho doporučoval. Je to veliká úspora tepla a času. Návratnost je do asi 7 let a pořád šetřím do budoucnosti.

Můj názor: Tento projekt se mi velice líbil. Otevřel mi nové obzory. Jsem velice rád, že jsem se do této soutěže přihlásil. Doufám, že jsem vás nenudil a dal vám námět k zamyšlení jak zefektivnit váš dům, pohodlí a vzít ohled na naši přírodu, o které si myslím,že za to stojí. S pozdravem Petr Kříž.

Poděkování: Chtěl bych poděkovat za pomoc panu ing. Jardu Kocourkovi za jeho ochotu a panu Petru Brůhovi za to, že mně dal kontakt na pana Kocourka. Dále bych chtěl poděkovat paní učitelce Janě Křížové že mě upozornila na tuto soutěž. Děkuji.

JAN SLÁDEK, Gymnázium Benešov, Husova 470, Středočeský kraj

VODNÍ ELEKTRÁRNY ŠTĚCHOVICE

Lidstvo se bez energie, hlavně té elektrické, v současné době vůbec neobejde. S neustále se zvětšujícími se požadavky na elektrickou energii si dnešní člověk klade otázku, kde vzít suroviny na její čím dál větší výrobu v dosud známých postupech. Dnes už víme, že fosilní paliva (především uhlí jakožto hlavní přírodní neobnovitelný zdroj energie pro výrobu elektrického proudu v České republice) nevydrží navěky, a tak se hledají a objevují nové způsoby, jak si budeme za těch ±100 let svítit v obýváku nebo sledovat televizi.

Já netvrdím, že nástup jaderných elektráren na konci 20. století tuto situaci nevyřeší, vždyť dnes se podílí na docela slušném procentu produkce elektřiny a jsou i státy, kde se energetická síť opírá o mnoho atomových elektráren (Německo, Francie). Ale vše má své pro i proti. My sice můžeme mít výkonné reaktory a turbogenerátory s neuvěřitelným výstupním napětím ale co budeme dělat s vyhořelým, nebezpečným a ještě ke všemu radioaktivním odpadem s obrovskou dobou rozpadu částic?

Proto si kladu otázku, jak by se tomu všemu, co jsem teď vyjmenoval, dalo alespoň trochu zabránit. Jistou perspektivu vidím (ale myslím si že nejen já) ve využití obnovitelných zdrojů energie. Ty by měly zmírnit nástup krize v nedostatku hnědého uhlí pro tepelné elektrárny a vhodně doplňovat elektrickou energii ve špičce, rozhodně ale nejsou náhradou za současné velké elektrárny. V tomto dokumentu jsem se zaměřil na vodní energii a její využití v mém okolí.

V České republice nejsou příliš příznivé přírodní poměry pro výstavbu vodních elektráren, jelikož naší zemí protékají řeky s nízkým spádem a relativně malým průtokem. Proto si nemůžeme vybudovat kolosální síť nádrží, jako mají v severských zemích Evropy nebo v Rakousku... My Češi jsme ale lišáci a s důmyslným využitím krajiny jsme si v průběhu dvacátého století pár vodních děl a elektráren postavili a začali je využívat jako doplňující zdroj elektrické energie.

K tomu abych navštívil nějakou vodní elektrárnu, nemusím chodit daleko. Bydlím kousek od Vltavy, a tak to mám blízko na Kamýk, Orlík, hlavně pak na Slapy a Štěchovice, čili na část Vltavské kaskády.

Vybudování soustavy přehrad a hlavně příslušných vodních elektráren hodnotím velmi kladně, už jen proto kolik energie se dá z naakumulované vody „vytěžit“. Zároveň nám tato díla slouží i jinak než energeticky. Další úlohou je rekreace (převážně Slapská a Lipenská přehrada). Významný prvek tvoří v úloze ochranné – tedy hlavně před povodněmi (i když jen v určitém rozmezí – „velké vody“ nezadrží, ale oddálí jejich nástup – viz rok 2002...) Dalším kladem je vesměs automatizovaný provoz elektráren a také relativně nízká nákladovost na opravy. Hlavně svým provozem neznečišťují životní prostředí, nedevastují krajinu (o tom by se dalo diskutovat, jaký vliv má vodní dílo na okolní krajinu...), jsou také bezodpadové a bezpečné.

Samozřejmě vše má i své nevýhody. U vodních nádrží jich není mnoho, ale vyskytují se. Prvně je to výrazný zásah do krajiny (řada vesnic zanikla a dodnes najdeme pod vodou pozůstatky staveb), dále změna vodního toku řeky (kampak se nám poděly Svatojánské proudy ?), zvýšení vodní hladiny a narušení přilehlých ekosystémů, třebaže se s tím příroda úspěšně vyrovnává. Jistým negativem jsou také velké pořizovací náklady na výstavbu s poměrně dlouhou návratností vložených investic (záleží na provozu) – ale tato fakta se objevují takřka u všech obnovitelných zdrojů energie...

Vodní elektrárny Štěchovice

Vodní elektrárny Štěchovice se nachází na řece Vltavě jako předposlední část Vltavské kaskády blízko stejnojmenného městečka. Málokdo ví, že se zde nachází elektrárny dvě: průtočná a přečerpávací.

Štěchovice I

Se stavbou elektrárny, kterou dnes známe pod označením Štěchovice I, se začalo roku 1938 (tedy před vypuknutím 2. světové války). Tvrdí se, že Adolf Hitler potřeboval elektřinu pro výrobu zbraní a proto nechal postavit tuto elektrárnu (v okolí Štěchovic, hlavně při pravém břehu řeky se nacházely podzemní továrny nacistického Německa – dodnes jsou plné tajemství). Stavba byla dokončena roku 1944 a téhož roku byla elektrárna uvedena do provozu.

Hráz tohoto vodního díla je betonová, s žulovým obkladem. Je 22,5 m vysoká, 120 m dlouhá. Nachází se zde 5 přelivových hrazených polí s kapacitou 2400 m^3/s. Pro informaci uvádím, že katastrofální povodně z roku 2002 ustála bez větších následků. Při pravém břehu se nachází plavební komora, která se vzhledem k intenzitě lodní dopravy moc nevyužívá. Maximální spád, který se překoná, je 20,1 m.

Nádrž této elektrárny o délce 9,4 km se nehonosí moc velkou plochou, její konec je až pod známější přehradou Slapy. Objem je 11,2 mil. m^3 vody a slouží především k vyrovnávání odtoku z Vltavské kaskády. Také je potřebná ke špičkovému provozu elektrárny Slapy, dalším úkolem je zadržet vodu pro vlastní turbíny.

Vlastní elektrárna je koncipována jako středotlaká, průtočná, pro výrobu pološpičkové energie. V útrobách strojovny se nachází 2 Kaplanovy turbíny o celkovém výkonu 22,5 MW. Z dnešního pohledu se tato hodnota zdá malá, já osobně bych ještě do elektrárny doplnil další dvě stejná soustrojí pro zvýšení výkonu. Generátory elektrárny vyrábějí proud o napětí 10,5 kV. Součástí elektrárny je venkovní rozvodna, která transformuje napětí na 110 kV. Ovládání může probíhat dvěma způsoby – jednak z vlastního velínu, ale dnes se především ovládá dálkově z centrálního dispečinku v Praze. Tech. parametry a schéma elektrárny uvádím dále v příloze.

Štěchovice II

S výstavbou této elektrárny se začalo trochu později než u její starší sestry, a to sice roku 1941. Dokončena byla roku 1947 a téhož roku zprovozněna. Na svou dobu byla přečerpávací vodní elektrárna (dále PVE) moderní, plně automatizovaná a teplo, které vznikalo při chlazení soustrojí se používalo k ohřívání vody nedalekého plaveckého bazénu. Elektrárna měla 2 turbíny o celkovém výkonu 21 MW. V únoru roku 1991 byla pro dlouholetém užívání a hlavně pro zastaralost odstavena. Za svou dobu provozu vyrobila elektrárna celkem 1,65 mil. MWh špičkové energie.

V roce 1992 se počalo s rekonstrukcí stávající elektrárny na moderní PVE. Během stavby se zachovala původní horní nádrž na Homoli. Částečně se také zachovalo ocelové přívodní potrubí a také část elektrorozvodného zařízení.

Nádrž na Homoli byla tedy vybudována spolu s původní PVE a při rekonstrukci se jak jinak zachovala. Celá je vybudována z betonu, její objem je 468 000 m^3.

Přívodní potrubí se také z části zachovalo, v dolní části se asi metr po zmizení v podzemí potrubí spojuje v jednu rouru. Délka je 590 m, roury mají průměr od 1,7 do 2 m. Také jsou vybaveny rychlozávěrnými a revizními klapkami. Na horní části byla nově postavena 35 m vysoká vyrovnávací komora.

Původní turbíny byly nahrazeny jednou, jedná se o reverzní Francisovu turbínu FR 180 od výrobce ČKD Blansko. Výstupní výkon stoupl na 45 MW. Schéma a další parametry uvádím dále v příloze. Jen bych doplnil, že soustrojí se nachází 45 m v podzemní strojovně. Možná pro ještě větší využití tak velkého spádu bych při rekonstrukci místo jedné turbíny nainstaloval dvě stejné, jako je ta osazená, vzrostl by tedy výkon na 90 MW, už by se asi změnila účinnost cyklu. Ale jsou to jenom spekulace, musíme brát na vědomí také jiné okolnosti – např. místo pro osazení apod.

Výhody této elektrárny jsou jasné. Velkou předností je rychlý náběh turbíny do plného provozu, řádově se jedná o minuty. Je tedy rychle připravena doplňovat a korigovat elektrickou energii ve špičce. V době, kdy je v síti el. energie přebytek, čerpá se voda do horní nádrže na Homoli. Účinnost přečerpávacího cyklu je 75 %, což je velmi pěkné číslo. Vůbec přechodové časy od různých činností turbíny (čerpadlový provoz, turbínový provoz a nebo je soustrojí v klidu) jsou přibližně do 2 minut.

Závěr

Není to dlouho, co se přes Českou republiku přehnala vichřice. Když jsem zabrousil na stránky ČEZu a přečetl si tiskovou zprávu o tom, jak tepelné elektrárny přežily vichřici, nestačil jsem se zveřejněným údajům o spotřebě uhlí divit. Zpráva pojednávala o přerušení dodávky uhlí v severočeském regionu. Hned první elektrárna Tušimice byla bez dodávky necelé 2,5 hodiny. Za tu dobu prý z přilehlé skládky bylo spáleno kolem 2000 tun uhlí! V elektrárně Prunéřov to bylo ještě více, něco přes 3000 tun. Tímto chci poukázat na to, že pokud se za 2,5 hodiny spálí zhruba 2000 tun hnědého uhlí v každé elektrárně, za jak dlouho dojde úplně? Na jak dlouho vystačí současné zásoby ? Pokryjí české jaderné elektrárny spolu s obnovitelnými zdroji dosavadní spotřebu?

Za to, že se v elektrárnách spaluje čím dál větší množství uhlí, můžeme také my spotřebitelé. Platí zde přímá úměra: čím větší je nárok na spotřebu, tím víc se musí vyrobit. Stačí se podívat po domácnosti co všechno běží tak říkajíc „zbytečně". Nemluvím tady o spotřebičích, které nutně potřebujeme (lednička, mrazák,ohřev vody), ale hlavně o přístrojích, které umožňují přepnout svůj provoz na tzv. „stand-by" režim. To znamená, že spotřebič odebírá ze sítě malé množství energie, ale není v provozu, pouze je připraven přijímat signál z dálkového ovládání. Jedná se hlavně o televize, hi-fi věže, videa, dvd atd. Někdo si myslí, že tyto „mrtvé stavy" jsou téměř nenáročné, je to jenom jakýsi zlomek energie. Ale pokud připadne na každého člověka v republice jeden spotřebič s příkonem 5 W v pohotovostním režimu, potom je celkový příkon 51,5 MW! A to je ještě ideální, poněvadž 5 W nemusí být konečná hodnota a přístrojů je daleko víc. A jen kvůli stand-by módům už musí běžet elektrárny. Jak tedy snížit spotřebu elektrické energie? Především vypínat to, co se dlouhodobě nevyužívá. Zakázat na přístrojích stand-by režimy, alespoň na noc je vypínat úplně. Dále neustále omýlatelné šetření s teplou vodou, neboť na ohřev je také nutná elektřina. Také jsem si na určitých místech všiml, že v obcích a městech svítí pouliční osvětlení přes celou noc. Měla by být tady snaha o určitou regulaci, například svítit od soumraku do 22 hodin a od 4 hodin do svítání.

Myslím si, že se energetické krizi nevyhneme, a pokud se tak nestane, postihne to další generace po nás. Jistým zlepšením je využívat obnovitelné zdroje energie, především pak vodu, která má asi největší perspektivu (oproti slunečním kolektorům, biomase apod.). Obnovitelné zdroje nevystačí na současnou spotřebu, jedná se jen o výpomoc. Je tedy na nás, jak budeme s elektřinou hospodařit. Energii obnovitelných zdrojů by jsme měli využívat co nejvíc, hlavně by jsme měli vymyslet nový způsob výroby elektrické energie.

Technické parametry elektrárny Štěchovice I:

typ elektrárny	středotlaká, akumulační, pološpičková
výstavba	1938-1944
rok uvedení do provozu	1944
soustrojí	
počet soustrojí	2

typ turbín	Kaplan
instalovaný výkon	2 x 11,25 MW
max. průtok vody turbínou	80 m^3/s
otáčky	166,7 ot./min.
průměr oběžného kola	3600 mm
napětí generátorů	10,5 kV
venkovní rozvodna	110 kV
hráz	
výška	22,5 m
délka	120 m
přelivová pole	5
kapacita přelivů	2400 m^3/s
nádrž	
objem nádrže	11,2 mil. m^3
délka nádrže	9,4 km
spád	14,5 - 20,1 m
plavební komora	
překonaný spád	až 20,1 m

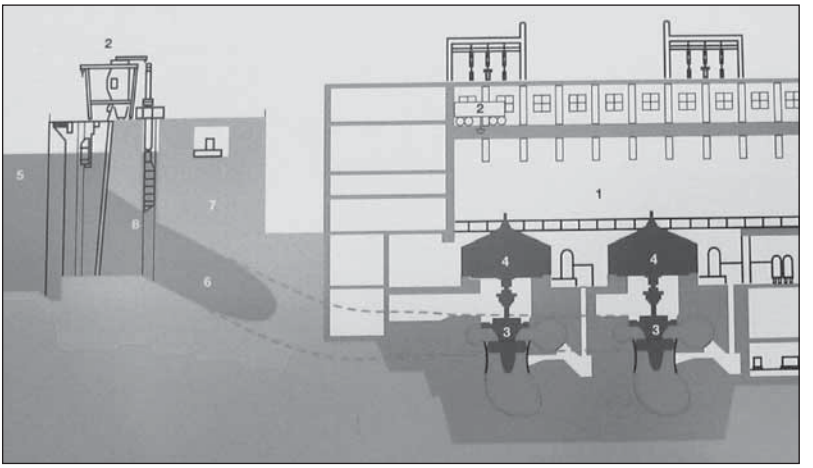
Technické parametry elektrárny Štěchovice II:

typ elektrárny	přečerpávací, špičková
výstavba	1941-1947
odstavení	1991
rekonstrukce	1992-1996
průtoky	
turbinový (optimální)	24 m^3/s
čerpadlový	21,1 m^3/s
hladiny nádrží	
horní provozní	419 - 410,3 m n.m.
dolní provozní	200,5 - 199,5 m n.m.
střední rozdíl hladin	214,6 m
spád	209,8 - 219,5 m

soustrojí	
turbína	reverzní Francis FR 180
průměr oběžného kola	2200 mm
jmenovité otáčky	600 ot./min.
průběžné otáčky	855 ot./min.
max. výkon	50 MW
příkon čerpadla	48,5 MW
nátoková výška	-29 m
průměr kulového uzávěru	1600 mm
motorgenerátor	
typ	HVY 710 740 / 10
zdánlivý výkon	53 000 kVA
jmenovité napětí	13 800 ± 5% V
jmenovitý proud	2217 A
generátor	
činný výkon	45,05 MW
blokový transformátor	
zdánlivý výkon	53 000 kVA
převod	115 ± 5% / 13,8 kV
přetížení (po dobu 60 min)	59 000 kVA
přechodové časy	

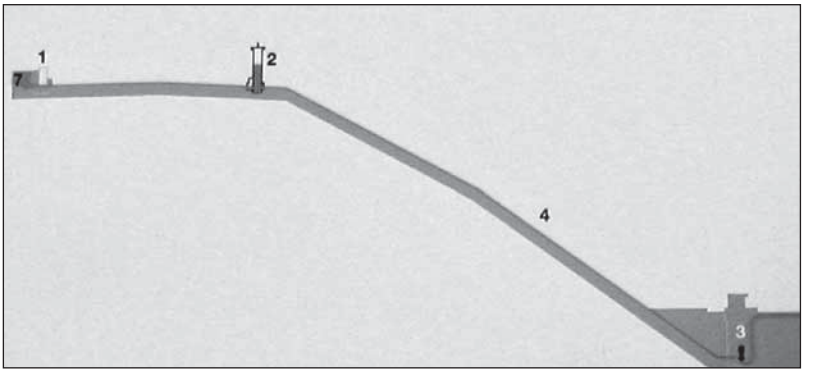
O - soustrojí v klidu, T - turbinový provoz, Č - čerpadlový provoz	
O → T // T → O	do 100 s // do 200 s
O → Č // Č → O	do 250 s // do 100 s
T → Č // Č → T	do 350 s // do 100 s
roční výroba PVE (projekt)	62,33 GWh
účinnost přečerpávacího cyklu	75,4 %

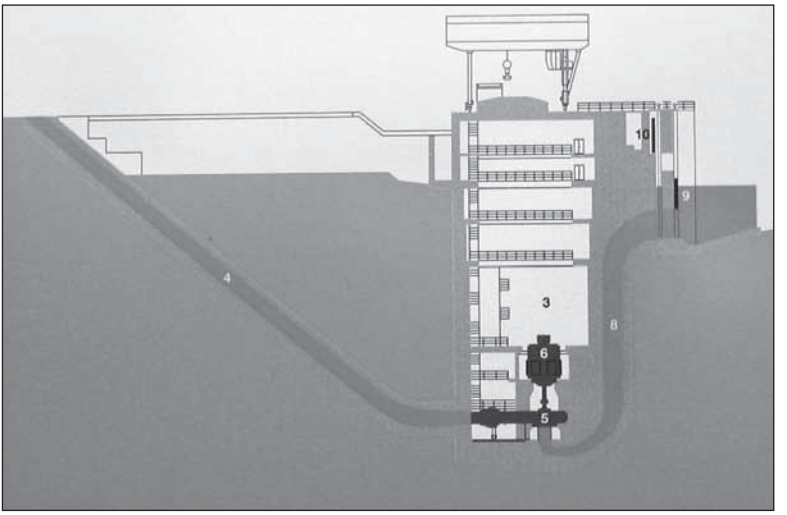
Schéma elektrárny Štěchovice I:



1... strojovna, 2... jeřáby, 3... Kaplanovy, 4... generátory, 5 horní nádrž turbíny, 6... přivaděč, 7... hráz, 8... rychlouzávě

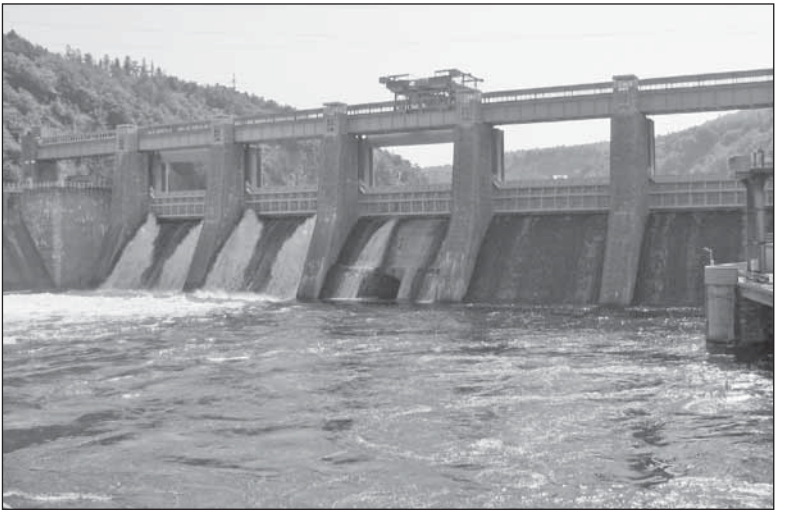
Schéma elektrárny Štěchovice II:





1... hráz horní nádrže
2... vyrovnávací komora
3... podzemní strojovna
4... přivaděč
5... Francisova reverzní turbína
6... generátor
7... horní nádrž
8... savka
9... česle
10... uzávěr výtoku

Fotodokumentace



RENATA PRŮŠOVÁ a kol., Střední odborná škola Benešov, Černoleská 1997, STŘEDOČESKÝ KRAJ

TEPELNÁ ČERPADLA

1. TEPELNÁ ČERPADLA

Tepelná čerpadla jsou zařízení na čerpání tepla z jednoho prostoru do druhého(dále jen T.Č.). Nejběžnější tepelné čerpadlo je například domácí chladnička - čerpáme teplo z vnitřního prostoru do prostoru zadního, kde se přenáší do okolního prostoru. Tím uvnitř nastává chlad (odběr tepla), v zadní části (vzadu za lednicí - tam kde je mřížka) se však každá lednice zahřívá díky teplu, které odebírá z vnitřku lednice.

Tepelným čerpadlem tedy můžeme čerpat teplo libovolným směrem - stručně řečeno - můžeme chladit a většinou i s ním topit. Tato možnost není pravidlem.Musíme však také dodat energii k „posunu" tepla uvnitř systému tepelného čerpadla.To je také princip úspory energie na principu funkce tepelného čerpadla a také důvod, proč potřebujeme určité (nemalé) množství energie k provozu.

Důvodů proč využít tepelné čerpadlo je několik:

1) čerpaná energie je většinou zdarma (odebíráme jí z okolního prostoru - z přírody).
2) energie nutná k provozu čerpadla je mnohem menší než teplo se kterým daný prostor zahříváme, tzn. že šetříme ve formě menší spotřeby elektrické energie, kterou musíme zaplatit.
3) energie kterou odebereme přírodě, opět přírodě vracíme v podobě ztrát např. stěnami a střechou budovy.
4) T.Č. je ekologické (ekologičtější) než jiné typy vyhřívání.
5) některé typy T.Č. můžeme použít jako klimatizaci (otočíme chod tepla a z ohřívacího systému máme systém chladicí).

Před projektem T.Č. byste měli mít rozmyšleny následující body, nutné pro vlastní návrh celého systému s T.Č.

1) Jaký prostor chcete vytápět (chladit) - rozměry, ztráty, typ prostoru
2) Jaký zdroj tepla chcete použít pro „posun" tepla - elektřinu, plyn
3) Jaký zdroj tepla chcete použít pro vlastní vytápění - vzduch, voda, země
4) Jaký zdroj tepla chcete využít (el. energie. plyn, ...) pro dotápění při extrémně chladných dnech, kdy tepelné čerpadlo nemůže dostatečně vytopit váš prostor.

Proč tepelná čerpadla?

Tepelná čerpadla jsou významným příspěvkem k řešené současných, ale zejména budoucích energetických problémů, neboť plně respektují všechny ekonomické i ekologické požadavky. Švédská firma Thermia AB je jedním z nejpřednějších výrobců tepelných čerpadel na světě. O kvalitě její práce svědčí spokojení zákazníci nejen v Evropě, ale i v zámoří, zejména pak v Kanadě.

To znamená, že:

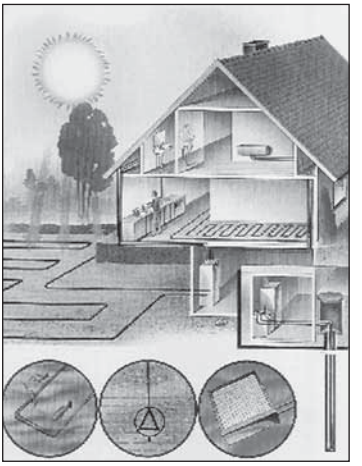
- energie dodaná na provoz tepelného čerpadla se Vám vrací ve formě tepelné energie a dostanete jí 3krát až 5krát více, než jste jí do zařízení dodali,
- jestliže tedy tepelné čerpadlo spotřebuje elektrickou energii za 1 Kč, dodá nám tepelnou energii v hodnotě 3 až 5 Kč.

V udaném rozmezí se topný faktor pohybuje v závislosti na zvoleném typu a druhu tepelného čerpadla a na různých atributech konkrétního vytápěného objektu, které lze v jednotlivých případech do jisté míry více či méně ovlivnit (např. stupeň zateplení objektu apod.).

Právě tento topný faktor spolu s dvouokruhovým systémem, kdy tepelné čerpadlo jednak topí a jednak ohřívá teplou vodu, je hlavní výhodou tepelných čerpadel zn. Thermia jak oproti klasickým způsobům vytápění, tak také oproti ostatním tepelným čerpadlům jiných značek.

Vzniká samozřejmě otázka, čím je způsoben tento příjemný rozdíl mezi spotřebovanou a dodanou energií.

Tento rozdíl nám zabezpečuje příroda - zemní teplo, voda, vzduch apod.

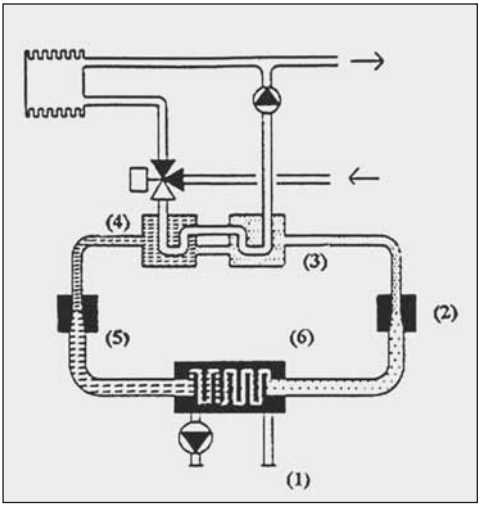


Jak pracuje tepelné čerpadlo?

Principielně lze velmi obecně přirovnat tepelné čerpadlo ke kompresorové chladničce. Rozdíl spočívá v tom, že využíváme nikoliv chladícího, ale tepelného okruhu. Chladnička odnímá teplo potravinám a přes výměník jej předává vzduchu za chladničkou.

Tepelné čerpadlo může odnímat teplo vzduchu, půdě v okolí domu, příp. vodě v řece, potoce či rybníku pomocí potrubí - kolektoru patřičné délky položeného do země nebo do zemního vrtu či do vodního zdroje, v němž obíhá médium (glykol). Glykol odebírá zemi, vodě nebo vzduchu teplotu a vrací se zpět do tepelného čerpadla.

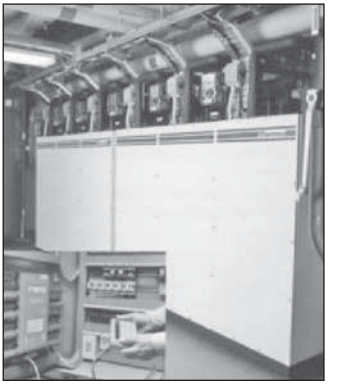
V důsledku rozdílu výstupní a vstupní teploty média (teplotní rozdíl) získaná energie se pomocí výparníku použije k uvedení chladícího prostředku v tepelném čerpadle do stavu páry, jejímž stlačením vznikne vysoká teplota. Tím se nízkotepelná energie transformuje na prakticky použitelnou energii okolo 55 stupňů Celsia. Získané teplo se předává pomocí výměníků vlastnímu topnému systému (klasický rozvod radiátory, lépe podlahovým systémem) k vytápění nebo k ohřevu teplé užitkové vody.



Teplo přivedené ze zdroje tepla (1), např. ze země, je absorbováno odpařovacím zařízením (6), chladivo vře a tím nastane jeho odpařování. Vzniklé výpary jsou stlačeny v kompresoru (2), tím dojde k nárůstu teploty. Znásobené teplo je potom přes kondensátor - zkapalňovač (3) vedeno k systému vytápění domu (4) a je mu předáváno.

Z toho důvodu teplota chladiva opět klesá a když proudí přes expanzní ventil (5), kde se jeho teplota dále sníží, je opět tekuté. Tekuté chladivo je následně přivedeno zpět k odpařovacímu zařízení (6) a koloběh se opakuje.

Zařízení tepelného čerpadla



Tepelná čerpadla jsou kompletní energetická vytápěcí zařízení pro rodinné domy, činžovní domy, dílny, autoservisy, zimní a plavecké stadiony i jiná sportovní zařízení, nemocnice, hotely, pensiony, horské chaty, školy a veškeré jiné dobře zateplené objekty.

Jsou neškodná životnímu prostředí, pracují velmi spořivě a efektivně a tím zlepšují finanční situaci majitele.

Bezobslužný provoz řízený mikroprocesorem spolu se životností po dvě generace zabezpečuje pro Vás pohodlné čisté teplo a komfort neustále teplé vody. Je to jediné zařízení svého druhu, u kterého lze spočítat návratnost počáteční investice.

Nepotřebujete žádné palivo - i když tepelné čerpadlo potřebuje ke svému pohonu elektrický proud, tímto proudem netopí.

Jako zdroj energie využívá tu nejlacinější a nejčistší - sbírá teplo ze země, z vody, z odpadních vod, ze vzduchu, dovede využít technického odpadního tepla. Tato energie Vás nic nestojí, její přívod Vám nikdo nezastaví a je nevyčerpatelná.

2. VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT OBJEKTU

Správný návrh velikosti tepelného čerpadla musí začít od zjištění tepelných ztrát objektu. Obvykle je tento výpočet součástí projektu topení. Pokud ne, dá se pořídit již za pár stokorun. Pro výpočet tepelných ztrát místností, které jsou základním podkladem pro návrh velikosti topného tělesa, je kromě teoretických odborných znalostí a odborné praxe nutné vyjít i např. z ČSN 060210, ČSN 060310 a vhodná bude i znalost ČSN 730540 a tepelně technických vlastností jednotlivých stavebních prvků ohraničujících vytápěné místnosti. Určitě v každé knihovně najdete některou z malých příruček o vytápění rodinných domů, kde pravděpodobně bude i část o tepelných ztrátách a návrhu topných těles.

Přibližný výpočet tepelných ztrát:

Pro orientační odhad tepelných ztrát lze vyjít z následující tabulky, která platí pro „průměrný" dům, který v daných letech odpovídal požadavkům norem.

Použití tabulky: Najděte si typ budovy podle místa výpočtovou teplotu a podle roku výstavby zjistíte, co musela budova splňovat. Tohle číslo vynásobte objemem budovy v m^3 a získáte hodnotu ve wattech (pro kW podělte 1000), které by mohlo vypovídat o tepelných ztrátách Vašeho objektu.

Měrné tepelné ztráty volně stojících objektů q[W/m^3]

Druh a velikost objektu s vnitřní teplotou 20 ° C	**Období výstavby**					
	t_e	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
		1960	**1978**	**1992**	**1994**	**>2000**
Jednopodlažní podsklepený, bez půdy, lehký materiál do 1000 m^3	–12	50	48	38	35	32,5
	–15	57	54	43	40	37
	–18	65	62	49	46	42

Dvoupodlažní rodinný domek. Dílenský provoz z keramických materiálu do 1000 m^3	–12	43	41	33	31	28
	–15	50	48	38	35	32,5
	–18	57	54	43	40	37
2 - 4podlažní obytný objekt. Malé školy, provozní budovy do 5000 m^3	–12	38	36	29	27	25
	–15	44	42	33	31	27
	–18	50	48	38	35	32,5
2 - 3podlažní obytný objekt. Malé školy, administrativní a velké budovy	–12	34	32,5	26	24	22
	–15	40	38	30	28	26
	–18	45	43	34	32	29
3 - 4podlažní sídlištní objekty. Velké školy, obchodní budovy do 5000 m^3	–12	30	28	22	21	20
	–15	36	34	26	25	23
	–18	40	38	30	28	26
4 a vícepodlažní sídlištní bloky. Adm. budovy. Obchodní domy od 5000 m^3 do 100 000 m^3 a více	–12	28	27	21	20	18
	–15	32,5	31	25	23	21
	–18	37	35	27	26	17

Měrné tepelné ztráty vestavěných objektů q[W/m^3]

Druh a velikost objektu s vnitřní teplotou 20 ° C	**Období výstavby**					
	t_e	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
		1960	**1978**	**1992**	**1994**	**>2000**
Jednopodlažní podsklepený, bez půdy, lehký materiál do 1000 m^3	–12	43	41	33	31	28
	–15	50	48	38	35	32,5
	–18	57	54	43	40	37
Dvoupodlažní rodinný domek. Dílenský provoz z keramických materiálů do 1000 m^3	–12	38	36	29	27	25
	–15	44	42	33	31	27
	–18	50	48	38	35	32,5
2 - 4podlažní obytný objekt. Malé školy, provozní budovy do 5000 m^3	–12	34	32,5	26	24	22
	–15	40	38	30	28	26
	–18	45	43	34	32	29
2 - 3podlažní obytný objekt. Malé školy, administrativní a velké budovy	–12	30	28	22	21	20
	–15	35	33	27	25	23
	–18	40	38	30	28	26

3 - 4podlažní sídlištní objekty. Velké školy, obchodní budovy do 5000 m^3	−12	25,5	24	19	18	16,5
	−15	30	28	22	21	20
	−18	35	33	25	24,5	23
4 a vícepodlažní sídlištní bloky. Adm. budovy. Obchodní domy od 5000 m^3 do 100 000 m^3 a více	−12	22,5	21	17	24,5	23
	−15	27	26	20,5	19	18
	−18	31	29,5	24	22	20

dle Laboutka, Suchánek (2001): Výpočtové tabulky pro vytápění

Poznámky:

1. Předpokládá se dvojité (zdvojené) zasklení.
2. Denní teplota kolísá mezi 18 °C až 20 °C.
3. Období výstavby značí platnost tepelně-technických norem a směrnic.
   Součinitel prostupu tepla k v jednotlivých obdobích:
   - A - 1960 - k = 1,45 W/m^2 K
   - B - 1978 - k = 0,89 W/m^2 K
   - C - 1992 - k = 0,46 W/m^2 K
   - D - 1994 - k = 0,33 W/m^2 K
   - E - 2000 - k = 0,33 W/m^2 K (okna ko = 1,50 W/m^2 K)
4. Ve všech případech je infiltrace počítána pro výměnu vzduchu 0,5/hod.
5. Okenní plocha tvoří 45 % obvodové stěny.

3. PRINCIP TEPELNÝCH ČERPADEL

Zjednodušený princip

Tepelná čerpadla fungují na principu opačné chladničky - ochlazují vnější prostor (odebírají mu teplo) a vytápí prostor vnitřní. Toto teplo však ještě převádí (přečerpávají) z nízkých teplot na vyšší - např. tepelné čerpadlo typu země-voda ochladí půdu kolem budovy z 10 °C na 5 °C a toto získané teplo využije na zvýšení teploty vnitřního vytápěcího systému ze 40 °C na 4 5 °C.

TČ tvoří:

Tepelné čerpadlo tvoří dvě části - venkovní část - výparník odebírající tepelnou energii zdroji tepla (vzduch, země, voda) a vnitřní část - kompresor, tepelný výměník a regulace tepelného čerpadla. Díky tepelné energii získané z přírodních zdrojů spotřebovává tepelné čerpadlo jen cca 1/3 vnější elektrické energie - díky tomu zaujímají tepelná čerpadla přední místo v ekologickém a alternativním vytápění.

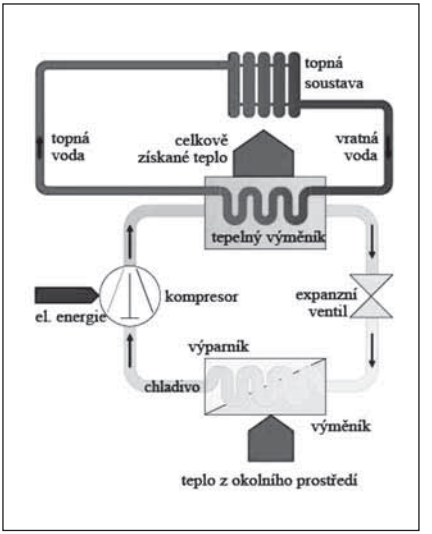


Schéma zapojení TČ v topném systému

Topný faktor

Poměr, kterým tepelné čerpadlo přečerpá více tepla, než spotřebuje elektrické energie se udává tzv. topným faktorem, zkráceně TF - např. TF 3 znamená, že tepelné čerpadlo „přečerpá“ třikrát více tepla, než spotřebuje elektrické energie.

Dimenzování výkonu

Výkon tepelného čerpadla se zpravidla navrhuje tak, aby tepelné čerpadlo krylo tepelnou potřebu objektu do určité venkovní teploty - např. -12 °C. Tato určená teplota se nazývá teplota bivalence, při jejímž dosažení je zapnut bivaletní zdroj, který do topného systému dodává potřebnou tepelnou energii nad výkon tepelného čerpadla.

Poddimenzováním tepelného čerpadla omezíme četnost startů kompresoru, díky čemuž se zvýší životnost nejen tohoto kompresoru, ale i celého systému. Také lze díky poddimenzování tepelného čerpadla použít menší venkovní zdroje (výparník, vrty, kolektory).

Bivalentní zdroj

Bivalentním (přídavným) zdrojem tepla může být elektrokotel, kotel na zemní plyn, dřevoplyn, LTO, propan - lze také použít přímotopných tyčí v akumulační nádrži (tuto variantu je nutno avizovat předem, neboť přímotopné tyče jsou do akumulační nádrže instalovány již při výrobě.)

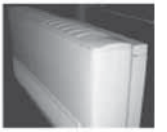
Výhodou renovace současného topného systému pomocí tepelného čerpadla je to, že coby bivalentní zdroj lze použít stávající zdroj tepla.

Jaké jsou typy tepelných čerpadel?

Tepelná čerpadla se dělí dle zdroje tepla, tím může být povrchová a podzemní voda, venkovní vzduch nebo půda. Typy jsou tedy následující: vzduch-voda, voda-voda, země-voda, vzduch-vzduch.

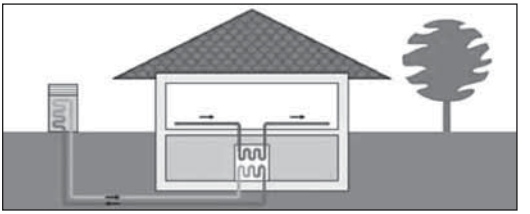
Vytápěcí a chladící ventilátorové jednotky

Vodní vytápěcí jednotka s pomocným ventilátorem. Ideální tam, kde při přechodu na nízkoteplotní systém nevyhovuje výkon radiátorů,v létě může chladit.



Model	Topný výkon 60/ 55°C (W)	Chladící výkon 7/12°C (W)	Průtok vzduchu m^3/h	Maximální příkon W	Hlučnost dB(A)	Délka mm	Cena
Fanjet 340	2700	1800	340	30	35	850	4360,-
Fanjet 510	4050	2700	510	35	38	1000	4880,-
Fanjet 850	6750	4500	850	52	42	1350	5770,-
Fanjet 1020	8100	5400	1020	87	44	1500	6230,-
Fanjet 1360	10800	7200	1360	99	45	1650	7990,-
Fanjet 1700	13500	9000	1700	170	47	1950	9220,-

3.1. VZDUCH – VODA



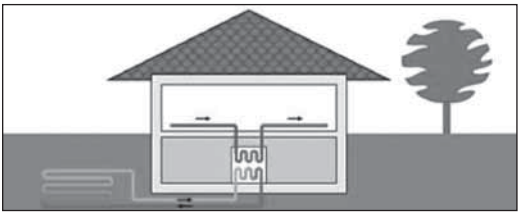
Systém vzduch – voda

Zdrojem nízkopotencionálního tepla je v tomto případě okolní vzduch budov. Jeho výhodou je nižší prvotní investice a snadná instalace nevyžadující složité zemní úpravy a stavební práce.

Vzduch se ochlazuje ve výměníku tepla umístěném vně budovy. Výměník tepla je propojen s vnitřní částí izolovaným potrubím, ve vzduchu je tepla poměrně málo, je nutné zajistit přísun velkého objemu vzduchu za pomocí ventilátoru. Přesto je venkovní jednotka relativně malá a lze ji postavit na zem nebo na střechu, případně umístit a venkovní stěnu (závisí na provedení a výrobci).Vzdálenost venkovní a vnitřní části je omezena většinou na přibližně 10 m. Vnitřní jednotka je připojena na topnou soustavu stejně jako kotel.

Vzduch – voda má obecně nižší topný faktor než ostatní systémy. Jeho nevýhodou je především rychle kolísající teplota zdroje – tj. vzduchu vhodné umístění výměníku tepla s ventilátorem s ohledem na hluk.

ZEMĚ – VODA



Systém země-voda s plošnými kolektory

Zdrojem nízkopotenciálního systému země-voda je půda v okolí budovy, z níž se teplo získává prostřednictvím hloubkovém vrtu, nebo zemního plošného kolektoru. Jeho výhodou je vysoká efektivita provozu a malá závislost na vnější teplotě.

V případě hloubkových vrtů je třeba cca 120 - 180 m vrtů pro čerpadlo 10kW výkonu. Vrty mohou být hluboké až 150 m. Jednotlivé vrty by měly být od sebe vzdáleny min. 10 m. Lze je umístit i pod stavbou, zvláště jde-li o novostavbu.

Zemní plošný kolektor (plastové potrubí) se ukládá vedle vytápěného objektu, horizontálně v nezámrzné hloubce cca 1,2 - 1,6 m pod povrchem. Trubky kolektoru by měly být od sebe vzdáleny min. 0,6 m. Pro 10 kW čerpadlo je zapotřebí cca 250 - 350 m^2 plochy pokládky.

Nevýhodou tohoto systému je náročnost na rozměry pozemku a nutnost zemních prací.

4. FIRMY VYRÁBĚJÍCÍ TEPELNÁ ČERPADLA

4.1. HotJet

Tepelná čerpadla Hotjet AS s bočním ventilátorem (Air Side)

Tepelná čerpadla HOTJET AS prodělala v letošním roce významný vývoj - máme nové modely, u nichž byly optimalizovány parametry, řízení a díly, z kterých jsou složeny. Tepelná čerpadla obsahují díly světových značek: např. kompresory Copeland Scroll nebo expanzní ventily ALCO. Samozřejmostí je zajištěný záruční servis 2 roky s možností prodloužení na 5 let.

Tepelná čerpadla HOTJET AS jsou určena pro vytápění rodinných domů, menších provozoven, bazénů a pro přípravu teplé vody v kuchyních, sportovištích nebo školách.

Lze je kombinovat s dalšími námi dodávanými komponentami systému HOTJET, např. oběhovým čerpadlem, průtokovým jističem, akumulačními nádržemi a nadřízenou regulací - adekvátně konkrétním požadavkům rozdílných instalací.

Základní charakteristika:

- Kompaktní systém „vše v jednom";
- Ochrana proti zamrznutí při vypnutém čerpadlu;
- Funkce automatického odmražování výparníků reverzním chodem;
- Odhlučnění kompresoru a krytu;
- Dopředu naplněný chladící okruh ekologickým chladivem ISCEON 29;
- Snadná instalace - stačí napojit na topnou vodu a elektrickou energii;
- Navrhováno v EU;
- Široká síť montážních firem po celé ČR;
- Zajištěný spolehlivý servis;
- Příznivá cena.

Co je součástí dodávky agregátu tepelného čerpadla:

- výparník s ventilátory,
- kompresor Copeland Scroll,
- výměník trubka v trubce, hermeticky naplněný chladící okruh,
- mikroprocesorová řídící jednotka pro řízení provozně poruchových stavů,
- teplotní čidla pro řízení chodu, presostaty, teplotní ochrany, ochrana proti přefázování.

Co tvoří systém HOTJET:

Instalaci tepelného čerpadla je nutno doplnit dalšími díly topného systému - obvykle se jedná o:

- akumulační nádrž,
- bivalentní zdroj (dotápění, když požadavek objektu na teplo je vyšší, než teplo, které dodá tepelné čerpadlo),
- oběhové čerpadlo - instaluje se uvnitř budovy, chod je řízen z tepelného čerpadla,
- nadřízená regulace - pro řízení více zdrojů tepla nebo otopných okruhů,
- topenářské díly potřebné pro připojení - kulové ventily, zpětné klapky, vypouštěcí ventily, pružné hadice, trubky, tvarovky...

Náročnost instalace:

Instalaci zvládnou 1 - 2 topenáři během jednoho dne. V předstihu se musí připravit místo pro umístění čerpadla, což jsou obvykle betonové patky. Připojení na elektrický okruh by měl provést kvalifikovaný elektrikář.

Tepelná čerpadla lze využít pro podlahové i radiátorové vytápění. Odborná firma posoudí, jak začlenit tepelné čerpadlo do vašeho vytápěcího systému.

VZDUCH - VODA (boční ventilátor)

PARAMETRY / MODEL	10AS	14AS	17AS	20AS
Nominální výkon (kW)	10,6	14,0	17,1	20,5
Nominální příkon (kWh)	2,8	3,7	4,5	5,6
Výkon +7 °C/35 °C (kW)	8,7	11,2	14,2	17,0
Výkon 0 °C/35 °C	6,7	8,8	11,2	13,3
Výkon -7 °C/35 °C	5,2	7,1	8,9	10,1
Výkon +7 °C/50 °C	7,7	10,0	12,5	15,6
Výkon 0 °C/50 °C	6,0	7,7	9,9	12,1
Výkon -7 °C/50 °C	4,6	6,1	8,0	9,4
Napájení (V/F/Hz)	400/3/50			
Počet a typ kompresoru	1 x Copeland Scroll			
Chladící směs	R422D (ISCEON 29) nebo R417A (ISCEON 59)			
Připojovací potrubí	G 1			
Počet ventilátorů	1	1	2	2
Rozměry: Šířka	950	950	1000	1250
Hloubka	400	400	450	450
Výška	1050	1050	1250	1250
Rozsah teplot R422D:	-15 °C až 15 °C, R417A: -15 °C až 40 °C			
Provedení	NEREZOVÝ KRYT			
Hmotnost (kg)	100	130	180	210
Cena (bez DPH)	79 000,-	89 000,-	99 000,-	109 000,-

Tepelná čerpadla země-voda HOTJET W

Tepelná čerpadla HOTJET W v nové inovované řadě poskytují ještě lepší výkony a topné faktory. Jsou složena z osvědčených dílů, z nichž jmenujme např. kompresor Copeland Scroll nebo expanzní ventil ALCO. Samozřejmostí je zajištěný záruční servis 2 roky s možností prodloužení na 5 let.

Tepelná čerpadla HOTJET W lze kombinovat s dalšími komponentami systému HOTJET, např. oběhovým čerpadlem, průtokovým jističem, akumulačními nádržemi a nadřízenou regulací - adekvátně konkrétním požadavkům rozdílných instalací.

HOTJET W lze použít s vertikálními vrty i horizontálními zemními kolektory, eventuálně jiným uzavřeným primárním okruhem.

Základní charakteristika

- Kompaktní jednotka;
- Ochrana proti zamrznutí;
- Tichý provoz s provedenými protihlukovými opatřeními;
- Topný faktor až 5,2;
- Navrhováno v EU;
- Široká síť montážních firem po celé ČR;
- Zajištěný spolehlivý servis;
- Příznivá cena.

Součástí dodávky je kompletní jednotka včetně těchto částí:

- kompresor,
- výměníky,
- uzavřený naplněný chladicí okruh,
- mikroprocesorová jednotka pro řízení provozně poruchových stavů,
- teplotní čidla pro řízení chodu.

Tepelná čerpadla ZEMĚ-VODA, VODA-VODA s kompresory Copeland Scroll

PARAMETRY / MODEL	**7W**	**9W**	**16W**	**32W**
Tepelný výkon W10/W35 kW	7,2	9,4	15,7	31,2
Příkon W10W35 kWh	1,4	1,8	2,9	6,1
Tepelný výkon B0/W35 kW	5,5	7,1	11,7	23,8
Napájení (V/F/Hz)	400/3/50			
Typ kompresoru	Copeland Scroll			
Počet kompresorů	1	2		
Chladící směs	R422D (ISCEON 29) nebo R417A (ISCEON 59)			
Připojovací potrubí	G 1			
Rozměry: Šířka	950	950	1000	1250
Hloubka	400	400	450	450
Výška	1050	1050	1250	1250
Optimální rozsah teplot R422D:	-15 °C až 15 °C, R417A: -15 °C až 40 °C			
Hmotnost (kg)	100	130	180	210
Cena bez DPH	65 000,-	75 000,-	85 000,-	145 000,-

4.2. Therimex

Jaké jsou hlavní přednosti tohoto tepelného čerpadla?

- bezkonkurenčně nejnižší provozní náklady na celoroční výrobu tepla a to až o 85% nižší než u elektrického přímotopu a o 60 až 70% nižší oproti jinak získávané energii,
- tepelné čerpadlo Thermia pracuje s příkonem, který činí méně než jednu třetinu ve vztahu k tepelné ztrátě objektu,
- účinnost tepelného čerpadla Thermia dosahuje 3 až 5 násobek vloženého příkonu, tzn., že za 1 Kč vložené elektrické energie Vám dodá tepelnou energii v hodnotě 3 až 5 Kč,
- ekologický provoz - tepelné čerpadlo Thermia samo o sobě při výrobě tepla neprodukuje žádné emise CO_2, které způsobují tzv. „skleníkový efekt" - to nedokáží ani nejlepší plynové kondenzační kotle, považované za špičkovou ekologickou technologii,
- tepelné čerpadlo nevyžaduje žádné palivo, prakticky žádnou obsluhu, nevytváří žádný odpad,
- dlouhá životnost vyplývající z vysoké kvality použitých materiálů - přístroj je vyroben z ušlechtilé oceli a mědi a z dlouhé tradice zn. Thermia - výrobce má již více jak 70 let zkušeností s vývojem a výrobou tepelných zařízení,
- patentované spirál kompresory Hermes garantují vysokou životnost a tichý chod,
- možná vysoká použitelnost, variabilita nasazení - lze nasadit v rámci novostavby i rekonstrukce topení - lze použít běžné radiátory i podlahové vytápění, výkon již od 4,5 kW,
- bezobslužný provoz je řízený mikroprocesorem, zabezpečujícím stálou tepelnou pohodu dle Vašich zadaných požadavků,
- vytopí dům, ohřeje vodu, vytopí garáž, dílnu i vodu v bazénu,
- garantovaná minimální životnost dvě generace,
- jako pracovní látka v uzavřeném okruhu tepelného čerpadla je použito chladivo R 404, příp. R404a, které obsahuje minimum škodlivých látek,
- řádně provedené atesty ve Státní strojírenském zkušebním ústavu v Brně.

Typ termočerpadla:	**Villa Classic 55**	**Villa Classic 75**	**Villa Classic 105**	**Villa Classic 155**
Chladící prostředek:				
* typ	R404a	R404a	R404a	R404a
* množství	1,4	1,7	1,8	2,25
* test tlak [mPa]	3,2	3,2	3,2	3,2
* vypočtený tlak [mPa]	2,9	2,9	2,9	2,9
Připojení - napětí [V]:				
* 3 Ph, 50 Hz	400	400	400	400
* jištění, pomalé [A]:	16	16	16	20
Jmenovitý výkon				
* TČ připoj. cirkulační pumpy a jiné vybavení [kW]	2,0	2,6	3,6	5,0
* Přídavné topení [kW]	6,0	6,0	6,0	6,0
* Total [kW]	8,0	8,6	9,6	11,0

Kompresor, Typ: * typ oleje * připojení - napětí * startovací proud	Scroll Ester 400 22	Scroll Ester 400 29	Scroll Ester 400 29	Scroll Ester 400 29
Nominální efekt: * odevzdaný efekt[1] [kW] * tepelný faktor [1]	 5,4/ 5,0 4,2/ 2,8	 7,3/ 7,1 4,4/ 3,0	 10,2/ 9,4 4,6/ 3,0	 15,5/ 14.7 4,3/ 3,0
Nom. objemový proud * nosič tepla [L/sec] * nosič chladu [L/sec]	 10,1 0,3	 0,2 0,5	 0,3 0,6	 0,4 0,9
Přístupná ztráta tlaku:[2] * nosič tepla [kPa] * nosič chladu [kPa]	 50 29	 39 15	 35 43	 12 20
Max/min. teploty: * nosič chladu, zpětný chod [°C] * nosič tepla °C]	 20/ -10 55/ 20	 20/ -10 55/ 20	 20/ -10 55/ 20	 20/ -10 55/ 20
Zásobník horké vody - objem * vnější stěna [litr] * vnitřní stěna [litr]	 70 152	 70 152	 70 152	 70 152
Váha bez obalu	285	285	290	300

S tímto tepelným čerpadlem jsme měly možnost se seznámit v praktických podmínkách nového rodinného domu v obci Olbramovice.

5. ZÁVĚR

Náš pracovní tým je pět studentek Střední odborné školy Benešov, Černoleská 1997. Škola, kterou navštěvujeme, je zaměřena na veřejnou a sociální správu našeho státu. Technické předměty nejsou obsahem naší výuky, přesto jsme se rozhodly účastnit se soutěže ENERSOL 2007. Ze všech informací o možnostech vytápění rodinných domů, jsme usoudily, že tepelné čerpadlo je opravdu velice užitečný a do budoucna jistě nepostradatelný způsob, jak omezit ničení naší přírody.

Základní myšlenku principu tepelného čerpadla vyslovil již v roce 1852 Lord Kelvin ve své druhé větě termodynamické. Ta má několik částí, tou nejdůležitější je ale tvrzení, že teplo se šíří vždy ve směru od teplejší ke studenější části čehož princip tepelného čerpadla využívá.

Byly jsme se podívat v moderním rodinném domě v Olbramovicích, jak tepelné čerpadlo v praxi funguje a zjistit, za jakých podmínek je možné si teplené čerpadlo pořídit.

Jak jsme se dozvěděly od majitelů domu, nemalá investice, která činila 400 000 Kč se vrátí a náklady, které by byly jinak použity na zakoupení dřeva a uhlí pro otop a ohřev teplé vody, slouží k zaplacení vstupních nákladů. Do této sumy peněz můžeme započítat státní dotaci, na kterou má každý, kdo se rozhodne pro tento zdroj energie vždy právo.

Je nás sice pět, ale naše názory na tepelné čerpadlo jsou stejné. Každá si myslíme, že tento způsob vytápění je téměř dokonalý, což o většině přístrojů nemůžeme říci. Určitě, až si jednou budete zařizovat své bydlení a četli jste tyto řádky, tak si na nás vzpomeňte že i s malým čerpadlem se dá udělat velké teplo.

5.1. DOTACE

Snaha státu je rozšířit nové úsporné technologie, které šetří životní prostředí a omezují emise tepla do ovzduší, zpřístupnit technologie pro vrstvy občanů, kteří si nemohou dovolit samostatně investovat potřebné finanční prostředky.

Každý projekt, využívající státní prostředky, musí být podroben energetickému auditu, který prokáže vhodnost navrhovaného řešení, použití vhodného typu tepelného čerpadla a jeho ekonomickou návratnost. Energetický audit musí být zpracován v souladu se zákonem 406/2000 Sb., a prováděcí vyhláškou 213/2001 Sb.

Česká energetická agentura zajišťuje pro Ministerstvo průmyslu a obchodu agendu spojenou s realizací a vyhodnocením přínosů Státního programu, včetně poradenství pro žadatele.

5.2. KOLIK UŠETŘÍME?

Toto je asi nejdůležitější otázka pro ty, jenž si chtějí instalovat tepelné čerpadlo. Velikost úspor závisí od mnoha faktorů, nejprve doporučujeme prostudovat podrobně základní funkci tepelného čerpadla, pak účel ke kterému tepelné čerpadlo má sloužit – vytápění, ohřev bazénu apod.

V první řadě chceme zdůraznit důležitou věc: provoz tepelného čerpadla není zdarma a přesto, že účinnost moderních systémů stoupá, ztráty v oběhovém systému a vlastní konstrukce vylučuje provoz zdarma!

Nedejte se zmást nabídkami typu: investujte peníze do tepelného čerpadla a již nemusíte platit energii. To je zcela mylný přístup. Pro srovnání měření účinnosti Tepelných čerpadel je nutná stejná srovnávací metoda. Musíte vždy počítat s nějakou dodávkou energie pro pohon systému.

Dvě z nejdůležitějších věcí na celém projektu jsou:

1) výkon tepelného čerpadla
2) zdroj energie ze kterého budeme tepelnou energii získávat.

Obecně lze přibližně říci, že v současné době jsou úspory elektrické energie asi 2/3 oproti srovnatelné spotřebě energie při klasickém ohřevu (1/3 dodané energie, 2/3 získané energie „zadarmo“). Tato čísla jsou přibližná a mohou se velice měnit na okolních podmínkách (zdroji energie „zdarma“). Ne nepodstatnou částku při instalaci tepelného čerpadla je vlastní investice do zařízení, která obnáší poměrně vysoké finanční obnosy, je však částečně dotována. Investice do tepelného čerpadla by se vám však měla v několika letech vrátit v podobě úspor energie, která bude pravděpodobně v brzké době stále dražší a dražší. Návratnost V současné době a dle našich informací je návratnost investic do systému Tepelného čerpadla asi 3-8 let, a mění se dle konkrétní situace. Při využití státní dotace se tato doba zkracuje asi o 2-3 roky. Konkrétní čísla se velice liší, proto je vhodné si nechat udělat předběžný projekt na vámi zamýšlenou investici.

Ne nezajímavou informací je skutečnost, že například před pěti lety byla investice do T.Č. téměř nenávratná, kdežto v dnešní době je investice již finančně zajímavá a v budoucnu se předpokládá, že instalace do T.Č. začne být velice zajímavá. Vzhledem k dosti složité problematice, doporučujeme kontaktovat firmy, které se projekty v oblasti tepelných čerpadel zabývají a mají zkušenosti s technickým řešením v dané lokalitě.

6 TEPELNÉ ČERPADLO NA OBRÁZKU

BARBARA DUDOVÁ, Střední odborná škola PaedDr. Jaroslava Stratila s.r.o. Holešov, ZLÍNSKÝ KRAJ

VĚTRNÁ ELEKTRÁRNA HOSTÝN

1. Úvod

Problematika obnovitelných zdrojů je v současnosti velmi často v centru zájmu ekologů, politiků či ekonomů. Jako studentka střední školy jsem se s ní bohužel neměla možnost seznámit hlouběji. Je to dáno tím, že toto téma se dnes na středních školách neučí a není zařazeno do výukových plánů. Myslím, že je to škoda, protože právě v obnovitelných zdrojích začíná lidstvo spatřovat velký význam pro budoucnost.

Země začíná mít problémy se zatěžováním svého prostředí a podle stále sílících hlasů vědců si za změnu klimatu může člověk sám. Je těžké uvěřit prognózám, mezi něž patří například to, že Arktida za 35 let roztaje vlivem globálního oteplování. Proto vnímám pozitivně změny politické situace a sílící pozici Strany zelených v politice a ráda jsem začala pracovat na tomto tématu v rámci soutěže Enersol. Chtěla jsem se o obnovitelných zdrojích více dozvědět, zajímal mne názor veřejnosti a její postoj k alternativním zdrojům. Jsem ráda, že díky úkolům zahrnutým do své práce jsem získala větší povědomí o energetické koncepci Zlínského kraje a závazku vlády ČR, že bude do roku 2010 využívat 8% energie z obnovitelných zdrojů.

Jádrem mé práce mělo být zpracování problematiky využívání alternativních zdrojů podnikateli; především to, jaká byla jejich spolupráce s krajským úřadem, jak snadno či obtížně získávali informace o rozvoji právě těchto zdrojů ještě před realizací a nynější informovanost o této problematice.

Připravila jsem strukturovaný dotazník (viz příloha č. 3), který jsem zaslala s poměrně velkým časovým předstihem, ovšem jeho návratnost byla nulová. Tímto bych chtěla poděkovat jedinému respondentovi, který mi odpověděl. Pane Škarpichu, starosto Rusavy, děkuji.

Neúspěch s dotazníkem ovlivnil směrování mé práce. Změnila jsem téma. Dala jsem si nový cíl: zjistit, jak lidé v okolí větrné elektrárny Hostýn vnímají její existenci a zda ta ovlivnila jejich nazírání na problematiku obnovitelných zdrojů. Při přípravě dotazníkového šetření, které jsem následně provedla a zpracovala, jsem se i hodně dozvěděla o elektrárně samotné - o její historii, principu fungování a současných problémech.

Nebylo jednoduché získat podrobné informace o této elektrárně, protože jak mi pan správce řekl, není vedena žádná její kronika. Fakta, která jsem získala prostřednictvím správce Matice Svatohostýnské, pana Petra Janka, jsou uvedena v této práci. I jemu patří dík za ochotu a fundovaný výklad.

2. Vítr - přírodní energetický zdroj

V této části uvedu stručně charakteristiku větru jako klíčového elementu pro větrné elektrárny. Vítr je pohyb vzduchu, který vzniká vlivem nerovnoměrného ohřevu zemského povrchu slunečním zářením. Suché části povrchu se ohřívají mnohem rychleji než plochy vlhké. Od ohřátého povrchu se ohřívá i přilehlá vrstva vzduchu a teplý vzduch má snahu stoupat vzhůru, protože je lehčí než vzduch studený. Celý tento děj je silně ovlivněn rotací Země a střídáním dne a noci. Vznikají tím v zemské atmosféře tlakové rozdíly – tlakové níže a tlakové výše. Vyrovnáním těchto nerovností vzniká vítr, který vane vždy od tlakové výše k tlakové níži.[1]

Vítr nefouká konstantní rychlostí, existují velké rozdíly mezi podzimními, zimními a letními měsíci, taktéž i mezi jednotlivými roky. Využívání větru pro výrobu energie sleduje především rychlost větru a např. na směru větru téměř nezáleží.[2]

Vítr se neomezuje jen na bezprostřední prostor nad zemí, ale zasahuje i do výšek středních a končí až ve výškách velkých, v našich zeměpisných šířkách přibližně v deseti kilometrech. Chceme-li znát intenzitu větru v daném místě, musíme uskutečnit dlouhodobá měření jeho rychlosti. Podobné studie pak slouží jako argument pro možnost využití větrné elektrárny.[3]

Konkrétně na Hostýně byla využita řada měření z období 1931 až 1940. Novější vyhodnocení síly větru provedl Český hydrometeorologický ústav v Brně v roce 1991. Celkový desetiletý roční průměr rychlosti větru na vrcholu byl stanoven na 5,9 m/s, což je v českých poměrech nadprůměrná hodnota. Pro Bystřici pod Hostýnem se udává roční průměrná rychlost větru jen 2,0 m/s. Z četnosti tříd předpokládaných rychlostí větru, z uvedeného ročního průměru rychlosti větru a z grafu výkonu větrné elektrárny byla stanovena dosažitelná roční kapacita výroby elektrické energie na Hostýně okolo 580 MWh. K obdobnému hodnocení došli i experti dodavatele větrné elektrárny.[4]

Větrná elektrárna Hostýn

1.1. Lokalizace elektrárny

Svatý Hostýn se svou bazilikou a přilehlým územím je tradičním starodávným moravským poutním místem. Výstavba větrné elektrárny zde byla navržena poblíž stávající rozhledny, i přestože Přírodní park Hostýnské vrchy je chráněná krajinná oblast zřízená vyhláškou okresního úřadu v roce 1989. Jiné lokality umístění větrné elektrárny nebyly hodnoceny především proto, že v nich nebylo k dispozici dlouhodobé měření rychlosti větru a vyžadovaly by budování příjezdové komunikace a sítí, které by v horském terénu byly natolik nákladné, že by stavbu elektrárny neúměrně prodražily. Stavba byla uskutečněna i přes důrazné protesty ochranářů krajiny na okresní i ministerské úrovni.

Hlavní důvody pro umístění právě poblíž rozhledny byly následující:

- stavba měla být realizována na pozemku patřícímu investorovi
- pro výstavbu elektrárny nebylo nutné žádat o trvalé vynětí pozemků z půdního fondu
- k místu stavby vede stávající komunikace
- vzdálenost zdroje od spotřebiště elektrické energie je relativně malá, asi 500 m

1.2. Technické parametry zařízení

Investor si vybral zařízení dánské firmy VELTRADE ApS, která byla i dodavatelem.
Byl navržen typ větrné elektrárny VESTAS V 27-225 kW, 400V/50Hz, která má tyto parametry:
Výkon zařízení - 225 kW.
Pracovní rychlost větru - 3,5 m/s.
Jmenovitá mez rychlosti větru - 14,4 m/s.
Rotor VESTAS o průměru 27 m, 3 listy, materiál - polyesterový sklolaminát.
Výška osy rotoru nad terénem - 31,5 m.
Výška ocelového stožáru - 30,0 m.
Generátor SIEMENS asynchronní - 225 kW/400 A.
Celková hmotnost zařízení - 22,8 t.

---

[1] Kolektiv autorů, Obnovitelné zdroje energie, Praha 2001, s. 91
[2] op. cit., str. 92
[3] op. cit. str. 93
[4] www.ceu.cz/eia/casopis/1997/e-0103.htm

Provoz elektrárny je nepřetržitý, automatický, ovládaný řídícím počítačem, který na základě informací dodávaných příslušnými čidly elektrárnu spouští, nastavuje rotor do směru větru, nastavuje lopatky rotoru, připojuje elektrárnu na rozvodnou síť, při zvýšení rychlosti větru nad povolenou mez odpojuje generátor a brzdí rotor. Výroba elektrické energie probíhá v intervalu rychlosti větru 1,5 - 14,4 m/s.[5] Tato výroba je nejen ekonomická, ale i ekologická.

1.3. Hluk elektrárny

K nejvýraznějším negativům větrné elektrárny, která jsou zafixovaná v podvědomí veřejnosti, je hluk. To potvrzuje i můj výzkum. V otázce č. 7 (viz příloha č. 1) jsem se ptala na pozitiva a negativa této elektrárny a 50 % respondentů reagovalo negativně právě na hluk. Je zřejmé, že hluk způsobený otáčením mechanických prvků (převodovka, generátor a další mechanismy) je relativně největším vlivem na okolí. Hluk také závisí na rychlosti větru.

V dokumentaci k větrné elektrárně Hostýn byla hlučnost posuzována na základě měření provedených v Dánsku na zařízení stejného typu, což lze plně akceptovat. Ekvivalentní hodnoty hluku v jednotlivých oktávách byly měřeny při rychlosti větru v rozsahu 7 – 8 m/s, což je mezní rychlost, při které ještě hluk rotoru přesahuje hluk proudícího vzduchu. Hluk elektrárny nesmí přesáhnout hygienickou normu, a ta je 50 dB ve dne (6 – 22 hodin) a 40 dB v noci.[6]

1.4. Náklady a investice

Celkové náklady na stavbu větrné elektrárny na Hostýně činily 11.000.000,- Kč. Z toho technologie stála 7.000.000,- Kč a projekt stavební části 4.000.000,- Kč. Dotace od Biskupské konference německé činily 11.300,- Eur, což je v přepočtu asi 327.700,- Kč. Provozní náklady jsou velmi nízké, ale je zde potřeba počítat s údržbou, revizemi, opravami a pojištěním.[7]

1.4. Závady a kazivost

Životnost větrných elektráren se všeobecně odhaduje na 15 – 20 let. Při zahájení provozu hostýnské elektrárny v dubnu 1994 docházelo k častému vypínání elektrárny s hlášením neznámé chyby. Zjistilo se, že důvod je v úzkém nastavení možného kolísání napětí ve veřejné přenosové síti v rozsahu 10 V. Po zvětšení rozsahu nastavení kolísání napětí se chyba již neopakovala. Obdobná situace byla i u frekvence. [8]

Jevem, který může přivodit nežádoucí zastavení provozu, je i námraza. Při ní dochází k extrémnímu namáhání všech rotujících částí zařízení, proto výrobce v současné době považuje za horní hranici umístění větrné elektrárny v našich podmínkách nadmořskou výšku 600 – 650 m. Elektrárna na Hostýně je umístěna 780 m. n. m., takže je reálný předpoklad, že její vnější součásti mohou namrzat.

Námraza na rotoru elektrárny se ale vyskytla jen jedenkrát. Při provozu z rotoru odpadla. Došlo i k zamrznutí anemometru, kterým se řídí nastavení rotoru proti směru větru. Tato situace znemožnila provoz elektrárny.

Dotazníkové šetření

Dotazníkové šetření mi mělo pomoci zjistit, jak vnímají větrnou elektrárnu na Hostýně lidé bydlící v její blízkosti (otázky 3, 4, 5, 7), zda mají představu o obsahu pojmu obnovitelné zdroje (otázky 1, 2) a zda jsou exis-

---

[5] Op. cit.
[6] www.calla.cz
[7] Op. cit.
[8] www.hostyn.cz

tencí elektrárny ovlivněni, popř. zda má dopad na jejich smýšlení a konání (otázky 6, 8, 9). Mimo to jsem se snažila také vysledovat, jak se k této problematice staví lidé dle věku a pohlaví. Celý dotazník je uveden v příloze č. 1 a jeho grafické vyhodnocení v příloze č. 2.

1.5. Základní parametry výzkumu

Dotazníkové šetření bylo provedeno mou osobou. Předcházely mu konzultace s odbornými učitelkami. Na nich byly ujasněny cíle otázek (viz výše) a byla jsem proškolena, jak vést osobní pohovor s respondentem. Využila jsem k dotazování několik příležitostí při své návštěvě Hostýna a osobní pochůzky v obcích mikroregionu. Uvádím základní parametry šetření.

- Teritoriální zaměření: město Bystřice pod Hostýnem a přilehlé obce mikroregionu Podhostýnsko (Chvalčov, Slavkov pod Hostýnem, Brusné, Chomýž, Rusava)
- Forma dotazování: osobní
- Počet respondentů: 200
- Počet validních dotazníků: 186 ks
- Časové období šetření: měsíce listopad a prosinec 2006

1.6. Analýza respondentské skupiny

Jak lze vyčíst z dat v grafu, byla splněna podmínka rovnoměrnosti šetření. Počet respondentů byl relativně úměrný počtu obyvatel v daném městě či obci. V Bystřici pod Hostýnem bylo dotázáno 46, ve Chvalčově 36, ve Slavkově pod Hostýnem 32, v Brusném 25, v Chomýži 18 a na Rusavě 29 respondentů.

Relativně vyváženého poměru bylo dosaženo i z hlediska pohlaví. Byla tak splněna další z podmínek dotazníkového šetření, jelikož se podařilo získat obraz vnímání obnovitelných zdrojů veřejností, ne mužů či žen. Podíl mužů na šetření byl 103 respondentů, dotazovaných žen bylo 83.

Věkové skupiny jsem zvolila s ohledem na další cíl statistického šetření, který měl zjistit, jak vnímají větrnou elektrárnu a využití energie mladí lidé (věková skupina 15 – 18 let) a lidé v produktivním věku (18 -30 let) - tedy ti, kteří začínají řešit otázku bydlení a u kterých se předpokládá, že problematika energie z obnovitelných zdrojů s ohledem na jejich budoucí bydlení je zajímá. Věková skupina 30 – 60 let byla zvolena s ohledem na fakt, že zde jsou potenciální uživatelé tohoto zdroje, protože např. uvažují o přechodu od určité plynárenské či elektrárenské společnosti na levnější zdroj energie. V tomto segmentu jsou také lidé, které nutí vývoj cen energií sledovat situaci na trhu. Segment 60 let a více byl vymezen z důvodu získání vyvážené představy o všeobecné informovanosti veřejnosti. Počet respondentů u jednotlivých věkových skupin byl následující:

- 15-18 let - 40 respondentů
- 18-30 let - 48 respondentů
- 30-60 let - 59 respondentů
- 60 a více let - 39 respondentů.

U věkových skupin jsem byla vedena snahou zajistit rovnoměrné rozvrstvení. Částečně se to podařilo, ale projevil se fakt, že lidé nad 60 let nebyli tak ochotni odpovídat jako respondenti z ostatních věkových skupin.

Celkově lze konstatovat, že vzorek respondentů byl adekvátní jak co do počtu, tak i co se týče věkového zastoupení a podílu počtu mužů a žen na šetření.

1.7. Analýza otázek

Otázka č. 1: Víte, co jsou to obnovitelné zdroje energie?

Z celkového počtu respondentů 67 %, tj. 126 v odpovědí uvedlo, že tento pojem znají, většina spadala do věkové kategorie 18-30 let, na dalším místě byla skupina 30-60 let. Hledisko pohlaví se v těchto věkových skupinách nijak neprojevilo - ženy i muži byli zastoupeni přibližně stejně. U věkové skupiny 15-18 let byl největší počet odpovědí „nikdy jsem to neslyšel/a." Z celkového počtu 33 odpovědí z této skupiny kladně reagovalo 26 respondentů, což je podle mého názoru překvapující u generace, která se o ekologii určitě učí a učila ve škole. Záporně odpovědělo celkem 27 dotázaných.

Otázka č. 2: Které druhy sem spadají?

I když v předcházející otázce více než polovina respondentů (126) uvedla, že ví, co jsou to obnovitelné zdroje energie, podle reakcí na otázku č. 2 znají v drtivé většině jen energii větrnou (120 odpovědí), vodní (40 odpovědí) a sluneční (48 odpovědí).

Pouze někteří dotazovaní uvedli biomasu (8 odpovědí) a štěpku (5 odpovědí). Tyto dva zdroje uvedli respondenti ve věkové skupině 18-30 let. Pouze jeden muž ve věkové skupině 18-30 let uvedl geotermální energii.

Otázka číslo 3: Jak vnímáte větrnou elektrárnu na Hostýně?

Drtivá většina (152) respondentů elektrárnu vnímá jen jako technické zařízení na výrobu elektřiny. Tak vysoký počet odpovědí mne překvapil. Očekávala jsem, že bude převažovat vnímání stavby jako symbolu či dominanty krajiny, protože několik organizací, především mikroregion Podhostýnsko, používá symbol hory s elektrárnou na svých propagačních materiálech, znak vrtule je také uveden na internetových stránkách města Bystřice pod Hostýnem.

Otázka č. 4: Při návštěvě Hostýna byste uvítali více informací o elektrárně?

Pro většinu dotazovaných (123) jsou informace, které mají k dispozici na Svatém Hostýně, dostačující. Tento počet je v rozporu s odpověďmi na otázku č. 5, kde většina (108) respondentů by musela tipovat, do jaké sítě elektrárna dodává proud. 43 odpovědí bylo špatných a jen 35 respondentů odpovědělo správně. Tento počet mne překvapil ještě z několika dalších důvodů. Když jsem se o problematiku hostýnské elektrárny začala zajímat, informací jsem našla v první fázi velmi málo, a to jen z internetových stránek www.hostyn.cz. Více jsem zjistila při osobní návštěvě Hostýna, kde jsme byli se spolužáky a učiteli na exkurzi s cílem dovědět se více informací o větrné elektrárně. Na Hostýně je jen jedna informační tabule u autobusové zastávky, podávající pouze základní data. U elektrárny, kde by se mi to zdálo být vhodnější, se nedozvíte nic.

Více dat o elektrárně by uvítalo 42 dotazovaných, z toho 39 odpovědí bylo uvedeno ve věkové skupině 30-60 let.Tímto potvrdilo mé přesvědčení při tvorbě věkových skupin. Lidé patřící do tohoto segmentu dotazovaných se aktivně zajímají o média k vytápění. Mají většinou vlastní bydlení a zajímá je vývoj cen.

Otázka číslo 5: Víte, do jaké sítě je dodávána energie z hostýnské elektrárny?

Na tuto otázku odpovědělo správně jen 35 respondentů - elektrárna dodává proud do sítě společnosti e.on. Z celkového počtu dotazovaných je to malý počet v souvislosti z otázkou číslo 4. Logickou vazbu mezi těmito otázkami jsem zdůvodnila v komentáři předcházející otázky.

Otázka č. 6: Posílila existence této elektrárny vaše vnímání problematiky obnovitelných zdrojů?

Otázky s širším komentářem jsem se snažila klást, abych zjistila, zda se lidé po výstavbě hostýnské elektrárny snažili o obnovitelných zdrojích získat více informací, či dokonce uvažovali o stavbě soukromé větrné elektrárny

nebo si zkusili udělat alespoň předběžné ekonomické výpočty využití alternativních zdrojů apod. Převážná většina lidí (154) ovlivněna nebyla. Podle komentovaných odpovědí lze uvést, že vždy volí variantu nejekonomičtější. Životní prostředí nezohledňují.

Ti, co odpověděli ano (32), uváděli v komentáři, že jim schází větší podpora ze strany příslušných orgánů a ekonomická návratnost není dle jejich pohledu dobrá. Mezi odpovídajícími 2 lidé uvedli, že nyní uvažují o změně vytápějícího média. Jmenovali štěpku, ale zatím si jen zjišťují informace. Postěžovali si na nedostatek informací ze strany obecních úřadů, především v oblasti legislativy. Chtěla bych zde pro zajímavost citovat odpověď jednoho pána z věkového segmentu nad 60 let (konkrétně měl 65 let).

„Děvče, já za tu dobu, co mám barák, jsem médium k vytápění měnil pětkrát. Vždy podle politiky vlády, tedy podle toho, co dotovala a bylo výhodnější. No ty jejich sliby… Naposledy to byl plyn místo elektrické energie. No, a na stará kolena jsem se vrátil k uhlí." A pak ještě dodal něco o slibech a podvodech…

Otázka č. 7: Pokud byste se zamysleli a měli uvést pozitiva a negativa elektrárny, která by to byla?

Tuto otázku jsem rozdělila do dvou grafů, které jasně určují, jaké klady a zápory občané u větrné elektrárny spatřují. V grafech jsem uvedla odpovědi s četností nad 3.

U negativ jednoznačně převažovalo hledisko hluku - 98 odpovědí. Pozoruhodné je, že vzhled byl uveden jako negativum 61krát, což je dost vysoké číslo. Závislost výroby energie na počasí byla uvedena 32krát. Dá se konstatovat, že dlouhá návratnost investic vadí málo - 5 odpovědí.

Lidem v okolí se líbí, že se využívá větrná energie - 72 odpovědí. Vyrovnané co do počtu byly odpovědi: částečně šetří suroviny (48 odpovědí) a ekologické pozitivum (46 odpovědí). I když jak dokládají odpovědi na předcházející otázky, lidé si nemyslí, že alternativní zdroje jsou levnými médii, přesto dost vysoký počet respondentů - 30 - uvedl úsporu financí jako pozitivum.

Většina odpovídajících se opravdu rozmýšlela co říci. Některé odpovědi si odporovaly; např. že je elektrárna do této lokality velmi vhodná, jiný byl zase toho názoru, že je absolutně nevhod, protože je to svatý kopec a „něco takového zde vůbec nesedne."

Otázka č. 8: Myslíte si, že obnovitelné zdroje mají do budoucna nějaký smysl?

Odpovědi na tuto otázku jsem shrnula do čtyř širších výstupů. Nejčastěji převažovaly reakce ve smyslu, že obnovitelné zdroje jsou nevyčerpatelné (76 odpovědí). Respondenti také vidí obrovský přínos v ochraně životního prostředí - 70 odpovědí. Hrozbu globálního oteplování uvedlo 52 respondentů. Osobně mě nejvíce překvapily odpovědi „nevím", které byly především z věkového segmentu 15–18 let. Tady jsem předpokládala, že se nad tím mladí lidé více zamyslí. Objevil se zde i názor, že je pozdě na jejich stavbu, protože jsou tyto zdroje pomalé a příroda je tak zdevastovaná, že už jí nic nepomůže.

Otázka č. 9: Je v našem kraji ještě nějaká větrná elektrárna?

A to nejlepší na konec - většina odpověděla ne (153 odpovědí), což mě docela zamrzelo. 25 respondentů uvádí, že je ve Vítonicích. Někteří i doplnili, že vědí o její nefunkčnosti. Tuto odpověď uvedli pouze obyvatelé Bystřice pod Hostýnem (16) a Chvalčova (9). Z tohoto počtu bylo 19 mužů.

19 respondentů si vzpomnělo na Uherské Hradiště. Z celkového počtu pouze 11 lidí uvedlo tyto dvě lokality. Podle mého názoru je to dost nízké číslo. Ve věkové skupině 15-18 let byly jen odpovědi ne.

V našem kraji je samozřejmě více větrných elektráren, ale jak je vidno, lidé o nich opravdu nic nevědí nebo se nezajímají. Podle Katalogu obnovitelných zdrojů energie ve Zlínském kraji je větrná turbína k dobíjení akumulátorů ve Střílkách. A podle internetových stránek (www.calla.cz) je ještě jedna ve Vsetíně v lokalizaci Horní Jasenka.

1.8. Shrnutí dotazníkového šetření

Z dotazníku vyplývá, že lidé mají zevrubnou představu o pojmu obnovitelné zdroje energie, nejlépe obstály věkové skupiny 18-30 let a 30-60 let. Hledisko pohlaví není rozhodující. Většinou si pod tímto pojmem respondenti představovali větrnou, sluneční a vodní energii. Velmi nízké je povědomí o biomase a geotermální energii.

Blízkost elektrárny nemá vliv na uvažování lidí. Elektrárnu sice vnímají ve většině jako zařízení na výrobu energie, ale dopad na to, aby se o tuto problematiku začali více zajímat, schází. Dotazovaní respondenti také nepožadují více informací, ale věková skupina 30-60 let je velmi pozorná k informacím, které jsou jim poskytovány. K tomuto faktu přispívá hlavně ekonomické hledisko, které lidé při výběru média k vytápění zohledňují nejvíce. Ohled na životní prostředí není velký, i když si respondenti uvědomují, že do budoucna mají obnovitelné zdroje obrovský vliv na životní prostředí.

Ti lidé, kteří se o problematiku obnovitelných zdrojů zajímají, nejsou spokojeni s informacemi ze strany obecních úřadů a státních institucí. Také se jim nelíbí neprůhledná dotační politika.

Věkovým segmentem 15-18 let jsem byla zklamána. Dotazovaní z této skupiny vědí o problematice obnovitelných zdrojů málo. Nevysledovala jsem, co je příčinou jejich nízkého zájmu, protože v odpovědích uváděli, že se cítí dostatečně informováni. Poslední otázka ovšem dokázala, že ani přibližně neznají místo, kde se větrné elektrárny v jejich okolí nacházejí.

V šetření nejlépe u všech otázek obstála věková skupina 18-30 let a z hlediska pohlaví muži. Ti měli lepší odpovědi i u otázek otevřeného typu, uváděli více dat než ženy.

1.9. Elektronický dotazník pro podnikatele

V úvodu své práce jsem uvedla, že jsem vytvořila ještě jeden dotazník. Měl elektronickou podobu a zaslala jsem jej 35 respondentům. Adresy jsem našla ve Sborníku obnovitelné zdroje ve Zlínském kraji. Asi 6 e-mailových adres bylo neplatných. Bohužel jsem z důvodu nulové návratnosti nemohla vyhodnotit a pojmout problematiku alternativních zdrojů energie z tohoto úhlu pohledu. Chtěla bych povznést odpovědi od respondenta pana Bohumila Škarpicha, starosty obce Rusava, který mi jako jediný elektronickou podobou odpověděl na tento dotazník.

Otázka č. 1: Jaké byly vaše zkušenosti se získávání informací o programu rozvoje alternativních zdrojů, především ve finanční oblasti?

Odpověď: Velmi dobré zkušenosti. Podařilo se získat dotace na rekonstrukci solárního zařízení na koupaliště pro ohřev vody v bazénu. Dále dotace i s půjčkou na instalaci tepelných čerpadel v Jubilejní základní škole T. G. Masaryka na Rusavě.

Otázka č. 2: Jaký byl přístup (komunikace, spolupráce, podpora…) ze strany krajského úřadu? Ohodnoťte školní stupnicí (1 – výborný, 5 – nedostatečný). Pozn.: pokud jste zvolili známku 4 nebo 5, uveďte prosím důvod.

Odpověď: Přístup pracovníků KÚ je velmi vstřícný a věcný. Pracovnice dovedou poradit a zároveň nasměrovat na určité možnosti, jak získat příspěvky z dotací. Zejména Ing. Knotková z reg. Strategického rozvoje Zlínského kraje. Hodnotím známkou chvalitebný.

Otázka č. 3: V jaké oblasti by měl krajský úřad zlepšit svou spolupráci se subjekty, které využívají alternativní zdroje energie?

Odpověď: Kraj by měl i nadále podporovat školení, semináře a následně i demonstrační projekty pro větší zapojení fyzických osob.

Otázka č. 4: Jste v současné době informováni z krajského úřadu o novinkách v této oblasti? Existuje z jejich strany nějaká forma podpory?

Odpověď: Krajský úřad organizuje a propaguje využívání alternativních zdrojů. Forma podpory se nastavuje operačními programy pro období 2007 – 2013.

Otázka č. 5: Doporučili byste ostatním subjektům zapojit se do programu rozvoje alternativních zdrojů energie? ANO, NE – proč

Odpověď: Jednoznačné doporučení, neboť se jedná o obrovské úspory elektrické energie, a tím i finančních prostředků.

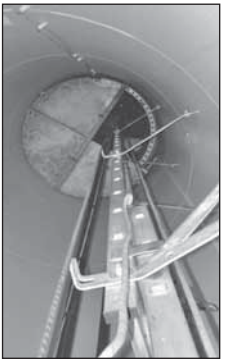
Závěr

Větrné elektrárny jsou dobrá zařízení jak z hlediska využití větru, tak vzhledově. Svým vzhledem určitě krajinu nijak nehyzdí, právě naopak, což potvrzuje třeba právě ta na svatém Hostýně. Mnohdy se turisté chodí podívat, jak vlastně vypadá zblízka.

Ovšem je velká škoda, že lidé o větrných agregátech a nejen o nich v podstatě nic neví. Dokazují to výsledky mého marketingového průzkumu. Zde bych volila důvody proč tomu tak podle mého mínění je. Příčinou první je nedostatečná informovanost a apatie mladých lidí – nejeví o tuhle problematiku zájem, jelikož je k tomu nikdo nevede. Další příčinou je malá angažovanost státu a jednou z neposledních možností je neuvědomování si toho, že Zeměkoule je jen jedna a je pouze na člověku, jak se k ní chová a co na ní vytváří. Kdyby si lidé častěji kladli otázku, jak své Zemi pomoci, aby byla čistá a krásná, nemuseli bychom stále řešit problém globálního oteplování, která je poslední dobou nejpolemizovanějším problémem. Možná kdyby nebylo této soutěže, tak i já bych patřila do kategorie těch, co se nezajímají o problematiku obnovitelných zdrojů.

Tato práce mi byla velkým přínosem, jak z pohledu na výrobu a užívání zelené energie, tak z pohledu samovzdělávání. Jelikož jsem si chtěla zjistit informace nejen o obnovitelných zdrojích energie, ale i o ekologii, naučila jsem se oslovovat občany na ulici a komunikovat s nimi. I neustálá práce s počítačem zlepšila mé zkušenosti s výpočetní technikou. Také díky dotazníkům jsem zjistila, že mnohdy zpracovávání různých statistických šetření je celkem oříšek.

Proti větrné elektrárně na Hostýně nemám žádné námitky, ani připomínky, jsem ráda, že vykazuje takový výkon, jaký doposud dala. Ještě má před sebou dobrých 7 let funkce, tak držím palce, ať vydrží. Do budoucna se plánuje stavba další větrné elektrárny na Hostýně o větším výkonu, ale o tom snad příště.



JIŘÍ KADLEC, DUŠAN OLIVÍK, Střední škola, Centrum odborné přípravy technické Kroměříž, ZLÍNSKÝ KRAJ

ALTERNATIVNÍ ENERGIE A ÚSPORY ENERGIE

JAK VZNIKÁ ELEKTRICKÁ ENERGIE

Elektřina se získává přeměnou jiné formy energie. Základem pro výrobu elektrické energie jsou přírodní zdroje, zejména uhlí, ropa, plyn, uran, voda, ale také sluneční záření a vítr. V mnoha případech se elektrická energie z jiných zdrojů získává několikastupňovou přeměnou. Například v tepelných spalovacích elektrárnách se mění chemická energie paliva nejdříve na energii mechanickou, z níž se pak pomoci generátorů vyrábí elektřina.

U všech druhů elektráren, kromě sluneční je základ generátor. který je poháněn turbinou (u větrné elektrárny je turbína nahrazena lopatkami vrtule.

1. DRUHY A PRINCIPY ELEKTRÁREN

1.1 TEPELNÉ ELEKTRÁRNY

Základem je velký kotel na hnědé uhlí (nebo na jiné palivo, nejčastěji však na nekvalitní hnědé uhlí až lignit). Do něj se neustále přisypává pomocí dopravníku další uhlí. V tomto kotli se uhlí spaluje a ohřívá vodu, která je v potrubí okolo kotle. Tato voda se ohřeje až na tolik, že přejde na páru, která se pod tlakem vhání na turbínu, kterou otáčí. Turbína pomocí převodů roztáčí generátor. Z generátoru odchází přes trafo stanice proud do sítě.

1.2 ATOMOVÉ ELEKTRÁRNY

Je velmi podobný tepelné, ovšem s malými rozdíly. Jako palivo se zde používá nejčastěji uran a plutonium (obohacené izotopy). Tyto prvky jsou zformovány do palivových článků, které se v reaktoru účastní řízené štěpné reakce. Při této reakci se uvolňuje velké množství tepla. které ohřívá primární okruh. Ten je uzavřen, aby se radioaktivita nešířila. Primární okruh vede do tepelného výměníku, kde se teplo předá vodě, která již není kontaminována. Tato voda se opět ohřívá až na páru, a pak již jako u tepelné elektrárny jde na turbínu. Hlavni rozdíl je tedy ve dvou okruzích tepelného média oproti jednomu tepelné elektrárny.

1.3 VODNÍ ELEKTRÁRNY

U vodní elektrárny se používá k pohonu turbíny energie vody. Nejdůležitější je dostatečný spád nebo proud vody, který lze zesílit účinkem tlakového potrubí. Voda se přivádí na lopatky turbíny a dále je to stejné, jako u předešlých typů elektráren.

1.4 VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY

Turbína je nahrazena lopatkami vrtule, které jsou přímo nebo přes převodovku spojeny s generátorem uvnitř hlavice věže. Větrné elektrárny jsou technologicky snad nejjednodušší zařízeni na výrobu energie (podobně jako vodní kolo).

2. KLASICKÉ ELEKTRÁRNY vs. ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Výrazné zlepšení životního prostředí. kdy volná krajina není zatěžována odpady a emisemi. je výsledkem více než 50 miliardových investic největšího výrobce elektrické energie v ČR, akciové společnosti ČEZ. O odpo-

vědném přístupu k životnímu prostředí svědčí snížení emisí popílku o 97 %. emisí oxidu siřičitého o 93 %, oxidů dusíku o 60 % a oxidu uhelnatého o 80 %. Téměř 90 % vedlejších energetických produktů již nepatří do kategorie odpadů. ale lze je dále využít.

Nejrozsáhlejší a nejrychlejší ekologický program v Evropě, který v ČR proběhl v letech 1992-1998, představoval instalaci 28 odsiřovacích jednotek a 7 fluidních kotlů v klasických elektrárnách, rekonstrukce odlučovačů popílku a modernizací řídicích systémů elektráren. Celkově bylo odsířeno 6 462 MW instalovaného výkonu. Z této hodnoty připadá 5930 MW na odsíření pomoci tzv. vypírky kouřových plynů (5710 MW mokrá vápencová vypírka. 220 MW polosuchá vápenná metoda), 497 MW je odsířeno pomocí náhrady stálých kotlů moderními s fluidním spalováním, u 35 MW došlo ke změně paliva. Zároveň s postupem prací na vyčištěni modernějších uhelných zdrojů se rozeběhl i útlumový program nejstarších zařízení. V současné době všechny klasické elektrárny emisní i imisní limity plní. v mnoho případech se pohybují výrazně pod stanovenou hranicí.

3. SOLÁRNÍ ENERGIE

Solární energie patří mezi nevyčerpatelné zdroje energie. Její využití nemá žádné negativní dopady na životni 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.

V České republice jsou poměrně dobré podmínky pro využití energie slunečního záření, přestože množství sluneční energie v průběhu roku kolísá a největší množství sluneční energie dopadá v období, kdy spotřeba tepla je nejnižší.

Ročně dopadá kolmo na 1m^2 plochy 800 - 1250 kWh solární energie. Od dubna do října 75% energie a 25% energie v období od října do dubna. Celková doba slunečního svitu v našich podmínkách se pohybuje v rozmezí 1400 - 1800h/rok. V horských oblastech dosahuje doba I 600h za rok, v nížinných oblastech jižní Moravy 2000h. Celkové záření se skládá z přímo dopadajícího a difúzního záření. Difúzní zářeni vzniká odrazem slunečního světla na pevných i kapalných částicích rozptýlených v atmosféře (např. na mracích, prachových částicích, atd.) a tvoři až 50% z celkového množství slunečního záření - přibližně 30 % slunečního zářeni je odraženo atmosférou dříve, než vůbec dopadne na zem a 20 % je pohlceno.

Průmyslové země jako je Kanada. Japonska a USA čítají dohromady pouze 12.5 % světové populace, ale spotřebují 60 % světové produkce energie. Většina energie pochází z fosilních paliv - uhlí, ropy a zemního plynu. Jenže i když se fosilní paliva řadí mezi obnovitelné zdroje, obnova trvá přinejmenším několik tisíc let a vědci vypočítali, že stávající zásoby vystačí pouze na několik desítek let, takže se rozpoutal boj s časem, neučí-li se lidstvo využívat obnovitelnější zdroje dříve, než dojdou fosilní paliva. Díky postupnému mizení fosilních paliv se hledají další využitelné zdroje. Jako dobrá alternativa třetího tisíciletí se počítalo s jadernou energií, ale právě ta se jevila po výbuchu Černobylu jako neúměrně riskantní řešení a mezi hlavní zdroje, se kterými se bude ve 21.století počítat je jistě energie vydávaná slunečním zářením. Výroba „elektřiny ze Slunce" je bezpečná a spolehlivá, žádný nebezpečný odpad, je to ekologicky čistá energie.

Pokrytí 1% plochy pouští slunečními články s 15% účinností vyrobí více elektrické energie než všechny současné elektrárny světa.

Energie vložená do výroby slunečních článků se vrátí za několik let. „palivo je zdarma" a předpokládaná životnost delší než 30 let.

3.1 SOLÁRNÍ ČLÁNKY

Solární články představují v dnešní technické době možnost získat energii zadarmo. Dnes jsme zamořeni odpady z jaderných a uhelných elektráren, a proto mám stále pocit, že lidstvu nedochází možnost využití slunečních paprsků. Jistě - na území ČR je již spousta firem zabývajících se touto věcí. Bohužel, jak jsem se později dozvěděl, u aktivních slunečních systémů s absorbéry záření(kolektory) není možno ani v budoucnu počítat s hromadným rozšířením. Nedostatkem konkurenceschopnosti jiným energetickým zdrojům je malá hustota energie záření dopadající na povrch Země. K zachycení velkého množství energie by totiž bylo nutno pokrýt kolektory i značnou část okolní přírody, a tím by se původní ekologická výhoda" čistého" zdroje změnila v ekologickou pohromu. Vždyť Země přemění na teplo tolik slunečního záření, že by to stačilo pokrýt spotřebu lidstva 150000 x!

Slunce je od Země vzdáleno asi 150 milionů km. Sluneční paprsek urazí tuto vzdálenost za 8 minut a 20 vteřin. Slunce vyrábí energii přeměnou vodíku v helium a z množství helia a vodíku bylo vypočteno, že Slunce svítí téměř 5 miliard let a bude svítit ještě 10 miliard let. Země dostává pouhou dvou miliardtinu z celkové energie vyzářené Sluncem a celá třetina této dávky se navíc odrazí zpět. Kdyby Slunce přestalo svítit, klesla by teplota na Zemi.

Spalováním fosilních zdrojů (uhlí, ropa, plyn) využíváme energie nashromážděné v minulých geologických dobách fotosyntézou s účinností max. 1 %. Tyto zdroje se tvořily miliony let, ale naší civilizaci vystačí nejvýše ještě na pár stovek let.

Solární články se montují na osluněné plochy otočené na jih, nebo maličko na JV či JZ pod úhlem v rozmezí 35° - 45°. Je třeba dbát na to, aby se v blízkosti nenacházel strom, který by za několik let mohl solárním článkům stínit.

Akumulační zásobníky používáme obvykle větší litráže než je obvyklé při použití elektrických boilerů, a to z toho důvodu, že nesvítí každý den slunce, a proto větší zásoba vody na kterou systém dimenzujeme vydrží takřka na dva dny.

Na povrchu je polykarbonátové sklo. Pokud se používá článek jen přes sezónu s vodní náplní, nesmí z něho zapomenout na podzim včas vypustit voda, která nesmí zmrznout. Jinak by došlo k destrukci měděných trubiček uvnitř článku, čerpadla nebo výměníku. Je možno použít i nemrznoucí směs. Povrch kolektoru je skleněný, proto se nesmí zničit nárazem ostrého nebo těžkého předmětu. Solární panel se skládá ze solárních článků. Článek je malý disk z polovodiče jako třeba křemík. Jsou připevněny drátem k obvodu.

Jakmile světlo dopadne na polovodič, je přeměňováno na elektřinu, která proudí obvodem. Jakmile světlo nedopadá, přestane článek vyrábět energii.

Panely se rozmístí na volném prostranství a vyrábějí tolik energie kolik je potřeba. Čím více světla dopadá na článek, tím více je elektřiny. Solární panely se používají také na vesmírné lodě. Je zde stále možnost, která podle mého názoru jistě jednou nastane a to využít přírodu, jako jediný zdroj energie tak, aby se dále neznečišťovala.

3.2 SLUNEČNÍ ELEKTRÁRNA

Elektrárna mění energii slunečního záření na energii elektrickou. Přeměnu lze uskutečnit dvojím způsobem:

Solárně termickou přeměnou a nebo fotoelektrickou (fotovoltaickou) přeměnou, kdy účinnost přeměny je teoreticky asi 30 % (běžně dostupné fotoelektrické články však mají účinnost kolem 20 %). Pro získání většího výkonu (napětí a proudu) je nutno sérioparalelně propojit více článků v tzv. solární panel (vyrábějí se v několika výkonových řadách od 10 do 300 W). Jsou zdrojem stejnosměrného elektrického napětí obvykle 16V. Elektrický výkon dodávaný panelem je závislý na atmosférických podmínkách, a proto musí být instalován akumulátor energie, aby sluneční elektrárna mohla dodávat elektrickou energii i v období bez slunečního svitu (noc ap.).

Další součásti systému sluneční elektrárny je střídač. který přeměňuje stejnosměrný proud na proud střídavý, a transformátor, který zvyšuje střídavé napětí na úroveň vyžadovanou spotřebiči (např. 230 V). Celková účinnost sluneční elektrárny tohoto typu je v současné době asi 9 %. Budují se sluneční elektrárny střešní o výkonu 3 kW s možnosti připojení k síti nebo sluneční elektrárny o výkonu 100 - 500 kW, které dodávají elektrickou energii do sítě.

ÚSPORY ELEKTRICKÉ ENERGIE

Úspory elektrické energie jsou v dnešní době velmi aktuálním tématem. Spotřeba energie stále roste. Důsledkem není pouze negativní dopad na životní prostředí, ale také rostoucí náklady uživatelů. Elektřina je pro nás snadno dostupná. Její využívání je snadné, ale snadné je také plýtvání elektřinou, ať už vědomé, nebo i nevědomé.

Elektřina jako sekundární energie (ta, která se dostane ke spotřebiteli) má faktor primární energie 3. To znamená, že ušetřením 1 kWh elektrické energie ušetříme asi 3 kWh energie primární (energie surovinových zdrojů).

Elektřina se dá vyrábět mnoha různými způsoby, které se liší dostupností, efektivitou a zejména vlivem na životní prostředí.

Největší část elektřiny, asi 60%, se stále vyrábí spalováním fosilních paliv. Spalováním vzniká velké množství oxidu uhličitého CO_2, který způsobuje tzv. skleníkový efekt. Při výrobě 1 kWh el. energie se do vzduchu uvolní 0,6 kg CO_2. V některých zdrojích se uvádí dokonce 660 g / kWh. Tento údaj můžeme pro zajímavost srovnat například s osobním automobilem. V každé reklamě je uvedena nejen kombinovaná spotřeba daného automobilu, ale i produkce oxidu uhličitého. U běžných osobních automobilů se tato hodnota pohybuje kolem 150 g/km. Zásoby fosilních paliv jsou omezené. Odhaduje se, že veškerá ropa bude vyčerpána už za několik desítek let. Za zamyšlení stojí i další fakt: Za jeden rok se spálí uhlí, které se v přírodě ukládalo 2 miliony let.

Přibližně 30% el. energie se vyrábí v jaderných elektrárnách. Současné jaderné elektrárny jsou velmi bezpečné a výroba je ekologická. Jedním z problémů zůstává skladování vyhořelého radioaktivního paliva.

Využívání obnovitelných zdrojů je sice velmi podporováno, stále se však jedná spíše o lokální význam. Hlavní příčinou jejich malého využívání jsou zejména vysoké pořizovací náklady a také nevhodné lokální přírodní podmínky.

Nejdůležitějším způsobem, jak redukovat negativní dopady, je mnohem efektivnější využívání energie a snížení spotřeby. Zaměřili jsme se na měření spotřeby některých spotřebičů v budově naší školy i doma, a to zejména počítačů a jejich příslušenství.

Snažili jsme se, pokud to bylo možné, změřit u každého přístroje příkon v pohotovostním stavu a také ve všech provozních stavech.

1. POHOTOVOSTNÍ REŽIM

Mnoho spotřebičů má tzv. pohotovostní režim označovaný jako Stand-by. Na první pohled přístroj sice vypadá jako vypnutý, ale stále spotřebovává energii. Tento příkon může dosahovat až 20 W, což je hodnota srovnatelná s úspornou zářivkou. Takový přístroj potom spotřebuje až 200 kWh ročně, to znamená i více než 600 Kč.

K čemu je tento režim dobrý? U audio a video techniky umožňuje zapnutí dálkovým ovladačem, slouží také pro uchování nastavení v paměti. Často bývají na displeji zobrazeny hodiny, nebo alespoň svítí LED dioda. Za tento komfort tedy platíme několik stovek korun ročně.

2. SPOTŘEBA POČÍTAČŮ

Počítače můžou mít 2 typy napájení: Staré AT počítače se zapínají a vypínají pouze síťovým vypínačem. Ve vypnutém stavu jsou úplně odpojeny od sítě a nespotřebovávají proud.

Dnes se používá výhradně typ ATX. PC lze zapnout a vypnout tlačítkem na předním panelu, klávesnicí, případně i přes místní síť nebo internet. I ve vypnutém stavu odebírají několik wattů. Pokud nevyužíváme například vzdálené zapínání počítače přes síť, je vhodné používat prodlužovaní kabel s několika zásuvkami, pomocí kterého lze pohodlně vypnout celou sestavu včetně tiskárny, reproduktorů a ostatních periferií. Dokonalejší typy mají navíc vestavěnou přepěťovou ochranu, která zabraňuje případnému poškození PC poruchami v síti.

Příkon závisí na vytížení počítače a také jeho konfiguraci. Spotřeba kancelářských PC s integrovanou grafickou kartou se pohybuje při běžné práci mezi 50 a 100 W (bez monitoru). Protikladem jsou nejvýkonnější herní počítače vybavené dvěma grafickými kartami a dvoujádrovým procesorem, které si při plném zatížení řeknou až o 700 W. Zajímavou alternativou ke klasickým stolním počítačů se stávají notebooky. Cenově jsou téměř srovnatelné, ale spotřeba je mnohem nižší, často nepřesahuje 30 W.

3. MONITORY

Dnešním trendem je používání LCD displejů. Klasické CRT monitory už se téměř neprodávají. Po odstranění počátečních nedostatků LCD panelů, jako nízké pozorovací úhly a pomalá odezva, nabízejí už jen samé výhody, např. malé rozměry a hmotnost, šetrnost k očím, a také velmi nízký příkon. Ten se pohybuje kolem 30 W u 17" LCD oproti 80W u CRT.

4. 80Plus

V nedávné době byla výrobci počítačových zdrojů založena organizace 80Plus, která specifikovala požadavky na napájecí zdroje s účinností 80% a lepší. Spotřeba testovaného zdroje se měří při zatížení 20%, 50% a 100%. Aby zdroj splnil požadavky 80plus, musí dosáhnout účinnosti min. 80% a účiníku 0.9. Informace lze nalézt na stránkách www.80plus.org. Na těchto stránkách si lze také spočítat možné úspory. Většina výrobců už nabízí alespoň jeden odpovídající zdroj, a neustále přibývají další. Horší je to s dostupností na českém trhu. Ve mnoha českých internetových obchodech jsou tyto zdroje v nabídce, ale není uvedena účinnost ani informace o 80Plus. Také v kamenných obchodech často nemají prodavači ani tušení co je to 80Plus. Situace se však zlepšuje, Trendem už není jen výkonný zdroj, ale i účinný. „V módě" jsou zelené spotřebiče, které jsou ekologičtější. Všechny nové elektrické spotřebiče musí také splňovat normu RoHS, která se ovšem nezabývá spotřebou, ale omezuje používání škodlivých materiálů (např. olova) v přístrojích. Přesto i tato norma dle našeho názoru přispěla k rozšíření úspornějších spotřebičů.

5. TELEVIZORY

Televizorem je v dnešní vyspělé a technické době už vybavena snad každá domácnost. V mnohých případech rodin se v domácnosti nejedná o televizor jeden ale minimálně dva i tři a více. To znamená, že co se týče spotřeby elektrické energie televizorů v domácnostech, nemusí se jednat o spotřebu okolo 300W ale i klidně o nějakou 1kW, to znamená nejenom velkou spotřebu energie ale i vyšší finanční náklady.

Výrobce	Typ	Úhlopříčka	Popis (LCD, Plazma - 9. G)	Příkon Stand-by	Příkon zapnuto
PHILIPS	42PF5331/10	42" ; 107 cm	Plazma TV	2W	220W
PHILIPS	42PF7411/10	42" ; 107 cm	LCD TV	< 2 W	220 W
PHILIPS	32PF7331D/32	32" ; 80 cm	LCD TV	1W	120W

Panasonic	TH-42PA60E	42“ ; 106 cm	Plazma TV	0,3 W	238 W
Panasonic	TX-32LX60P	32“ ; 80 cm	LCD TV	1W	143 W
PHILIPS	29PT5221/60	29“ ; 72 cm	CRT TV	< 1 W	86 W
SONY	KDS-70R2000	70“ ; 178 cm	LCD projekční	0,5 W	285 W

Spotřeba energie televizorů výrazně roste se zvětšující se úhlopříčkou, ty největší plazmové televizory mají příkon až 700W. Bohužel s takovým televizorem se úspory energie obávat nemusíme. Zjistili jsme, že se příkony srovnatelných modelů různých výrobců o mnoho neliší. Plazmové a LCD televizory mají při stejné úhlopříčce téměř stejný příkon. Paradoxem je, že jedny z posledních vyráběných klasických CRT přístrojů mají spotřebu o něco nižší než než LCD s podobnou úhlopříčkou.

6. MP3 PŘEHRÁVAČE A DALŠÍ PŘÍSTROJE NAPÁJENÉ BATERIEMI

MP3 přehrávač má dnes téměř každý mladý člověk a proto jsme věnovali pozornost i jim. Většina je jich napájena mikrotužkovou baterií, pouze dražší typy mají obvykle integrovaný Li-Ion akumulátor. Na jednu baterii vydrží přehrávač hrát maximálně 10 hodin, většinou ještě méně. To znamená, že při intenzivním poslechu musíme kupovat na každý den novou baterii. Cena kvalitní alkalické baterie je kolem 15 Kč. To přináší nejen velké finanční náklady, ale také problémy s likvidací vybitých baterií. Řešením je používání akumulátorů a nabíječky. Já jsem zvolil GP PowerBank Mini. Tato kompaktní nabíječka stála pouze 300,- Kč, což je cena srovnatelná s dvaceti bateriemi, a to včetně dvou akumulátorků s kapacitou 950 mAh, které se výdrží téměř vyrovnají alkalickým bateriím. Tento typ zvládne nabíjet i akumulátorky AA, které se používají hlavně do digitálních fotoaparátů.

Na závěr jsem změřil odběr proudu svého přehrávače, konkrétně je to Smarton SM-1500F. Vypnutý přehrávač odebírá proud 0,6 mA, protože probíhá neustálé obnovování (refresh) integrované flash paměti. Odběr zapnutého přehrávače je překvapivě silně ovlivněn zvolenou barvou podsvícení displeje. Na výběr je celkem 7 barev, které se míchají pomocí tříbarevné RGB LED diody. Nejmenší spotřebu mají základní barvy (červená 22mA, zelená 18 mA, modrá 20 mA), při bílém posvícení proud výrazně vzroste (37 mA), protože jsou aktivní všechny tři základní barvy. Bez podsvícení odebírá přehrávač pouze 12 mA. Proud při přehrávání zase závisí na nastavené hlasitosti, pohybuje se od 60 mA až do téměř 200 mA. Proud se navíc zvětšuje s klesajícím napětím baterie, protože se uvnitř přehrávače zvyšuje napětí impulsním měničem na konstantní hodnotu a příkon je také konstantní.

Výdrž přehrávače lze tedy ovlivnit nastavením hlasitosti a také volbou barvy podsvícení.

7. BÍLÁ ELEKTRONIKA

Okolo jedné třetiny spotřeby v domácnosti jde na úkor tzv. bílé elektroniky – ledniček, praček atd. Tyto spotřebiče jsou často používány často i 10 nebo 15 let, takže i malé snížení spotřeby může přinést velké úspory. Výběr je usnadněn díky Evropským energetickým štítkům. Tyto štítky jsou v Evropské unii zavedeny už více než 10 let. Prodejci jsou povinni umístit je na každý spotřebič. N štítku je uvedeno logo výrobce a typ výrobku. Pod

nimi následuje barevná stupnice energetických tříd. Třída A je vyznačena zeleně a představuje nejnižší spotřebu. Nejhorší je červeně vyznačená třída G. Spotřebiče se do těchto tříd zařazují podle charakteristické spotřeby. U ledniček je to spotřeba za 24 hodin, u praček spotřeba jednoho standardního pracího cyklu „bavlna 60^{0}C“. Například pračka s náplní prádla 6 kg je zařazena do třídy A, jestliže během jednoho pracího cyklu spotřebuje méně než 0,95 kWh. Dále jsou na štítcích uvedeny základní technické parametry výrobku – u ledniček např. vnitřní objem, u praček náplň prádla v kg, účinnost praní, otáčky odstřeďování a další. V dnešní době je na trhu většina spotřebičů třídy A. Třídy C a horší se již téměř neprodávají. Proto byly pro odlišení nejefektivnějších produktů zavedeny v roce 2004 dodatečné třídy A+ a A++.

Bližší informace lze najít na stránkách www.uspornespotrebice.cz, kde lze najít i „TOP TEN“ – žebříčky 10 nejúspornějších spotřebičů v dané kategorii, které se prodávají v ČR.

< Obr.: příklad energetického štítku pro myčku nádobí

MĚŘENÍ SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE VE ŠKOLE

1.VOLTCRAFT ENERGY MONITOR 3000

K měření jsme používali tento přístroj.
Základní vlastnosti:

- Měření napětí, proudu a frekvence
- Zobrazení činného výkonu, zdánlivého výkonu a účiníku (cos φ)
- Určení charakteru zátěže (indukční/kapacitní).
- Záznam min. a max. hodnot napětí, proudu, frekvence, výkonů a účiníku
- Měření doby chodu (“ON time”) trvale zapnutých spotřebičů (např. lednička)
- Zobrazení spotřebované energie a platby za energii
- Výpočet předpokládané spotřeby energie a platby za týden/měsíc/rok
- Dva nastavitelné tarify

Maximální měřitelný příkon je 3000 W – proud 13 A.
Naměřené hodnoty lze prohlížet i po odpojení od sítě díky vestavěné baterii.
Hlavní nevýhodou je zaručená přesnost měření až od 1,5 W. To znemožňuje přesné měření pohotovostních režimů mnoha spotřebičů, které odebírají méně než 1 W.
Zásuvka i zástrčka jsou v německém provedení, proto je nutno použít redukcí.
Tento wattmetr je bohužel na našem trhu špatně dostupný. V nabídce je např. v internetovém obchodě elektroraj.cz za cenu asi 1300 Kč.

2. SPOTŘEBA PC

Počítač	Konfigurace	Příkon Stand-by	Příkon zapnuto
staré PC učebna 201	PIII – 600MHz, 128 MB RAM, Win 98	3,3 W	60 W, max. 110 W
nové PC učebna 201	Celeron 2,66GHz, 512MB RAM, WinXP	<1,5 W (0,8 W)	65 W, max. 140 W
nové PC učebna PLC	Celeron 2,5GHz, 512MB RAM, WinXP	3,7 W	65 W, max. 150 W
notebook učebna 509		0 W	20 W, max. 35 W

Měřili jsme příkon 3 typů počítačů. Pohotovostní příkon u nových PC v učebně 201 je malý. Staré PC spotřebovávají 3,3 W. Příkon počítačů v učebně PLC je zřejmě negativně ovlivněn nevhodným nastavením BIOSu, když i při vypnutém PC je povoleno napájení klávesnice a myši.

Spotřeba při práci závisí zejména na vytížení procesoru a pevného disku, je relativně nízká díky použití integrovaných grafických karet. Nové počítače mají téměř stejnou spotřebu i přes výrazně vyšší výpočetní výkon. Spotřeba notebooku je výrazně nižší než u klasických PC.

3. MONITORY

Monitor	Popis	Příkon Stand-by	Příkon zapnuto
Targa učebna 201	15“ CRT	<1,5 W (0,4 W)	48 W
Lite-On učebna 201	15“ CRT	2,5 W	52 W
LG L1717S učebna PLC	17“ LCD	<1,5 W (0,4 W)	27 W

Pohotovostní příkon monitorů Lite-On je výrazně vyšší než ostatních.
15“ klasické monitory spotřebují při práci kolem 50 W. LCD panel LG má velmi nízký příkon 27 W.

4. TISKÁRNY

Tiskárna	Popis	Příkon Stand-by	Příkon při tisku
HP Bussines InkJet 280 učebna 201	A3 inkoustová	<1,5 W (0,6 W) připravena k tisku 7 W	max. 24 W
HP LaserJet 1200 učebna 201	A4 laserová	4,7 W	průměrně 400 W max. 620 W
HP LaserJet 4 kabinet	A4 laserová	připravena k tisku 20,5 W	max. 520 W

Všechny typy, zejména starší laserová HP LaserJet 4, mají velkou spotřebu v režimu „připravena k tisku“.
Příkon laserových tiskáren při tisku dosahuje až 600 W.
Inkoustová tiskárna má nízký provozní příkon, ale vyšší náklady na tiskový materiál.

5. DATAPROJEKTOR

Dataprojektor	Popis	Příkon Stand-by	Příkon zapnuto
Benq PB 6240	DLP, XGA (1024x768)	7,5 W	320 W

V obou učebnách výpočetní techniky i učebnách automatizace je použit stejný typ projektoru.
Pohotovostní příkon je poměrně vysoký. Zapnutý projektor spotřebuje kolem 320 W, největší podíl na této hodnotě má 250 W výbojka.

MOŽNOSTI ÚSPORY V NAŠÍ ŠKOLE

V učebně výpočetní techniky č. 201 by bylo vhodné nastavit počítače tak, aby se při nečinnosti nejen aktivoval spořič obrazovky, ale i vypnul monitor. Vhodnou investicí do budoucna jsou určitě LCD displeje, které mají asi poloviční spotřebu oproti klasickým CRT monitorům.

V učebně automatizace je zapotřebí nainstalovat centrální vypínač, který přispěje k mírnému snížení spotřeby a také ke zvýšení bezpečnosti. Měl by se také nastavit BIOS počítačů tak, aby ve vypnutém stavu nebyla napájena klávesnice a myš.

Některé staré laserové tiskárny v kabinetech, které vytisknou pouze několik stránek denně, by se daly nahradit levnými inkoustovými tiskárnami s nízkou spotřebou.

ZÁVĚR

Zajímali jsme se o parametry různých elektrických přístrojů. Zjistili jsme, že mezi podobnými přístroji mohou být výrazné rozdíly. Z uvedené práce jsme se přesvědčili, že je nezbytné, abychom i ve svých domácnostech věnovali úsporám energie pozornost, protože výrobci i uživatelé věnují až příliš pozornosti „pohodlí“, než racionálnímu chování.

MATĚJ ŽÁK, Gymnázium Jana Nerudy, Komenského 9, Praha 9, PRAHA

ZPRACOVÁNÍ BIOPLYNU ZE SKLÁDKY STAŠOV

1. Základní údaje stavby
místo stavby: Stašov u Zdic, Středočeský kraj
investor: obec Stašov
charakter stavby: novostavba
výměra zastavěných ploch: 1053 m^2
zahájení stavby: 12/2006
ukončení stavby: 5/2007

2. Úvodem bych se rád vyjádřil k tomu, proč jsem si vybral pro svoji práci právě zpracování bioplynu ze skládky komunálních odpadů. Tepelné elektrárny spalující uhlí jsou hlavním zdrojem energie pro české domácnosti i průmysl. Avšak odborníci odhadují, že při stávající úrovni těžby černého uhlí vystačí jeho domácí ložiska maximálně do roku 2030. Pro méně kvalitní uhlí odhadují zásoby do roku 2100. Je tedy zřejmé, že v nejbližších desetiletích se stanou české jaderné elektrárny hlavním zdrojem energie. Proto nyní přichází chvíle alternativních zdrojů, bez kterých se lidstvo pravděpodobně dlouhodobě neobejde. Jaká je situace v ČR, ukazuje následující tabulka:

Potenciál obnovitelných a druhotných zdrojů energie České republiky do roku 2010

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

Pozn.: TSPEZ – tuzemská spotřeba primárních energetických zdrojů
U tepelných čerpadel je uveden jejich čistý přínos, tj. teplo získané ze zdroje nízkopotenciální energie.
Zdroj: Národní program hospodárného nakládání s energií a využívání jejích obnovitelných a druhotných zdrojů

Ze všech možných alternativních zdrojů energie – solární, fotovoltaické, větrné, vodní a geotermální mě nejvíce zaujala energie získávaná z biomasy, a to z biomasy odpadní. Důvod je prostý, energetickým využitím odpadní biomasy společnost takříkajíc zabíjí dvě mouchy jednou ranou. Za prvé řeší nerudovský problém „kam s ním" a zároveň tím získává dostupnou energii z obnovitelného zdroje. Tento koloběh mě velmi zaujal, proto moje volba z alternativních zdrojů energie padla právě na zpracování bioplynu, neboli plynu skládkového.

3. Skládka Stašov

3.1 Obecné informace

Popis ekologické skládky, ať už ze stránky technické nebo bezpečnostní, považuji pro chápání problematiky zpracování bioplynu a s ní související problematiky za nezbytný, a tak zpočátku uvedu obecné informace platící pro všechny skládky skupiny S – 00 (viz. dále).

Normy skládkování, které udává ČSN, jsou stejné pro všechny skupiny skládek S – 00 a proto **obecné informace uvedené níže platí také pro skládku Stašov** stejně tak jako pro jiné skládky stejné bezpečnostní skupiny.

Norma ČSN 83 8030 Skládkování odpadů – Základní podmínky pro navrhování a výstavbu skládek definuje skládku jako technické zařízení určené k odstraňování odpadů jejich trvalým a řízeným uložením ať už na zemi nebo přímo do země. Ve zkratce řečeno, je to stavebně technologický objekt vybavený tak, aby odpady v něm uložené nemohly negativně ovlivňovat spodní ani povrchové vody, půdu, ovzduší a tudíž i okolní faunu a flóru. Všechny tyto podmínky ochraňující životní prostředí musejí být dodržovány jak po dobu životnosti skládky, tak i po jejím uzavření a rekultivaci. Podle platné legislativy, vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady skládky dělíme podle technického zabezpečení do tří skupin:

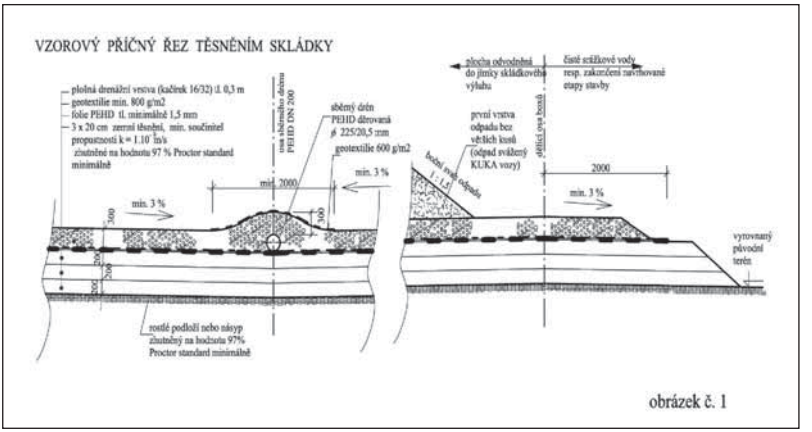
a) S – inertní odpad označované S – OI
b) S – ostatní odpad označované S – OO
c) S – nebezpečný odpad označované S – NO

Mimo toto dělení lze dále skládky rozlišovat na úrovňové, založené v úrovni okolního terénu, nebo na skládky podúrovňové, které jsou zpravidla zakládány ve starých důlních dílech nebo v některých typech lomů. Další možné členění je podle toho, zda skládka plynuje (je na ní ukládán biologicky rozložitelný odpad, který je zdrojem skládkového plynu), nebo ne. S ohledem na povahu této práce se v dalším textu budu omezovat pouze na problematiku skládek plynujících.

Moderní skládky typu S – OO jsou vybaveny řadou technologických souborů, které umožňují přijímat, evidovat a bezpečně ukládat odpady. Nedílnou součástí výbavy skládky je monitorovací systém hlídající destrukci těsnění skládky. Dále musí být vybavena zařízením na nakládání s výluhovými vodami vznikajícími při skládkování.

3.1.1. Těsnění skládky

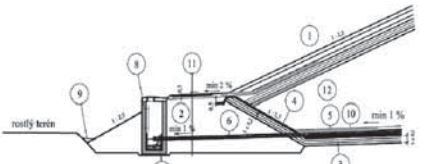
Skládku si lze pro názornost představit jako velikou vanu. Její dno i boky jsou zabezpečeny technickou bariérou, která zamezuje proniknutí výluhových vod z tělesa skládky do podzemních nebo povrchových vod a do geologického podloží skládky. První vrstvu tvoří minerální těsnění (jíly). Druhá vrstva je tvořena z PEHD (vysoko hustotní polyethylen) folie minimální tloušťky 1,5 mm, která se na dně používá oboustranně hladká a na svazích z důvodů eliminace smykových ploch zdrsněná. Folie se proti proražení odpadem chrání netkanou geotextílií a vrstvou pneumatik prosypávaných vhodným jemnozrnným materiálem (popel, písek apod.)



obrázek č. 1

3.1.2. Výluhové (průsakové) vody

Vznikají v tělese skládky několika způsoby. Jsou to jednak srážkové vody, které se filtrují přes vrstvy odpadů, nebo jsou to vody vzniklé biologicko chemickými procesy při stabilizaci odpadů. Pravidla pro nakládaní s těmito vodami udává ČSN 83 8033 Skládkování odpadů – Nakládání s průsakovými vodami ze skládek. Stejně jako každá vana má svou výpust, i skládka musí mít zařízení na odvádění výluhových vod. Těleso skládky je vybaveno plošnou drenáží, vrstvou 30 cm křemenného štěrku tzv. kačírku s granulometrií frakce 16 – 32 mm a páteřním drénem na odvod výluhových vod. Ta je odváděna u skládek s tvorbou plynu přes plynotěsný sifon v manipulační šachtě do nepropustné, bezodtoké jímky výluhových vod. Odtud se voda čerpá zpět do tělesa skládky za účelem snížení prašnosti, lepšího hutnění odpadů a omezení rizika vzplanutí skládky.



LEGENDA

1 rekultivační vrstvy skládky
2 násyp závěrné hráze hutněný po vrstvách na urovnané a zhutněné základové spáře
3 konstrukce dna ve skladbě shora :
- geotextilie min. 800 g . m^{-2}
- fólie PEHD tl. 1,5 mm
- zemní těsnění hutněné ve 3 vrstvách po 200 mm, k ≤ 10^{-9} m . s^{-1}
- urovnaná a zhutněná základová spára
4 konstrukce vnitřního lice závěrné hráze shora :
- ochrana ojetými pneumatikami skládarnými a postupem skládkování za provozu
- geotextilie min. 800 g . m^{-2}
- fólie PEHD tl. 1,5 mm
- zemní těsnění hutněné ve 3 vrstvách po 200 mm, k ≤ 10^{-9} m . s^{-1}
- urovnaný a zhutněný svah hráze
5 sběrný drén skládkového výluhu - děrované potrubí PEHD DA 225 mm
6 sběrný drén v prohloubu hráze - plné potrubí PEHD DA 225 mm včetně prostupů fólií
7 uzávěr, přírubová odbočka se sifonem a zaslepovací přírubou PEHD DA 225 mm
8 šachta na svodu výluhu s vnitřní izolací PEHD na výšku 1,5 m
9 obvodový příkop povrchových vod stabilizovaný štěrkovým zásypem
10 plošný valounový drén (kačírek) - tl. 0,3 m
11 komunikace na hrázi ve skladbě shora :
- štěrk 16 / 32 zakalený kornovou prosívkou tl. 150 mm, š. 3,6 m
- štěrkodrť tl. 150 mm
12 těleso skládky - materiál hutněný po vrstvách kompaktorem

obrázek č. 2

3.1.3. Bioplyn – skládkový plyn

Bioplyn vzniká fermentací(vyhníváním). Je to proces rozkladu a přeměny organických látek. K fermentaci dochází bez přístupu vzduchu a ve vlhkém prostředí vlivem působení metanových bakterií – metanogenů. Celý tento proces tvorby bioplynu se označuje také jako anaerobní digesce, kterou můžeme teoreticky rozdělit do čtyř fází:

1. Hydrolýza

Tato reakce začíná v době, kdy je v daném prostředí vzdušný kyslík a dostatečná vlhkost tj. minimálně 40 % hmotnostního podílu. V této fázi mikroorganismy ještě nevyžadují bezkyslíkaté prostředí. Polymery se rozkládají na jednodušší organické monomery.

2. Acidogeneze

Při této fázi dochází k odstranění zbytků vzdušného kyslíku a dochází tak k vytvoření anaerobního prostředí. Tuto přeměnu vytvářejí anaerobní mikroorganismy schopné aktivace v obou prostředích.

3. Acetogeneze

Během této fáze převádějí acidogenní kmeny bakterií vyšší organické kyseliny na kyselinu octovou, vodík a oxid uhličitý.

4. Metanogeneze

Metanogenní bakterie rozkládají převážně kyselinu octovou na metan a oxid uhličitý. Hydrogenotrofní bakterie produkují metan z vodíku a oxidu uhličitého. Některé kmeny bakterií provádějí obě reakce současně.

I když se v literatuře anaerobní digesce rozděluje na tyto čtyři fáze, někteří odborníci tvrdí, že skutečnost je poněkud odlišná. A to, že ve skládce svým způsobem probíhají všechny fáze zároveň. Pravdou však zůstává, že záleží na způsobu provozování skládky, který tyto fáze velkým podílem ovlivňuje. Pro provozovatele skládky je žádoucí, aby předcházející vzniku metanu (metanogenezí) proběhly co nejrychleji a zároveň co nejúčinněji. Je tudíž velmi důležité dodržování správného vodního režimu skládky (viz. odstavec č. II) a hutnění odpadů, které obstarává tzv. kompaktor (viz. odstavec č. IV).

Pro názornost uvádím schématické rovnice, které ve skládce probíhají včetně jejich energetického vyjádření:

a) Aerobní proces

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ --------- $6CO_2 + H_2O + 3880\ kJ\ .\ mol^{-1}$
(glukóza)

Při oxidaci cukru se uvolňuje velká energie ve formě tepla, což je pro skládku nežádoucí a to ze dvou důvodů. Tím prvním je fakt, že při této reakci nevzniká skládkový plyn, který se dá v kogenerační jednotce dále využít jako elektrická energie a tím druhým je, že tato energie může způsobit zahoření skládky a tím narušit životní prostředí nebo technické zabezpečení skládky.

b) Anaerobní proces metanogeneze – přeměna na bioplyn

$C_6H_{12}O_6 + 2\ H_2O$ --------- $2\ CO_2 + CH_3COOH + 4\ H_2 + 207kJ\ .\ mol^{-1}$
(k.octová)

CH_3COOH --------- $CO_2 + 2CH_4 + 62{,}2\ kJ\ .\ mol^{-1}$

$CO_2 + 4\ H_2$ --------- $CH_4 + 62{,}2\ kJ\ .\ mol^{-1}$

$C_6H_6O_{12} + 2\ H_2O$ ---------- $CO_2 + 3\ CH_4 + 405\ kJ\ .\ mol^{-1}$

Podle uvedených rovnic vyplývá, že v procesu a) jsou organické látky oxidovány na teplo, oxid uhličitý a vodu. A naopak při metanogenezi se na teplo uvolňuje pouze 14 % z potenciální energie organických látek, zatímco 86 % je vázáno metanem. Tím jsou vysvětleny procesy oxidace a rozkladu za nepřístupu vzduchu.

Z látek obsahující lipidy a proteiny lze očekávat větší výtěžek bioplynu než z látek bohaté na bílkoviny a uhlovodíky, proto je složení bioplynu kolísavé, avšak podíl metanové složky ve skládkovém plynu určuje jeho kvalitu. Na skládce komunálních odpadů Stašov lze očekávat jeho složení v těchto hranicích:

Metan – CH_4	40 – 65 %
Oxid uhličitý – CO_2	30 – 40 %
Dusík – N_2	3 – 20 %
Kyslík – O_2	0,1 – 1 %
výhřevnost bioplynu:	13,6 – 22,1 MJ . m^{-3}

3.2. Popis objektů a zařízení

3.2.1. Kompaktor

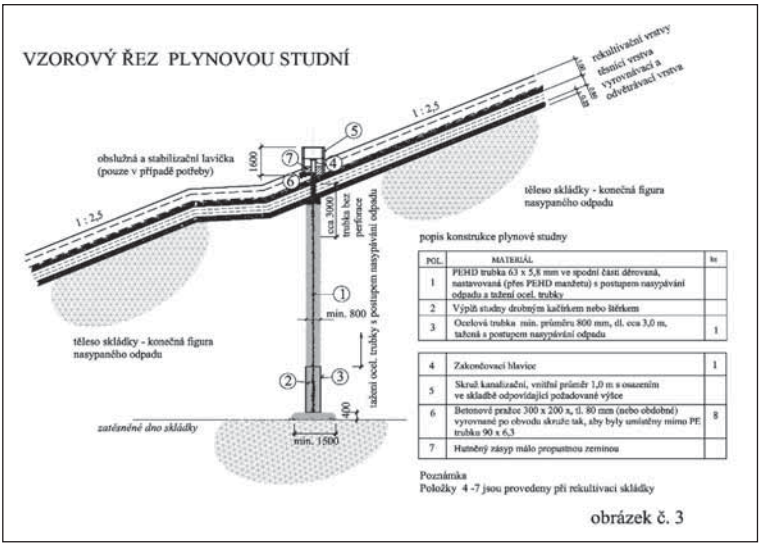
Kompaktoru věnuji samostatnou kapitolu, protože i když by se mohla jeho činnost na skládce zdát nesouvisející s problematikou bioplynu, sehrává klíčovou úlohu při jeho tvorbě.

Kompaktor (viz. fotodokumentace) je upravený čelní kolový nakladač, který se vyznačuje zejména svojí velkou hmotností (30 – 35 t) a velkým měrným tlakem na jednotku plochy, které je dosahováno díky speciálním celokovovým kolům s drtícími trny. Kompaktor dokáže stlačit směsný komunální odpad z objemové hmotnosti 500 – 700 kg . m^{-3} na 1000 – 1200 kg . m^{-3}. Smyslem této úpravy je maximální využití tělesa skládky, vytvoření anaerobního prostředí, jak už jsem se zmínil výše, a zabránění případnému odlétání lehkých odpadů za silného větru. Zkušenosti odborníků s metanogenezí na skládkách vedou k tomu, že u dokonale hutněných skládek probíhá fermentace jen velmi pomalu, takže ještě po dvaceti letech od zahájení jejího provozu lze odčerpávat bioplyn z jejích útrob. U špatně hutněných skládek metanogeneze probíhá jen částečně, protože větší část organické hmoty degraduje v aerobním procesu, jak jsem naznačil v předcházející kapitole. Tento stav zamezuje energetickému využití odpadu a zvyšuje riziko zahoření skládky.

3.2.2. Plynová studna

Plynové studny (viz fotodokumentace) jsou v zásadě dvojího typu – aktivní a pasivní. Jejich rozdíl je pouze v tom, že pasivní studna není připojena na sběrný systém bioplynu a není tedy ještě dokončena.

Skládky skupiny S – OO musí být vybaveny zařízením na jímání a odvod plynu. Zásady pro nakládání s plynem na skládce vymezuje ČSN 83 8043 Skládkování odpadů – Odplynění skládek (metan je skleníkovým plynem). Odpad ukládaný na tento typ skládek může obsahovat vyšší obsah biologicky rozložitelných látek. Studen je ve Stašově v současné době nainstalováno 15 (11 napojených na sběrný systém - aktivních), jsou vybaveny tzv. plynovým záhlavím (zakončovací hlavicí), umožňující přes horizontální plynové rozvody a plynovou



obrázek č. 3

čerpací stanici odčerpávat skládkový plyn z tělesa skládky. Plynové studny by měly být od sebe vzdáleny 40 – 50 m, aby mohl být všechen skládkový plyn odsán a zároveň aby si ho jednotlivé studny „nekradly“. Plyn stoupá vzhůru ke studni díky jeho tlaku, který je větší než tlak atmosférický (101 kPa), a pak také kvůli jeho poměrně vysoké teplotě.

Založení plynové studny

Na plošnou drenáž ve dně skládky se postaví ocelová pažnice o průměru 80 – 100 cm a délce 3m. Dovnitř této pažnice se postaví perforovaná trubka z PEHD o průměru cca 10 cm. Takto vzniklé mezikruží se vyplní vhodným štěrkem. S postupným navážením odpadu se ocelová pažnice povytahuje vzhůru, perforovaná trubka se nastavuje a proces obsypávání se neustále opakuje. Cca 3 m před požadovanou výškou naváženého odpadu se nastaví trubka bez perforace, na kterou je nasazeno plynové zhlaví. Celá studna je zakončena betonovou kanalizační skruží, která zhlaví plynové studny chrání před mechanickým poškozením.

3.2.3. Čerpací stanice

Čerpací stanice (viz fotodokumentace) funguje na principu dmychadla, které saje plyn ze skládky a předává ho kogenerační jednotce na další využití. Čerpací stanice je v kontejnerovém provedení. Kontejner je rozdělen na dvě části, technologickou a měřicí a regulační. V technologické části jsou umístěny příslušné armatury a dvě samostatná dmychadla poháněná elektromotory. Část měřicí a regulační obsahuje elektrorozvaděč, analyzátor čerpaného plynu a řídící počítač, který zaznamenává potřebné provozní údaje – kvalitu plynu, čerpané množství, provozní tlak v soustavě. Analyzátor plynu zajišťuje kontinuální analýzu čerpaného plynu s ohledem na obsah metanu a kyslíku tak, aby byl zajištěn bezpečný provoz celé soustavy.

Jelikož skládkový plyn obsahuje jako hlavní složku metan, je nutno celou technologii posuzovat s ohledem na nebezpečí výbuchu, které hrozí, pokud by metan vytvořil s kyslíkem směs s obsahem O_2 6 – 15 %. Případný únik plynu do prostoru čerpací stanice bude trvale hlídán plynovým detektorem. Vzhledem k tomu, že zde nebude trvalá obsluha, je kontejner opatřen pro možnost nuceného havarijního větrání dvěma ventilátory. Při zvýšení obsahu metanu v místnosti na 0,5 % obj. bude signalizován poplach a zapnuty havarijní ventilátory, při dosažení 1 % obj. metanu ve vzduchu místnosti, bude celé zařízení vypnuto mimo větrání a nouzové osvětlení. Před možností výskytu explozní směsi v čerpaném skládkovém plynu je zařízení opatřeno analyzátorem kyslíku. Při dosažení varovné hodnoty složení plynu – 20 % hodnoty kyslíku hranice výbušnosti metanu – bude signalizován světelný i akustický poplach. Při dosažení 50 % hodnoty kyslíku hranice výbušnosti metanu bude zařízení automaticky odstaveno.

Parametry čerpací stanice:

Výkon stanice:	2 x 200 m^3/hod
Tlakový spád:	10 kPa
Bioplyn – obsah CH_4:	30 – 65 %
Umístění technologie:	kontejner cca. 6 x 3 m
Tlakový agregát:	2 x ventilátor SKG 385 – 2 (jeden určen jako rezerva)

Vzhledem k tomu, že čerpací stanice i kogenerační jednotka budou dodány až v květnu roku 2007, nemohu přiložit jejich fotografie ze skládky Stašov. Ve fotodokumentaci však přikládám fotografie obou zařízení od stejného výrobce, avšak vyfotografované na jiné skládce.

3.2.4. Kogenerační jednotka

Kogenerace – ekonomické výhody. Pojem kogenerace představuje kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla. Proti standardním elektrárnám, ve kterých se vzniklé teplo při výrobě elektrické energie, vypouští bez užitku do venkovního prostoru, kde může navíc negativně ovlivňovat životní prostředí, kogenerační jednotka (viz fotodokumentace) může toto teplo využívat k vytápění a šetří tak palivo i finanční prostředky potřebné pro její nákup. S tímto, podle mého názoru geniálním koloběhem využití tepla, se počítá do budoucna v obalovně štěrkodrtí nedaleko Stašova. Vzniklá elektrická energie se bude prodávat přímo do sítě. Teď by mohla vyvstat otázka, proč nevyužívat elektrickou energii na každodenní chod skládky. Odpověď není nijak složitá. Stát za účelem podpory výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů prostřednictvím Energetického regulačního úřadu (dále jen ERÚ) garantuje výrobcům takové energie vyšší výkupní cenu, než je cena elektrické energie, vyrobená v konvenčních zdrojích z fosilních paliv. Cenu pro elektřinu vyrobenou z obnovitelných zdrojů určuje „Cenové rozhodnutí č. 8/2006 ze dne 21. listopadu 2006, kterým se stanovuje podpora pro výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie, kombinované výroby elektřiny a tepla a druhotných energetických zdrojů". Toto rozhodnutí určuje cenu 2, 31 Kč / kWh z obnovitelného zdroje, jakým je výroba elektrické energie vzniklá spalováním skládkového plynu pro zdroj uvedený do provozu po 1. lednu 2006 včetně.

Základní principy

V kogenerační jednotce vzniká elektrická energie stejným způsobem jako v ostatních elektrárnách – roztáčením elektrického generátoru. Kogenerační jednotka roztáčí generátor pomocí pístového motoru spalující skládkový plyn. Teplo, které se uvolňuje ve spalovacím motoru, je prostřednictvím chlazení motoru, oleje a spalin efektivně využíváno a díky tomu se účinnost kogeneračních jednotek pohybuje v rozmezí 80 – 90 %.

Technické parametry

typ jednotky	el. výkon	tepelný výkon	Spotřeba bioplynu	účinnost		využití paliva
				elektrická	tepelná	
CENTO 160 SP BIO	kW	kW	m^3/hod	%	%	%
	150	218	68	33,9	49,3	**83,2**

Spotřeba je uvedena pro bioplyn s obsahem metanu 65 % při normálních atmosférických podmínkách.

4. Závěr

Po seznámení se s odbornými podklady, které jsem při zpracovávání této práce použil, jsem dospěl k závěru, že dobře provozovaná skládka odpadů je velmi užitečné zařízení. Odstraňuje jinak nevyužitelný odpad a s relativně malými náklady, umožňuje efektivně vyrábět teplo a elektrickou energii. Když uvážím, že cca 80 % všech komunálních odpadů v ČR dosud končí na skládkách, tak je výše popsaný způsob dosud jedinou možností, jak energii biologicky rozložitelných odpadů využít.

ONDŘEJ KALLASCH, Střední průmyslová škola na Proseku, Novoborská 2, Praha 9

PŘEČERPÁVACÍ ELEKTRÁRNA ŠTĚCHOVICE

Několik slov úvodem, aneb proč právě o Štěchovicích

Jsem studentem 1. ročníku studijního oboru „Mechanik – elektronik" na SPŠ v Praze – na Proseku v části Letňany. Na podzim minulého roku jsme se v rámci výuky, kam je začleněna i problematika obnovitelných energetických zdrojů, zúčastnili cyklu přednášek, pořádaných COPTH v Praze na Harfě k uvedené problematice. Informace, které jsem se z jednotlivých přednášek dozvěděl, mne často velmi překvapily. To se týkalo především údajů, informujících o časovém horizontu zdrojů současně využívaných fosilních paliv. Proto mne zaujal problém jejich náhrady jinými – obnovitelnými energetickými zdroji.

Z nich mne pak nejvíce zaujala vodní díla. Dlouho jsem se však rozhodoval o tom, které vodní dílo navštívím. Nevím o tom, že by se poblíž mého bydliště, popř.školy vyskytovala některá z malých vodních elektráren. Spolu se spolužáky jsme před zahájením studia sice navštívili při exkurzi malou vodní elektrárnu v Českém Šternberku, avšak, jak jsem se dozvěděl, bylo o ní již pojednáno v loňské soutěžní práci. Při mém dalším vybírání vhodného objektu jsem chtěl pojednat o elektrárně v Brandýse n/L, anebo v Kostelci n/L.

Byl jsem však zklamán, neboť jsem se při návštěvě přímo na místě nesetkal s potřebnou vstřícností.

Stále mne však lákala myšlenka vodních elektráren, zvláště pak těch přečerpávacích. Když jsme pak s Ing. Surkovem – naším učitelem odborných předmětů v rámci výuky shlédli, kromě dalších, video o přečerpávacích elektrárnách Dlouhé Stráně a Štěchovice, došlo mi, že právě jejich uplatnění se výrazně podílí na řešení energetické situace v budoucnosti, ale už i nyní. Přitom, i když se jedná o větší vodní díla, jde o využití obnovitelného energetického zdroje našeho životodárného Slunce. Hodně jsme pak o nich mluvili ještě mimo výuku. Kromě jiného jsem se dozvěděl i o jejich menších sourozencích – malých přečerpávacích elektrárnách na Šumavě, konkrétně u Čenkovy pily a u Černého jezera. Ta byla ostatně vůbec prvou přečerpávací elektrárnou v naší republice. Nicméně obě jsou hodně daleko na to, abych se jimi mohl seriózně zabývat. Ještě dál jsou však Dlouhé Stráně, které mne zaujaly nejvíce.

Proto nakonec zvítězila myšlenka, vzít si na mušku pro mne blízkou přečerpávací elektrárnu ve Štěchovicích.

Výprava na elektrárnu

Sám jsem byl zvědavý na toto dílo, a proto jsem se osobně vypravil podívat se tam na vlastní oči. Překvapilo mě už to, s jakou ochotou jsem se setkal zde. A to byla ochota? Inu, naším průvodcem (byl se mnou totiž spolužák) byl bývalý pracovník zdejší elektrárny, dnes již důchodce, který zde odsloužil značnou část svého života a ledasco tedy i pamatuje. **Ne jako v Brandýse nad Labem, kde se se mnou ani nebavili a poslali mě hned pryč!**

Hned na úvod se sluší říci, že zdejší vodní dílo je vlastně kombinací průtokové a přečerpávací elektrárny.

Průtokově – akumulační elektrárna

Průtoková část využívá rozdílu potenciálů hladiny Vltavy, vytvořeného vzdutím přehradním tělesem o výšce 20 m. Vzhledem k této hodnotě je osazena dvěma turboalternátory, které jsou poháněny Kaplanovými turbínami. Každá z nich je schopna odevzdávat za optimálních podmínek 11,25 MW výkonu. Turbína s průměrem 3,6 m

roztáčí rotor alternátoru na 166,7 ot./min. Proto musí mít stator alternátoru vyšší počet pólpárů, aby bylo dosaženo normou požadovaných 50 Hz síťového kmitočtu. To vše za předpokladu průtoku 80 m^3 vody za vteřinu. Zamyslíme-li se nad tímto faktem, je zřejmé, že ne vždy lze tohoto stavu dosáhnout. Musíme totiž vzít v úvahu na jedné straně období sucha, ale i omezený vteřinový průtok, kdy je nutno průtok turbínami odstavit z ekologických důvodů, tak na straně druhé i situace, kdy vody je příliš a provoz je odstaven z bezpečnostních hledisek. Její součástí je i venkovní rozvodna 110 kV včetně vývodových a distribučních transformátorů.

Tato část elektrárny byla uvedena do provozu v r.1948. Železobetonové přehradní těleso přehrady s žulovým obkladem je 22,5 m vysoké a 120 m dlouhé, s pěti přelivnými hrazenými poli. Kapacita přelivů tj. 2400 m^3/s umožňuje bezpečně převést přes přepady koruny hráze i takovou katastrofální povodeň, jaká byla v roce 1980. Bohužel takové štěstí v roce 2002 neměla a velká voda jí poškodila natolik, že do roku 2003 nebyla provozuschopná V důsledku těchto škod, bylo nutno, aby její podstatná provozní část prošla rekonstrukcí. Spodní nádrž průtokové elektrárny pojme při uvedeném vzedmutí vodní hladiny Vltavy až 11, mil. m^3 vodní masy. Uvedené množství stačí na to, aby bylo alespoň částečně pokryto drobnější kolísání v průměrném průtoku vody řečištěm Vltavy, zejména však se uplatní při odstávkách jednoho ze dvou agregátů. Slouží však především k vyrovnání kolísavého odtoku ze špičkové elektrárny Slapy. Spolu s nádrží ve Vraném vyrovnává odtok z vltavské kaskády před Prahou. Umožňuje špičkový provoz slapské elektrárny a výrobu pološpičkové elektrické energie. Provoz štěchovické elektrárny o výkonu 22,5 MW je řízen přímo z centrálního dispečinku vltavské kaskády, který zde sídlí. Nesmíme však opomenout ani další hledisko, kterým je tzv.retenční kapacita – tedy schopnost zadržet daný objem vody za jakýmkoli účelem. I když zdaleka není štěchovická nádrž na vltavské kaskádě tou největší, tvoří součást celkové její retenční kapacity. Ta pak již může velice ovlivnit situaci, která se odehrává v povodí Vltavy.

Vlastní přečerpávací elektrárna

Mne však štěchovické vodní dílo zaujalo především svojí druhou částí, kterou je vlastní přečerpávací elektrárna. Tato součást vodního díla byla vybudována v letech 1941-1947 a po dlouhodobém využívání v roce 1991 byla odstavena. Následovala výstavba nové, moderní přečerpávací elektrárny, která proběhla v období 1992-96. V rámci této rekonstrukce byla provedena obměna celého energobloku, či lépe řečeno, původní dva energobloky byly nahrazeny jediným, modernějším zařízením. Názvu energoblok nepoužívám jen tak z rozmaru, ale proto, že lépe vystihuje svou vlastní podstatu. Jedná se přece o úspěšné kombinované soustrojí, které dokáže pracovat nejenom jako turboalternátor, ale i jako motor-čerpadlo.

V případě štěchovické přečerpávací elektrárny se jedná o tzv. špičkovou elektrárnu, sloužící k alespoň částečnému pokrytí deficitu elektrické energie v době energetických odběrových špiček. Každému je přece známo, že elektrickou energii nelze efektivně hromadit a využívat ji pak podle aktuální potřeby. Někdo sice může namítnout: „Vždyť elektrický náboj lze jímat do kondenzátorů, anebo ji nabíjet do akumulátorů. Avšak již při bližším pohledu je jasné, že těchto alternativ nelze v praxi efektivně využít. Do kondenzátorů nelze pojmout potřebnou velikost elektrického náboje při reálné velikosti napětí i kapacity, nehledě na ten fakt, že v takovém případě by se jednalo pouze o stejnosměrný rozvod. Ano, v rámci energetické rozvodné sítě sice využíváme kondenzátorových baterií, avšak ke zcela jinému účelu. V důsledku převažující zátěže induktivního charakteru dochází k opožďování proudu oproti napětí. To zase vede k tomu, že oba vektory nejsou ve fázi a nemohou tudíž odevzdat ideální výkon na zátěži. Hovoříme pak o složce jalového výkonu, která narůstá se zvýšením vzájemného posunu napětí a proudu, vyjádřeným tzv. účiníkem, vyjádřeným funkcí sin fázového posuvu, vyjádřeného v úhlové hodnotě α .

U akumulátorů není situace o nic příznivější, neboť účinnost tohoto elektrochemického procesu dosahuje s bídou 50 %. Tudy tedy cesta kumulování energie nevede. Velice zdařilým a v praktických podmínkách přijatelným řešením jsou proto přečerpávací špičkové elektrárny. V době nadbytečné produkce elektrické energie využívají právě tohoto nadbytku k tomu, aby jí využily k pohonu tzv.reverzibilních turboagregátů, které budou vodní masy čerpat do nádrže s vyšší polohou. Tím získáme potenciální – tedy spádovou (polohovou) energii, kterou můžeme v potřebném časovém období přeměnit na energii elektrickou. Není to však tak přímočaré. Na své zpáteční cestě strmým přívodním potrubím voda získává značnou kinetickou energii a teprve ona ji odevzdává lopatkám turbíny, která pohání alternátor.

Samozřejmě, že to není jen tak samo sebou. V takovémto případě nelze totiž použít ani jakékoliv turbíny, ani jakéhokoliv alternátoru. Na tyto účely, kde voda má značný spád při dopadu na lopatky turbíny, totiž nelze použít turbíny Kaplanovy, která je určena pro nízkotlaká a středotlaká vodní díla, avšak taktéž ne Peltonovy turbíny. To proto, že uvedené typy by nemohly posloužit jednak jako vodní motor, tak jako čerpadlo. Pro tento účel je vhodná turbína Francisova, která od svého vzniku prošla nemalými konstrukčními úpravami, než získala svoji současnou podobu. I v případě naší štěchovické přečerpávací elektrárny se jedná o úctyhodné hodnoty:

- spád, tedy rozdíl mezi hladinami horní a dolní nádrže se pohybuje od 209,8 m do 219,5 m
- prakticky využitelný objem horní nádrže reprezentuje 0,468 milionů m^3
- použito je reverzní Francisovy turbíny s průměrem oběžného kola 2,2 m
- výkon turboalternátoru dosahuje 48 MW při 600 ot / min

Horní, uměle vybudovaná nádrž je situována na kopci Homole, kam (a odkud) je voda přepravována 590 m dlouhým přivaděčem . Ten je tvořen dvěma paralelními potrubími o průměru 2m. To je pozůstatek po původním systému se dvěma energobloky. Po více než půl století stále spolehlivě slouží svému účelu. Tajemství spočívá především v pečlivě provedeném shopování, což je žárová úprava vnitřní stěny potrubí hliníkem.

Při režimu čerpání se však příkon agregátu jako mohutného třífázového elektromotoru zvyšuje o ztráty ať již hydrodynamické – ve Francisově reverzibilní turbíně, pracující v režimu odstředivého čerpadla, ztrátovou výšku danou částečnou turbulencí a třením ve výtlačném potrubí a elektrické – v pohonném energobloku (alternátor v režimu motoru). Zde jde zejména o ztráty tepelné při průtoku elektrického proudu o vysoké intenzitě vinutím pohonného agregátu, ale například i v důsledku vzniku vířivých elektrických proudů v magnetických obvodech i ztráty v důsledku částečného rozptýlení magnetického pole do okolí. Proto příkon agregátu v režimu čerpání dosahuje hodnoty 51 MW v porovnání s uvedenými 48 MW produkovaného elektrického výkonu.

Zvláštností přečerpávací elektrárny je i to, že celý energoblok je umístěn v prostoru asi 35 m pod hladinou Vltavy. Savice Francisovy turbíny je tedy ve tvaru jakéhosi sifonu.

Za zmínku stojí i ten fakt, že přečerpávací část elektrárny ve Štěchovicích zahájila 1. etapu svého provozu v roce 1947. V tomto období se jednalo o ojedinělé, byť nikoli prvé konstrukční řešení vodního díla.Již tehdy byl její provoz plně automatizován. O snaze o co nejlepší využití veškeré energie svědčí i ten moment, že již tehdy bylo využito odpadního tepla, získávaného z chladícího systému energobloků k ohřevu vody v nedalekém plaveckém bazénu. Se svým původním základním vybavením odváděla přečerpávací elektrárna skvělou službu až do počátku 90-tých let. Až do své odstávky vyrobila 1650 000 MWh špičkové energie. Poté byla tato část zrestaurována, původní dva energobloky byly nahrazeny jedním agregátem, osazeným modernizovanou Francisovou reverzibilní turbínou typu FR- 180 s dvojnásobným výkonem. Její hltnost činí 24 m^3 za sekundu a výkon motorgenerátoru dosahuje díky vyšší účinnosti 45 MW, což je více než součet výkonů obou původních agregátů (2 x 21 MW). Roku 1996 byla opět uvedena do provozu a slouží věrně svému účelu dodnes.

Postřehy z exkurze

Naše exkurze na vodní dílo Štěchovice ve mně zanechala velmi pozitivní dojmy. Začala menším úvodem o ČEZu a podílu vodních elektráren na celkové produkci elektřiny. Důraz byl položen na vltavskou kaskádu, která byla vybudována díky vhodným přírodním podmínkám povodí Vltavy. Příjemně jsem byl překvapen i tím, že v současnosti ČEZ věnují pozornost studiu dalších lokalit, vhodných k využití alternativních energetických zdrojů, kam vodní elektrárny bezesporu patří.

Součástí poskytnutého výkladu byla i zmínka o jaderné energetice a jejím významu. Osobně jsem přesvědčen o tom, že jaderná energetika svým značným podílem na produkci elektrické energie při zachování přísných bezpečnostních zásad má pro nás velký význam. Citlivě je však nutno řešit především otázky, spojené s likvidací jaderného odpadu z „vyhořelého paliva". Proto mne mrzí to, jak Rakušané stále protestují proti jaderné elektrárně Temelín. A to i přes to, že hranici jejich státu není Temelín zrovna nejblíže. Myslím si, že ani tak nepůjde o to, že by se báli elektrárny, ale půjde tam o něco jiného.

Ale to jsem odbočil od svého prvotního cíle, takže zpět k tématu. Po tomto menším úvodu jsme se přemístili do menšího kinosálu, kde nám byly promítnuty dva filmy. První film se týkal záplav v srpnu 2002. Opravdovým překvapením pro mě bylo, když jsem viděl záběr na Štěchovickou elektrárnu, kterou tehdy velká voda vytopila hrozným způsobem.Zdivočelé vodní masy se tehdy dostaly do provozní haly skutečně kuriozním způsobem – totiž okny. Jejich spodní okraje jsou umístěny výše, než horní kryty zapouzdřených alternátorů s kontrolními ochozy. Hala průtokové elektrárny se dvěma turbosoustrojími byla tehdy zaplněna běsnícím živlem až po horní okraje alternátorů. Situaci můžete zhodnotit na přiložených snímcích v obrazové příloze. Přirozeně, že takovéto vynucené odstavení elektrárny zanechalo po sobě četné stopy, které bylo nutno zlikvidovat, což si vyžádalo nasazení značných materiálních prostředků i lidské obětavosti. Nicméně v roce 2003 byla štěchovická elektrárna uvedena zase zcela, tedy včetně průtočně - akumulační elektrárny, do provozu.

Pokud v souvislosti s vodním tímto dílem nahlížíme na situaci z tehdejších kritických záplav, nemůžeme zapomínat na ostatní díla vltavské kaskády. Velkou zásluhu na odvrácení mnohem vyšších potenciálních škod tehdy odvedly vodní elektrárny a zároveň nádrže, počínajíc Lipnem I i II, pokračujíc Hněvkovicemi, které vznikly jako zásobárna technologické vody, nezbytné pro provoz jaderné elektrárny Temelín, avšak zejména Orlík a Slapy, které i přes velké množství vody zadržovaly vodní masy, jak jen to bylo možné.Tím měla Praha relativně dost času na provedení řady opatření, která zmírnila následky povodně nebývalého rozsahu.

Štěchovice, jak už jsem zmínil to však schytaly téměř nejvíc. Pan průvodce nám líčil, že poslední zaměstnanci, kteří zůstali a snažili se elektrárnu zachránit, museli pak utíkat do kopce k horní nádrži, aby se uchránili před velkou vodou. Po povodních se musela celá elektrárna vyčistit od bahna a naplavených věcí, které s sebou velká voda po cestě posbírala.

V průběhu vlastní exkurze po úvodním výkladu a shlédnutí filmového představení jsme měli možnost shlédnout zařízení haly s alternátory, nahlédnout do prostor desítky metrů pod úrovní hladiny Vltavy, kde je uložen energoblok Francisovy turbíny, které přísluší přečerpávací elektrárně, i nahlédnout do prostor energetického dispečinku vltavské kaskády, které zde sídlí. Exkurze končila venkovní prohlídkou elektrárny, kde jsem viděl přehradní těleso o 5 výpustích, které se podle potřeby dají zvedat a zavírat podle hladiny. Uprostřed hráze byl menší kanálek, který zdálky vypadal, že má sotva 2-3 metry v průměru. Ve skutečnosti však měl něco kolem 7 metrů. Tento kanál vznikl při výstavbě, protože v něm protékala po dobu výstavby vodního díla Vltava. Prohlídka základních provozů štěchovického vodního díla tak doplnila a završila dosavadní moje poznatky o vodních elektrárnách nejenom o konkrétní představy, ale i o myšlenky, týkající se návaznosti na ostatní oblasti naší energetiky v širších souvislostech.

Závěr – můj postoj k otázce přečerpávacích špičkových elektráren

Poté, co jsem se již poněkud důvěrněji seznámil s prostředím štěchovického vodního díla, jsem se v hlubších souvislostech znovu zamyslel nad poznatky v oblasti obnovitelných energetických zdrojů ze školních lavic.

Jak již jsem se v úvodu zmínil, ve škole, ale i v úvodní besedě jsme se stručně seznámili i se základní charakteristikou jaderné energetiky. Proto vím, že je značně obtížné provádět regulaci výkonu jaderného reaktoru „na přání". Samozřejmě lze provést například havarijní rychlé odstavení reaktoru, avšak běžná pružná regulace podle potřeb aktuálního odběru zde není možná. Kromě jiného by byla spjata i s navýšením bezpečnostního rizika, což není přípustné. Přitom výkony reaktorů v jaderných elektrárnách patří k těm nejvyšším. Pro ilustraci dodávám, že výkon každého ze dvou rektorů v Temelíně je 1 GW, u Dukovan menší, zhruba 750 MW. Do energetické sítě tedy naše jaderné elektrárny produkují neustále téměř 3 GW elektrické energie. Pro toto stabilní dodávku je nutno nalézt uplatnění. Osobně vidím právě zde ideální možnost uplatnění přečerpávacích špičkových vodních elektráren.

V případě minimálního odběru energie z rozvodné soustavy se přímo nabízí možnost distribuovat ji na vodní díla tohoto typu, která v tomto období pracují v režimu čerpání vody do výše situovaných nádrží a kumulují tak její potenciální energii.

Naopak v případě energetických odběrových špiček jsou přečerpávací vodní elektrárny přepnuty do režimu generování elektrické energie. Při tom využívají právě oné kumulované energie vody výše položených nádrží. Faktem zůstává, že úměrně výkonu takovéto elektrárny i potenciální době jejího vytížení v tomto režimu bude narůstat i kapacita objemu takovýchto nádrží.

Mrzí mne, že jsem nemohl navštívit vzhledem k velké vzdálenosti naši největší, nejmodernější a nejmladší přečerpávací elektrárnu Dlouhé Stráně v Jeseníkách. Tato elektrárna byla uvedena do provozu v roce 1996. Podle výkladu našeho pana učitele, který ji osobně navštívil i podle dokumentace, kterou jsem shlédl je ukázkou toho, že i takovéto již velké dílo lze poměrně citlivě zasadit do nádherné přírody Jeseníků. Celý objekt generátorovny, velína a transformovny vvn 430 kV je zavrtán do skalní kaverny hory Mravenečník, na jejímž vrcholu se nachází horní nádrž. Pro porovnání se štěchovickou přečerpávací elektrárnou uvádím základní data:

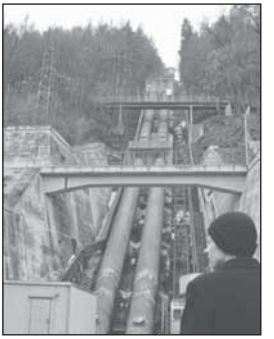
- objem horní nádrže 2,72 milionů m^3
- spád 547 m
- počet a typ soustrojí 2 x reverzibilní Francisova turbína
- max výkon jednoho soustrojí 325 MW

Agregáty této moderní elektrárny mají i jednu raritu. Kromě uvedených základních režimů – čerpání a výroby elektrické energie umožňují díky své moderní konstrukci ještě jejich provoz v dalším režimu, kterým je režim kompenzační. Dokáží totiž s poměrně vysokou účinností kompenzovat nižší hodnotu účiníku (cos úhlu vzájemného fázového posuvu proudu za napětím) a vylepšovat tak parametry energie v rozvodné soustavě, což rovněž není zanedbatelného významu.

Nezbývá, než abych vyslovil své přání – totiž aby takovýchto vodních děl, byť s menší kapacitou přibývalo. Vím, že možnosti z hlediska přírodního reliéfu naší republiky i z hlediska vodohospodářského nejsou zcela vyčerpány. Doslechl jsem se například i o projektu, podle kterého mělo obdobné vodní dílo vyrůst v oblasti středního toku řeky Berounky, zhruba v prostoru dnešních Roztok – tedy mezi Křivoklátem a Berounem. Projekt však zatím nedostal „zelenou". Konkrétní důvody jeho neschválení neznám, avšak domnívám se, že by jeho klady převážily negativa, která provází snad každý projekt. K takovémuto rozhodnutí je nutno přistupovat vždy s perspektivou hodnocení energetické situace v budoucnosti.

PŘÍLOHA

Obsahuje tabulky se základními technickými údaji o provozech vodního díla Štěchovice a fotodokumentaci.



Technické údaje o vodním díle Štěchovice
a) průtokově – akumulační elektrárna

Typ elektrárny	Akumulační
Rok uvedení do provozu	1948
Objem nádrže	11, mil. m^3
Spád	14,5-20,1 m
Počet soustrojí	2
Typ turbíny	Kaplanova
Max. výkon jednoho soustrojí	11,25 MW
Max. průtok vody turbínou	80 m^3/s
Otáčky	166,7 ot./min.
Průměr oběžného kola	3.600 mm

b) přečerpávací špičková elektrárna

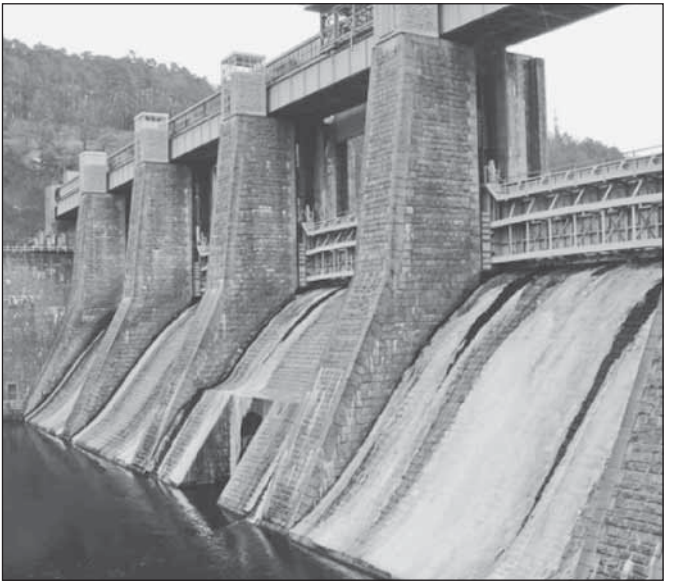
Typ Elektrárny	Přečerpávací, špičková
Rok uvedení do provozu	1947, 1996
Objem nádrže	0.468 mil.m^3
Spád	209.8-219.5 m
Počet soustrojí	Nejdříve 2, později 1
Typ turbíny	Reverzní Francisova
Max. výkon soustrojí	48 MW
Příkon při čerpání	51 MW
Otáčky	600 ot. /min
Průměr oběžného kola	2.200 mm

OBRAZOVÁ ČÁST

Na tomto záběru je vidět dnes již vyřazené kolo Francisovy turbíny před rekonstrukcí.

Na snímku nahlížíte do útrob vlastní přečerpávací elektrárny, které leží zhruba 40 m pod úrovní terénu.

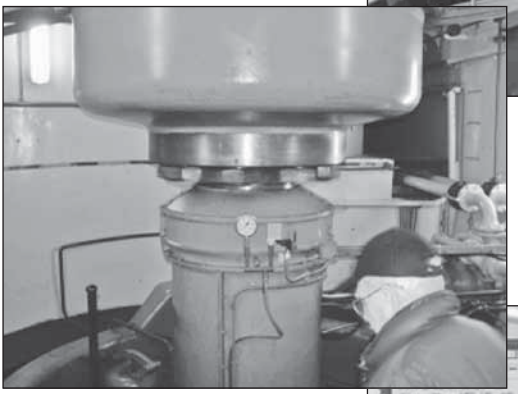
Vodní masy v horní nádrži mají značnou potenciální energii. Tu pak přeměňují na energii kinetickou, kterou odevzdávají lopatkám Francisovy turbíny.



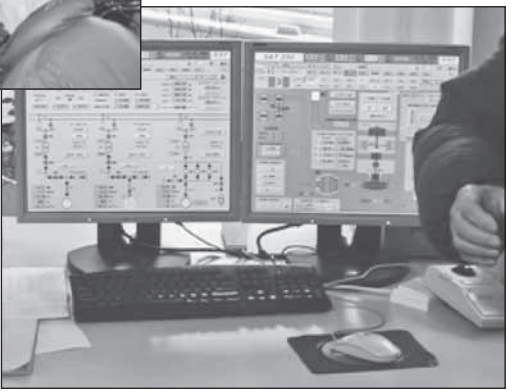
Mohutné železobetonové těleso přehradní hráze je dominantou vodního díla. Zabezpečuje dostatečné vzedmutí hladiny jezera průtočně – akumulační elektrárny.

< Zde vidíte vnitřní část generátorové haly průtokové elektrárny s mohutnými alternátory

Ještě jeden pohled na dvojici mohutných alternátorů průtočné elektrárny. >



< Na tomto snímku vidíte část krytu mohutného hřídele turboalternátoru, který přenáší velké kroutící momenty.



A nakonec pohled do místnosti energetického dispečinku vltavské kaskády. >

ZDEŇKA PALUPOVÁ, SOŠ a SOU Masarykova škola práce Letovice, JIHOMORAVSKÝ KRAJ

VYTÁPĚNÍ HOŘČIČNÝM SEMÍNKEM

Děkuji panu Františku Pelánovi a panu Ing. Jaroslavu Doskočilovi, kteří mi pomohli získat potřebné materiály a poskytli nezbytné odborné informace. Dále děkuji paní učitelce Aleně Doskočilové za užitečnou metodickou pomoc při zpracování této odborné práce.

1. Co je to biomasa a její využití ve firmě FALKO

Biomasa je nejstarší druh obnovitelné energie. V současné době se k němu opět začínáme vracet. Biomasa je definována jako hmota organického původu vzniklá fotosyntézou. Velké množství organických látek vzniká při fotosyntéze z oxidu uhličitého a vody za spolupráce enzymů, chlorofylu a světelné energie. Při jejím spalování opět vzniká oxid uhličitý. Dochází k uzavřenému procesu, který se neustále opakuje. Nedochází tak k jednostrannému narušení rovnováhy prvků a energie v biosféře. Nenavyšuje se ani skleníkový efekt, což je jednou z velkých předností spalování biomasy.

Druh biomasy, která se využívá ke spalování ve firmě FALKO, je hořčičné semínko. Řadíme jej do skupiny suché biomasy společně se slámou, pilinami, kůrou atd. Při spalování je využíván automatický kotel VERNER A50.

2. Charakteristika města Boskovice a firmy FALKO

Město Boskovice leží na jižní Moravě cca 40 km severně od Brna na hranici mezi Boskovickou brázdou a Drahanskou vrchovinou v nadmořské výšce asi 380metrů. Boskovice jsou regionálním centrem lehkého průmyslu, jako zdroj obživy je využíván u 40,4 % obyvatelstva. Průmysl je zde na jednom z prvních míst, a proto se majitelé firem zamýšlí nad tím, jak ušetřit své peníze a životní prostředí.

Firma FALKO F a L, společnost s ručením omezeným byla založena v roce 1994. Do současné podoby se přetransformovala v roce 2002. Jejím předmětem podnikání je výroba širokého sortimentu mopů, velkoobchodní a specializovaná maloobchodní činnost. Cílem firmy je produkce vysoce kvalitních a účinných výrobků s maximální snahou přizpůsobit se požadavkům zákazníků.

3. Způsob vytápění do roku 2005 a důvody změny

Od roku 2004 sídlí firma v novém, větším objektu. Vzhledem k vysokým nákladům na energie a dosluhujícímu zařízení kotelny museli majitelé firmy řešit vzniklou situaci. Do roku 2005 firma FALKO topila dvěma kotli na

tuhá paliva. Důvodem změny byly hlavně ekonomické důvody, avšak majitelé firmy přihlíželi i na množství emisí, které jsou se spalováním uhlí spojeny. Jak pan Pelán říká „Cestu ke zlepšování životního prostředí je třeba vidět v prevenci a každý by měl začít u sebe". To ho také přivedlo k rozhodnutí, že místo jednoho původního kotle instaloval kotel VERNER A50, který má

Současný kotel VERNER A50 versus dříve používaný kotel na uhlí

poloviční náklady na provoz oproti uhlí. Z uhlí bylo také více odpadu než je z tohoto automatického kotle. Dá se říci, že při stejných teplotách je možné 70 q uhlí nahradit 35 t hořčičného semene.

Do budoucna firma plánuje odinstalování druhé kotle a výměnu za VERNER A25, který má výkon 25 kW. V kaskádě však lze sestavit kotelnu o výkonu až 300 kW.

4. Informace o automatickém kotli VERNER A50

Pořizovací cena kotle, který vlastní firma FALKO je 200.000 Kč vč. 19% DPH. Tento kotel vlastní už od března roku 2005. Návratnost byla již během prvního roku používání, protože za minulou zimní sezónu podle pana Pelána ušetřila firma minimálně 150.000 Kč na otopu a další náklady na mzdách.

Kotel je napojen na staré rozvody topení. V zimě se topí celkem sedm hodin denně, a to od 1 – 4 hodin ráno. Potom se kotel opět zapíná v 5 hodin a vypíná se v 9 hodin ráno. Stačí to i v tak silné zimě jako byla loňská. Navštívili jsme kanceláře, kde teplota byla 26 °C a v dílně bylo 21 °C.

Kotel využívá zemědělskou produkci, v tomto případě hořčičná semena, která dlouhodobě vykazují nejstabilnější ceny. Semena jsou dovážena z firmy Oseva, Agro Brno, spol. s r. o., pobočka Rájec-Jestřebí, která se zabývá výrobou, úpravou a prodejem nezpracovaných zemědělských produktů za účelem zpracování nebo dalšího prodeje uznaného osiva a sadby. Tato semínka jsou odpadem z hořčice, která nevyhovovala normám osiva, určené pro export do Německa. Semena musí mít průměr 6 – 8 mm. Jestliže neprošla kalibrací, jsou považována za odpad. Semena nelze využít ani jako krmiva. Firma proto musela vzniklý odpad ve výši cca 100 – 150 t ročně odvážet na skládku. S tím byly spojeny nejen náklady na skládkové uskladnění, ale i na přepravu. Vzdálenost mezi Rájcem a Boskovicemi je asi 10 km. V současné době pan Pelán odváží na své náklady vzniklý odpad, který mu firma poskytuje. Vzniklá situace je tedy pro obě strany výhodná.

Spalování v kotli probíhá ve speciálním hořáku se samočinným roštováním, které umožňuje spalování paliv s vyšší spékavostí popela. Přísun paliva z násypky do hořáku zajišťuje šnekový podavač. Násyp hořčičného semene je umístěn nad kotlem. Jedna násypka, která je v základním provedení, stačí cca 2 – 5 dní provozu. Přívod spalovacího vzduchu zajišťuje přetlakový ventilátor.

Na vytopení 1,5 dne potřebují majitelé 240 l hořčičného semínka. Pan Pelán spotřebuje cca 35 t ročně. Tento, na první pohled nenápadný kotel je schopný vytopit celý areál a ohřívat vodu v 800 l bojleru.

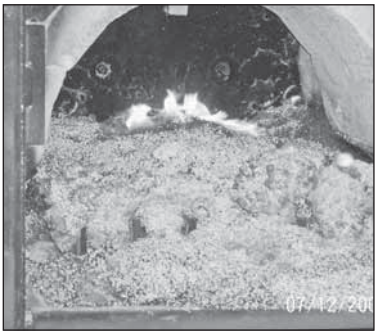
Další velkou výhodou je, že na tento kotel nemusí být žádné povolení a tudíž odpadá otázka byrokracie a zdlouhavého povolování. Povolení se nevztahuje na kotle do výkonu 50 kW. Velkou předností podle mého názoru je i čištění kotle, které netrvá více jak 5 minut denně.

Když kotel roztápíme, potřebujeme výkon 500 W, po hodině provozu je to jen 100 W (stejný výkon má například i obyčejná žárovka).

Spalování hořčičného semínka:
Odpad je z kotle vynášen šnekovým podavačem, který je poháněn elektromotorem. Odpadu oproti uhlí je minimum, jak vidíme na obrázku. To je totiž odpad za 1 týden.

Páčka k sesypávání zbylého hořčičného semínka do kotle.

Motor o výkonu 50 W



Násypka

Přednosti automatického kotle VERNER

1. vysoká účinnost – díky velké ploše spalinového výměníku kotel dosahuje účinnosti 92,7 %
2. dlouhá životnost – teplotně namáhané části jsou z nerezavějící oceli. Komponenty přicházejí do styku s palivem anebo součástky, které jsou namáhané žárem jsou měnitelné
3. kotel může být řízen pokojovým termostatem, ve firmě FALKO používají přenosný pokojový termostat, který lze umístit do různých místností dle potřeby, a tak dálkově regulovat výkon kotle a doby zatápění

4. kotel má bezobslužné elektrické zapalování, stačí zmáčknout 1 tlačítko a topíme
5. kotel má možnost ovládání provozu – můžeme si nastavit, na jak dlouhou dobu chceme topit
6. je možné instalovat dokonce i hlášení poruch a stavu provozu telefonem
7. výborná regulovatelnost – kotel je vybaven moderním elektronickým regulátorem, který řídí dávkování paliva a reguluje otáčky ventilátoru. Na hodinách lze předvolit 24 hodinový průběh výkonu. Lze i napojit na pokojový termostat
8. komfort obsluhy – nemusí se roztápět. Dá se i nastavit libovolně dlouhý stáložárný provoz
9. ke komfortu obsluhy přispívá i násypka, díky které stačí doplňovat palivo jednou za 2 – 3 dny
10. schopnost spalovat různé typy paliv – hoření probíhá ve speciálním hořáku s roštováním

Důvody proč instalovat kotel

- Ze 40 % topí tímto kotlem hospodařící rolníci, kteří tímto kotlem vytápí zemědělské usedlosti, ohřívají vodu pro zvířata, využívají k sušení. Jako palivo používají stejně jako firma FALKO odpad z obilí a semen, nebo jiný lisovaný odpad do pelet.
- Ze 30 % kotel využívají zemědělské společnosti, které kotel využívají na vytápění kanceláří, dílen, stájí, ale i pro rodinné domy zaměstnanců.
- Z 20 % využívají kotel penziony, hotely, školy, školky a obecní úřady. Kotel umožňuje ekonomický, bezobslužný a ekologický provoz.
- Z 10 % široká veřejnost na vytápění rodinných domů, snahou nás všech by do budoucna mělo být toto procento co nejvíce zvýšit. Spotřeba paliva na průměrný rodinný dům je cca 5 – 6 tun za rok.

Při spalování hořčičného semene dochází ke spékání. To nutí majitele jednou týdně k dokonalému vyčištění kotle, avšak mohou vznikat i velmi zajímavé útvary.

Závěr

Podle mého laického názoru je tento kotel výhodný jak pro rodinné domy, tak i pro velké firmy. U nás doma topíme dřevem a do současnosti jsem si myslela, že je to jedno z nejšetrnějších způsobů vytápění s ohledem na životního prostředí a že čištění je nenáročné a popela je úplné minimum. Avšak to, co jsem viděla ve firmě FALKO změnilo můj názor o 180°. Zjistila jsem, že existují ještě dokonalejší způsoby vytápění. Ráda bych tento systém ukázala i rodičům a do budoucna uvažovala o jeho instalaci. Stejně jako pan Pelán ho doporučuji všem, kterým není životní prostředí lhostejné a chtějí dobře investovat.

Odpad z hořčičného semene

František Pelán, který nám poskytl většinu informací použitých v této práci

JANA NÁROŽNÁ, Střední odborná škola a Střední odborné učiliště - Masarykova škola práce Letovice, JIHOMORAVSKÝ KRAJ

SOLÁRNÍ PANELY V PADFARMĚ V BĚLÉ U JEVÍČKA

Země je naše planeta, na které žijeme my lidé, zvířata i rostliny, je místem - našim domovem. Místo, abychom si naši planetu chránili, pomáhali jí, starali se o ni, tak jí podle mě velice ubližujeme, ničíme ji. Ale proč to všechno děláme? Ženeme se za lepším životem, bohatstvím, většími vymoženostmi, ale k čemu všemu to, když nebudeme mít půdu pod nohama, zdravý vzduch a co pít. I zvířata budou umírat a my s nimi.

Proč nechráníme to, co nám Země dává? Proč zasahujeme do jejího koloběhu, jejího života?
Podle mě nám naše Země oplácí nyní naši troufalost zasahovat do jejího života. Naše planeta se otepluje, nastává doba zim bez sněhu, doba dešťů a silných větrů, úbytek nerostného bohatství a mále vypěstované zeleniny a ovoce.

Proč si tak ubližujeme? Proč nevyužíváme energii ze Slunce, vody a větru?
Mnoho lidí má k tomuto využívání nedůvěru a jiní zase o této možnosti vůbec neví.

Přihlásila jsem se do Enersolu, protože mě minulý rok zaujaly poslechově 2 práce. Při týdenním pobytu v Německu (Hirschfeldu) mě zaujaly solární panely na nově postavených rodinných domech. Řekla jsem si, že bych mohla toto téma zpracovat v okolí svého bydliště. V místě, kde bydlím se nachází ekologické a meditační centrum zvané PadmaFarma. Majitel pan Petr Patka na zrekonstruovaném statku nechal přimontovat solární panely na ohřev vody. Neváhala jsem a pustila jsem se do vytvoření projektu.

2 Vznik PadmaFarmy

V krásném prostřední v Bělé u Jevíčka vznikl projekt přitažlivý pro všechny zájemce o alternativní způsob života. Hrstka nadšenců zde buduje místo pro ekologii, umění i editace. PadmaFarma je místo na Zemi, kde se vytváří alternativa k současnému neutěšenému konzumnímu způsobu života. V **Bělé u Jevíčka**, v tichém a klidném údolí Českomoravské vysočiny, přestavují dříve již zničený statek. Hlavní budova PadmaFarmy je bývalý statek z roku 1880, který je podle křídel rozdělen do čtyř částí.

Před šesti lety si bývalý statek pronajalo občanské sdružení Renata, jehož členem je také brněnský veterinář pan Petr Patka, který prošel desetiletým meditačním výcvikem tibetské tradice Kagju a desetistupňovým

Obr. 1 Bývalý statek před rekonstrukcí

výcvikem školy Šambhala. Společně s přítelkyní Lenkou Horňákovou tu žijí a postupně opravují zbylé části statku. Objekt a přilehlé pozemky totiž nabízely skvělé možnosti pro zřízení stálého ekocentra. O dva roky později se již začaly rozbíhat první aktivity - kurzy o přednostech solárních programů, dřevěných domů, ale také kurzy psychohygienické a meditační.

„Důraz klademe na ekologický životní styl spojený s duchovně-meditačními aktivitami. Slovo padma totiž v sanskrtu, jazyce staré Indie, znamená lotosový květ, jenž je symbolem síly, krásy a čistoty. Ekologicky se tu skutečně žije. Důsledně se tu třídí odpad, voda je tu ohřívaná pomocí solárních panelů, lidé tu nejí maso". To vše mi vysvětlil pan Petr Patka.

PadmaFarmu organizuje a spravuje neziskové občanské sdružení „Společnost Renata" (Renata latinsky znamená „znovuzrozená"). „Jsme společenství duchem mladých lidí, kteří pomáhají přírodě, druhým lidem a tím i sobě samým. Pořádáme vzdělávací a ekovýchovné programy, kulturní a sportovní akce a celkově se snažíme o obecně prospěšnou činnost. Po částečné rekonstrukci statku v roce 2005 se nám podařilo zahájit provoz. Instalovali jsme solární kolektory a dřevozplyňující kotel, postavili jsme dřevěný srub, založili permakulturní zahradu, chováme stádečko českých hnědých koz, vřesových ovcí a skotského náhorního skotu. Pořádáme ekovýchovné programy, kurzy a víkendové akce s vegetariánskou kuchyní. Pronajímáme prostory pro různé skupinové aktivity.

Na farmě od roku 2006 funguje ekoporadna pro veřejnost. Rádi bychom dokončili stavební úpravy, vyráběli a nabízeli kozí sýr, rozšířili biozahradu, začali chovat koně pro hiporehabilitaci, zařídili keramickou dílnu, provozovali čajovnu a knihovnu. Plánů máme mnoho a bude jen otázkou času, kdy to vše budeme uskutečňovat." Dodává při rozhovoru se mnou pan Patka.

Při návštěvě s paní učitelkou Blankou Nevyhoštěnou nám pan Patka ukázal solární kolektory, které slouží k ohřevu vody, dále kotelnu s dřevozplyňujícím kotlem ATMOS a další příslušná zařízení, dále nám ukázal srubovou stavbu a vysvětlil nám pojem permakulturní zahrada. Tyto věci mě velice zaujaly, neboť v Bělé u Jevíčka bydlím a sleduji vývoj PadmaFarmy již od jejího vzniku až po současnost.

Myslím si, že **pan Patka** si vybral pro toto ekologické centrum vhodné místo. Snaží se lidem ukázat, že žít se dá i bez všech technických vymožeností. Velice ho obdivuji zato, čemu se věnuje. Ze starého polorozpadlého statku se stal obyvatelný domov, kde lidé věří v pomoc přírodě. Myslím si, že těchto ekologických center by mělo být více. Bohužel mnoho lidí nevěří v to, co dělají a věří pan Patka s přítelkyní Lenkou.

3 Slunce

Proto abychom mohli využívat solární panely, o kterých se budu zmiňovat v další části textu, je zapotřebí **Slunce** - sluneční záření. Slunce je hvězda, která je k nám nejblíže. Společně se Zemí kolem Slunce obíhají všechny planety sluneční soustavy. Slunce je zdrojem tepla a světla, které jsou nezbytné pro existenci všeho živého. Slunce je obrovská koule žhavých plynů, z nichž tři čtvrtiny tvoří vodík a čtvrtina hélium s nepatrnými stopami jiných prvků. Na Slunci dochází k jaderným reakcím, při nichž vzniká hélium a uvolňuje se obrovská tepelná a světelná energie. Světlo ze Slunce dorazí na Zem asi za osm minut. Solární energie patří mezi nevyčerpatelné zdroje energie. Využívání sluneční energie je zcela ekologické a využití nemá žádné negativní dopady na životní prostředí. Množství využitelné energie závisí na klimatických podmínkách jednotlivých částí zemského povrchu. Solární panely, o kterých se budu zmiňovat využívají sluneční energii:

- na ohřev teplé užitkové vody
- k vytápění budov, bytů, chat či výrobních hal
- na ohřev vody v bazénech
- k výrobě elektrického proudu
- ohřev vzduchu na sušení nebo vytápění

Pro mě je Slunce zdrojem tepla a světla. Doufám, že se nikdy nestane to, že by Slunce přestalo svítit a my lidé, zvířata i rostliny bychom zahynuli. Vím, že někde na Zemi je tepla více a jinde je zase stále jen zima, ale buďme všichni rádi zato, že Slunce svítí a že my všichni (celá populace) můžeme žít. Slunce je naše spása a nenechme naši hvězdu někdy vyhasnout.

4 Co je solární panel

Když se řekne solární panel (kolektor) jistě se každému vybaví „modrý nebo šedý obdélník" umístěný na střeše domu připomínající okno. Solární kolektor je zařízení, které přeměňuje sluneční záření na teplo. To je pomocí teplonosné kapaliny odváděno do akumulačního zásobníku nebo do tepelného výměníku umístěného v zásobníku. Tepelný výměník předává teplo užitkové vodě obsažené v zásobníku a ta je pak prostřednictvím oběhových čerpadel distribuována do míst spotřeby (sprcha, dřez, podlahové topení, teplovodní radiátory).

Pro celoroční přípravu dostatečného množství teplé užitkové vody je samozřejmě třeba základní zdroj ohřevu užitkové vody (např. elektrický bojler, plynový kotel nebo el. patrony v solárním akumulačním zásobníku).

4.1 Jak fungují solární kolektory

- panely solárních kolektorů jsou instalovány na šikmé ploše natočené k jihu
- aby na kolektory dopadlo co nejvíce záření, jsou panely ke Slunci natočeny pod úhlem 30 °C (léto) nebo 60 °C (zima)
- solární kolektor absorbuje sluneční záření, které mění na teplo
- solární systémy obsahují speciální trubice, které jsou navrženy tak, aby zachycovaly co nejvíce záření a neztrácely teplo do okolí
- teplo, které solární panely vyrobí, ohřívá teplonosnou kapalinu cirkulující v uzavřeném okruhu
- teplonosná kapalina předává teplo vodě v zásobníku teplé užitkové vody.

4.2 Rozdělení solárních kolektorů

Ploché kapalinové kolektory – zachycují sluneční záření (energii) dopadající na plochu kolektoru. V absorbéru je sluneční energie předávána teplonosné kapalině k přípravě teplé vody nebo topné vodě.

Trubicové kolektory – zachycují sluneční záření (energii) ve trubicích vrstvou s absorbérem, který předává sluneční energii teplonosné kapalině.

Vakuové trubicové kolektory – konstrukce trubicových vakuových kolektorů je založena na systému řady skleněných trubic uspořádaných vedle sebe s tím, že v každé trubce je samostatně vedena Cu (měděná) trubička, kterou protéká teplonosná látka. Výhodou těchto kolektorů je větší energetický zisk, neboť tepelné záření působí na jednotlivé skleněné trubice (pak na Cu trubičky) s větší plošnou účinností. Na stěnách skleněných trubic je rovněž nanesena vysoce absorpční vrstva pohlcující tepelné sluneční záření. Vakuum dobře snižuje ztráty a tím zvyšuje účinnost záření.

Ploché deskové - vakuové – vakuový deskový kolektor je v principu téměř shodný s klasickým slunečním deskovým kolektorem, ale pro zlepšení tepelněizolačních vlastností celého kolektoru je řešen jako vakuový. Celá konstrukce včetně zasklení a průchodek Cu trubky je řešena jako vzduchotěsná a v celém objemu je vakuum => snižuje únik získaného tepla z kolektoru do okolního prostředí.

Solárních kolektorů je jistě mnohem více než tu uvádím, ale pro mou představu to bohatě stačí.

5 Solární panel na PadmaFarmě

Solární panel umístěný na PadmaFarmě je cílem mého projektu. Když jsem s paní učitelkou navštívili PadmaFarmu, velice nás obě zaujaly místnosti uvnitř budovy. Bohužel jsem neměla za celou dobu možnost podívat se dovnitř, vždy jsem obdivovala jen okolí farmy. Po seznámení nás pan Patka doprovodil na kopec, odkud je krásně vidět umístění solárních kolektorů. Vysvětlil nám, že tyto solární panely slouží k ohřevu vody, na topení a že 2/3 roku se nestará o teplo v budově. Návratnost investice je 10 - 15 let a technicky tyto panely vydrží 20 - 30 let bez státní dotace, s dotací je tato návratnost 5 - 7 let. Solární panely jsou umístěné v jižní části statku, jsou to 3 bloky po 6 sestavách, přičemž 1 panel má 2 m^2. Pan Patka by chtěl do budoucna dostavět zbylou část statku a umístit tam další solární panely. Po obhlédnutí a vyfotografování solárních panelů jsme se odebrali do kotelny.

Před námi se objevila řada trubiček, několik červených nádrží potom dvě velké nádoby, které byly obaleny alobalem, různé ukazovatele měření - tedy takový menší šok pro mě. Tohle všechno je zapotřebí pro ohřev vody? Tak takovému vynálezu klobouk dolu.

Ale teď již vážně. Vstoupili jsme do kotelny, v níž byly umístěny tyto přístroje: **dřevozplyňující kotel ATMOS**, který má ekologický význam. Spaliny ze dřeva se zplyňují, plyn shoří až na oxid uhličity CO_2 a do ovzduší se dostává jen CO_2 a H_2O- voda v podobě páry. Dále jsou tu umístěny **akumulační nádrže** - sloužící k vytápění při produkci navíc, **expanzní nádoby** - pro rozpínavost tlaku v kotlích, **bojler** - který míchá vodu teplou a studenou v povolené míře 60 °C, **přístroj na vytváření vakua**, důležitý je **odvzdušňovací ventil**, různé **teploměry** - pro zjištění stavu tepla. Důležité jsou **2 akumulační nádrže** - které pojmou až 10 000 l vody, **čerpadla**. Ve výměníku teplo z nemrznoucí kapaliny přechází do vody. Ta putuje do akumulačních nádrží s dostatečnou izolací. Důležitost čerpadel spočívá vtom, že voda obíhá celým systémem. Tento systém je napojen na centrální počítač, kterým se ovládá režim topení. Celý tento systém je závislý na elektrickém proudu. „Bohužel po vypnutí nebo zkolabování proudu celý systém zkolabuje. Tento systém je velice dobře technicky vymyšlený, ale po vypnutí proudu nám není bohužel k užitku“ říká pan Patka. „Kvůli těmto nehodám bychom si chtěli do budoucna pořídit fotovoltaické články“ dodává pan Patka. Jako první slabinu označil pan Patka výpadky elektrického proudu a jako druhou slabinu využitelnost. Ta je na jaře a v létě 90 % a v zimě pouhých 10 % - to vše díky teplotní inverzi.

Na stavbě solárních panelů, zabudování dřevozplyňujícího kotle a různých zařízení s všemi rozvody po domě mu pomáhaly 3 firmy. Celé zařízení: jak umístění solárních panelů, věci okolo rozvodů po domě, zabudování kotle a dalších věci spojené s prací přišly pana Patku na 1 mil. Kč. Problémy s dotací ze strany Státního fondu životního prostředí (SFŽP) ČR nebyly. Základní přístupy k poskytování finančních prostředků ze strany SFŽP ČR jsou definovány Směrnicí Ministerstva životního prostředí. Žádost musí být doložena úplnými údaji a doklady. Rok trvalo panu Patkovi úplné vyřízení dotace, rok na celkové instalování solárního panelu a ostatního příslušenství.

Dále nám pan Patka ukázal vnitřní část statku. Prozradil nám, že se tu koná výuka ekologie pro ZŠ, nově nabízí spolupráci i SOŠ a blízkým Gymnáziím (Jevíčko, Svitavy). Dále jsou tu provozovány kurzy vaření, meditace a nově tu chtějí založit umělecký obor - tvorba keramiky. Po obhlédnutí vnitřní části statku jsme vyšli před samotný statek a mně nedalo nezeptat se na postavený srub. Pan Patka nám ukázal vnitřek srubu, ve kterém by chtěl později bydlet. „Tato stavba je postavena stylem „kanadského“ srubu z kulatin smrku. Dřevo je 3x lepší izolant než cihla, ale zase na druhou stranu neakumuluje teplo. Proto jsou vnitřní příčky zdi z cihel, ve kterých se teplo uchová. Klády smrku mají průměr 20 - 35 cm, ale nově podle Evropské unie by měly dosahovat průměru 35 - 50 cm. Celá výstavba trvala 3 roky a 3 měsíce a zařizovala jí firma GARANTEA - výstavba srubů a ekodomů“ vysvětluje pan Patka. Při samém odchodu a rozloučení jsem se ještě musela zeptat na zahradu, která leží před samotným srubem. „Zahrada je založena na permakultuře - což je vzájemná ochrana rostlin. Celé záhonky fungují bez rytí, přesazování a dalšího jiného zasahování. Např: zasazení mrkve a vedle ní jiné rostliny, která zabrání škůdcům napadení mrkve“ vysvětluje mi záhadu permakultury pan Patka.

6 Zhodnocení

Jsem velice ráda za to, že jsem se mohla zúčastnit projektu Enersol a že jsem si vybrala právě využití solární energie. **Děkuji panu Patkovi, který byl tak ochotný a ukázal mně i paní učitelce Nevyhoštěné prostory PadmaFarmy i dřevěného srubu**. Děkuji mu za vysvětlení mých otázek a zasvěcení do problematiky využívání solární energie. V celé práci zaznělo mnoho informací, o kterých jsem až doposud neslyšela a nevěděla.

Myslím si, že to co dělají a v co věří, je velice užitečné jak pro svět, tak i pro budoucnost lidstva. Lidé by si měli uvědomit, že využívání jak sluneční, vodní tak i větrné energie je velice prospěšné. Lidé by měli pochopit, že naší Zemi velice ubližují a přitom bychom jí měli šetřit a pomáhat. Jednou přijde doba, kdy nám Země všechnu naši troufalost oplatí.

Myslím si, že je dobře, že v České republice funguje Enersol a že dává možnost ukázat mladým lidem cestu, jak pomáhat naší přírodě, naší planetě. Pří zpracování takového projektu se student (zpracovatel projektu) dozví plno nových, zajímavých informací a pozná krásu přírody před jejím zničením. Uvědomí si pravé skutečnosti daného problému.

Proto jsem velice ráda, že jsem se projektu Enersol mohla zúčastnit a poznat jak nové přátele tak i pravé hodnoty přírody, její krásy a síly.

PadmaFarma v roce 2007

PadmaFarma v roce 2007, druhý pohled

PadmaFarma zatím nedokončená část

Solární panely na jižní straně statku

Bližší fotografie solárních panelů

Pohled do kotelny na dřevozplyňující kotel ATMOS a expanzní nádobu

Obr. 7 Ukázka kotlů ATMOS

Pan Petr Patka a paní učitelka Blanka Nevyhoštěná při rozhovoru u akumulačních nádrží

PAVEL HURDÁLEK, Gymnázium J. K. Tyla, Nábřeží J. K. Tyla, Hradec Králové, KRÁLOVÉHRADECKÝ KRAJ

VYTÁPĚNÍ RODINNÝCH DOMŮ

V posledních letech je stále zřejmější, že negativní změny světového klimatu mají spojitost s hromaděním skleníkových plynů CO_2 (kysličníku uhličitého), CH_4 (methanu), FCKW (freonů), O_3 (ozónu) a N_2O (oxidu dusného) vytvářených člověkem při výrobě energií. Nejen klimatické problémy, nýbrž i mizející zásoby ropy, uhlí, zemního plynu a uranu nás nutí využívat další zdroje energie, které byly dříve opomíjené nebo tzv. nehospodárné. O velkých zdrojích znečištění (energetika,průmysl,doprava a atd.) se mluví a jedná na všech vyšších úrovních státu i na mezinárodním poli, já se chci však ve své práci zabývat jednotkami malými, ale vzhledem k jejich počtu a dopadu na životní prostředí velkými, a to **rodinnými domy (RD)**.

Co by měl vědět vlastník RD

z fyziky: teplo udávané v *J* je rovno práci ve *W · s*

pro potřeby energetiky se používají jednotky:

$$1GJ = 0,2\overline{7}MWh = 277,\overline{7}kWh$$

$$3,66GJ = 1MWh = 1000kWh$$

Rodinný dům při průměrné spotřebě tepla 100 *GJ/rok* vlastně spotřebuje 27 *MWh* energie. 100000 rodinných domků spotřebuje 2700000 *MWh,* což je roční výroba jednoho bloku tepelné elektrárny, ale bez lapačů popílku a odsíření!

Z toho vyplývá, že topení v RD zatěžuje významně životní prostředí. Každý vlastník úsporami spotřebovaného tepla může ovlivnit znečišťovaní životního prostředí, zároveň i své finance.

Výpočet tepelných ztrát

Výchozím bodem pro posuzování úspor ve vytápění RD je výpočet tepelných ztrát . Výpočet je pro laika náročný, časově zdlouhavý a měl by ho provádět odborný projektant. Pro orientaci lze stanovit pomocí koeficientů pro každou místnost a její objem. Koeficienty a postup je uveden v příloze.

Vypočítáme přibližnou tepelnou ztrátu v *kW* a porovnáme ji s výkonem instalovaného kotle. Pokud je výkon kotle vyšší, je vhodné přejít k úpravám na snížení skutečných tepelných ztrát.

Porovnání tepelných ztrát různých RD a spotřeby paliv

V příloze jsou uvedeny tabulky spotřeby paliv a jejich cen zpracované přední českou poradenskou společností v oblasti úspor energie a obnovitelných zdrojů. Tabulky se týkají topných agregátů používaných pro ústřední vytápění i spotřeb energií při lokálním vytápění. Přestože jsou zpracovány pro modelový dům o rozloze a čtyřčlennou rodinu, lze je aplikovat na domky všech typů a velikostí, nebo můžeme spotřebu paliva vypočítat pro jednotlivý konkrétní případ, viz. příloha.

Prvním a naprosto jednoznačným závěrem, který lze vyvodit, je přímá úměra mezi tepelnými ztrátami a výší spotřeby paliv a následně cen.

Nejekologičtější a nejlevnější energie je ta nespotřebovaná!!

Proto by měly nejdříve investice směřovat do snížení tepelných ztrát a teprve potom do výměny agregátů a změn druhů paliv. Největší únik tepla u RD nastává pasivním prostupem vnějšími stěnami, hlavně okny a stropními konstrukcemi. Další velký unik způsobuje netěsnost těchto prvků. Populárním řešením v dnešní době je zateplování fasád vnějším obložením deskami z polystyrénu, nebo minerální izolací. Výměna oken za moderní těsná okna opatřená izolačními dvoj i trojskly. Méně už je věnována pozornost dokonalému odstranění tepelných mostů studených konstrukcí, přídavným izolacím stropů a hlavně utěsněním stavby proti působení větru.

Naprostou efektivnost těchto úprav mohu potvrdit z vlastní zkušenosti. Při úpravách našeho RD postaveného v roce 1918 zateplením severní a západní stěny deskami polystyrénu tloušťky a výměnou čtyř dřevěných oken za okna izolační klesla spotřeba dřeva a uhlí používaných pro vytápění o čtvrtinu(25%) celkového množství. Pro úplnost severozápadní směr je u nás směrem působení 80% větrů z volné pláně.

Druhým závěrem může být porovnání cen jednotlivých paliv ve vztahu k jejich dopadu na životní prostředí. Zde již začíná docházet k rozporu. Málo ekologická paliva jsou levnější než paliva s menším vlivem na životní prostředí a náklady na čistější paliva platí uživatel. Ten potom nemá zájem o jejich výměnu. Tu lze prosadit pouze státní direktivou. Jak negativně to prozatím stát „zvládá" lze vyvodit z následujících příkladů:

A) topení elektrickým proudem

V období let 1992-1996 došlo v naší republice ke spojení řešení dvou zátěží z minulosti. Velké zatížení ovzduší a vytváření smogu při inverzích a dostavby JTE Temelín. Nabídl se elegantní řetězec: dostavba elektrárny--dostatek laciné energie-elektrické topení-snížení emisí, omezení vytápění RD fosilními palivy. Státní propagační

kampaň byla úspěšná. Mnoho vlastníků RD nechala předělat topení na elektrické , rozdávaly se dotace na posílení el. rozvodů, elektrárna se dostavěla. Dopad byl ale opačný. Elektrická energie se úspěšně vyváží, čímž stoupá její cena pro domácí trh, stát si prosadil zvýšení spotřebních daní a lidem doma zbyl topný systém s **třikrát** většími náklady. Následoval návrat k topení postaru a kritika za zbytečně vyhozené peníze.

B) topení plynem

Podobně to dopadlo se zemním plynem v následujícím období. Opět státní dotace na plynofikaci vesnic, dotace na výměnu topných agregátů, poté zdražování plynu ve světě, „podpora" státu dalším zvýšením spotřební daně, tím zdražení topení plynem na dvojnásobek a návrat k topení fosilními palivy.

To jsou dva příklady státní ekologické politiky, která většinou ekologicky vůbec nekončí. Zdálo by se, že řešením dle uvedených tabulek je topit dřevoplynem. Spojuje výhodu ekologického paliva i nízké ceny. Přes jeho nulovou propagaci je brán přechod na dřevoplyn opatrně, s nedůvěrou, protože z výše uvedených příkladů platí, že propagované výsledky většinou neplatí. Studie vychází z loňské topné sezóny a tehdejších cen paliv. Bohužel teprve právě loňská sezóna (2005/2006) se svými velkými mrazy a délkou přesvědčila obyvatele o výhodnosti topení dřevem. Na velkou poptávku reagoval trh zvýšením cen o 50% a palivové dřevo se stalo nedostatkovým zbožím.

Z uvedeného vyplývá, že topení s menší zátěží na životní prostředí je technologicky i provozně dražší. Hezké jsou osvětové kampaně, ale jednoznačně platí:

Člověk se bude chovat ekologicky, pouze když na to bude mít!

Řešením musí být tedy vedeno daňovými úlevami pro ekologická paliva a ne zvyšováním spotřebních daní a restrikcemi státní správy.

Třetím závěrem je, že pokud chceme, aby vlastníci RD přešli na ušlechtilá paliva, musíme dosáhnout alespoň vyrovnání nákladů na topení jednotlivými druhy paliv. Ne však použitím nerovných spotřebních daní (tzv. ekologických). Použité tabulky potřeb tepla a paliv předpokládají různou kvalitu domů , ale stejnou plochu a stejný topný systém. Změna a modifikace topného systému je další cesta. Topení zemním plynem, dřevoplynem, elektrikou energii lze na rozdíl od topením uhlím, dřevem a koksem dosáhnout nižší spotřeby paliva a celkovou cenou úspěšně konkurovat topení uhlím apod. O čistotě a komfortnosti obsluhy ani nemluvě.
Kvalitní a moderní regulace snižuje spotřebu paliv.

Ze zhodnocení výše uvedených závěrů vyplývá pořadí jednotlivých úspor paliv a energií. Nejdříve co nejvíce snížit tepelné ztráty a vylepšit otopnou soustavu kvalitním regulováním. Teprve potom zvážit výměnu agregátu a výměnu paliva. Efektivnost změn by měl posuzovat odborník, lépe nechat vypracovat projektovou dokumentaci.

Porovnání paliv z hlediska dopadu na životní prostředí

Na každé palivo existují různé druhy pohledu a jeho využití pro vytápění RD je potřeba posuzovat individuálně. K posouzení můžeme použít následující kriteria:

Dopad na globální životní prostředí
a) spalováním fosilních paliv – uhlí, plynu, topné oleje
největším dopadem je produkce CO_2 a dalších skleníkových plynů, oxidy síry a následující kyselé deště, velké množství popílku, další dopady související s těžbou a dopravou také se jedná o zdroje **neobnovitelné**

b) spalování dřeva a biomasy – menší množství oxidů síry a popílkovin, produkce CO_2 v uzavřeném cyklu se spotřebou při růstu biomasy jedná se o zdroje **obnovitelné**. Spalování dřeva a biomasy se na celkovém zvyšování CO_2 v atmosféře nepodílí.

Dopad na lokální životní prostředí

mám hlavně na mysli zamořování okolí kouřem a vznik lokálních smogových nebezpečí. Zde už spalování plynu a LTO přechází na kladnou stranu a spalování dřeva a biomasy může za určitých podmínek přejít na stranu zápornou.
Také topení elektřinou považované všeobecně za nejvíce ekologické může být z hlediska lokálního přínosu. Přeci jenom spalování uhlí v kotlích elektráren vybavených odsířením, filtry a lapači zplodin je lepší než spalování v individuálních kotlích bez jakékoliv filtrace.

Paliva s minimálním nebo žádným dopadem na životní prostředí z obnovitelných zdrojů

a) **vodní a větrná energie převedená na elektrickou** (z hlediska elektrárenského nepoužitelná) je vhodná k použití pro pohon tepelného čerpadla nebo pro přímé topení i když využití je specificky místní
b) **sluneční energie** – jedna z nejperspektivnější energií dodávající prakticky neomezené množství, bez zátěže na životní prostředí. Lze předpokládat, že po vyřešení technologických problémů se skladováním této energie, dojde k velkému rozšíření využití pro vytápění RD.

Zhodnocení a porovnání topných agregátů

Porovnání a zhodnocení bude provedeno z hlediska paliv, účinnosti, množství regulace, odpadů, nákladů na provoz, možnosti vylepšení atd.

KOTEL NA UHLÍ

použitelná paliva: hnědé a černé uhlí, koks
účinnost: 65-70%
odpad: popel a škvára k uložení na skládku
regulace: velmi špatná, snížit výkon lze pouze uzavíráním vzduchu do spalovací hmoty, tím dojde ke zmenšení účinnosti kotle a ke zvýšení množství exhalátu do ovzduší.
provoz: náklady na provoz jsou nízké, protože hnědé uhlí je jedno z nejlevnějších paliv. Provoz je náročnější z hlediska dovozu, skladování prašnosti a znečištění paliva.
dopad na ŽP: špatný
možnost vylepšení: - zaměnit palivo za dřevo, dřevěné brikety, i když je to méně efektivní než kotel na dřevoplyn
- přiřadit ke kotli vodní akumulační nádrž, s jejíž pomocí lze provozovat kotel vždy na plný výkon a rozvod teplé vody regulovat.

KOTEL NA DŘEVO

V této kategorii jsou myšleny dřevozplyňující kotle, pro spalování dřeva v kotli platí výše uvedené u kotlů na uhlí.

použitelná paliva: palivové dřevo, dřevěné brikety, dřevěné pelety, štěpka
účinnost: 84-87%
odpad: jemný popel použitelný jako hnojivo
regulace: dobrá, přivíráním přívodního vzduchu dochází ke snížení generovaného plynu a tím ke snížení výkonu na exhaláty, odcházející do komínu, to nemá vliv.

dopad na ŽP: malé množství neagresivních exhalátorů , palivo z obnovitelných zdrojů.

provoz: náklady na provoz jsou nízké, protože dřevo bývá nejlevnějším palivem. Provoz a příprava paliv je náročnější na čas a prostor, protože pro nejvyšší účinnost kotle je potřeba dřevo 2-3 roky vyschlé. To lze odstranit dřevěnými briketami nebo peletami za cenu vyšších pořizovacích nákladů topení štěpkou v RD je problematické z hlediska vlhkosti paliva a přídavných zařízení ke kotli, která se ke kotlům nedodávají

možnosti vylepšení: také přídavná akumulační nádrž.

Dřevozplyňující kotle jsou velmi vhodnou náhradou uhelných kotlů!!!

KOTEL NA PLYN

Kotle se vyrábějí ve třech verzích – klasické , turbo a kondenzační.

Klasický kotel spaluje plyn a spaliny odcházejí do komína.

Turbokotel ke své činnosti nepotřebuje komín, spaliny odcházejí přes ventilátor volně ven, má však menší účinnost.

Kondenzační kotel má přídavný výměník na dodatečné zchlazování spalin a ty ve formě kapaliny stékají z komína do kanalizace. Přídavný výměník pak zvyšuje účinnost kotle.

použitelná paliva: zemní plyn, propan-butan

účinnost: 85 – 90 %

odpad: pouze u kondenzačního kotle kyselý kondenzát

regulace: v podstatě lze dosáhnout okamžité reakce na řídící pokyny, ale provoz při nižším výkonu má vliv na účinnost a zhoršení exhalátů.

dopad na ŽP: **globální** - jedná se o fosilní palivo

lokální - vylepšení ovzduší, produkuje se menší množství málo škodlivých exhalátů. U kondenzačních kotlů je třeba kyselý kondenzát neutralizovat vápencem.

provoz: vyšší provozní náklady dané cenou paliva (u propan-butanu hodně vysoké) vynahrazuje čistota a komfortnost obsluhy.

Při výběru kotle je třeba dát pozor na podstatné parametry, které výrobci, projektanti a dodavatelé rádi zatajují.

Kotel musí mít co největší rozsah výkonu při maximální účinnosti. Jakýkoliv provoz při nižším nebo vyšším výkonu je nehospodárný.

Turbokotel sice výhodně nepotřebuje vyvložkovaný komín, ale je o třetinu ceny dražší a hlavně spotřebuje o 5-10% více paliva. Je potřeba zvážit, jestli náklady na komín nejsou nižší, než rozdíl v ceně kotlů a cena 5-10% paliva za dobu životnosti kotle.

U **kondenzačního kotle** je s oblibou uváděna o 15% vyšší účinnost, což v součtu se základní účinností dává číslo vyšší jak 100%, což je z hlediska fyzikálního nesmysl. Kondenzační kotel ve skutečnosti odebere pomocí výměníku 15% tepla ze spalin odcházejících do komína. Tím se ve skutečnosti zlepší účinnost o 2-5%. O nutnosti specifického přizpůsobení topné soustavy, čištění zaneseného výměníku autorizovanou firmou každé 2-3 roky a o certifikátu neutralizovaného kondenzátu vypouštěného do kanalizace se taktně mlčí. Tyto více náklady jsou u kondenzačních kotlů nižšího výkonu (u RD) zpravidla vyšší než cena ušetřeného paliva. Možnosti vylepšení: opět přídavná akumulační nádrž umožňující provoz kotle v režimu nejvyšší účinnosti .

TOPENÍ ELEKTŘINOU

Topení elektrikou se může aplikovat několika způsoby – přímotopy, akumulační kamna, centrální akumulační zdroje. Specifické vlastnosti jednotlivých zdrojů budou rozebrány dále.

použitelné palivo: elektřina
účinnost: 90-99%
odpad: žádný
regulace: mimo akumulační kamna prakticky neomezená
dopad na ŽP: **globální** - jedná se o nejméně ekologickou energii. Dochází k několikeré přeměně energie (palivo-teplo-el. proud-teplo) a tím se snižuje účinnost přeměny paliva.
lokální - vliv na okolí prakticky žádný
provoz: vysoké provozní náklady - elektřina je nejdražší palivo. Náhradou je čistota a komfortní obsluha.

Porovnání jednotlivých způsobu el. topení

Přímotopy - jednotlivá topná tělesa nahrazují radiátory etážového topení. Jedná se o jeden z nejhorších topných systémů ať už z hlediska účinnosti, tak provozních nákladů.

Akumulační kamna - opět jednotlivá topná tělesa, nižší provozní náklady dané lacinější elektrárenskou sazbou. Nevýhodou jsou větší rozměry topných těles.

Elektrokotel - v podstatě kotel etážového topení, na rozdíl od přímotopů dosahuje větší setrvačnosti topení a vyšší účinnosti.

Centrální akumulační zdroj - velký vodní zásobník nahrazující kotle,ale využívající nízkých sazeb elektřiny pro akumulační topení.

Tepelné čerpadlo - elektřinou poháněný tepelný zdroj. Mezi všemi tepelnými zdroji je to fenomén , protože žádné palivo nespaluje, pouze přečerpává teplo z libovolného prostředí do topného média. Účinnost se u něj vyjadřuje tzv. topným faktorem. Běžné tepelné čerpadlo mívá topný faktor 3,5. To znamená, že na 1 *kW* dodané energie dodá 3,5 *kW* tepelné energie. Všechny ostatní zdroje vyrobí z 1 *kW* energie dodávané palivem méně tepelné energie podle své účinnosti. Tepelné čerpadlo lze použít buď jako přímý zdroj tepla, nebo ho využít k čerpání energií získanými dalšími alternativními zdroji (sluneční energie, termální energie apod.) Z hlediska dopadu na životní prostředí je to nejlepší tepelný zdroj, přestože k pohonu používá elektřinu. Masové rozšíření bohužel brání vysoké pořizovací náklady a dlouhodobá návratnost vložených investic.

TOPENÍ SLUNEČNÍ ENERGIÍ

Sluneční energie je v současnosti využívána několika způsoby. Buď k solárnímu ohřevu dalšího teplonosného média, nebo k výrobě elektrické energie fotovoltaickým jevem, nebo k výrobě vodíku elektrolýzou a také k výrobě biomasy. Pro vytápění RD je v současnosti vhodný ohřev vody nebo vzduchu. Pro náš přehled topných agregátů je vhodný pouze sluneční kolektor pro ohřev vody.

Sluneční kolektor

V nejčastější verzi zařízení obsahující absorbující plochu slunečního záření zajišťující předávání tepla do nosiče proudícího v trubkách nebo kanálech, který zajišťuje transport tepelné energie.

Zdroje energie: Povrchová teplota slunce je asi 6000 °C. Energie slunečního záření, které dopadá na Zemi, je přibližně 180000 miliard *kW*. Na 1m^2 zemské plochy dopadá za ideálních podmínek zářivý tok přibližně 1360 *W* . Na území naší republiky podle statistických údajů dopadá za rok více než 1800 hodin slunečního svitu. Z toho v letním období od května do října asi 1300 hodin a v zimním období asi 550 hodin.

účinnost: u kolektorů nelze mluvit o účinnosti ve smyslu ostatních kotlů. Běžně se v literatuře uvádí ohřev teplonosné látky v kolektoru v březnu, dubnu, říjnu na 40-60% v letních měsících 50-70%. Kolektory dosahují výkonu 400 – 700 W/m^2 a využívají 60-90% sluneční energie. V současné době jsou na trhu už kvalitní kolektory vhodné pro využití v RD dosahující výkonu až 1 000 W/m^2 a ohřevu vody až na 105 °C.

odpad: žádný

regulace: problematická, podstatě absorbované teplo se musí odvézt, aby nedošlo k varu teplonosné kapaliny, regulaci lze provést buď zakrytím nebo odkloněním kolektorů od slunce, mění to však potřeba, protože nespotřebovaná energie nic nestojí a náklady na její odvod jsou minimální.

dopad na ŽP: provoz kolektorů nemá žádný vliv na životní prostředí , naopak se využívá energie vyrobená mimo naše životní prostředí.

provoz: náklady na provoz jsou minimální, protože jediná spotřebovaná energie je elektřina pro pohon oběhového čerpadla. Nevýhodou je potřeba velkého prostoru (plochy) pro umístění dodatečného počtu kolektorů pro dosažení odpovídajícího výkonu. Také pořizovací cena je vysoká a návratnost vložených prostředků je dlouhodobá.

Nejpodstatnější nevýhodou je nefunkčnost v době bez slunečního záření vyvolávající potřebu uskladnění této energie. Technické řešení a velikost zásobníků posouvají svými náklady využitelnost těchto zařízení mimo zájmy vlastníků RD.

Souhrn

V předchozí části práce jsem se zabýval základním rozborem spotřeby tepla a paliv při vytápění RD. Abych dosáhl srovnatelných výsledků rozbor se týkal nejrozšířenějšího teplovodního vytápění a běžně užívaných kotlů. Agregáty používající jiná média k topení (přímotopy, akumulační kamna) jsou zařazeny pro své značné rozšíření v současné praxi. Ve skutečnosti se vytápění RD používá širší paleta agregátů a topných systémů. Nedílnou součástí vytápění je také ohřev teplé užitkové vody (TUV), který se může podílet na nákladech za tepelnou energii až jednou třetinou. V následující části budou další agregáty a topné systémy zmíněny stručně, ohřev TUV pro svoji významnost a možnosti využití netradičních paliv a energií bude rozebrán podrobněji.

Topné systémy

Teplovodní etážový systém

K rozvodu tepla využívá vodu rozvedenou potrubím k jednotlivých topných tělesům v místnostech. Jedná se o nejrozšířenější topný systém. Podle rozdílu teplot topné a vratné vody rozlišujeme systémy vysokoteplotní 95-75 °C a nízkoteplotní 65-50 °C. Výkon topných těles se volí podle tepelné ztráty jednotlivé místnosti pro nízkoteplotní systém se zvětšuje o 35% .

Teplovodní podlahové vytápění

K rozvodu tepla je opět užívána voda rozvedená potrubím k otopným trubkovým tělesům v podlaze. Odpadají viditelná topná tělesa. Nejčastěji se využívá nízkoteplotní režim. Nevýhodou bývá stoupání prachu od podlahy.

Teplovzdušný systém

K rozvodu tepla je používán vzduch ohřívaný agregáty ve výměníku. Studený vzduch je řízeným větráním odváděn ven.

Lokální systémy
mají vlastní tepelný zdroj v každé místnosti.

Další tepelné zdroje a jejich hodnocení
Kamna na pevná paliva a dřevo jsou zastaralý způsob topení, znečišťující životní prostředí v dnešní době na ústupu, v současné době se u RD používají jako doplňkové zdroje ohřívající vzduch do teplovzdušných rozvodů. Jako palivo se používá dřevo (tzv.krbová kamna). Také slouží k přitápění mimo topnou sezónu. Umožňuje osazení kotle s nižším výkonem a tím dosažení úspor paliva pří provozu kotle v optimálním režimu.
Kamna na LTO (tzv. naftová) jsou lokální zdroj s velmi drahým provozem. Pro vytápění RD se už nepoužívají.
Plynová kamna(tzv. Wavky) jsou lokální plynová topidla s vývodem spaliv přes stěnu (podobně jako u turbokotle). Nutný je rozvod plynu po místnostech. Pro vytápění RD je nevhodné (centrální kotel dosahuje větší účinnosti). Nejčastěji se používají k vytápění starých činžovních domů místo kamen na pevná paliva .
Krb je přídavný a hlavně estetický zdroj vyvolávající pocit tepelné pohody. S přídavnou vložkou vhodný jako doplňkový zdroj viz krbová kamna.

Ohřev teplé užitkové vody (TUV)

Ohřev teplé užitkové vody patří do problematiky vytápění a spotřeby energií, protože se může podílet na energetické bilanci až třetinou nákladů. Na rozdíl od topidel užitých pouze v topné sezóně je potřeba TUV vyrábět po celý rok. Podobně jako topení můžeme oddělit vyrobenou TUV na centrální a lokální. Centrální zdroje bývají vytápěné kotly nebo elektrickou akumulací a bývají součástí topných agregátů. Teplá voda je potom rozvedena potrubím po celém objektu. Lokální ohřev TUV, bývá prováděn samostatnými ohřívači pro každý odběr zvlášť. Jejich výhodou je zdroj teplé vody přímo v místě spotřeby bez potřeby rozvodů teplé vody. Nevýhodou je jejich větší provozní cena a nižší účinnost.

Lokální ohřev TUV
Přímotopná topidla

Ohřívače jsou přímo připojené na zdroj studené vody. Slouží přímo pro jeden vývod (sprcha, dřez atd.), nebo pro několik vývodů současně (koupelna). Používají se elektrická topidla o výkonu 6 – 7 *kW*, nebo plynová (populární Karmy), jejíž výkon může dosahovat až 17 *kW*. Nevýhodou těchto topidel je velká spotřeba paliv a energií z důvodů potřeby velkého výkonu pro průtočné ohřívaní. Také klesá účinnost těchto zdrojů. U karmy navíc potřeba komína.

Lokální malé akumulační ohřívače

Jsou malé ohřívače s akumulační nádrží od 5 do 30 litrů. Většinou jsou elektrické. Topná tělesa se používají nižšího výkonu, aby ohřála daný objem cca za 30 minut. Jejich hlavní předností je nižší příkon jak u přímotopných topidel a tím snazší instalace.

Akumulační ohřívače

Populární jsou elektrické boilery. Boilery jsou nádrže o objemu kolem 100 litrů osazené topnými tělesy, které ohřívají daný objem za 8 hodin zvýhodněné sazby elektrického proudu. Samostatně se používají pro větší odběry (např. 1 ks koupelny, 1 ks kuchyně).

Lázeňská kamna

Dříve byla populární, ale i dnes dobře použitelný zdroj teplé vody pro koupelny. Jedná se vlastně o nádrž ohřívanou spalování dřeva. Unikající teplo slouží dále k vytápění koupelny. Jejich nevýhodou je nutnost zatopit před každým použitím a mít v koupelně komín. Výhodou je nízká provozní cena, protože na ohřátí celé nádrže je potřeba minimální množství dřeva.

Centrální ohřev TUV

Pro přípravu TUV je ohřívána pouze jedna velká nádrž (většinou je v kotelně) a teplá voda je rozvedena po celém objektu souběžně se studenou . Výhodou systému je potřeba pouze jednoho tepelného zdroje, který díky tomu pracuje s velmi dobrou účinností a regulací. Nevýhodou jsou tepelné ztráty v potrubí, i když vlastně u RD slouží k vytápění.

Ohřívače vody integrované do kotlů topného systému

Užívá se u kotlů pro pevná a plynná paliva. Ohřívací nádrž je přímo součástí kotle. Tento systém dává velmi dobré výsledky v období topné sezóny. Mimo sezónu bývá nehospodárný, protože kotel bývá užíván pouze z třetiny výkonu. Pro letní sezónu je vhodné vlastnit další nezávislý zdroj TUV.

Centrální ohřívače ohřívané teplou vodou topného systému

Populární teplovodní boilery jsou jeden z nejrozšířenějších centrálních ohřívačů. Teplá voda je z kotle vedená do trubkového výměníku, kde ohřívá TUV. Tento systém lze aplikovat na všechny kotle. Účinné v topné sezóně. Pro léto je vhodné přidat zdroj pro akumulační ohřev. U některých plynových kotlů lze v letním období uzavřít ÚT a kotel používat pouze pro ohřev TUV.

Přímotopné centrální zdroje

Obvykle to jsou elektrické boilery s kapacitou nad 200 litrů, nebo přímotopné elektrické boilery, které se vyznačují nejvyšší účinností ohřevu TUV a zařazují se mezi nejúspornější zdroje.

Souhrn

Ohřev teplé užitkové vody je významnou zátěží celkové energetické bilance RD. Výhodnost polohy každého zdroje a jeho energetická náročnost je potřeba vždy pečlivě zvážit. Pro hodnocení dopadu všech zdrojů TUV na životní prostředí platí stejná kritéria, kterých se týkala část mé práce o zdrojích vytápění. Celoroční spotřeba teplé vody, na rozdíl od sezónního topení, však umožňuje velmi dobré využití netradičních zdrojů energie, a to rostlinných a hlavně sluneční energie. Pro užití rostlinných paliv dřeva, dřevěných briket, pelet a biomasy platí závěry uvedené u kotlů na dřevoplyn. U použití energie slunce dochází na rozdíl od topení k obratu. Teplá voda je zapotřebí po celý rok a tak lze využít sluneční kolektory pro ohřev TUV prakticky celoročně. V letním období je tato energie prakticky zadarmo. V zimním období může posloužit alespoň k předehřívání studené vody a tím k úspoře paliv a energií. Samostatnou kapitolou je ohřev sezónní vody (bazénů), či vedlejších provozů (skleníků, závlahové vody), kde už je využití sluneční energie možné na 100 %. Pouze minimální je spotřeba elektrické energie oběhovými čerpadly. Moderní zdroj TUV v RD by v současné době měl vypadat takto: Vespodu by měl být výměník pro otop slunečními kolektory, nad ním výměník pro Kotel ÚT pro zimní období a nejvýše elektrické topné těleso na akumulační sazbu. Vše zapínané pouze v období, kdy sluneční energie nestačí. Tato zařízení jsou již běžně k dodání na trhu a za přijatelné ceny. Je to původní teplovodní boiler s elektrickou topnou spirálou, který se léta běžně užívá, osazený ještě jedním trubkovým výměníkem navíc. Objem se volí díky slunečnímu zdroji větší okolo 500 litrů. Plocha kolektorů pro ohřev TUV vychází okolo 5 m^2 podle spotřeby vody. Potřeba malé plochy kolektorů a dostupný zásobník určuje nižší pořizovací náklady. Celoroční užívání urychluje návratnost vložených prostředků do 5 let (u topení se pohybuje návratnost okolo 20 let a výše). **Ohřev teplé užitkové vody sluncem snižuje spotřebu paliv a energií u RD o jedno čtvrtinu.**

Zhodnocení, aneb co tím básník chtěl říci

Ke zpracování mé práce mě inspiroval článek v novinách z 11. 12. 2006, který mě zaujal titulky: „Do kamen ročně naházíme desetitisíce“ a „Za kolik se letos doma zahřejete?“. V něm byl uveden rozpočet pro obyvatele zpracovaný společností EkoWATT, která je českou poradenskou společností v oblasti úspor energie a obnovitelných zdrojů. Z jejich údajů jsem sestavil tabulky použité ve své práci v příloze. Na první pohled jsou tabulky a závěry, které si z nich člověk může udělat jasné. Člověku, kterého se to týká, však vyvstanou nové otázky Mám dům jiný než ten modelový, vím kolik paliva spotřebuji Do které kategorie patřím? Mám nižší, nebo vyšší spotřebu, než bych měl mít? Jedinou veličinu je výkon kotle, který provozuje v kW. Jak převedu spotřebu energie v kWh na spotřebu tepla v GJ, abych to porovnat? Co obnáší přechod na jiné palivo, které se mi zdá z tabulek lepší? Na tyto otázky jsem se snažil dát odpovědi v úvodních kapitolách. Jak převádět měrné jednotky energií, co jsou to tepelné ztráty a jak je odstraňovat. Snažil jsem se porovnat jednotlivá paliva a topné agregáty jednoduchou pro laika dostupnou formou a vyvodit z toho sice zjednodušené, ale srozumitelné závěry .

Při studování odborné literatury daného tématu mě zarazila jistá konzervativnost a tendenčnost tvůrců. Většinou se na daný problém dívají ze směru kde sami působí. I ve všeobecně pojatých pracích rozeberou ostatní druhy vytápění okrajově a dopodrobna se věnují tomu ,,svému“ druhu. Tím tendenčně podsouvají myšlenku že jinak to nejde. Stejně působí podklady projektantů a výrobců topných komponentů. Přitom kombinací jednotlivých způsobů topení a ohřevu TUV by mohlo dojít k daleko většímu úsporám jak paliv, tak i vložených investic. O snížení pracnosti přípravy paliv a provozu ani nemluvě. Přitom mnoho jednoduchých a cenově přijatelných řešení leží přímo na dlani

Příklady kombinovaného řešení: Máme dva návrhy teplovodní soustavy, etážovou a podlahovou. Vlastník RD má na výběr. Nikdo už mu nenabídne kombinaci obou. Přitom jedna může doplnit druhou a tím lze dosáhnout úspor. **Vyberu jako hlavní etážovou**. Podlahové topení se zredukuje v řídkého topného hada v podlaze, který bude pouze sloužit k předehřívání. Čeho dosáhnu? Odstraním nevýhodnou vlastnost podlahového topení-stoupání prachu. Není to hlavní zdroj tepla a teplotu podlahy zvýším jen o pár stupňů. Tím se zvýší tepelná pohoda a místnost stačí vytápět na 21 °C místo na 23 °C. Z odborné literatury vím: „Přetápění RD o 1 °C vede ke zvýšené spotřebě paliva o 5%!! Co získám a co ztratím? Mohu si dovolit osadit radiátory menšího výkonu-ušetřím. Musím položit topné hady do podlahy a udělat další rozvody-musím investovat (v současnosti asi 2000Kč za místnost). Ušetřím 5% paliva za rok. Mohu ale jít dál. Teplo do podlahy stačí tzv. nízkoteplotní. Zde právě mohu dokonale využít teplo přídavného výměníku kondenzačního kotle, nebo podlahu vytápět slunečním kolektorem. V době přechodného období to bude stačit na úplné vytápění RD. Touto dodávkou tepla ušetřím dalších 5-10% paliva. Při úspoře 15% paliva za rok bude návratnost nákladů za redukované podlahové topení splacena za cca 2 roky!

Druhým příkladem může být spojení topení tepelným čerpadlem se zařízením se slunečními kolektory, kdy kolektory používáme k ohřívání zásobníku vody pro výměník tepelného čerpadla. Potom dojde, oproti topení pouze sluncem ke zmenšení akumulační nádrže desetinásobně. Tepelné čerpadlo začne pracovat s vyšším topným faktorem, tím můžeme použít čerpadlo nižšího výkonu, které je lacinější a kolektory zároveň slouží k ohřevu TUV po celý rok. V tomto případě se již dostáváme do reálných parametrů technického řešení, ke snížení nákladů na pořízen, i když návratnost se stejně blíží hranici 15 let .

Třetím příkladem může být připojení akumulační nádrže ke kotlům jak je zmiňováno výše.

Takových to řešení nabízí literatura mnoho. Je s podivem, jak málo se v praxi využívají. Je to dáno provázaností projektantů, výrobců a dodavatelských firem, kteří prosazují jen to své řešení. Pouze vlastník RD, který se seznámil s danou problematikou, dokáže projektanty přinutit k větší kreativitě a dotlačí je k vypracování skutečně efektivního řešení.

Závěr:

Účelem této práce je právě toto základní seznámení s danou problematikou, a pokud alespoň přivede k zamyšlení a navede ho ke změnám a úpravám svého topného systému a k úsporám tepla, pak má práce bude úspěšná. Co se týče masovějšího rozšíření užití obnovitelných zdrojů energií pro vytápění RD jsou nám technici a výrobci hodně dlužni. Při návrhu vytápění RD je nutno postupovat individuálně, nelze najít universální řešení. Musíme vždy brát zřetel na klimatické podmínky, umístění stavby a dosah zvoleného paliva atd. K tomu jsou potřeba rozmanité komponenty, aby bylo možno navrhnout optimální řešení. Trh je prozatím chudý a malé série výrobků udržují vysoké ceny.

Proto jsou ve využití obnovitelných zdrojů pro vytápění RD stále veliké rezervy .

Přibližný výpočet tepelných ztrát

Stačí vypočítat vnitřní objem místností a vynásobit jej daným koeficientem.

tabulka koeficientů

Umístění místností	Možnost ochlazování	Tepelné ztráty W/m^3
rohová s 1 oknem		
nad nevytápěnou místností	shora ochlazovaná	40-50
	shora chráněná	30-50
nad vytápěnou místností	shora ochlazovaná	35-55
	shora chráněná	30-45
rohová se 2 okny		
nad nevytápěnou místností	shora ochlazovaná	45-70
	shora chráněná	40-60
nad vytápěnou místností	shora ochlazovaná	45-65
	shora chráněná	35-50
vnitřní		
nad nevytápěnou místností	shora ochlazovaná	35-45
	shora chráněná	35-50
nad vytápěnou místností	shora chráněná	30-40
koupelna		
v obvodové místnosti		60-80
koupelna ve vnitřní místnosti		40-60
předsíň		15-30
schodiště		20-35

Celková tepelná ztráta RD bude dána součtem tepelných ztrát jednotlivých místností.

Energetické bilance jednotlivých domů

STARÝ DŮM

Pochází z první poloviny minulého století, stavěn je z cihel nebo vepřovic.Izolace proti vlhkosti buď žádná nebo už lety nefunkční. Stropní izolace obilné plevy nebo násyp škváry. Od té doby nebyl nikdy zateplen. Typický představitel zástavby našeho venkova.

Spotřeba tepla	**135**	**GJ/rok**
Druh paliva	**Spotřeba paliva/energie**	**Kč/rok**
Hnědé uhlí-klasický kotel na uhlí	13636,4 kg	31364
Černé uhlí-klasický kotel na uhlí	10625,7 kg	41972
Koks-klasický kotel na koks	7917,9 kg	45924
Palivové dřevo-zplyňovací kotel	12328,8 kg	11096
Dřevěné brikety-zplyňovací kotel	10285,7 kg	38057
Dřevěné pelety-kotel na pelety	8585,1 kg	32623
Štěpka-kotel na štěpku	13500 kg	18900
Zemní plyn-kondenzační kotel	38870 m^3	40895
Propan-kotel na propan	3255,1kg	87235
Elektřina akumulace-akum. kamna	39473,7 kWh	54244
Elektřina přímotop-elektrokotel	39473 kWh	71913
Tepelné čerpadlo	12500,0 kWh	23352

STARŠÍ DŮM

Pochází ze 70-80 let minulého století, stavěn je z modernějšího voštinového cihelného zdiva nebo škvárových tvárnic. Dobře zaizolován proti vlhkosti asfaltovými lepenkami. Střešní izolace minerální vlnou. Velké prosklené plochy z obyčejných dřevěných oken.

Spotřeba tepla	**100**	**GJ/rok**
Druh paliva	**Spotřeba paliva/energie**	**Kč/rok**
Hnědé uhlí-klasický kotel na uhlí	10101,0 kg	23233
Černé uhlí-klasický kotel na uhlí	7870,9 kg	31090
Koks-klasický kotel na koks	5865,1 kg	34018
Palivové dřevo-zplyňovací kotel	9132,4 kg	8219
Dřevěné brikety-zplyňovací kotel	7619,0 kg	28190
Dřevěné pelety-kotel na pelety	6359,3 kg	24165

Štěpka-kotel na štěpku	10000,0 kg	14000
Zemní plyn-kondenzační kotel	2879,3 m^3	30293
Propan-kotel na propan	2411,2 kg	64619
Elektřina akumulace-akum. kamna	29239,8 kWh	40180
Elektřina přímotop-elektrokotel	29239,8 kWh	53269
Tepelné čerpadlo	9259,3 kWh	17298

NOVÝ DŮM

Tento dům byl postaven v roce 2000 a splňuje všechny současné požadavky. Konstrukce jsou dobře izolované a zateplené. Byla použita moderní okna s izolačními skly, ale jde o typový projekt, který nebyl nijak optimalizován.

Spotřeba tepla	**54**	**GJ/rok**
Druh paliva	**Spotřeba paliva/energie**	**Kč/rok**
Hnědé uhlí-klasický kotel na uhlí	5454,5 kg	12545
Černé uhlí-klasický kotel na uhlí	4250,3 kg	16789
Koks-klasický kotel na koks	3167,2 kg	18370
Palivové dřevo-zplyňovací kotel	4931,5 kg	4438
Dřevěné brikety-zplyňovací kotel	4114,3 kg	15223
Dřevěné pelety-kotel na pelety	3434,0 kg	13049
Štěpka-kotel na štěpku	5400,0 kg	7560
Zemní plyn-kondenzační kotel	1554,8 m^3	16941
Propan-kotel na propan	1302,0 kg	34894
Elektřina akumulace-akum. kamna	15789,5 kWh	23377
Elektřina přímotop-elektrokotel	15789,5 kWh	29028
Tepelné čerpadlo	5000,0 kWh	11654

NÍZKOENERGETICKÝ DŮM

Tento dům byl navržen ve spolupráci týmu odborníků a jeho parametry byly pečlivě spočítány. Má mimořádně kvalitní konstrukce a používá systém řízeného větrání. Pro návrh celého domu byla použita optimalizace projektu, která umožňuje upravit projekt na míru jeho obyvatelům.

Spotřeba tepla	**22**	**GJ/rok**
Druh paliva	**Spotřeba paliva/energie**	**Kč/rok**
Hnědé uhlí-klasický kotel na uhlí	2222,2 kg	5111

Černé uhlí-klasický kotel na uhlí	1731,6 kg	6840
Koks-klasický kotel na koks	1290,3 kg	7484
Palivové dřevo-zplyňovací kotel	2009,1 kg	1808
Dřevěné brikety-zplyňovací kotel	1676,2 kg	6202
Dřevěné pelety-kotel na pelety	1399,0 kg	5316
Štěpka-kotel na štěpku	2200,0 kg	3080
Zemní plyn-kondenzační kotel	633,4 m^3	7478
Propan-kotel na propan	530,5 kg	14216
Elektřina akumulace-akum. kamna	6432,7 kWh	11183
Elektřina přímotop-elektrokotel	6432,7 kWh	14111
Tepelné čerpadlo	2037,0 kWh	7033

Výpočet roční spotřeby tepla a paliva
Roční spotřeba tepla: vypočteme ze vztahu

$$E_r = 3,6 \cdot 24 \cdot e \cdot Q_c \cdot \frac{d\left(t_{ip} - t_{ep}\right)}{t_{ip} - t_{eo}}$$

E_r.....roční potřeba tepla v MJ
Q_c..... tepelná ztráta v kW
3,6.....koeficient převodu kW~MJ
24.....počet hodin za den
d ..... počet dnů vytápění (tabulka klimatických vlivů)
t_{ep} ..... průměrná venkovní teplota v otopném období (tabulka klimatických vlivů)
t_{eo} ..... venkovní oblastní teplota (tabulka klimatických vlivů)
t_{ip} ..... průměrná vnitřní teplota-zpravidla 19,5 °C
e..... opravný součinitel vyjadřující různé provozní vlivy

$$e = e_1 \cdot e_2 \cdot e_3 \cdot e_4$$

e_1.....součinitel vyjadřující nesoučastnost výpočtových hodnot tepelné ztráty Q_c
jehož hodnota se pohybuje v rozmezí 0,7-0,9 (pro RD uvažujeme 0,8)
e_2..... součinitel zvýšení vnitřní teploty ve srovnání s teplotou výpočtovou .
Zvýšení o 1°.....1,07
2°.....1,14
3°.....1,2
e_3..... součinitel vyjadřující regulační vlastnosti vytápěcí soustavy (tabulka vlivu regulace)
0,85-1,2 ..... čím přesnější regulace tím vyšší koeficient
e_4..... součinitel snížení vnitřní teploty v noci anebo v nepřítomnosti uživatele; volí se 0,9

Tabulka klimatických vlivů (výtah)

Místo	teo (°C)	otopné období	
		tep (°C)	d (--)
České Budějovice	-15	3,4	232
Hradec Králové	-12	3,9	208
Ostrava	-15	3,6	219
Praha	-12	4	216

Roční spotřeba paliva: vypočteme ze vztahu

$$B_r = \frac{E_r}{\eta_K \cdot \eta_R \cdot H_U}$$

B_r ..... palivo potřebné za rok v kg nebo m^3 a elektrická energie v *kWh*

η_K ..... účinnost kotle

tuhá paliva..... 0,65-0,70

plynná paliva 0,78

el. akumulační zdroj.....0,95

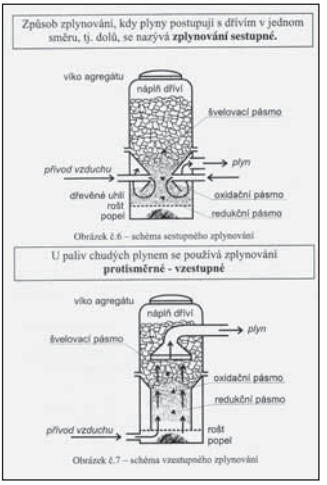
η_R ..... účinnost rozvodů teplé vody

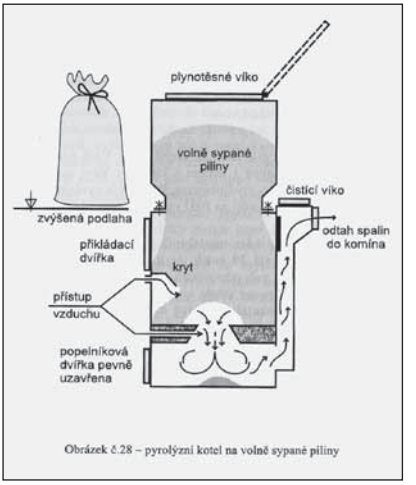
etážové topení 0,98

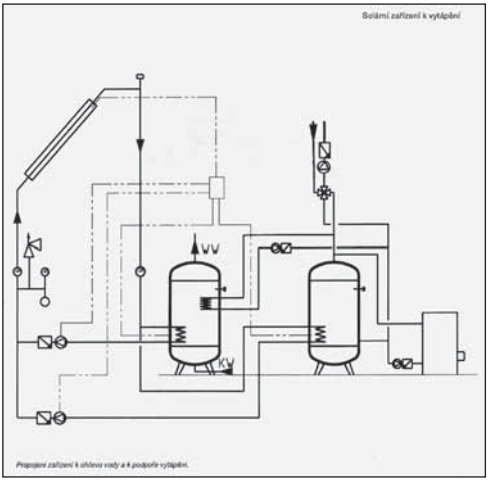
otopná soustava se zdrojem tepla v kotelně domku..... 0,96

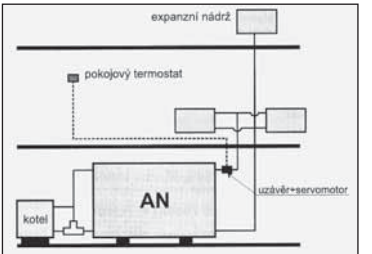
H_U ..... výhřevnost paliva v *MJkg*$^{-1}$ nebo *MJm*$^{-3}$, pro el. energii má hodnotu 3,6 a současně má význam koeficientu pro převod *MJ* na *kWh*.

Praktická řešení z literatury:









Obrázek č.4 – otopný systém s vyrovnávací nádrží

Příklady využití solárních kolektorů v praxi, které jsem si mohl osobně prohlédnout.

MICHAL HANUŠ, NORBERT LOKVENC, PETRA NAVRÁTILOVÁ, PAVEL ZÁKRAVSKÝ
SPŠ, Hostovského 910, Hronov, KRÁLOVÉHRADECKÝ KRAJ

REALIZACE VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY

Větrné elektrárny jsou čistý zdroj energie. Pomáhají snížit příspěvek ke globálním změnám klimatu i závislost na cizích zdrojích. Vytvářejí nová pracovní místa a mohou představovat významný zdroj příjmů pro obce

Česká republika ve využívání větrné energie zaostává. Díky garantovaným výkupním cenám obnovitelné elektřiny se však i u nás stavba větrných elektráren na mnoha místech začíná připravovat.

Větrné elektrárny nelze postavit všude a každý projekt je potřeba pečlivě posoudit. Podmínkou je splnění přísných kritérií ochrany přírody a krajiny a právo místních občanů plně se zapojit do plánování a rozhodování o stavbě.

Proč potřebujeme větrné elektrárny?

Větrné elektrárny vyrábějí čistou energii bez exhalací,odpadů a krajiny zdevastované uhelnými doly. Pomohou snížit rekordní emise oxidu uhličitého, a přispívají tak k odvrácení změny světového podnebí. Emise exhalací oxidu uhličitého, skleníkového plynu jsou hlavní příčinou globálních změn podnebí. Vědci se shodují,že budou mít za následek stále častější extrémní výkyvy počasí – vlny horka a sucha,nebo naopak přívalové deště a povodně či vichřice.Povedou ke zvednutí mořské hladiny a zatopení hustě osídlených pobřežních oblastí zejména v chudých zemích.

Atomové reaktory zase každoročně vyrobí tuny vysoce radioaktivních odpadů, které se musejí bezpečně izolovat od okolního prostředí na sto tisíc let – což zatím nikdo nedokáže. Jaderná energetika také přináší riziko jaderných nehod. Světové zásoby fosilních paliv i uranu se ztenčují a neobnovují se. Lidstvo v nepoměrně kratším čase vyčerpává energetickou konzervu, která se pod zem ukládala desítky milionů let. Vítr je nám naopak k dispozici zdarma a v nevyčerpatelném množství. Společně s ostatními obnovitelnými zdroji energie nabízí řešení palčivých problémů současné energetiky.

Co nás vedlo k postavení větrné elektrárny

- Využít VE k ohřevu vody v bojleru.
- Ušetřit peníze za elektřinu.
- Ověření praktické stavby v domácích podmínkách.
- Lokalita

Využít VE k ohřevu vody v bojleru

Přeměna elektřiny na teplo je nejefektivnější v domácím využití. Voda je dobrý akumulátor tepla. Ohřeji ji a můžu s ní dále pracovat jako s jakoukoli teplou vodou.

Ušetřit peníze na elektřinu

V dnešní době je cena elektřiny / energie vysoká a v budoucnu se bude dále zvyšovat. Tak proč neulehčit peněžence tím, že budeme ohřívat vodu elektřinou z VE nebo ze slunečních kolektorů.

Ověření praktické stavby v domácích podmínkách

V domácích podmínkách lze postavit cokoli. Tak proč ne VE. To byl takový hnací motor, abychom dokázali, že lze postavit funkční VE, která bude sloužit.

Lokalita

Bydlím na kopci. Větrno tu je celý rok a síla větru je dostatečná. Kolem dokola nemám žádné sousedy.

Kritéria a podmínky provozu VE

- Stálé větrné podmínky s dostatečně silným větrem.
- Neměnné počasí.

VE jsou konstruovány s různým počtem listů, zpravidla tří. Ovšem pro větší výkon jsou vhodné dvou nebo jedno listé, to závisí na rychlosti a síle větru v dané lokalitě.

Rotor je zvolen tří listý z kormidla vrtulníku MI 17. Tyto vrtule jsou konstruovány na velký kroutící moment a jsou stavěné na náhlé změny směru proudu vzduchu. To je pro větrnou elektrárnu dost podstatné plus. Při silném větru stačí, aby se vítr tzv. stočil a vrtule nápor větru nevydrží, ulomí se nebo rozlomí listy a ohrozí tak okolí. Vrtule je jako závit šroubu, který se zašroubovává do náporu větru.

Další podstatnou záležitostí jsou otáčky rotoru, při jakých bude pracovat. S tím souvisí jaký bude potřeba alternátor (dynamo) na výrobu elektřiny. Otáčky vrtule jsou dány náklonem lopatek, čím menší úhel, tím je potřeba na roztočení větší síla větru na rozběh na dosažení jmenovitých otáček. Naopak pokud je úhel větší, tak na roztočení je potřeba slabší vítr, ale lze odebírat určitý výkon při těchto otáčkách. Náklon se dá měnit zatím pouze za klidu, centrálním šroubem. Do budoucnosti se plánuje odstředivý regulátor náklonu.

Výška VE

Naše VE pracuje ve výšce cca 6 m, ideální výška by byla kolem 10 m. Do budoucnosti plánujeme prodloužit stávající sloup.

Rychlost větru je v různých výškách jiná, měří se v 10 m nad zemí a je znázorněn v povětrnostní mapě, kterou vydává Český hydrometeorologický ústav, kde jsou znázorněny nejvhodnější lokality na výstavbu VE. Pokud potřebujeme zjistit rychlost větru v jiné výšce. Použijeme přepočtovou tabulku.

Síla větru

Před samou stavbou jsme prováděli měření. Postavili si anemometr. Jako měřící jednotu jsem použil tachometr z kola. Pro výpočet obvodu jsem uvažoval vzdálenost do středu lopatek. Na jeho ocejchování jsme si půjčili ze sportoviště profesionální anemometr a vyladil ten náš. Odchylka po celodenním měření byla asi 2%, což je dostatečné. Průměrná naměřená rychlost byla 6-8 m/s. Pro plný výkon VE by bylo vhodné 10 m/s.

Jak jsme stavěli větrnou elektrárnu

Samotná stavba začala 14. ledna 2005. Na obrázcích je vidět, jak stavba pokračovala. Stavba pokračovala v rámci možností. Nejdříve bylo nutno postavit základnu, na které bude rotor, domeček (slouží k uložení hřídele v kuličkových ložiskách) a kormidlo. Zespoda je přivařena roura o menším průměru než bude stožárová truba. Hřídel vrtule je použit ze zemědělského stroje. Na obou stranách je ukončena tzv. vícehranem. Příruba je zajištěna pojistným kroužkem proti vytažení z vícehranu. Na ní je přidělán rotor, jež má uvnitř šroub na centrální natáčení lopatek a je zajištěn matkou.

Kormidlo je z hliníkového plechu o velikosti 80 x 100 cm. Praxe ukázala, že je moc velké, a tak jsme ho zmenšili na rozměr 60 x 80. Je upevněno na otočném závěsu, který bude sloužit ke sklopení kormidla a tím odstaveni celé VE. Tento závěs je přišroubován k ocelové desce a domečku.

Na ocelové desce je zespoda přivařen kus kruhu z ocelové truby, který slouží pro vymezeni vůle mezi přírubou na stožáru a VE. Mezi nimi je axiální ložisko. Celé to je jištěno proti vytažení 4mi ocelovými šrouby zašroubovanými z boku do ocelového kruhu .

Alternátor pro výrobu elektrické energie je použit z autobusu, který byl převinut na 3x 220V při 1500 ot (na nižší otáčky nelze, obsahuje málo drážek pro vynutí). Na hřídeli alternátoru je v součinnosti dynamo, které budí alternátor. Převod mezi rotorem a alternátorem je 1:5. Lepší řešení je umístit alternátor na stejnou hřídel, co je umístěn rotor => potřebovali bychom buď vysoké otáčky nebo nízkootáčkový alternátor (jeho velikost by byla mnohem větší než stávajícího, je to způsobeno počtem pólových dvojic). Tato řešení nejsou neproveditelná, ale v mých podmínkách neuskutečnitelná. Proto byl zvolen tento poměr ze zkušeností, které budou popsány dále.

Nejdříve je přišroubován domeček a sestavena příruba s rotorem (bez lopatek), potom to celé je nasunuto na zkušební rouru a nakonec sestaveny další části. Truba, na které to poběží pár týdnů, je přivařena na železný válec.

Problémy a jejich řešení, výsledky zkušebního provozu

Špatné vyvážení kormidla vůči rotoru.
Velká plocha kormidla a moc vzdálené od osy otáčení VE.
Rezonance kormidla.
Malá plocha lopatek

Řešení problémů:

Lopatky původního rotoru mají malou plochu. Jejich plochu jsme zvětšili připevněním hliníkového plechu. Ten je přišroubován šroubky, které jsou protaženy skrz lopatky. Počet je všude stejný. Ovšem nastal problém. Lopatky byly sice vyváženy staticky ovšem dynamicky ne. Tento problém jsme vyřešili různými statickými měřeními hmotnosti v určitých bodech lopatek. Náběžná hrana plechu se zalepila transparentním silikonem.

Vyvážení kormidla vůči rotoru jsme provedli tak, že jsme plochu kormidla zmenšili na rozměr 60 x 80 cm a vzdálenost od osy otáčeni byla také zkrácena a kormidlo umístěno na výšku. Do kormidla se přenáší zvuky - převážně tření. Aby kormidlo nerezonovalo, plynem jsme přilepili pásky „ipy“ z obou stran, ta pohlcuje vibrace kormidla a ty se nepřenáší do okolního vzduchu.

Problémy byly odstraněny a elektrárna opět jede ve zkušebním provozu. Elektrárnou zatím napájíme 3 x 150 W žárovky. To abychom zjistili, jestli funguje, jak jsme si představovali.

Pokračující práce na VE

V polovině dubna 2005 jsme započali se stavbou stožáru na VE. Stožár bude vysoký cca 6m, je použita silnostěnná truba o průměru 140 mm a síle stěny 7mm. Na trubě jsou přivařeny stupačky se vzájemným posunutím, vyvedená díra pro ocelové lano, výztuhy na připevnění k základní desce. Na druhém konci truby je přivařená příruba a od ní ve vzdálenosti 150 cm jsou úchyty na lana (aby nevadila lopatkám rotoru).

Základní deska má sílu 15 mm, v ní jsou vyvrtány otvory a následně vyřezány závity pro šrouby a přivařeny plechy pro sklápění sloupu. Z druhé strany jsou přivařeny výztuhy do betonu. Celá tato konstrukce je vysoká asi 1 m. Když byly tato práce připraveny, bylo nutné vyzkoušet nanečisto sklápěcí mechanismus. Poté bylo potřeba vykopat díru pro základ. Byla vykopána hlubší (lepší než malá).

Sloup se přišrouboval k základní desce. Pomocí lan jsme sloup zvedli a ukotvili ocelovými lany. Zvedalo nás asi 6 lidí. Sloup se vyrovnal do svislé polohy. Takto vyrovnaný a zafixovaný lany se zabetonoval. Spotřebovali jsme asi 5 koleček betonu. Ten se nechal tvrdnout asi 8 týdnů.

Poté co, beton dostatečně vytvrdil, se sloup sklopil lany přes pant, který byl pro tento účel připraven. Nasadila se deska s domečkem a zajistila se 4mi šrouby proti vytažení. Zároveň se prostrčil kabel a ocelové lano na odstavení VE. Namontoval a zapojil se alternátor, kormidlo a lopatky. Úhel lopatek se nastavil podle rysek. Na zvednutí celé ustrojené VE se pozvali známí, jelikož jeřáb sem není jak dostat. Stavělo asi 12 lidí. Elektrárna váží i s konstrukcí sloupu cca 200 kg, tak zvedaní nebylo žádná hračka. Po větší námaze se nám podařilo toto zařízení zvednout.

Pro odstavení VE je zkonstruován mechanismus tzv. „zlomení elektrárny", přičemž dojde k vychýlení kormidla o 90°, kde je použito ocelové lanko, které je uchyceno u kormidla přes kladku, svedeno do středu sloupu a staženo asi metr nad zem. Zde je páka, která při běhu elektrárny je postavena do svislé polohy a při odstavení se sklopí dolů a zajistí proti tahu tří pružin uchycených na kormidle. Aby se lanko neprodřelo, je nahoře i dole přes hranu sloupu vedeno v trubce a řádně namazáno.

V poloze odstavení VE je vrtule a kormidlo v rovnoběžné ose. V praxi to znamená, že osa rotoru je kolmo k větru.

Elektrárna je natřena „vagónovou zelenou" už jen z důvodu, aby splynula s krajinou a nehyzdila ji.

Elektrárna v provozu

Po roce provozu se musí udělat určité úpravy VE, jedná se o:

Úpravu generátoru.

Znamená to vyměnit stávající alternátor s externím buzením za alternátor s permanentními magnety či za dynamo. Alternátor je buzen dynamem v součinnosti a tím není buzen stejnoměrně, i když dynamo dává napětí již při malých otáčkách, tak alternátoru to nestačí a potřebuje vyšší napětí. Pakliže by byl alternátor buzen externím zdrojem (baterií, ze sítě), dával by výstupní napětí již při malých otáčkách. Ale to by bylo nošení dříví do lesa.

Vyrobení spotřebičů, které budou odpovídat parametrům VE.

Záměr je vyrobenou elektrickou energii napájet elektrická tělesa v bojleru. Aby byla účinnost VE co nejvyšší, je zapotřebí postavit regulaci, která bude postupně připojovat / odpojovat tyto topné spirály v závislosti na aktuálním výkonu VE.

Dořešení centrálního náklonu lopatek.

Tím by se reguloval výkon rovnoměrně na aktuálních otáčkách a síle větru. Nejlepší řešení je, vyrobit centrální regulaci.

Zvýšení výšky VE.

Toto povede k přínosu z hlediska proudů vzduchu. Přeci jenom tato dosavadní výška není ideální. Vzduch musí překonávat překážky ať se jedná o stromy, domy či jiné překážky, proud vzduchu se za nimi točí a vytváří víry, které snižují sílu větru a tím využitelnost větru, ale i ohrožují samotnou VE. Hlavně rotor.

Dynamické vyvážení rotoru.

Vibrace, které způsobuje, nemusí být tím, že nejsou lopatky dynamicky vyváženy, ale tím, že jedna z lopatek je natočena na jiný úhel něž ostatní dvě. V praxi to znamená, že se o ni tře vítr, který by měl být dávno za lopatkou. Vezmeme-li stěnu vzduchu silnou na jedno otočení rotoru. V ideálním natočení lopatek bude rozdělena na 3 stejné „výseče", ovšem v našem případě nebude. A tím, že obsahy výsečí nebudou stejné, tak i namáhání lopatek nebude stejné a ostatní dvě budou dorovnávat rozdíl obsahů výsečí => brzdění elektrárny.

Tato elektrárna slouží k vyzkoušení teoretických znalostí v praxi. K jejímu úplnému dokončení a najetí do podmínek, které chceme, je ještě daleko. V tomto roce chceme vylepšit elektrárnu. Také jsme chtěli dokázat, že větrná elektrárna jde postavit i v domácích podmínkách.

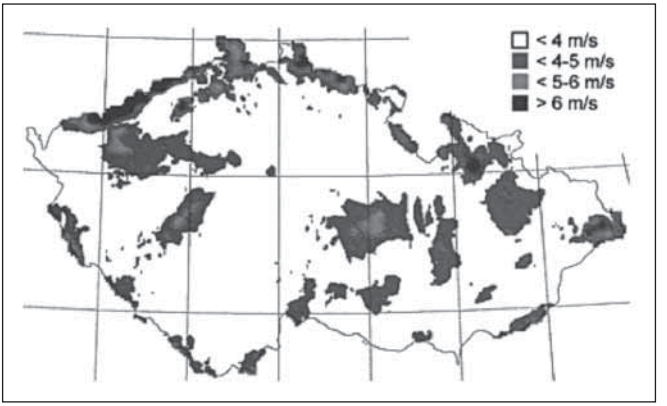
Předpokládaný výkon, který bychom chtěli využívat, je 1kW. Až se dosáhne tohoto výkonu, budeme realizovat další zvýšení výkonu VE..

Technické údaje:

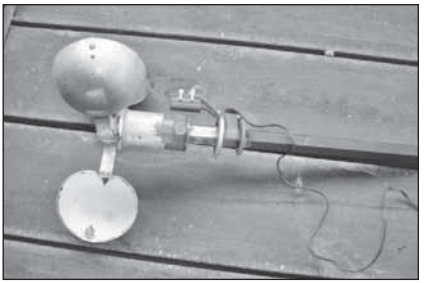
Výška	cca 6 m
Průměr rotoru	3m
Celková hmotnost	cca 200 kg
Vzdálenost od kormidla k rotoru	cca 1.5 m

Obrazová příloha

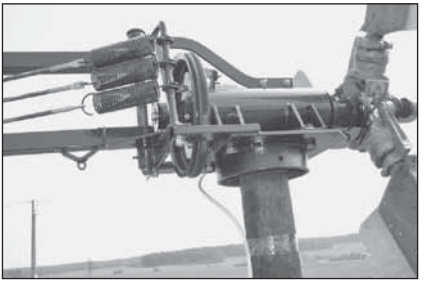
obrázek 1. Povětrnostní mapa ČR
obrázek 2. Doma vyrobený anemometr
obrázek 3. Uchycení rotoru na přírubě
obrázek 4. Kormidlo, sklápěcí mechanismus
obrázek 5. Sklápěcí mech., domeček, rotor
obrázek 6. Upevnění
obrázek 7. Rotor, dynamo + alternátor
obrázek 8. Zkušební provoz VE
obrázek 9. Podstavec do betonu
obrázek 10. Sklápěcí mechanismus
obrázek 11. Zkouška sklápěcího mechanismu
obrázek 12. Zkouška sklápěcího mechanismu
obrázek 13. Zkouška sklápěcího mechanismu
obrázek 14. Ukotvení sloupu
obrázek 15. Odstavená VE
obrázek 16. Celkový pohled
obrázek 17. Celkový pohled



Obrázek 1.



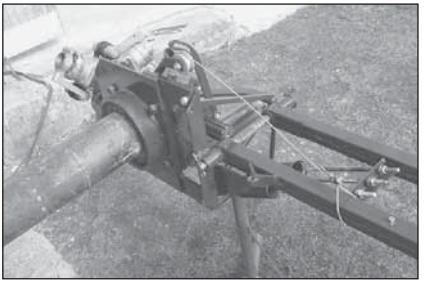
Obrázky 2. a 3.



Obrázky 4. a 5.

Obrázky 6. a 7.

Obrázky 8. a 9.



Obrázky 10. a 11.

Obrázky 12. a 13.

Obrázek 14.

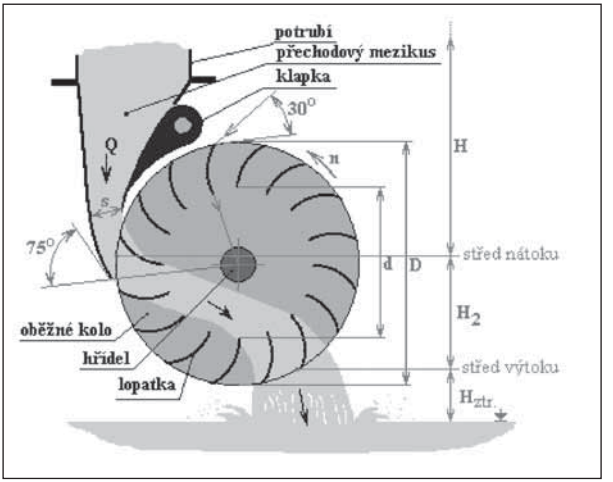
Obrázky 15, 16. a 17.

TOMÁŠ KUDLÁČEK, SOŠ elektrotechnická a strojní a SOU, Do Nového 1131, Pardubice, PARDUBICKÝ KRAJ

VODNÍ ELEKTRÁRNA PADRTY

Úvodem se zabývejme Bánkiho turbínou, podstatou mého projektu

(Teoreticky vynalezena australským inženýrem A.G.M. Mitchelem v r.1903, pro praktické použití ji dopracoval maďarský profesor D. Banki v r. 1918, její další vývoj je spojen zejména s firmami Ossberg, Cink a ČKD Turbo Technics s.r.o.) Typově se jedná o příčně dvojnásobně protékanou turbínu s parciálním ostřikem. Která na prvním dostředivém průtoku pracuje přetlakově nebo mezně, druhý odstředivý průtok je pouze rovnotlaký. Účinnost 78 až 84%.



Legenda:

- H..... činný spád [metry]
- H_2..... spád v kole [metry]
- H_{ztr} ..... výška nad spod.vodou [metry]
- D..... vnější průměr kola [mm]
- d ..... kružnice na níž končí lopatky [mm]
- dh ..... průměr hřídele [mm]
- k_{ld}..... poměr délky L k průměru D
- $k_{ostř.}$ ..... poměr otevření štěrbiny s k průměru D
- n ..... otáčky turbíny [ot./min.]
- lop. ..... počet lopatek [ks]
- c_1 ..... vstupní rychlost vody do lopatek [m/sec.]
- a ..... plocha štěrbiny [m²]

spád [m]	průtok [ltr./sec.]
(min.1)	(min. 0,5)
2 až 30	20 až 2000
(max. 200)	(max. 9000)

- s..... jmenovité otevření štěrbiny [mm]
- L ..... délka štěrbiny [mm]
- L1 ..... délka lopatky [mm]
- R ..... poloměr zakřivení lopatek [mm]
- Q..... jmenovitý průtok [ltr./sec.]

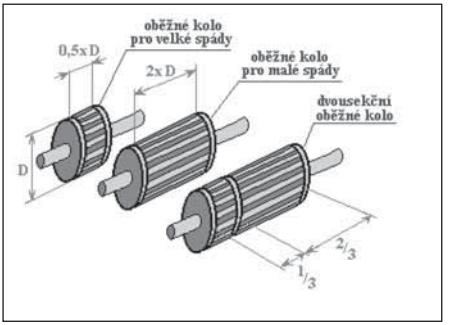
PRINCIP TURBÍNY

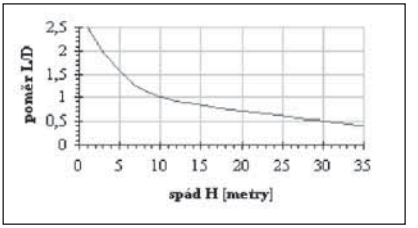
Voda je přiváděna k turbíně potrubím, kruhového průřezu. Před turbínou je umístěn mezikus, který mění kruhový průřez na obdélný. Na konci tohoto vstupního dílu je umístěn regulační orgán, nejčastěji klapka. Ve štěrbině mezi zakřivenou stěnou a klapkou se celý spád vody přetransformuje na pohybovou energii. Voda vstoupí tangenciálně do oběžného kola hustě osazeného dlouhými lopatkami. Lopatky se snaží odklonit směr tekoucí vody do středu kola k hřídeli. Změna směru způsobí předání energie oběžnému kolu. Při prvním průtoku lopatkami se turbíně předává asi **79%** z celkového výkonu. Vlivem souběhu mezi rychlostí vody a otáčením kola nemíří vytékající parsek na hřídel turbíny, ale mine jej volným zavzdušněným prostorem. Potom vstoupí do lopatek na protější straně lopatkového věnce. Voda je opět přinucena změnit směr a předává lopatkám další díl své energie, odpovídající **21%** z celkového výkonu turbíny. Po opuštění lopatkového věnce volně vytéká pod oběžné kolo. Plně je využitý spád **„H“**, částečně i spád **„H_2“**. Výškový rozdíl mezi oběžným kolem a spodní hladinou **„H_{ztr}“** je spád ztracený.

Použití: Tato turbína má velmi široké využití. Vyhoví zejména na malých tocích, všude tam, kdy by jiný stroj (s plným ostřikem) vycházel malý a choulostivý. Turbína je však vhodná pouze tehdy, kdy je její průměr nejméně **5x...10x** menší, než spád **„H“**. Nevýhodou je část ztraceného spádu (to lze řešit savkou). Nehodí se tam, kde hrozí vzestup spodní vody. Je ideálním motorem na lokalitách, kde bylo v minulosti instalováno kolo na horní vodu a někdy i tam, kde byla (v důsledku módního trendu ve dvacátých letech minulého století) instalována Francisova turbína. Charakteristika Bánkiho turbíny je plochá a vykazuje dobrou účinnost v rozsahu od 30 do 100% plnění.

U turbíny dvojsekční (při poměru sekcí 1/4 ku 3/4) dokonce jen do **8%** plnění. Je velmi jednoduchá na výpočet a výrobně snadno realizovatelná i v amatérských podmínkách. I při drobných nepřesnostech dává zaručený výsledek. Nevyžaduje použití žádných speciálních materiálů, běžně vyhoví i obyčejný plech. Výrazně okysličuje vodu. Je snadno a rychle regulovatelná. Mimo uzavírací orgám je tato turbína podstatně méně citlivá na nečistoty, než turbíny s dostředivým průtokem. Je odolná proti abrazi pískem. Změna jejího zatížení má pouze nepatrný vliv na průtok. Běh bez zatížení ji nevadí. Není náchylná ke kavitaci. Ložiska jsou mimo vodu, takže je možno pracovat i s pitnou vodou bez nebezpečí jejího znečištění. Hřídel není nutné těsnit (pokud není použita savka). Turbína se může točit bez vody a neklade odpor - to je výhodné na přečerpávacích elektrárnách a při kombinování více turbín k jednomu generátoru kdy se nemusí spojkou odpojovat. Vhodnou volbou šířky kola nebo dělením do více sekcí ji lze téměř libovolně přizpůsobit hydrologickým podmínkám lokality.

Rozměry: Pro stanovení rozměrů turbíny je nejdůležitější zvolit vhodný poměr mezi šířkou **L** oběžného kola (délkou lopatky) a jeho průměrem **D**. Tento poměr **L/D** nazveme součinitelem **k_{ld}**, je omezený pevností lopatky a proto je závislý na velikosti spádu.





Na obrázku je vidět v jak širokém rozsahu se může šířka měnit. Pokud není návrh turbíny něčím omezen a lopatky nejsou nějak zvlášť vyztuženy, je vhodné řídit se následujícím grafem:

Postup výpočtu:

- Na levé straně grafu odečtěte hodnotu součinitle $\mathbf{k}_{ld}$ pro konkrétní provozní spád.
- Ze spádu **H** se vypočítá vstupní rychlost vody $\mathbf{c}_1$:

$$\mathbf{c}_1[\mathrm{m/sec.}] = 0,98 \times \sqrt{19,81 \times \mathbf{H}[\mathrm{metry}]}$$

- Tuto rychlost $\mathbf{c}_1$ spolu s požadovanou hltností stroje **Q** dosaďte do dalšího vzorce a získáte plochu štěrbiny **a**:

$$\mathbf{a}\left[\mathrm{m}^2\right] = \frac{\mathbf{Q}[\mathrm{ltr./sec.}]}{1000 \times \mathbf{c}_1[\mathrm{m/sec.}]}$$

- Z této plochy a, součinitele $\mathbf{k}_{ld}$ (z grafu) a součinitele ostřiku $\mathbf{k}_{ostř.}$ vypočítáte největší otevření štěrbiny s. Součinitel ostřiku můžete zvolit. Dříve se používalo **0.05...0,1**, současné moderní turbíny používají ostřik až **0,3**. (Pro amatérskou výrobu však doporučuji zlatou střední cestu o hodnotě **0,2.**):

$$\mathbf{s}[\mathrm{mm}] = 1000 \times \sqrt{\frac{\mathbf{a}\left[\mathrm{m}^2\right] \times \mathbf{k}_{ostř.}}{\mathbf{k}_{ld}}}$$

- Ze získaných hodnot vypočítáte vnější průměr oběžného kola **D**:

$$\mathbf{D}[\mathrm{mm}] = \frac{\mathbf{s}[\mathrm{mm}]}{\mathbf{k}_{ost.}}$$

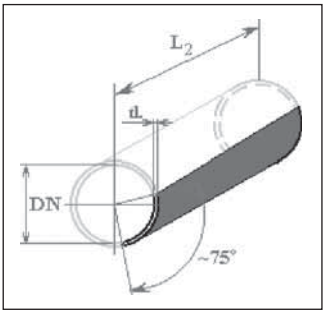
- Následně vypočtěte vnitřní průměr $\mathbf{d}_2$ na kterém končí vnitřní hrana lopatek:

$$\mathbf{d}[\mathrm{mm}] = \mathbf{D}[\mathrm{mm}] \times 0,66$$

- Štěrbina bude mít délku **L**:

$$\mathbf{L}[\mathrm{mm}] = \mathbf{D}[\mathrm{mm}] \times \mathbf{k}_{ld}$$

... vlastní lopatka a tedy i vzdálenost mezi disky oběžného kola $\mathbf{L}_2$ by měla být o **5** až **15 mm** větší.
Lopatka se většinou vyrábí jako podélný výřez z trubky:



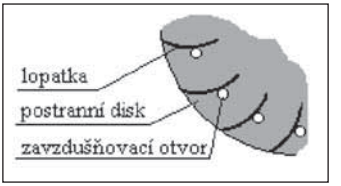
Světlost DN této trubky (vnitřní průměr) se vypočítá z vnějšího průměruoběžného kola turbíny **D**:

$$\mathbf{DN}[\mathrm{mm}] = 0,326 \times \mathbf{D}[\mathrm{mm}] - 2 \times \mathbf{tl.}\ [\mathrm{mm}]$$

V praxi se použije nejbližší typizovaný rozměr trubky. Síla stěny **tl.** se pohybuje od **3,5** do **8 mm** podle délky lopatky a jejího namáhání.

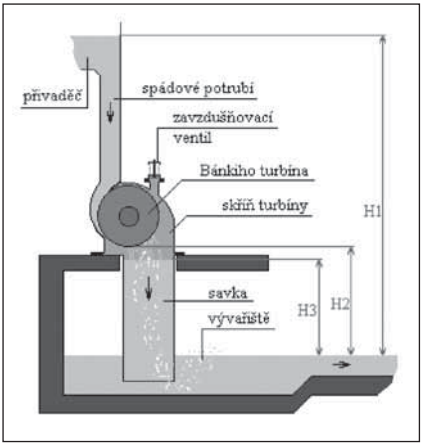
Konstrukční detaily:

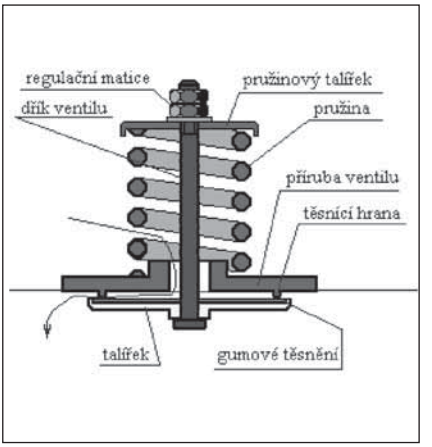
- Vůle mezi kolem a nátrubkem je **2..3 mm**.
- Voda je do kola naváděna po zakřivené stěně (evolventa nebo rádius) tak, aby v okamžiku vstupu svírala s kolmicí vedenou od okraje kola do středu hřídele úhel **75°**. Totéž platí pro tvar klapky.
- Minimální počet lopatek je **28 ks**, ale doporučuje se **32 ks**. Pokud se předpokládá častý provoz při malém průtoku, pak až **36 ks**.
- Náběžná hrana lopatky je přiostřená a svírá s tečnou úhel **30°**.
- Výstupní hrana lopatky je taktéž přiostřená a míří přesně do středu hřídele.
- Do disků je vhodné vyvrtat otvory, jimiž se na odvrácenou stranu lopatky nasává vzduch: Omezí se tím podtlak při odtržení vodního proudu a sníží nebezpečí kavitace. Význam to má však pouze u úzkých oběžných kol a při velkých spádech.



- Dlouhé lopatky bývají uprostřed zesíleny prstencovitou výztuhu z kulatiny o průměru **10...16 mm**, která spojuje na obvodu všechny lopatky a je k nim přivařená.
- Pokud nevadí rozstřik, nemusí být turbína kapotována, pokud ano, bývá skříň společná s prostorem přívodní štěrbiny a je opatřena jedním nebo několika čistícími otvory.
- Oběžné kolo se otáčí ve skříni volně, prostor je zavzdušněn.
- Pokud pracuje turbína bez savky volně do odpadu, není prostup hřídele ze skříně utěsněn, jen opatřen odstřikovými kroužky, aby voda nestékala po hřídeli do ložisek.
- Je-li použita savka, má čtvercový nebo obdélný průřez. Její spodní konec musí být zanořen do odpadního kanálu a pod ní musí být dostatečně velké vývařiště. Turbína musí mít hermeticky utěsněný hřídel. Provozem turbíny postupně vzniká v savce podtlak, hladina v savce stoupá vzhůru. Vzniklý rozdíl hladin $\mathbf{H_3}$ se přičítá ke spádu **H** a zvyšuje výkon turbíny.

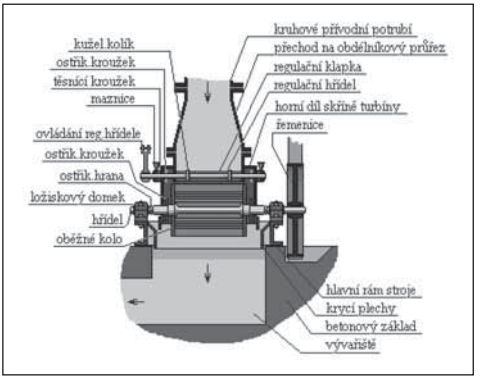
Na skříni turbíny musí být zavzdušňovací ventil, který samočinně vpustí do turbíny vzduch, když v savce vznikne tak velký podtlak, který zdvihl hladinu v savce až úplně k oběžnému kolu. Hlídá, aby se oběžné kolo nikdy ne-

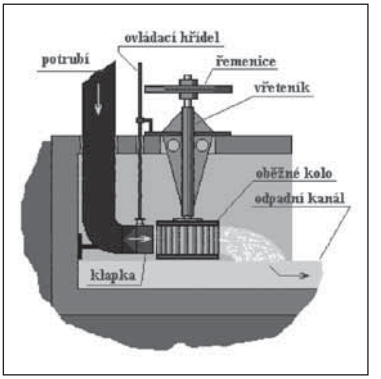




brodilo ve vodě (i když i to se testuje). Doporučuji však v každém konkrétním případě výpočtem prověřit, zda je použití savky natolik přínosné, aby vyvážilo složitost řešení. Pokud ji přesto použijete, pokuste se raději umístit turbínu co možno nejníže. Vyhnete se tak zbytečným problémům s těsněním, velkých rozdílů tlaku a s kavitací.

- Bude-li pracovat turbína na velmi proměnném toku, je vhodné její oběžné kolo rozdělit na dvě různě dlouhé sekce. Při pohonu jednoho generátoru se dělává rozdělení v poměru $^1/_3$ a $^2/_3$ s tou podmínkou, aby délka větší sekce vyhovovala součiniteli $\mathbf{k}_{ld}$ pro daný spád **H**. (Druhá, která je poloviční této podmínce samozřejmě vždy vyhovuje.) Každá sekce má svou samostatně ovládanou klapku. Při plném průtoku pracují obě půlky turbíny současně. Jakmile vody ubývá, přivírá se nejprve úzká klapka, tak dlouho, až je malá sekce zcela uzavřena a pracuje pouze velká. To nastane při **66%** hltnosti **Q**. Při stále klesajícím průtoku se začne zavírat i širší sekce.
- Jakmile dojde k jejímu uzavření asi na polovinu, zavře se úplně a současně se zcela otevře malá sekce. To se odehraje, když průtok poklesne na **33%** hltnosti **Q**. Veškerý zbývající průtok převezme úzké kolo turbíny, protože široké při uzavření klapky začalo pracovat s horší účinností. Malou sekci je možno stále uzavírat až do hodnoty **16%** jmenovité hltnosti **Q** celé turbíny. Při tomto zavření poklesne už účinnost turbíny natolik, že je lépe vodu akumulovat a pracovat v cyklickém režimu.
- Průtok do turbíny se běžně reguluje klapkou. Ta může být v nejjednodušším případě jednozvratná. Tento systém je vhodný pro všechny amatérské konstrukce a nižší hodnoty ostřikového součinitele $\mathbf{k}_{otř.}$. Navíc má výhodu v tom, že je klapka v oblasti svého kořene snadno těsnitelná gumovou lištou. Voda se klapku snaží velkou silou otevřít a při větších spádech je ji nutno vyvážit závažím. Profesionální konstrukce používají k regulaci klapku dvojzvratnou, která vyvažování nepotřebuje nebo ji zastupuje segmentový uzávěr. Starší turbíny používaly deskovité regulační hradítko, ale turbína s ním má nižší účinnost.
- Turbína se většinou staví jako horizontální. Názorný průřez touto turbínou jasně ukazuje, že se skládá ze základového rámu, na kterém jsou našroubovány ložiskové domky a který přesně přiléhá na otvor v podlaze. V ložiskách se otáčí svařenec hřídele s oběžným kolem opatřený i soustavou ostřikových kotoučů bránících, aby se voda nedostala do ložisek. Shora na rámu sedí skříň, která kryje oběžné kolo a zajišťuje správný směr nátoku vody do oběžného kola. Její součástí je i hřídel s regulační klapkou. Průchod hřídele není u klapky těsněn. Pryžový ostřikový kroužek pouze omezuje přímý vstřik vody a nečistot do ložiska hřídele, těsnící kroužek uvnitř pouzdra brání vnikání vody. Aby bylo možno nasadit vlastní skříň na oběžné kolo, jsou v ní po straně výřezy až k její spodní hraně.





Při použití nízké hodnoty součinitele $\mathbf{k}_{ld}$ není vyloučena její vertikální montáž. Tím je generátor dobře chráněn před zvýšenou spodní vodou. Takto řešenou turbínu není nutno kapotovat.

Pro spády menší než 2 metry se Bánkiho turbína většinou nestaví. Výkon oběžného kola limituje pevnost nepodepřené délky lopatky a ohyb hřídele. Větší průtok je nutné rozdělit na více strojů nebo použít přetlakové turbíny s velkou hltností.

Řídící systém pro MVE Padrty (Investor Klečka, Erben)

Při výstavbě vodní elektrárny na přehradě Seč v letech 1941 až 46 byla součástí stavby i vyrovnávací nádrž Padrty pro vyrovnávání průtoků v řece Chrudimce při provozu špičkové vodní elektrárny.

Technické parametry

Hráz nádrže je zemní sypaná s korunovým přelivem z kamenného zdiva bez přemostění. Na výpusti z nádrže je vybudována malá vodní elektrárna provozovaná soukromou firmou. Provozovatelem nádrže je Povodí Labe,a.s. Hradec Králové, závod Pardubice.

Tabulka základních údajů

Typ hráze	gravitační sypaná zemní
Maximální výška hráze nad základovou spárou	8,00 m
Délka hráze v koruně	111,00 m
Šířka hráze v koruně	3,00 m
Šířka v patě hráze	26,00 m
Sklon návodního líce	1 : 1,5
Sklon vzdušního líce	1 : 1,5
Objem hrázového tělesa	6 000 m^3
Celkový objem nádrže	115 000 m^3
Trubní výpust v pravé části	1 130 mm
Kapacita potrubí	9,10 m^3/s
Čtvercová výpust	1,40 x 1,40 m
Kapacita výpustě	16,60 m^3/s
Zděný korunový přeliv	29,6 m
Kapacita při plné nádrži	159 m^3/s

V roce 1947 byla do provozu uvedena špičková vodní elektrárna a vyrovnávací nádrž Padrty. V lednu r. 1990 tuto elektrárnu získal p. Ladislav Klečka, který se o ní stará s p. Erbenem až dodnes.

Její výkon záleží na dosavadním stavu vody v nádrži, který se neustále mění podle údajů je hráz maximálně naplněna v 9.35hod., kdy má i největší výkon a to se pohybuje kolem 45 kW pro obě turbíny, od této chvíle hladina klesá. (obr. 1.a) Na jedné turbíně byl nejdřív řetězový převod a až teď se to vychytalo a mohlo upravit. Hladina se zde hlídá s přesností 1mm pomocí počítače. Přehrada musí mít 2 výpusti, na jedné výpusti je elektrárna a na druhé jalový výtok.

Aby se s tím mohlo komunikovat, tak se udělal automat (frekvenční měnič). Z 230V se udělají elektronicky 3 fáze a pohání se s tím servomotor. Poloha uzávěru se měří indukčníma čidlama. Když nejde elektřina nebo dojde k poruše, tak se voda vypouští oknem aby byla stálá průtočnost, které je umístěno u turbíny. Je tam umístěno pravítko, které hlídá hladinu (např. 28,3) a je snímáno sondami (24mA). Tato turbína má 157otáček a dává 28-30kW (max. 50kW). Ale ráno nebo dopoledne dává jenom 3-4kW. Platí se 1,60Kč za 1kWh. Generátor má 700 otáček. Je tam umístěn servopohon – 1. fázový, který vyrábí anglická firma. (obr. 2.a)

Rozvaděč: (obr. 3.a)

- ochrana proti přepětí
- kompenzační kondenzátory
- hlavní stykač, jištění
- kompenzační stykač

Síť je chráněna přepěťovkou a každá turbína má popětí 0,9 a přepětí 1,1. Nesymetrie sítě je důležitá – Nastane-li 1.fázový výpadek, tak se rozhodí proudy a právě nesymetrie to bezpečně vypne.

Asymetrické vypouštění vody. Počítač spočítá po špičce objem nádrže a kubíky přepočítá na průtok vody. Příklad: 20. 12. 06 bylo 111524m^3 ale 19. 12. teklo o 440m^3 méně vody a to znamená, že do 21. 12. poteče o 1 mm vody méně.

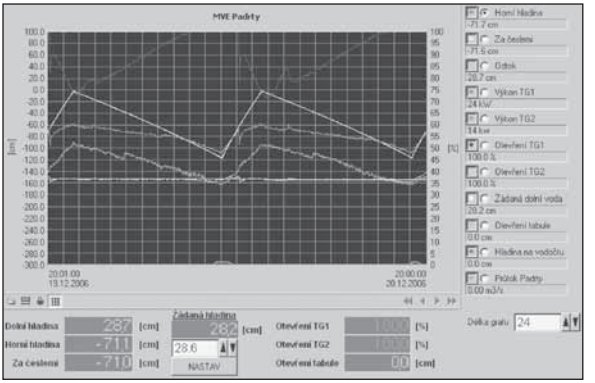
Automatickou korekci odtoku je možno ovládat pomocí počítače. Ale když by jsme nebyli přímo v elektrárně a něco se tam přihodilo, tak přijde SMS zpráva na mobilní telefon o nějaké poruše nebo problému a ten se poté může vyřešit.

Bánkiho turbína:

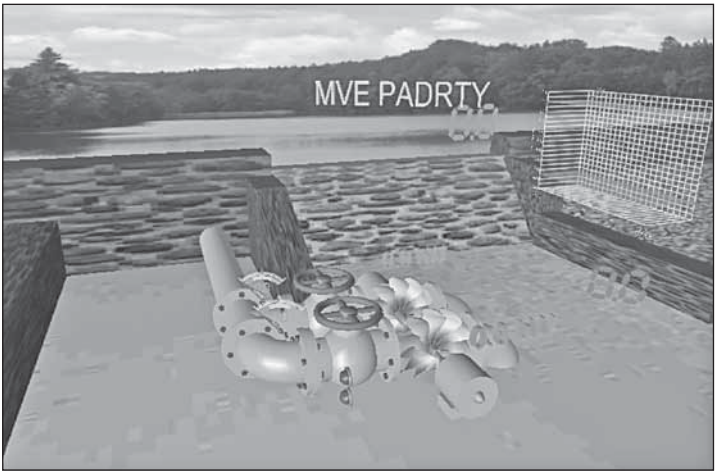
- pracuje vlastně jako motor
- nesmí se umísťovat do průtočných průtoků
- nejsou regulační

S výškou vodního sloupce se mění tlak a to znamená, že je potřeba měřit výšku spodní vody a výšku horní vody. Ta se měří na dvou místech před česlem a za česlem. Ty dva údaje by se měly shodovat. Pokud shodné nejsou, tak je to kvůli tomu, že sonda, která je za česlemi ukazuje menší vodní sloupec, protože je zacpané česlo (obr. 4.a). A elektrárna, jak odebírá vodu, tak tam vznikne takový skok a ten rozdíl už je vidět na monitoru a poté už se musí vyčistit. Sondy mají 24 mA, proudová smyčka, jeden z nejdůležitějších řídících členů.

Malá vodní elektrárna na odtoku z vyrovnávací nádrže VD Seč



Padrty – graficky:



Výhody využití vodních elektráren:

- vodní energie je obnovitelným nevyčerpatelným zdrojem energie.
- při vlastní spotřebě elektrické energie se vyhneme přenosovým ztrátám.
- při výrobě nejsou produkovány žádné škodlivé emise.
- přebytky elektrické energie lze dodávat do veřejné rozvodné sítě.

Nevýhody využití vodních elektráren:

- poměrně časově a finančně náročná předrealizační fáze.
- při stavbě nového vodního díla je nutné vynaložit poměrně vysoké investiční náklady.
- návratnost vložených finančních prostředků je závislá na využití vyrobené elektrické energii.

ZÁVĚR:

Z toho co jsem viděl, tak bych tuto vodní elektrárnu v Padrtech na řece Chrudimce zhodnotil jako velmi vyspělou a moderní elektrárnu.

Velmi jsem obdivoval, jak se hlídá hladina s přesností až na 1mm, to mě velice zaujalo a myslím si, že tohle nemá leda jaká elektrárna.

Určitě by do budoucna měli lidé také přemýšlet o něčem podobném, zejména když si všechnu práci dělali pánové Klečka a Erben sami.

A na závěr by chtěl říci, že každému koho zajímají alespoň trochu elektrárny, by se tam měl určitě podívat, protože to stojí zato.

MILAN JAROŠ, Střední průmyslová škola elektrotechnická Mohelnice, Gen. Svobody 2, OLOMOUCKÝ KRAJ

BIOMASA A JEJÍ VYUŽITÍ

1. MNOU STANOVENÝ CÍL PRÁCE

Naše rodina zvažuje koupi kotle na biomasu již delší dobu, proto jsem se rozhodl pro toto téma.

2. Co je to BIOMASA

Budu moderní a namísto do encyklopedického slovníku zabrouzdám na Wikipedii. Napíšeme-li tedy do vyhledávacího okénka Wikipedie tento pojem, rovnou se otevře stránka, na které je ve zkratce napsáno toto:

„Pojem biomasa označuje veškerou organickou hmotu vzniklou prostřednictvím fotosyntézy, nebo hmotu živočišného původu. Tímto pojmem je často označována rostlinná biomasa využitelná pro energetické účely jako obnovitelný zdroj energie."

3. BIOMASA JAKO PALIVO, TEDY BIOPALIVO

Biopaliva jsou většinou suchá paliva, která lze spalovat nebo zplynovat. V našich podmínkách jde nejčastěji o dřevo a odpadní produkty zemědělské výroby. Spalování biopaliv nezatěžuje životní prostředí a to protože nedochází k tvorbě nadbytečného CO_2 .Navíc popel vzniklý spalováním se dá použít jako hnojivo, proto můžeme říct, že spalováním biopaliv nevznikají **žádné pevné ani plynné zbytky.** Produkce surovin pro výrobu biopaliv je asi 3 a ½ krát vyšší, než jsme schopni využít, proto před námi leží nevyčerpatelný zdroj energie bez zbytků, které by mohly škodit.

Z hlediska metody výroby energie z biomasy se dnes v praxi prosazují tyto procesy:

a) Přímé spalování
b) Termochemické zpracování s cílem zvýšení kvality biopaliva (např. zplyňovaní.)
c) Biologické procesy, jako je hnití nebo fermentace, které vedou k produkci plynných a kapalných biopaliv.

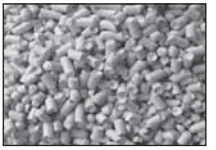
1. Rozdělení paliva

Samotné palivo se dá dělit na nespočet různých skupin. Nezařadím sem tedy všechno dělení, ale pouze podle mne důležité.

I. Základní rozdělení se dá určit již podle zdroje na

a) Získané z odpadů při průmyslové činnosti, např. sláma a piliny, nejčastěji slouží pro výrobu palet nebo briket.
b) Záměrně produkovaná paliva, jako příklad se nejčastěji uvádí v Holandsku pěstované konopí, já navíc dodám kukuřici, pšenici, slunečnici, dřevo, nebo některé traviny.

Volná návaznost na kapitolu Rozdělení paliva.
Mezi velmi často diskutovanou plodinu patří i konopí. Stránky organizace zabývající se touto problematikou **www.konopa.cz, www.verner.cz**
Výhřevnost briket je cca 18,5 MJ/kg, cena se pohybuje od 60 po 80 Kč za 15 kg, **http://www.topenidrevem.cz**


pelety

brikety

II. Podle obsahu vody

a) Suchá, hlavně dřevo, odpady z dřeva jako piliny a hobliny, sláma ...

b) Mokrá, např. kejda, bionafta nebo bioethanol.

c) Speciální, olejniny nebo plodiny bohaté na cukr, jejich využití je většinou pro získaní dalších energetických látek, jako je např. bionafta nebo líh.

III. Biomasa jako produkt a vše s ním spojené podléhá pod 5% DPH. Investice do výroby mohou být dotovány z fondů EU.

IV. Dále samozřejmě můžeme dělit paliva podle výhřevnosti, hmotnosti, kotle ve kterém bude palivo spalováno ...

V. Skupinou, která je sama pro sebe, je tzv. Bioplyn

VÝROBA ENERGIE Z BIOMASY

2. Přímé spalování

Technologie přímého spalování je nejdostupnější, nejjednodušší a také metodou s největší historií a tím i praxí. Navíc spalovat lze „skoro" vše a při „skoro" všech velikostech. Nejčastěji se spalují dřevěné zbytky nebo zbytky zemědělských produktů, jako je například sláma, čím dál tím častěji lze vidět i spalování přebytků jako pšenice, kukuřice ... Mezi nejexotičtější paliva rozhodně patří trus, každý ví o spalování toho velbloudího, ovšem nikdo neví o, pro nás mnohem dostupnějším, slepičím. V případě spalování slámy a hlavně samotného obilí, kukuřice a jiných takto drobných paliv musí kotel , v němž se palivo spaluje, být speciálně upraven. U nás největším dodavatelem těchto kotlů je společnost Verner. Při spalování biopaliv dochází, jako při každém jiném spalování, k uvolňování CO_2, ovšem množství vyprodukovaných skleníkových plynů je stejné, jako množství potřebné pro růst rostliny, navíc všechen popel lze použít jako hnojivo.

V ostatních případech jsou zbytky jako piliny, sláma nebo samotné plodiny dále zpracovávány na pelety, brikety aj. Tyto výrobky jsou určené přímo pro trh. Samy o sobě mají velkou výhřevnost a dlouho hoří. Žádný výrobce briket nezapomene připomenout, že z brikety po spálení zůstane jen minimum popela a ten je zároveň mimořádným hnojivem.

Vrátím-li se opět k metodě přímého spalování, tak hlavním nositelem energie v tomto případě je teplo, které buď to je rovnou rozváděno vodou, nebo přeměňuje vodu na páru, v ojedinělých případech ohřívá vzduch, který pohání generátor na výrobu elektrické energie.

Pro účinné spalování je zapotřebí dodávat dostatek vzduchu, spalovat při dostatečně veliké teplotě a samozřejmě ponechat procesu dostatek času. Zvláště pak se třetím bodem má spousta lidí potíže.

Rostlina z největší výhřevností je jeden z druhů šťovíku. Ten mnou zmiňovaný roste v Bulharsku a jeho výhřevnost je o 19% vyšší než u dubového dřeva. Není to moc, ale jeho hlavní výhodou je jeho rychlý růst. **www.konopa.cz**
Obrázky z **http://commons.wikimedia.org/**

ATMOS, Jaroslav Cankář a syn
Rodinná firma ATMOS byla v Čechách založena v roce 1936.

Pokud při hoření není dostatečný přívod vzduchu, hoření je neúplné, celý proces je doprovázen dýmem a zápachem, načež palivo není správně spalováno. V opačném případě, tedy je-li do kotle přiváděno více vzduchu, nežli je potřeba, není se samotným spalováním problém, ovšem přebytečný vzduch nám s sebou odnáší i teplo, které jsme nevyužili. Zároveň chci podotknout, že je lepší více než méně. (Nejen kvůli sousedům)

4. Rostliny používané jako palivo

a) Dřevo

Bezesporu nejdéle používaným a jistě nejčastěji používaným palivem je dřevo. K přímému spalování se používá nejen dřevo v polenech a deskách, ale i zbytky dřeva jako jsou hobliny, piliny nebo kůra. Zbytky se nejčastěji zpracovávají jako brikety. Vlastnosti dřeva se liší podle jeho druhu, proto doplňuji přehlednou tabulku. Hlavní nevýhodou většiny dřevin je pomalý růst, tedy jak dlouho si počkám, než budu moci rostlinu využít.

Druh paliva	Obsah vody [%]	Výhřevnost [MJ/kg]	Měrné hmotnosti [kg/m³]=[kg/plm] / [kg/prm] / [kg/prms]		
Listnaté dřevo	15	14,605	678	475	278
Jehličnaté dřevo	15	15,584	486	340	199
borovice	20	18,4	517	362	212
vrba	20	16,9			
olše	20	16,7			
habr	20	16,7			
akát	20	16,3			
dub	20	15,9	685	480	281
jedle	20	15,9			
jasan	20	15,7			
buk	20	15,5	670	469	275
smrk	20	15,3	455	319	187
bříza	20	15,0			
modřín	20	15,0			
topol	20	12,9			

b) Obilniny a jiné zemědělské produkty

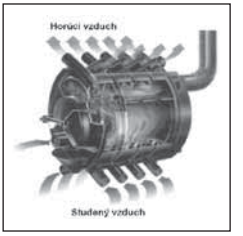
Bezesporu nejčastější z těchto produktů je zbytková sláma. Sláma může pocházet nejen z obilí, ale k našemu účelu poslouží jakákoli sláma od pšeničné po řepkovou. Dále se používají sušené rostliny (bez plodů i s plody) kukuřice, slunečnice, nebo jiných vysokých plodin. Stále častěji se ovšem můžeme setkat i se spalováním plodin a to přímo kukuřice nebo pšenice. Jak již jsem zmínil pro spalování pelet nebo zemědělských plodin je nutné mít speciálně upravený kotel.

Druh paliva	Obsah vody [%]	Výhřevnost [MJ/kg]
Sláma kukuřice	10	14,4
Sláma obilovin	10	15,4
Len - stonky	10	16,9
Sláma řepky	10	16,0
Konopí seté	10	15,3

Hodně diskutovaným palivem je také konopí. O jeho přednostech a taky nevýhodách se můžete dozvědět na, tímto tématem se dopodrobna zabývajícím, webu www.knopa.cz

5. Kotle určené pro přímé spalování

a) Kotle určené pro spalování dřeva



V posledních letech se stává velkým trendem spalování v krbu. Většina domácností si pořizuje krbové vložky nebo krbová kamna. Zvláště pak elegantním řešením jsou komplexně rozvedené teplovody, kdy teplo z krbu prochází celým, nebo alespoň převážnou většinou objektu. Tohoto elegantního řešení se docílí pomocí krbové vložky s teplovodním nebo teplovzdušným výměníkem, kdy je předání tepla ze spalin co nejúčinnější. Kvalita a cena provedení výměníků je závislá na výrobci a návrhu, popř. možnostmi, podle objektu.

Móda ekonomického vytápění ovšem nepronikla jen do domácností, ale i do kanceláří a hlavně restaurací. Místnosti s velkou kapacitou vzduchu lze kvalitně vytápět pomocí jednoduchého řešení. Kotel, který je vidět na obrázku, je velmi často vidět v restauracích a hospodách. Pořizovací hodnoty jsou pro tyto podniky přijatelné a jejich návratnost velmi rychlá. Účinnost se pomocí tohoto řešení může zvednout až na 200%

b) Kotle určené pro spalování pelet

Protože pelety jsou příliš malé na to, aby se s nimi dalo topit v obyčejném kotli, existují kotle určené přímo na tento typ paliva. Jsou to kotle moderní a mají spoustu výhod.

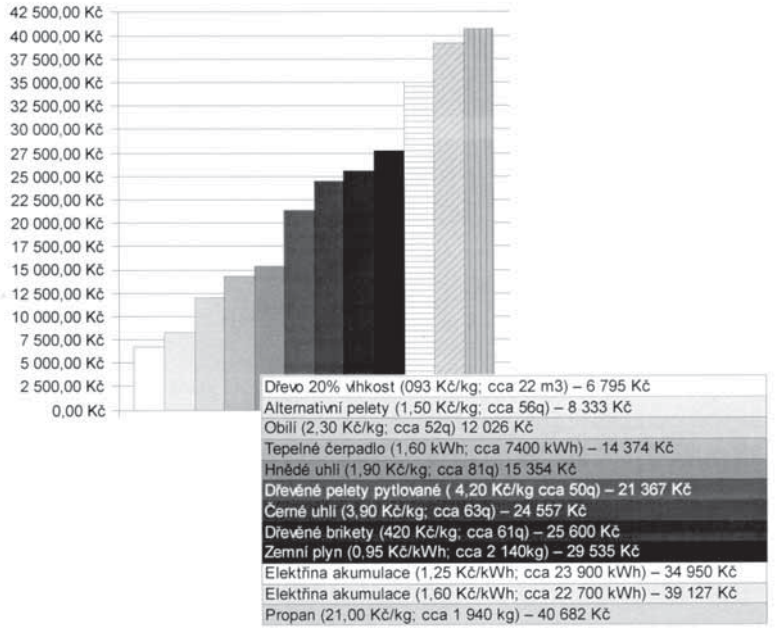
Princip tohoto kotle je velmi jednoduchý a možnosti rozsáhlé. Pomocí, nejčastěji spirálovité násypky, se pelety dopravují k hubici hořáku, kde si je kotel pomocí žhavící spirálky sám podpálí. V okamžiku, kdy zanikne potřeba topit, spirálka se vypne a pelety dohoří. Tento proces se může opakovat automaticky podle nastavené teploty na termostatu umístěném ve vytápěném objektu. Podle velikosti zásobníku a kvality pelet je doplňování zásob nutné ve frekvenci až do 14 dnů. Podobně to funguje u čištění popela.

Většinou se kotle na spalování pelet dají využít i pro spalování kukuřice nebo pšenice.

6. Duel spalovacích kotlů

	ATMOS	VERNER
Výkon	6-22 KW	7,5-23 KW
Váha	305 Kg	-
Objem vody	82 l	240 l
Doba hoření zásobníku	-	25 h
Zásobník na pelety	Externí 250 – 1000 l	-
Připojovací napětí V/Hz	230/50	-
Příkon při startu	1170	-
Příkon při provozu	170	-
Cena	cca 23 000,-	
Poznámky	Možnost varianty do 15 KW	Možnost automatického odpopelně

7. Porovnání nákladů na topení při spotřebě tepla pro středně velký rodinný dům (cca 80 GJ)



ROSTISLAV STEINER, SPŠE Mohelnice, G. Svobody 7, OLOMOUCKÝ KRAJ

VYUŽITÍ ALTERNATIVNÍHO ZDROJE ENERGIE NA SKLÁDCE KOMULNÁLNÍHO ODPADU BŘEZINKA

Jedním z největších civilizačních problémů v budoucnu bude nedostatek surovin a energetických zdrojů pro rozvoj průmyslu, ale i jiných oblastí.Velmi rychle jsou vyčerpávány tradiční zdroje energii (tj.ropa, uhlí, zemní plyn,k využívání jaderné energie je poměrně velký odpor...). Získávání elektrické či tepelné energie se tím pádem stává čím dál tím větším problémem.Přibývání obyvatel ve světě a civilizační posun směrem kupředu vede k tomu, že množství vyráběné a spotřebované energie den ke dni roste. Se stále se snižujícími zásobami surovin samozřejmě stoupá i cena produktu,a veřejnost si pomalu začíná uvědomovat, že bude muset v nejbližší době (otázka 20 – 30 let) tento problém vyřešit. Vzhledem k tomu, že společnost vyžaduje co nejekologičtější výrobu, nabízí se řešení „výroby energií z odpadu." Pochopitelně tato metoda nemůže nahradit výrobu energie úplně, ale určitě za zmínku stojí.

Touto prací bych chtěl upozornit na jednu z alternativ využití části komunálního odpadu a jednoho z hlavních produktů jeho rozkladu, metanu, k výrobě elektrické a tepelné energie.

Princip vzniku bioplynu a způsob jeho energetického využití

Bioplyn je směsný plyn, který je výsledkem rozkladu organické hmoty za přítomnosti celé řady různých mikroorganizmů, a to vše za přísně anaerobních podmínek (bez přístupu vzduchu). Názvy pro tento děj či technologii vývinu jsou různé a je jich mnoho, např. vyhnívání, fermentace, rozklad, digesce, kvašení

Ve skutečnosti nejde o nic jednoduchého a detaily jednotlivých procesů jsou ještě dnes náplní vědeckého výzkumu, i když vývin bioplynu je starý jako život na zemi sám. Bioplyn totiž vzniká při běžné činnosti organizmů a živočichů v přírodě, a to při rozkladu rostlinných a živočišných tkání, při trávení potravy převážně u přežvýkavců, při pěstování rýže...

Jestliže se na to, co předchází vzniku bioplynu, podíváme trochu vědecky, je možné tento děj rozdělit do základních čtyř stupňů.

1) Hydrolýza: V této fázi dochází k rozkladu složitých vazeb (polysacharidy, lipidy, proteiny) na vazby jednodušší, rozpustné ve vodě. Tento stupeň je intenzivní u technologií tzv. mokrých, které zpracovávají biomasu v tekuté formě (s obsahem sušiny do 14%) a méně intenzivní až nedostatečný u tzv. suchých technologiím, zpracovávajících biomasu v tuhém stavu (obsah sušiny kolem max. do 65%).

2) Acidogeneze: - zpracovává rozložené a rozpuštěné látky dále na ještě jednoduší organické látky, které známe pod pojmy kyseliny, alkoholy, CO_2 a H_2. Produkce těchto látek je závislá na složení vstupní organické hmoty, a proto se mimo jiné liší produkce bioplynu z různých materiálů. Nejdůležitější na tomto stupni je fakt, že vzniklé látky jsou nízkomolekulární a jsou schopny transportu dovnitř buňky.

3) Acetogenese - je další stupeň zjednodušení produktů předchozích stupňů až na kyselinu octovou, CO_2 a H_2. V této fázi jsou přítomny i další mikrobiální činnosti, které jsou nezbytné pro udržení správného množství vodíku, ale z pohledu množství bioplynu jsou minoritní. Za zmínku snad stojí jen bakterie, které tvoří sloučeniny síry a vodíku, tzv. sirovodík, který následně někdy omezuje možnosti využití bioplynu a činí z něj zapáchající až nebezpečný plyn.

4) Metanogenese - specifické mikroorganizmy zpracovávají produkty předcházejících fází na konečné produkty: metan a oxid uhličitý.

Směrnice Evropské unie 99/31/EC o skládkování odpadů ukládá členským státům povinnost, aby nejpozději v r. 2006 bylo množství biologicky rozložitelných odpadů ukládaných na skládky sníženo na 75% množství uloženého na skládky v referenčním roce 1995. V dalších letech pak má být toto množství ještě menší (v r. 2009 50% a v r. 2016 35%). Skládkování těchto odpadů totiž vede ke vzniku metanu, který významně přispívá ke globálnímu oteplování. Přestože Česká republika může ve splnění těchto limitů využít čtyřletý odklad, nevyhne se v budoucnu stále většímu problému, jak s těmito odpady naložit.

Podle evidence Informačního systému o odpadech vzniklo v r. 1995 na území České republiky 3,4 mil. tun tuhých komunálních odpadů. Z tohoto množství byl v r. 1995 podíl biologicky rozložitelných odpadů stanoven na 41% hmotnosti, tedy na cca 1,4 mil. tun.

Jelikož předpoklad produkce tuhých komunálních odpadů v roce 2010 činí více než 5,1 mil. tun, bude nutno vzhledem k 75 % limitu využít cca 2 mil. tun tohoto biologického odpadu.

Zvýšeného využití biologicky rozložitelných odpadů lze v zásadě dosáhnout třemi způsoby: zvýšením recyklace (papíru), fermentací, nebo v nejhorším případě spalováním směsného komunálního odpadu (není přijatelným řešením).

Nejde však pouze o dodržení směrnic Evropské Unie, ale především o životní prostředí kolem nás. Uvědomme si, že naše odpady končí na skládce umístěné někdy jen několik kroků, v lepším případě několik kilometrů od našeho obydlí. Procházka po tělese takové skládky každého chytne za srdce. Jde o umělé kopce o rozlohách i několik desítek hektarů a mocnosti několik desítek metrů. Tyto umělé kopce produkují plynné emise v podobě bioplynu,který většinou bez využití uniká a volně migruje do okolí. Bioplyn který obsahuje 60% metanu přispívá k tvorbě skleníkového efektu silou asi 21-krát větší než další běžnější skleníkový plyn CO_2.

Přínos anaerobní fermentace životnímu prostředí

Pro příklad: Farmář dělá co může, aby uživil svoji rodinu a také ostatní lidi kolem sebe. Vyrábí (vlastně pouze přeměňuje materiály v potraviny a krmivo). K tomu účelu chová dobytek a pěstuje plodiny. Po dobytku zde zůstávají exkrementy v různé podobě a po plodinách zbytky také v různé podobě. Tím, že se koncentrovala zemědělská výroba do větších celků, přinesla snížení nákladů na jednotku produkce, ale vzrostl problém právě se zbytkovým materiálem.

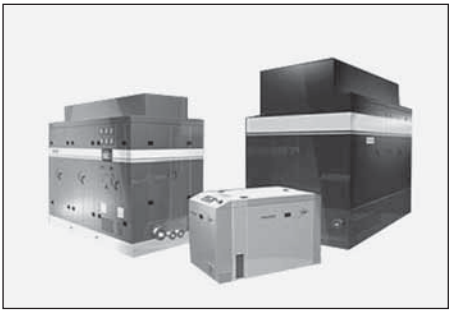
K tomuto dobrému základu můžeme přidat odpad od uvědomělého občana, který třídí odpad a rozložitelnou složku dává do speciálního kontejneru. Takto připravený substrát je potravou pro miliony bakterií, které z něj učiní několik cenných surovin. První surovinou je vyhnilý substrát, který už není ani zdaleka podobný tomu původnímu. Je to materiál z pohledu hnojivého účinku velice zajímavý a kvalitní (téměř veškeré hnojivé složky a stopové prvky zůstaly, navíc v lepší formě, než měl původní substrát).

Výčet výhod však nekončí, protože nám ještě stále zůstal bioplyn, který je velice cennou surovinou. Je významným nositelem energie. Farmář tento bioplyn spálí a přemění ho na elektrickou a tepelnou energii. Část tepelné energie využije pro udržení procesu fermentace a zbylou část pro ohřev porodny a odchovny čuníků (například). Elektrickou energii prodá rozvodným závodům, a nahradí tak část elektrické energie, která by musela být vyrobena třeba v uhelných tepelných elektrárnách. Opět přínos pro životní prostředí, protože jsme ušetřili emise skleníkových plynů nespálením odpovídajícího množství uhlí a také to uhlí nebylo třeba vytěžit, dopravit, upravit, odsířit a popel uložit. Navíc peníze za prodanou energii posílí tok peněz v okolí farmáře.

Ale bohužel technologie je opravdu investičně velice nákladná, a tak se spojí několik farmářů či investorů a ti svoje zbytky svezou na jedno místo. Na totéž místo se svezou tříděné odpady z měst obcí, zahrádkářských kolonií, údržby zeleně, luk a také průmyslu. Vznikne projekt, který přinese do kraje investice, nová pracovní místa, příliv financí, zvýšení životní úrovně...

Kogenerační jednotky jako zdroj energie

Co je kogenerace Pojem kogenerace znamená kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla. Oproti klasickým elektrárnám, ve kterých je teplo vzniklé při výrobě elektrické energie vypouštěno do okolí, využívá kogenerační jednotka teplo k vytápění a šetří tak palivo i finanční prostředky potřebné na jeho nákup.



Jak pracuje kogenerační jednotka. Elektrická energie vzniká ve všech elektrárnách roztočením elektrického generátoru pomocí turbíny. Teplo nutné k výrobě páry, která turbínu pohání, se většinou získává spalováním uhlí nebo štěpením jader uranu. Velká část tepla však není využita a je bez užitku vypouštěna do ovzduší. Jaderná elektrárna Dukovany proto pracuje s účinností 26%, JE Temelín je projektována na účinnost 32%. Účinnost výroby v tepelných elektrárnách se pohybuje kolem 30%, nejmodernější paroplynové elektrárny pak mají účinnost kolem 50%, ovšem k dalším ztrátám ve výši asi 11% dochází při transformaci a dálkovém přenosu elektrické energie.

V kogenerační jednotce vzniká elektrická energie stejným způsobem jako v jiných elektrárnách - roztočením elektrického generátoru, a to pomocí pístového spalovacího motoru. Motory v kogeneračních jednotkách jsou standardně konstruovány na zemní plyn, mohou však spalovat i jiná kapalná či plynná paliva

Teplo, které se ve spalovacím motoru uvolňuje, je prostřednictvím chlazení motoru, oleje a spalin efektivně využíváno a díky tomu se účinnost kogeneračních jednotek pohybuje v rozmezí 80 - 90 %.

Výhody kogenerace

Úspora paliva

Použití kogeneračního způsobu výroby tepla a elektrické energie představuje zhruba 40% úspory paliva. Převedeno na peníze to znamená, že za stejné množství energie zaplatí uživatel pouze 60% finančních prostředků

Ekologický způsob výroby

Protože se při použití kogeneračního způsobu výroby elektřiny a tepla ušetří asi 40% paliva, zatěžuje kogenerace z ekologického hlediska přibližně o totéž procento méně životní prostředí

Energie pro případ nouze nouzové zdroje

Kogenerační jednotky slouží často též jako elektrické energie v místech její nepřetržité potřeby

Výroba chladu

Pomocí absorpčního výměníku je vyrobené teplo možno využít i k výrobě chladu pro technologické účely nebo klimatizaci. V takovém případě se hovoří o tzv. trigeneraci, kombinované výrobě elektrické energie, tepla a chladu

Minimalizace nákladů na rozvod energie

Teplo i elektrická energie navíc vznikají v místě své spotřeby, čímž odpadají náklady na rozvod energie i ztráty tímto dálkovým rozvodem způsobené. Teplo vznikající v kogenerační jednotce je využito k vytápění budov, přípravě teplé užitkové vody nebo k přípravě technologického tepla.

Úspora nákladů na nákup energie

Ze stejného množství paliva získá přibližně dvojnásobné množství energie, z níž část může prodávat, a tím opět snižovat vlastní náklady.

4) Skládka komunálního odpadu Březinka

4.1) Popis místní situace:

Skládka se nachází v jižní části Českotřebovské vrchoviny v nadmořské výšce 420 metrů nad mořem ve vzdálenosti asi 1 km od obce Slatina. V aglomeraci 5km jsou ještě obce Březina, Korbelova Lhota, Roubanina, Horní Smržov a Březinka. Skládka je umístěna v prostoru vytěžené části povrchového lomu Březinka, v němž se dosud těží jíly pro žáruvzdornou výrobu.Majitelem a současně provozovatelem skládky i povrchového lomu je firma P-D Refractories CZ a.s,Velké Opatovice.

Skládka je určena pro ukládání TDO(tuhých domovních odpadů), TKO (tuhých komunálních odpadů) a průmyslových odpadů, navážených zejména z okresu Blansko a Svitavy.

Prostor pro ukládání odpadu je tvaru pánve. Dno skládky leží na nepropustném podloží. Dno i boky pánve jsou dále zatěsněny jednovrstvým těsněním nepropustného jílovce o mocnosti 5 m sahajícím až nad úroveň skládkovaného odpadu v souladu s požadavky norem na těsnění skládek v roce jejího vzniku (v r. 1992).

Protože od této doby došlo k zpřísnění norem zejména se vstupem do Evropské Unie a těsnící vrstva na dně nových skládek komunálního odpadu musí být dvojitá, může být skládka Březinka provozována nejdéle do července roku 2009, kdy končí výjimka pro tyto typy skládek.Následně bude skládka uzavřena, zatěsněná i z povrchu nepropustnou vrstvou a rekultivována. V současnosti ještě majitel skládky zvažuje možnost provozovat po uzavření na části povrchu skládku inertního odpadu.

V dnešní době je v tělese skládky zachytávána skládková voda, která je odčerpávána a po vyčištění v čističce odpadních vod odváděna mimo skládku. Nad vrstvou skládkové vody vzniká rozkladným procesem skládkový plyn. Z množství navážených odpadů tvoří 50 až 70% tuhý komunální odpad, který je zdrojem skládkového plynu. Obsah organické degradabilní sušiny je podle vývinu skládkového plynu odhadnut na 13 % z hmotnosti naváženého odpadu.

Informace o skládce:

Začátek ukládání	1992
Ukončení skládkování	7/2009
Průměrná roční navážka	60-80 tis. tun/rok
Do konce 2006 uloženo	cca 1,290 tis. tun
Předpoklad uložení do konce skládkování	cca 1,480 tis. tun
Průměrné množství jímaného plynu	500 – 600 m^3/hod
Mocnost skládky	cca 5 - 25m
Rozloha skládky	4ha

4.2) Způsob odplynění skládky

Skládka Březinka je v současnosti odplyňována pomocí 16 jímacích vrtů (v době návštěvy bylo v provozu 10), které jsou svedeny do dvou sběrných sítí zakončených v čerpací stanici skládkového plynu. Plyn je z tělesa skládky odsáván podtlakem, v čerpací stanici je zbaven nežádoucích příměsí (zejména síry) a odvodněn. Následně je dopravován po kompresi pod tlakem 5,6 kPa do spalovacích motorů, jenž pohání jednotlivé generátory. Provozovatel zařízení uvažuje v blízké budoucnosti ještě s výstavbou dalších 3 jímacích vrtů v neodplyněné části skládky.

Složení jímaného skládkového plynu:

CH_4	53 – 58 %
CO_2	30 – 37%
O_2	0,2 – 0,6 %
N_2	10,9 – 16,1 %

Naměřený obsah sirovodíku se pohyboval v rozmezí 23,9 – 40,4 ppm,tj. 36,6 – 61,4 mg/m^3 plynu.Teplota pod povrchem skládky (počínaje 75cm a hlouběji) se pohybuje mezi 35 a 75°C.

4.3) Kogenerační jednotky instalované na skládce

Na skládce Březinka jsou nyní provozovány 3 kogenerační jednotky TEDOM Cento T300 spalující skládkový plyn. V každém kontejneru Tedom T300 jsou umístěny dvě jednotky obsahující spalovací motor Tedom M1.2C a generátor s příslušenstvím. Majitelem zařízení je Ústav pro využití plynu Brno s.r.o.,výrobcem kogeneračních jednotek je firma Tedom z Třebíče. Majitel skládky, firma P – D Refractories, vystupuje v procesu jako dodavatel paliva.

Proces kogenerace s využitím skládkového plynu není dokonalý, protože jednotky Tedom vyrábí pouze elektrickou energii,zatímco tepelná energie,pro níž doposud nebylo nalezeno využití,uniká bez užitku do okolí.

Maximální výkon 3 kogeneračních jednotek napojených do veřejné sítě je 780kW/h, teplo, které je možno odebírat z chladiče motoru, chladiče oleje, chladiče kompresoru a z ohřátých výfukových plynů představuje výkon až 1380kW/h. Výroba elektrické energie v kogeneračních jednotkách je i tak velkým přínosem pro životní prostředí, protože zamezuje úniku skládkového plynu s obsahem metanu kolem 60% do ovzduší. Dosahované parametry pro obsah škodlivin v exhalovaných spalinách jsou nižší, než přípustné hodnoty v 1 m^3 spalin podle platných předpisů.:

Emisní limity kogenerační jednotky	
NO_x	500 mg/Nm^3
CO	650 mg/Nm^3
Nemethanové C_xH_y	150 mg/Nm^3

Elektrárna na spalování skládkového plynu pracuje v automatickém bezobsluhovém režimu s možností dálkového kontrolování důležitých parametrů provozu a dálkové regulace, vypínání a spouštění. Tento provoz umožňuje řídící počítač, který zaznamenává a uchovává všechny důležité údaje z provozu a je napojen na řídící centrum provozovatele.Provozovatel vykonává pouze běžnou údržbu zařízení a případně regulaci parametrů provozu, které nelze regulovat na dálku. Větší údržby a opravy zařízení provádí výrobce zařízení Tedom Třebíč.

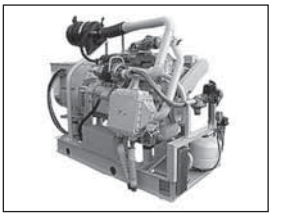
4.4) Technická specifikace kogenerační jednotky Tedom T 300

Kogenerační jednotka Tedom T300 se řadí mezi stroje velkých výkonů na bázi plynových motorů, které vycházejí ze vznětových vozidlových motorů. Toto blokové uspořádání jednotky obsahuje soustrojí dvou motorů a generátorů, kompletní tepelné zařízení jednotky včetně tlumičů výfuků a protihlukových krytů. Vše je umístěno na společném rámu ocelové konstrukce. Řídící a silový elektrický rozváděč je mimo kogenerační jednotku ve zvlášť vybudovaném velíně v bezprostřední blízkosti kogeneračních jednotek.

Základní technické údaje jednotky T300

Maximální elektrický výkon	260	kW
Maximální tepelný výkon	460	kW
Účinnost elektrická	35,4	%
Účinnost tepelná	50,9	%
Účinnost celková	86,3	%
Vstupní tlak bioplynu	2 – 10	kPa
Spotřeba skládkového plynu	0,878	m^3/kWh

Motor:
K pohonu jednotky je použit spalovací motor Liaz (Tedom) M 1.2 C, výrobek firmy Škoda-Liaz (Tedom) Jablonec nad Nisou.



Základní technické údaje motoru:

Počet válců	6	-
Uspořádání válců	V řadě	-
Vrtání, zdvih	130 x 150	Mm
Zdvihový objem	11940	Cm^3
Stupeň komprese	11:1	-
Pracovní otáčky	1500	Min^{-1}
Spotřeba oleje min/max	0,3/0,7	g/kW
Maximání výkon motoru	163	kW

Generátor:
Zdrojem elektrické energie je jednoložiskový synchronní alternátor LSA 46.2L6, výrobce Leroy Somer, Francie

Základní technické údaje generátoru:

Jmenovitý výkon	250/200	kVA/kW
Fázový posun	0.8/1	-
Účinnost v pracovním bodě	95	%
Zapojení statorového vinutí	Do hvězdy	-
Maximální pracovní teplota	40	°C
Napětí	400	V
Frekvence	50	Hz
Jmenovité otáčky	1500	Min^{-1}
Krytí	IP21	-

Připojení kogenerační jednotky do veřejné sítě

Připojení je provedeno silovými vodiči ze svorek rozváděče jednotky na vývod hlavního rozváděče.Tento vývod je jištěn proti zkratu pojistkami o ½ stupně vyššími než je jmenovitá hodnota proudu generátoru.

Pro stanovení jmenovitého proudu generátoru je hodnota fázového posunu uvažována:

Pro soustrojí vybavená synchronními generátory se podle údajů výrobců generátorů účiník může pohybovat v rozmezí 0,8 – 1,a to jak v kapacitní, tak v induktivní oblasti. Pro stanovení nominálního proudu je tedy

brána hodnota fázového posunu jako 0.8, i když ve většině případů se tato hodnota pohybuje v rozmezí 0.95 – 1. Řídící systém zákazníkovi umožňuje nastavit si požadovanou hodnotu fázového posunu na svorkách generátoru pomocí volně přístupného parametru.

Elektrické ochrany a jejich funkce

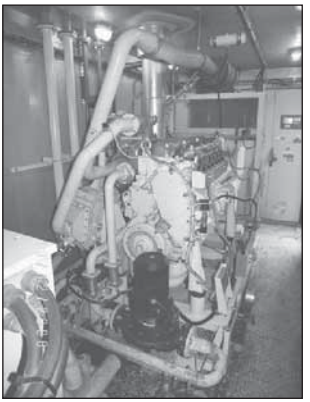
Pro dodržení parametrů dodávané energie a zajištění odstavení soustrojí v případě výpadku sítě jsou rozváděče jednotek vybaveny ochranami. Tyto ochrany zabraňují průniku napětí do rozvodné sítě v případě, že je tato síť odpojena.

Druh ochrany	Nastavení
Nadproudová - tepelná	Jmenovitý proud jednoky Im
Zkratová - magnetická	5xIm časově nezávislá
Přepěťová - digitální	110% (235V),zpoždění 0,1s
Podpěťová – digitální	90% (207V)zpoždění 0,1s
Frekvenční – digitální	+/-2% (51/49Hz)Zpoždění 0,1s
Napěťová nesymetrie	+/-10%Ujm (jmenovitého napětí) Zpo. 0,1s
Vektorová – digitální	8°
Zpětná wattová – elektronická	-5% Pjmen, Zpoždění 5 – 10 s
Otáčková ochrana - digitální	115% jmenovitých otáček

Pozn.: Všechny ochrany jsou osazovány v počtu 1ks na rozváděč

Ovládací část:

Základní součástí ovládací části je řídící systém. Toto zařízení zajišťuje plně automatický provoz soustrojí tím, že na základě sledování stavu binárních a analogových vstupů ovládá příslušné výstupy.



Mechanické provedení rozvaděče kogenerační jednotky:

Pro kogenerační jednotky osazené motory Liaz (Tedom) je rozvaděč řešen jako samostatný, skříňový volně stojící. Do výkonu 260kW včetně je silová a ovládací část soustředěna do jedné skříně,do výkonu 390 je každá z obou částí v samostatné skříni (náš případ).

Synchronní alternátor LSA 46.2 L6, výrobce Leroy Somer, FrancieMotor Liaz (Tedom) M 1.2 C

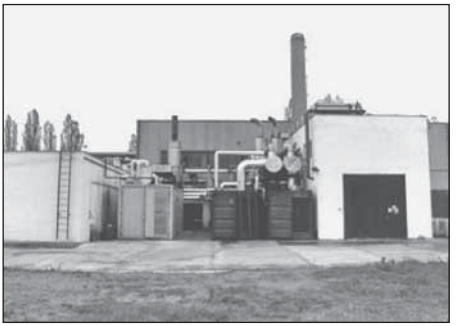
4.5) Zhodnocení provozu kogeneračních jednotek

Vzhledem k dostatečnému množství skládkového plynu uvažuje provozovatel o instalaci další kogenerační jednotky rovněž typu Tedom Cento T300. Limitující pro novou jednotku je spíš instalovaná trafostanice pro napájení do veřejné sítě o výkonu 1200 kW/h. O úspě-

chu provozovaného zařízení svědčí dodané množství elektrické energie do veřejné sítě, která v roce 2005 představovalo 4195 MWh a v roce 2006 5580 MWh. Při současné energetické politice státu, která podporuje výrobu elektřiny za pomoci kogenerace,obnovitelných a druhotných energetických zdrojů výkupními cenami el.energie kolem 2,40kč za kWh, je tento druh podnikání i při vysokých pořizovacích nákladech (cena současného zařízení na skládce Březinka kolem 22 mil.Kč + náklady na provoz a údržbu) velice zajímavý. S tvorbou skládkového plynu se přitom počítá i po uzavření skládky, kde po jejím zakrytí z povrchu těsnící vrstvou se zamezí únikům plynu do ovzduší. Křivka vývinu skládkového plynu pravděpodobně po té krátkodobě vzroste i bez dalšího navážení odpadu a postupně odezní kolem roku 2020.

Potom bude možno využít kontejnerového systému kogeneračních jednotek, které po provedené náhradě opotřebených dílů a celkové údržbě budou převezeny k využití na jinou vhodnou lokalitu.

5) Příklad kogenerace v jiné lokalitě



Jedná se o dvě největší skládky v České republice, které se nacházejí v **pražských Ďáblicích a Dolních Chabrech**. Skládkový plyn je jedním z druhů bioplynu, který vzniká rozkladem biologického odpadu na skládkách a který obsahuje vysoké procento metanu a kysličníku uhličitého. Pokud tyto plyny unikají samovolně ze skládek, stávají se původci tzv. skleníkového efektu. V našem případě dosahuje produkce bioplynu z obou skládek 2200 m^3/hod.

Jejich likvidace je tedy významným ekologickým přínosem. První kroky k využití bioplynu ze skládek v Ďáblicích a Dolních Chabrech učinila v roce 1997 společnost PDI a.s., když navrtáním jímacích studní odplynila obě skládky, svodným potrubím přivedla plyn ke kompresorové stanici v Ďáblicích a odtud dále plynovodem do **kogenerační teplárny v areálu Daewoo Avia a.s. v Letňanech.**

V teplárně byly nainstalovány 2 kogenerační jednotky o elektrickém výkonu 2 x 828 kW, 1 jednotka o elektrickém výkonu 300 kWh a plynový kotel o tepelném výkonu 12 MW. Elektřina i teplo sloužily ke krytí vlastní spotřeby areálu Daewoo Avia, část tepla se dodávala do sídliště Letňany. K tomuto účelu byl jako součást investice vybudován do sídliště teplovod.

Závěr

Myslím že nejde pouze o to vyrobit energii a spotřebovat ji.Musíme si uvědomit, že přírodu, život a svět,to vše máme jen jedno, a proto bychom měli klást důraz především na ekologii výroby,a zamezit plýtvání při spotřebě. Metoda spalování bioplynu sice nelikviduje odpad podle našich představ (jak jste se dočetli asi 13% z celkové hmotnosti),ale úplně spotřebuje nejnebezpečnější produkt skládky, metan, který ze všeho nejvíce ohrožuje ozonovou vrstvu nad našimi domovy.

A to je, řekl bych, dost podstatný fakt a podmět k tomu, aby se tento způsob rozšířil po celém území,a to ne jen naší republiky. Dříve nebo později ta doby stejně nastane, zásoby surovin budou vyčerpány, a lidem zbude jen málo možností dalšího pokračování. Ať zvážíme všechny klady a zápory, vždy bude výsledek totožného charakteru: investice do této oblasti podnikání se vyplatí. I když je tato akce dosti cenově náročná, vložené peníze se brzy vrátí. Dokud budou lidé žít, budou potřebovat elektřinu a teplo, a hlavně budou čím dál tím většími producenty odpadu.

Každý by chtěl co nejlevnější energii, každý by chtěl trávit večery spokojeně s rodinou v teple doma, skládku nikdo nechce. Není to sice údělem přírody jako takové, ale v budoucnu by mohla nastat situace, kdy se stane tento proces koloběhem a bude tak samozřejmý že, nikoho ani nenapadne uvažovat o jiné variantě. A možná i proto (bohužel) se budeme muset skládky přijmout jako běžnou součást všedního života a naučit se ji využívat tak, aby nám byla spíše ku prospěchu nikoliv, ke škodě. Poděkování: Za cenné rady a připomínky k této práci děkuji: Ing. Miroslavu Markovi, Ing. Jiřímu Janákovi (ÚVP Brno), Ing. Antonínu Královi (P – D Refractories, Velké Opatovice).

MICHAL REITTER, PAVEL HOŘAVA, CMG Prostějov, Komenského 1592/17, OLOMOUCKÝ KRAJ

SOLÁRNÍ ENERGIE

Veškerá energie na Zemi pochází ze slunce (jeho výkon je 1,744 . 10^{14} kW na celou ozářenou polokouli). Pro naše potřeby by stačilo využít jen malý zlomek této energie. Lidstvo se během staletí naučilo využívat jen část této energie, a to ve formě organického materiálu (např.

dřeva) a jeho přeměn (ropa, zemní plyn). Tímto však pokryjeme pouze 75 % své spotřeby. Tento zdroj se ale při stávajícím tempu spotřeby co nevidět stane nedostatkovým a navíc při spalování dochází ke vzniku oxidů uhlíku, síry a dusíku, prach, popílek a odpadní teplo.

Dalším často využívaným zdrojem je jádro atomů. Zde však vystává problém, kam s jaderným odpadem. Naděje lidstva se teď upírají na využití ostatní energie Slunce – Obnovitelné zdroje energie tj. energie slunečního záření, vody, větru, biomasy, geotermální a další.

Cílem naší práce je tedy informovat veřejnost o možnostech využití **sluneční energie,** naše návrhy jsou podpořeny vyhodnocením údajů získaných z praktického provozu systému na naší škole. Naší snahou je i případné vylepšení naší školou provozovaného systému **EZS-1200Wp a fototermického systému Megasun ST160ŠK**.

Shrnutí:
Tato práce se zabývá dvěma zařízeními na výrobu zelené energie, a to:
- fotovoltaickým systémem EZS-1200 Wp.
- fototermickým systémem Megasun ST160ŠK

Cílem práce je:
- popsat využití sluneční energie v podmínkách naší školy
- vyčíslit ekonomický přínos obou systémů na základě údajů získaných z praktického provozu solárních systémů
- navrhnout optimální parametry nastavení systému (výpočet „ideálního“ naklonění panelů).

Zapojení teplé vody ze slunečního kolektoru do oběhu teplé vody na naší škole

Toto zapojení má velkou výhodu v tom, že do Qadriky, která ohřívá studenou vodu na určitou teplotu (např.: 50 °C), přichází již kolektorem předehřátá voda. Tedy i při velmi malém slunečním svitu, kdy se voda v kolektoru ohřeje i o nepatrných pár stupňů (např.: o 3 °C), tento systém využívá sluneční svit maximálně. Tím, že do qadriky nepřitéká voda rovnou z vodovodního řadu (např.: 7 °C), ale o ony 3 °C teplejší, šetří nám tento systém zemní plyn, protože qadrika ohřívá vodu o méně stupňů Celsia. Teplotní čidla u kolektoru a u místa, kde voda z kolektoru přitéká do qadriky, řídící jednotka, čerpadlo a zpětné potrubí tvoří ucelený okruh. Řídící jednotka (model STX041Y00, výrobce Campini Corel, www.campinicorel.it) neustále porovnává teploty naměřené čidly. Je-li t_2-$t_1 \geq 3$ °C, řídící jednotka spustí čerpadlo, a to pracuje do té doby, než se voda o teplotě t_2 neposune okruhem do místa čidla t_1. Tento děj se neustále opakuje, tudíž je zaručeno, že do qardiky přiteče nejteplejší voda z celého okruhu. Náš systém má i tu výhodu, že řídící jednotka teploty porovnává, nejde tedy de facto o jejich číselné hodnoty, ale o jejich rozdíl (z jakékoli teploty na teplotu o 3 °C vyšší).Čerpadlo je řídící jednotkou řízeno proto, aby jeho neustálou činností nedocházelo k nechtěné cirkulaci a tím i k ochlazování vody (okruh topné vody v radiátorech).

3. Návratnost solárních systémů

Fotovoltaika je jedním z nejrychleji rostoucích odvětví na světě. Očekává se, že během relativně krátké doby budou fotovoltaické panely vyrábět dvacetinu až desetinu celosvětové potřeby elektřiny. Návratnost solárních systémů významně ovlivňuje cena fotovoltaických článků.

3.1. Slunce do škol

Slunce do škol je název programu 10.A Přílohy II. Směrnice MŽP o poskytování finančních prostředků ze Státního fondu životního prostředí ČR na opatření v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie.

Tento program byl vyhlášen ministrem Životního prostředí a ministrem Školství mládeže a tělovýchovy v listopadu 1999 a platil od roku 2000.

Na podporu alternativních zdrojů energie a na získání základních zkušeností s jejich funkcí poskytuje Státní fond životního prostředí (SFŽP) školám **90 % dotace** na jejich pořízení. Z této dotace byl financován i fotovoltaický solární systému EZS-1200Wp, instalovaný v budově CMG v Prostějově.

3.2. Návratnost fotovoltaického systému EZS-1200Wp

Celkové pořizovací náklady na fotovoltaický systém EZS-1200Wp dosáhly 441.000,- Kč, škola z této částky zaplatila 10 % tj. 44.100,- Kč.

Za předpokladu, že průměrná spotřeba elektrické energie ve škole bude odpovídat spotřebě za rok 2005, která činila 95,5 MWh a škola za ni zaplatila 178.261,- Kč, můžeme se pokusit spočítat, kdy se vrátí prostředky vložené do pořízení fotovoltaického systému.

Z dat, která jsem měl k dispozici, jsem zjistil, že dodaná energie činí 3 MWh za rok.Cena dodané energie vyjádřená v korunách je 12.000,- Kč(za předpoklad ceny 4 Kč za 1 kWh).

Systém ročně spotřebuje na svůj provoz cca 300 kWh, které reprezentují 1200,- Kč. Systém tedy ušetří ročně **10.800,- Kč.**

Výše uvedený výpočet demonstruje, že instalovaný systém se zaplatí za 4 až 5 roků v případě, že počítáme pouze s investicí, kterou zaplatí škola.

3.3. Úspornost Fototermického systému Megasun ST160ŠK

Uvedu zde demonstrační výpočet, který ukáže úspornost energie. Vezmeme - li kolektor o objemu 120 l a naplníme ho vodou o teplotě 7 °C.

a) Vypočítáme množství tepelné energie potřebné k ohřátí jeho obsahu z 7 °C na 60 °C.

b) Převedeme vypočítané množství vyrobeného tepla z kJ na Wh.

Hmotnost vody v zásobníku: m = 120 kg
Teplotní rozdíl: $\Delta t = 60 - 7 = 53$ °C
Měrná tepelná kapacita vody: c = 4,186 kJ / kgK (= 1,163 Wh / kgK)

Potřebná tepelná energie na ohřátí:
$Q = cm\Delta t$
Q = 4,186*120*53 = 26622,96 kJ = 26,623 MJ
Q = 1,163 *120*53 = 7396,68 Wh = 7,4 kWh

Úspora tedy je 7,4 kWh, což při modelové ceně 1,4 Kč za kWh činí 10,- Kč. (cena 1 m^3 je 13,- Kč, 1 m^3 = 10,5 kWh)

4. Výpočet ideálního naklonění panelů

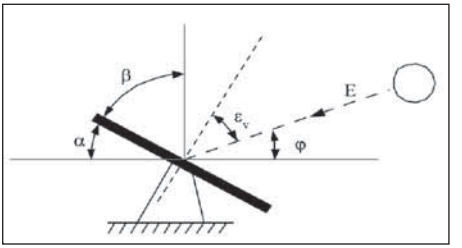
Na to, abychom spočítali ideální naklonění panelů je nutné znát koeficient atmosférické masy (AM). Hodnota AM je určena tloušťkou atmosféry a jejím složením při průniku záření, závisí i na úhlu dopadajícího záření na povrch Země, který je vzájemnou polohou Země a Slunce. Pokud úhel nazveme jako φ tak existuje rovnice:

$$AM = \frac{1}{\sin\varphi}$$

a pro maximální intenzitu záření dopadající na povrch Země zhruba platí: $E_{max} = 1353 * 0{,}7^{AM}$

Pro kolmé záření ($\varphi = 90°$) je AM = 1, což představuje téměř 1000 W/m^2. Takové podmínky jsou na rovníku (na úrovni mořské hladiny) v den rovnodennosti. Země obíhá okolo Slunce po téměř kruhové dráze s dobou oběhu 365 dní a náklon její osy od normály roviny oběhu je 23,5°. Pro úhel deklinace platí:

$$\delta = 23{,}5° \times \sin\left(2\pi \frac{n-80}{365}\right)$$



kde n je pořadí dne v roce.Vezmeme – li horizontální rovinu na povrchu Země v zeměpisné šířce ø je patrné, že maximální úhel dopadajících paprsků v n-tém dni v roce je dán vztahem:

$$\varphi_m = 90° - \phi + \delta = 90° - \phi + 23{,}5° \times \sin\left(2\pi \frac{n-80}{365}\right)$$

Pro podmínky v České republiky při ø ≈ 50° s.š. (v červnu maximální výška Slunce φm= 63,5°, v době rovnodennosti φm = 40° a v prosinci pouze φm = 16,5°).

Využitelná intenzita dopadajícího záření je pak:

$$E_{vyuz} = E_{max} \cos\varepsilon_v \cos\varepsilon_h$$

kde ε_h je odchylka od optimálního horizontálního naklonění a ε_v je lze vyjádřit jako:

$$\varepsilon_v = 90^\circ - \alpha - \varphi = \beta - \varphi$$

Shrnující rovnice:

$$E_{vyuz} = 1353 \times 0,7^{\frac{1}{\sin\varphi}} \cos\varepsilon_v \cos\varepsilon_h W / \mathrm{m}^2$$

Naklonění školních panelů je α 45°.
Náš vzorec pro výpočet je:

$$E_{vyuz} = 1353 \times 0,7^{\frac{1}{\sin\varphi}} \cos\varepsilon_v$$

φ = 40° pro jaro a podzim
φ = 16,5° pro zimu
φ = 63,5° pro léto

a) E = 1353 * $0,7^{(\sin 40)-1}$*cos 5 ; ε_v= 90°- 40° – α = 5
E = 773,85 W / m^2 což je 77,4 % z max možného výkonu. Ideální naklonění v tomto období je 50°

b) E = 1353 * $0,7^{(\sin 16,5)-1}$*cos 28,5 ; ε_v= 90°- 16,5° – α = 28,5
E = 338,68 W / m^2 což je 33,8 % z max možného výkonu. Ideální naklonění v tomto období je 73,5°

c) E = 1353 * $0,7^{(\sin 63,5)-1}$*cos –18,5 ; ε_v= 90°- 63,5° – α = -18,5
E = 861,3 W / m^2 což je 86,1 % z max možného výkonu. Ideální naklonění v tomto období je 26,5°

4. Závěr

Cílem naší práce bylo zefektivnění solárního systému na naší škole a výpočet návratnosti investic vložených do tohoto systému. Z výpočtů z oddílu 6 nám vyšlo, že fotovoltaický systém ročně ušetří 10.800,- Kč. Návratnost investice školy do tohoto zařízení je asi 4 roky, zatímco návratnost plné ceny je přibližně 44 let (Naše škola dostala dotaci na pořízení tohoto systému 90 % z plné ceny 441 000, pro soukromou osobu se běžná dotace pohybuje v rozmezí 40 – 60 %). Dalšími výpočty jsme zjistili, že je v našich silách zvýšit účinnost panelů na střeše gymnázia, pokud by se k panelům přidal jednoduchý systém na jejich horizontální manipulaci. Účinnost panelů a množství vyrobené energie by se zvedlo o 25 % v jarním a podzimním období a v zimě dokonce o 50 %. Výpočty ukazují, že ideální naklonění v našich podmínkách jsou: 26,5° ; 73,5° ; 50° (léto, zima, jaro viz oddíl 7). Dalším naším úsilím bude možná realizace našich teoretických poznatků v praxi.

Naše škola využívá solární systémy nejen k výrobě elektrické energie, ale také k ohřevu vody. Systém pro ohřev vody Megasun ST160ŠK nám při průměrné spotřebě 120 l ušetří 10 Kč.

Při vypracovávání této práce jsme si uvědomili, jak složitá je problematika obnovitelných zdrojů a nutnost propagovat větší využívání solárních systémů. Obnovitelné zdroje energie jsou, na rozdíl od fosilních zdrojů energie, schopny pokrýt potřeby celého lidstva. Do dnešní doby neměla žádná organizace ani stát odvahu vyčíslit ekologické škody způsobené spalováním fosilních paliv. Nicméně poškození je již dnes značné: znečištěné ovzduší, kontaminace půd a vod, kyselé deště atd. Je zřejmé, že lidé tato fakta (raději) nevidí a dál pokračují v devastaci svého okolí.

MIROSLAV FARKAŠ, SLÁVEK HUDEČEK, JAKUB TYL, PETR SUCHÁNEK,
Integrovaná střední škola Cheb, Obrněné brigády 6, KARLOVARSKÝ KRAJ

TEPELNÁ ČERPADLA

Vidina vleklé zimy a neustále stoupající ceny energií většinu z nás nutí k přemýšlení, jak v nadcházejících obdobích zajistíme doma nebo ve svých provozovnách příjemné teplo bez obav velkého poklesu svého finančního účtu. Zvolit pro svůj byt nebo domek nejvhodnější způsob vytápění není snadné. Podle dostupných parametrů ČEZu se vyrábí 62,62% elektrické energie tepelnými elektrárnami, 28,57% elektrické energie jadernými elektrárnami. Vodní přečerpávací provozy vyrobí 0,75%, výroba z obnovitelných zdrojů 4,10% a ostatní výroba je 3,96%.

Je to k zamyšlení – obnovitelné zdroje každoročně svůj podíl zvyšují. Proto výběr je třeba podřídit mnoha faktorům – např. lokálním přírodním podmínkám, velikosti potřebné plochy nebo finančním možnostem. Žádný z běžně dostupných způsobů vytápění není ideální. Každý má svá pro i proti. S ohledem na neustále se zvyšující ceny o získávání tepelné výhřevné energie se stále více lidí zajímá o alternativní zdroje tepla nebo o možnosti jejich kombinování s klasickým způsobem vytápění. Příroda nám nabízí alternativní zdroje energie, jako jsou vodní elektrárny, tepelná čerpadla, větrné elektrárny, solární panely atd. Náklady na jejich provoz jsou obvykle nepatrné a nepoškozují životní prostředí. Ovšem ceny těchto zařízení, jež konají určité transformace na energii tepelnou jsou dnes dosti nákladné. Na některé z nich ovšem nemůžeme spoléhat celoročně. Přes neustále se zvyšující ceny plynu, elektřiny apod., i pokud vezmeme ohled na vysoké vstupní pořizovací náklady alternativních metod vytápění, se o tyto dnes zajímá stále více populace.

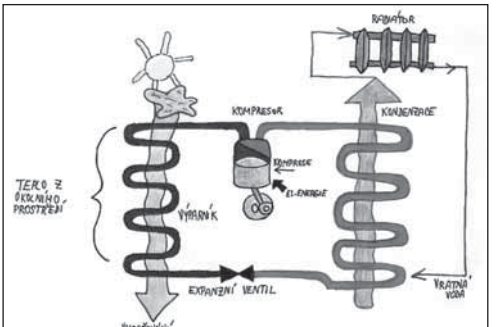
Podle statických údajů je v současné době nejoblíbenějším palivem plyn. Na trhu je široký výběr plynových topidel a kotlů vyznačující se vysokou účinností spalovaní, kvalitní regulací a v neposlední řadě šetrností k přírodě. Moderní plynové kotle nabízejí vysoký komfort topení i ohřevu vody a při správném používání také značné úspory provozních nákladů. Ovšem ve všech úhlech pohledu ceny plynu zapřít nemůžeme.

Pevná paliva mají svou tradici a díky stoupajícím cenám energií se těší stále většímu zájmu, a to zejména na venkově. Výhodná cena tuhých paliv je ovšem kompenzována náročnou obsluhou, nízkou efektivitou a nepříznivým dopadem na životní prostředí. Novinkou jsou tzv. palety, které se vyrábějí lisováním odpadního dřeva nebo rychle rostoucích rostlin, jako je šťovík, sláma apod., do formy topných briket. Hlavními výhodami elektřiny je především dostupnost, čistý a bezpečný provoz a snadná regulace. Díky vysoké ceně elektrické energie je využívána většinou jako doplňkový zdroj tepla – (elektrické kotle a přímotopy). Poměrně levný provoz mají

akumulační kamna, akumulující teplo v době provozu nočního proudu. Nastřádané teplo se postupně uvolňuje. Při průměrné spotřebě 90 gigajoulů za rok utrácí průměrná domácnost za zemní plyn 32 tisíc korun, kdežto za propan-butan 55 tisíc korun a za elektřinu do přímotopů 43 tisíc korun. Bohužel rychle stoupající cena elektřiny zdražuje dříve úsporná akumulační kamna.

2. POPIS TECHNOLOGIE

2.1. Princip tepelného čerpadla



Již v roce 1852 lord Kelvin vyslovil základ principu tepelného čerpadla. Jeho princip je založený na druhé termodynamické větě. Ta má několik částí. Tou nejdůležitější je ovšem tvrzení, že teplo se šíří vždy ve směru od teplejší ke studenější části. Na tom je založen 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 s pomocí radiátorů topí. Princip asi lze nejlépe pochopit z výše uvedeného obrázku.

Tepelné čerpadlo je jediný zdroj, který podstatnou část energie čerpá z okolního prostředí, takže při jeho provozu platíme pouze za námi vloženou elektrickou energii pohánějící jeho kompresní motor. Princip přenosu energie je vcelku jednoduchý a popisuje ho následující oběh vnitřního chladiva (média): teplo z okolního prostředí (to znamená z venkovního vzduchu o teplotě -20 ÷ +30°C nebo ze zemních vrtů nebo kolektorů o teplotě okolo 0 °C) je přivedeno do prvního výměníku tepelného čerpadla – výparníku. Zde se jeho chladivo o nízkém pracovním tlaku ohřeje. Páry chladiva jsou nasáty do kompresoru a silně stlačeny. V tomto místě tedy přidáváme elektrickou energii ze sítě. Zde vyroste silně teplota par chladiva. Horké stlačené páry jsou přivedeny do druhého výměníku – kondenzátoru, kde zkapalní, mírně se ochladí a předají tak teplo topné soustavě (radiátorům). Cyklus končí na expanzním ventilu, kde zchlazené kapalné medium prudce sníží tlak a tím se silně ochladí. A pak může zpět do výparníku převzít teplo z okolního prostředí.

Abyste lépe pochopili obsah textu, měli bychom vám vysvětlit výraz „zchlazené kapalné médium“, které je použito v předcházejícím textu. Tímto výrazem míníme původní teplonosnou kapalinu, která vcházela do radiátoru, vyzářila svou tepelnou energii do éteru, tím se vychladila a ve formě studené (vlažné) kapaliny se vrací zpětnou cestou k expanznímu ventilu, což je vlastně jednoduše znázorněno na předešlém obrázku. Ten udává všeobecnou funkci tepelného čerpadla shrnuté ve čtyři hlavní části:

1. výparník - slouží k přeměně chladiva na plyn odpařováním a zároveň odvádí teplo z chladící kapaliny do „chladícího okruhu“.

2. kondenzátor - slouží ke zpětné přeměně plynu na kapalinu, jež vstupuje jako teplonosná do radiátorů

3. expanzní ventil - redukuje tlak paliva, a tím i potřebnou teplotu, jež potřebujeme k tomu, aby mohla zpět vstupovat do výparníku a odebírat opět teplotu z okolního prostředí

4. kompresor - zvyšuje tlak chladiva, a tím i jeho výslednou teplotu

2.2. Typy tepelných čerpadel

Tepelná čerpadla vzduch / voda

Tepelná čerpadla vzduch / voda jsou vhodná do prostředí vyznačujících se teplotním rozmezím – 20 - + 30 °C. Jejich hlavní předností je výborný poměr cena / výkon a jejich univerzálnost. Venku je umístěna vnější jednotka a uvnitř objektu vnitřní jednotka. Vnější jednotka, složená z výparníku s ventilátorem, nasává vzduch, kterému odebere energii v podobě tepla, a takto ochuzený vzduch je opět vypouštěn do venkovního prostoru. Vnitřní jednotka zabezpečuje pomocí tepelné energie získané ze vzduchu výrobu topné vody a TUV.

Stabilní teplota uvnitř objektu je zajištěna automatickým elektrokotlem, který se za nižších teplot automaticky připíná. Vnější jednotka musí být umístěna ve volném prostranství s dobrým přístupem vzduchu a musí být zajištěno, aby se vyfoukávaný vzduch nevracel, protože by se vytvořila zpětná vazba, která by rapidně snižovala účinnost. Průměrný topný faktor čerpadel vzduch / voda je podobný jako u čerpadel země / voda. To je dáno tím, že na začátku a konci topné sezóny je vzduch teplejší než zem.

Výhody: Poměr cena / výkon
Univerzálně použitelné
Jednoduchá instalace
Nevýhody: Za silných mrazů nižší účinnost.

Tepelná čerpadla země / voda

V zemi je umístěn plastový kolektor ve kterém cirkuluje voda doplněná vhodnými aditivy, aby při mrazech nedošlo k jejímu zmrznutí. Tato cirkulující voda se ohřívá při průchodu kolektorem. Vodě je dodávána tepelná energie odebíraná zemi. Tu lze odebírat buďto pomocí horizontálního plošného kolektoru nebo z vertikálního vrtu. Tepelné čerpadlo země / voda se vyplatí instalovat u objektů s cca 70% tepelnými ztrátami. Instalace u 100% tepelných ztrát by znamenala rapidní zvýšení provozních nákladů a prakticky by nepřinesla žádnou úsporu.

Varianta **plošný kolektor** se vyplatí realizovat u objektu s určitým pozemkem. Jeho velikost je závislá na výkonu tepelného čerpadla a vlastnostech půdy. Čím větší je totiž vlhkost půdy, tím větší je její energetická vydatnost. Obecně platí, že na 1 kW výkonu čerpadla je zapotřebí cca 30 m^2 pozemku.

Varianta **vrt** se vyznačuje výhodou, že pro její realizaci není potřeba prakticky žádný pozemek. Tato výhoda je ovšem kompenzována zvýšenými finančními náklady, které si vyžádá realizace vrtu, jehož maximální hloubka je 100 m. V zemním vrtu je umístěn tepelný výměník ve tvaru dvojitého U. Pokud energie z jednoho vrtu nestačí, je možné odebírat teplo z více vrtů. Obecně platí, že na 1 kW výkonu čerpadla je zapotřebí cca 12m.

Výhody: Stabilní topný výkon
Úspory až 70% nákladů
Dlouhodobá životnost
Nevýhody: Vyšší investiční náklady (vrt)
Rozsáhlé pozemní práce (kolektor)

Tepelná čerpadla voda / voda

Základním zdrojem tepelné energie u těchto čerpadel je povrchová, podzemní nebo spodní voda. Pro realizaci jsou zapotřebí dvě studny od sebe vzdálené minimálně 10 m nejlépe ve směru podzemních proudů zdrojová – vsakovací studna. Z jedné studny se odebírá voda, ze které se odebere část tepelné energie při průchodu výměníkem čerpadla (výparníkem) a poté se voda zase vrací zpět studnou druhou (vsakovací).

Je-li toto možné zajistit, je tomuto tepelnému čerpadlu obvykle dávána přednost, protože vybudování zdroje není finančně nákladné (studna většinou existuje).

Ze všech tří tepelných čerpadel je tento typ nejúčinnější díky tomu, že podzemní voda si udržuje stálou teplotu cca 10°C nezávisle na podmínkách na povrchu. Toto čerpadlo může přinést až 80% úspory. Tato čerpadla jsou stejně jako čerpadla typu země / voda dimenzována na 70% tepelné ztráty objektu.

Varianta **studna** vyžaduje minimální vydatnost zdroje vody 0,5 l/s. Tato hodnota obvykle stačí u běžných rodinných domů. Vydatnost studny se ověřuje tzv. čerpací zkouškou, na základě které je vydáno hydrogeologické posouzení. Instalace zařízení je proveditelná pokud během 14 denního odčerpávání vody ze studny ponorným čerpadlem nedojde k vyčerpání studny ani k ovlivnění hladiny studní sousedních.

U varianty **řeka, rybník ...** se využívá teplo vody přírodního zdroje. Velkou nevýhodou ovšem je, že teplota vody je v sezóně dlouhodobě pod úrovní 5°C, což znemožňuje její přímé ochlazení. Proto se do koryta řeky nebo na dno velké vodní plochy umístí výměník (PE hadice). Jeho náplní je nemrznoucí směs. Toto ovšem musí povolit příslušný orgán. Kvůli své realizační náročnosti není tento systém příliš rozšířen, nicméně se jedná o výborný zdroj energie.

Výhody: Vysoký topný faktor
Krátká doba návratnosti
Nižší pořizovací náklady
Nevýhody: Malý počet vhodných lokalit
Požadavky na chemické složení

3. DŮVODY PRO POŘÍZENÍ TEPELNÉHO ČERPADLA

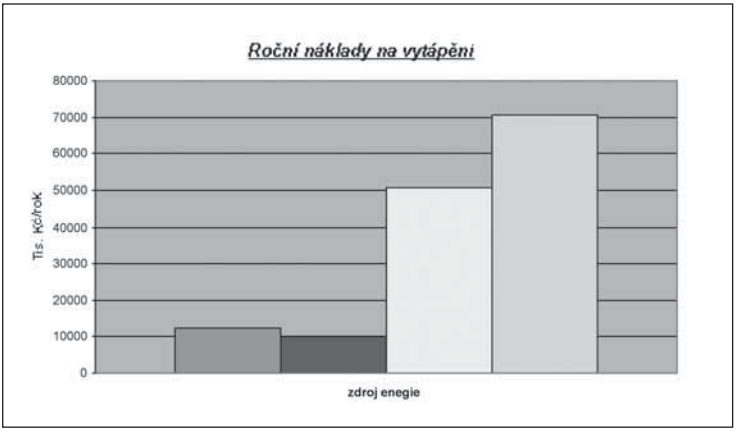
Tepelným zdrojem, který dodává do domu několikanásobně více energie, než odebereme z elektrické sítě (a kterou zaplatíte), je tepelné čerpadlo. Ostatní energii, nutnou pro vytápění a ohřev vody, si bere zdarma z okolního prostředí – ze země nebo vzduchu. Dalším významným hlediskem je tedy i šetrnost k životnímu prostředí, která je dnes oceněna státní podporou pro instalaci tepelných čerpadel a která může dosáhnout až 30% z vložené investice. Podle zdroje vstupní energie pro tepelné čerpadlo jsou nejpoužívanější systémy země/voda. V tomto případě je získávána nízkopotenciální energie ze země buď pomocí nemrznoucí směsi proudící v plastových trubkách uložených v hlubinných vrtech o hloubce cca 50-100 m nebo v plošném provedení v hloubce cca 1,2-1,5 m. V našich klimatických podmínkách je srovnatelné i použití tzv. systému vzduch/voda odebírající nízkopotenciální energii z venkovního vzduchu.

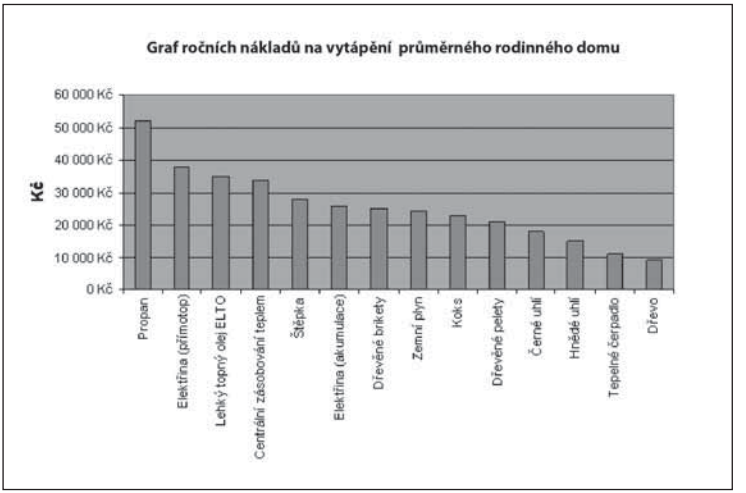
3.1. Ekonomické výhody

Nejdůležitější otázkou, kterou si člověk obvykle klade, je zda se tepelné čerpadlo vyplatí. Ukážeme si finanční stránku na příkladu rodinného domu s celkovou tepelnou ztrátou 11kW (vytápěná plocha cca 180 m[2)]. Vytápět můžeme plynem anebo tepelným čerpadlem. Srovnáme-li různé způsoby vytápění, musíme uvažovat vždy všechny součásti technického zařízení domu (jako přípojky plynu a elektřiny, komín apod.). V grafu jsou použity následující přístroje: WPL je tepelné čerpadlo země/voda, včetně vrtů o tepelném výkonu 7kW. Plynový kotel je uvažován obecně, v ceně obvyklé, kombinovaný i s ohřevem vody, s obvodem spalin do komína. Zdroj tepla, např. tepelné čerpadlo, je v tabulce oceněn včetně nutného příslušenství, jako je akumulační zásobník, oběhová čerpadla, regulace apod. Topná soustava pro tepelné čerpadlo musí být nízkoteplotní, nejlépe plošná (podlahová nebo stěnová), její cena je proto vyšší, než u plynového kotle, kde lze počítat s radiátory. Pokud je na pozemku zaveden plyn, opticky to vypadá, že přípojka je zdarma. Ale není tomu tak. Cena plynové přípojky zvýšila cenu celého pozemku. Takže zde uvedený odhad 50.000,-Kč je velmi střídmý. Na dalším grafu je porovnání cen ročních nákladů průměrného rodinného domu různými typy vytápění.

Porovnání nákladů na výtápění a návratnosti tepelnými čerpadly, plynem a kapalným plynem

	cena zdroje tepla	komín	přípojka plynu	roční náklady	celkové náklady za 15 let provozu
WPL 13	271 044 Kč	---	---	12 353,-	612 643 ,-
WPF 7	180 535 Kč	---	---	10 110,-	578 308,-
Zemní plyn	35 000 Kč	25 000,-	50 000,-	50 534,-	958 010,-
Propan	35 000 Kč	25 000,-	50 000,-	70 842,-	1 257 226,-





3.2 Výhody tepelných čerpadel

a) **Nezávislost na cenách energie** – Vlastník tepelného čerpadla bude nezávislý na cenách energií. Jakékoliv zdražování se ho dotkne pouze minimálně. Majitel tohoto čerpadla totiž zdarma čerpá teplo z přírody.
b) **Ekonomické vytápění domu** – Tepelné čerpadlo ušetří až 80% nákladů za energie. Svými minimálními provozními náklady přináší uživateli velké úspory.
c) **Krátká doba návratnosti investice** – Nemůžeme ji definovat s maximální přesností, neboť každý výrobce má své čerpadlo ohodnoceno jinou částkou , ale ty jsou v rozmezí 50-100 000 Kč, což znesnadňuje odhad. Náš zdroj nám udal informaci o návratu 3-8 let oproti běžným systémům vytápění.
d) **Ekologický provoz** – Tato čerpadla minimalizují zátěž na životní prostředí.
e) **Komfortní vytápění** – Využití moderní technologie a regulace poskytuje všem zákazníkům komfortní a bezobslužný provoz, který zajistí pohodu domova v rámci „nejvýznamnějšího" tepla. Vědecké pokusy již v šedesátých letech totiž ukázaly, že člověk snáze přežije dlouhodobou izolaci, nedostatek světla i jiné nepříznivé okolnosti, avšak podmínka je jediná – musí mít teplo.
f) **Levná klimatizace** – Většina tepelných čerpadel umožňuje plnohodnotně chladit (klimatizovat). V minulosti koncem 2. světové války, byly na trhu klimatické přístroje německé výroby značky „KAISER", které dosahovaly nepředstavitelných rozměrů. Byly to rozměry dvojnásobné než rozměry dnešních ložnicových šatníků. Tyto „klima" byly velice poruchové, nespolehlivé a byly připojovány na střídavou síť (3x fáze). Z tohoto zamyšlení tepelná čerpadla opravdu přinášejí komfortní služby. A tato klimatizace je vůči klasickým klimatizacím o polovinu méně nákladnější.
g) **Bezpečný provoz** – Při provozu tepelného čerpadla nehrozí nebezpečí výbuchu plynu, vznícení nebo otrava kysličníkem uhelnatým.

3.3 Postup při nákupu tepelného čerpadla

1. zjistit si tepelnou ztrátu objektu
2. zvolit si vhodný druh tepelného čerpadla
3. přečíst si obslužný návod
4. nechat si vypočítat celkovou cenu instalace čerpadla
5. porovnat ceny, záruky, nechat si přeložit seznam referencí

3.5. Právnické podmínky (uložené státem)

- pro rychlou a bezproblémovou instalaci tepelného čerpadla je nutné splnit několik základních požadavků:

a) zjistit si, zda-li nám dodavatel elektrické energie přidělí odpovídající jistič
b) podat ohlášení o stavbě na příslušný stavební úřad (u systému vzduch-voda)
c) u systému země-voda je nutný ještě projekt vrtu a souhlas báňského úřadu
d) u systému voda-voda je ke všemu ještě nutné zhotovit novou studnu a je nutný projekt a souhlas báňského úřadu

3.6. Hlučnost tepelných čerpadel

pro srovnání hlučnosti jsme zde využili informací o tepelném čerpadle MASTER THERM CZ, jež byly pro nás dostupné:
160dB – start kosmických lodí (až 200dB)
150dB – sopečné výbuchy
120dB – nízko přeletující letadla, hluk hromu
110dB – přítomnost v blízkosti vlaků
80dB – automobily, motocykly, hlučné křižovatky

60dB – středně hlučné silnice
50dB – normální hovor, tiše jedoucí automobil
41dB – vnější jednotka MASTER THERM CZ
40dB – tiché kanceláře
20dB – šeptavý hlas
0dB – práh vnímání zvuků a bezzvukost

4. ZÁVĚR

V dnešní době je čím dál více veřejnost upozorňována na nedostatek fosilních paliv a na jejich neekologické využívání. Proto ekologové a odborníci zajímající se o čistotu prostředí prosazují využívání ekologických zdrojů energie. Podle našich zjištění se lidé mnohem rychleji a více dozvídají o možnostech zdrojů těchto energií a také se o ně více zajímají, neboť s ekologií přichází i levnější provoz, který je ale potlačován pořizovacími náklady. Zeptali jsme se ve firmě ELČI s.r.o. kolik už v našem okolí vestavěla tepelných čerpadel. Podle zjištění už tepelné čerpadla nainstalovali bezmála stovce občanům (či firmám). Také jsme se byli zeptat přímo jednoho vlastníka tepelného čerpadla, jak je s tímto systémem vytápění spokojen.

Po tříletém užívání je pan Josef Dirbák z Plesné velice spokojen s užíváním tohoto systému. Sdělil nám několik zajímavých údajů, a to například pořizovací náklady, které byly 230 000 Kč za tepelné čerpadlo a 120 000Kč za dva hlubinné vrty o hloubce 60m.

Dříve používal elektrický topný systém, při kterém rodinný roční účet za odběr elektrické energie byl ve výši 50 000 Kč, z čehož za samostatný provoz kotle platili cca 35 000 Kč. Po instalaci tepelného čerpadla klesly roční náklady za elektrickou energii na 25 000 Kč, a to 12 000 Kč za provoz tepelného čerpadla a 13 000 Kč za ostatní elektrické spotřebiče.

Z těchto čísel vyplývá, že roční náklady za provoz topného tělesa klesl o 23 000 Kč, což je určitě velice zajímavá informace.

Také nám sdělil informaci, která se týká problémů v naší oblasti souvisejících s uskutečněním hlubinného vrtu, neboť žijeme v tzv. „lázeňském trojúhelníku“, což zakazuje dělat vrty hlubší 60m, neboť by mohly být narušeny toky spodních vod a lázeňských pramenů.

Poslední informací byla problematika týkající se státních dotací, a to, že pro bezproblémové získání státních dotací musí majitel objekt kvalitně zateplit a tím zlepšit jeho topný faktor. Ten poté odborník prověří a sdělí své zjištění státní inspekci pro udělování dotací.

Při stále se zvyšujících potřebách produkovat „automobily, igelitové a plastové výrobky“ a nejen tyto, dochází na planetě ke globálnímu masivnímu spotřebování ropy. Ropa zatím je. Je to fakt, ovšem v určitých konečných mezích. A to produkuje myšlenky, jak vytápět, až ropa bude na dně vyčerpatelnosti. K tomu potom budou pravděpodobně globálně sloužit tepelná čerpadla. Jejich principy se samozřejmě prudkých technickým rozvojem neustále zdokonalují a vylepšují. Tímto se v prvé řadě dosahuje maximální efektivnosti a dokonalé a zvýšené přeměně tepla. V současné době ceny energií klesat nebudou a pro majitele tepelných čerpadel toto znamená, že každé zdražení energie jsou pro ně další náklady. Cena zemního plynu je také pochopitelně závislá na ceně ropy a ta se mění v závislostech na událostech (např. válečných konfliktech) ve světě. Odborníci a statistikové předpokládají svá „přesná“ data, kdy dojde svět na dno s ropnými zásobami. V dnešní společnosti podle našeho obzoru jsou tepelná čerpadla rozšířena zatím málo, ale svého budoucího času budou nedílnou součástí, jakou jsou dnes třeba plynové kotle. Byť jejich rozměry nejsou malé a potřebují velké venkovní prostory, také každý člověk k dispozici tyto prostory nemá, ale vědci, až nastane den konce ropy, přijdou určitě s mnoha myšlenkami

minimalizujících tato zařízení. Jak vytápět na základě těchto principů tepelnými čerpadly? Podle mého přesvědčení budou tato čerpadla soustředěna na jedno místo o velké ploše, která bude jímat například desítky těchto čerpadel, která budou pracovat do jednoho společného zisku (výkonu), který bude předáván odběratelům. Pochopitelně za peněžní obnos, jako dnes například platíme za elektřinu nebo plyn. Tato tepelná energie bude předávána koncovým odběratelům třeba společným potrubím, jako dnes pracuje přívod teplé vody z tepláren. Zákazníky tohoto budoucího odběru teplonosné energie budou převážně lidé bydlící v činžovních a panelákových domech, kteří potřebné prostory na čerpadlo nemají. Lidé bydlící v rodinných domech a vilách si určitě zajistí svůj osobní zdroj vytápění tepelným čerpadlem.

Z našeho závěru vyplývá, že věříme v budoucnost principů, na nichž tato čerpadla pracují. Dozajista se tedy těší většímu zájmu široké veřejnosti nejen dnes, ale i v budoucnu. Práce na tomto projektu nás zajímala, a proto nás i bavilo bádat po principech a faktech, jež spolu s problematikou tepelných čerpadel souvisejí.

DAVID GERNEŠ, Integrovaná střední škola Stod, Plzeňská 322, Stod, PLZEŇSKÝ KRAJ

VODNÍ ELEKTRÁRNY V PLZEŇSKÉM REGIONU JAKO OBNOVITELNÝ ZDROJ ELEKTRICKÉ ENERGIE

Úvod: Proč používat a nepoužívat vodní elektrárny?

Vodní elektrárny mají spíše výhody než nevýhody. Mají obnovitelný zdroj pro výrobu elektriky, takže se nemusí jinde těžit a ničit tím další krajinu. A nemají velký vliv na životní prostředí. Akorát velkou nevýhodou těchto elektráren je, že vystěhovali mnoho lidí ze svých obydlí kvůli zaplavení údolí pro výstavbu přehrady a na ní popřípadě vodní elektrárnu.

Výhody vodních elektráren:

1. Neničí životní prostředí
2. 24 hodin provoz
3. Udržitelný zdroj energie

Nevýhody vodních elektráren:

1. Při výstavbě vysoké náklady
2. Složitá obsluha
3. Návratnost vložených financí

Vodní elektrárny v ČR Vstup ČR do EU vede ke zvýšení řady aktivit navazujících kromě jiného i na směrnici Evropského parlamentu a Rady 2001/77/ES o podpoře výroby elektrické energie v obnovitelných zdrojích. K nejvýznamnějšímu zdroji patří v rámci obnovitelných energetických zdrojů v ČR bezesporu využití energie vodních toků.

Všechny velké vodní elektrárny ČEZ, a .s. (s výjimkou Dalešic, Mohelna a Dlouhých Strání) jsou situovány na toku Vltavy, kde tvoří kaskádový systém - Vltavskou kaskádu. V rámci Skupiny ČEZ se vodní elektrárny soustřeďují převážně i na tocích Labe, Dyje a Moravy.

Podle názoru odborníků by využití veškerého potenciálu ve spádu řek mohlo zvýšit v občasné době zanedbatelný podíl na výrobě elektrické energie nejvýše o 2 %, ovšem s vysokými investičními nároky a s vysokými nároky na plošný zábor půdy. Malé vodní elektrárny lze z celostátního hlediska považovat pouze za doplňkový zdroj elektrické energie. V každém případě výstavba a rekonstrukce všech větších i malých vodních elektráren nemůže být alternativou velkého zdroje elektrické energie, ale jen malým příspěvkem k řešení.

Malé vodní elektrárny

K využití potenciálu vodních toků v ČR slouží i kategorie tzv. malých vodních elektráren (zdroje elektrické energie s instalovaným výkonem do 10 MW). Většina malých vodních elektráren slouží jako sezónní zdroje. Průtoky toků, na kterých jsou zřizovány, jsou kolísavé a silně závislé na počasí a na ročním období.

Velké vodní elektrárny

Velké vodní elektrárny působí nevratné změny krajiny a vodního režimu, a kromě toho vyrábí elektřinu jinde, než je spotřebovávána a jindy než je aktuálně potřeba (zejména když mají dost vody a mohou si dovolit ji upouštět). Kromě toho pro ně platí podobná omezení, jako pro všechny ostatní velké energetické zdroje, tzn. nutnost rozvodné infrastruktury a zázemí těžkého průmysl (beton, těžké strojírenství), takže veškerý půvab toho, že jde v zásadě o obnovitelné zdroje energie, se vytrácí. Skutečnost, že z jejich blátivých usazenin se zřejmě do ovzduší uvolňuje metan, přispívající ke skleníkovému efektu možná více, než by přispěl oxid uhličitý vyrobený tepelnou elektrárnou o odpovídajícím výkonu, už překvapí stejně málo, jako skutečenost, že popílek z našich hnědouhelných elektráren je poměrně hodně radioaktivní - ale na rozdíl od vyhořelého paliva je ho tolik, že ho nejde prostě někam zahrabat.

Vodní elektrárny ČEZ a.s.

Vodní elektrárny	**Instalovaný výkon MW**	**Rok uvedení do provozu**
Lipno I	2 x 60	1959
Orlík	4 x 91	1961 - 1962
Kamýk	4 x 10	1961
Slapy	3 x 48	1954 - 1955
Štěchovice I	2 x 11,25	1943 - 1944
Vrané	2 x 6,94	1936
Celkem	**705**	
Malé vodní elektrárny	**Instalovaný výkon MW**	**Rok uvedení do provozu**
Lipno II	1 x 1,5	1957
Hněvkovice	2 x 4,8	1992
Kořensko I	2 x 1,9	1992
Mohelno	1 x 1,2; 1 x 0,56	1977
Dlouhé Stráně II	1 x 0,16	2000

Kořensko II	1 x 0,94	2000
Želina	2 x 0,315	1994
Celkem	**727**	
Přečerpávací vodní elektrárny	**Instalovaný výkon MW**	**Rok uvedení do provozu**
Štěchovice II	1 x 45	1947 - 1948
Dalešice	4 x 112,5	1978
Dlouhé Stráně I	2 x 325	1996
Celkem	**1 145**	

Jak funguje vodní elektrárna

Ve vodních elektrárnách 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. Obdobný princip využívá i uhelná nebo jaderná elektrárna.

Výběr turbíny závisí na účelu a podmínkách celého vodního díla. Nejčastěji se osazují turbíny reakčního typu (Francisova nebo Kaplanova turbína), a to v řadě 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. Vůbec nejvyšší účinnost pro velké spády vykazuje Dériazova turbína z roku 1951. Jde o diagonální verzi Kaplanovy turbíny.

Podle způsobu práce se moderní turbíny dělí na rovnotlaké a přetlakové. V rovnotlakých turbínách zůstává tlak vody stále stejný, to znamená, že voda vychází z turbíny pod stejným tlakem, pod jakým do ní vstupuje. U přetlakových turbín vstupuje voda do oběžného kola s určitým přetlakem, který při průtoku klesá. Při výstupu z turbíny má tedy voda nižší tlak než při vstupu do ní. Tak pracují např. Francisovy turbíny, vhodné pro střední spády. Pro malé výkony na malých spádech jsou vhodné horizontální turbíny, pro malé spády a velké výkony se stavějí turbíny vertikální. Vývoj Francisových turbín ještě není ukončen. Dosahují výkonů až 250 MW, jsou však schopny i 1000MW výkonu a výkonů vyšších.

Vodní turbíny jsou technicky nejdokonalejší mechanické motory vůbec - dosahují 95% účinnosti. Umístění vlastní elektrárny může být různé podle tvaru terénu, výškových a spádových možností a na 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

Ekologie

Ekologie pro nás hraje velkou roli při výrobě energie. Ekologové zjišťují v okolí elektráren emise a životní prostředí. Pokud se zjistí, že elektrárna vypustila do ovzduší příliš velké množství emisí vydává se pro danou elektrárnu pokuta. Ekologové také mají velkou roli při výstavbách elektráren. Určují zda nebude ohrožovat okolí a zda nežijí v okolí plánované stavby ohrožení živočichové. V tomto případě by projekty by byly tak akorát do koše.

Rozdělení

podle výkonu

- průmyslové (nad 1MW)
- minielektrárny (do 1 MW)
- mikrozdroje (do 100 kW)
- domácí (do 35 kW)

podle hospodaření s vodou

- průtočné
- akumulační
- přečerpávací

podle spádu

- nízkotlaké (< 20 m)
- středotlaké (< 100 m)
- vysokotlaké (> 100 m)

Využití vody

Zařízení přeměňující vodu na elektrickou energii se nazývá vodní elektrárna neboli hydrocentrála. Podle výše spádu se dělí na: hydrocentrály nízkotlaké – do výše spádu 25 metrů bez přívodního potrubí. Hydrocentrály středotlaké- výše spádu 25-100 metrů s přívodním potrubím. Hydrocentrály vysokotlaké-výše spádu nad 100 metrů.

Kuriozita

Víte, že Číně se staví vodní elektrárna na Žluté řece o velikosti České republiky?

Má mít obrovský výkon, aby utáhla aspoň polovinu dodávky energie dodávané do Číny.

MALÁ VODNÍ ELEKTRÁRNA ve Stodě

Elektrárna se zakládala v roce 1914 -1916

Vyráběla střídavý proud. Při nedostatku vody v řece se spustil náhradní generátor poháněný parním strojem. Při menším odběru se přebytkem nabíjely akumulátory, které ve špičce dodávaly proud zpět.

Původní turbína - Francis měla vertikální výkon asi 45-50kW. V roce 1979 byla turbína rozebrána a odvezena do šrotu.

V roce 1988-9 proběhla rekonstrukce MVE. Místo původní turbíny byly osazeny 4 nové turbíny MT5. Každá měla výkon 15 kW.

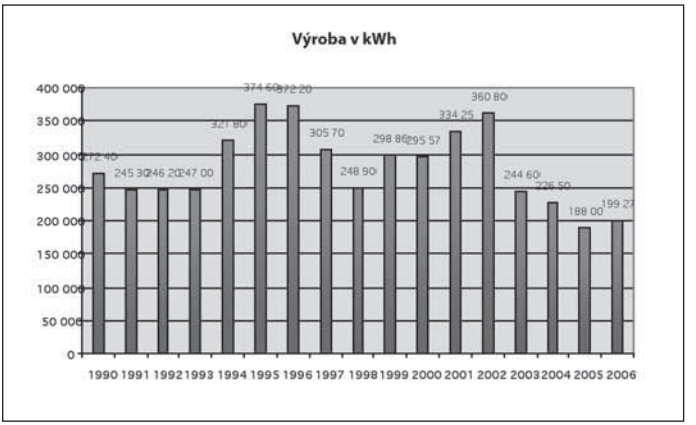
Podle průtoku vody se zapíná příslušný počet turbín, aby se využilo největšího množství vody v řece pro výrobu elektriky.

Ovládání bylo původně reléové a v roce 1998 bylo vyměněno za mikropočítač. Dnes se dodává proud do sítě v malém množství. Dříve zásobovala proudem celý Stod. Dnešním vlastníkem je pan Kocur.

Fotky MVE ve Stodě

VÝROBA V KWH V JEDNOTLIVÝCH LETECH A MĚSÍCÍCH:

1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
39 500	29 200	31 750	32 900	27 600	24 900	21 100	13 600
40 300	35 900	35 400	32 200	32 000	28 800	16 700	12 700
41 900	43 300	34 800	35 900	38 200	27 400	22 100	22 000
34 900	38 900	40 100	37 900	36 000	23 300	23 200	26 000
28 100	24 200	37 100	35 800	22 800	16 200	23 000	23 400
25 300	13 500	22 650	24 200	16 100	15 000	12 700	26 300
15 400	13 500	18 700	24 800	14 200	15 400	15 500	12 300
8 700	14 900	12 950	22 100	7 500	10 000	12 900	16 100
13 600	16 600	21 900	28 900	9 000	10 800	9 800	10 850
13 500	23 700	19 900	24 500	11 500	10 300	8 400	10 576
14 500	16 500	23 600	26 700	11 900	18 100	7 700	13 048
23 160	25 370	35 400	34 900	17 800	26 300	14 900	12 399
298 860	**295 570**	**334 250**	**360 800**	**244 600**	**226 500**	**188 000**	**199 273**



Závěr:

Z důvodu možnosti zapojit se do projektu ENERSOL 2007 jsem měl možnost seznámit se s malou vodní elektrárnou ve Stodě a se všemi informacemi týkajícími se provozu a a výroby elektrické energie z vodních toků. Domnívám se, že je třeba podporovat další rozvoj malých vodních elektráren a umožnit lidem, aby se s touto problematikou blíže seznámili a využívali naše vodní toky. Vodní energie byla vždy významným energetickým zdrojem našich předků a i dnes je třeba pohlížet na její využití z hlediska její obnovitelnosti, energetického potenciálu a kladného vlivu na životní prostředí, pokud se vždy dobře dořeší i ochrana vodních živočichů, zejména ryb.

Děkuji panu Kocourovi, vlastníkovi malé vodní elektrárny ve Stodě, že se mi osobně věnoval a poskytl mi dostatek dobrých informací z jeho praktických zkušeností. Velmi ovlivnil můj názor na využívání obnovitelných zdrojů energie jako alternativy stávajícímu energetickému průmyslu!

ADELA HOLLÁ, Gymnázium Skalica

DREVO A JEHO VYUŽITIE V RODINNOM DOME - KOZUBY

1. ÚVOD

Oheň je symbolom očistenia, snáď preto pohľad na tancujúce plamienky toľko upokojuje a zbavuje nás všetkých starostí. Oheň je s nami od počiatku ľudskej civilizácie S ohňom sa človeku do rúk dostala obrovská sila. Oheň poskytuje človeku rôzne služby. Najdôležitejšia služba je tá, že nás chráni pred chladom a tmou. O ohni sa rozpráva veľa príbehov, ako prišiel k ľudom. Grécky básnik rozpráva, že bohovia ľudom oheň vzali za trest, aby si nemohli opiecť mäso. Ale priateľ ľudí, prefíkaný Prometheus ukradol oheň bohom v noci z kozubu a priniesol ho ľuďom.

Ako vidíte už v tomto prehistorickom čase sa spomínajú kozuby. Vtedy síce nešlo o dnešné typy kozubov, ale tak isto dodávali ľuďom teplo, ktoré nesmierne potrebovali. V súčasnosti sa kozuby používajú v domácnostiach ako alternatívne prostriedky na kúrenie. Pre toho kto je sporivý znamená kúrenie kozubom veľká ekono-

mická úspora. Moderný kozub je výkonný kúriaci prostriedok s vynikajúcim spaľovaním. Dnes sa stavajú rôzne podoby kozubov, ktoré majú množstvo využití. Kozub dokáže teplým vzduchom vykúriť viacej miestností alebo aj celý dom naraz. Kozub môžeme napojiť aj na radiátory ústredného kúrenia.

Moderný krb je výkonný vykurovací prostriedok s vynikajúcimi parametrami spaľovania, účinnosťou a s veľa ďalšími funkciami, než je len pohľad do horiaceho ohňa. Aj keď ten je vždy tým čo nás najviac poteší. Výtvarné spracovanie je úplne iné ako bývalo v minulosti. Dnes má kozub stovky podôb. A tiež veľa využití. V súčasnosti poznáme dva základné typy kozubov. Môžu to byť otvorené alebo uzavreté kozuby.

2. OTVORENÉ KOZUBY

Klasické otvorené kozuby, ktoré majú v európskych krajinách dlhú tradíciu, sa dnes stavajú už len veľmi málo, a to najmä z ekonomických dôvodov. Majú totiž nízku účinnosť (5- 8%) – spálením veľkého množstva dreva sa získa len veľmi málo tepla. Konštruktéri sa preto snažili otvorené kozuby účelným spôsobom upraviť. Najväčšie zlepšenie priniesla úprava spočívajúca v tom, že splodiny sa vedú okolo zadnej steny kozuba, ktorý tvorí dutý liatinový priečinok. Do priečinku sa od podlahy privádza studený vzduch a ohriaty sa v hornej časti odvádza do priestoru. Účinnosť kozuba sa tým zvýšila až na 15 percent. Užitočné môžu byť na jar alebo na jeseň, keď vonkajšie teploty nie sú veľmi nízke alebo ho môžeme použiť na záhrade na opekanie a grilovanie. V hlavnej vykurovacej sezóne sa dajú využiť len na doplnkové vykurovanie, lebo celkové kúrenie by neutiahli. Otvorené kozuby patria do veľkých, otvorených miestností, čo súvisí s ich funkčnosťou. Veľkým otvorom sa z miestnosti odoberá veľa vzduchu. Nedostatočný prívod vzduchu spôsobuje podtlak a stým súvisiaci návrat spalín do miestnosti, a izba plná dymu nie je predsa nejaká výhra. A ak má kozub fungovať len pri pootvorenom okne, jeho tepelná účinnosť je ešte nižšia. Riešením môže byť aj prídavný kanál, ktorým sa privádza vonkajší vzduch do kozuba, ale aj tento systém spôsobuje vetranie v miestnosti, a tým aj únik tepla. Keď sa v otvorenom kozube nekúri, prirodzený ťah komína nasáva teplý vzduch z miestnosti a odvádza ho von. Tomu však zabráni komínová klapka, ktorá sa vždy zavrie, keď sa v kozube nekúri. Okrem správneho pomeru veľkosti miestnosti a portálu je potrebné pri návrhu kozuba dodržať aj ďalšie zásady. Aby sa teplo len tak nestrácalo v komíne, zadná stena aj bočné steny musia byť zošikmené a vytvárať tzv. zrkadlo. Dôležitý je aj návrh ohniska (miesto, kde nastáva horenie) a dymovej komory (miesto, kde sa zhromažďujú plyny pred odchodom do komína). Pomery jednotlivých častí kozuba možno nájsť v tabuľkách. Klasické otvorené kozuby sa v obytnom interiéri stavajú už len výnimočne a majiteľom potom slúžia skôr ako kulisa počas slávnostných príležitostí. Ako zdroj tepla sú omnoho praktickejšie a predovšetkým účinnejšie kozuby s uzatvoreným ohniskom – kozubovou vložkou.

3. UZAVRETÉ KOZUBY

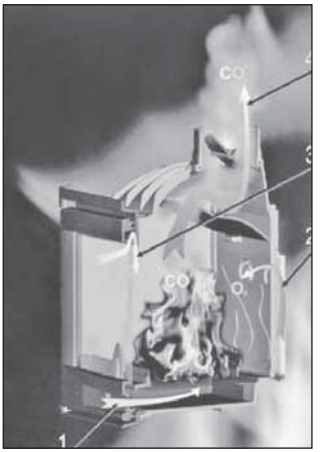
O mnoho praktickejšie sú uzavreté teplovzdušné kozuby. Kozubové vložky sú obalené do plášťa podľa želania zákazníka. Uzavretie portálu dvierkami zo špeciálneho keramického skla, ktoré prepúšťa sálaním až 95 % tepla, neruší vizuálny kontakt s ohňom. Takéto kozuby dosahujú účinnosť 60-80 % - to už zodpovedá parametrom menších kotlov v bežnej vykurovacej sústave. Preto sa môžu využiť aj ako hlavný zdroj tepla. Okrem sálania z ohniska odovzdávajú tep-

lo aj prúdením ohriateho vzduchu do miestnosti. Pretože teplý vzduch stúpa nahor, dajú sa vykúriť aj miestnosti na hornom poschodí. Ak treba vykurovať miestnosti radené horizontálne, využíva sa nútený obeh ohriateho vzduchu pomocou špeciálnych – teplu odolných nízko hlučných ventilátorov. Sálavé teplo prechádzajúce cez sklo krbovej vložky a prúdiace teplo do tretice dopĺňa naakumulované teplo. Môžu ho využiť špeciálne upravené kozuby, známe aj ako hybridné kozuby a pece.

4. UZATVORENÁ SPAĽOVACIA KOMORA

V kozubovej vložke sa palivo spaľuje v spaľovacej komore uzatvorenej kozubovými dvierkami s priehľadnou výplňou z kremičitého skla. Ďalším dôležitým konštrukčným prvkom sú klapky, ktorými sa reguluje prívod primárneho vzduchu do ohniska a sekundárneho vzduchu nad žiarový priestor, a na druhej strane slučka na reguláciu a odvod splodín do komína. To umožňuje spáliť aj väčšinu plynných zložiek paliva, ktoré v bežnom kozube bez úžitku unikajú do ovzdušia. Podľa spôsobu konštrukcie existujú vložky jednoplášťové a dvojplášťové. V jednoplášťovej vložke prúdi teplo medzi plášťom vložky a obstavanou keramickou alebo murovanou stenou kozuba, ktorá tvorí druhý, vonkajší plášť vykurovacieho telesa. Odtiaľ sála do miestnosti alebo je vyvedené do vykurovacej sústavy. Dvojplášťové kozubové vložky majú dvojité steny, medzi ktorými sa vzduch ohrieva a odvádza na ďalšie vykurovanie. Zvyčajne už majú inštalované aj vývody na napojenie flexibilných rúr na rozvod teplého vzduchu do ďalších miestností.

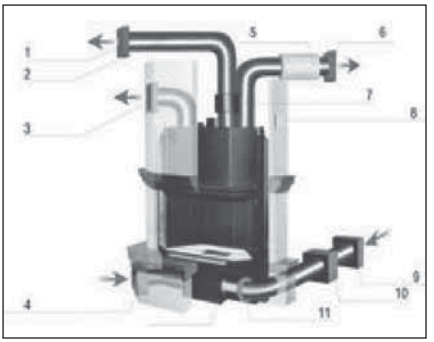
5. MATERIÁL – liatina alebo oceľ? Podľa materiálu si môžeme vybrať vložku liatinovú alebo oceľovú. Staršie typy vložiek sa vyrábali hlavne z liatiny, ktorá síce odoláva opotrebovaniu a má výbornou schopnosť akumulovať teplo, ale nevýhodou je komplikované spracovanie a veľká hmotnosť. Nové typy vložiek sa preto najčastejšie vyrábajú z oceľového plechu. Oceľová vložka je ľahšia, možno ju dobre tvarovať, a tak si môžeme vybrať prepracovanejší dizajn. Navyše pružne reaguje na zmeny teplôt, čo je dôležité najmä pre rýchle vyhriatie studenej miestnosti.



Princíp kozubovej vložky: 1 – primárny spaľovací vzduch zabezpečí zhorenie paliva, 2 – sekundárny spaľovací vzduch zaisťuje horenie plynov, 3 – terciárny vzduch vytvára ochrannú clonu skla dvierok, 4 – vystupujúce dymové plyny

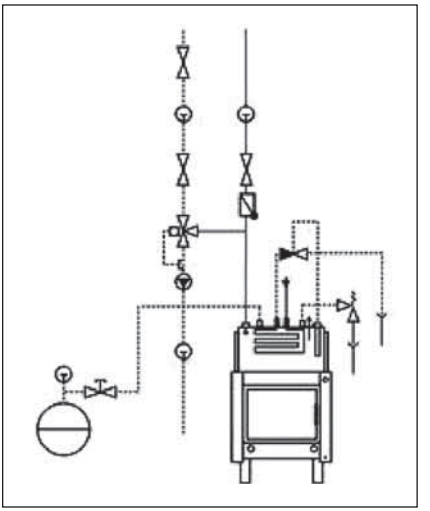
6. ZABUDOVANIE DO KOZUBA

Vložky môžeme zabudovať do klasických otvorených kozubov z tehál alebo z opracovaného kameňa, ale aj do kozubových pecí, ktoré plnia funkciu bežných pecí a zároveň kozuba. Architektúra týchto vykurovacích telies sa štýlu výstavby moderného interiéru prispôsobila tvarom, veľkosťou, jednoduchosťou aj rýchlosťou. Kozubovú vložku môžeme zabudovať do steny a vykurovacie teleso postaviť v druhej miestnosti. V tej príjemne hreje bez toho, aby sme tam museli nosiť palivo.



7. ZAPOJENIE KOZUBA DO SÚSTAVY

Kozub možno použiť aj ako hlavný, prípadne doplnkový zdroj tepla na teplovzdušné vykurovanie bytov alebo celých rodinných domov. Srdcom vykurovacej sústavy je dvojplášťová kozubová vložka s vývodmi na pripojenie rozvodov flexibilnými rúrami. Medzi ďalšie časti systému rozvodu teplého vzduchu patria nádoby rozvodu teplého vzduchu, na ktoré sú napojené jednotlivé vetvy rozvádzajúce teplý vzduch do jednotlivých miestností a poschodí. Pri jednoduchom rozvode zvlášť do vyšších poschodí nám postačí tzv. samo tiaž: horúci vzduch stúpa nahor, chladný



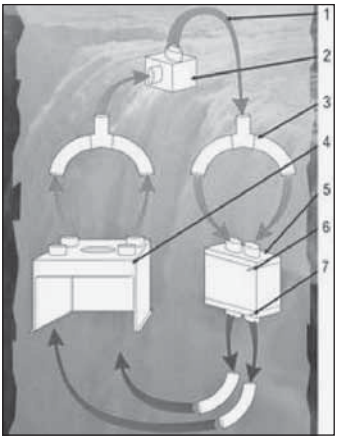
necháme, aby sa vrátil späť k telesu. Na tento účel sú v stropoch prerazené špeciálne otvory s uzatváracou mriežkou, aby sme neprekurovali či nevykurovali prázdne miestnosti. Vo väčších objektoch alebo ak chceme viesť teplý vzduch aj do podlažia, v ktorom je zdroj tepla, musíme použiť ventilátory, ktoré sú zvyčajne umiestnené priamo na vývodoch z kozubovej vložky. Takýto rozvod zabezpečí dokonalé prehriatie celého objektu. Rozvod sa zväčša rieši flexibilnými hliníkovými rúrami, ktoré môžu byť izolované v prípade, ak rozvod prechádza chladným miestom alebo priestormi, kde by odovzdával príliš veľa tepla a ochladzoval sa. Výduch teplého vzduchu, zväčša umiestnený v strope, môže mať priemer 100, 125 alebo 150 mm, podľa veľkosti rozvodu a výkonu telesa. Pomocou ventilátora môžeme tieto výduchy umiestniť v spodnej časti miestnosti, ktorú chceme vyhriať.

Schéma rozvodu kozuba s filtráciou: 1 – mriežka bez regulácie, 2 – pružná rúra, 3 – mriežka s reguláciou, 4 – filter, 5 – pružná rúra s izoláciou, 6 – mriežka s reguláciou, 7 – uzatváracia klapka, 8 – regulátor otáčok ventilátora, 9 – mriežka, 10 – filtračný box, 11 – uzatváracia klapka

8. NIEKTORÉ ÚSKALIA PREVÁDZKY

Prevádzka teplovzdušného vykurovania má niektoré zvláštnosti, na ktoré nesmieme zabudnúť. Napríklad treba zamedziť väčšej prašnosti tým, že do okruhu je vsadený kvalitný prachový filter. Ďalej musíme zobrať do úvahy, že kozub má veľké nároky na množstvo spaľovaného vzduchu. Pokiaľ prúdi v dostatočnom množstve dverami do chodby, cez schodisko do prízemia a podobne, je všetko v poriadku. V opačnom prípade je nutné aktívne spätné odsávanie ku kozubu. Prevádzkovateľ sa v takomto prípade musí zmieriť s určitou hlučnosťou vetracej jednotky. Často využívanou možnosťou, hoci odborníci ju neodporúčajú, je odvedenie prebytočného tepla do teplovodnej vykurovacej sústavy, prípadne do zásobníka teplej vody. Tu sa však dostávame do kritického bodu, ktorému tre-

ba venovať zvláštnu pozornosť: Nebezpečenstvo tkvie v tom, že pri vysokom rozpálení ohniska, ktoré je takmer neregulovateľné, sa značne ohreje napojená vykurovacia sústava a môže sa nenávratne poškodiť. Preto je nutné, aby bolo v sústave obehové čerpadlo a predovšetkým expanzný ventil, ktorý v prípade potreby odvedie prebytočný tlak. Taktiež je lepšie, keď budú vykurovacie telesá mierne predimenzované.

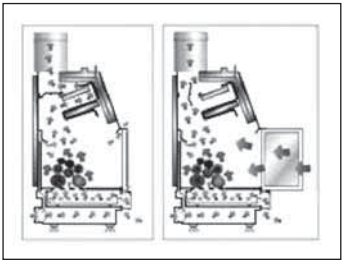


Princíp fungovania teplovodného výmenníka a reálna podoba pred inštaláciou do kozuba (BeF Blansko): 1 – hliníkové potrubie, 2 – ventilátor, 3 – odbočky, 4 – konvexný plášť kozuba, 5 – teplovodný výmenník, 6 – výstup teplej vody, 7 – vstup studenej vody

9. TEPLOVODNÉ KOZUBY

Predovšetkým ako doplnkový zdroj tepla vo vykurovacej sústave môže byť tzv. teplovodný kozub, čo je kozubová vložka s inštalovaným teplovodným výmenníkom, pripojeným na bežný rozvod teplovodného vykurovania. Najjednoduchším teplovodným výmenníkom je tzv. prídavné teplovodné zariadenie, ktoré je určené predovšetkým na vykurovanie rekreačných zariadení, ale poslúži aj ako prídavný alebo záložný zdroj tepla v menších rodinných domčekoch. Taktiež ho možno zaradiť ako doplnkový zdroj tepla na akumulačné vykurovanie, či už klasické, alebo podlahové, a do kombinácie so zásobníkom teplej vody. Zložitejšie a výkonnejšie výmenníky už možno uzatvoriť, takže vodu ohrievame, len keď chceme, a nemusíme stále premýšľať, kam prebytočnú teplú vodu odvedieme. Výhodou oproti teplovzdušnému kozubu je možnosť rozvodu teplej vody do viacerých vetiev, do vzdialených či nižšie položených miestností, alebo aj tam, kde je už nainštalovaný systém vykurovania a kozub tak môže byť pripojený len ako doplnkový zdroj v prechod-

ných vykurovacích obdobiach. Hlavný plynový alebo elektrický kotol v tomto období pracuje len v režime „kombi“ a pri príchode obyvateľov domu sa – po zapálení paliva v kozube – automaticky vypína a vykurovanie potom zabezpečuje iba kozub.

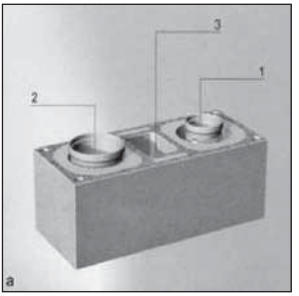


10. POZOR PRI INŠTALÁCII

Už pred inštaláciou teplovodných kozubov treba vziať do úvahy niekoľko dôležitých faktov: Teplovodný kozub je vlastne jednoduchší kotol na pevné palivo. Vo väčšine prípadov sa preto inštaluje ako sekundárny zdroj tepla v kombinácii s plynovým alebo elektrickým kotlom. Je dobré vedieť, že v prevádzke môže byť nielen iba kotol alebo kozub, ale aj obe zariadenia súčasne. Vykurovací systém by preto mal byť zabezpečený minimálne jedným poistným expanzným ventilom alebo dostatočne veľkou otvorenou expanznou nádobou a trojcestným alebo štvorcestným ventilom na zaistenie stálej teploty vratnej vody. Navyše musíme mať možnosť pripojenia na záložný zdroj elektrickej energie alebo napojenie na vodovod, ktorý je nezávislý od dodávky elektrickej energie. Variantom je inštalácia tzv. chladiacej slučky, čo môže byť napr. aj výmenník pre teplú vodu. Počas letnej prevádzky je dobré mať na kozubovú vložku napojený dostatočne veľký zásobník teplej vody a vložky majú mať odpadové potrubie napojené priamo do kanalizácie. Odborníci odporúčajú také teplovodné vložky, v ktorých výmenník tvorí dvojitý plášť alebo je rúrkový výmenník priamo v ohnisku. Horšie skúsenosti sú s výmenníkmi inštalovanými vo výstupe splodín, pretože zhoršujú horenie, dochádza k nadmernému ochladeniu splodín, zhoršuje sa ťah a zvyšuje zadechtovanie dymovodov aj kozubovej vložky. Navyše výkon týchto výmenníkov nebýva väčší než 4 – 6 kW a väčšina výrobcov kozubových vložiek obmedzuje záručné podmienky v prípade inštalácie týchto zariadení.

11. KOMÍN JE V SYSTÉME

Kozubová vložka musí byť napojená na komín s priemerom aspoň 20 – 25 centimetrov a s ťahovou výškou najmenej 4 – 5 metrov. Menší priemer komína môže čiastočne suplovať väčšia dĺžka. Vstup do komína by mal byť vo výške minimálne 220 cm od podlahy pod uhlom 45 stupňov, komínové teleso je zabudované v stene



Najvhodnejšie je pripojenie kozubovej vložky alebo kozubovej pece na samostatný univerzálny komín s keramickou vložkou (a), alebo na špeciálny komín (b) s oceľovým plášťom: 1 – privetrávací adaptér, 2 – keramická vložka, 3 – viacúčelová vložka

(stena za kozubom je rovná). Na podlahu sa odporúča dlažba a z vykurovaných miestností treba zabezpečiť odvod vzduchu. Ďalšou podmienkou je dobrý ťah komína medzi 10 – 20 Pa. Ťah nezávisí len od výšky a priemeru komína, ale aj od tvaru, umiestnenia na streche a vzdialenosti od hrebeňa strechy.

Kozuby sa môžu pripájať aj do jednovrstvových komínov, kde prieduch tvorí komínový plášť vymurovaný z tehál, ale omnoho lepším riešením je pripojenie do viacvrstvových keramických komínov, ktoré majú dlhú životnosť, malý odpor pri prúdení splodín, sú tepelne izolované, odolné proti vyhoreniu sadzí a majú rad ďalších výhod. Splodiny z kozubov môžeme odvádzať aj viacvrstvovými kovovými komínmi, ale tie sú určené najmä na odvod splodín spotrebičov na plynné a kvapalné palivá.

Nevhodný komín alebo chybné pripojenie môže byť príčinou veľkých tepelných strát alebo dokonca ohrozenia bezpečnosti prevádzky.

12. AKÉ PALIVO DO KOZUBA?

V klasickej kozubovej vložke môžeme kúriť všetkými druhmi pevných palív, ale najvhodnejšie sú drevené polená a drevené brikety.

Drevené brikety sú ekologickým výrobkom. Sú vyrobené z čistých pilín, lisovaných pod vysokým tlakom bez akýchkoľvek chemických prímesi alebo sú vyrobené z drvenej biomasy spojenej ekologicky neškodnými prírodnými tmelmi. Po zlisovaní sa vytvorí kompaktná brikety z dierou v prostriedku, ktorá zväčšuje povrch a umožňuje lepší prívod kyslíku a tým aj dokonalejšie horenie. Ich spaľovaním vzniká malé množstvo dymu bez škodlivých plynov. Piliny sa odoberajú len z prvotného dreva nikdy nie z nábytku. Spracovaná surovina- piliny by nemali obsahovať kôru. Po zlisovaní sa dopracujeme k hladkému vzhľadu bez pórov, ktoré by znižovali výhrevnosť. Neobsahujú žiadnu síru na rozdiel od hnedého uhlia (obsahuje 2% síri). Spaľovaním brikiet z drevného odpadu v porovnaní s fosílnymi palivami menej zaťažuje ovzdušie oxidmi, sírou a ťažkými kovmi. Popol vzniknutý spaľovaním brikiet z čistého drevného odpadu nie je nutné ukladať na skládky, ale môžeme ho použiť ako kompostový substrát alebo ho môžeme aplikovať priamo do pôdy. Z drevných brikiet vzniká minimálny obsah popolu asi do 1% na rozdiel od uhlia, ktoré má obsah popolu až 30%.Brikety by sa mali skladovať v suchých priestoroch; atmosférická vlhkosť, chlad a mráz im nevadia. Oheň urobíme klasickým spôsobom, s otvoreným prívodom vzduchu.

Po rozhorení brikiet sa prívod vzduchu privrie, asi po 30 minútach prestávajú drevené brikety horieť plameňom úplne, brikety potom ešte dlhú dobu vydávajú potrebné teplo. Brikety majú obyčajne tvar valca s priemerom

asi 90 mm. Výhrevnosť drevných brikiet je porovnateľná s hnedým uhlím- asi 18- 20 MJ/kg. Kvalitné brikety poznáme podľa toho že sa pri horení nerozpadávajú na piliny. Pri spaľovaní nevzniká takmer žiadny dym ani zápach. Ako alternatíva sú drevené brikety ekologicky čisté palivo s vysokou výhrevnosťou.

Technické parametre:

výhrevnosť:	18-20 MJ/ Kg (o 40% vyššia než hnedé uhlie)
doba horenia:	180-240 min
úbytkový popol:	do 1%

brikety obsahujú:

prvok	značka	%
vodík	H	5,64
uhlík	C	47,31
síra	S	0,03
dusík	N	0,05

Drevo: Výhrevnosť dreva je vynikajúca: Kubík dreva z listnatých stromov, vysušeného na vzduchu, má výhrevnosť asi ako 200 l vykurovacieho oleja, 500 kg koksu alebo 750 kg uhoľných brikiet! Na zakúrenie potrebujeme mať drevo preschnuté minimálne dva roky. Najčastejšie sa vykuruje drevenými polenami. Najväčšiu výhrevnosť majú smrek a borovica, ale musíme prikladať dvakrát častejšie ako keď prikladáme dubom alebo bukom.

Porovnanie výhrevnosti dreva:

Palivo	Výhrevnosť (kJ.kg)
drevo	11 000-12 000
hnedé uhlie	6 000- 9 000
čierne uhlie	13 500-29 000
koks	23 000-29 000

13. OBJEKT

Kozub, ktorý slúži majiteľovi 2 roky. (ukážka z rodinného domu) >

Skladá sa z:

- samotný kozub, ktorý je prepojený na ústredné plynové kúrenie
- kozubová vložka s výmenníkom, pomocou ktorého je kozub napojený na radiátory ústredného plynového kúrenia
- výduchy (celkom 3)
- komín
- teplovodný výmenník

Vykurovacie rúry, pomocou ktorých kozub vedie teplo aj do nižšie položených miestností

Ústredné plynové kúrenie, pomocou ktorého je riadené kúrenie v dome.

Využitie/Hodnotenie

Kozub slúži na vykurovanie celého domu. Klient má dva zdroje vykurovania a to zemný plyn a kozub. Kozub je napojený na radiátory ústredného kúrenia a tak môže na raz vykurovať aj niekoľko poschodí. Majiteľ je s kozubom veľmi spokojný, pretože ušetrí kopu peňazí. Teraz si už ani nevie predstaviť domácnosť v zime bez kozubu. Je veľmi rád, že dal kozub postaviť aj keď ho to stálo veľké peniaze. Sám hovorí, že keby mal v domácnosti kúriť len plynom, tak by to neutiahol, lebo náklady za plyn sú deň odo dňa vyššie.

(+) Výhody:

- úspora v našom prípade o 80% (Užívateľ má aj ústredné plynové kúrenie aj kozub. Keď kúril len plynom tak za zimu spálil 6000m^3 , ak kúril kozubom tak spálil len 1100m^3).
- ak máme kozub aj ústredne plynové kúrenie výhodou je že kozub môžeme napojiť na radiátory ústredného plynového kúrenia a vykurovať tak celý dom. Ak kúrime krbom a teplota v dome nám klesne pod istú hranicu, ktorá je nadstavená na termostate ústredného plynového kúrenia, tak sa nám plyn automaticky zapne.
- stavba komínu ku kozubu trvá len 4 hodiny
- ak investujeme peniaze na stavbu kozubu o dva roky sa nám vrátia
- teplota v miestnosti je oveľa vyššia ako, keď kúrime zemným plynom
- už len pri pohľade do horiaceho ohňa je nám teplejšie.
- ekologickosť (Pri kúrení kozubom sa nám do ovzdušia nedostáva až tak veľa škodlivých látok)
- obnoviteľnosť lesa (Ak kúrime kozubom, tak potrebujeme drevo. Drevo je dostupné najmä v lese. Ak berieme nepotrebné drevo z lesa- zo spadnutých stromov, tak les čistíme

(–) Nevýhody:

- inštalácia kozubu je veľmi drahá
- kozubové vložky sú veľmi drahé
- ľudská práca (neustále staranie, keď kúrime celý deň tak musíme každé 3 hodiny prikladať)
- dovoz dreva + platba za dovoz i za drevo
- drevené brikety sú veľmi drahé
- samovýroba dreva (treba zájsť do lesa a sami si musíme narezať drevo)
- kozub znečisťuje miestnosť (práši sa z neho)

14. VLASTNÉ HODNOTENIE:

Môžem povedať, že do posial som o krboch nevedela vôbec nič. Nevedela som vôbec na akom princípe fungujú a o tom, že môžu vykurovať celý dom naraz sa mi ani len nesnívalo. A vôbec prečo by malo, veď kozuby alebo alternatívne zdroje energie ma vôbec nezaujímali.

Všetko sa zmenilo vtedy, keď mi moja pani profesorka povedala, že by som sa mohla zapojiť do projektu Enersol. Vysvetlila mi o čo v tejto súťaži ide. Ja som s tým súhlasila. Spoločne sme vybrali tému na projekt, ktorý som spracovala. Vybrala som si kozuby. Kozuby práve preto, lebo kozub som mala jediný dostupný tu na okolí. No a k čomu som sa vlastne dopracovala? Podľa mňa je kozub výborný alternatívny zdroj energie, lenže tak ako všetky alternatívne zdroje energie je príliš drahý. S toho dôvodu si ho nemôže každý zabezpečiť aj, keď vie ako veľmi by sa mu hodil. Ani sa nečudujem, keď len samostatná kozubová vložka stojí najmenej 25 000 Sk a to sa ešte nepočíta stavba kozubu, komína, obstavanie, materiál... a ďalšie. Takže stavba kozuba stojí najmenej 60 000 Sk. Podľa mojej mienky by sa kozub hodil do každej domácnosti, pretože pohľad na horiaci oheň v kozube je nádherný a upokojujúci, ale ako som už uviedla nie každý si ho môže kvôli vysokým nákladom dovoliť. Kozub je ďalej výhodný z hľadiska ekologickosti. V kozube sa dá kúriť drevom, ktoré na rozdiel od ostatných palív neznečisťuje ovzdušie.

Som veľmi rada, že som sa tejto práci venovala, pretože som sa dozvedela veľa nových vecí o kozuboch a aj o tom ako sa dá menej znečisťovať naše ovzdušie, pretože v kozuboch väčšinou kúrime takými palivami, ktoré čo najmenej znečisťujú ovzdušie.

MIROSLAV PALUŠKA, DUŠAN HUSÁR, SOU strojárske a elektrotechnické Zlaté, Moravce, ul. 1. Mája 22

VYUŽITIE VODNEJ ENERGIE NA RIEKE ŽITAVE

PREDHOVOR

V našej práci sme chceli poukázať, ako sa vodná energia rieky Žitavy využívala v minulosti a ako sa využíva dnes. Zamerali sme sa iba na región Horného Požitavia, a to z dôvodu rozsahu práce.

Počas prípravy práce sme osobne navštívili žijúcich potomkov mlynárov, ktorí uchovávali archívne materiály alebo zachovali a zakonzervovali technické dedičstvo svojich predkov. V dĺžke toku asi 30 km sme navštívili a sčasti zdokumentovali všetky lokality, kde sa nachádzali vodné mlyny. Skontaktovali sme sa s majiteľmi malých vodných elektrární v obci Obyce a Machulince.

A prečo práve vodná energia v rieke Žitava? Asi preto, že každý deň chodíme do našej školy cez most nad touto riekou. Prečo sme si vybrali práve vodné mlyny a malé vodné elektrárne? Možno preto, že jeden mlyn stojí priamo v areáli našej školy, aj keď dnes už neslúži pôvodnému účelu. Malé vodné elektrárne sa nachádzajú iba 5 km od nášho mesta Zlatých Moraviec.

Naša práca by mohla byť malým prínosom pre využívanie a podporu alternatívnych zdrojov energie. Tiež by mohla byť prínosom pri vyučovaní ekológie na základných a stredných školách v našom regióne.

ÚVOD

Životné prostredie v Zlatomoraveckom regióne začal človek ovplyvňovať už v mladšej dobe kamennej (v neolite, asi 5000-3200 r. pred n. l.). Veľmi dobré podmienky sem priviedli prvých obyvateľov, ktorí si tu zakla-

dali svoje osady. Len v katastri a v intraviláne Zlatých Moraviec sa z toho obdobia eviduje 13 osád. Vyše polovica týchto osád sa rozprestiera na ľavom brehu rieky Žitavy. V oblasti Horného Požitavia sa teda začalo už v tomto období s odlesňovaním a vytváraním poľnohospodárskych pôd.

Už takmer 7000 rokov žije na brehoch tejto rieky človek a ovplyvňuje jej a svoj život. Aj keď táto rieka ničila a ničí úrodu a majetok ľudí a zobrala si už niekoľko životov, človek sa nedokázal od nej odpútať. Už v ranných dobách osídľovania slúžila ako zdroj obživy. S vývojom ľudstva sa rozširovalo aj využívanie rieky. Nebola len zdrojom obživy, ale využívala a využíva sa na zavlažovanie poľnohospodárskej pôdy. Život človeka sa odohrával v blízkosti rieky, lebo človek bol na rieku bytostne odkázaný. V rieke napájal svoj dobytok, močil konope, pral svoj odev a pod. Rieka slúžila ako zdroj energie, keď poháňala mlynské kolesá. V mlynoch si človek mlel obilie na múku.

Na toku rieky bolo postavených mnoho vodných mlynov. Niektoré stoja ešte dodnes, ale už neplnia svoju funkciu. Napríklad v Žitavanoch ešte v 60-tych rokoch minulého storočia boli tri mlyny. Kto z nás mladých sa zamyslí nad tým, že budova predajne Farby laky pri nástupišti SAD v Zlatých Moravciach slúžila kedysi ako mlyn?

Zásahy do koryta rieky boli evidentné. Človek menil a stále mení tok rieky, stavia cez rieku mosty a lavičky. Dnes už využívanie rieky a život ľudí nie sú tak bytostne späté ako kedysi, ale o to drastickejšie sa ľudia k nej správajú. Mnohé živočíchy, ktoré boli v rieke bežné ešte pred málo desaťročiami, sa stávajú raritou (napr. Korýtko riečne, Rak kamenáč a pod.).

VODNÁ ENERGIA

Slnečné žiarenie spôsobuje odparovanie vody z oceánov, morí, jazier, riek a potokov. Vodné pary sa presúvajú nad zemským povrchom a ich ochladzovanie vedie ku kondenzácii a zrážkam. Kolobeh vody v prírode umožňuje ľuďom využívať energiu vodných tokov na konanie mechanickej práce, resp. na pohon turbín vo vodných elektrárňach a vyrábať tak elektrickú energiu.

Využívanie vodnej energie na mechanický pohon hlavne mlynov a zavlažovacích systémov siaha ďaleko do minulosti. Prvé informácie o využívaní vodnej energie pochádzajú z roku 600 pred n.l. Používali sa hlavne vodné kolesá na dopravu vody do zavlažovacích kanálov. Mnoho vodných diel na Slovensku, určených na mechanickú prácu, ale i na výrobu elektrickej energie, slúžilo už našim dedom, pričom stavebné i technologické časti týchto diel sa zachovali na viacerých miestach. Väčšinu z týchto vodných diel predstavovali zariadenia na pohon mlynov, píl a na mechanický pohon strojov.

Menšiu časť predstavovali prevádzky s výrobou elektrickej energie – malé vodné elektrárne. Dnes veľa vodných diel chátra na rôznych potokoch a riečkach a čaká na svoju rekonštrukciu, ktorá by v mnohých prípadoch bola aj ekonomicky výhodná. Hoci vodné elektrárne neznečisťujú okolie emisiami, neprodukujú žiaden odpad a nespotrebujú žiadne surovinové zdroje, nie sú celkom neutrálne k životnému prostrediu. Veľké vodné diela predstavujú i veľký zásah do riečnej ekológie, napr. v dôsledku regulácie vodnej hladiny, kanalizácií, spevňovania brehov, spomaľovania rýchlosti tokov a iných faktorov. Vodné elektrárne nemôžu byť budované v chránených prírodných územiach a mali by zaručovať i pre prirodzených obyvateľov riek možnosť nerušeného vývoja. Je zrejmé, že veľké vodné diela z tohto pohľadu len ťažko možno považovať za ekologické.

Vodná energia sa dnes vo svete podieľa jednou pätinou na výrobe elektriny, čo je viac, ako sa získava pri výrobe v jadrových elektrárňach. Dnešné vodné elektrárne zahrňujú veľké vodné elektrárne vrátane akumulačných zariadení, malé vodné elektrárne a veľmi malé tzv. mikrozdroje. Vodné turbíny môžu premeniť až 90 % dostupnej energie na užitočný výkon a patria medzi najspoľahlivejšie a najdlhšie pracujúce elektrárne. Dobre udržované zariadenie môže slúžiť 50 i viac rokov.

MALÉ VODNÉ ELEKTRÁRNE – MOŽNOSTI VYUŽITIA NA SLOVENSKU

Reliéf našej krajiny je taký, že značná časť vodnej energie je rozptýlená v malých tokoch. Slovensko má dostatočný potenciál práve vo vodnej energii využiteľnej v malých vodných elektrárňach, ktorý môže pokryť takmer jednu tretinu elektrickej energie spotrebovanej v domácnostiach.

Malé vodné elektrárne sú trvalým nevyčerpateľným zdrojom energie. Šetria nielen palivo, ale i náklady na jeho ťažbu a dopravu. Vyznačujú sa malou poruchovosťou, vysokým počtom prevádzkových hodín počas roka, nízkymi prevádzkovými nákladmi, častou bezobslužnou prevádzkou, dlhou životnosťou, ktorá môže dosiahnuť aj 80 rokov. Vodnú energiu je možné získať buď využitím jej prúdenia (energia kinetická – pohybová), jej tlaku (energia potenciálna – tlaková), alebo oboch energií súčasne.

Kinetickú energiu predstavuje rýchlosť prúdenia toku. Táto rýchlosť je závislá na spáde toku. Využiť ju je možné hlavne vodnými kolesami a turbínami Bánkiho a Peltona. Tlaková energia sa využíva hlavne prehradením toku splavom, haťou alebo priehradou, a ďalej sa vedie vhodným uzatvoreným prívodom k turbíne, ktorá je umiestnená nižšie, ako je hladina prehradeného toku. Tlakovú energiu je možné efektívne využiť v turbínach typu Kaplan alebo Franciz. Túto energiu charakterizuje skutočnosť, že časť tlaku sa premení na rýchlosť, ktorá je nutná na zabezpečenie požadovaného prietoku vody. Zvyšok tlaku sa postupne znižuje pri prúdení pri lopatke turbíny a v mieste, kde voda lopatku opúšťa, je tlak prakticky celý využitý.

PRIETOČNÉ MALÉ VODNÉ ELEKTRÁRNE

Tieto elektrárne využívajú prietok trvale, a to buď tak, že elektráreň je umiestnená priamo na rieke (riečna elektráreň) alebo na kanáli, ktorý je umelý a je vedený súbežne s riečiskom (derivačná elektráreň).

AKUMULAČNÉ MALÉ VODNÉ ELEKTRÁRNE

Ak chceme dosiahnuť vyšší výkon, ako je prirodzený výkon toku, môžeme ho získať zadržaním toku pomocou vybudovanej vodnej nádrže, čím získame vyšší prietok i vyšší spád.

VÝBER LOKALITY

Výber vhodnej lokality závisí na výkone, ktorý je možné v danej lokalite dosiahnuť. Výkon turbíny závisí od výšky spádu vody a množstva pretekajúcej vody. Obidve veličiny sú rovnako dôležité, a tak už prietok niekoľko litrov za minútu pri dostatočnej výške predstavuje potenciálne zaujímavý zdroj.

Zjednodušene výkon malej vodnej elektrárne môže vyjadriť nasledovne:

$P = K \cdot Q \cdot H$

P – výkon v kW

K – koeficient závislý na účinnosti turbíny, prevodu generátora, prípadne aj transformátora a prenosovej cesty. Pre praktické účely je možné používať hodnotu

K = 6 až 7

Q – prietok v m^3/s

H – spád v metroch (rozdiel hladín pred a za turbínou)

Na základe skúseností je za minimálny rentabilný výkon malej vodnej elektrárne možné považovať 3 kW a z hľadiska vlastnosti dostupnej technológie je minimálny hospodárne využiteľný spád 2 m. Spád sa v priebehu roka mení málo. Iba v prípadoch veľkých vôd dochádza k zvýšeniu spodnej hladiny, a tým k zníženiu rozdielu hladín.

Množstvo pretekajúcej vody v priebehu roka značne kolíše a najlepšie ho vystihuje ročná odtoková krivka. Jednorázové alebo krátkodobé meranie prietoku v danej lokalite nemôže dať primerane spoľahlivé výsledky.

Malé vodné elektrárne sa dimenzujú na tzv. 90 – denný prietok, ktorý charakterizuje počet dní (90), počas ktorých bude v priemernom roku prietok väčší ako daná hodnota. Prietok Q (m^3/s) sa vypočíta zo strednej rýchlosti V (m/s) a prierezu koryta S (m^2) podľa vzorca:

$Q = V . S$

Stredná rýchlosť toku je ale nižšia, ako tá, ktorú sme takto vypočítali. Rýchlosť toku je totiž uprostred koryta maximálna a pri brehoch je znížená v závislosti na drsnosti a veľkosti zmáčaného obvodu koryta. Pre praktické účely je možné počítať so znížením rýchlosti o 15% pre hladké koryto (betón alebo drevo) a znížením o 25% pre drsné povrchy (zem, hlina). Stanovenie prietoku vody by malo byť uskutočnené niekoľkokrát v priebehu roka, nakoľko táto veličina sa významne mení.

CHARAKTERISTIKA TOKU RIEKY ŽITAVY

Oblasť Tríbeča a Pohronského Inovca v oblasti Horného Požitavia odvodňuje rieka Žitava (viď CD obr. 2). Jej pramenná oblasť odvodňuje južné a juhovýchodné svahy Tríbeča a západné svahy Pohronského Inovca. Sieť rieky Žitavy je vejárovitá a zo svahov týchto pohorí preberá rad nie príliš vodnatých potokov. Horný tok rieky je značne zalesnený, od Zlatých Moraviec je odlesnený. Rieka Žitava sa vlieva do rieky Nitry, pri Martovciach, no pôvodne sa vlievala do Dunaja. Pripomína sa to už v listine z roku 1075, ktorá sa týka kláštora v Hronskom Beňadiku ako Sitoňa.

Názov rieky Žitavy s jej slovanskou príponou – ava je starého pôvodu. Etymológia základu tohto názvu sa všeobecne vysvetľuje zo slovanského slova „žito“ – obilie a názov asi označoval rieku pretekajúcu obilným krajom. Jej celková dĺžka je 108 km. Pramení v obci Veľká Lehota v oblasti Lehotskej lesostepi v nadmorskej výške 580 m n.m. Po 25-tich km v Zlatých Moravciach dosiahne tok Žitavy 180 m n.m. Na tomto úseku prekoná výškový rozdiel 400 m. Na ďalšom úseku dlhom takmer 80 km klesne rieka po ústie do rieky Nitry pri Martovciach iba o 90 výškových metrov. Najužšie miesto, ktorým preteká rieka, sa nachádza v Cigánskej doline nad obcou Jedľové Kostoľany pri Zbojníckej Turni, kde pohorie Tríbeč a Pohronský Inovec oddeľuje iba 50 metrov široká úžina, nad ktorou sa dvíhajú svahy prudko od rieky až 100 m.

POVRCHOVÉ VODY V POVODÍ ŽITAVY

Voda na Zemi, okrem vody chemicky viazanej v mineráloch a vody v organickej hmote, tvorí hydrosféru. Z celkového objemu využívanej povrchovej vody sa najväčšia časť používa v priemysle, asi 76%, ale len 10% pre zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou.

Povrchové vody sa využívajú aj v poľnohospodárstve. Množstvo povrchovej vody závisí od zrážok. Najviac zrážok spadne v horských oblastiach. Časť vody vsiakne do pôdy a ďalšia časť vody vytvára podzemné vody. Keď je pôda dostatočne presiaknutá a neprijíma zrážkovú vodu, táto sa stáva povrchovou a steká do žľabov, korýt potokov a riek. Podľa tejto vody sa merajú prietoky riečnych tokov.

Rieka Žitava a jej prítoky patria do vrchovinovo - nížinnej oblasti. Hlavný zdroj vodnosti sú dažďové a snehové zrážky. Najväčší prietok sa vyskytuje v mesiaci marec a najmenší v mesiaci september. Maximálne prietoky súvisia hlavne s topením snehu spojeným s dažďovými prehánkami. Povodňové stavy sa môžu vyskytnúť aj v lete počas výdatných búrkových lejakov.

Kvalita povrchovej vody sa hodnotí podľa tried I . – V. (pričom I. je veľmi čistá voda; V. je veľmi silne znečistená voda). Kvalitu vody v rieke Žitave ovplyvňuje poľnohospodárstvo, neodkanalizované obce na rieke a jej prítokoch. Žitava po dedinu Obyce patrí medzi tzv. vodárenské toky Slovenska. To sú toky, ktoré kvalitou vyhovujú pre zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou. Na území mesta Zlaté Moravce patrí však voda Žitavy do tretej akosti. Slovne ju možno označiť ako vodu znečistenú.

VODNÉ MLYNY NA RIEKE ŽITAVE

Na rieke Žitave boli vhodné podmienky na rozvoj mlynárstva. V obci Malá Lehota už v roku 1715 boli dva mlyny. Po asi 4 km toku rieky v časti zvanej Brod v nadmorskej výške 470 m n. m. sa nachádza bývalý mlyn, ktorý je v súčasnom období prerobený na rekreačné účely.

Na okraji obce Jedľové Kostoľany hneď pod cestou na Veľkú Lehotu v nadmorskej výške 370 m n. m. sa nachádza mlyn, teraz prestavaný na rodinný dom (viď CD obr. 3). Pôvodne bol majetkom grófa Kegleviča, zariadený na kameň a vodný pohon. Majitelia sa vystriedali niekoľkokrát. Ján Budinský ho v roku 1924 dal prestavať na valcový pohon s vodnou turbínou a aj s naftovým motorom.

Prvý mlyn v Obyciach sa spomína v roku 1720. V obci Machulince neďaleko námestia sa nachádza unikátna technická pamiatka. Ide o dnes už prerobenú budovu vodného mlyna, v ktorej sa nachádza malá vodná elektráreň. Mlyny v Machulinciach sa spomínajú už v roku 1782. Najstarší mlyn bol horný, v ktorom je spomínaná technická pamiatka. Druhý mlyn stál pri ceste, ktorá vedie do obce od západu medzi riekou Žitavou a mlynským náhonom. Tento mlyn zanikol počas druhej svetovej vojny a v súčasnosti je zbúraný. V poradí tretí mlyn postavili neskôr v chotári Machuliniec neďaleko obce vedľa cesty do Žitavian (Opatovce nad Žitavou). Pôvodne bol mlyn farský, neskôr ho odkúpil Ľudovít Šťukovský. Prvým známym majiteľom najstaršieho horného mlyna, podľa zachovaného mena bol mlynár menom Žirka. Ďalším majiteľom sa stal jeho zať Anton Hrežďovič. Spolumajiteľkou bola jeho manželka Mária rod. Žirková. Po smrti manželov Hrežďovičovcov odkúpil mlyn Jozef Lukačka. Mlyn prevádzkoval počas druhej svetovej vojny až do roku 1948. Potom sa stal majiteľom Anton Pivarči. Za jeho účinkovania sa prevádzka mlyna utlmila, lebo vznikli nové spoločenské pomery.

Až v roku 1983 odkúpil mlyn Andrej Hvišč s manželkou na rodinné účely. V spoločnosti sa začala rozbiehať debata o malých vodných elektrárňach a ich využití. Majiteľ na vlastné náklady vyčistil náhonový kanál k areálu mlyna, upravil okolie, vynaložil prácu i financie na rozbehnutie prevádzky malej vodnej elektrárne. Dokázal uspokojiť vlastnú potrebu energie a prebytok poskytoval obci. V mlyne je možnosť posedenia s priateľmi, a keď pána mlynára pekne poprosíte, možno vás aj ubytuje. V upravenej mlynici zahliadnete pevnú drevenú konštrukciu, ktorá nesie drevené tunely, ktorými sa sypalo obilie.

Prístup k mlynu:

Mlyn sa nachádza na Mlynskej ulici v Machulinciach. Na námestí v smere do Zlatých Moraviec je vpravo malá ulička. Do nej vojdete a približne po 500 m nájdete nenápadný rodinný dom, pri ktorom tečie potok.

Obec Žitavany vznikla zlúčením Kňažíc a Opatoviec nad Žitavou v roku 1959.Už v roku 1691 je spis o mlynároch z Kňažíc. To znamená, že už v tomto období sa tu nachádzali mlyny.

V Opatovciach v blízkosti cintorína stál oddávna kapitulský vodný valcový mlyn. Prenajímali si ho mlynári, ktorí nemali vlastný mlyn. Mlyn v zlej opatere nájomníkov vždy viac chátral a strácal zákazníkov, keďže mu konkurovali susedné mlyny súkromníkov, ktoré boli lepšie vybavené. Nakoľko kapitula nechcela do modernizácie mlyna investovať, mlyn predala. Kúpil ho machulinský mlynár Ľudovít Šťukovský v roku 1924 pre svojho syna Ladislava. Jeho modernizáciou a dobrou obsluhou si získal zákazníkov až z 10 km vzdialenosti.

Zo spomínaných štyroch mlynov bol v prevádzke už len tento do roku 2002 a slúžil na šrotovanie jačmeňa a menšieho množstva pšenice na múku. Na tej istej priekope asi 150 m vyššie, v katastri obce Machulince, bol už spomínaný Šťukovského mlyn /horný Šťukovský/. Vodný náhon sa pre oba mlyny oddeľoval na terase Žitavy za obcou Machulince. Niekoľko 100 m nižšie v Kňažiciach / pod dolným Šťukovkým mlynom / boli dalšie dva mlyny, ktorých poslední majitelia boli Mikuláš Hrežďovič a Július Blaško. Hrežďovičov mlyn bol najmodernejšie vybavený, a to strojmi z Pardubíc po druhej svetovej vojne. Bol najvýkonnejší, mal veľa zákazníkov a spracovával melivo aj pre ľudovú armádu. Asi v roku 1966 po zásahu blaskom vyhorel. Poniže mosta bola vybudovaná zástavnica vody

pre štvrtý mlyn, Blaškov. V tridsiatych rokoch minulého storočia zhorel, ale bol zrenovovaný a vybavený novými strojmi. Po odchode majiteľa Júliusa Blaška do dôchodku jeho syn už nechcel vykonávať toto remeslo, a tak bol mlyn zlikvidovaný a mlynský náhon zahádzaný. Dnes v budove bývalého mlyna je chovná stanica psov.

V okolí Zlatých Moraviec sa mlynári spomínajú už v 16. storočí. Mlynári boli uznávané osobnosti s vysokým spoločenským statusom. Považovali ich za „pánov majstrov". Do mlynov na rieke Žitave chodili mlieť aj ľudia z okolitých obcí. V Zlatých Moravciach ešte dnes pri autobusovej stanici stojí bývalý vodný mlyn prerobený na predajňu Farby laky. V Chyzerovciach, ktoré sú časťou Zlatých Moraviec, bol valcový stroj, Mikulášov mlyn. Ďalší mlyn sa zachoval a slúži dodnes svojmu účelu, aj keď ako elektrický.

Mlyn na rieke Žitave je tiež v obci Tesárske Mlyňany, ako aj v susednej obci Vieska nad Žitavou.

V obci Slepčany boli v roku 1779 dva mlyny. Jeden zdola dediny kapitulský, druhý obecný. Na celom toku rieky Žitavy bolo v minulosti takmer 50 mlynov.

MALÁ VODNÁ ELEKTRÁREŇ OBYCE

Malá vodná elektráreň Obyce (ďalej MVE) je postavená za obcou asi 50 m od rieky Žitavy. Jedná sa o derivačnú elektráreň.

Voda sa do elektrárne privádza umelo vybudovaným kanálom asi 300 m od zástavnice vody na rieke Žitave.

Elektráreň začal stavať pán Minár asi v roku 1987 a v roku 1989 bola spustená do prevádzky. Vyrobená elektrická energia sa dodáva do elektrickej rozvodnej siete. Spád vody je 6 m, prietok je v priemere 0,7 m^3/s. Maximálny výkon elektrárne je 30 kW/h. V malej vodnej elektrárni pracuje Bánkiho turbína. Nie všetka voda z rieky Žitavy sa môže vpustiť do derivačného kanála, časť musí tiecť hlavným tokom rieky (ekologické minimum), na zachovanie živých organizmov v rieke. Ak je malá vodná elektráreň v prevádzke, je v rieke tiež vidieť znížené množstvo vody na úseku dlhom asi 300 bm. Počas nízkeho stavu vody v letných (suchých) mesiacoch MVE nemôže byť v prevádzke.

Medzi Bánkiho turbínou a elektromotorom kedysi zabezpečovali prevod klinové remene. Tieto sa neosvedčili, pretože sa často poškodzovali a trhali. Časom boli nahradené pryžovým plochým remeňom. Za dobu prevádzky elektrárne pán Minár vymenil už 6 plochých remeňov. Cena jedného remeňa sa pohybuje okolo 12 000 Sk.

Vodu do Bánkiho turbíny privádza potrubie v priemere Ø 500 mm v dĺžke asi 15 bm. Jedná sa o jednotlakovú turbínu, ktorá je nenáročná a pomerne odolná voči mechanickému poškodeniu. My sme mali možnosť vidieť aj poškodenú turbínu odloženú v elektrárni (prehnuté pevné lopatky turbíny). Prietok vody je možné regulovať v rozmedzí 0 až 100%. Tieto turbíny je možné používať pre spády 5 až 60 m a prietoky 0,01 až 0,9 m^3/s. Ich výkon je 0,5 až 120 kW. Generátorom je vo väčšine prípadov asynchrónny motor.

Táto malá vodná elektráreň podľa vyjadrenia jej majiteľa vyrobí 40 000 kW až 60 000 kW za rok. Tomuto výsledku zodpovedá aj náš základný výpočet výkresu malej vodnej elektrárne.

P = K . Q . H	K = 6;7 - koeficient závislý na účinnosti turbíny
	Q = prietok vody v m^3/s
P = 6 . 0,7 . 6	H = spád vody
P = 25,2 KW/h	

Ak uvažujeme, že malá vodná elektráreň môže byť v prevádzke približne 90 dní v roku, potom za rok táto elektráreň môže vyrobiť: P = 25 KW x 24 hod = 600 KW x 90 dní = 54 000 KW x 1,40 SK (výkup do elektrickej siete) = 75 600 Sk/rok. Tento výpočet zohľadňuje aj vyjadrenia pána Minára, že elektráreň môže vyprodukovať 60 000 – 80 000 Sk.

MVE Obyce: p. Minár Urban, Hlavná 2, č.t. 037/ 63 32 281

MALÁ VODNÁ ELEKTRÁREŇ MACHULINCE

Malá vodná elektráreň v Machulinciach vznikla rekonštrukciou starého mlyna, ktorý kúpil pán Andrej Hvisc. Začal s rekonštrukciou mlyna ako svojho obydlia (rodinného domu) a začal s myšlienkou využitia mlyna ako MVE (viď CD obr. 18 – 24). Rôzne byrokratické prieťahy a neochota bývalého miestneho národného výboru a iných úradov mu znemožňovala výstavbu. Ako sám hovorí, nevzdal sa, a takmer po štyroch rokoch vybavovania povolení sa mu podarilo v roku 1987 za asi 23 000 Kčs kúpiť TM3 turbínu na Morave pri Brne. Elektrickú energiu vyrába len pre vlastnú potrebu.

Spád MVE = 5 m
Prietok Q = 0,3 m^3/s
Výkon P = k . Q . H
P = 6 . 0,3 . 5
P = 9 kW

Priemerný výkon P je podľa vyjadrenia p. Hvisca 8 kW. Táto MVE bola koncom 80-tych rokoch minulého storočia šiesta na Slovensku. Ako hovorí majiteľ, mohla byť teoreticky aj tretia, ale nemal dostatok síl proti štátnej byrokracii, pretože súčasne prerábal starý mlyn na bývanie.

Až v druhej polovici 90-tych rokov minulého storočia začal pôvodný mlyn, ktorý bol naposledy rekonštruovaný v roku 1921, prerábať podľa pôvodnej interiérovej architektúry. V dnešnej dobe slúži mlyn, okrem MVE, na vidiecku turistiku s malým múzeom a s možnosťou ubytovania, stravovania a rekreácie.

TM3 turbína má priemer obežného kola 300 mm. Rozvádzacie a obežné lopatky sú pevné, neregulovateľné. Turbína pracuje s asynchrónnym motorom. MVE je uvádzaná do prevádzky pomocou elektromotora. Po zapnutí do siete pracuje turbína ako čerpadlo. Asi po 15 – 30 sek. po zaplnení vodou prechádza turbína do chodu a elektromotor pracuje ako generátor.

Tieto turbíny spoľahlivo pracujú na spádoch 2 – 6 m. Môžu sa vhodne využiť v lokalitách, kde bolo pôvodne mlynské koleso na vrchnú vodu (ako tento mlyn v Machulinciach). Turbíny je možné použiť od spádu 3 m a prietoku 0,3 m^3/s.

MVE Machulince: Hvisc Andrej, Mlynská 137, č.t. 037/ 630 15 51

ZÁVER

V minulosti dokázali ľudia oveľa lepšie využívať vodnú energiu na rieke Žitave, od ktorej bolo závislé ich živobytie. Rieku, jej silu a krásu si vážili omnoho viac ako v súčasnosti. Je smutné, že z rieky postupne miznú vodné mlyny. Len dva sa zachovali sčasti v pôvodnom stave, ostatné slúžia iným účelom. Mnohé zmizli z povodia rieky, niektoré vyhoreli a iné sa rozpadli.

Je však pozitívne, že silu vody si uvedomili zatiaľ aspoň dvaja majitelia malých vodných elektrární, ktoré vybudovali koncom 80-tych a začiatkom 90-tych rokov minulého storočia a v súčasnosti ich prevádzkujú. Dúfame, že s rozvojom vidieckeho turizmu a hľadaním alternatívnych zdrojov energie si znovu začneme uvedomovať aj v našom regióne silu Žitavy. Veď mnoho ľudských obydlí leží priamo na brehu tejto rieky.

Rieka rozdeľuje časti niektorých obcí na dve polovice; napr. obce Obyce, Machulince, Žitavany, Zlaté Moravce, Tesárske Mlyňany a Slepčany.

Potenciál rieky by v budúcnosti mohol zásobovať elektrickou energiou časť ľudských obydlí. Tie by nemuseli byť závislé od elektrickej energie napr. z jadrovej elektrárne Mochovce. Na to by však samosprávy spomínaných obcí museli vytvoriť vhodné podmienky a viac sa angažovať za alternatívne zdroje energií, aby tieto zdroje nezostali iba na niekoľko málo alternatívno-technických nadšencoch.

STANISLAV NEMČOK-FURIŠ, Stredné odborné učilište Senica, V. P. Totha 31

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.

Energia vetra

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 m3 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 10 m nad terénom w_{10} môžeme rozlíšiť 3 triedy rýchlosti vetra.

Triedy rýchlosti vetra	Typ vetra	W_{10} (m/s)	Triedna rýchlosť
I	Slabý	$0 < w_{10} \leq 2,5$	1,7
II	mierný	$2,5 < w_{10} \leq 7,5$	5
III	silný	$W_{10} > 7,5$	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 h_o (m/s)

W_h - Vypočítaná rýchlosť vetra (m/s)

h_o - výška, 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 1m^2 kolmo a smer vetra. Tá je daná vzťahom

$e = 0,5 \cdot \rho \cdot w^3 \quad (W/m^2)$

kde je ρ - priemerná hustota vzduchu (ρ=1,2kg/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. Súčasne veterne 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. Moderne veterne 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 som prišiel 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 z 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

Armovanie a betónovanie základovej dosky

Kotvenie prvého dielu konštrukcie

Doprava dielov bola náročná

Skladanie a montáž

Rotor na zemi bol neuveriteľne veľký

Montáž rotora ku generátoru

Montáž stožiara

Montáž agregátu

... a teraz „len" pripojiť elektráreň do siete!

MICHAL DEKAN, Stredná priemyselná škola Myjava

FOTOVOLTAIKA A JEJ VYUŽITIE V PRAXI

1 ÚVOD

Bez elektrickej energie sa dá žiť. Asi hodinu. Potom nám jej neprítomnosť začne prekážať – nefunguje rýchlovarná kanvica, elektrický budík zlyhal, nefunguje rádio, televízia... Je viacero spôsobov ako získať elektrickú energiu. Človeku sa už podarilo získať energiu štiepením jadra uránu. Teraz je na rade vodík. Alebo vietor? Či slnko? Predpokladané tempo výroby a služieb, sa taktiež nezaobíde bez čoraz vyššej energetickej náročnosti. To predpokladá ekonomické využívanie známych zdrojov energie, ale i hľadanie nových ciest k vyriešeniu energetických potrieb spoločnosti, najmä využitie alternatívnych zdrojov energie.

Obnoviteľným zdrojom energie a ich kvantitatívnemu využívaniu patrí budúcnosť. Technológie využívajúce obnoviteľné energetické zdroje sú vo všeobecnosti čistejšie, menej riskantné a hlavne založené na neobmedzenom palivovom zdroji – Slnku. Slnko je jediným zdrojom energie, na ktorý sa ľudstvo môže plne spoľahnúť. Z týchto dôvodov som si zvolil tému fotovoltaika a jej využitie v praxi. Obnoviteľné zdroje energie, ktorých základom je slnečné žiarenie, sú schopné úplne pokryť spotrebu všetkých druhov energie prakticky v každej krajine sveta.

K prednostiam slnečnej energie patrí:
- slnečná energia je rozdelená po celej planéte. Dopadajúce množstvo slnečnej energie závisí od geografických, klimatologických a meteorologických podmienok
- slnečná radiácia prichádza na Zem „zadarmo“
- je prakticky nevyčerpateľná, pretože Slnko má pred sebou ešte niekoľko miliárd rokov existencie

Námietky proti využitiu slnečnej energie:
- časová premenlivosť slnečnej radiácie
- malá intenzita slnečnej energie, a teda potreba veľkých plôch na zachytenie
- ťažkosti s priamou akumuláciou slnečnej energie
- malá účinnosť premien slnečnej energie využívaných v súčasnosti

Vo svojej práci sa chcem zaoberať hlavne fotovoltaickými článkami, pretože v oblasti výroby elektrickej energie sú to práve fotovoltaické články, ktoré i napriek dnes relatívne vysokej cene by mohli výrazne ovplyvniť výrobu elektrickej energie už v krátkom čase. K tejto práci som pripojil i ukážka o princípe fotovoltaických článkov vo forme solarollera, ktorý som zostrojil. Tento solaroller sa pohybuje pomocou slnečného žiarenia smerom vpred.

2 METODIKA

Na mojej práci som začal pracovať začiatkom septembra. Z internetu som si postupne sťahoval potrebný materiál, ktorý som spracovával na počítači. Neskôr som si požičal niekoľko kníh. Vo voľnom čase som ich čítal a vypisoval z nich rôzne informácie. Získané informácie som spojil do súvislého celku, prepísal na počítači a vznikla táto práca + zostrojenie solarollera.

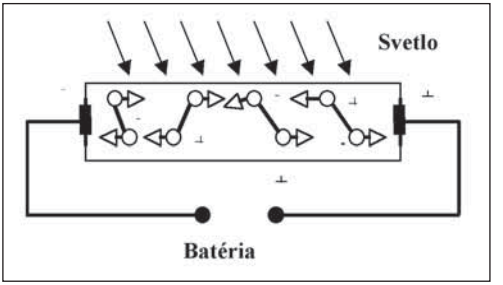
3 FOTOVOLTAIKA

Fotovoltaika je výraz odvodený z gréckeho slova photos (svetlo) a názvu jednotky napätia – volt. Fotovoltaika znamená priamu premenu slnečnej energie pomocou fotoelektrického javu na elektrinu. Tento jav sa využíva v slnečných (fotovoltaických) článkoch. V poslednej dobe sa v tejto oblasti zaznamenáva dynamický rozvoj. Fotovoltaika je predovšetkým lákavým prísľubom inej budúcnosti. Predstava malého čistého a lacného zdroja energie priťahuje nielen vedcov, ale aj výskumníkov a nadšencov pre techniku. Chceme rozumieť, ako je možné premeniť slnečný lúč na elektrinu a čo potom ďalej?

3.1 Fotovoltaický jav

Podstatou fotovoltaickej premeny svetelného žiarenia na elektrickú energiu je tzv. vnútorný fotoelektrický jav. Ak dopadá svetlo na polovodičový materiál, vzniká v ňom zvýšená koncentrácia nosičov náboja oproti stavu bez osvetlenia. Dopadajúce fotóny odovzdaním svojej energie excitujú , vzbudzujú elektróny a diery, ktoré možno využiť na vedenie prúdu. Pritom treba, aby v polovodiči bolo elektrické pole, ktoré elektróny a diery od seba oddelí. Takéto pole získame vytvorením PN priechodu polovodičovej diódy.

Vonkajší fotoelektrický jav má veľký fyzikálny význam, pre výrobu elektrickej energie však nie je vyhovujúci. Používa sa na reguláciu svetelných tokov, hlavne slabých, pomocou fotoniek alebo fotonásobičov. Účinnosť premeny žiarenia na energiu elektrónov je v tomto prípade veľmi malá, pohybuje sa v oblasti stotín percenta. Pri tomto type javu sa z povrchu látky uvoľňujú elektróny. Medzi tieto látky patria napr. alkalické kovy.

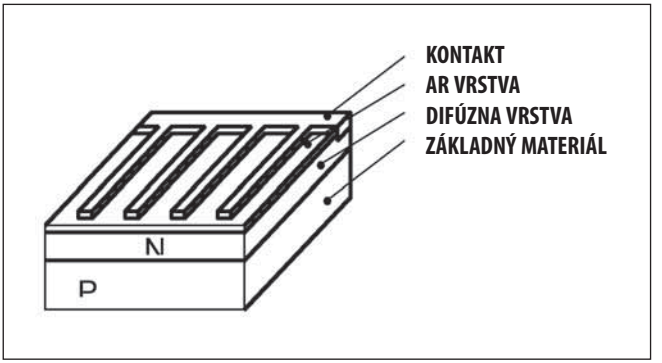


Obr. 1.1 Hradlový fotoefekt

Vnútorný fotoelektrický jav je pre priamu výrobu elektrickej energie zo slnečného žiarenianajvhodnejší, hlavne fotoefekt na hradlovej vrstve. Pri fotoefekte na hradlovej vrstve elektróny prebudené žiarením neopúšťajú látku, ale fungujú ako voľné nosiče náboja, ktoré vytvárajú elektrický prúd. Pre tento typ sa používajú polovodiče s prímesami. Najčastejšie sa používa kremík, hlavne kvôli tomu, že je druhý najčastejšie sa vyskytujúci prvok na Zemi so zastúpením 26%, a že vykazuje výhodné fyzikálne a technologické vlastnosti.

3.2 Fotovoltaické solárne 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 vyrazením elektrónu zo svojej obežnej dráhy fotónom slnečného žiarenia. Fotovoltaický článok veľkosti 100 cm2 s 10 % účinnosťou dokáže za jasného dňa vyrobiť1 watt elektrickej energie. V súčasnosti sa na trhu presadzujú tzv. amorfné kremíkové články nanesené na podklad vo forme tenkého filmu s hrúbkou tisíciny milimetra. Tým, že sa vyžaduje len tak málo 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.

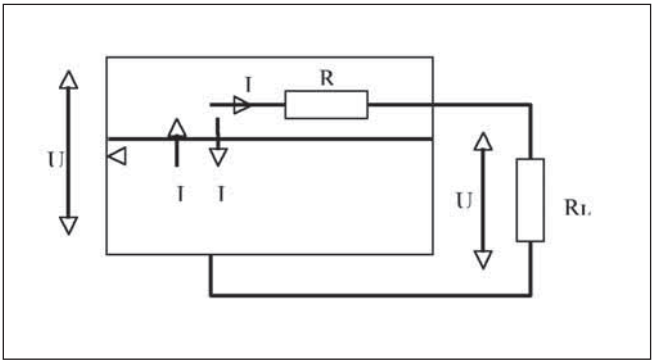


Obr. 1.2 Schematické znázornenie slnečného článku z kremíka

Na svete je však nová koncepcia, ktorá by mohla pomôcť pri využívaní ekologicky čistej slnečnej energie. Japonské spoločnosti Fujipream a Clean Venture 21 uzatvorili totiž dohodu o vývoji a komercializácii sférických fotovoltaických článkov. Súčasné fotovoltaické články používajú väčšinou kremíkové doštičky s priemerom 200 až 300 mm, zatiaľ čo nová koncepcia je založená na kremíkových guličkách s priemerom 1 mm.

Obr. 1.3 Ukážka sférických solárnych článkov Fujipream. Vďaka svojej štruktúre sú panely flexibilné.

Množstvo kremíka potrebného na dosiahnutie ekvivalentného výkonu je oproti dnešným článkom zredukované zhruba na 1/5, čo sa prejaví aj v znížení ceny. Zároveň to umožní lepšie zužitkovať nedostatkový čistý polykryštalický kremík. Istým hendikepom je nižšia účinnosť premeny energie (11,7 %) vo sférických článkoch oproti tým bežným, ktoré majú tento parameter niečo nad 13 %. Obidve firmy podieľajúce sa na vývoji nových solárnych článkov však predpokladajú, že do začiatku komerčnej výroby naplánovanej na apríl 2007 sa ich účinnosť vyrovná klasickým, ba v horizonte 5-6 rokov by mala dosiahnuť až 16 %.

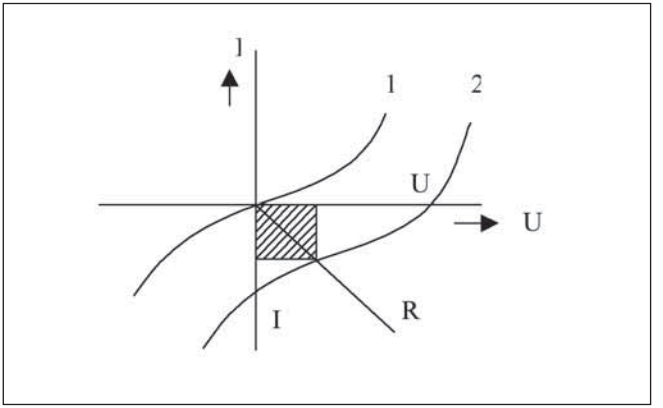


Obr. 1.4 Náhradná schéma fotovoltaického článku

Na obr. 1.5 je **znázornená náhradná schéma** fotovoltaického článku. Osvetlený PN priechod je dióda, na ktorej vzniká napätie v priepustnom smere U. Vo vonkajšom obvode vplyvom tohto napätia tečie prúd I_L, ktorý sa na odpore R_L vytvára úbytok napätia U_L

$U_L = U - R_S I_L$

kde R_S je odpor časti polovodiča bez priestorového náboja.



Obr 1.5 Voltampérová charakteristika fotovoltaického článku
1. bez osvetlenia 2. s osvetlením

Napätie naprázdno solárnych článkov s PN priechodom priamo závisí od šírky zakázaného pása polovodiča a je určované výškou potenciálovej bariéry na PN priechode. Prúd nakrátko je určený spektrom svetelného zdroja a spektrálnou charakteristikou článku, t.j. počtom nosičov náboja získaných dopadajúcim fotónom. Spektrálna charakteristika fotočlánku závisí od činiteľa absorbcie, α, hĺbky, v ktorej je PN priechod x, od šírky priestorové-

ho náboja W, od životnosti a pohyblivosti nosičov náboja po oboch stranách priechodu a od rýchlosti povrchovej rekombinácie. Spektrálne zloženie slnečného žiarenia zasahuje široký rozsah vlnových dĺžok, preto pre účinnú premenu treba získať rovnako širokú spektrálnu charakteristiku fotočlánku. Krivkový faktor je určený veľkosťou napätia naprázdno, sériovým a zvodovým odporom článku. Udáva nám vlastne odlišnosť VA – charakteristiky od ideálneho obdĺžnika. Sériovým alebo i paralelným elektrickým prepojením solárnych článkov vzniká po zapuzdrení solárny modul.

3.3 Fotovoltaické systémy

Rozoznávame tri typy fotovoltaických systémov, z ktorých každý je vhodný na iné použitie, do iných podmienok:
autonómne - je nutné ich vybaviť akumulátormi, používajú sa tam, kde nie je prístup ku elektrickej sieti, často však aj v prípadoch, keď sa prevádzkovateľ chce vyhnúť komplikáciám s pripojením na sieť.

hybridné - obsahujú nielen samotnú fotovoltaickú jednotku, ale aj jeden alebo viac pomocných generátorov (napríklad veternú elektráreň alebo dieselagregát), obsahujú taktiež jednu alebo viac batérií, vyžadujú zložitejšie regulačné a riadiace prvky.

pripojené na sieť - zvyčajne nepotrebujú akumulátor, najjednoduchšie systémy potrebujú okrem fotovoltaickej jednotky len menič, ktorý musí pracovať v celom rozsahu napätí ktoré môžu panely produkovať. Pri zložitejších vysokonapäťových systémoch je nutné použitie transformátorov, ochranných prvkov a aj výkonových spínačov, v mnohých prípadoch je potrebná aj harmonická filtrácia a korekcia fázy. Všetky tieto prvky je nutné použiť z dôvodu pripojenia na sieť. Prevádzkovateľov rozvodnej siete by asi veľmi nepotešil nepravidelný výkon, ktorý fotovoltaické zariadenie produkuje. Pri týchto zariadeniach sa často vytvorí zmluva, ktorá umožňuje odoberanie prúdu zo siete v čase nedostatočného výkonu panelov, a naopak, jej dodávanie do siete v prípadoch, kedy vznikajú prebytky.

3.4 Technológia výroby fotovoltaických článkov

Polovodičové materiály

Tieto sa používajú v diódach, tranzistoroch atď. Polovodiče sú taktiež životne dôležité pre slnečný priemysel. O ich vhodnosti na výrobu fotovoltaických článkov rozhoduje predovšetkým šírka zakázaného pásma energií, ktorá by sa mala pohybovať v rozmedzí od 1,1 eV do 1,7 eV. Ďalšími dôležitými vlastnosťami sú vysoká pohyblivosť a dlhá životnosť minoritných nosičov náboja. Tieto požiadavky spĺňa mnoho polovodičov, vo fotovoltaike sa uplatnili predovšetkým kremík, arzenid gália, telurid kademnatý, sulfid kademnatý. Vo výrobe solárnych článkov má prioritné postavenie vo svete Japonsko, USA a Európa. FV modulov je na trhu viac než 300 typov, v Európe sa vyrábajú predovšetkým v Nemecku a Španielsku, kde je rast výrobných kapacít rovnako dynamický ako u článkov. Pri konštruovaní fotovoltaických solárnych modulov sa berie ohľad predovšetkým na dve veci, aby sa usporilo čo najviac materiálu, a tiež aby sa minimalizovali straty, a teda aby sa dosiahla čo najväčšia účinnosť. FV moduly sú schopné pracovať bez poruchy dlhé roky. Výrobcovia zaručujú ich životnosť na 20-25 rokov.

Straty rozlišujeme optické a elektrické. **Optické straty sú spôsobené, tým že sa veľká časť slnečného žiarenia po dopade na povrch polovodičov odráža späť do priestoru**. Preto sa zvykne ich povrch rôzne upravovať tak, aby sa čo najviac znížila jeho odrazivosť. Na povrch sa môžu nanášať rôzne antireflexné vrstvy, alebo je možné vytvorenie textúrovaného povrchu leptaním, ktoré naruší hladký a teda lesklý povrch a zníži tak jeho odrazivosť.

Slnečné články využívajú energiu, ktorá je zadarmo, preto sa vyznačujú nízkymi prevádzkovými nákladmi a navyše aj vysokou spoľahlivosťou. Pôvodne boli vyvinuté pre použitie v kozme, kde ich údržba, resp. oprava je prakticky vylúčená. Dnes takmer všetky vesmírne satelity sú napájané týmto zdrojom. Mnohé z nich pracujú veľmi dlhú dobu bez nárokov na výmenu článkov.

3.4.1 Z čoho sa solárne panely vyrábajú?

- Kremík |Si|
- Polykryštalický kremík
- Hydrogenizovaný amorfný kremík
- Telurid kademnatý |CdTe|
- Monokryštalický kremík
- Multikryštalický kremík
- Arzenid galitý |GaAs|
- Sulfid kedemnatý |CdS|

3.5 Kremík verzus urán:

Tým, že sa vyžaduje len tak málo aktívneho materiálu, je jeden gram kremíka schopný počas svojej životnosti vyrobiť porovnateľné množstvo elektriny ako jeden gram uránu v atómovej elektrárni. Množstvo energie, ktoré je však možné získať z jednej tony uránovej rudy, sa rovná spáleniu 70 ton uhlia. Ako teda môže amorfný kremík vo fotovoltaickom článku konkurovať tejto obrovskej energii? Odpoveď je v tom, že jadro uránu sa môže štiepiť len raz, kým fotovoltaický článok môže absorbovať fotóny a premieňať ich na elektrinu až 30 rokov.

3.6 Ukladanie vyrobenej energie:

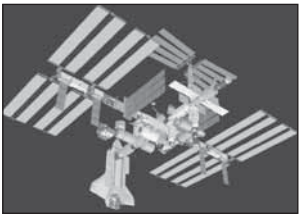
3.6.1 Akumulátor

Požiadavka na spotrebu elektrickej energie sa spravidla časovo nekryje s možným prísunom energie z fotovoltaických panelov, nech už v cykle deň/noc alebo v závislosti na ročnom období a na počasí. Na trhu sú ponúkané solárne akumulátorové batérie.

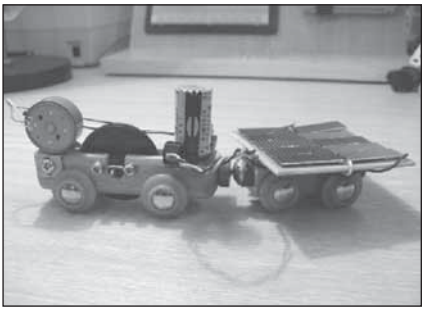
3.6.2 Vodíkové hospodárstvo:

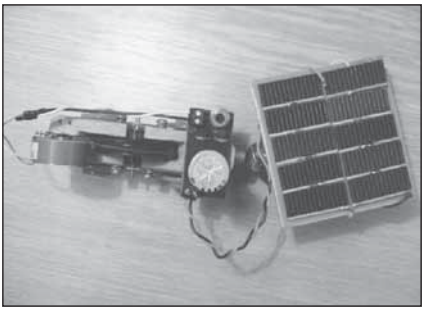
Podstatou tohto hospodárstva je výroba vodíka elektrolýzou vody pomocou elektriny generovanej slnečnými článkami. Účinnosť rozkladu vody elektrickým prúdom dosahuje až 90%. Voda sa pri tomto procese rozkladá na vodík a kyslík. Vodík sa zachytáva v tlakových nádržiach a ako palivo sa potom spaľuje za prítomnosti kyslíka. Pri tomto procese sa uvoľňuje užitočná energia a celý cyklus sa uzatvorí za vzniku malého množstva dusíka a vody. Voda predstavuje odpad a súčasne surovinu, z ktorej je možné opätovne vodík získavať. Vodík sa takto môže stať palivom budúcnosti s neobmedzenými zásobami pre celé ľudstvo.

3.7 Využitie fotovoltaických solárnych článkov:



4.1 SOLAROLLER





Parametre:

Typ robota: Solaroller
Maximálne napätie obvodu: (2-5V)
Počet senzorov: 0
Napájanie: 1x solárny článok
Počet motorov: 1
Rozmery [mm]: 8 x 6 x 6

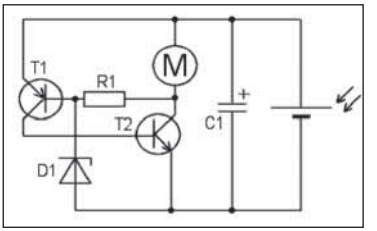
4.1.2 Popis

S týmto jednoduchým obvodom napojeným priamo na motor môžeme postaviť solaroller. Potrebujeme ešte efektívny motor z mobilu (vibračné zvonenie), alebo walkman, fotoaparát alebo niečo podobné. Nemal by mať veľkú spotrebu prúdu (pod 60 mA na 1,5V -bez záťaže, čím menej tým lepšie) inak nám obvod nemusí fungovať. Obvod funguje tak, že solárny článok nabíja kondenzátor, na ktorom rastie napätie. Keď napätie na kondenzátore dosiahne prahové napätie diód, tranzistor T1 sa otvorí a spolu s ním sa úplne otvorí tranzistor T2, ktorý zapne motor. Za ten čas sa robot pohne vpred, až pokiaľ napätie na kondenzátore neklesne na hodnotu cca 0,7V. Tranzistory sa zavrú a proces nabíjania sa opakuje. Diódy musia mať spúšťacie napätie nižšie ako je napätie solárneho panela. Napríklad ak máme solárny článok, ktorý dá maximálne 3,2V, tak by sme mali použiť diódy na cca 2,7V. Ak by sme použili diódy na 3,0V, tak sa náš robot pohne o čosi viac na jeden záber, ale aj nabíjací čas bude tiež o čosi dlhší a navyše hrozí, že by sa nám robot nepohol ani pri maximálnom osvetlení. Keby sme použili príliš nízku hodnotu, napríklad 1,2V, tak by nabíjanie trvalo krátko, fungovalo by to naisto aj pri slabšom osvetlení, ale pri takom nízkom napätí by sa už nemusel roztočiť motor.

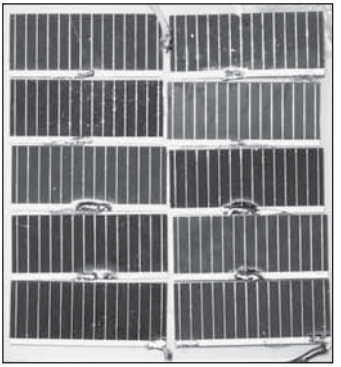
Kondenzátor C1 tiež rozhoduje o tom, ako ďaleko robot zájde na jedno vybitie. Čím vyššia hodnota, tým dlhšie nabíjanie a aj prejdená vzdialenosť. S hodnotou rezistora R1 je treba trošku experimentovať, pretože závisí od použitých súčiastok. Môžeme použiť aj 10k potenciometer, a keď dosiahneme najlepší výsledok, môžeme ho nahradiť obyčajným rezistorom. Jeho hodnota sa pohybuje od 2k2 do 10k.

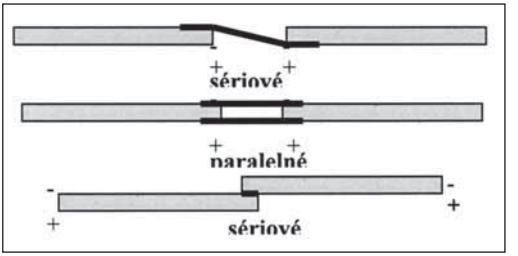
Súčiastky:

1x efektívny motorček
1x solárne články (2-5 voltov)
T1 = BC640
T2 = BC639
R1 = trimer 10k
C1 = 4400 μF
D = dve diody zapojené do série



Znázornenie spojenia fotovoltaických článkov:





5 ZÁVER

Táto práca je rozdelená do dvoch hlavných častí: na teoretickú časť a ukážku princípu FV článkov. Jedna kapitola, ako už bolo spomenuté v úvode, rozoberá fotovoltaiku a jej využitie v praxi. Ďalšie kapitoly sa zaoberajú fotovoltaickou premenou, fotovoltaickými článkami, technológiou výroby fotovoltaických článkov. Druhá časť, ktorú tvorí ukážku princípu FV článkov, sa začína stručným popisom a funkciou obvodu. Ďalej sú uvedené parametre súčiastok, parametre solarollera a schéma obvodu. Práca podáva informácie o mimoriadne rýchlom vývoji fotovotaiky. Tento odbor zahrňuje širokú oblasť priemyslu a služieb od výroby solárneho kremíka, jeho rezanie na plátky, cez výrobu solárnych článkov a panelov až po inštaláciu fotovoltaických systémov. Prevádzkovania, alebo po výrobu elektrických spotrebičov obsahujúcich solárny panel ako zdroj elektriny. Patrí medzi najrýchlejšie rastúce odbory posledných rokov. Práca zdôvodňuje, prečo práve fotovoltaické zdroje elektriny sa stanú jednou z výrazných alternatív neobnoviteľných zdrojov energie. Fotovoltaická elektráreň s maximálnym výkonom 4 kW zaberie plochu asi 50 m^2, pričom cena za jej výstavbu je asi 2 230 000 slovenských korún. Investičné náklady na jeden watt sú teda 557,5 slovenských korún. Účinnosť fotovoltaickej elektrárne je podľa použitého fotočlánku 9% až 25%.Taktiež sa dá predpokladať, že účinnosť slnečných článkov sa bude postupne zvyšovať. Tým sa výhodnosť kúpy systémov so slnečnými článkami zvýši.V nasledujúcej tabuľke je uvedená účinnosť vyrábaných slnečných článkov s predpokladaným vývojom (v %):

Technológia	1998	2000	2010
Monokryštalické články	14-16	18	22
Multikryštalické články	13-15	16	20
Tenký kremíkový film	8-10	12	15
Amorfné články	6-8	10	14
Meď-Indium diselenidové články	7-8	12	14
Kadmium teluridové články	7-8	12	14

III. ODBORNÝ TEST ENERSOL 2007, MEZINÁRODNÍ FINÁLE 20. 3. 07

1. Nejvyšší využití vnějších tepelných zisků od oslunění:

a) je v budově s nízkými akumulačními vlastnostmi, vysokou tepelnou ztrátou a pružnou otopnou soustavou;
b) je v budově se středními akumulačními vlastnostmi, nízkými tepelnými ztrátami a nadměrnou plochou prosklení převážně orientovanou k jihu a pružnou otopnou soustavou;
c) je v nízkoenergetické budově s tzv. „těžkou“ stavební konstrukcí a pružnou otopnou soustavou.

	5

2. Tepelné čerpadlo je vhodné jako zdroj tepla pro vytápění:

a) pro budovu s vysokou tepelnou ztrátou a otopnou soustavou se jmenovitým teplotním spádem 90/70 °C;
b) pro budovu s vysokou tepelnou ztrátou a otopnou soustavou se jmenovitým teplotním spádem 70/55 °C;
c) pro budovu s nízkou tepelnou ztrátou a otopnou soustavou se jmenovitým teplotním spádem 40/30 °C.

	5
X	

3. Jaké jsou obnovitelné zdroje energie pro výrobu elektřiny. Jedná se o tyto zdroje:

a) vodní energie do 10 MW_e, sluneční energie, větrná energie, geotermální energie, biomasa a bioplyn;
b) vodní energie do 10 MW_e, sluneční energie, větrná energie, biomasa v zařízeních do 5 MW_e, bioplyn, palivové články, geotermální energie;
c) vodní energie, sluneční energie, větrná energie, geotermální energie, biomasa a bioplyn.

	5
X	

4. Jaké jsou obnovitelné zdroje energie pro výrobu tepelné energie. edná se o tyto zdroje:

a) sluneční energie, geotermální energie do 5 MW_t, biomasa v zařízeních do 15 MW_t, bioplyn;
b) sluneční energie, geotermální energie, biomasa a bioplyn;
c) sluneční energie, geotermální energie, biomasa v zařízeních do 20 MW_t, bioplyn, palivové články.

	5
X	

5. V ČR dopadá průměrně sluneční energie na 1 m^2 vodorovné plochy za rok v množství:

a) 1 203 kWh;
b) 1 045 kWh;
c) 90 kWh.

	5
X	

6. Maximální intenzita slunečního záření v ČR a na Slovensku dosahuje až:

	5
a) 1 360 W/m^2	
b) 800 W/m^2	
c) 1 000 W/m^2	X

7. Dosahovaná optická účinnost plochého, jedním sklem zaskleného kapalinového kolektoru, je:

	5
a) 80 – 85 %;	X
b) 50 – 75 %;	
c) pod 50 %.	

8. Účinnost plochého kapalinového solárního kolektoru závisí:

	5
a) pouze na intenzitě slunečního záření;	
b) na intenzitě slunečního záření a rozdílu teplot kapaliny v kolektoru a okolního vzduchu;	X
c) na velikosti jeho plochy a teplotě vzduchu.	

9. Účinnost fotovoltaických článků dosahuje maximálně:

	5
a) 36 %;	
b) 21 %;	X
c) 43 %.	

10. Nejužívanější typ turbiny pro malé vodní elektrárny (při malých spádech): je turbina:

	5
a) Bánkiho;	X
b) Francisova	
c) Kaplanova	

11. Celková účinnost výroby elektrické energie ve větrné elektrárně dosahuje:

	5
a) 40 – 45 %;	X
b) 50 – 55 %;	
c) 60 – 65 %.	

12. Technickým zařízením pro využití geotermální energie v podmínkách ČR je obvykle:		**5**
a) tepelné čerpadlo;	**X**	
b) teplovodní čerpadlo;		
c) rekuperační výměník.		

13. Výhřevnost pevné biomasy se obvykle pohybuje v rozmezí:		**5**
a) 6 – 10 GJ/t;		
b) 10 – 18 GJ/t;	**X**	
c) 18 – 23 GJ/t.		

14. Biomasa je:		**5**
a) Veškerá hmota rostlinného původu		
b) Veškerá hmota rostlinného i živočišného původu	**X**	
c) Veškerá hmota živočišného původu		

15. Fytomasa je:		**5**
a) Název pro hmotu organického původu (rostlinnou i živočišnou)		
b) Hmota anorganického původu		
c) Hmota rostlinného původu	**X**	

16. Absorbér tepelného solárního kolektoru je:		**5**
a) Teplosměnná plocha s tmavým povrchem přeměňující záření na tepelnou energii	**X**	
b) Kapalina přenášející teplo z kolektoru do zásobníku		
c) Průhledný kryt kolektoru		

17. Největší objemový podíl v přírodním zemním plynu zaujímá:		**5**
a) propan		
b) butan		
c) metan	**X**	

18. Plyn ze skládek tuhých odpadů v období největší výtěžnosti obsahuje nejvíce		**5**
a) Kysličníku uhličitého CO2		
b) Kysličníku uhelnatého CO		
c) Metanu CH4	**X**	

19. Jaký objem zásobníku teplé vody byste zvolili na 1 m² plochy solárního kolektoru při krátkodobé akumulaci:

		3
a) 15 litrů		
b) 50 – 75 litrů	X	
c) 100 – 200 litrů		

20. Chemický palivový článek je:

		5
a) Zařízení na výrobu tepla		
b) Zařízení na výrobu elektřiny	X	
c) Kogenerační zařízení	X	

21. Jaké jsou prvky umožňující funkci chemických palivových článků?

		5
a) Kyslík a uhlík		
b) Kyslík a vodík	X	
c) Kyslík a dusík		

22. Účinnost palivových článků, vztažená na výrobu elektřiny, činí:

		5
a) 40 – 50%	X	
b) 15 – 25%		
c) 70 – 88%		

23. Jaká je účinnost kogeneračních soustrojí s plynovými pístovými motory na zemní plyn, vztažená na výrobu elektřiny?

		5
a) 15 – 25 %		
b) 30 – 35%	X	
c) 45 – 55%		

24. Které tři prvky jsou zastoupeny ve stavbě molekuly suché fytomasy?

		5
a) Uhlík, dusík, kyslík		
b) Dusík, kyslík, vodík		
c) Uhlík, kyslík, vodík	X	

25. Vyrábí li se vodík elektrolýzou vody, je spotřeba elektřiny na elektrolýzu v porovnání s množstvím el. získané z vodíku v chemickém palivovém článku

		5
a) Větší než vyrobené množství	X	
b) Mnohem menší než vyrobené množství		
c) Zhruba stejná		

26. Energia nevzniká ani nezaniká, iba sa mení z jednej formy na inú formu. Tento zákon sa nazýva:

		5
a) teória relativity		
b) zákon zachovania energie	X	
c) zákon zachovania hmotnosti		

27. Medzi obnovitelné zdroje energie nepatrí:

		5
a) uhlie	X	
b) solárna energia		
c) drevo		

28. Akým vzťahom sú charakterizované obnovitelné zdroje energie? Vs je rýchlost spotreby a Vo je rýchlost obnovy:

		5
a) Vs = Vo	X	
b) Vs < Vo		
c) Vs > Vo		

29. Urán je tmasivý kovový prvok, ktorý bol objevený v roku 1789 nemeckým chemikom H. M. Klaprothom. Uránová ruda sa nazýva:

		5
a) pyrit		
b) smolinec	X	
c) malachit		

30. Při ťažbe a spracovaní uránu sa uvolňuje aj škodlivý plyn, ktorý sa nazýva:

		5
a) radón	X	
b) olovo		
c) ortuť		

31. Najväčšia známa havária jadrovej elektrárne sa stala v:		**5**
a) Černobyle	**X**	
b) Vukovare		
c) Moskve		

32. Súbežná výroba tepla a elektriny v špeciálnych jednotkách sa nazýva:		**5**
a) paroplynový cyklus		
b) fermentácia		
c) kogenerácia	**X**	

33. Solárna energia je energia:		**5**
a) slnka	**X**	
b) vody		
c) vetra		

34. Zariadenia, ktoré využívajú energiu slunečného žiarenia na prípravu teplej vody sa nazývajú:		**5**
a) fotovoltaické články		
b) slunečné kolektory, fototermické články	**X**	
c) bojlery		

35. Jeden z najväčších producentov slunečných kolektorov, firma Thermosolar, sídli v:		**5**
a) Edmontone		
b) Prahe		
c) Žiari nad Hronom	**X**	

36. Napíšte aspoň tri spôsoby využitia slunečných kolektorov:		**0-6**
a).....	**2**	
b).....	**2**	
c).....	**2**	

37. Koncentrátory slunečného žiarenia (solárne parabolické korytá, taniere a veže) slúži na výrobu:		**5**

38. Fotovoltaika je:		**5**
a) priama premena elektrickém energie na svetlo		
b) priama premena slnečnej energie na elektrinu	X	
c) priama premena slnečnej energie na teplo		

39. Fotovoltaický jav objevil francúzsky fyzik:	**5**	
a) William J. Bailey	X	
b) John Herschel		
c) Edmond Becquerel		

40. Fotovoltaický článek je vyrobený z:		**5**
a) kremíka	X	
b) železa		
c) uránu	X	

41. Anaeróbnym vyhnívaním biomasy (hnojovice, rastlinných zvyškov, za spolupôsobenia baktérií vzniká:		**5**
a) drevné uhlie		
b) bioplyn	X	
c) etanol		

42. Energiu vetra využívajú zariadenia, ktoré sa nazývajú:		**5**
a) solárne kolektory		
b) generátory		
c) veterné turbíny	X	

43. Prílivové elektrárne využívajú energiu:		**5**
a) riek		
b) vodopádov		
c) oceánov	X	

44. Geotermálna energia je využití:		**5**
a) vody v riekach počas horúceho leta		
b) horúcej vody z vrtov a horúcich prameňov	X	
c) vody zohriatej slnkom pomocou slnečných kolektorov		

45. Zariadenie na výrobu tepla, založené na termodynamickom procese sa nazýva:		**5**
a) tepelné čerpadlo	**X**	
b) odstredivka		
c) kalové čerpadlo		

46. Medzi energetické rostliny nepatrí:		**5**
a) vŕba		
b) paprika	**X**	
c) repka olejná		

47. Rozdeľte jednotlivé produkty z biomasy -drevo (c), etanol (b), pelety (c), bionafta (b), metanol (a), bioplyn slamák (a), drevoplyn(a) - podľa skupenstva		**0-6**
a) plynné.....	**2**	
b) kvapalné.	**2**	
c) tuhé.....	**2**	

48. Palivový článek (využívaný experimentálne napr. v alternatívnych vozidlách) využíva k výrobe vodíka elektrolýzu:		**5**
a) metánu		
b) vody	**X**	
c) benzínu		

49. Krajina, ktorá využíva geotermálnu energiu vo veľkom rozsahu sa nazýva:		**5**
a) Maroko		
b) USA		
c) Island	**X**	

50. Košickú, Podtatranskú a Liptovskú kotlinu, Dunajskú panvu, Levickú kryhu charakterizuje vysoký potenciál pre využiti:		**5**
a) jadrovej energie		
b) geotermálnej energie		
c) veternej energie	**X**	

IV. ODBORNÝ TEST ENERSOL 2007, NÁRODNÍ FINÁLE ČESKÉ REPUBLIKY

1. 1TJ je:

a) 3,6 MWh;

b) 277,8 MWh;

c) 0,36 GWh.

	1
X	

2. Nejvyšší využití vnějších tepelných zisků od oslunění:

a) je v budově s nízkými akumulačními vlastnostmi, vysokou tepelnou ztrátou a pružnou otopnou soustavou;
b) je v budově se středními akumulačními vlastnostmi, nízkými tepelnými ztrátami a nadměrnou plochou prosklení převážně orientovanou k jihu a pružnou otopnou soustavou;
c) je v nízkoenergetické budově s tzv. „těžkou“ stavební konstrukcí a pružnou otopnou soustavou.

	3
X	

3. Tepelné čerpadlo je vhodné jako zdroj tepla pro vytápění:

a) pro budovu s vysokou tepelnou ztrátou a otopnou soustavou se jmenovitým teplotním spádem 90/70 °C;
b) pro budovu s vysokou tepelnou ztrátou a otopnou soustavou se jmenovitým teplotním spádem 70/55 °C;
c) pro budovu s nízkou tepelnou ztrátou a otopnou soustavou se jmenovitým teplotním spádem 40/30 °C.

	1
X	

4. Jakou spotřebu má elektrospotřebič o příkonu 25 kW za 18 hodin provozu:

a) 382,5 kVA ;

b) 0,45 MWh;

c) 450 kW.

	1
X	

5. Jouleovy ztráty vedení jsou nepřímo úměrné:

a) délce vedení;

b) průřezu vodičů;

c) měrnému odporu vodičů.

	1
X	

6. Jaké jsou obnovitelné zdroje energie pro výrobu elektřiny. Jedná se o tyto zdroje:		**2**
a) vodní energie do 10 MW_e, sluneční energie, větrná energie, geotermální energie, biomasa a bioplyn;		
b) vodní energie do 10 MW_e, sluneční energie, větrná energie , biomasa v zařízeních do 5 MW_e, bioplyn, palivové články, geotermální energie;	X	
c) vodní energie, sluneční energie, větrná energie, geotermální energie, biomasa a bioplyn.		

7. Jaké jsou obnovitelné zdroje energie pro výrobu tepelné energie. Jedná se o tyto zdroje:		**2**
a) sluneční energie, geotermální energie do 5 MW_t, biomasa v zařízeních do 15 MW_t, bioplyn;		
b) sluneční energie, geotermální energie, biomasa a bioplyn;		
c) sluneční energie, geotermální energie, biomasa v zařízeních do 20 MW_t, bioplyn, palivové články.	X	

8. V ČR dopadá průměrně sluneční energie na 1 m^2 vodorovné plochy za rok v množství:		**3**
a) 1 203 kWh;		
b) 1 045 kWh;	X	
c) 90 kWh.		

9. Maximální intenzita slunečního záření v ČR dosahuje až:		**2**
a) 1 360 W/m^2		
b) 800 W/m^2		
c) 1 000 W/m^2	X	

10. Dosahovaná optická účinnost plochého, jedním sklem zaskleného kapalinového kolektoru, je:		**1**
a) 80 – 85 %;	X	
b) 50 – 75 %;		
c) pod 50 %.		

11. Účinnost plochého kapalinového solárního kolektoru závisí:		**3**
a) pouze na intenzitě slunečního záření;		
b) na intenzitě slunečního záření a rozdílu teplot kapaliny v kolektoru a okolního vzduchu;	X	
c) na velikosti jeho plochy a teplotě vzduchu.		

12. Roční energetický přínos solárního kapalinového systému dosahuje v podmínkách ČR:

		2
a)	300 kWh/m^2	
b)	až 1 000 kWh/m^2	
c)	450 – 500 kWh/m^2	X

13. Účinnost fotovoltaických článků dosahuje maximálně:

		2
a)	36 %;	
b)	21 %;	X
c)	43 %.	

14. Malá vodní elektrárna pracující se spádem 10 m a hltností turbíny 1 m^3/s bude mít dosažitelný elektrický výkon přibližně:

		3
a)	170 kW;	
b)	70 kW;	X
c)	30 kW.	

15. Nejužívanější typ turbiny pro malé vodní elektrárny (při malých spádech): je turbina:

		1
a)	Bánkiho;	X
b)	Francisova	
c)	Kaplanova	

16. Roční objem výroby elektřiny v malé vodní elektrárně se vypočte, mj., na základě:

		2
a)	průběhu křivky překročení průměrných denních průtoků, min. zůstatkovém průtoku, hltnosti turbíny, spádu;	X
b)	počtu provozních hodin a instalovaného výkonu malé vodní elektrárny;	
c)	předpokládaného ročního využití instalovaného elektrického výkonu.	

17. Celková účinnost výroby elektrické energie ve větrné elektrárně dosahuje:

		2
a)	40 – 45 %;	X
b)	50 – 55 %;	
c)	60 – 65 %.	

18. Technickým zařízením pro využití geotermální energie v podmínkách ČR je obvykle:		**2**
a) tepelné čerpadlo;	X	
b) teplovodní čerpadlo;		
c) rekuperační výměník.		

19. Průměrný roční topný faktor tepelného čerpadla je:		**3**
a) podíl mezi výkonem a příkonem tepelného čerpadla;		
b) podíl mezi vyrobeným užitečným teplem a spotřebou elektřiny nebo plynu za rok;	X	
c) číslo vyjadřující účinnost tepelného čerpadla.		

20. Výhřevnost pevné biomasy se obvykle pohybuje v rozmezí:		**2**
a) 6 – 10 GJ/t;		
b) 10 – 18 GJ/t;	X	
c) 18 – 23 GJ/t.		

21. Biomasa je:		**1**
a) Veškerá hmota rostlinného původu		
b) Veškerá hmota rostlinného i živočišného původu	X	
c) Veškerá hmota živočišného původu		

22. Fytomasa je:		**1**
a) Název pro hmotu organického původu (rostlinnou i živočišnou)		
b) Hmota anorganického původu		
c) Hmota rostlinného původu	X	

23. Absorbér tepelného solárního kolektoru je:		**2**
a) Teplosměnná plocha s tmavým povrchem přeměňující záření na tepelnou energii	X	
b) Kapalina přenášející teplo z kolektoru do zásobníku		
c) Průhledný kryt kolektoru		

24. Apertura je:		**3**
a) Součinitel propustnosti záření krytem kolektoru		
b) Velikost plochy (m^2) propouštějící sluneční záření	X	
c) Pojem nesouvisející s přeměnou slunečního záření		

25. Největší objemový podíl v přírodním zemním plynu zaujímá:		**2**
a) propan		
b) butan		
c) metan	X	

26. Plyn ze skládek tuhých odpadů v období největší výtěžnosti obsahuje nejvíce		**2**
a) Kysličníku uhličitého CO2		
b) Kysličníku uhelnatého CO		
c) Metanu CH4	X	

27. Jaký objem zásobníku teplé vody byste zvolili na 1 m^2 plochy solárního kolektoru při krátkodobé akumulaci:		**3**
a) 15 litrů		
b) 50 – 75 litrů	X	
c) 100 – 200 litrů		

28. Maximální intenzita slunečního záření v ČR a na Slovensku dosahuje až:		**3**
a) 1 203 kWh;		
b) 1 045 kWh;	X	
c) 90 kWh.		

29. Odhadněte objem zásobníku teplé vody na 1 m^2 plochy kolektoru při sezónní akumulaci sluneční energie		**2**
a) 150 litrů		
b) 690 – 900 litrů	X	
c) 1 000 – 2 000 litrů		

30. Sezónní akumulace sluneční energie znamená:		**1**
a) Akumulaci tepla z jednoho roku na druhý		
b) Akumulaci z jednoho měsíce na další		
c) Akumulaci tepla na zimu	X	

31. Chemický palivový článek je:		**2**
a) Zařízení na výrobu tepla		
b) Zařízení na výrobu elektřiny	X	
c) Kogenerační zařízení	X	

32. V chemických palivových článcích lze použít:		**2**
a) Pouze plynné palivo		
b) Pouze kapalné palivo		
c) Existují typy, jak na plynné, tak kapalné palivo	X	

33. Jaké jsou prvky umožňující funkci chemických palivových článků?		**2**
a) Kyslík a uhlík		
b) Kyslík a vodík	X	
c) Kyslík a dusík		

34. Účinnost palivových článků, vztažená na výrobu elektřiny, činí:		**3**
a) 40 – 50%	X	
b) 15 – 25%		
c) 70 – 88%		

35. Jaká je účinnost kogeneračních soustrojí s plynovými pístovými motory na zemní plyn, vztažená na výrobu elektřiny?		**2**
a) 15 – 25 %		
b) 30 – 35%	X	
c) 45 – 55%		

34. Které tři prvky jsou zastoupeny ve stavbě molekuly suché fytomasy ?		**2**
a) Uhlík, dusík, kyslík		
b) Dusík, kyslík, vodík		
c) Uhlík, kyslík, vodík	X	

35. Odhadněte množství CO2, které vznikne spálením 1 kg dokonale suché fytomasy (a je stejné jako bylo odčerpáno ze vzduchu při jejím růstu):		**2**
a) 1,5 kg	X	
b) 0,5 kg		
c) 2,1 kg		

38. Vyrábí li se vodík elektrolýzou vody, je spotřeba elektřiny na elektrolýzu v porovnání s množstvím el. získané z vodíku v chemickém palivovém článku

		2
a) Větší než vyrobené množství	X	
b) Mnohem menší než vyrobené množství		
c) Zhruba stejná		

39. teoretický výkon vztlakového větrného motoru na principu leteckého křídla závisí:

		3
a) Na součinu vnějšího průměru listů vrtule, hustoty vzduchu a druhé mocniny rychlosti větru		
b) Na součinu plochy opisované vrtulí, hustoty vzduchu a třetí mocniny rychlosti větru	X	
c) Na součinu druhé mocniny průměru vrtule, hustoty vzduchu a druhé mocniny rychlosti větru		

40. Jaké veličiny ovlivňují rozhodujícím způsobem skutečný výkon vodního stroje (turbiny, kola)

		3
a) Objemový průtok vody za jednotku času, hustota vody, rychlost vody v přívodu, účinnost stroje		
b) Hmotnostní průtok vody za jednotku času, hustota vody a účinnost stroje		
c) Hmotnostní průtok vody za jednotku času, spád (rozdíl hladin vody před a za strojem), účinnost stroje	X	

PROHLÁŠENÍ
ŘEDITELŮ REGIONÁLNÍCH VZDĚLÁVACÍCH CENTER PROJEKTU ENERSOL ČESKÁ REPUBLIKA

Vážený pane premiére České vlády,

Vážení představitelé Českého státu
Vážení páni ministři, Vážená paní ministryně, Vážení náměstci ministrů odborných ministerstev: Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, Ministerstva životního prostředí, Ministerstva průmyslu a obchodu a Ministerstva zemědělství

Vážení představitelé samosprávných krajů, zřizovatelé středních a vyšších odborných škol a gymnázií
Vážení páni hejtmani, vážení členové krajských rad zodp. za školství, životní prostředí a energetiku

předkládáme Vám nabídku ke spolupráci s Vámi a odborníky Vašich institucí, k vytvoření moderního systému vzdělávání na středních a vyšších odborných školách a gymnáziích na území celé České republiky a v každém samosprávném kraji na témata obnovitelných zdrojů energie a udržitelného rozvoje. Přáli bychom si, aby Dohoda uzavřená panem premiérem naší vlády s představiteli ostatních vlád Evropské unie (Berlínská deklarace) v oblasti zabezpečení trojúhelníku: věda-vzdělávání-inovace, se staly impulsem pro zavedení nových a moderně pojatých školních vzdělávacích programů do našeho českého školství.

Více jak tři roky, se ve spolupráci s pracovníky Vzdělávací agentury Kroměříž, věnujeme vytvoření systému nového pojetí výuky jednotlivých forem alternativních energií. Na naší druhé mezinárodní konferenci dne 20. dubna 2007 v Olomouci, jsme společně se zástupci přátelských škol ze tří krajů Slovenska, zhodnotili právě ukončený třetí ročník projektu ENERSOL 2007 do kterého se v ČR zapojilo v devíti samosprávných krajích 350 žáků a studentů s výsledným hodnocením téměř 250 soutěžních projektů.

Vedeme a chceme i nadále úspěšně vést, naši dospívající generaci k pochopení jednotlivých forem obnovitelných zdrojů energie z praktických příkladů užívaných technologií v sídlech jejich krajů a chceme, aby se do tohoto procesu výuky zapojili ve větší míře odborníci z výše uvedených ministerstev, odborníci na energetiku samosprávných krajů, ale také specialisté - odborníci našich firem (výrobních i stavebních). Důsledně trváme na pochopení těchto energetických zdrojů právě z aplikovaných technologií, a to v souvislostech veřejného mínění a jedinečných i obecných zkušeností se zaváděním stále nových technologií. Naše snaha vychází z přesvědčení, že energiím v jejich jednotlivých formách, ale také ekonomičnosti jejich výroby (a ekonomické návratnosti), jakož i místním potenciálním energetickým zdrojům, musí naše nastupující generace věnovat mnohem více pozornosti, než tomu bylo doposud, a to v rámci komplexních souvislostí s ochranou životního prostředí, rozvoje našeho hospodářství a rostoucími požadavky na kvalitu života ze strany nás všech.

Vážený pane premiére,
Vážení páni ministři,
Vážená paní ministryně,
Vážení páni hejtmani, vážení zástupci zřizovatelů našich škol,

naše prosba má jediný cíl. Aby nejlepší odborníci České republiky podpořili naše úsilí ve vybudování životaschopného a trvale se inovujícího systému vzdělávání mladých lidí, ale také jejich pedagogů, na našich školách. Chceme vytvořit systém celoživotního učení pedagogických pracovníků na všech stupních našeho školství, systém spolupráce se státem i našimi zřizovateli a odborníky z našich firem.

Pokud se rozhodnete nás v tomto úsilí podpořit, vyslovujeme Vám už nyní upřímné poděkování.

Toto Prohlášení činíme v souladu s naším osobním přesvědčením, že vybraná témata státní i mezinárodní politiky by měla být pravdivě a objektivně sdílena našim pedagogům a jejich žákům a studentům, jako reflexe na stále se zrychlující proces zaváděných inovací ve všech oblastech života naší společnosti.

Mgr. Josef Ležal, ředitel, Regionální vzdělávací centrum projektu ENERSOL pro Prahu
SŠ-Centrum odborné přípravy technickohospodářské, Poděbradská 1, Praha 9

Mgr. Jiří Kotouč, ředitel, Regionální vzdělávací centrum projektu ENERSOL pro Středočeský kraj
Integrovaná střední škola, Černoleská 1997, Benešov

Ing. Jan Kot, ředitel, Regionální vzdělávací centrum projektu ENERSOL pro Karlovarský kraj
Integrovaná střední škola, Obrněné brigády 6, Cheb

Ing. Josef Machek, ředitel, Regionální vzdělávací centrum projektu ENERSOL pro Královéhradecký kraj
SOŠ a SOU, Hradební 1029, Hradec Králové

Ing. Marcel Gause, ředitel, Regionální vzdělávací centrum projektu ENERSOL pro Jihočeský kraj
SPŠ strojní a stavební, Komenského 1670, Tábor

Ing. Jaroslav Černý, ředitel, Regionální vzdělávací centrum projektu ENERSOL pro Plzeňský kraj
Střední odborné učiliště elektrotechnické, Vejprnická 56, Plzeň

Ing. Miroslav Školoudík, ředitel, Regionální vzdělávací centrum projektu ENERSOL Zlínského kraje
SŠ-Centrum odborné přípravy technické, Nábělkova 539, Kroměříž

JUDr. Sylva Ducháčková, ředitelka, Regionální vzdělávací centrum projektu ENERSOL Jihomoravského kraje, SOŠ a SOU – Masarykova škola práce Letovice, Tyršova 500

Ing. Oldřich Klemš, ředitel, Regionální vzdělávací centrum projektu ENERSOL Olomouckého kraje
SPŠ elektrotechnická Mohelnice, Generála Svobody 2

Přečteno a podepsáno v Olomouci 20. dubna 2007
Prezenční listina účastníků konference přiložena

OBRAZOVÁ PŘÍLOHA

Odborná porota ČR

Vítěz ČR, Jihočeský kraj

Středočeský kraj

Zlínský kraj

Olomoucký kraj

Jihomoravský kraj

Královéhradecký kraj

Družstvo hlavního města Prahy

Karlovarský kraj

Plzeňský kraj

Soutěžní družstvo Slovenska

Družstva ČR a Slovenska