OBSAH

ÚVOD ..... 2 – 4

I. ČÁST: SYSTÉM VZDĚLÁVÁNÍ ENERSOL 2008 ..... 4 – 19

II. ČÁST: PROJEKTY ŽÁKŮ PARTNERSKÝ ŠKOL ..... 20 - 272

III. ČÁST: FOTODOKUMENTACE K PROJEKTU SLUNEČNICE ..... 273 – 274

IV. ČÁST: FOTODOKUMENTACE Z PRŮBĚHU PROJEKTU ..... 275 – 288

V. ČÁST: VÝSLEDKY SOUTĚŽNÍ PŘEHLÍDKY PROJEKTŮ ..... 289 – 294

VI. ČÁST: TERMÍNOVÁ LISTINA ENERSOL 2009 ..... 295 – 296

ÚVOD

Čtvrtý ročník vzdělávacího programu ENERSOL 2008 je za námi. Do života škol, mezi žáky a jejich učitele přinesl hodně pozitivních zkušeností, ale i přátelství a dobré pocity, že programy vzdělávání nemusí být vždy nudné a nezajímavé. Myšlenka, vytvořit program mimoškolního vzdělávání za účasti samotných žáků, byla zhmotněna ve více jak 300 žákovských projektech. Tím projekt ENERSOL 2009 opět prokázal, že informace o některých odvětvích našeho hospodářství lze získávat jinak, než jen z odborné literatury a výkladem učitelů odborných předmětů.

Alternativní energetika, ale i možnosti energii spořit a podílet se na snižování emisí, to jsou témata která téměř vybízí, aby je naše mladá generace pochopila z jejich podstaty, tj. z jejich reálného prostředí technologií a staveb. A pokud se najdou v našich školách nadšení učitelé a v jejich okolí schopní podnikatelé, pak lze realizovat toto učící se prostředí téměř „za pochodu". Vývoj průmyslu, včetně energetiky a stavebnictví totiž každodenně přináší možnosti získávat informace do našich školních vzdělávacích programů o zaváděných novinkách a díky těmto znalostem prostřednictvím nastupující generace je ve větší míře, než dosud, využívat v občanském i podnikatelském prostředí.

Projekt ENERSOL 2008 však také ukázal, že se v naší společnosti vytváří velmi pozitivní vztah k budování sociálního i strategického partnerství mezi školami a jejich zřizovateli, na straně jedné a průmyslem a státem na straně druhé. Sepjetí škol a světa práce umožnilo ve všech 10 krajích našim mladým technikům a energetikům získat nejen informace, ale seznámit se s odborníky, kteří řídí tento proces trvalých změn. Z mnoha prací zaznívá poděkování za tuto možnost vést odbornou diskusi s techniky našich firem, správci, majiteli nebo odbornou obsluhou těchto zařízení. Ale také průzkumy veřejného mínění prokázaly, že naše mladá generace je schopná a připravená přijímat nové výzvy z globalizujícího se prostředí a bojovat s tendenčními názory odsuzujícími vše nové.

A které kraje podpořily čtvrtý ročník tohoto projektu?

Poděkování patří Magistrátu hlavního města Prahy, Karlovarskému, Plzeňskému, Jihočeskému, Středočeskému, Královéhradeckému, Jihomoravskému, Moravskoslezskému a Zlínskému kraji a kraji Vysočina. Ve všech těchto krajích pracovala regionální vzdělávací centra ENERSOL 2009 a jejich ředitelé. Jejich podíl na výsledcích je mimořádný a zaslouží velké poděkování:

Kraj	regionální centrum	ředitel
Hlavní město Praha	SŠ-COPTH, Poděbradská 1, Praha 9	Mgr. Josef Ležal
Karlovarský kraj	ISŠ Cheb, Obrněné brigády 6	Ing. Jan Kot
Plzeňský kraj	SOU elektrotech., Vejprnická 56, Plzeň	Ing. Jaroslav Černý
Jihočeský kraj	SPŠ stroj. a stav., Komenského 1670, Tábor	Ing. Marcel Gause
Středočeský kraj	ISŠ tech., Černoleská 1997, Benešov	Mgr. Jiří Kotouč
Královéhradecký kraj	SOŠ a SOU, Hradební 1029,Hr.Králové	Ing. Josef Machek
Jihomoravský kraj	SOŠ a SOU, MŠP, Tyršova 500, Letovice	JUDr. Sylva Ducháčková
Moravskoslezský kraj	SŠ teleinformací Ostrava, přísp. org., Opavská 1119	Ing. Miroslava Jezerská
Zlínský kraj	SOŠ Otrokovice, Tř. T. Bati 1266	Mgr. Libor Basel
Kraj Vysočina	SŠ technická Jihlava, Polenská 2	Mgr. Josef Váca

Prohloubila se spolupráce i se státem, prostřednictvím Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy a Ministerstva životního prostředí. Jejich zástupci, náměstci ministrů RNDr. Jindřich Kitzberger (školství) a náměstkyně ministra Ing. Rút Bízková (životní prostředí) věnovali projektu svou osobní podporu. I proto mohla být uskutečněna 15. května 2008 schůzka ředitelů těchto regionálních center s ministrem pro životní prostředí RNDr. Martinem Bursíkem, který ocenil a příznivě hodnotil význam projektu pro osvětu témat obnovitelných zdrojů energií, úspor energií a snižování emisí v dopravě.

Co všechno se za uplynulý rok 2007/2008 událo?

Téměř 50 představitelů regionálních center ENERSOL 2008 se sešlo na třídenním prázdninovém soustředění ve dnech 13. – 16. srpna 2007 ve Velkém Mederu na Slovensku. Smyslem bylo vyhodnotit uplynulý ročník, sjednotit si názory na ENERSOL 2009 a přizvat mezi sebe odborníky z tohoto odvětví ze Slovenska. Velmi zajímavou přednášku jsme vyslechli od Ing. Milana Nováka, CSc., generálního ředitele společnosti Thermosolar ze Žiaru nad Hronom, Ing. Dagmar Rajčanové, ředitelky Slovenské agentury pro životní prostředí z Banské Bystrice a Ing. Andreje Kopčaje, CSc. k jeho nové knize „Spirálový management".

Ve dnech 11. – 12. října 52 účastníků národního semináře v Otrokovicích mělo v programu přednášky Ing. Libora Lenži, ředitele hvězdárny ve Valašském Meziříčí, Ing. Jaroslava Kubína z MŽP, Mgr. Zdeňka Pracného z MŠMT, Ing. Miroslava Fuksy, jednatele Cechu kurenárov SR, Ing. Milana Nováka, CSc., GŘ Thermosolar ze Žiaru nad Hronom a Ing. Jana Bednára z MZE.

Vzdělávání představitelů RC krajů předcházelo vlastním odborným seminářům uspořádaným pro žáky a učitele partnerských škol v jejich regionálních centrech:

V Praze pro velký zájem žáků a učitelů byly odborné semináře uspořádány dva 28.11. a 10.12. 2008 v Táboře 17. 1. 2009, v Benešově 12. 12. 2008, v Plzni 11. 12. 2008, v Hradci Králové 9. ledna. 2009, v Jihlavě 22. 1. 2009, v Letovicích 19. 12. 2008, v Otrokovicích 10. 1. 2009, v Ostravě 8. 1. 2009. Celkem se těchto seminářů zúčastnilo 547 žáků a učitelů. Přednášejícími byli odborníci z firem, energetických agentur nebo technických univerzit.

Vzdělávací semináře zaměřené na jednotlivé formy OZE, nízkoenergetické domy a technologie snižování emisí v dopravě zahájily vzdělávací program žáků jehož výsledkem bylo zpracování 301 projektu v hlavní a 35 ve vedlejší kategorii:

V Praze 70 projektů v hlavní a 14 ve vedlejší kategorii, v Jihočeském 21 projektů v hlavní a 2 ve vedlejší kategorii, ve Středočeském kraji 44 v hlavní kategorii, v Královéhradeckém kraji 17 projektů v hlavní kategorii, v Plzeňském kraji 10 projektů v hlavní kategorii a 2 ve vedlejší kategorii, v Moravskoslezském kraji 23 projektů a 5 ve vedlejší kategorii, ve Zlínském kraji 34 projektů v hlavní a 5 ve vedlejší kategorii, na Vysočině 21 projektů v hlavní kategorii, v Jihomoravském kraji 27 v hlavní a 7 ve vedlejší kategorii a v Karlovarském kraji 9 projektů v hlavní kategorii (83 žáků). V programu ENERSOL 2009 prezentovali své projekty i žáci ze Slovenska (11 projektů) a Spolkové republiky Německo (14 projektů). Celkem bylo ve čtvrtém ročníku zpracováno 301 projektů hlavní kategorie a 35 projektů vedlejší kategorie.

Krajské konference na téma „ENERSOL 2009-program vzdělávání EVVO" se konaly:

V Praze 15. února (101 účastníků), v Plzni 13. února (40 účastníků), v Benešově 22. února (96 účastníků), v Táboře 4. března (75 účastníků), v Hradci Králové 27. února (44 účastníků), v Ostravě 5. března (58 účastníků), v Otrokovicích 27. února (46 účastníků), v Jihlavě 29. února (31 účastníků), v Letovicích 26. února (73 účastníků) a v Chebu 14. března 2009 (55 účastníků). Celkem se 10 krajských konferencí v ČR zúčastnilo 619 delegátů z řad učitelů, žáků, odborníků, zástupců zřizovatelů a hostů. Na každé krajské konferenci bylo prezentováno 12 porotou vyhodnocených projektů hlavní kategorie a 4 projekty vedlejší kategorie.

Krajská konference na Slovensku byla uspořádána v Senici 18. dubna 2009 za účasti 38 žáků a učitelů škol a zástupců města Senice.

V souladu s organizačním řádem byla ve dnech 27. a 28. března 2008 uspořádána Národní konference ENERSOL 2009 ČR v Plzni za účasti 150 delegátů a Mezinárodní konference ENERSOL 2009 EU ve dnech 24. – 25. dubna 2009 za účasti 123 delegátů.

Z těchto čísel je patrné, že se programu ENERSOL 2009 ve všech jeho aktivitách zúčastnilo v ČR 1 415 žáků, učitelů, odborníků a hostů a společně se zástupci Německa a Slovenska tento počet dosáhl 1 477.

Vážený čtenáři,

V následujícím obsahu tohoto Sborníku se můžeš seznámit, zda výše uvedená tvrzení o schopnosti mladé generace podílet se na utváření nových názorů a osobních postojů jsou pravdivá. Program ENERSOL má výhodu i v tom, že jeho výsledky jsou měřitelné a hodnotitelé. Proto vážený čtenáři, nebuď vždy kritický k větné skladbě, nebo používaným výrazům. Naopak měj radost z toho, že mladí lidé se u nás umí vyjadřovat svými neotřelými výrazy a nápady. K tomu ať slouží tento Sborník i v následujících letech.

I. ČÁST SYSTÉM VZDĚLÁVÁNÍ ENERSOL 2008

Vzdělávací program ENERSOL je rozdělen do dvou hlavních částí: První je založena na tvorbě a realizaci dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků v souladu se zákonem 564/2004 Sb. o pedagogických pracovnících, druhá na vytváření příznivého prostředí pro tvorbu žákovských projektů na témata:
1. Slunce – zdroje vesmírné energie, 2. Země – zdroj geotermální energie, 3. Fotovoltaika, 4. Fototermika, 5. Biomasa, 6. Malé vodní elektrárny, 7. Tepelná čerpadla, 8. Skládkové plyny a jejich využití, 9. Bioreaktor, 10. Rekuperátor, 11. Nízkoenergetické domy, 12. Snižování emisí v dopravě

Hlavní myšlenkou ENERSOL v jeho jednotlivých ročnících je podpora získávání informací o inovacích na uvedená témata z prostředí průmyslových, stavebních a zemědělských firem. Současně se ENERSOL musí odborně propojit s odbornými ministerstvy zemědělství, průmyslu a obchodu a životního prostředí k získání informací o velkých investičních záměrech ČR a vývoji legislativy v rámci EU, mezinárodních dohod a konferencí.

Proto je cílem programu vzdělávání partnerství škol a jejich zřizovatelů, firem, a státu. Jedině tímto propojením lze získat objektivní informace o alternativní energetice a politice státu v oblasti emisí a energetických úspor. Přestože jsou k dispozici výsledky tohoto projektu za jeho uplynulé čtyři ročníky, není systém zdaleka schopný vlastní inovace a rozvoje. Jeho výhodou je proto budování společného prostředí partnerů na konferencích, seminářích a pracovních soustředěních, jednotné řízení formálních náležitostí, až po spolupráci s odbornými útvary ministerstva životního prostředí a ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy.

Jaké jsou výsledky v akreditacích odborných témat?

1. MVE – obnovitelné zdroje energie
2. MAVE – klíčový zdroj obnovitelné energie
3. Projektování a navrhování malých vodních elektráren jako celku
4. Konstrukce a návrh vodních turbín pro MAVE
   1 – 4 ISŠ technická Benešov, Černoleská 1997
   Lektoři: Ing. Jan Šíp
   Ing. Miloslav Nečas
   Ing. Josef Sedláček
   Ing. Vladimír Rebelka
5. Sluneční energie, kapalinové solární kolektory, pasívní solární soustavy
6. Fotovoltaika
7. Biomasa
8. Tepelná čerpadla
   5 – 8 SŠ – COPTH, Poděbradská 1/179, Praha 9
   Lektor: Ing. Karel Nosek
   9. Příběh Slunce
   9 SŠ technická Jihlava, Polenská 2
   Lektor: Miloš Podařil
10. Technické systémy pro výrobu elektrické energie z biomasy
    10 SOŠ a SOU, MŠP, Tyršova 500, Letovice

I. PROJEKT SPOLEČNOSTI MAVEL a.s. BENEŠOV

CYKLUS PŘEDNÁŠEK „MALÉ VODNÍ ELEKTRÁRNY“

POŘADOVÉ ČÍSLO: 1

Název vzdělávací akce: **MVE – OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE**

2. Obsah akce:

Obsah	Hodin
Definice obnovitelných zdrojů energie	
Význam a podíl jednotlivých druhů OZE na krytí energetických potřeb Z hlediska geografického a kulturně společenského	
Historie a současnost obnovitelných zdrojů energie. Způsob vnímání obnovitelných zdrojů energie – aplikace ve vlastní investiční výstavbě a aktuální globální pohled	

Vnímání obnovitelných zdrojů energie jako nezbytné alternativy ke konvenčním zdrojům a její logické koexistence s ostatními druhy energie	
Obnovitelné zdroje energie – profesní uplatnění pro široké spektrum specializací	
Historické předpoklady využívání obnovitelných zdrojů energie v ČR, v zemi s dlouholetou tradicí v průmyslu a s technickou invencí populace	**4 hodiny**

3. Vzdělávací cíl: Seznámení a prohloubení informovanosti pedagogů partnerských škol a talentovaných studentů SOŠ, VOŠ a gymnázií s problematikou OZE se zvláštním zřetelem k malým vodním elektrárnám
4. Rozsah (hodinová dotace) **1 den/ 4 hodiny**
5. Cílová skupina účastníků: Pedagogové odborných předmětů a odborného výcviku partnerských škol
6. Doporučený počet účastníků: 20
7. Plánované místo konání: Integrovaná střední škola technická, Černoleská 1997, Benešov a exkurze do společnosti MAVEL, a.s. BENEŠOV
7. **Lektor:** **Ing. Jan Šíp, člen představenstva společnosti MAVEL**
8. Odborný garant: Ing. Jan Šíp
9. Materiální a technické zabezpečení: společnost MAVEL, a.s., Jana Nohy 1237, 256 01 Benešov
10. Způsob vyhodnocení akce: Osvědčení Vzdělávací agentury Kroměříž, s.r.o.

Jan Šíp – životopis

Profesionální praxe	**1983 – 1983 METAZ n. p. Týnec n.S ČR**
	Statik ocelových konstrukcí • V investiční výstavbě –revize ocelových konstrukcí • Projekční práce v investiční výstavbě
1984 – 1989	**METAZ n. Týnec n.S ČR**
	Výzkumně vývojová základna – oddělení vodních turbín **Aktivní činnost v realizaci státního plánu SCP 02/1983-racionalizace v úsporách paliv a energie** • Účast na vývoji vodních mikroturbín MT3 a MT 5 • Spolupráce s VUT Brno a ČVUT Praha • Projekční činnost pro instalaci turbín • Nabídková a obchodní činnost • Organizování systému výroby mikroturbín a jejich instalace
1986 – 1989	**METAZ n. Týnec n. S ČR**
	Asistent generálního ředitele s.p. Metaz Paralelně možnost studia externí aspirantury v oboru hydrotechniky a spolupráce s VVZ – turbiny • Příprava a řízeni porad ředitele podniku v úrovni základního závodu a porad vedení podniku a pobočných závodů • Aplikace teoretických poznatků ze studia v externí aspirantuře a ze spolupráce s ČVUT Praha, VUT Brno a ORGREZ Brno do optimalizace energetických systémů s Vrtulovou turbinou METAZ – MT3 a MT5 • Rozšíření portfolia aplikací MT turbín • Posílení konkurenceschopnosti výrobku

	• Markering, PR-účast na domácích i mezinárodních akcích-veletrhy konference,semináře • Dosažené výsledky: ocenění – nejlepší výrobek ministerstva všeobecného strojírenství, zlatá medaile MSV Brno,zlatá medaile Pragotherm,ocenění ministerstva paliv a energetiky a ministra všeobecného průmyslu • Dosažení výrazného prodeje – cca 1000 ks turbín
1989 – 1990	**METAZ n. Týnec n.S ČR**
	• Po 11/89 – v období porevolučních změn jsem odmítl od nově jmenovaného GŘ nabízenou funkci obchodního ředitele – neztotožnil jsem se s novou koncepcí rozvoje s.p. Metaz • neúspěšně se pokusil privatizovat oddělení vodních turbín v Metaz s.p • Na vlastní žádost jsem po dohodě ukončil pracovní poměr v METAZ s.p
1990 – 2000	**• MAVEL a.s. Benešov, CZ**
	• člen představenstva a spoluzakladatel společnosti, která se z inženýrské kanceláře transformovala na výrobní podnik **• výrobní ředitel s spoluzodpovědností za technický rozvoj** **Dosažené výsledky:** Technická úroveň výrobků, kvalita a meziroční nárůsty výroby umožnily vstup zahraničních investorů v roce 1997 a s tím rozvoj marketinku ,otevření zahraničních kanceláří a akvizici – CKD Turbotechnics Rájec a nákup výrobních práv od METAZ a.s na výrobu MT turbín MAVEL a.s je úspěšným „hráčem„ na světovém trhu v oblasti dodávek technologií pro malé vodní elektrárny v oblastech výkonů od 5 kW do 20 MW
2000 – 2005	**MAVEL a.s. Benešov, CZ**
	• Řízení marketinku a obchodní sekce pro země bývalého SSSR a RVHP • spolupodílení se na strategii a rozvoji firmy v podmínkách řízení společnosti sekundárním managementem-odbornými řediteli
2005 – 2006	**MAVEL a.s. Benešov, CZ**
	• spolupodílení se na změně struktury řízení společnosti s najmutím vrcholového managementu –COO a CFO • řízení nákupu velkých subdodávek **Dosažené výsledky** • dosažení marketinkových úspěchů určení strategie rozvoje společnosti a vytváření dlouhodobých partnerských vztahů v zájmových teritoriálních oblastech • dosažení respektu a důvěry v značku MAVEL a.s jako spolehlivého partnera v oboru
2005 – 2006	**spolupráce s ISŠT Benešov a vzdělávacím centrem Kroměříž na soutěži ENERSOL**
Vzdělání	
1979 – 1983	FS ČVUT Praha • Pození stavby
1984 – 1989	FS ČVUT Praha • Externí aspirantura • Katedra hydrotechniky ČVUT-Vodní stavby –optimalizace hydroenergetických systémů s vrtulovými turbínami MT • Kandidátské minimum –z oboru • Hydraulika, hydrotechnika, využití vodní energie, vodní stroje, matematika- statistika, ruština, francouzština, vědecký komunismus
1987–1988	ČKAIT Praha, ČSSR • Autorizovaný inženýr v oboru vodních staveb • Autorizovaný inženýr v oboru pozemních staveb

POŘADOVÉ ČÍSLO 2:

1. NÁZEV VZDĚLÁVACÍ AKCE:
   Malé vodní elektrárny - klíčový zdroj obnovitelné energie
2. OBSAH VZDĚLÁVACÍ AKCE:

Obsah	**Hodin**
Definice malých vodních elektráren jako technologie využívající obnovitelných zdroj energie	
Návratnost a efektivnost malých vodních elektráren	
Vliv MAVE na životní prostředí	
Funkce MAVE z hlediska globálního pojetí (výroba elektrické energie, regulace, stabilizace spodní vody, rekreace)	
Rozdělení MAVE – kategorizace malých vodních elektráren - podle druhů (nízkospádové, střední spády, vysokospádové) - podle způsobu zpracování energie (akční a reakční) - podle režimu činnosti (průtočné a akumulační)	
Historie MAVE na území České republiky	
Budoucnost MAVE	
Přednáška a exkurze do výroby	**4 hodiny**
Názorná demonstrace – exkurze v lokalitě MAVE (okolí Prahy nebo na Moravě)	**8 hodin**

3. VZDĚLÁVACÍ CÍL: Seznámení a prohloubení informovanosti pedagogů a studentů partnerských škol projektu IQ Auto s energetikou OZE, MAVE
4. HODINOVÁ DOTACE: **1 den/ 4 hodiny a následná celodenní exkurze s praktickým výkladem v lokalitě malé vodní elektrárny**
5. CÍLOVÁ SKUPINA ÚČASTNÍKŮ: Pedagogové odborných předmětů a odborného výcviku partnerských škol projektu
6. doporučený počet účastníků: 20, exkurze až 40
7. PLÁNOVANÉ MÍSTO KONÁNÍ: Integrovaná střední škola technická, Černoleská 1997, Benešov a společnost MAVEL, a.s., Benešov s praktickou ukázkou výroby turbín
8. **LEKTOR: Ing. Miloslav Nečas**
9. Odborný garant: Ing. Jan Šíp, člen představenstva
10. Materiální a tech.zabezpečení: MAVEL a.s. Benešov, Jana Nohy 1237, 256 01 Benešov
11. ZPŮSOB HODNOCENÍ AKCE: Osvědčení VZDĚLÁVACÍ AGENTURY KROMĚŘÍŽ, s.r.o.

KARIÉROVÝ ŽIVOTOPIS LEKTORA
Ing. Miloslav Nečas

Osobní údaje:	Datum narození: 20. dubna 1953
	Místo narození: BRNO, Rodinný stav : ženatý, dvě děti, Národnost: česká
Vzdělání	1972 – 1977 VUT Brno, fakulta strojní, energetické stroje a zařízení, ČR 1991 – 1993 VUT Brno, fakulta podnikatelská, management – marketing
Jazykové znalosti	Angličtina, středně pokročilý, Španělština, hovorově, Ruština, hovorově
Praxe	1977 – nástup do ČKD Blansko Strojírny, ČR 1977 – 1983 – konstruktér vodních turbín 1984 – 1987 – vývojový pracovník konstrukce vodních turbín a čerpadel 1988 – 1992 – vedoucí vývoje vodních turbín a čerpadel 1993 – 2003 – vedoucí konstrukce vodních turbín a čerpadel od 1. 1. do 31. 3. 2004 Technická podpora v obchodním úseku se zaměřením na servis u zákazníka od 1. 4. 2004 do 31. 8. 2005 Technický ředitel (pověřený řízením technického úseku) od 1. 9. 2005 dosud Technický ředitel Mavel, a.s.,konstrukční a vývojová činnost v oboru vodních turbín a digitálních čerpadel, včetně pevnostních výpočtů. Znalost v používání materiálů a speciálních materiálů, vysokopevnostních ocelí, orientace v normách ČN, EN, ISO,….zkušenosti s výrobou, opracováním-montáží a uváděním do provozu vodních turbín. měření a zkoušky na elektrárnách. Znalosti v certifikaci společnosti dle ISO 9001: 2000. Účast při montáži, zkouškách, uvádění do provozu a předávání zákazníkovi technologického zařízení vodních elektráren v ČR a zahraničí
Reference (výběr)	MVE Štvanice, ČR, 1986, VE Penitas, Mexiko, 1987, VE Uda Walave, Srí Lanka, 1988, VE Mangla, Pákistán, 1989, VE Dray Linh, Vietnam, 1990, MVE Kořensko, ČR, 1991, VE Gabčíkovo, SR, 1993, PVE Dlouhé Stráně, ČR, 1995, PVE Štěchovice, ČR, 1996, VE Messochora, Řecko, 1998, VE Curumuy, Peru, 2000, VE Práčov, ČR, 2001
Zpracování generální opravy vodních turbín:	VE Orlík, ČR, 1993, VE Slapy, ČR, 1996, PVE Markersbach, SRN, 1998 PVE Čierny Váh, SR, 1999, VE Mikešová, SR, 2000, PVE Liptovská Mara, SR, 2001, PVE Malešice, ČR, 2003

POŘADOVÉ ČÍSLO: 3

1. Název vzdělávací akce:

Projektování a navrhování malých vodních elektráren jako celku

2. Obsah akce:

Obsah	**Hodin**
Limitující faktory pro možnost budování malých vodních elektráren	
Zákon zachování energie a Bernouliho rovnice	
Zásady navrhování malých vodních elektráren	
Malé vodní elektrárny jako souhrn vzájemně souvisejících technologií - ve strojovně - mimo strojovnu	
Stupně komfortu návrhu a výstavby MAVE	
Zkušenosti s ohledem na místní poměry	
Výpočet roční výroby elektřiny	
Stupně dokumentace	**4 hodiny**

3. VZDĚLÁVACÍ CÍL: Seznámení a prohloubení informovanosti učitelů odborného výcviku a odborných předmětů na SOŠ a VOŠ a učilištích, resp. talentovaných žáků a studentů s problematikou alternativní energetiky MAVE
4. HODINOVÁ DOTACE: **1 den/4 hodiny**
5. CÍLOVÁ SKUPINA ÚČASTNÍKŮ: Pedagogové odborných předmětů a odborného výcviku partnerských škol
6. DOPORUČENÝ POČET POSLUCHAČŮ: 20
7. PLÁNOVANÉ MÍSTO KONÁNÍ: Integrovaná střední škola technická, Černoleská 1997, Benešov a společnost MAVEL, a.s. BENEŠOV
8. **LEKTOR: Ing. Josef Sedláček**
9. ODBORNÝ GARANT: Ing. Jan Šíp, člen představenstva
10. Materiální a tech. zabezpečení: MAVEL, a.s. Benešov, Jana Nohy 1237, 256 01 Benešov
11. ZPŮSOB VYHODNOCENÍ AKCE: Osvědčení o absolutoriu semináře
12. **Kalkulace předpokládaných nákladů na vzdělávací akci**

KARIÉROVÝ ŽIVOTOPIS LEKTORA VZDĚLÁVACÍ AKCE
Ing. Josef Sedláček

Vzdělání	1981 – 1985 SPŠ stavební – Plzeň, obor Vodní hospodářství a vodní stavby 1985 – 1991 ČVUT Praha, fakulta stavební, obor vodní hospodářství a vodní stavby, specializace hydrotechnické stavby 1994 Autorizace pro projekci vodohospodářských staveb 1994 Rekvalifikace – SP pro využití energetických zdrojů- obnovitelné zdroje energie
Profesionální praxe	Od roku 1990 dosud Mavel, a.s. 1990 – 1997 projektant 1998 – 2000 vedoucí externích montáží 2000 – 2006 vedoucí technologický projektant
Jazyky	Polský jazyk – středně pokročilý Ruský jazyk – středně pokročilý Anglický jazyk – středně pokročilý

POŘADOVÉ ČÍSLO: 4

1. NÁZEV KURZU:

Konstrukce a návrh vodních turbín pro malé vodní elektrárny

2. OBSAH AKCE:

Obsah	**Hodin**
Rozdělení vodních turbín pro malé vodní elektrárny - vodní turbína jako vodní stroj	
Zásady navrhování vodních turbín	
Jak se tvoří dokumentace	
Spolupráce s technologií výroby	
Volba přenášení výkonu z hřídele turbíny na hřídel generátoru	
Používané materiály a technologie při výrobě vodních turbín	
Servis a údržba	**4 hodiny**

3. VZDĚLÁVACÍ CÍL: Seznámení a prohloubení informovanosti pedagogů a talentovaných studentů SOŠ, VOŠ a učilišť v daném oboru
4. HODINOVÁ DOTACE: **1den/4 hodiny**

5.	CÍLOVÁ SKUPINA ÚČASTNÍKŮ:	Pedagogové odborných předmětů a odborného výcviku partnerských škol projektu
6.	DOPORUČENÝ POČET ÚČASTNÍKŮ:	20
7.	PLÁNOVANÉ MÍSTO KONÁNÍ:	Integrovaná střední škola technická, Černoleská 1997, Benešov a společnost MAVEL a.s. Benešov
8.	**LEKTOR:**	**Ing. Vladimír Hebelka**
9.	ODBORNÝ GARANT	Ing. Jan Šíp, člen představenstva
10.	Materiální a technické zabezpečení:	MAVEL a.s. Benešov, Jana Nohy 1237, 256 01 Benešov
11.	ZPŮSOB VYHODNOCENÍ AKCE:	Diskuse a udělení Osvědčení od Vzdělávací agentury Kroměříž

KARIÉROVÝ ŽIVOTOPIS LEKTORA VZDĚLÁVACÍ AKCE
Ing. Vladimír Hebelka

Vzdělání	1979 – 1984 VUT Brno, fakulta strojní, katedra hydraulických strojů a zařízení
Profesionální praxe	**1984 – 1992 ČKD Blansko,** výrobce vodních turbín vývojový pracovník v úseku vodních turbín 1991 – 1993ČKD Blansko, ředitel technického úseku v divizi malých vodních elektráren 1994 – dosud ČKD Turbo Technics, s.r.o., výrobce vodních turbín vedoucí technického úseku

II. VZDĚLÁVACÍ PROGRAM OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE

ve spolupráci se SŠ – Centrem odborné přípravy technickohospodářské, Praha 9:

POŘADOVÉ ČÍSLO: 5

1. Název vzdělávací akce: **Sluneční energie**
   Kapalinové solární kolektory, Pasivní solární soustavy
2. Obsah akce:

Téma	Obsah	Hodin
Úvod do problematiky	- možnosti a využitelnost solárních zařízení v podmínkách ČR	**1**
Kapalinové solární kolektory	- typy solárních kolektorů - parametry a vlastnosti - výstupní signály - analogový,digitální	**1**

Příslušenství solárních systémů	- zásobníky, výměníky, čerpadla, snímače, regulace - funkce, parametry	**2**
Parametry pro instalaci	- Vhodnost lokality - kriteria výběru - dimenzování	**2**
Využití výpočetní techniky	- programy pro dimenzováni - simulace - praktické výpočty	**2**
Celkem		**8**

3. Vzdělávací cíl: Zvládnutí problematiky využití slunečního záření jako obnovitelného zdroje energie
4. Rozsah (hodinová dotace): **1 den/ 8 hodin**
5. Cílová skupina účastníků: Pedagogové odborných předmětů a odborného výcviku partnerských škol projektu
6. Doporučený počet účastníků: **20**
6. Plánované místo konání: SŠ-COPTH, Praha 9, Poděbradská 1
7. **Lektor: Ing. Karel Nosek**
8. Odborný garant: **Antonín Krůta** Atoncentrum Praha 10
9. Materiální a technické zabezpečení: vybaveni IVC ENERSOL.HARFA
10. Způsob vyhodnocení akce: diskuse a Osvědčení o absolutoriu

POŘADOVÉ ČÍSLO 6:

1. NÁZEV VZDĚLÁVACÍ AKCE: **Fotovoltaika**
2. OBSAH VZDĚLÁVACÍ AKCE:

Téma	Obsah	Hodin
Úvod do problematiky	- možnosti a využitelnost fotovoltaických zařízení v podmínkách ČR	**1**
Fotovoltaické panely	- typy fotovoltaických článků - parametry a vlastnosti	**1**
Fotovoltaické panely	- akumulátory, měniče, střídače, snímače, regulace - funkce, parametry	**2**
Parametry pro instalaci	- Vhodnost lokality - kriteria výběru - dimenzování	**2**
Využití výpočetní techniky	- programy pro dimenzováni - simulace - praktické výpočty	**3**
Celkem		**8**

3. Vzdělávací cíl: Zvládnutí problematiky vlastností a užití fotovoltaiky
4. Rozsah (hodinová dotace): **1 den/ 8 hodin**
5. Cílová skupina účastníků: Pedagogové odborných předmětů a odborného výcviku partnerských škol projektu
6. Doporučený počet účastníků: **20**
7. Plánované místo konání: SŠ-COPTH Praha 9, Poděbradská 1
8. **Lektor: Ing. Karel Nosek**
9. Odborný garant: Antonín Krůta, Atoncentrum Praha 10
10. Materiální a technické zabezpečení: vybavení IVC ENERSOL.HARFA
11. Způsob vyhodnocení akce: diskuse a Certifikát o absolutoriu

POŘADOVÉ ČÍSLO: 7

1. Název vzdělávací akce: **Biomasa**
2. Obsah akce:

Téma	Obsah	Hodin
Úvod do problematiky	- možnosti a využitelnost biomasy v podmínkách ČR	**1**
Biomasa	- druhy biomasy - parametry a vlastnosti	**2**
Procesy pro zpracování biomasy	- technologie - produkty - výstupy (typ energie)	**3**
Parametry pro využití biomasy	- Vhodnost lokality - kriteria výběru - dimenzování	**1**
Využití výpočetní techniky	Programy, filmy	**1**
Celkem		**8**

3. Vzdělávací cíl: Seznámit účastníky kurzu se základními vlastnostmi biomasy a její využití pro výrobu energie
4. Rozsah (hodinová dotace): **1 den/8 hodin**
5. Cílová skupina účastníků: Pedagogové odborných předmětů a odborného výcviku Partnerských škol projektu
6. Doporučený počet účastníků: **20**
7. Plánované místo konání: SŠ-COPTH Praha 9, Poděbradská 1
8. **Lektor: Ing. Karel Nosek**
9. Odborný garant: **Antonín Krůta,** Atoncentrum Praha 10
10. Materiální a technické zabezpečení: vybavení IVC ENERSOL. HARFA
11. Způsob vyhodnocení akce: diskuse a Osvědčení o absolutoriu

POŘADOVÉ ČÍSLO: 8

1. NÁZEV KURZU: **Tepelná čerpadla**
2. OBSAH AKCE:

Téma	Obsah	Hodin
Úvod do problematiky	- princip, možnosti a využitelnost tepelných čerpadel	**1**
Tepelná čerpadla	- typy tepelných čerpadel - parametry a vlastnosti - regulace tepelných čerpadel	**3**
Příslušenství solárních systémů	- zásobníky, výměníky, čerpadla, snímače, regulace - funkce, parametry	**1**
Parametry pro instalaci	- Vhodnost lokality - kriteria výběru - dimenzování	**1**
Využití výpočetní a multimediální techniky	- programy pro dimenzováni - simulace - praktické výpočty	**2**
Celkem		**8**

3. Vzdělávací cíl: Seznámení s problematikou tepelných čerpadel,
4. Rozsah (hodinová dotace): **1den/8 hodin**
5. Cílová skupina účastníků: Pedagogové odborných předmětů a odborného výcviku partnerských škol projektu
6. Doporučený počet účastníků: **20**
7. Plánované místo konání: SŠ-COPTH Praha 9, Poděbradská 1
8. **Lektor: Ing. Karel Nosek**
9. Odborný garant: **Antonín Krůta,** Atoncentrum Praha 10
10. Materiální a technické zabezpečení: vybavení IVC ENERSOL.HARFA
11. Způsob vyhodnocení akce: diskuse a Certifikát o absolutoriu

KARIÉROVÝ ŽIVOTOPIS LEKTORA NA VZDĚLÁVACÍ AKCE

Jméno, příjmení, titul:	**Ing. Karel Nosek**
Datum narození:	15. 02. 1952
Bydliště:	PRAHA, Máslovická 913/12, 182 00 Praha 8
Nejvyšší dosažené vzdělání:	VŠ elektro
Pracovní pozice ve firmě (funkční zařazení):	učitel odborných předmětů
Praxe od ukončení nejvyššího dosaženého vzdělání:	
ČKD Elektrotechnika	vývojová laboratoř usměrňovačů do r 1980

ČEZ	energetik koncernu a poradenské a informační středisko pro užití a úsporu energii
od r. 1980	SŠ-COPTH Praha 9 – učitel odbor. předmětů, koordinátor EVVO
Přehled o dosažených výsledcích v odborné praxi:	
	Postgraduální studium 1987 ekonomika energetiky, vedoucí a konzultant diplomových prací na ČVUT katedra ekonomiky energetiky, složena zkouška pro odbornost energetický auditor
Přehled o odborné a publikační činnosti	V období 1977 ÷ 1992 v rámci ČSVTS rozsáhlá publikační, přednášková a lektorská činnost 1992 – doposud – výukové texty

III. VZDĚLÁVACÍ PROGRAM „SLUNCE“

Pořadové číslo: 9

1. Název vzdělávacího programu: **Příběh Slunce**
2. Obsah: **podrobný přehled témat výuky:**

- Historické kontexty poznávání Slunce
  - První poznatky o Slunci (Egypt, Řecko, Galileo, apod.)
  - Spektroskopie Slunce (A. Secchi, P. Janssen)
  - Sluneční elektromagnetismus (G. E. Hale)
  - Moderní metody zkoumání Slunce (Skylab, SOHO, apod.)
- Vývoj Slunce
- Sluneční fyzika
  - Protonově-protonový řetěze a vznik záření
  - Přenos energie
  - Fotosféra a cykly skvrn
  - Erupce a protuberance
- Vliv Slunce na Zemi
  - Polární záře (K. Birkeland, L. Bierman, S. Chapman a E. Parker)

3. Forma: Přednáška a následná diskuse
4. Vzdělávací cíl: Seznámení posluchačů se základy fyzikálních procesů vzniku záření v nitru Slunce (termojaderná reakce; protonově-protonový řetězec) a s historickým vývojem postupů získávání těchto informací.
5. Hodinová dotace + vzdělávací cíl: **4 hodiny**
6. Počet účastníků a upřesnění cílové skupiny pedagogů: **20**
7. Plánové místo konání: **SŠ technická Jihlava, Polenská 2 a Observatoř Jihlava**
8. Jmenný přehled lektorů: **Miloš Podařil**
9. Odborný garant: RNDr. Karel Malý, Ph.D.
10. **Materiální a technické zabezpečení: SŠ technická Jihlava, Polenská 2**
11. Způsob vyhodnocení akce: diskuse a předání Osvědčení absolventům

KARIÉROVÝ ŽIVOTOPIS LEKTORA:

Miloš Podařil (*31. května 1984 v Jihlavě)	
vzdělání:	1999 - 2003: SOŠ Technická Jihlava
zaměstnání:	
2003:	Astronomický ústav AV ČR - Odborný pracovník pro vědu a výzkum (odd. meziplanetární hmoty, skupina fyziky meteorů)
2004:	100% Rework - Výstupní kontrola
2005 – současnost:	VMV, spol. s r.o. - Konstruktér, technolog
členství:	
2002 – současnost:	Česká astronomická společnost
2003 – současnost:	Společnost pro meziplanetární hmotu
2003 – současnost:	Jihlavská astronomická společnost, předseda výkonného výboru

III. VZDĚLÁVACÍ PROGRAM VE SPOLUPRÁCI S TECHNICKÝM PORADCEM
Mgr. Radovanem Šejvlem

Elektřina s vůní dřeva…

Technické systémy pro výrobu elektrické energie a tepla z biomasy

POŘADOVÉ ČÍSLO: 10

1. Název vzdělávací akce: **Technické systémy pro výrobu elektrické energie z biomasy, „Elektřina s vůní dřeva – od historie k budoucnosti“**
2. Obsah akce:

Obsah	**Hodin**
Přehled použitelných technických systémů pro výrobu elektrické energie a tepla včetně srovnaní se samostatnou výrobou tepla.	**0,1**
Technické systémy založené na spalování v kotlích, výrobě páry pohánějící parní stroje, turbíny i systémy ORC.	**0,2**
Společná výroba elektrické energie a tepla - kogenerace z pohledu energetické účinnosti a celkové míry využití energie v palivu.	**0,2**
Velkoplošná projekce – centralizované teplárenské systémy.	**0,5**
Mikrokogenerace a Stirlingův motor – systémy pro domácí výrobu elektrické energie.	**0,2**

Horkovzdušná vysoce expanzivní turbína z První brněnské strojírny Velká Bíteš.	**0,1**
Bioplynové stanice a jejich energetický potenciál, příklady realizací.	**0,2**
Dřevoplyn historické a stávající aplikace pro energetické zplyňování.	**0,2**
Dřevní plyn v rukou vědecko-výzkumných organizací.	**0,2**
Velkoplošná projekce videopořadu BIOM – Energetické využití biomasy.	**0,5**
Klasické tepelné a jaderné elektrárny z pohledu přenosové soustavy v kontextu s OZE.	**1**
Malé filosofické zamyšlení nad rostoucí spotřebou energie vůbec.	**0,5**
Změnou myšlení jedinou cestou ke snížení energetické náročnosti.	**0,1**
Exkurze do nejbližší výrobny elektrické energie.	**4**
	8 hodin

3. Vzdělávací cíl: Seznámení a prohloubení informovanosti pedagogů partnerských škol (zapojených do projektů IQ Auto a EŃERSOL) se systémy pro výrobu elektrické energie a tepla z biomasy v kontextu s klasickými energietickými zdroji energie.
4. Rozsah (hodinová dotace) **1 den/ 8 hodin**
5. Cílová skupina účastníků: edagogové odborných předmětů a odborného výcviku partnerských škol projektů IQ Auto a ENERSOL
6. Doporučený počet účastníků: 20
7. Plánované místo konání: **SOŠ a SOU-MŠP, Letovice**
7. Lektor: **Mgr. Radovan Šejvl – technický poradce**
8. Odborný garant: Mgr. Radovan Šejvl
9. Materiální a technické zabezpečení: Mgr. Radovan Šejvl, Sadová 935, 685 01 Bučovice
10. Způsob vyhodnocení akce: diskuse a vystavené **Osvědčení o absolvování semináře**

KARIÉROVÝ ŽIVOTOPIS LEKTORA

Mgr. Radovan Šejvl	Narozen 6. 2. 1970 v Brně
Vzdělání	1988 – ukončení Střední průmyslové školy strojnické – obor strojírenská konstrukce
	1994 – ukončení studia na PdF MU v Brně ve studijních oborech Filosofie a občanská výchova – Základy techniky
	Téma diplomové práce: Ekologické aspekty energetiky
	2002 – absolvování kurzu Energetický auditor
Podrobnější profil profesní orientace	
1995 – 2001	**vedoucí obchodní kanceláře TEDOM – Morava.** Firma působí v oblasti instalací kogeneračních jednotek. Za dobu mé profesní činnosti jsem zpracoval stovky nabídek kogeneračních jednotek pro školy, hotely, nemocnice, plavecké bazény, průmyslové podniky i zemědělská družstva a zrealizoval desítky navržených KJ.

2001	**osvědčení o absolvování kurzu ENERGETICKÝ AUDITOR** Postupem času jsem se seznámil s dalšími způsoby energeticky efektivního využití energie, zejména tepelných čerpa-del, solárních systémů a energetického využití biomasy. Své znalosti jsem si prohloubil členstvím v pro-fesních organizacích jako je BIOM-CZ, COGEN Czech, Asociace pro využití tepelných čerpadel AVTČ
2002 – 2005	**obchodně-technický poradce v oblasti úspor a OZE** u dceřinné společnosti Jihomoravské energetiky AISE-JME, s.r.o., která se zabývá výrobou a prodejem energetických a řídících systémů AISYS. Pro firmu jsem zpracoval řadu nabídek jejich řídícího systému a samostatně jsem zajišťoval zpracování energetických auditů velkých průmyslových podniků.
2002 – 2007	jsem pracoval jako **odborný poradce** zařazený **v síti Energetických konzultačních a informačních středisek České energetické agentury EKIS-ČEA**. V rámci činnosti poradenského střediska jsem se věnoval odbornému poradenství, ale také samostat-nému pořádání odborných kurzů a vzdělávacích seminářů. Pro účastníky soutěže ENERSOL jsem pomohl uspořádat dvou-denní putovní vzdělávací seminář s tematikou OZE, kterého se zúčastnilo 42 zájemců z několika středních škol.
2005 – dosud	pracuji ve firmě BOSS engineering, s.r.o., kde zajišťuji přípravu prodeje energeticky úsporných investičních celků. V rámci pracovní náplně se rovněž podílím na výzkumném projektu: **Kogenerovaná výroba elektrické energie a tepla zplyňováním biomasy**, který je podpořen z rozpočtu MPO v programu TANDEM FT-TA3/122.
2007	podání žádosti o zápis do **„Databáze poradců Operačního programu Životní prostředí",** projití formální kontrolou, účast v e-learningovém vzdělávacím programu. V poslední době se stále více specializuji na možnosti výroby elektrické energie z biomasy a související proble-matiku, kam směřuje i moje **přednášková a publikační činnost.**
2007	zpracování informačního materiálu **Možnosti výroby elektrické energie z OZE**. Díky poskytnutí podpory z programu EFEKT 2007 – České energetické agentury jsem zpracoval příručku v rozsahu cca 150 stran Možnosti výroby elektrické energie z OZE –Elektřina s vůní dřeva – od historie k budoucosti. Uvedenou problematiku pravidelně přednáším na oborových konferencích na řadě míst v ČR a středních i vysokých školách.
2008	**příprava založení** obecně prospěšné neziskové společnosti - **profesního sdružení** specializovaného na dokončení vývoje agregátu pro energetické zplyňování, poradenskou, osvětovou a vzdělávací činnost.

II. ČÁST „PROJEKTY ŽÁKŮ PARTNERSKÝCH ŠKOL“

DAVID BAREŠ, SŠ-COPTH, Praha 9, Poděbradská 1/079

VĚTRNÁ ELEKTRÁRNA V LIBERCI ANO ČI NE?

Letos o prázdninách jsem byl s rodiči **na výletě po libereckém kraji**. Na horizontu mě upoutaly ostré jehly dvou větrných elektráren.. Ještě nikdy jsem neměl možnost vidět větrnou elektrárnu zblízka, proto jsme se rozhodli přijet blíž. Udělali jsme si tedy krátkou zastávku a měli jsme štěstí, neboť u paty stožáru stálo servisní vozidlo a dva technici něco kontrolovali uvnitř tubusu. Podařilo se nám **techniky** kontaktovat a oni nám umožnili nahlédnout do technického zázemí elektrárny.

Dozvěděli jsme se, že majitelem větrných elektráren o výkonu 2 x 600 kW, je obec **Jindřichovice pod Smrkem,** která tak naplňuje koncepci energeticky soběstačné obce na bázi obnovitelných zdrojů. Při maximálním výkonu jsou elektrárny schopny zásobit elektřinou všechny obce severovýchodní části frýdlantského výběžku.

Věže elektráren firmy Enercon jsou 65 m vysoké s listy 21 m dlouhými. Díky **bezpřevodovkovému** systému se vyznačují nízkou hlučností. Vrtule nepotřebují žádnou energii na rozjezd, točí se již při rychlosti větru 0,5 m/s a přibližně od rychlosti 2,5 m/s se začíná vyrábět elektřina. Maximálního výkonu je potom dosaženo při 12 m/s, nejvyšší rychlost větru, při které se větrná elektrárna ještě točí a vyrábí elektřinu než se zastaví, je vichřice o rychlosti 34 m/s (122,4 km/h).

Příjem z prodané elektřiny je výrazným přínosem pro obec a její další rozvoj.Vrtule se líně točila, přesto mě překvapil velký hluk uvnitř. V okolí je slyšet svištění vrtule a hluk generátoru. Bylo pozdní odpoledne na obloze ani mráček, sluníčko svítilo a lopatky elektrárny vrhaly dlouhé stíny do okolí.

Větrná elektrárna v praxi

Ve škole jsme se sice učili o obnovitelných zdrojích elektrické energie, ale toto byla přímá realita. Návštěva elektrárny mě zaujala natolik, že mě začala zajímat jejich historie a technické parametry.

Větrné elektrárny jsou **nejpoužívanějším** zdrojem obnovitelné energie pro svou účinnost a jednoduchost. Na území ČR se větrná energie využívala v minulosti ve větrných mlýnech. Historicky je existence prvního **větrného mlýna** na území Čech, Moravy a Slezska doložena již v roce 1277 v zahradě Strahovského kláštera v Praze. Zájem o využití větrné energie se projevil na začátku 70. let minulého století.

Důležitým impulsem pro rozvoj větrné energetiky bylo **embargo zemí OPEC** na vývoz ropy do průmyslově vyspělých zemí vyhlášené na podzim roku 1973. Rozkvět větrných elektráren v ČR vyvrcholil v letech 1990-1995, poté následovala léta stagnace větrné energetiky. V současné době se větrné elektrárny nacházejí na více než padesáti lokalitách v ČR, jejich nominální výkon se pohybuje od 0,004 až po 2 MW_e. V roce 2006 vyrobily větrné elektrárny na území ČR téměř 50 GWh elektrické energie, nejvíce na severozápadě ČR a na střední Moravě. Na celkové výrobě elektřiny v ČR se větrné elektrárny podílely pouze 0,4 %, což je přibližně třetina průměrného podílu v zemích EU.

Princip větrné elektrárny

Proudící vzduch předává lopatkám větrné elektrárny část své kinetické energie. **Albert Betz** v roce 1919 odvodil teoreticky maximální dosažitelnou účinnost větrného stroje na 59%. Působením aerodynamických sil na listy rotoru převádí větrná turbína umístěná na stožáru energii větru na rotační energii mechanickou. Ta je poté prostřednictvím generátoru zdrojem elektrické energie (na podobném principu turbogenerátoru pracuje jak klasická, vodní či jaderná elektrárna). Podél rotorových listů vznikají aerodynamické síly; listy proto musejí mít speciálně tvarovaný profil, velmi podobný profilu křídel letadla. Obsluha větrné elektrárny je automatická. Životnost nové větrné elektrárny se udává 20 let od uvedení do provozu.

Možnosti a perspektivy větrných elektráren v ČR

Podle větrného atlasu ČR, vytvořeného Ústavem fyziky atmosféry Akademie věd ČR, na základě podkladů Českého hydrometeorologického ústavu, je celoroční průměrná rychlost větru přes 4 m/s (ve výšce 10 m) a přes 5,3 m/s (ve výšce 30 m). Roční průměrná rychlost větru v lokalitě výstavby větrné elektrárny ve výšce osy rotoru navrhované elektrárny se předpokládá 6 a více m/s. Jako nejpříhodnější lokality pro stavbu farem větrných elektráren lze považovat plochy 3 × 3 nebo 4 × 6 km v nadmořských výškách zpravidla nad 700 m (většinou však leží v chráněných krajinných oblastech, kde je zakázáno stavět).
Až na řídké výjimky se energeticky příhodné lokality pro stavbu větrné elektrárny nacházejí v horských pohraničních pásmech a v oblasti Českomoravské vrchoviny. Podle předběžných odhadů by bylo možné v Krušných horách postavit 320 až 340 větrných elektráren o jednotkovém výkonu 300 až 500 kW, tj. **celkem až 170 MW**. Což je výkon jednoho bloku starší uhelné elektrárny.

Podpora státu v oblasti výroby elektrické energie ve větrných elektrárnách

Rozvoj větrné energetiky je přínosem především z hlediska ekologie. Stát podporuje výrobu z obnovitelných zdrojů tak, že pravidelně určuje výkupní cenu elektřiny vyrobené v daném typu elektrárny.. Výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů má právo si vybrat, zda svoji elektřinu nabídne k výkupu za pevnou cenu nebo zda za ni bude požadovat tzv. **zelený bonus.**

Zeleným bonusem se rozumí finanční částka navyšující tržní cenu elektřiny a je hrazena provozovatelem regionální distribuční soustavy nebo přenosové soustavy. Zohledňuje poškozování životního prostředí využitím obnovitelných zdrojů oproti spalování fosilních paliv.

Dosavadní podnikatelská praxe v dané oblasti dokazuje, že úspěch ve výstavbě a provozu větrných elektráren mají pouze ekonomicky silné firmy, které dokáží zvládnout jak vstupní investice, tak investice nezbytné na údržbu a provoz zařízení.

Investice do větru

Skupina ČEZ, náš největší domácí výrobce elektřiny, plánuje v následujících 15 letech investovat na výstavbu větrných elektráren zhruba 20 miliard korun. Cílem Skupiny ČEZ vyrábět v roce 2010 celkem 8 **% energie z obnovitelných zdrojů.**

Prvními vhodnými projekty jsou možnosti výstavby větrných parků v lokalitách Dukovany a Dlouhé Pole. Ke kompletní obnově má dojít v Novém Hrádku.

Obcím, na jejichž katastru budou postaveny větrné elektrárny, skupina ČEZ nabízí kompenzaci ve formě pravidelného ročního příspěvku do obecního rozpočtu v řádu okolo 100 000 korun na jednu větrnou elektrárnu.

Vliv větrné elektrárny na životní prostředí

Větrná energetika neprodukuje tuhé či plynné emise a odpadní teplo, nezatěžuje okolí odpady, ke svému provozu nepotřebuje vodu. Větrná elektrárna nepředstavuje významný zábor zemědělské půdy, minimální jsou i a nároky na plochu staveniště.

Pro získání většího výkonu je však třeba stavět větrné farmy o obrovských rozlohách (např. 1000 MW větrná farma zabere rozlohu 35 000 km^2, uhelná nebo jaderná elektrárna o stejném výkonu pouhých několik km^2).

Myslím si, že námitky ve smyslu újmy na estetickém vzhledu krajiny mají vždy subjektivní charakter a vnímání symbiózy přírodních a umělých prvků v krajině je věcí zvyku.

Hluk působící na okolí

V mnoha případech bývá kritizován **negativní vliv akustických zvuků** na okolí. Jde přitom o hluk, jehož zdrojem je strojovna elektrárny, popř. interakce proudícího vzduchu s povrchem listů rotoru a uvolňováním vzduchových vírů za hranou listů. Tento hluk je snižován modernější konstrukcí listů vrtule, popř. variantností typů rotorů.

Za cenu snížení hlukové emise se snižuje i výkon generátoru. Hladina hluku na úrovni 500 m od stroje se pohybuje okolo 35–40 dB, což je zhruba hladina hluku v obývacím pokoji. Agentura ochrany přírody a krajiny uvádí, že les ve vzdálenosti 200 metrů vydává při rychlostech větru 6–7 m/s přibližně stejný hluk jako větrná elektrárna ve stejné vzdálenosti.

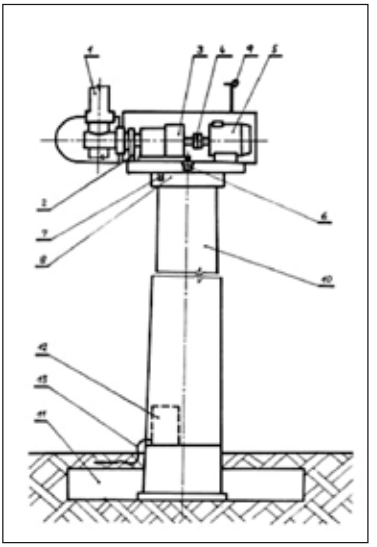
Reakce zvířat

Zjišťoval jsem i vliv elektrárny na chování ptáků, ale i divokých zvířat. Zatímco některé druhy ptáků staví svá hnízda částečně v úkrytu generátorových skříní, jiné druhy se okolí elektráren vyhýbají.

K zajímavému závěru došel tříletý výzkum, který prováděl Ústav pro výzkum divoce žijících zvířat na Veterinární univerzitě v Hannoveru. Výzkum sledoval rozsáhlé území s celkem 36 větrnými elektrárnami i srovnávací oblasti, kde turbíny nejsou. Hustota zvěře na území s elektrárnami zůstávala stejná, nebo se dokonce zvyšovala. Z průzkumu mezi myslivci Dolního Saska vyšlo najevo, že nespatřují ve větrných elektrárnách vážné zdroje rušení domácí nízké zvěře.

Chtěl bych bydlet v sousedství větrné elektrárny ?

Mě osobně se typické doutníkové stavby elektráren docela líbí. Nemám nic proti jejich umístění v neobydlených oblastech. Přestože technici vymysleli i jak zamezit nepříznivému vlivu pohyblivých stínů v obydlených lokalitách, tím že využijí jednoduchého počítačového programu, který v denní době a za podmínek, které vznik podobných stínů vyvolávají, jednoduše na nezbytou dobu elektrárnu vypne, myslím si, že obytná zóna by měla být vzdálena alespoň v okruhu 2km.



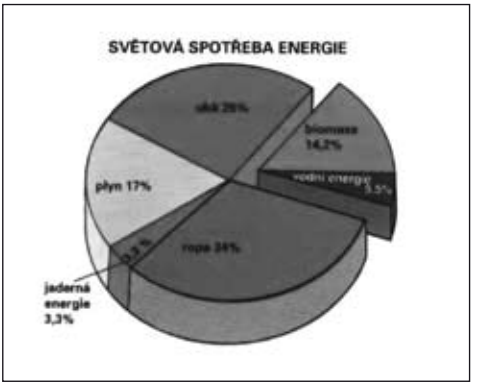


Schéma větrné elektrárny
1 – rotor, 2 - brzda, 3 – převodovka, 4 – spojka, 5 – generátor, 6, 7, 8 – otáčení strojovny, 9 – čidla rychlosti a směru větru, 10 - nosná věž, základy, 12,13 – rozvody elektřiny

Hluky, typické pro větrný zdroj

Zdroj hluku	Frekvenční rozsah	Typická intenzita	Charakter hluku
Turbulence na koncích listu	500-1000 Hz	91,2 dB	širokopásmové hučení, modulované otáčkami listu
Hluk na náběžné hraně	750-2000 Hz	99,2 dB	širokopásmové svištění
Hluk odtrhávání proudnic	typický tón	84,8 dB	tón, měnící se dle rychlosti větru
Strojovna	směs hluků	97,4 dB	směs hluků, měnících se s různou periodicitou (zapínání a vypínání servopohonů, čerpadel, ventilátorů)
Generátor	tón	87,2 dB	tón, jehož výška se mění s otáčkami vrtule

Žák: **MARTIN KOLÁŘ**
Škola: Integrovaná střední škola Stod

Bioplynová stanice (BPS) Žihle

Úvodem:

Projekt sem vypracoval proto, protože bioplynová stanice se nachází blízko mého domova v Žihli. Tento způsob získání energie mi připadá, že je jednoduchý, jak získat bioplyn aniž by probíhalo spalování, jak je tomu u pilin, slámy, strusky, atd.

Princip BPS:

Bioplynová stanice je technologické zařízení, kde prochází k (*anaerobní) přeměně organických látek rozkladem, při které vzniká energeticky zajímavý bioplyn s 65% obsahem metanu. Daný proces probíhá v hermeticky uzavřeném prostoru – reaktoru / fermentoru. Díky několika stům druhům bakterií vzniká při reakci teplo.

Rozkladný proces má 3 základní fáze:
1. Hydrolýza
2. Acetogenesi
3. Metanogenesi

Existují 2 základní typy procesů získávání bioplynu.

1. Mezofilní: Vzniká při teplotě 36-42 °C. Klasický způsob, který není tolik náchylný na výkyvy teploty v reaktoru, ale nevyužívá optimálně energeticky potenciál biomasy.
2. Termofilní: Vzniká při teplotě 55°C. Reakce je velmi náchylná na teplotu v reaktoru. Podle exaktních údajů lze vypočítat 30% zvýšení tvorby bioplynu oproti mezofylní reakci. Jedná se o moderní o velmi prosazovaný způsob anaerobní reakce.

*Anaerobní proces nebo prostředí, kde není přítomen vzdušný kyslík. V takovýchto podmínkách žijí tzv. anaerobní mikroorganizmy, které mohou za určitých podmínek produkovat využitelné látky např. metan a etanol (líh).

Biomasa vhodná k použití v BPS:

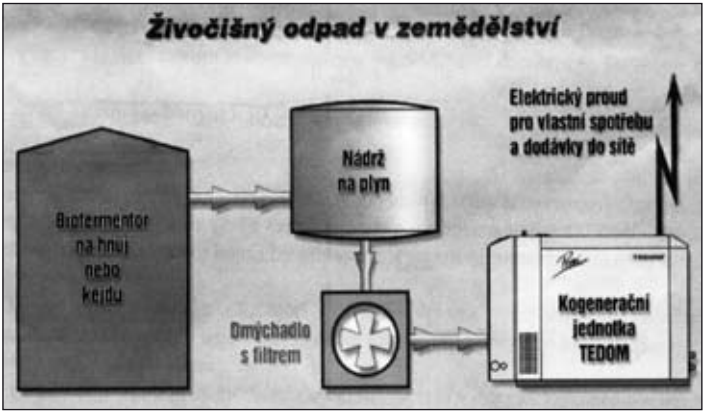
1. Kejda — Prasečí i skotu je velmi vhodná pro svůj energetický potenciál, ale především jako „nosič" veškeré přidané biomasy.
2. Hnůj — Skot, slepice a slamnatý
3. Tráva, sláma, seno, siláž, ostatní zemědělské přebytky, krev a tuky
4. Mlékárenské odpady
5. Masokostní moučka
6. Výpalky z lihovarů
7. Zbytky z jídelen
8. Pekárenské zbytky
9. Jateční odpady 2. a 3. kategorie

} Nutná Hygienizace procesu

Technologické zařízení:

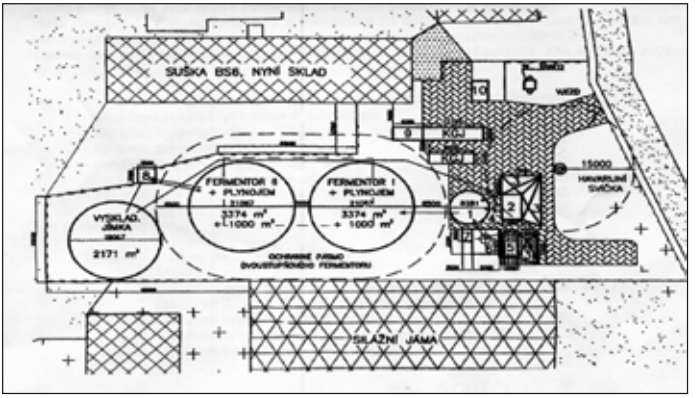
1. Naskladňovací jímka: Veškerá biomasa nepodléhající hygienizací. Velikost jímky je cca 60-100m^3. šnekovým dopravníkem přechází přes mačkací zařízení, čím menší části, tím se lépe rozkládají. Maximální podíl sušiny vzhledem k čerpatelnosti je 12-14%.
2. Homogenizační jímka: Dochází k *homogenizaci biomasy pomocí míchadel. Homogenizovaný koncentrát je čerpán do reaktoru.
3. Reaktor/fermentor: **(hermeticky) Uzavřená kruhová jímka po obvodu izolovaná a vnitřní proces vyhřívá s vestavěným plynojemem odděleným od reakčního prostoru membránnou. Reaktor je vybaven míchadly a odsiřovacím zaří- zením. Bioplyn je odváděn do plynojemu a *** digestát je odváděn do vyskladňovaní jímky. Kapacita fermentoru je cca 3000 m^3.
4. Plynojem Nízkotlakové zařízení o kapacitě cca 450m^3 umístěné ve vrchní části reaktoru. Plyn je veden ke kogenerač- ním jednotkám.
5. Vyskladňovací jímka: Z reaktoru je odváděn digestát do vyskladňovaní jímky, ze které je aplikátorem kejdy aplikován na pole.
6. Kogenerační jednotky: Speciálně upravený plynový motor odolávací zvýšenému opotřebení, kvůli agresivnímu prostředí bioplynu. Se zabudovanou řídicí jednotkou, vyvedením elektrického výkonu a výměníkem tepla pro reaktor nebo jiné využití.
7. Vyvedení výkonu do transfostanice s předávacím zařízením pro ČEZ
8. Teplovodní propojení mezi výměníkem u KGJ a reaktorem, nebo jiné tepelné zařízení v hospodářství.
9. Řídící systém
10. Technologie hygienizace: Naskladňovací jímka, šnekový dopravník, drtič, hygienizátor, výměník tepla, čerpání do homogenizační jímky. Jako možnost dalšího rozvoje BPS.

Pozn. * Převádění heterogenní (různorodé) směsi na homogenní (stejnorodou)
**Neprodyšně uzavřený
***Vyfermentovaná biomasa – bez zápachu



Princip BPS

BPS v Žihli:



Základní schéma konečného stavu BPS

Provozní soubory:

PS 1-I Kogenerace – KJG TEDOM QUANTO *C1100
PS 1-II Kogenerace – KJG TEDOM QUANTO T300
PS 2 Dezintegrace a pasterizace surovin
PS 3 Vstup, dezintegrace a pasterizace surovin
PS 4 Čerpání, míchání a zahuštění substrátu
PS 5 Rozvody a doprava bioplynu
PS 6 Topné rozvody
PS 7 Trafostanice
PS 8 Rozvody nn 0,4 kV
PS 9 Provozní rozvod silnoproudu pro tech. zpracování biomasy
* změna červenec 2007 – jednotka bude GE Jenbacher JMS312

Čerstvá hovězí a prasečí kejda (hovězí kejda z přilehlých stájí je dopravována stávajícím potrubím do homogenizační jímky u fermentoru 1, prasečí kejda je přivážena z plemené farmy ve Velké Černé Hati) je jímaná do zastřešené podzemní homogenizační jímky o objemu 300 m^3. Dále bude využívána fytomasa (čerstvá tráva, trávní senáž, kukuřičná siláž) a masokostní moučka, přičemž tyto dovážené suroviny budou dle potřeby dezintegrovány k tomu určenou technologií a jsou přiváženy do dvou vstupních jímek 50 m^3 a 20 m^3. Tento substrát bude promíchán (homogenizován) s kejdou v homogenizační jímce a čerpán do fermentorů k fermentaci. Dle dokumentace se uvažuje mokrá anaerobní kofermentace v termofilní oblasti (50 – 55°C) ve dvou fermentorech o užitném objemu 3374 m^3. Procento susiny u BRO z homogenizační jímky do 11-12%, pro BRO dopravované přímo do fermentoru až 25% sušiny. Doba setrvání se předpokládá na 25-40 dnů.

Předpokládané množství vyprodukovaného bioplynu je pro původní technické řešení uváděno ve výši 4360926 m^3./rok. Podle podkladů zadavatele je jím předáváno 4582741 m^3. Pro nový stav (zvýšení produkce BP) pak produkce BP ve výši 4927964 m^3/rok. Produkovaný BP obsahuje 60-65% metanu s výhřevností cca 24 Mj/m^3. Ten je zaveden do plynojemů o objemu 1000 m^3 a následně putuje ke kogeneračním jednotkám.

Získaný bioplyn se využívá k výrobě elektrické energie a tepla spalováním v kogeneračních jednotkách a to v jedné jednotce GE Jenbacher JMS 312 (vyvedení výkonu přes transformaci s vlastním měřením prodeje do sítě rozvodných závodů) a jedna jednotka QUANTO C 1100 BIO (vyvedení výkonu přes novou transformaci s vlastním měřením prodeje do sítě rozvodných závodů), které jsou umístěny v kontejnerech, z nichž první při maximální spotřebě 1300kW(energie v palivu) tj. cca 200 m^3/hod vyrobí 526kW elektřiy a 566kW tepla. Jednotka QUANTO C 1100 SP BIO při maximální spotřebě 379 m^3/hod vyrobí 526kW elektřiny a 414kW tepla (bez výměníku spaliny-voda), z toho plyne:

Elektrická energie 1521 kWe, z toho:

Provozovna BPS Žihle	995 kWe
Provozovna Žihle II	526 kWe

Tepelná energie využita pro:

- Vlastní technologickou potřebu - fermentory, homogenizační jímka a další.
- Jiné vlastní potřeby – ÚT a TUV pro velín a soc. zařízení.
- Jiné potřeby v areálu – v PD neurčeno, předpoklad zadavatele sušárna

Zdavatel předpokládá produkci pro prodej v množství:

- elektřina	11187 MWh/rok
- teplo	GJ/rok

Hmota po digestaci (anaerobní fermentaci) je průběžně z bioreaktoru čerpána potrubím do deparátu, kde bude rozdělena na tuhou a tekutou frakci. Tuhá frakce je po naplnění vlečky odvezena, tekutá je jímaná do skladovací jímky o objemu 2171 m^3 a recykláž se dále využije pro rozředění vstupních surovin před fermentací. Přebývající hmota je čerpána buď do autocisterny a převážena do další nadzemní skladovací nádrže, nebo je přepracována kejda aplikovaná na ornou půdu podle agrotechnických lhůt. Tekutá část se aplikuje běžnou technikou na pole a luční prostory, kde dojde ke zvýšení výnosu fytomasy.

Projekt probíhal takto:

- ukončení projektu pro stavební povolení	20. 5. 2006
- zajištění vyjádření dotčených orgánů a organizací	20. 6. 2006
- vyřízení stavebního povolení	20. 7. 2006
- zahájení projektu pro provedení stavby	1. 8. 2006
- ukončení projektu pro provedení stavby	30. 9. 2006
- zahájení prací	21. 7. 2006

ETAPY:

1.etapa - zkušební provoz

1. Stavební část.
2. Dodávka kogenerační jednotky v kontejnerovém provedení 995 kW.
3. Dodávka 2ks fermentorů 2ks a vyskladňovaní jímky.
4. Dodávka propojení funkčních celků.
5. Dodávka dmychadlové stanice včetně rozvodů NN.
6. Dodávka trafostanice a rozvodů VN.

2. etapa-připravováno

7. Dodávka kogenerační jednotky v kontejnerovém provedení 526kW.
8. Dodávka dopravníku k fermentorům.
9. Dodávka pasterizační linky.
10. Jímání BP ze skladovací nádrže.
11. Ostatní části (separace, fléra, úpravy pro napojení nových).
12. Dodávka připojení funkčních celků atd.
    -ukončení zkušebního provozu

Situační plán BPS: se předpokládá v rozsahu:

- technologická část: anaerobní zpracování a výroba bioplynu – je tvořena zařízením na jímání BRO a dodávkou BRO z větší hodnotou sušiny přímo do fermentorů, fermentory s plynojemem, jímání bioplynu ze skladovací nádrže, separace a dopravní zařízení pro manipulaci s tuhou a kapalnou frakcí.

- provozní část: využití bioplynu fermentovaného substrátu – je tvořena kontejnerem s dmychadly, kogeneračními jednotkami v kontejneru

FOTOGRAFIE: AGRO ENERGO BPS v Žihli:

Bioplyn

JOSEF PAVLIŠ, MARTIN VAŠŠ, ALEŠ LENHART, SOŠ a SOU, Hradební 1029, Hradec Králové

CNG a Městská hromadná doprava

1. CNG

Stlačený zemní plyn je známý pod zkratkou CNG (Compressed Natural Gas). Jedná se o klasický zemní plyn stlačený na 20 - 30 MPa. CNG je často nesprávně zaměňován za LPG. V České republice jezdí k dnešnímu dni přes 600 vozidel na CNG. Veřejných čerpacích stanic je 13.

1.1 HISTORIE

S vývojem automobilů na zemní plyn se u nás začalo v roce 1986 ČSAO Praha. První den po vánocích 1990 se uskutečnila porada na Dopravních podnicích, kde tehdejší ředitel rozhodl, že autobusy na zemní plyn pustí do provozu.

2.1 EKOLOGICKÉ PLUSY PLYNU

o 30 % méně oxidu uhličitého
o 85 % méně oxidů dusíku
o 90 % méně oxidu uhelnatého
o 100 % méně prachových částic

Jedna čerpací stanice vyjde na zhruba deset milionů korun.

Přispívat chce i stát, který už dnes poskytuje na nákup jednoho plynového autobusu 900 tisíc korun. Dalším zdrojem by se měly stát evropské fondy.

Ekologické výhodu zemního plynu v dopravě jsou jednoznačné, vyplývají z jeho složení, především poměru atomů uhlíku a vodíku v molekule. Zemní plyn je tvořen z cca 98 % metanem CH_4 s příznivým poměrem uhlík/vodík =1/4.

Vozidla na zemní plyn produkují výrazně méně škodlivin než vozidla s klasickým pohonem.

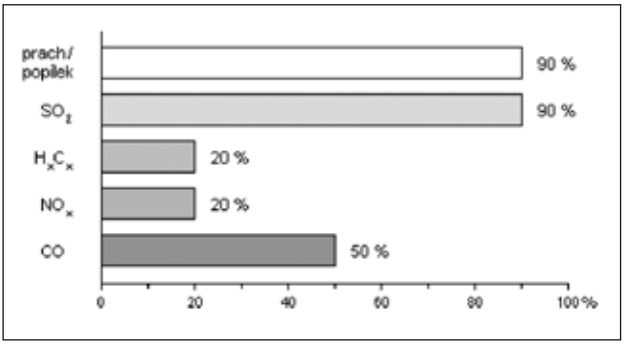
A to nejen dnes sledovaných škodlivin – oxidů dusíku, oxidu uhelnatého, uhličitého, pevných částic, ale také i karcinogenních látek – polyaromatických uhlovodíků, aldehydů, aromátů včetně benzenu. Rovněž vliv na skleníkový efekt je u vozidel na zemní plyn menší v porovnání s benzínem či naftou. Oproti benzínu zemní plyn nabízí potenciál 20–25 % snížení emisí CO_2.

Zkušenosti z praktického použití vozidel s pohonem na zemní plyn ukázaly, že provoz těchto vozidel se oproti provozu vozidel s naftovými motory z hlediska životního prostředí vyznačuje především následujícími výhodami.

- Výrazné snížení emisí pevných částic (PM – Particulate Matters), které jsou u naftových motorů považovány z důvodu mutagenních a karcinogenních účinků za nejzávažnější
- Kouřivost vznětových motorů je u plynových pohonů prakticky eliminována
- Snížení dalších dnes sledovaných složek emisí – oxidů dusíku NOx a emisí oxidu uhelnatého CO
- Snížení emisí oxidu uhličitého (skleníkového plynu) cca o 10 -15 %
- Výrazné snížení nemetanových, aromatických a polyaromatických uhlovodíků (PAU), aldehydů
- Snížení tvorby ozónu v atmosféře nad zemí, který způsobuje tzv. „letní smog“

- Spaliny z motorů na zemní plyn neobsahují oxid siřičitý (SO_2)
- Do zemního plynu se nepřidávají aditiva a karcinogenní přísady
- Plynové motory mají tišší chod, úroveň hluku plynových autobusů oproti naftovým je díky „měkčímu“ spalování nižší o 50 % vně vozidel, o 60 - 70 % uvnitř vozidel
- Při tankování nevznikají žádné ztráty paliva (odpařování nafty)
- Nemožnost kontaminace půdy v důsledku úniku nafty na silnici, v garáži.

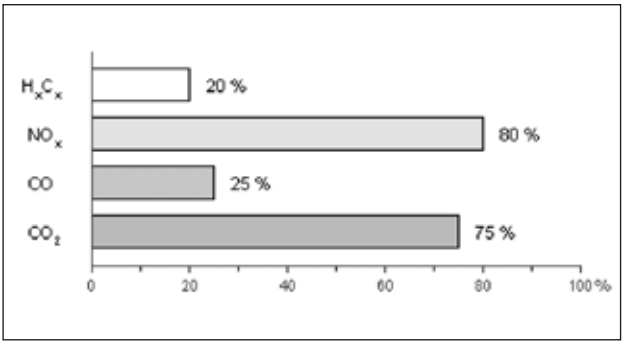
Snížení emisí (g/km) u osobních vozidel s pohonem na zemní plyn a naftu (100 %)



Snížení emisí – zemní plyn / nafta

- ☐ Částečky (prach/popílek) úplná eliminace
- ☐ Oxid siřičitý (SO_2) úplná eliminace
- ☐ Reaktivní uhlovodíky (H_xC_x) o 80 % méně reaktivních uhlovodíků
- ☐ Oxidy dusíku (NO_x) o 80 % méně oxidů dusíku
- ☐ Oxid uhelnatý (CO) o 50 % méně oxidu uhelnatého

Snížení emisí (g/km) u osobních vozidel s pohonem na zemní plyn a benzín (100 %)



Snížení emisí – zemní plyn / benzín

- ☐ Reaktivní uhlovodíky (H_xC_x o 80 % méně reaktivních uhlovodíků
- ☐ Oxidy dusíku (NO_x) o 20 % méně oxidů dusíku
- ☐ Oxid uhelnatý (CO) o 75 % méně oxidu uhelnatého
- ☐ Oxid uhličitý (CO_2) o 25 % méně oxidu uhličitého

2.2 SPOTŘEBNÍ DAŇ SE NEZVÝŠÍ

Vláda se ve smlouvě zavázala, že nebude zvyšovat spotřební daň na zemní plyn, která je v současnosti 2,35 koruny na litr, přičemž daň na naftu je takřka o osm a na benzín o bezmála deset korun vyšší. „Protože spotřební daň z benzínu a nafty poroste, bude se konkurenceschopnost zemního plynu stále zvyšovat," vysvětlil Martin Bursík (Zelení), který pro ministerstvo životního prostředí pracoval na Programu podpory alternativních paliv v dopravě.

Zemní plyn je přitom už dnes zhruba o polovinu levnější než benzín a nafta. Zatímco kilometr jízdy auta na benzín vyjde na 2,40 až 2,60 koruny, u zemního plynu to je 1,20 až 1,30 korun.

Na druhou stranu, osobní auta na plyn jsou asi o 60 až 80 tisíc korun dražší. Pokud řidič ujede ročně asi 40 tisíc kilometrů, měla by se mu tato investice vrátit přibližně do pěti let.

1,0 kg CNG	= 1,4 m^3 CNG
1,0 l benzínu	= 1,0 m^3 CNG
1 l nafty	= 1,2 m^3 CNG
1 l LPG	= 0,8 m^3 CNG

Ekonomika plynofikace motorových vozidel je závislá na řadě faktorů, z nichž nejdůležitější jsou:

- vzájemný poměr prodejních cen CNG, LPG, benzinu a nafty
- finanční náklady přestavby vozidel na CNG
- provozní náklady – projezdy vozidel, rozdíl spotřeby nafty, benzinu, LPG a CNG
- náklady na údržbu, opravy a tankování – rozdíl CNG a klasických pohonných hmot

Dejte přednost ekologičtějším vozům

Vláda dnes poslala důležitý vzkaz podnikatelům, kterým říká: Dejte přednost vozům šetrnějším k ovzduší a ke klimatu, ušetříte nejen na pohonných hmotách, ale i na dani. Na svém dnešním zasedání totiž schválila na návrh ministra financí novelu zákona o silniční dani, která zvýhodňuje auta s nižšími emisemi a alternativním pohonem.

Dosud zákon od povinnosti platit silniční daň osvobozoval pouze elektromobily. Podle dnes schváleného návrhu se toto zvýhodnění rozšiřuje také na vozidla na hybridní pohon, auta na LPG, zemní plyn (CNG) a vysokoprocentní směsi biopaliv (tzv. flexi-fuel vozidla, používající palivo E85 – směs 85 % bioetanolu a 15 % benzinu).

Nižší daň budou platit rovněž majitelé nových vozů – ty totiž splňují přísnější emisní normy. První tři roky provozu budou za své auto platit o 48 % nižší sazbu, další tři roky bude sleva 40%. Naopak majitelé automobilů, starších než 18 let (uvedených do provozu před rokem 1990) budou platit o 25 % více.

Tisková zpráva Ministerstva životního prostředí z 9. 1. 2007

Kalkulačka

http://www.cng.cz/www.cng.cz/informace_pro_zajemce/kalkulacka/index.html

Náklady na pohonnou hmotu – zemní plyn – jsou nižší, provoz „plynových“ automobilů je tedy levnější. Na začátku roku 2007 je cena stlačeného zemního plynu v České republice zhruba poloviční ve srovnání s benzinem.

Porovnání palivových nákladů CNG - benzín

	Zemní plyn	Benzín
Spotřeba paliva na 100 km při jízdě ve městě	7 kg	10 litrů
Cena paliva	21,7 Kč/kg	28,00 Kč/l
Palivové náklady na 1 km	1,52 Kč	2,8 Kč
Ujetá vzdálenost za 1.000 Kč	658 km	357 km
Náklady při ročním projezdu 150 km	22758 Kč	42000 Kč
Roční úspora při jízdě na zemní plyn	19215 Kč	

Průměrná cena přestavby je 60 000,- Kč. Cca za 3,12 roku se Vám cena přestavby vrátí a začnete šetřit.

Porovnání palivových nákladů CNG - nafta

	Zemní plyn	nafta
Spotřeba paliva na 100 km při jízdě ve městě	8,4 kg	10 litrů
Cena paliva	21,7 Kč/kg	27,00 Kč/l
Palivové náklady na 1 km	1,82 Kč	2,7 Kč
Ujetá vzdálenost za 1.000 Kč	549 km	370 km
Náklady při ročním projezdu 150 km	27342 Kč	40500 Kč
Roční úspora při jízdě na zemní plyn	13158 Kč	

Průměrná cena přestavby je 60 000,- Kč. Cca za 4,56 roku se Vám cena přestavby vrátí a začnete šetřit.

Bez dotací to nejde

Dalibor Drlík z ČSAD Havířov, která jezdí s 44 plynovými autobusy, uvedl, že bez dotací zatím není možné tuto ekologickou dopravu provozovat. Jeden nový autobus na plyn včetně odbavovacího systému vyjde podle Drlíka na zhruba 6,5 milionu korun.

3.1 KAROSA PŘEDSTAVILA AUTOBUS NA ZEMNÍ PLYN S MOTOREM IVECO

2. února 2005 měl v Havířově tuzemskou premiéru městský autobus City bus s pohonem na zemní plyn, vybavený novým motorem Iveco Cursor 8 CNG, jehož emise jsou nižší než hodnoty požadované normami Euro 5 a EEV. Premiéry se zúčastnili zástupci společností zajišťujících městskou dopravu v Havířově, Frýdku-Místku, Karviné, Prostějově a Karlových Varech, tj všude tam, kde již autobusy na zemní plyn jezdí nebo o jejich zavedení uvažují.

Karosa měla i doposud ve své nabídce městský autobus s pohonem na zemní plyn, tyto autobusy však byly vybaveny motory Renault. Po červnové světové premiéře nového motoru Iveco Cursor 8 CNG v Paříži a prezentaci městského autobusu Agora na veletrhu v Hannoveru tak bylo havířovské setkání českou premiérou.

Premiéře předcházelo krátké testování v provozu. V období 30. 1. - 1. 2. ujel autobus celkem 419 km a spotřeboval 189,4 m^3 zemního plynu, což znamenalo spotřebu 45,2 m^3/100 km.

Autobus má oproti verzi s motorem Renault řadu dalších vylepšení, za pozornost stojí zejména umístění nádrží s plynem do zadní části a tím možnost instalace klimatizace. Konstrukce je plně standardizována s motory Cursor 8 diesel a tím se výrazně usnadní údržba smíšeného vozového parku zemní plyn/diesel.

Autobus obsahuje 8 nádrží z kompozitního materiálu, každou o objemu 155 l. Ukotvení nádrží je konstruováno tak, aby vydrželo přetížení 6,5 g a tlaková odolnost tuhého plynového potrubí činí 1 000 barů (téměř 1 000 atm).

Dílčí technické specifikace autobusu City bus na zemní plyn:
Motor: Iveco Cursor 8 CNG – vertikální napříč uložený, řadový, čtyřdobý Šestiválec
Kapacita: 7,8 l<BR< **Max. výkon:** 200 kW (272 HP) při 2050 ot/min
Max. kroutící moment: 1 100 Nm při 1 100 ot/min
Přeplňování: vzduchový kompresor / vzduchový mezichladič

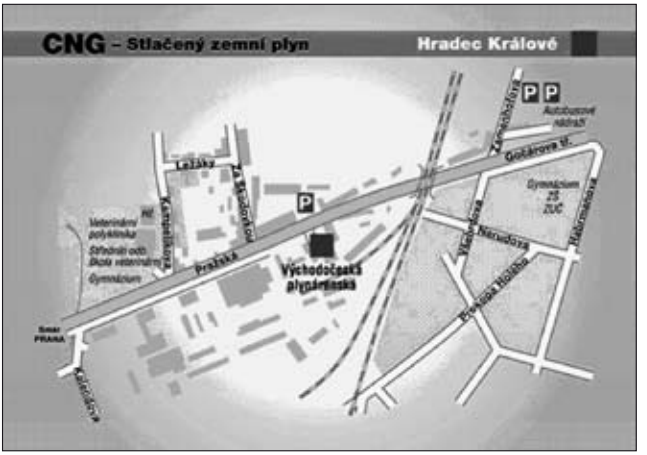
Celková přestavba autobusu na CNG vyjde na 770 000 Kč

3.2 CNG v Hradci Králové

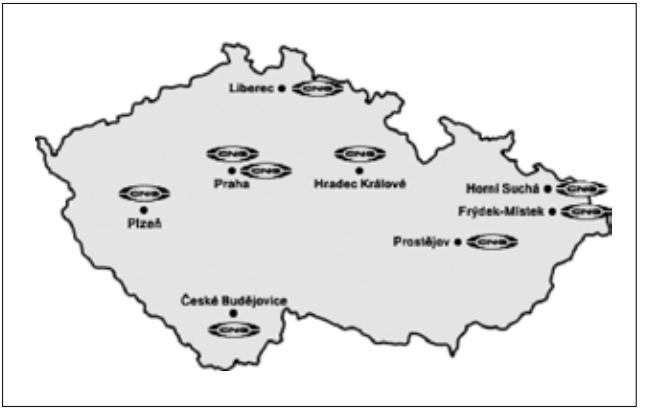
V Hradci Králové není městská hromadná doprava na pohon CNG. V brzké budoucnosti o tom ani dopravní podnik neuvažuje z důvodů velkých nákladu na stavbu CNG stanice a nákladné přestavby zdroj Dopravní podnik města Hradce Králové.

Hradec Králové

CNG stanice pro držitele zákaznických karet VČP, ostatní po telefonické domluvě	
	u areálu Východočeské plynárenské, a.s.
Adresa	Pražská 485, Hradec Králové
Otevírací doba	NON STOP - pro držitele zákaznické karty CNG CardCentrum
Způsob placení	zákaznická karta CNG CardCentrum, v hotovosti po telefonické domluvě 721 868 133
Provozovatel	Východočeská plynárenská,a.s.
Kontaktní osoba	Michal Král - specialista CNG
Kontakt	T: +420 495 060 388, M: 721 868 133
	E: michal.kral@rwe.cz



Mapa čerpacích stanic v České republice



4. CNG a ostatní města

Největší provozovatelé plynových vozidel jsou:

- Pražská plynárenská, a. s. (více než 70 vozidel na zemní plyn)
- ČSAD Bus Ústí nad Labem (52 CNG autobusů)
- Dopravní podnik Havířov (42 CNG autobusů).

Havířov plánuje, že si letos pořídí dalších šest plynových autobusů. O stejném kroku uvažují i další města. Například v Karlových Varech jezdil loni na podzim zatím zkušebně jeden autobus na zemní plyn, tamní radnice počítá s tím, že si pořídí sedmnáct plynových autobusů.

Středočeský kraj si chce nechat vypracovat studii o přechodu hromadné dopravy na alternativní paliva v místech, kde je nejvíce znečištěné ovzduší.

PLYNAŘI INVESTUJÍ DESÍTKY MILIÓNŮ KORUM

Nejpozději do jednoho roku by veřejná „plynová“ stanice měla být v každém kraji. Skupina RWE nyní začne stavět stanice například v Brně, Ústí nad Labem či v Ostravě. Do roku 2013 by se měly objevit čerpací stanice podél všech hlavních silničních tahů.

ZÁVĚR

V této práci jsme zkoumali všechny aspekty používání CNG v dopravě. Protože zemní plyn používající se k výrobě CNG je neobnovitelný zdroj, tak si myslíme, že to není opravdové řešení problémů s PHM. Sice je CNG ekologicky šetrnější, ale jako řešení považujeme alternativní zdroje a technologie. Raději by jsme peníze vynaložené na stavby sítí čerpacích stanic na CNG, nebo přestaveb na tento pohon využili k vývoji nových technologií využívajících obnovitelné zdroje.

Obr. 1 Zabudovaný systém CNG v osobním automobilu

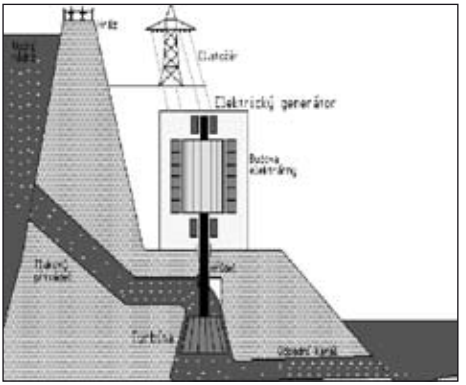
Obr. 2 Vlevo píst pro klasický motor. Vpravo píst pro motor upravený na CNG

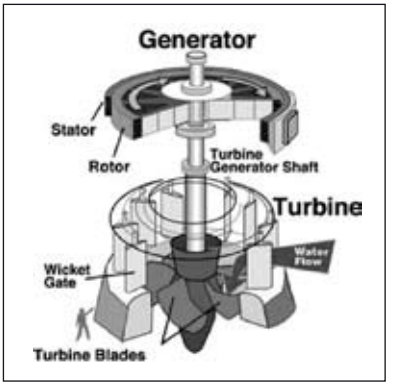
ČEPKOVÁ, MARTIN HŮLKA, PETR JÍLEK, LUCIE NĚMCOVÁ
Česká zemědělská akademie v Humpolci, Střední škola

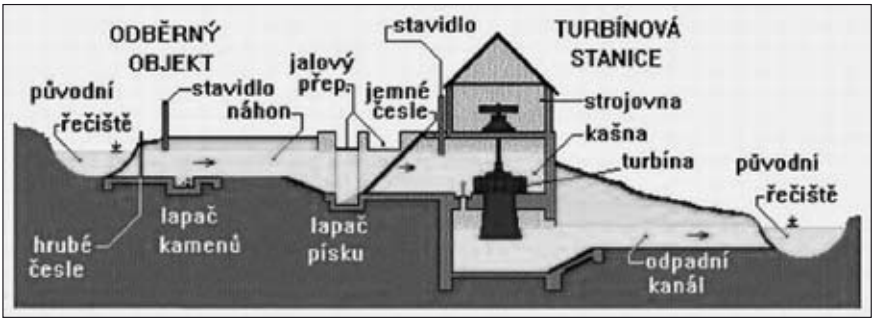
Vodní elektrárny

ANATOMIE:

1. Vodní nádrž – prostor, ve kterém je dlouhodobě zadržovaná voda.
2. Hráz – stavba, která přehrazuje vodní tok a zadržuje ho tak v nádrži.
3. Tlakový přivaděč – slouží k přivádění vody z nádrže k lopatkám turbíny.
4. Hřídel – rotační část u turbíny.
5. Turbína – je to mechanický rotační stroj, jenž je rozpohybován pomocí vody, která je k ní přiváděna potrubím z vodní nádrže.
6. Generátor – je stroj, jenž slouží k přeměně různých energií na elektrickou energii. Je to hlavní část elektrárny.
7. Odpadní kanál – protéká jím voda zpět do vodního toku.







PRINCIP:

Ve vodní elektrárně voda roztáčí turbínu, ta je na společné hřídeli s elektrickým generátorem a dohromady tvoří tzv. turbogenerátor. Mechanická energie proudící vody se tak mění na energii elektrickou, která se transformuje a odvádí do míst spotřeby.

Výběr turbíny závisí na účelu a podmínkách celého vodního díla. Nejčastěji se osazují turbíny reakčního typu (Francisova nebo Kaplanova turbína. Pro vysoké spády (někdy až 500 m) se používá akční Peltonova turbína. V přečerpávacích vodních elektrárnách se používá turbína s reverzním chodem a s přestavitelnými lopatkami. V malých vodních elektrárnách se používá převážně horizontální turbína spolu s upravenou jednoduchou turbínou Francisovou.

Vedle průtokových vodních elektráren patří mezi nejznámější elektrárny akumulační. Jsou součástí vodních nádrží. Tato vodní díla kromě akumulace vody pro výrobu elektrické energie stabilizují průtoky říčním korytem a chrání před povodněmi. Většinou jsou nádrže také zdrojem pitné vody pro vodárny, průmysl a závlahové vody pro zemědělství.

Umístění elektrárny může být různé podle tvaru terénu, výškových a spádových možností a podle množství vody. Existují elektrárny zabudované přímo do hráze, jinde je elektrárna vystavěna hluboko v podzemí. Voda se k ní přivádí potrubím a odvádí se podzemním kanálem.

DRUHY:

Rozdělení podle principu akumulace vodní energie:

- Elektrárny přehradní.
- Elektrárny derivační.
- Elektrárny přečerpávací.
- Elektrárny bez vzdouvacích staveb.

Rozdělení podle ovlivňování toku:

- Elektrárny průtočné (nezadržují vodu)
- Elektrárny akumulační (zadržují vodu v nádrži)
- Elektrárny smíšené (obsahují oba dva druhy)

Rozdělení podle spádu:

- Nízkotlaké (spády do 20m)
- Středotlaké (spády do 100m)
- Vysokotlaké (spády nad 100m)
- Kombinované

Rozdělení podle umístění:

- Hrázové
- Jezové
- Podzemní
- Břehové
- Pilířové
- Plovoucí

VÝHODY A NEVÝHODY

Výhody:

- Částečná nebo úplná energetická nezávislost.
- Oproti větrným a slunečním elektrárnám dodávají vyšší výkon.
- Vodní energie je stabilnější zdroj energie.
- Jen málo zatěžují životní prostředí.

Nevýhody:

- Složitá výstavba a instalace
- Použití je na místech s optimálním průtokem a spádem.
- Poměrně drahá výstavba.

Přečerpávací vodní elektrárny

Přečerpávací vodní elektrárna je soustava dvou výškově rozdílně položených vodních nádrží spojených tlakovým potrubím, na němž je v jeho dolní části umístěna turbína s elektrickým generátorem. Ta vyrábí elektřinu pro elektrizační soustavu v době energetické špičky. V době útlumu se voda z dolní nádrže přečerpává do nádrže horní, kde její potenciální energie čeká na své využití.

Na každou akumulovanou kWh, kterou z přečerpávací vodní elektrárny odebíráme, je nutné k načerpání vody do horní nádrže vynaložit asi 1,4 kWh. Ke stabilizaci elektrizační sítě jsou však tyto elektrárny nezastupitelné - na potřebu elektrického výkonu v síti, popř. na eventuální výpadek výkonu některé z uhelných elektráren, dokáží reagovat okamžitě. Stejně jako u ostatních typů vodních elektráren přitom využívají své schopnosti rychlého najetí při velkém výkonu.

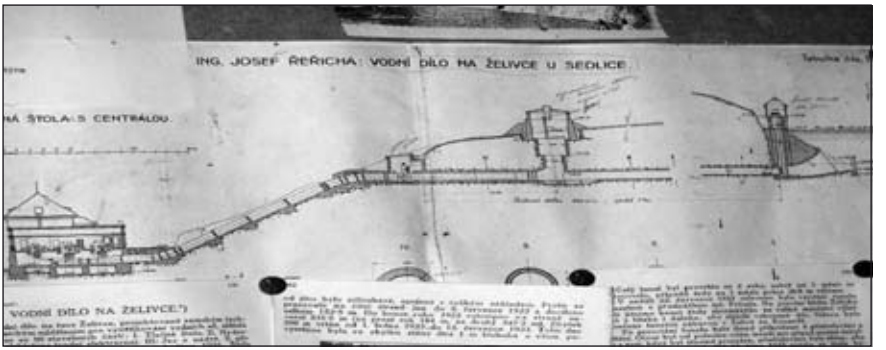
Vodní elektrárna na Želivce

V rámci našeho projektu jsme navštívili vodní elektrárnu Želivka, které jsme tuto práci také věnovali. Na následujících stránkách se vám budeme snažit přiblížit nejen tuto elektrárnu. Provedeme vás budovou elektrárny a jejím nejbližším okolím.

Přítok vody

Vodní turbíny

Ovládání turbíny

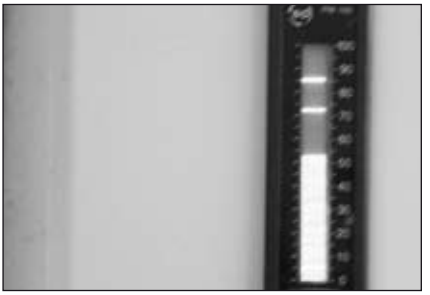


Historie

V roce 1921 začala stavba přítokového tunelu. O čtyři roky později odstartovala stavba hráze, která trvala dva roky. Stavba budovy elektrárny byla dokončena roku 1924. Do zkušebního provozu byla uvedena v letech 1928.

Většina vybavení elektrárny je původní. Nově byla vybavena jen řídící místnost.

Řídící místnost



Výška hladiny

Lineární měřák hladiny

Technické údaje VE Želivka

Výkony turbín:	Anka	1100 kW
	Jirka	600 kW
	Emilka	200 kW

Elektrárna dodává do veřejné sítě elektrické napětí o hodnotě 6 300 V až 23 kV.

Celkem ročně vyrobí 5 – 6 mil. kW/h. Elektrárna zásobuje denně 20 000 domácností.

• Elektřinu transformují na vysoké napětí tři transformátory.

Objem přehrady je	35ha
	2 000 000 m^3

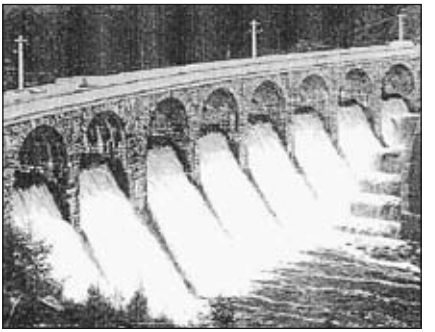
Průtok vody:	celkový - 8,75 m^3/s a z toho	Anka	5m^3/s
		Jirka	2,5m^3/s
		Emilka	1,25m^3/s

• Elektřinu transformují na vysoké napětí tři transformátory.
• Elektrárna je v nepřetržitém provozu a je v ní udržován neustálý dozor pěti lidmi nad správným chodem.

Řeka Želivka pod Sedlicí před výstavbou přehrady. Fotografie byla zhotovena v roce 1910.

Vchod do štoly při jejím proražením v roce 13. července 1923. Průměrná výška štoly je 215 cm a šíře 100 cm.

Výstavba Sedlické přehrady mezi Sedlickou a Šimonickou strání.



Večer 9. ledna 1928 se výška hladiny nádrže dostala na své maximum a voda začala přetékat přes hráz.

Vodní energie patří mezi nejekologičtěji získané energie. Jediné nebezpečí, které nám od vodních elektráren může hrozit, je protrhnutí hráze. Měla by být více podporována státem. Vodní elektrárny jsou dobrou investicí do budoucnosti a stanou se jistě běžnou součástí vodních toků.

Náš názor je, že dříve nebo později alternativní zdroje zcela nahradí spolu s jadernou energii velké znečišťovatele - tepelné elektrárny.

TOMÁŠ ČERMÁK, SOŠ PaedDr. Stratila, s.r.o., Holešov

Solární systém – Rodinný dům Přílepy u Holešova

1. Úvod

Již v loňském roce jsem se zúčastnil soutěže Enersol, a to s prací o biomase, se kterou jsem postoupil do krajského kola. Protože se mi práce líbila a líbil se mi i celý průběh soutěže, rozhodl jsem se soutěžit i letos. Pro letošní rok jsem si ale vybral jiný druh alternativních zdrojů energie, a to sluneční energii. Učinil jsem tak nejen z důvodu rozšíření mých obzorů i na další odvětví této problematiky, ale také proto, že se mi zdá sluneční energie oproti biomase zajímavější. A rovněž také proto, že chci sám sebe ujistit v tom, který z těchto zdrojů je mi bližší. V neposlední řadě však také proto, protože se mi zdá, že solární energie zažívá poslední dobou velký rozmach a začíná se dostávat čím dál víc do podvědomí lidí. Zrovna tak tomu je i u rodiny, žijící v rodinném domě v Přílepích u Holešova, o které má práce je.

2. Obytný dům Přílepy u Holešova

V obytném domě v Přílepích u Holešova žije čtyřčlenná rodina. Rozhodli se, že k ohřevu své teplé vody a k vytápění celého domu budou využívat alternativní zdroje energie. Zjistili také, že jejich dům, leží v příznivém místě pro využívání solární energie. Proto se zhruba před rokem rozhodli k takovéto instalaci. Na jižní stranu střechy svého domu instalovali pod úhlem 40° dva solární trubicové kolektory o absorpční ploše 6 m^2. Dodavatelskou firmou byla firma EC – incest CZ s. r. o. Pro vytápění rodinného domu je zvolena nízkoteplotní soustava teplovodního vytápění s nuceným oběhem. V domě byl instalován kondenzační kotel na zemní plyn Vissmann o výkonu 24 kW. Pro ohřev teplé vody je instalován bivalentní zásobník o objemu 300l, který je ohříván kotlem a je napojen na solární systém. Topení v domě zajišťují deskové radiátory a podlahové vytápění REHAU. Centrální regulace otopného systému je provedena pomocí programovacího regulátoru a termostatických regulátorů. Pro snížení energie na přípravu teplé vody je tak možno využít slunečních kolektorů. Teplá voda v akumulační nádrži ohřátá na 60° zajistí dodávku teplé vody v době nepříznivého počasí na 0,5 dne obvyklé spotřeby. V případě nízké dodávky tepla ze solárních kolektorů bude teplo dodáváno bivalentním zásobníkem o objemu 300 l, který je ohříván již zmíněným plynovým kotlem Vissmann. Celou regulaci zajišťuje elektronická řídící jednotka Solar division. Což znamená, že v době příznivého počasí ohřívají dům a vodu solární kolektory a v době nízkého slunečního svitu přihřívá nebo úplně převezme ohřev plynový kotel. Sama rodina si pochvaluje, že navržené řešení využívá v co největší míře alternativní zdroje a je technicky proveditelné. Také je v souladu se záměry státní politiky i EU o využití alternativních zdrojů energie. To uznal také státní fond životního prostředí, který na projekt poskytl podporu ve výši 52 083 Kč.

3. Energetická bilance

Jak už jsem říkal, úlohu výtopu bytu a ohřevu vody si mezi sebe rozdělily sluneční kolektory a plynový kotel. Aby bylo dobře přehledné, z jaké části stačí na ohřev jen kolektory a z jaké části je třeba přitápět kotlem, sestavil jsem tabulku energetické bilance.

4. Výhodné podmínky

Rodina žijící v tomto domě má také velkou výhodu v tom, že jejich dům leží v oblasti s vysokým dopadem slunečních paprsků, nízkou oblačností a dlouhými slunečními dny. V příloze č. 2 se můžete podívat na kolísání ročního ozáření sluneční energií zhruba ve stejné oblasti před deseti lety. A také si můžete všimnout shody mezi touto tabulkou a tabulkou energetické bilance. O tom, že Přílepy u Holešova jsou oblast s vysokým dopadem slunečního záření vás přesvědčí mapka v příloze č. 3.

5. Náklady

Celkové počáteční náklady činily 176 486 Kč po odečtení příspěvku od státního fondu životního prostředí ve výši 52 083 Kč dojdeme k částce 124 403 Kč. Roční náklady na provoz před realizací činily 8 223 Kč po realizaci jen 1 435 Kč rozdíl mezi těmito částkami činí 6 788 Kč. Předběžně spočítaná návratnost bez započtených dalších nákladů je asi 19 let.

6. Závěr

Závěrem bych chtěl říct, že stejně tak jako rodina bydlící v tomto domě tak i já si myslím, že tento způsob využívání dvou různých zdrojů je efektivní, jednoduchý a hlavně v co největší míře šetrný k životnímu prostředí. Počáteční náklady nebyly zas až tak vysoké a spolu s dotací od státního fondu životního prostředí jsou částkou únosnou pro majitele rodinného domu. Slunce dopadající na naše území přímo vybízí k jeho využití v energetice, tak proč jej nevyužít. Doufám že se v budoucnu budu setkávat stále s více lidmi, kteří mohou hrdě říct, že využívají čistou energii, která nemá dopad na naši přírodu, a která tu bude spolu s námi ještě mnoho let. Slunce nám dává jednu z posledních příležitostí jak se zachovat k naší zemi ušlechtile, a tak dává prostor každému z nás jeho šanci využít.

7. Srovnání

Jak už jsem podotkl v úvodu, již v loni jsem se zúčastnil soutěže s prací o biomase a tak by bylo škoda tyto dva zážitky mezi sebou neporovnat, i když vím, že každý z těchto zdrojů je odlišný a jen těžko je lze porovnávat. Zjistil jsem, že otop budov biomasou má zaručeně své kouzlo, ale dle mého se jen těžko hodí pro vytápění soukromého domu. A spíše je určen pro průmyslové nebo větší objekty. Nehledě na to, že biomasa se musí kupovat a někde uskladňovat, což zabírá místo, čas i peníze. Oproti tomu se mi sluneční kolektory zdají mnohem jednodušší, praktičtější a čistější. A pro rodinný dům se mi zdají ideální. V letošním roce mě prostě mnohem víc učarovalo slunce a kdo ví, třeba se příští rok zaměřím na další druh alternativních zdrojů a ještě o něco víc tak rozšířím své vědomosti.

Příloha číslo 1. – Energetická bilance

Energetická bilance v (kWh)			
Měsíc	**Spotřeba tepla**	**Teplo ze sol. kolektorů**	**Teplo z náhradního zdroje**
Leden	496	171	325
Únor	448	290	148
Březen	496	528	0
Duben	480	650	0

Květen	496	585	0
Červen	480	888	0
Červenec	496	908	0
Srpen	496	778	0
Září	480	606	0
Říjen	496	355	141
Listopad	480	165	315
Prosinec	496	113	383
Celkem		6309	1322

Příloha číslo 2.

Kolísání ročního ozáření sluneční energií v lokalitě Rožnov pod Radhoštěm

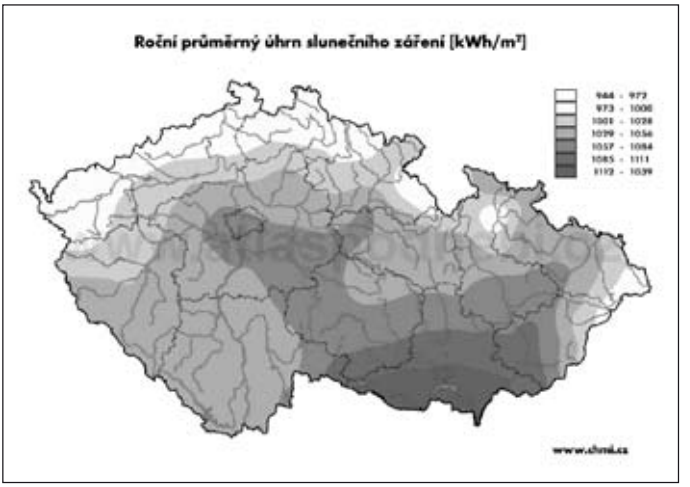
Hodnoty však lze s vyhovující přesností použít pro místa s nadmořskou výškou 250 – 600 m v celé České Republice. Za období 1994 – 1999 jsou v tabulce pro jednotlivé měsíce roku uvedeny průměrné hodnoty energie slunečního záření, která při nezastíněném obzoru denně dopadá na 1m^2 plochy se sklonem 45° vůči vodorovné rovině a orientované na jih. Energie E má rozměr kWh/m^2 den.[1]

Měsíc Rok	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1994	1,18	1,62	3,01	3,41	3,97	4,19	3,83	4,09	3,3	2,52	1,49	1,06
1995	1,1	1,35	2,19	2,87	3,76	3,77	5,31	4,22	2,99	2,71	1,17	1,06
1996	1,41	1,86	2,56	3,94	3,62	4,18	4,4	3,82	2,02	2,09	1,3	1,4
1997	1,25	2,05	2,78	3,42	4,06	4,15	4,25	4,26	3,79	2,15	1,28	1,04
1998	1,37	2,05	2,69	3,48	4,16	4,12	4,05	4,64	2,69	1,41	1,21	1,18
1999	1,1	1,35	2,88	3,54	4,79	3,91	4,4	4,34	4,1	1,73	1,11	1,03
Průměr	1,24	1,71	3,37	3,28	4,04	4,75	3,49	4,41	3,15	2,46	1,39	0,52

[1] Andreas Hanze, Wrner Hillebrand – Elektrický proud ze slunce, kapitola 1.2 a 1.3 sluneční ozáření Země
[2] http://www.solarenvi.cz/show.php?ids=2

Příloha číslo 3. – Roční průměrný úhrn slunečního záření

Rodinný dům v Přílepích u Holešova také shodou okolností leží v dobré lokalitě. Je zjištěno, že nejméně slunečního záření za rok dopadá na severozápad České republiky naopak nejvíc slunečního záření lze naměřit na Jižní Moravě. Tato oblast je však také rekordmanem v době slunečního svitu, která se může v průměrných hodnotách lišit až o 500 hodin za rok. A stejně tak i v počtu bezoblačných dní, které se v rámci republiky mohou lišit až o 40 dní za rok. [1]



Příloha číslo 4. – Fotografie solárních kolektorů na střeše domu

LUKÁŠ DIHEL, MARTIN LEMBARD, SŠ teleinformatiky, Ostrava

Srovnání autobusů na zemní plyn a diesel

Porovnání a využití motorové nafty a zemního plynu pro pohon autobusů bylo provedeno u nízkopodlažních autobusů MHD. Porovnání je provedeno v pořizovací ceně vozidla, spotřebě PHM (pohonných hmot), nákladech na údržbu a s vyčíslením nákladů na úpravu dílenských prostor. Toto porovnání jsme aplikovali na dvě odlišné dopravní společnosti.

Dopravní podnik Ostrava

Ostrava je metropolí Moravskoslezského kraje. Jedná se především o průmyslové město. Rozlohou se jedná o druhé největší město republiky, v počtu obyvatel se pak zařazuje na místo třetí. V současné době v Ostravě žije 317 385 obyvatel. S tímto číslem je však spojena řada problémů, zejména s dopravou. Denně do práce a do škol cestují desetitisíce lidí ať už vlastním automobilem nebo městskou hromadnou dopravou. Dopravní podnik Ostrava a.s. provozuje městskou hromadnou dopravu 322 autobusy, 292 tramvajemi a 64 trolejbusy. Bohužel ani v jednom případě se nejedná o vozidlo na plyn nebo jiné ekologické palivo. Možná si neuvědomujeme, že při cestování automobilem nebo autobusem zatěžujeme naše životní prostředí. Stačí se kolem sebe porozhlédnout a uvidíte mnoho bezohledných lidí, kterým je životní prostředí lhostejné. Říkáte, že jste si doposud ničeho nevšimli? Zkuste například při čekání na autobus sledovat projíždějící automobily. Kolik z nich je zaplněno alespoň z poloviny? Možná ani ne 30 % .I v době předražených pohonných hmot řada z nás cestuje ve svých vozech sama. A přitom by stačilo tak málo, například domluvit se s kamarádem, který má stejnou cestu a jet spolu jedním autem. Pokud by takovýchto lidí bylo víc, snížíme počet aut na našich silnicích, a tím výrazně podíl emisí z dopravy, a tak ušetříme nejen naše peníze za pohonné hmoty, čas strávený v nekonečných kolonách, ale také to nejdůležitější co máme, naše zdraví. Tak řekněte sami, nebylo by to takto lepší pro nás všechny?

ČSAD Havířov

Havířov je přibližně čtyřikrát menší město než Ostrava, co se týče počtu obyvatel. V současné době žije v městě Havířov 82 768 obyvatel. Dopravu v městě zajišťuje firma ČSAD Havířov a.s., která má dlouholeté zkušenosti s provozováním autobusů na pohon stlačeným zemním plynem (CNG). V MHD se tento pohon využívá již od roku 1991. V současné době má ČSAD Havířov a.s. v provozu 33 vozidel poháněných CNG z celkového počtu 50 vozů. V blízké budoucnosti se uvažuje o zakoupení dalších tří vozů poháněných CNG a ani o jednom voze s naftovým motorem. Pro plnění autobusů CNG v Havířově je v současné době využívána plnící stanice v objektu ČSAD Havířov a.s.. Projekt „Ekologické autobusové dopravy" byl realizován za významné podpory ze strany Magistrátu města Havířov.

1) Porovnání nákupních cen autobusů

Pokud by se podařilo získat dotaci od státu, mohou být autobusy na plynový pohon zvýhodněny dle pravidel pro r. 2006 o 800 tis. Kč (do 13 m), resp. 900 tis. Kč (nad 13 m). Dále přispívá plynárenská skupina RWE částkou 200 tis. Kč na pořízení nového autobusu MHD.

2) Porovnání ceny paliva (vliv spotřeby paliva a jeho ceny - ceny k 18. 1. 2007)

Diesel (NM) 37,34 l/100 km x 19,84 Kč/l = **740,83 Kč/100 km**
Zemní plyn (CNG) 50m^3/100 km x 14,29 Kč/l = **714,50 Kč/100 km**
Rozdíl: 740,83 – 714,50 = 26,33 Kč/100 km = **0,2633 Kč / km**
Úspora (1 bus/rok): 100 000 km/bus x 0,2633 Kč/km = **26 330,- Kč / rok** – úspora na zemním plynu proti NM.

3) Úkony údržby

Na vozidlech s motory na CNG je údržba náročnější o tyto úkony:

- jedenkrát týdně kontrola těsnosti plynového zařízení - 1 hod. x 52 x 355,- Kč = 18 460,- Kč/rok
- výměna oleje po ujetí 30 tis. km (proti intervalu 60 tis. km):
  cena oleje: (25 l x 75 Kč : 30 000 x 100 000) – (25 l x 47 Kč : 60 000 x 100 000) = 6 250 – 1 958 = 4 292,- Kč/rok
  práce, výměna filtrů: (355 + 265) x 1,66 = 1 033,- Kč/rok
- výměna Lambda-sondy a zapalovacích svíček v intervalu 30 tis. km:
  materiál: (2 290 + 6 x 58) x 3,33 = 2 638 x 3,33 = 8 793,- Kč/rok
  práce: 3 hod. x 355,- Kč x 3,33 = 3 546,- Kč/rok
- údržba vozidla s motorem CNG je celkem dražší o **36 124,- Kč/rok**

Z ekonomického hlediska jsou tedy oba typy motorů na stejné úrovni a **splňují emisní limity EURO 4(5)**.
Emisní norma Euro 4 od října 2005: redukce NOx o 30% a redukce sazí o 80% oproti platné normě Euro 3.
Emisní norma Euro 5 od října 2008: další snížení hodnot NOx o téměř 43%

* **Oxidy dusíku (NO,NO_2)**

Emise oxidů dusíku mají v současnosti rostoucí tendenci. Je to způsobeno především spalováním fosilních paliv(ropy a zemního plynu) v silniční dopravě, ale také spalováním biomasy. Ačkoli je většina dnešních vozidel vybavena katalyzátory, koncentrace oxidů dusíku je stoupající, neboť počet automobilů na vozovkách neustále přibývá. Dle IRZ (Integrovaný registr znečištění) jsou emise oxidů dusíku až z 55% vytvářeny lidskou činností (silniční doprava). Oxidy dusíku mohou způsobovat vážné zdravotní potíže. Především tím, že oxidy dusíku se aktivně váží na krevní barvivo a tím znesnadňují přísun kyslíku z plic do tkání.

4) Souhrnné zhodnocení efektivnosti:

Provoz vozidel s motorem na stlačený zemní plyn (CNG) by tedy neznamenal úsporu nákladů.

Není zde navíc vyčíslen vliv předpokládaného nárůstu dalších provozních nákladů, např. vyšší náklady na údržbu střediska, vyšší nároky na bezpečnostní podmínky provozu střediska apod., které by dále ovlivnily ekonomické vyhodnocení v neprospěch vozidel s motory na zemní plyn.

Případné nakoupení těchto vozů by znamenalo rovněž značné **jednorázové náklady**, zejména stavební úpravy a technologické vybavení střediska údržby ve výši **2 020 tis. Kč** a výstavba plnící stanice, jejíž cena se pohybuje v řádech milionu korun (viz. obrázek 3.5).

Závěr:

Z rozboru vyplývá, že z ekonomického hlediska autobusy na plyn nejsou pro velké podniky výhodné z důvodu vyšších nákladů na provoz. V úvahu ale musíme vzít vliv na životní prostředí, kde autobusy na plyn jasně dominují. Řešením by byly vyšší dotace státu na autobusy poháněné zemním plynem nebo výrazné zdražení

motorové nafty. Za stávajících podmínek jsou náklady na pořízení stávajících autobusů nevratné. Ukáže až čas, kde se plynofikace dopravy posune v budoucnu, možná tomu bude jako počátkem 90. let, kdy Česká republika patřila v plynofikaci dopravy na přední místa ve světě. A k městům jako jsou Karlovy Vary, Ústí nad Labem a Havířov, přibudou další spokojení uživatelé pohonu na CNG. Vše závisí na rozšíření plnících stanic CNG a také na snaze výrobců přiblížit cenu CNG pohonů, motorům dieselovým. Tyto dva aspekty by výrazně pomohly k masovému rozšíření autobusů s CNG pohony.

Tímto děkujeme všem, kteří nám jakkoliv pomohli:

„Děkujeme“
Zvláštní poděkování..
Ing. Miroslav Albrecht, vedoucí odboru marketingu a tiskový mluvčí Dopravního podniku Ostrava
Ing. Dalibor Drlík, vedoucí oddělení dopravního projektování Dopravního podniku Ostrava a.s.
Stanislav Toman, vedoucí provozu osobní dopravy ČSAD Havířov a.s.

ERIK EGERSDORF, SPŠ Na Proseku, Novoborská 2, Praha 9

Perspektivy využití palivových článků v silniční dopravě

Úvod do projektu

Než se začnu věnovat své soutěžní práci, chtěl bych vás upozornit na řadu podstatných věcí. Vzhledem ke složitosti vodíkové technologie jsem byl nucen práci rozdělit na dvě části. Původně to tak nemělo být a druhá část práce neměla vůbec vzniknout, ale bohužel je celkový projekt soutěžní práce ENERSOL limitován svou velikostí.

Ať jsem se snažil sebevíce, práci se mi nedařilo vtěsnat do požadovaného počtu A4 stránek. Proto jsem se rozhodl práci rozdělit na dvě části a to na hlavní část nazvanou **„Perspektivy využití palivových článků u silničních vozidel“**, zatímco v další části, nazvané ODBORNÁ ČÁST se věnuji objasnění technických aspektů. V případě, že je něco složitého, nebo je potřeba detailnější vysvětlení tak vás v textu odkážu do odborné části. Ta je však pouze přílohou soutěžní práce, obdobně jako obrazová příloha.

Perspektivy využití palivových článků u silničních vozidel

Chtěl bych upozornit na to, že ODBORNÁ ČÁST vznikla pouze jako odkaz a to v případě, že o dané věci vůbec nic nevíte, nebo jí nerozumíte, jedná se o nutnou složku celého projektu.

Perspektivy využití palivových článků u silničních vozidel

Moje zkušenosti s obnovitelnými zdroji energie

Jsem žákem 3. ročníku SPŠ na Proseku. Problematikou obnovitelných zdrojů energie (dále jen OZE) se zabývám již několik let. Vše začalo v roce 2005, kdy jsem navštívil přečerpávací elekt-rárnu Štěchovice, která mě natolik uchvátila, že jsem se začal problematikou OZE aktivně zabývat.

O rok později, tedy v roce 2006, jsem se zúčastnil soutěže ENERSOL s projektem „Malá vodní elektrárna v Černošicích“. Po této soutěži se můj zájem o tuto problematiku ještě zdvojnásobil. Řekl jsem si, že nestačí jen mluvit o tom, jak jsou OZE šetrné k životnímu prostředí, a proto jsem se roz-hodl konat, zatím alespoň ukázat lidem teoreticky v úvahách, že to jde, stačí jen chtít. Zároveň jsem se však začal zabývat i praktickou realizací v této oblasti činnosti.

Proto jsem se v roce 2006 přihlásil do soutěže modelů vozů poháněných fotovoltaickými pa-nely, kterou pořádá Vysoká škola báňská (dále jen VŠB) – Technická univerzita Ostrava. Po této soutěži jsem se dozvěděl, že Vysoká škola báňská (dále jen VŠB) do soutěže začlenila novou kate-gorii modelů. K mému úžasu se jednalo o modely, poháněné palivovým vodíkovým článkem. Neváhal jsem a ihned jsem se do soutěže registroval.

K mému zklamání, ale došlo k problému s článkem a VŠB byla nucena článek poupravit, aby byla zajištěna bezpečnost studentů. Nezbylo nic jiného než čekat, problém byl vyřešen, avšak až po roce, a pak mě konečně z Ostravy zaslali slíbený palivový článek.

Tímto začal můj aktivní zájem o vodíkovou technologii spojenou s využitím OZE.

Úvod do problematiky

Dostatek levné energie je podmínkou pro stabilní hospodářský růst všech států, a s tím spojena i kvalita života jejich obyvatel. Protože se v průběhu technického rozvoje stala většina států energeticky nesoběstačnými, stal se obchod s energií a surovinami k její výrobě velmi silným ekonomickým i politickým nástrojem malého množství států, které s těmito zdroji disponují. Množství válečných konfliktů a formování celosvětové politiky se dělo a děje na pozadí potřeby zajištění energetických zdrojů pro zúčastněné strany.

Téměř veškerá lidská činnost vyžaduje v dnešní době nějakou formu energie. Prakticky od počátku průmyslové revoluce je většina energie zajišťována z fosilních paliv. Podíl takto vyrobené energie v jednotlivých státech se mění podle dostupnosti vlastních i cizích zdrojů a technologického vývoje, z globálního hlediska je však tato výroba dominantní.

V sektoru dopravy v současné době neexistuje ucelený energetický koncept, který by byl důstojnou alternativou k dominantnímu spalování fosilních paliv. Alternativní paliva jsou prozatím pouze drobným doplňkem, ekonomicky schůdným často pouze díky výrazným daňovým zvýhodněním oproti standardním palivům, ale dle mého názoru nadešel čas toto změnit a alternativní druhy paliv nejen nadále zvýhodňovat, ale i prosazovat a dotovat vývoj nových technologií v tomto odvětví.

Seznámení s vodíkem

Vodík je předmětem současného intenzivního výzkumu jako potenciální palivo pro motorová vozidla. Raději však to řeknu tak, jak si to myslím. Totiž, že vodík vlastně není zdrojem, ale přenašečem energie. Užití vodíku není omezeno pouze na palivové články. Vodík může být i výhodné palivo pro klasické spalovací (benzínové i naftové) motory. Užitím vodíku ve spalovacích motorech vznikají NOx, i když jako jediné emisní produkty.Díky mnohem menším nákladům na úpravu spalovacích motorů pro provoz na vodíkové palivo v porovnání s palivovými články se jeví varianta spalování vodíku v nich, jako přechodně preferovanější řešení, a to až do doby výrazného snížení nákladů na výrobu palivových článků, anebo do doby dalšího zvýšení jejich účinnosti.

Je potřeba znovu zdůraznit, že vodík není energetickým zdrojem, ale nosičem energie. Pro budoucí hlavní výrobu vodíku prostřednictvím elektrolýzy vody je nutný další významný energetický nosič, kterým je elektřina. Obdobně jako u elektřiny, výhody užití vodíku závisí na tom, jakou technologií je vodík vyráběn.

Historie a současnost

První palivový článek (Fuel Cell – dále jen FC) sestrojil roku 1839 anglický fyzik Sir William Grove. V té době byl FC pokládán spíše za laboratorní kuriozitu (reverzní děj k elektrolýze). V polovině 20. století (1959) oživil zájem o tuto technologii anglický vědec Francis Thomas Bacon. Se svými spolupracovníky sestrojil 5kW alkalický článek (1932), který byl schopen pohánět svářecí stroj.

Jeho úspěch nezůstal bez povšimnutí - Pratt&Whitney (USA) zakoupil od Bacona licenci na jeho patent a vyrobil palivové články pro mise Apollo, kde sloužily jako zdroj elektrické energie a pitné vody pro astronauty. Ve stejném roce postavil Harry Ihrig z Allis-Chalmers Manufacturing Company první vozidlo s palivovým článkem, traktor s dvaceti koňskými silami. Od dob mise Apollo a Gemini nastal rychlý nástup FC v oblasti generace elektrické energie a pohonů vozidel.

V současné době jsou v provozu desítky jednotek stacionárních FC, které slouží jako záložní zdroj elektrické energie pro banky, letiště, hotely apod. Každá větší automobilka má jeden nebo několik prototypů vozidel s palivovými články, které se chystají uvést na trh v blízké budoucnosti. Existují funkční prototypy FC pro mobilní zařízení jako jsou notebooky, kamery apod. Současnost v oblasti palivových článků by se dala charakterizovat jako období intenzivního vývoje a výzkumu, demonstračních projektů a příprav pro uvedení na trh.

Využití OZE s variabilním výkonem pro výrobu zdrojových surovin, palivových článků

OZE mají celou řadu výhod. Tou zásadní je právě ten fakt, že jsou obnovitelné v reálném čase. Zároveň je nutno vzít v úvahu jejich šetrnost vůči přírodě. Ostatně jak asi jinak – jsou přírodě vlastní a tedy ekologické. Některé z nich nám poskytují relativně stálý přísun energie. Tak je tomu například u vodní energie, která je již vlastně přetransformovanou energií Slunce. Kromě vodních elektráren však využíváme i dalších OZE, jako například energie větru, či zářivého toku slunečních paprsků k přímé výrobě elektrické energie.

Zde se však dostáváme k poměrně značným problémům. Které že to jsou ? Především si musíme uvědomit, že energie Slunce při přímém využívání slunečních paprsků, jež dopadají na fotovoltaické panely je značně variabilní. Stačí, aby se přehnal mrak, anebo nastala noc. My ale potřebujeme elektrickou energii pořád – bez ohledu na to, zda je noc, anebo den, prší, anebo je jasno. Značný vliv na velikost produkce elektřiny z těchto alternativních zdrojů má i střídání ročních období.

Ani vítr nevane neustále. Chvíli je to pouze vánek, jindy silný vítr, anebo vichřice. Nastává i bezvětří. Co si tedy počít s tímto stejným problémem, kterým je značná proměnlivost a nekorigovatelnost těchto jevů. Prostě se zatím musíme smířit s tím, že nedokážeme poručit větru, ani dešti. Přitom všem, i když jsem již měl možnost vidět kupříkladu skutečně obrovské fotovoltaické parky s vysokým špičkovým výkonem, vždy to byly zdroje s velmi proměnlivou dodávkou elektrické energie do energetické sítě. S tím úzce souvisejí problémy, které je nutno řešit, a to někdy i za cenu poměrně vysokých dodatečných nákladů.

U větrných elektráren řešíme situaci buď poměrně náročným elektromechanickým systémem, jehož úkolem je snažit se udržet konstantní otáčky rotoru, a tím i alternátoru. Existují poměrně složité servosystémy natáčení úhlu náběhu listů rotorů. V jiné alternativě generujeme stejnosměrný proud, který pak střídáme pomocí výkonových polovodičových měničů. Abychom mohli bezkonfliktně větrnou elektrárnu připojit k rozvodné síti, je činnost střídačů synchronizována – s ohledem na kmitočet i okamžitou hodnotu fází soustavy. Jako mechanik-elektronik jsem si ovšem vědom toho, že to není zase tak jednoduché, jak se to řekne. Vzhledem k tomu, že se mění přísun okamžité energie větru, musíme zároveň s tím zabezpečit i stabilní úroveň výstupního napětí, tak,

aby se měnila jen okamžitá velikost vyráběného el.výkonu – tedy proud, dodávaný do sítě. Pokud výroba elektřiny poklesne pod stanovenou mez, musí dojít k automatickému odpojení elektrárny od sítě a naopak.

U fotovoltaických OZE je situace obdobná. Měl jsem možnost se s ní seznámit poměrně podrobně v rámci tématického zájezdu do Schwalmstadtu v SRN na počátku tohoto školního roku. Při této akci jsme navštívili nejenom obrovský fotovoltaický park , ale i firmu v Kasellu, kde vyrábějí právě ona nezbytná zařízení k automatickému řízení činnosti fotovoltaických zdrojů. Jak jsem však uvedl, do-chází tak jednak k nárůstu pořizovací hodnoty takovýchto energetických zdrojů a zároveň i k dílčímu snižování účinnosti zařízení jako celku.

Když jsem tak procházel fotovoltaickým parkem a ptal se spolu s ostatními na problémy, se kterými se při vývoji i praktické realizaci potýkali, anebo, když jsme spolu s německými kolegy - spolužáky příbuzného studijního oboru vyráběli fotovoltaikou napájená vozítka, musel jsem neustále přemítat o tom, co by se tak asi nechalo zlepšit.

A tak mne to napadlo ! Vzhledem k tomu, že již předešlého školního roku jsem se „namočil" do projektu praktické realizace palivového článku a ten jsem již měl „v ruce", napadla mne myšlenka. Měl jsem s sebou totiž na ukázku své vozítko, poháněné palivovým článkem. Vlastní článek je konstruován tak, aby jej bylo možno dle potřeby „dobít". Energii mu dodávám tak, že ho na chvíli připojím ke stejnosměrnému proudovému zdroji. Přitom dojde k elektrolytickému rozkladu vody na palivové komponenty – totiž kyslík a vodík. Při reakci opačného typu vzniká elektromotorická síla opětným slučováním těchto prvků v palivovém článku.

Podstatné je to, že k tomu nepotřebujeme střídavý proud. Kritická není ani velikost napětí, neboť elektrolýza bude probíhat tak, či onak, pouze s rozdílnou intenzitou, úměrnou množství protékajícího proudu. A je to tady !! Proč nevyužít k výrobě vodíku a kyslíku stejnosměrného elektrického proudu z výše uvedených OZE se značnou variabilitou okamžité produkce elektrické energie!

K této myšlence mne vede i další poznatek, který jsem získal již v průběhu minulých let ve škole, kdy jsem se začal zajímat o OZE. Znovu mi na mysl přišla myšlenka o časové omezenosti dosud klasických energetických – fosilních zdrojů. Teď jsem se zamyslel ne tolik nad uhlím, ale nad ropou a palivy z ní odvozených. Ty dnes tvoří základ energetické báze současné silniční dopravy. Vím, že existuje řada výzkumů, kde základem je právě nahrazení současných spalovacích motorů elektromotory. Přitom předpokládaným zdrojem elektrické energie pro ně jsou velmi často palivové články.

A právě **využití OZE se značnou variabilitou produkovaného el. výkonu k elektrolytické výrobě palivových komponentů – vodíku a kyslíku mi připadá jako velice výhodné. Proč?**

1) odpadá nutnost použití nákladných polovodičových střídačů, stabilizačních a komutačních obvodů
2) nahrazením spalovacích motorů elektromobily, napájenými palivovými články dojde nikoli ke snížení, ale prakticky k odstranění problémů se současnými emisemi silničních vozidel. To vede zároveň i k podstatnému snížení produkce skleníkových plynů.Jediným produktem takovéhoto vozidla je čistá voda

Návštěva Schwalmstadtu, aneb „Co se chystá v Německu"

Jak jsem se již zmínil, v září roku 2007 jsem se zúčastnil 5ti denní návštěvy SRN. Jednalo se o tématický zájezd pro ty z nás, kteří se věnují problematice OZE. Zaměřením akce bylo využití fotovoltaiky ve větším, z hlediska energetiky praktickém slova smyslu. Navštívili jsme jednak obří fotovoltaický park, kde jsme položili řadu otázek v souvislosti s problematikou takovýchto velkých zdrojů. V Kassel jsme navštívili firmu, ve které se vyrábějí zařízení, nezbytné pro dodávání této energie do energetické sítě. Zároveň jsme si prakticky vyzkoušeli výrobu fotovoltaicky napájených autíček.

Zajímavé bylo to, že když jsem záměrně položil otázku, zaměřenou k budoucnosti automobilismu, byl jsem ujištěn o tom, že se již nyní část energetické produkce fotovoltaických zdrojů, ale i větrných elektráren využívá právě k elektrolytické výrobě kyslíku a vodíku pro palivové články.

3) Moje zkušenosti při práci s palivovým článkem

Jak jsem již naznačil, účastním se závodů modelů poháněných palivovým článkem, a proto tuto část práce chci věnovat své práci s modelem auta, napájeného palivovým článkem.

Článek (FC)

Můj palivový článek [Jedná se o miniaturní reverzibilní palivový článek určený k vyučovacím a experimentálním účelům.] (dále jen FC – fuel cell) při nabíjení pracuje na principu elektrolýzy. To znamená, že rozkládá vodu na vodík a kyslík, zpětným procesem se opět slučuje vodík a kyslík na vodu, a tím se na membráně vytváří elektrická energie [více o této technologii naleznete v odborné části: Palivové články > Typy palivových článků > Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell (PEMFC)].

Popis: FC má po obou stranách dvě nádržky, každá s objemem po 6ml vody. Obě tyto nádržky jsou naplněny vodou. Při nabíjení dochází pomocí proudu k elektrolýze, voda se při nabíjení rozloží na vodík a kyslík, a tyto se ukládají do uskladňovacích rezervoárů, vzájemně oddělených membránou. Část vody, která se nestačila rozložit je vytlačena do sběrných nádržek, které se nacházejí nad rezervoáry s vodou.

Zpětným procesem elektrolýzy dochází k vytváření elektrické energie na membráně (plyny jsou přiváděny k membráně za vzniku elektrické energie, tepla a vody). Voda, která se před tím nestačila rozložit, steče zpět do nádržek. **Jedná se o laický popis funkce mého FC.**

Parametry článku:
Typ článku: Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell (PEMFC)
Nabíjení: 1,5V, max. 500mA
Objem rezervoárů: 2x6ml vody
Palivový článek dodává napětí **550-800mV a proud max. 500mA.**

Nabíjení a zátěž
Nabíjení

V příloze na obrázcích **[obrázek: FC-M-N_1-2]** vidíte nabíjení článku. Článek je nabíjen ze stejnosměrného zdroje, který dodává stabilně 1,5 V (+/- 0,1V).

Pokud by jste nabíjeli článek nižším napětím, tak se nic nestane, myšleno tím, že se nic nerozbije, pouze by došlo k pomalému, nebo vůbec k žádnému nabíjení.

Nabíjecí proud nesmí přesáhnout 500mA , protože článku vadí vyšší proud. Do článku se nelije obyčejná voda, nýbrž destilovaná. Doba nabíjení, dá-li se tomu tak říkat je různorodá, dá se určit jen přibližně, záleží totiž na spoustě faktorů, zda-li je membrána článku ideálně zalita vodou a podobně. Odhadem (+/- 10s) trvá přeměna 2,5ml vody přibližně 45 s.

Zátěž

Zátěž je připojena na článek (zde se jedná o elektromotorek). Článek dodává stabilně 0,8V po celou dobu jeho vybíjení (zpětný proces elektrolýzy).

Zde se projevuje síla této technologie, článek je schopen dodávat stabilní napětí a proud. Samozřejmě je možné článek zatížit i nad 500 mA, ale pak dochází k abnormálně rychlému vybíjení (dejme tomu, že se článek vybíjí při zátěži do 500mA dvě minuty, avšak pokud ho zatížíte proudem nad 500 mA, tak je článek schopen se vybít do 5 s, což zase na druhé straně je slabinou této technologie).

Model

Palivový článek dodává napětí 550-800 mV a proud max. 500mA. Tyto parametry zdroje jsou celkem problematické pro další využití. Pokud chceme napájet nějakou elektroniku, je nutné toto napětí zvýšit. Nejnižší napětí při kterém fungují nejčastější typy obvodů (CMOS, TTL) je 2.0 – 4.5V.

U mého modelu jsem proto použil měnič s MOSFET tranzistorem, který bude mít vysokou účinnost , ale vzhledem k nízkým výstupním proudům pro nápájení řídící elektroniky (jednotky mA), bude mít napájecí proud intenzitu desítek mA.

Pro výrobu kostry modelu jsem použil měděné dráty, na kterých jsou zavěšeny velká plastová kolečka. Tím jsem minimalizoval valivý odpor, který vzniká mezi zemí a kolečkem.

O pohon modelu se stará elektromotorek, který je gumičkou spojen s kolem (na přímo), tím vzniká velký převod. Zde se také nachází důležitá část celého modelu a tím je správné nastavení převodů, pokud je převod moc velký, autíčko jede pomalu, ale za to má velkou sílu a obráceně.

Já jsem zvolil střední cestu mezi rychlostí a sílou. Nemůžete nastavit převod na co nejrychlejší rychlost, musíte počítat s tím, že model se musí rozjet z místa, a to dá celkem velkou práci, protože článek není zrovna nejlehčí.

Celý model se skládá z těchto částí: Palivový článek, elektronická destička (měnič, pomocný zdroj, hlavní měnič apod..), podvozek, kola a elektromotorek. **Model máme celý, tak hurá na závody...**

VŠB-TU Ostrava: Závody

(Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava)

Nadešla chvíle porovnat můj model s ostatními. Do Ostravy, zúčastnit se soutěže modelů na alternativní pohon jsem přijel s panem učitelem odborného výcviku. Soutěž pořádá Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, kde se také koná zmíněná soutěž. Na soutěž jsme dorazili jako jedni z prvních, a tak po registraci jsme měli ještě dost času si vozidla odzkoušet na trati. Složil jsem svůj model a vrhl se na testovací jízdy.

Výňatek z pravidel soutěže pro vodíkové roboty (modely).

Omezující podmínky pro vodíkové roboty

- Robot musí být poháněn z poskytnutého vodíkového článku.
- Před „nabíjením“ je organizátorem každý z robotů „vybit“.
- Bezprostředně před každou jízdou je každý z robotů „nabit“.
- Robot je „nabíjen“ zdrojem organizátora, který garantuje předání stejného množství energie každému ze soutěžících.

Soutěž vodíkových robotů probíhá v pořadí dle prezentace v po sobě jdoucích dvou jízdách – soutěžních kolech. Po vyvolání je soutěžící povinen předstoupit se svým robotem ke startu a během 15ti sekund odstartovat letmým startem. Měří se ujetá vzdálenost při konstantním poskytnutém množství paliva.

Nabil jsem model ze zdroje, určeného pro nabíjení na závody. Zdroj dodával 1,5 V pouze 45 sekund. Tím se zaručilo, že každý bude mít stejný objem paliva (přibližně). Postavil jsem model na závodní dráhu a spustil ho, model se rozjel, jel, jel a ujel překrásných 10 metrů. Byl jsem šťasten, můj odhad byl, že model mi ujede maximálně 8 metrů. Mezi tím se scházeli ostatní soutěžící a začali testovat své modely. Jejich ujetá vzdálenost byla menší, než moje a řada z nich se potýkala s náhlými technickými problémy. Byl jsem patřičně hrdý na svoji práci.

Už zbývalo jen10 minut do začátku soutěže. Potřeboval jsem ještě doladit geometrii kol, aby model jel rovně. Rozhodl jsem se pro poslední dvě testovací jízdy, nabil jsem model, položím ho na dráhu a přepnu vypínač do polohy start, model se rozjel. Bohužel po dvou metrech v modelu jakoby chrochtlo a model se zastavil. Zděsil jsem se… Modelu se přidřel nejspíše motorek. Bohužel náhradní jsem s sebou neměl, nezbylo mi nic jiného, než soutěžit s poškozeným modelem. Jeho současná ujetá dráha již nebyla 10 m, ale nýbrž jen 2,4m.

A jak celá soutěž dopadla? No dopadlo to asi takto: Polovina závodníků zápolila s technickými problémy, čtvrtině soutěžících se model vůbec nerozjel a zbytku soutěžících dojel model maximálně 8-13m, až na člověka co to vyhrál, byl to pan Martin Havlíček, kterému model dojel 45 metrů. (musím podotknout, že model měl poháněn na přímo, energie z článku šla rovnou do motorku, takže nedocházelo k vedlejším ztrátám).

Výsledek soutěže

Nakonec můj model s přidřeným motorkem ujel na závodní dráze 335 cm, což stačilo přesně na **šestnácté místo** (z 32 soutěžících). Kdyby mě nepostihla závada, skončil bych na slušném šestém místě v ČR.

VŠB-TU Ostrava: Co bylo k vidění

(Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava)

Na soutěži bylo k vidění vozidlo HYDROGENIX 2, poháněné palivovým článkem, vyvinuté VŠB-TU. Z vozidla byl vymontován článek a šlo si ho volně prohlédnout. Vozidlo bylo otevřeno a bylo možné nahlédnout do jeho kokpitu. Bohužel, námi pořízené fotografie se mi nepodařilo nalézt, a tak přikládám fotografie od VŠB-TU.

4) Budoucnost automobilové dopravy, aneb snižme emise a využijme OZE

Než se pustíme do problematiky alternativních pohonů v automobilové dopravě, doporučuji nahlédnout do **ODBORNÉ ČÁSTI**, kde naleznete dokumentaci související s problematikou vodíkové technologie:

Výroba vodíku

- Skladování vodíku
- Bezpečnost
- Palivové články
- Účinnost

Úvod do problematiky alternativních pohonů

Automobil je jedním z významných vynálezů v dějinách lidstva. Vzhledem k docházejícím záso-bám ropy a prohlubujícím se problémům se znečištěním životního prostředí bylo již před dvaceti lety započato hledání alternativních zdrojů energie.Jednalo se a dosud jde o hledání zdrojů energií, které budou méně škodit životnímu prostředí a zajistí dlouhodobě další rozvoj dopravy. Zaměříme-li se na pozemní dopravu, je zde možno vybírat z několika druhů alternativních pohonů. Významnými alternativami k současnému majoritnímu využívání ben-

zínu a nafty, jako paliva k pohonu dopravních prostředků jsou paliva na bázi uhlovodíků v podobě stlačených plynů a kapalin a na bázi vodíku. Vyvíjejí se i pohony solární a pohony, pracující se stlačeným vzduchem. Na významu nabývají pohony hybridní a elektrické. Prosazení těchto alternativ doprovází řady problémů, souvisejících s výkonem, trvanlivostí, dojezdem a náklady, ale také ve v jejich vztahu k infrastruktuře dopravy apod.

Pohony, využívající elektrickou energii

Tyto je možno rozdělit na:

- Pohony s akumulovanou energií
- pohony s výrobou energie přímo ve vozidle
- hybridní pohony

Jedná se o pohony, využívající elektrickou energii s akumulovanou energií. Klasický elektro-mobil stále naráží na zásadní problém akumulátorů, které při současné kapacitě neumožňují dlouhý dojezd a zvyšují hmotnost vozidla. V tomto směru nelze v nejbližší budoucnosti čekat zásadní řešení. Velkou nevýhodou jsou i vysoké ceny elektromobilů v porovnání s vozidly, vybavenými klasickými benzínovými a naftovými motory. Stále více je poukazováno na to, že při započtení emisí vznikajících při výrobě elektrické energie, již ekologický přínos elektromobilů nemusí být tak jednoznačný. V posledních letech se rovněž změnilo hodnocení významu jednotlivých složek emisí. Pozornost je v současnosti věnována oxidu uhličitému, patřícímu mezi hlavní tzv.skleníkové plyny, který přitom ještě nedávno nebyl považován za látku negativně ovlivňující životní prostředí. Příspěvek ke zlepšení globální ekologické situace je sice problematický, ovšem přínos pro přetížené lokální prostředí je nepochybný.

Pohony využívající elektrickou energii s výrobou energie přímo ve vozidle se rozumí vozidla s palivovými články - pro pohon je využíván elektrický proud, vytvořený elektrochemickou reakcí. Palivové články jsou pro pohon vozidel příštích let snad vůbec nejperspektivnější. Z ekologické stránky je to pro automobil, viděno dnešníma očima, ideální řešení. Elektrická energie k pohonu elektromotoru se získává přímo ve voze, a to bez škodlivých emisí, naprosto čistým způsobem. Proces v palivových článcích probíhá kontinuálně a bez hluku. Přechod na palivové články si vyžádá značné náklady nejen na vývoj, ale i na vytvoření nezbytné infrastruktury. Nicméně palivové články se jeví jako nejperspektivnější technologie, která by mohla splnit v budoucnosti požadavky na ekologicky čistou a spolehlivou dopravu.

Hybridní pohony tvoří kombinace elektromotoru a spalovacího motoru. Elektronický řídící systém udržuje oba zdroje pohonu v ekologicky nejvýhodnějším režimu spolupráce. Výsledkem je významné snížení všech škodlivin včetně hluku, a to bez omezení ostatních užitných hodnot.

Typickým příkladem jsou sériově vyráběná hybridní vozidla Toyota Prius a Honda Insight s paralelním uspořádáním, či vozy BMW a MAN Jejich výhodou oproti klasickému pohonu spalovacím motorem jsou snížené emise a snížená spotřeba paliva, zvláště pak v městském provozu díky lepšímu využití energie.

Je zřejmé, že v současnosti je po technické stránce připravena v oblasti vozidel šetrnějších k životnímu prostředí řada řešení, která jsou schopna přispět ke snížení spotřeby energie a množství emisí škodlivin, vyplývajících ze silniční dopravy. Rozhodnutí, které z uvedených paliv je nejvhodnějším z hlediska životního prostředí, je problematické vzhledem k nemalému množství ovlivňujících veličin. Na významu nabývá specializace dopravních prostředků, neboť neexistuje žádný druh po-honu, který by měl optimální vlastnosti jak pro provoz městský, meziměstský atd. Je zřejmé, že bude žádoucí přistoupit v budoucnu k užívání vozidel, speciálně konstruovaných pro určitý druh provozu a určitou oblast, např. elektromobily pro městská centra, resp. další ekologicky citlivé oblasti, hybridní pro periferie a vozidla s klasickými spalovacími motory pro dálkovou dopravu. Významná role při prosazování moderních nízkoemisních dopravních prostředků připadá státu, který má pro tento účel k dispozici celou řadu účinných nástrojů (daně, dotace apod.).

Vodíkový pohon

Energie, obsažená ve vodíku, jak bylo uvedeno již dříve, může být uvolněna ve dvou formách, a to bud přímo ve spalovacím motoru, nebo ve „studené" formě v palivovém článku přímou přeměnou v elektrický proud.

V prvém případě je palivový systém motoru vybaven elektronickým směšovacím systémem, který určuje směšovací poměr vodíku a vzduchu. Spalování probíhá s přebytkem vzduchu. Přídavný vzduch ve spalovacím prostoru odnímá teplo a tím klesá teplota plamene pod kritickou mez, nad niž by se směs mohla sama vznítit. Vznikající oxidy dusíku (NOx) jsou neutralizovány v redukčním katalyzátoru. Bez dalších přídavných zařízení pracují vodíkové motory prakticky bez emisí, oproti benzinu jsou všechny emisní komponenty sníženy až o 99,9%.

Druhý systém využívá akumulátor pro zásobování palubní sítě elektrickou energií. Palivový článek přebírá funkci konvenčního elektrochemického akumulátoru, má účinnost i vyšší než 50 % a je neustále v provozu.

Ačkoliv jsou vozidla s palivovým článkem ještě na počátku svého vývoje, jsou zajímavou alternativou pro budoucnost. Mohou v budoucnu dosahovat podstatně vyšší účinnosti ve srovnání s konvenčním pohonem a produkovat malé, popřípadě žádné škodlivé emise. Bude-li v počátku, v přechodném období, jako paliva použito např. bioetanolu, anebo jiného uhlovodíku, nebude nutné provádět změny v infrastruktuře zásobování palivem. Současná síť čerpacích stanic může být zachována a průběh tankování bude probíhat jako obvykle.

Vodíkem poháněné vozidlo současnosti nemá zatím výslednou účinnost vyšší, než klasická koncepce pohonu (je nutno započítat celý řetězec od výroby přes skladování a čerpání až po konečnou spotřebu, kdy právě výroba vodíku je velmi nákladná). Pokud by byl vodík v současnosti vyráběn elektrolýzou vody s využitím elektřiny z jaderných elektráren, nebude jeho využívání přispívat ani k emisi skleníkových plynů. Proč jsem vzpomenul i jaderné elektrárny? Je tomu tak proto, že výkon jaderného reaktoru nelze řídit s ohledem na okamžitou potřebu el.energie. Proto musíme dokázat spotřebovat jimi produkovaný výkon, aniž bychom ho zmařili. V tomto ohledu jsou ideální např. přečerpávací VE, ale nabízí se i možnost pro využití této energie rovněž k výrobě energetického zdroje palivových článků. Přes značné prostředky, věnované výzkumu palivových článků a přes jistotu, že první malosériově vyráběná vozidla s palivovými články se objeví zřejmě do roku 2010, není bezprostřední hromadné rozšíření využívání palivových článků jako zdrojů energie v dopravě jisté.

Současná vysoká cena spolu s poměrně velkým objemem a hmotností technologie (zejména nádrží) vedou k nutnosti omezit ve vozidle instalovaný výkon pod hranici běžnou pro vozidla se spalovacími motory. U palivového článku hrozí ztráta účinnosti při vysokém zatížení (spíše sériový charakter ztrátového odporu na rozdíl od významného paralelního odporu pístového motoru).

Kromě toho existují další řešitelné, i když nepříjemné provozní problémy (provoz za mrazu, nutnost ohřevu palivového článku na provozní teplotu před rozjezdem vozidla atp.). Proto se zatím uvažuje o hybridních uspořádáních, obecně v kombinaci spalovací motor / alternátor palivový článek - elektrochemický akumulátor / superkapacitor – trakční elektromotor. Akumulovaná energie přispěje k pokrytí potřebných výkonových špiček, přičemž spalovací motor by byl zmenšen a palivový článek zvětšen na optimální velikost, zabezpečující vysokou účinnost při provozu na plné vytížení. Kromě toho lze využít i rekuperace kinetické energie vozidla při brzdění.

Emise

Přes stále se zpřísňující legislativní emisní předpisy (EURO) je roční nárůst vyráběných Vozidel s klasickým pohonem takový, že se celkové množství emisí v ovzduší nadále zvětšuje. Nejobávanější je přitom CO2, který způsobuje skleníkový efekt se všemi negativními důsledky. Zvýšená koncentrace CO2 v atmosféře destabilizuje vysoce komplexní klimatický systém. Lze pozorovat nárůst globální povrchové teploty, stoupající hladiny moří a posun zemských pásem.

Trend k zastavení uvedených jevů umožňují pohony dopravních prostředků, z nichž jako nejvýznamnější se jeví pohon elektromotorem, zejména pro jeho výhodnou charakteristiku a bezemisní provoz.

Významné jsou v současnosti hybridní pohony, pohony dvěma nebo více na sobě nezávislými zdroji energie. Nejvhodněji se zatím jeví spalovací motor a elektromotor. Tyto hybridní systémy bývají někdy doplňovány třetím zdrojem - setrvačníkem nebo ultrakapacitorem pro rekuperaci energie při brzdění, a to jak u nejmenších automobilů, tak i u autobusů a trolejbusů. V závislosti na okolnostech jízdy (akcelerace, nabití), automobil využívá nejvýhodnější režim. Protože dochází k průběžnému dobíjení baterií v průběhu jízdy, baterie mohou být menší (a levnější), než u klasických elektromobilů. Dva motory a další technická vylepšení zvyšují cenu a hmotnost vozidla. Na trhu je k dispozici již několik modelů hybridních automobilů (např. Toyota Prius).

Největší perspektivu poskytuje pohon elektromotorem se zdrojem proudu z palivového článku, který mění energii obsaženou v palivu (vodík nebo uhlovodík) přímo na elektrický proud. V současnosti probíhají dlouhodobé ověřovací zkoušky. Jedná se o ověření prototypů za účelem zavedení sériové a hromadné výroby. Základním problémem palivového článku je vývoj elektrolytu splňujícího kriteria hromadné výroby, výkonové účinnosti, životnosti a ceny.

Světová zásoba ropy je druhořadým problémem, který se částečně vyřeší využíváním obnovitelných zdrojů energie (vítr, voda a slunce) pro výrobu vodíku. Ropa se podílí asi 40 % na světové spotřebě energie, a proto v současnosti je nejdůležitějším nosičem energie světového hospodářství.

V prosinci 2001 Evropská komise (European Commission - EC) přijala akční plán a dva návrhy směrnic, zabývajících se využitím alternativních paliv v dopravě. Akční plán načrtl strategii, jak dosáhnout 20% náhrady benzínu a nafty alternativními palivy v silniční dopravě do roku 2020. Závěr je, že pouze 3 alternativní paliva / technologie mají šanci nahradit z více než 5% spotřebu motorových paliv v příštích 20 letech:

- biopaliva, v současnosti již používaná,
- zemní plyn ve střednědobém horizontu,
- vodík a palivové články v dlouhodobém horizontu.

První navrhovaná směrnice se zabývá zvýšením podílu využívání biopaliv v členských státech EU i stanovením povinnosti přidávat stanovená procenta biopaliv do benzínu a nafty.

Druhá navrhovaná směrnice dává členským státům EU rámec pro uplatňování rozdílných daní ve prospěch biopaliv. Tyto nové iniciativy EC demonstrují první evropskou legislativní podporu alternativním palivům a pohonům v dopravě.

Závěr

Osobně jsem zastáncem této technologie, jednak proto, že při výrobě vodíku a kyslíku můžeme s výhodou používat právě variabilních OZE. To se odrazí příznivě i v automobilové a transportní dopravě, při využívání zmíněné koncepce silničních vozidel na bázi palivových článků.

Dalším důvodem, který mne k tomu vede je rapidní snížení emisí silničních vozidel s tímto druhem pohonu včetně exhalací plynů skleníkového typu. To může při masovém nahrazení klasických spalovacích motorů výrazně napomoci i řešení problémů globálního oteplování na Zemi.

Výhodu vodíkové technologie vidím rovněž v tom, že obě složky paliva lze produkovat do zásoby podle okamžitých podmínek a skladovat je po potřebný čas, až do jejich použití v palivových článcích. Takto lze účinně kompenzovat variabilitu ve výrobě elektrické energie z OZE, zejména fotovoltaických zdrojů a větrných elektráren.

Jsem však přesvědčen o tom, že této technologii musí státy nejen poskytovat různé úlevy, ale zároveň podporovat a dotovat další výzkum. Za takovýchto předpokladů vidím budoucnost uvedené kombinace OZE s palivovými články jako zdroji energie vozidel silniční dopravy jako perspektivní.

Zdroje informací

Osobní zkušenosti a poznatky

- Zdroje blízké automobilce BMW
- Osobní rozhovory s lidmi zasvěcenými do problematiky spojené s OZE a FC
- Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
- Studie pohonu mobilního prostředku s palivovým článkem
- >> Ing. Bohumil HORÁK, Ph.D.
- >> Ing. Jiří KOZIOREK, Ph.D.
- >> Ing. Miroslav KOPŘIVA
- >> Ing. Martin PAPOUŠEK
- >> Ing. Zdeněk SLANINA

- Česká vodíková technologická platforma
- >> Prof. Ing. Jan Macek, DrSc.
- >> Petr Dlouhý
- >> Luděk Janík

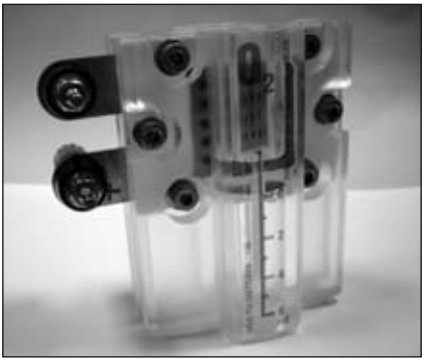
Zvláště chci poděkovat:
Ing. Surkov Michal > UČITEL ELEKTROTECHNIKY
pan Ševčík Ivo > UČITEL ODBORNÉHO VÝCVIKU

PŘÍLOHOVÁ OBRAZOVÁ ČÁST SOUTĚŽNÍ PRÁCE

Baconův alkalický článek 5 kW

První vozidlo s palivovým článkem, traktor o výkonu 20 kW

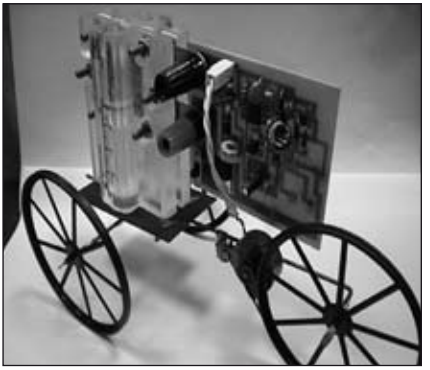
Fotovoltaické parky s vysokým $P_{špič}$



Při reakci vzniká v palivovém článku elektromotor. síla

Fotovoltaický park v SRN poblíž Schwalmstadtu

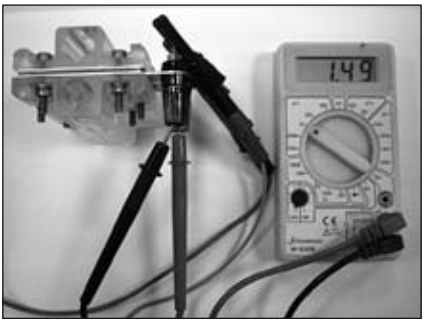
Odpadá nutnost použití nákladných polovodičových střídačů a dalších el. obvodů



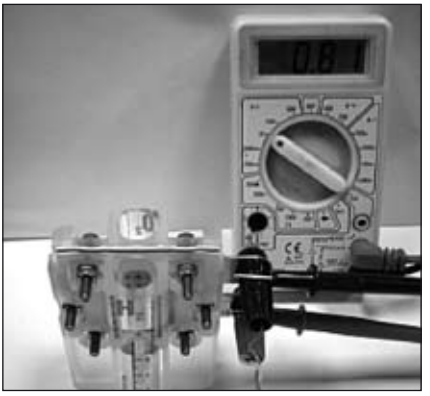
Mé vozítko, poháněné palivovým článkem

Firma SMA vyrábí tato zařízení pro fotovoltaické elektrárny a další aplikace

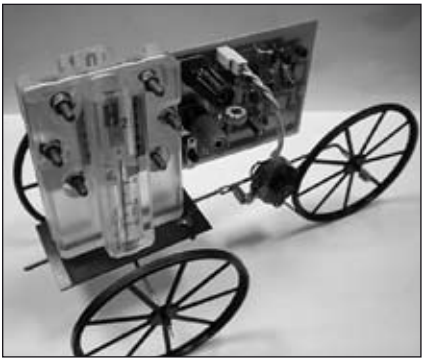
Nabíjení článku



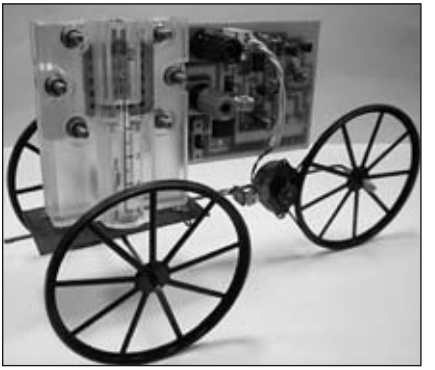
Článek je nabíjen ze stejnosměr. zdroje



Zátěž je již připojena ke článku



Pohled na část mého modelu



Celkový pohled na vozidlo, poháněné palivovým článkem, se kterým jsem se zúčastnil soutěže v Ostravě

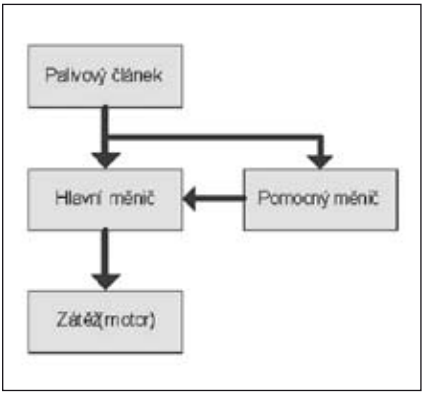


Schéma zapojení kombinovaného pohonu vozidla

Michal HRDINA

Alternativní pohon automobilů: ELKTROMOBILY SŠ – COPT Kroměříž

Úvod

V celých dějinách lidstva závisela prosperita a ekonomika na mobilitě. V poslední době, kdy se na planetě tenčí zásoby fosilních paliv, je nutno čím dál více se hlídat dopady energetiky i dalšího průmyslového znečištění na životní prostředí. Lidstvo musí přejít na nové formy paliv, které budou jak ekonomicky výhodné, tak i ekologicky nezávadné. Proto jsem si pro svou práci vybral elektromobily, které by mohly v budoucnu být vhodnou alternativou ke spalovacím motorům. Nejprve bych chtěl nastínit dnešní energetickou situaci a poté se budu zabývat samotným elektromobilem.

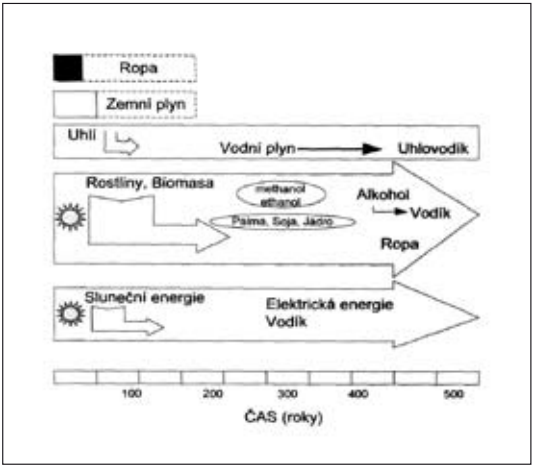
1. Životní prostředí

Zatěžování životního prostředí má negativní dopad nejen na člověka, ale i na faunu a floru. Některé emise působí pouze v okolí svého zdroje, kde je jejich největší koncentrace a mají tedy lokální účinek. Jiné emise přesahují účinkem okolí svého zdroje. Jejich následek je například ničení lesů, okyselování půdy a vody, negativní vliv na zdraví člověka a zvířat, množení řas a zejména globální oteplování skleníkovým efektem.

Podíl emisí způsobených lidskou činností připadá zejména na spalování fosilních nosičů energie (dřevo, uhlí, plyn,…). Silniční doprava obnáší pouze 12% emisí podílu lidské činnosti. Ty vznikají spotřebou neobnovitelných zdrojů energie ve spalovacích motorech.

Celkový obsah emisí CO2 způsobený je jen omezeně měnitelný. I tak vidí evropští politici a mnoho vědců v omezení emisí jako výraz důležitého cíle ochrany životního prostředí. Stejný přístup zaujaly i automobilky. Kvůli stále se zpřísňujícím legislativním předpisům na emise výfukových plynů musí vyvíjet nové koncepce, které by měli těmto předpisům vyhovět. Současný spalovací motor nemůže budoucímu zpřísňování předpisů vyhovět.

V posledních letech se stále důrazněji prosazuje technologie palivových článků. Tato technologie v kombinaci s použitím alternativních paliv (vodík, metanol,…) nabízí obrovský potenciál, který dal podnět automobilovému světu intenzivně pracovat na výzkumných a vývojových pracích.



Dostupné zdroje energie pro pohon vozidel

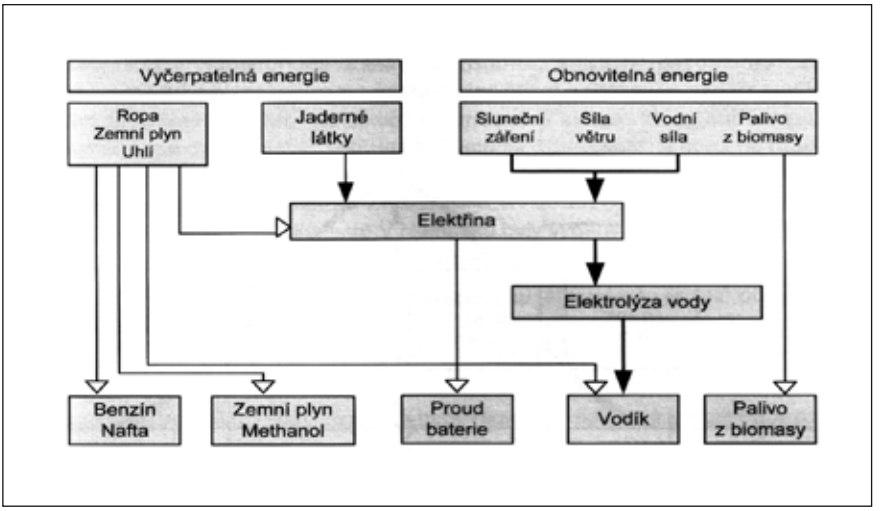
2. Omezené zdroje energie

Mezi nejnaléhavější problémy dnešního světa patří otázka pokrývání energetických potřeb. Energetická krize se nejvíce projevuje ve vyspělých průmyslových zemích s rozvinutým průmyslem a nedostatkem vlastních zásob fosilních paliv.

Prvním použitelným zdrojem energie bylo dřevo. Nalézalo se téměř všude a stále dorůstalo. První průmyslová revoluce v polovině 18. století je úzce svázána s využíváním uhlí. Parní lokomotivy a zemědělská vozidla využívala uhlí jako paliva. Druhá průmyslová revoluce byla asi 100 let po prvním použití ropy jako nosiče energie. S vynálezem naftového a benzínového motoru dosáhla ropa významu jako palivo. Následně se přidal zemní plyn a jaderná energie. V roce 1973 v důsledku první naftové krize bylo uveřejněno, že použití fosilních paliv je omezené. Zásoba fosilních paliv nemůže postačovat stoupající potřebě energie. Tato stoupající potřeba energie je způsobena třemi faktory:

- lidé v průmyslových státech spotřebují stále více energie.
- stoupá počet obyvatel. 1804 bylo dosaženo první miliardy a 12. 10. 1999 oficiálně šesti miliard. Do konce 21. století by měla mít Země 9 až 14 miliard obyvatel.
- dosud vývojové země se začínají industrializovat.

Přes 90% celosvětové spotřeby energie je kryto uhlím, ropou a plynem. Fosilní paliva, ale nehrají roli jen jako nosič energie. Rozvoji petrochemie a ropného průmyslu vděčíme za spoustu potřebných chemických látek a výrobků (plasty, saponáty, hnojiva). Dalším důležitým zdrojem nosičem energie je uran. Dnešních asi 400 atomových elektráren pokrývá asi jen 7% spotřeby energie. Zásoby uranu jsou rovněž omezené a předpokládá se, že při dnešní spotřebě bude vyčerpán asi za 100 let. Velkému zájmu se těší obnovitelné zdroje energie, tedy proud a teplo z větru, slunce, vody a biomasy. Tyto druhy energie jsou dosud drahé, ještě dlouho drahé zůstanou.



Různé druhy energie pro pohon vozidel

3. Elektrická vozidla na baterii

Elektrický pohon je jednou z možností alternativního řešení. Neprodukuje prakticky žádné škodlivé emise, je tichý, má příznivou výkonovou charakteristiku, ale také menší výkon, omezený dojezd, vyšší cenu a případné větší nebezpečí při havárii. Všude kde je nežádoucí hluk a výfukové emise jsou zaváděny elektromobily, např. v pěších zónách, na letištích, nádražích, atd. Velká města mají zavedeny trolejbusy, tedy elektromotory s trolejovým přívodem proudu.

Elektrická vozidla se dělí na dvě skupiny:

- pro silniční provoz
- pro dopravu v podniku

Rychlost vozidel pro dopravu v podniku je pod 50 km/h a jejich zavádění lze datovat již před 2. světovou válku. Tento pohon je v podnicích zaveden ve více než 50%. Kdežto na silnicích je pouze 1% automobilů na elektrický pohon.

3.1 Elektromotor

Elektromotory určuje hodnota momentu, menší význam má hodnota výkonu.

Konstrukce musí být:

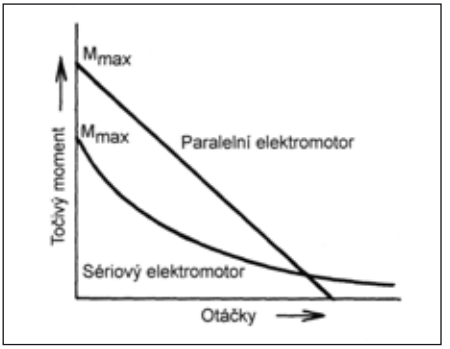
- spolehlivá
- ve velkém rozsahu otáček musí být dostatečný výkon
- kompaktní stavba
- vysoká účinnost při malé hmotnosti
- krátkodobá přetížitelnost
- nízká hladina hluku
- nízké udržovací náklady
- výhodná cena

Elektromotory dělíme na:

- stejnosměrný motor s cizím buzením
- asynchronní motor
- transversální motor
- řízený reluktanční motor
- stejnosměrný motor bez kartáčů

3.1.1. Stejnosměrný motor s cizím buzením

Proud protékající smyčkou se chová stejně jako permanentní magnet, který se může otáčet. Díky komutátoru se navíc dvakrát za otáčku změní jeho polarita. Jelikož souhlasné póly magnetů se odpuzují, tak pokud je komutátor nastavený tak, že se polarita magnetů změní v okamžiku, kdy jsou si jejich opačné póly nejblíže, tak budou na pohyblivý magnet neustále působit síly, které ho budou nutit k pohybu. Rozeznáváme sériový a paralelní elektromotor. Sériový má dobrý počáteční točivý moment, ale ten rychle klesá se stoupajícími otáčkami. Proto se u vozidel prosazuje spíše paralelní motor, jehož točivý moment klesá pomaleji a lineárně. Dá se také použít dvojitý paralelní elektromotor, jde v podstatě o spojení paralelního a sériového motoru, který využívá jak vysoký počáteční točivý moment, tak pomalý lineární pokles otáček.



Výhody stejnosměrného motoru:
- technicky vyzrálé
- jednoduše řízené a cenově výhodné

Nevýhody:
- náchylný k poruchám, musí být udržován
- účinnost a hustota výkonu je menší než u střídavých motorů

< Charakteristiky paralelního a sériového stejnosměrného elektromotoru

3.1.2. Asynchronní motor

Střídavé motory vytlačují u elektromobilu stále více stejnosměrné motory. Statorové vynutí je složeno ze tří svazků, které jsou vůči sobě vzájemně pootočené o 120°. Svazků může být i více. Pokud budeme mít 3n svazků (kde n je celé číslo), pak i úhel jejich vzájemného pootočení bude 120°/n. V tomto vinutí vzniká točivé magnetické pole, s kruhovou frekvencí střídavého proudu ω, případně při n svazcích s kruhovou frekvencí proudu ω/n, to znamená, že se otáčí prostorově proti skříni motoru. Oproti stejnosměrnému motoru je asynchronní motor při stejném výkonu podstatně menší a lehčí. Výkonová hmotnost je asi 1kg/kW. Motor je jednoduší konstrukce, robustní, bezúdržbový a silně přetížitelný, může dosáhnout až 20 000 ot. /min. Velkou výhodou střídavých motorů oproti stejnosměrným je, že k obíhajícímu rotoru nemusíme přivádět žádný proud, neboť ten vzniká rotujícím magnetickým polem. Podle toho jestli se rotor otáčí asynchronně nebo synchronně rozeznáváme asynchronní motory a synchronní motory. U střídavých motorů navíc můžeme při brzdění zpětně získat energii s velmi vysokou účinností.

Výhody střídavého motoru:
- je technicky dokonalý
- je kompaktní a robustní stavby a tím bezúdržbový
- umožňuje vysoké otáčky až 20 000 ot. /min
- mají vysokou účinnost jako stejnosměrné motory

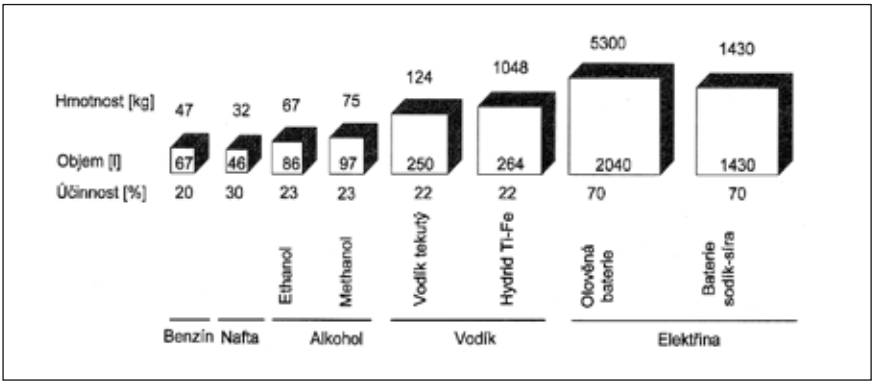
Nevýhody:
- nákladné řízení a tím o něco vyšší cena

3.2 Bateriové systémy

Baterie jsou důležitou součástí elektropohonu automobilů. U baterií hrají důležitou roli dva faktory – výkonová hustota a energetická hustota. Výkonová hustota, tj. odnímatelný elektrický výkon na jednotku hmotnosti, určuje konečnou rychlost a zrychlení. Energetická hustota, tj. obsah energie na jednotku hmotnosti, určuje dojezd. Na baterie pro vozidla jsou kladeny tyto požadavky:
- rychlé nabíjení
- bezúdržbové
- životnost 5 – 10 let

- jízdní výkon více než 50 000 km
- energetická hustota alespoň 200 Wh/kg
- výkonová hustota asi 100 W/kg
- cena baterie by neměla přesahovat cenu 105 Euro/kWh

Olovo-gel baterie i plynotěsná baterie nikl-kadmium jsou očekávaným hodnotám hustoty výkonu již blízko, ale ještě nedosahují požadované zásobní kapacity. Navíc životnost olovo-gel baterie je velice omezena. Vysokoteplotní baterie jsou ovšem velkým dilematem, protože jejich množství energie vzhledem k nádrži vozidla je příliš malé. Například 60 l nafty má hmotnost asi 50 kg a přibližně 500 kWh energie. Shromáždit tuto energii u vysokoteplotní baterie znamená zvýšit hmotnost až 80x, u olověné baterie dokonce až 400x, to je 4 případně 20 tun.



Hmotnostní a prostorové porovnání nádrží vztažené k dráze ujeté s 55 l benzínu

Typ baterie	Hustota energie		Výkonová hustota		Životnost		Cena
	Wh/kg	Wh/l	W/kg	W/l	cyklů	let	Euro/kW
Olovo	30–50	70–120	150–400	350–1000	50–1000	3–5	100–150
Nikl-kadmium	40–60	80–130	80–175	180–350	>2000	3–10*	225* - 350
Nikl-metalhydrid	60–80	150–200	200–300	400–500	500–1000	5–10*	225* - 300
Sodík-niklchlorid	85–100	150–175	155	255	800–1000	5–10*	225* - 300
Lithium-iontová	90–120	160–200	300	300	1000	5–10*	275*
Lithium-polymer	150	220	300	450	<1000	-	<225*
Zinek vzduch **	100–220	120–250	100	120	-	-	60*
Cílové hodnoty	80–200	135–300	75–200	250–600	600–1000	5–10	90–135

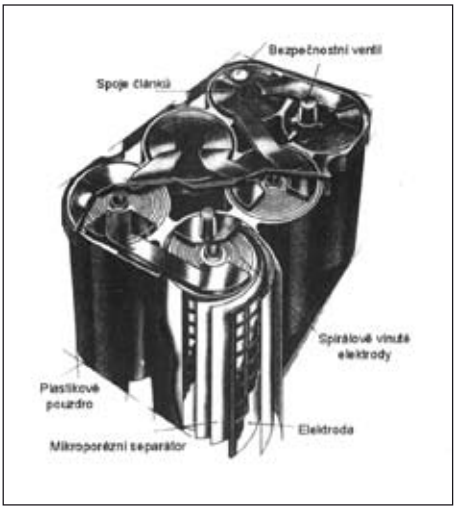
Tabulka: *Přehled údajů jednotlivých typů baterií (*prognóza, **baterie zinek vzduch není akumulátor, musí být podle potřeby změněn)*

Galvanické elementy, to jsou baterie, akumulátor a dále popsané palivové články mohou chemickou energii měnit přímo na elektrickou. Baterie funguje na tomto principu: Dvě elektrody z různých materiálů ponořené do kapaliny nebo pevné látky (elektrolytu), obsahují pohyblivé elektricky nabité částečky (ionty). To umožňuje vodivé spojení mezi oběma elektrodami. Elektrolyt je obvykle zředěná kyselina nebo zásada či rozpuštěná sůl.

První elektrický článek vyvinul A. Volta (1745–1827) v roce 1800 a tím stanovil napěťovou řadu. Napětí mezi elektrodami galvanického článku nezávisí na velikosti nebo tvaru elektrod, ale jen na jejich materiálu. Typické hodnoty jsou od 1 do 4 V. Pro vyšší napětí se musí spojit více galvanických elementů do řady. Na rozdíl od baterií (primární článek) jsou chemické průběhy v akumulátorech (sekundární článek) obrácené. To jim umožňuje, že mohou být opakovaně nabíjeny a vybíjeny. Počet cyklů nabití a vybití je omezen, protože obrácené chemické procesy neprobíhají dokonale. Pro akumulátor se také používá název baterie, neboť tento pojem byl v odborné literatuře také pro sekundární články zaveden. Nejznámějším příkladem akumulátoru je startovací baterie v autě – olověný akumulátor.

3.2.1. Olověný akumulátor

Katoda se skládá v nabitém stavu z čistého olova, anoda z oxidu olova. Mezi oběma elektrodami je napětí asi 2V. Elektrolytem je zředěná kyselina sírová. Díky cenové výhodné výrobě a dlouhodobým praktickým zkušenostem se dá předpokládat, že ještě dnes se olověný akumulátor používá ve většině zásobníků energie pro elektrovozidla. Jeho nevýhodou je velká hmotnost a může akumulovat jen málo energie – asi 25 Wh/kg. Olověná baterie pro pohon elektromobilu může být nabita asi 800x. Baterie použitá pro startování má parametry asi dvakrát vyšší. To je způsobeno větším namáháním při pohonu vozidla. Zkrácením doby nabití na 2 hodiny se sníží kapacita baterie asi o 20%. Jedním z posledních typů olověného akumulátoru je technologie spirálových článků. Oproti klasickým článkům má 3x větší životnost. Nosné části jsou z čistého olova, elektrolyt je v mikroporézní skelné vatě separátoru. Tento akumulátor je bezúdržbový. Nabíjecí proud je až 100A při 14,4 V, tak lze plné nabití zkrátit na 1 hodinu.



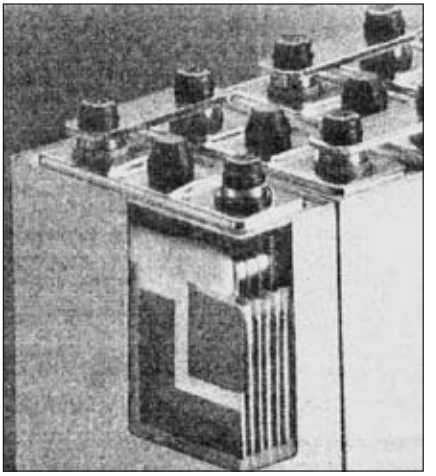
Spirálový olověný akumulátor

Dosavadní zkoušky prokázaly životnost olověného akumulátoru ve vozidle asi 4 roky nebo 300 cyklů nabití a dojezd až 25 000 km. Reálný dojezd vozidel s olověnými akumulátory je 50 km na jedno nabití.

3.2.2. Baterie nikl-kadmium

Tento druh baterií má pro elektromobily velký význam. Pro běžné spotřebitele jsou vyráběné jako malé, plynotěsné, uzavřené knoflíkové články. Jako velké baterie jsou dosud používány ve tvaru otevřených článků. Pro elektrovozidla musí být vyráběny jako bezúdržbové, vinuty v plynotěsné verzi. Elektrody se skládají z elektricky vodivého několika vrstvového materiálu. Mezi vrstvami je nikl. Elektrolytem je vodní roztok hydroxidu draselného, který se stejně jako kyselina sírová u olověného článku nepodílí na reakci, ale jen na transportu ion-

tů mezi elektrodami. Výhodou nikl-kadmiové baterie je vysoká rychlost nabíjení. Elektromobily vybavené tímto druhem baterie dosahují o 50% vyššího dojezdu než s olověným akumulátorem stejné hmotnosti. Nevýhodou je, že dochází k paměťovému efektu (nabití neúplně vybité baterie způsobí, že si tuto hodnotu energie bude pamatovat jako vybitou, čímž se zmenší kapacita). K zabránění paměťovému efektu musí být baterie pravidelně (cyklicky) vybíjena. Výhrady proti baterii mají také ekologové, kterým vadí, že obsahuje jedovatý těžký kov kadmium.



Baterie nikl-kadmium

Nikl-kadmiové baterie, přestože mají vyšší pořizovací náklady než olověné, dosahují životnosti 1500 cyklů při dojezdu 120 000 km. Nové typy těchto akumulátorů (např. HOPPECKE FNC) používají technologie, kde jsou elektrody vytvořeny z umělohmotného vlákna a ve speciální lázni poniklovány. Do anody je pastován hydroxid skelný a do katody hydroxid kademnatý. Izolace elektrod je provedena plastovými separátory. Tím je vytvořena lehká kompaktní baterie, ve které je napětí jednoho článku 1,2V. Takto upravené baterie vynikají vysokou proudovou zatížitelností, vysokým počtem cyklů až 3000, vysokou živností 20 až 25 let, nízkou hmotností a širokým rozsahem teplot od -50 do +50 °C.

3.2.3. Baterie nikl-metalhybrid

Je podobná nikl-kadmiové baterii, která je v moderních elektromobilech převážně používána. Anoda je na bázi sloučenin niklu, katoda ze slitiny pohlcující vodík. Elektrolytem je zředěný roztok hydroxidu vápenného nebo lithiového hydroxidu. Svorkové napětí je 1,3V až 1,4V. Baterie jsou neškodné životnímu prostředí. Mimoto mají ve srovnání s nikl-kadmiovými vyšší výkon i energetickou hustotu, nemohou ale být tak často nabíjeny a vybíjeny. Také u nich se vyskytuje paměťový efekt. Problémy jsou dále jen s vysokou cenou a nákladnou recyklací na konci životnosti.

3.2.4. Baterie vysokoteplotní

Také zvaná vysokoenergetická baterie, potřebuje pracovní teplotu 250-333°C. Existují dva druhy této baterie a oba jsou ve stádiu prototypové vyspělosti: baterie sodík-síra a sodík-niklchlorid, který je označován jako ZEBRA-baterie (Zero-Emission Battery). U obou typů není katoda z pevné látky, ale z tekutého sodíku. Anoda pevná deska z niklchloridu nebo síry, potopená do viskózní tekutiny (např. niklchloridových částic s roztavenou solí). Obě elektrody jsou odděleny izolační keramikou z oxidu aluminia, přes kterou protékají ionty sodíku při teplotě kolem 300 °C. Teplota baterie je regulována přídavnou elektrickou vložkou uvnitř vany baterie. Během provozu je při nabíjení a vybíjení využíváno uvolněné ztrátové teplo. Vysoká teplota je nutná k udržení tekutosti sodíkové elektrody a umožňuje tok iontů k elektrodám. Články uvnitř baterie jsou vakuově izolovány, aby byla udržena požadovaná teplota. Pracovní teplota baterie musí být neustále udržována, tedy, i když je vozidlo zaparkováno.

Systém baterie	Rychlost nabíjení (h)	Průměrná ztráta za den (km)	Dojezd ve městě (250W/km)	Min. doba nabíjení pro 400km (h)
Olovo-gel	2 - 50% 10 - 100%	0,032 0,5	32 50	44 3,5
Ni-Cd	0,5 - 97% 1-100%	0,5	50	3,5
Ni-Mh	Jako Ni-Cd	1,4	70	3,5
Na-S	1- 50%	15,3	100	5
Na-Ni-Cl	0,75 – 90% 3,5 - 100%	14,4	110	4,5

Tabulka: *Porovnání různých systémů baterií*

4. Elektromobily s palivovými články

Bateriové elektromobily mají mnoho výhod: nezpůsobují lokálně žádné škodlivé emise, jsou tiché, elektromotor má vysokou účinnost a nepotřebuje převodovku. Avšak zásobník energie, baterie, je příliš těžký, drahý a má nedostatečnou životnost. Alternativou může být palivový článek. Tato technologie umožňuje výrobu vozidla s nulovými emisemi, které má vysokou účinnost a není odkázáno na fosilní paliva.

Palivovému článku je (na rozdíl od baterie) stále přiváděn redukční prostředek - palivo a oxidační prostředek kontinuálně zvenčí. Článek samotný přitom zůstává nezměněn. To je pro vozidlo neocenitelná výhoda. Palivový článek může dodávat neomezeně energie, dokud je účastná chemická substance z vnějšku. Vozidlo vybavené pohonem na základě palivových článků může v krátké době natankovat palivo (vodík, metanol, zemní plyn,…), které mu postačí na mnoho hodin jízdy, tak jako se spalovacím motorem. Účinnost zařízení s palivovým článkem je téměř dvojnásobná oproti spalovacímu motoru. Oxid dusíku nebo oxid uhelnatý odpadají zcela, oxid uhličitý je pouze v případě jedná-li se o uhlovodíkové palivo.

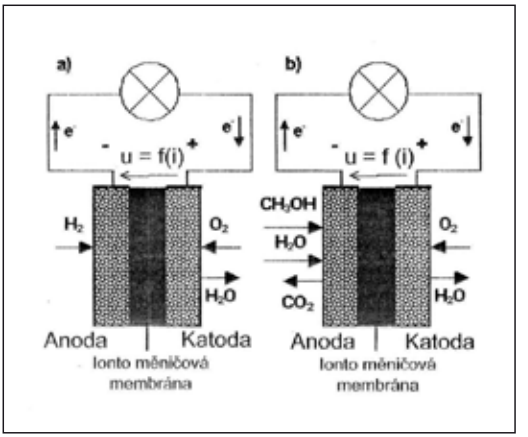
4.1. Historie palivového článku

Roku 1800 W. Nicholson a A. Carlisle rozložili elektrolyticky vodu na kyslík a vodík. Po sloučení těchto dvou prvků opět vznikla voda. Princip palivového článku byl objeven už v roce 1838 švýcarským vědcem Christianem Friedrichem Schönbeinem. Poprvé byl zkoušen anglickým badatelem Williamem R. Grovem v roce 1839, který článek sestavil na základě Schönbeinovy teoretické práce. Termín „palivový článek" patrně použili jako první v roce 1889 Charles Langer a Ludwig Mond, kteří se pokusili vyvinout článek napájený svítiplynem. Jejich článek ale byl příliš drahý. Tvůrcem názvu mohl být i William Jacques, který poprvé zkusil jako elektrolyt použít v článku kyselinu fosforečnou. Po vynálezu dynama Wernerem von Siemensem palivový článek upadl částečně v zapomnění.

Teprve v padesátých letech 20. století byl položen základ alkalickému palivovému článku později zavedenému v ponorkách a kosmických plavidlech. Palivový článek na lodi Gemini 1962 měl výkon 15kW. Dnes je palivová článek zaváděn pro získávání energie blokových elektráren s tepelnými výměníky v rozsahu 200 až 300 kW. Rovněž malé systémy o výkonu 1-5 kW jsou již nabízeny pro jednotlivé domácnosti. Trh se zajímá i o miniaturní palivové články pro přenosná zařízení. Palivo je pro ně dodáváno v podobě náplní do kuličkových tužek. Jejich dokonalé využití je však přímo v automobilovém průmyslu.

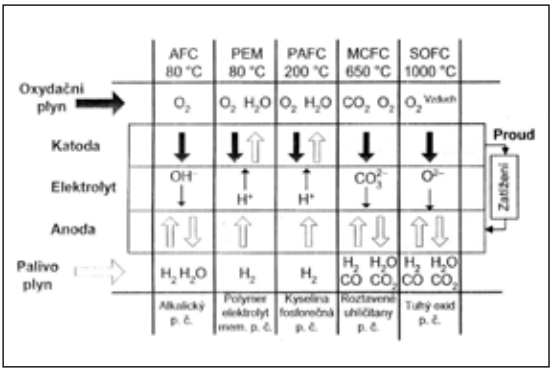
4.2. Stavba a funkční princip palivového článku

Palivové články patří mezi zařízení, v nichž dochází na základě elektrochemických procesů k přímé přeměně vnitřní energie paliva na energie elektrickou. Tím jsou vlastně podobné článkům primárním a sekundárním (bateriím), ale jsou zde značné rozdíly. Zásadní je ten, že aktivní chemické látky nejsou v případě palivových článků součástí anody a katody, ale jsou k nim průběžně přiváděny z vnějšku. Obě elektrody působí jenom jako katalyzátor chemických přeměn, během činnosti článku se téměř neopotřebovávají, jejich chemické složení se nemění. Pokud do palivových článků přivádíme aktivní složky trvale, může pracovat prakticky bez časového omezení. Díky tomu zde odpadá pojem „kapacita článku". Kromě odebíraného napětí se mezi charakteristické parametry řadí i velikost proudu či výkonu odebíraného z 1 dm^2 elektrod. Dalším důležitým údajem je měrný výkon hmotnosti W/kg nebo objemový W/dm^3. Dalším rozdílem je pracovní teplota, která je u palivových článků vyšší než u baterií.



Funkční princip palivového článku s palivem: a) vodík, b) methanol

Princip činnosti palivového článku je jednoduchý. Na zápornou elektrodu, které říkáme palivová (anoda), se přivádí aktivní látka (palivo). Ta zde oxiduje, její atomy se zbavují jednoho nebo několika elektronů z valenční sféry a uvolněné elektrony představující elektrický proud se vnějším obvodem pohybují ke kladné elektrodě (katodě). Na kladné elektrodě, kam se přivádí okysličovadlo, naopak probíhá redukce, atomy okysličovadla volné elektrony příjmají, za současné reakce s kladnými ionty, které k nim pronikají elektrolytem. Pokud se vnější obvod se zátěží přeruší, probíhající chemické reakce se z důvodu nedostatku volných elektronů okamžitě zastaví. Napětí mezi jednotlivými elektrodami je asi 1,23 V.



Systémy palivových článků

4.3. Základní rozdělení palivových článků

Palivové články se dělí především podle typu elektrolytu. V současnosti rozeznáváme těchto pět systémů:

- Alkalické články (AFC - alkalit fuel cells), v nichž je elektrolytem zředěný hydroxid draselný - KOH

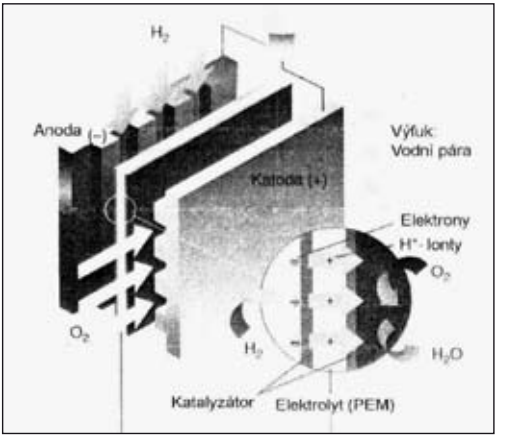
- Články s tuhými polymery (PEFC - protonexchange fuel cells), elektrolytem je tuhý organický polymer

- Články s kyselinou fosforečnou (PAFC - phosporic acid fuel cells), jejich elektrolytem je jmenovaná kyselina fosforečná - HPO_3
- Články s roztavenými uhličitany (MCFC - molten carbonate fuel cells), elektrolytem jsou oxidy vybraných kovů

Uvedené systémy se liší jak chemickými reakcemi probíhajícími na jednotlivých elektrodách, provozní teplotou i účinností elektrochemických přeměn.

4.3.1. Palivový článek polymer-elektrolyt (PEMFC)

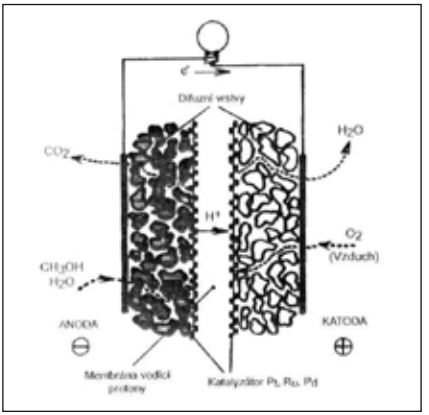
Tuhý polymer jakožto elektrolyt snižuje nebezpečí koroze a dalších nepříznivých jevů obvyklých v článcích s kapalnými elektrolyty. Elektrolytem je tenká polymerová membrána, která je na bázi uhlíku a fluoru podobná teflonu, k jehož řetězci jsou připojeny skupiny obsahující sulfonovou kyselinu. Články dodávají již při pokojové teplotě asi 50% svého plného výkonu. Jejich pracovní teplota je mezi 70 a 90°C, tedy pod bodem varu vody. To je důležité, neboť membrány musí obsahovat od 20 do 40% vody, k zajištění odvodu iontů vodíku.



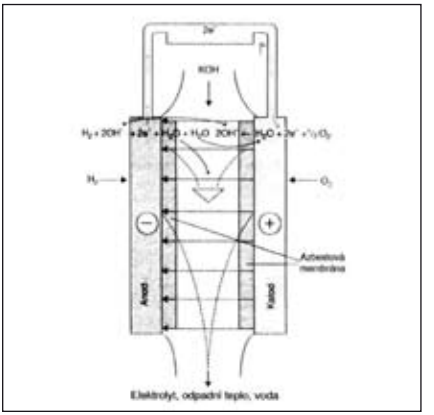
Palivový článek polymer-elektrolyt

4.3.2 Přímomethanolový palivový článek (DMFC)

Může být provozován bez okliky pomocí reformeru se směsí metanolu s vodou. Existují již funkční prototypy. Hlavní technické problémy působí ještě citlivost katalyzátorů na oxid uhelnatý a difúze paliva elektrolytem.



Přímomethanolový palivový článek



Alkalický palivový článek

4.3.3 Alkalický palivový článek (AFC)

V alkalických palivových článcích slouží hydroxid draselný v koncentraci mezi 3 a 50% hmotnosti jako elektrolyt. Jako palivo slouží čistý vodík a jako redukční prostředek může být použit pouze čistý kyslík. Elektrody jsou vyrobeny ze spékaného práškového niklu s přísadou uhlíku a opatřené vrstvičkou platiny jakožto katalyzátoru.

Alkalické palivové články jsou nejlépe prozkoumané a nejvíce používané typy palivových článků. Rozsáhlé zkušenosti jsou získány z programu Apollo a zajištění proudu pro raketoplány. Mají velmi vysokou účinnost článku (až 70%), neboť redukce kyslíku v alkalickém elektrolytu probíhá rychleji. Z toho důvodu jsou alkalické články stále předmětem diskusí použití ve vozidlech. Avšak na základě jejich citlivosti na oxid uhličitý ve vzduchu, musí být dodrženy vysoce čisté reakční plyny (kyslík, vodík).

4.3.4 Palivový článek s kyselinou fosforečnou (PAFC)

Pracuje při teplotě 200°C s vysoko koncentrovanou kyselinou fosforečnou jako elektrolytem. Uhlovodíkové palivo je lehce vyrobitelné a jako oxidační prostředek je využíván vzduch. Jsou používány především pro blokové elektrárny, dobře se hodí ve spojení blokově-tepelných zařízeních.

4.3.5 Článek s roztavenými uhličitany (MCFC)

Elektrolyt je z roztavených uhličitanů. Pracovní teplota uhličitanů je 650°C. Jsou vhodné pro blokové elektrárny.

Závěr

Příliš vysoký negativní vliv spalovacích motorů na životní prostředí vede výrobce automobilů k hledání nových cest pohonu vozidel. Jako nejvhodnější se jeví vozidla na elektrický pohon, a to díky nízkému hluku a nulovým emisím. Elektromobily před sebou mají však ještě dlouhou cestu, než budou moci být běžně používány. Hlavním problémem je malý výkon elektromotoru oproti spalovacím motorům a především baterie. Jsou příliš velké a těžké. Možným řešením by mohly být palivové články, ale ty jsou zatím pro automobily ve fázi výzkumu. Přesto existuje již několik prototypů od různých automobilek, které lze většinou i koupit. Výroba je zatím jen kusová na objednávku. Auty budoucnosti jsou například BMW řady 7, Opel Zafira. Honda FCX, autobusy na letišti v Mnichově. I u nás se připravují podobné projekty. Například v Neratovicích by měly v roce 2009 vyjet autobusy MHD na čistý vodík. Věřím, že za několik desítek let budou již takové vozy běžnou součástí našeho života a automobily na spalovací motor budou zapomenuty.

PETR HAWLICZEK, SŠ Třinec Kanada, přísp. org. Lánská 132, Třinec

Energie budoucnosti – alternativní pohony

1. Úvod

Téma alternativních zdrojů energie a pohonů mě velmi zajímá. Vyrobil jsem modely vozítek na různé typy pohonů, například modely jezdící na solární pohon, termočlánek, palivový článek nebo na citrónovou šťávu. Sám jsem vyrobil svítilnu, kterou pohání superkapacitor (goldcap kondenzátor). Za velmi důležitou energii budoucnosti považuji energii z palivových článků. Navrhl jsem Brownův generátor, jenž díky pohybu částic může rozkmitat miniaturní magnet na membráně a v cívce by se měla generovat elektrická energie.

Práci jsem rozdělil na dvě části. V první se zaměřuji na netradiční alternativní zdroje energie jako jsou tzv. volná energie, solární články, tepelný pneumatický generátor, Peltierovy termoelektrické články, můj návrh Brownova generátoru a galvanické články na citrónovou šťávu. Tyto zdroje dodávají dostatečnou energii pro pohon modelů vozítek, avšak mají relativně malý výkon a nedají se použít například pro pohon automobilů.

V druhé části práce se zajímám o akumulování energie v palivových článcích, ultracap kondenzátorech (superkapacitorech) a předvádím svůj „e-scooter“ na olověný akumulátor.

2. Netradiční alternativní zdroje energie

2.1 Absorbéry na tzv. volnou energii

Absorbéry na volnou energii by šlo označit jako „perpetum mobile“. Jejich princip spočívá v odebíraní energie z permanentního magnetu. V některých odkazech je uvedeno, že tyto absorbéry odebírají energii z časové konstanty jejím zakřivováním.

Zkoušel jsem vyrobit MEG generátor, který vidíte na pravém obrázku, ovšem tento nedosáhl účinnosti ani 50%. Zatím jsem se nesetkal s funkčním MEG generátorem.

Zkoušel jsem vyrobit Beardenův konvertor volné energie a různé magnetické motory. Žádný přístroj nebyl funkční, a proto využití volné energie hodnotím jako neúspěšné.

2.2 Solární články

O vlastnostech solárních článků jsem se nejvíce dozvěděl jejich použitím pro napájení vozítek, napájení nočních lampiček apod.

2.3 Pneumatický generátor

Pneumatický generátor pracuje na principu odpařovaní a zkapalňování vodíku ve speciálních výměnících, kde se vodík váže na železo pro zvýšení teploty varu. Zahříváním výměníku vodou se odpařuje vodík, a tím se vytváří poměrně vysoký tlak. Druhý výměník je chlazen studenou vodou, vodík se drží vázán v železe a je jakoby zkapalněn. V teplejším výměníku vzniká přetlak, který se odvádí přes turbínu napojenou na generátor. Ten průchodem vodíku do chladnějšího výměníku roztáčí turbínu.

Nevýhodou tohoto generátoru je, že když se v teplejším výměníku odpaří veškerý vodík, generátor přestane pracovat.

Navrhnul jsem zapojení generátoru tak, aby výměníky nebylo nutno přehazovat.

Při začátku práce generátoru by se začal odpařovat vodík z teplejšího výměníku, dokud by se všechen neodpařil. Po odpaření veškerého vodíku z teplejšího výměníku se tlak v obou nádržích vyrovná a turbína přestane pracovat. Následně by se ze studenějšího výměníku navázaný vodík v železe přečerpal do mezinádrže, která by měla stejnou teplotu jako studený výměník, aby se nezvyšoval tlak a ten nebrzdil čerpadlo. Po načerpání veškerého zkapalněného vodíku do mezinádrže by se uzavřel ventil mezi čerpadlem a mezinádrží. Následně by se otevřel ventil mezi mezinádrží a horkým výměníkem a zkapalněný vodík by v krátké době samospádem docestoval do horkého výměníku. Ventil mezi mezinádrží a horkým výměníkem by se pak uzavřel. V horkém výměníku by se začal vodík okamžitě odpařovat a znova by se rozběhla turbína na pracovní otáčky. Tím by šlo docílit sice přerušované práce, ale bez mechanické přeměny výměníku.

Schéma mého návrhu

Výhodou tohoto generátoru je, že dokáže vyrábět mechanický pohyb z relativně malých rozdílů teplot. Například při použití generátoru místo chladících věží by se energie, která se ztrácí do vzduchu, dala využít a přeměnit na užitečnou energii.

Napadlo mě spojit klasické tepelné čerpadlo s tímto pneumatickým generátorem. Při jejich spojení by teoreticky mohlo tepelné čerpadlo získat více tepelné energie z okolí, kterou by se pak mohl pohánět pneumatický generátor.

Tento generátor by využíval všudypřítomnou tepelnou energii a určité procento vstupního tepla by přeměňoval na elektrickou energii. Generátor by při svém provozu zabraňoval globálnímu oteplování, protože by odebíral teplo z okolí.

2.4 Peltierovy termoelektrické články

Peltierovy termočlánky se používají hlavně k chlazení například v malých chladničkách. Už méně jsou používány k ohřívání. Při ohřívání termočlánky je použita nejen elektrická energie, ale i teplo z okolí, které termočlánek odebírá. Dosažená účinnost je více než 100%.

Nejméně se využívá termočlánků jako zdroje energie. Jeden PN přechod Peltierova polovodičového termočlánku vyrobí jen napětí v milivoltech a proud v desítkách mA, ale při sériovém zapojení jednotlivých termočlánků do bloku se získá již napětí v jednotkách voltů. Termočlánky v blocích lze koupit za dostupnou cenu.

Možná si řeknete, že Peltierovy termoelektrické články nic neutáhnou, protože mají tak nízké napětí. Proto jsem sestavil malý model, abych tyto domněnky popřel a dokázal, že i relativně malý rozdíl teplot lze použít přímo k pohonu vozítka.

Hlavní problém, který se vyskytuje při tomto druhu výroby elektrické energie, je maximální teplota, které může být Peltiérův termočlánek vystaven. U běžných chladících blokových termočlánků je maximální teplota kolem 70°C, avšak vyrábějí se i s vyššími maximálními teplotami.

Ve vozítku je použit jako generátor elektrické energie Peltierův termočlánek. Z jedné strany je termočlánek chlazen měděnou nádrží s vodou a z druhé strany je ohříván běžnou parafínovou svíčkou. Vozítko pracuje bez jakékoli elektroniky, motor je přímo napájen elektrickou energií vytvořenou termočlánkem.

Na vozítku můžete vidět i výstup na externí zdroj, takže lze vypnout motor a napájet svíčkou například rádio. Při použití na napájení rádia jsem ještě mezi externí výstup a rádio dal násobič napětí, aby napětí bylo udržováno na 6V.

Provedl jsem přibližné měření výkonu termočlánku M-TEC1-12706 (Thermoelectric Cooler (Peltier Module) Size 40x40x3.8mm (WxDxH), weight 30g Imax 6A, Umax 15.4V, Qmax (ΔT =0) 51,4W):

Tabulka naměřených hodnot (měření jsem prováděl v amatérských podmínkách)

Při rozdílu teplot 60°C článek vyrobí již solidních 0,25W, což se dá dobře využít.

Využít termočlánky by šlo podobně jako výše zmíněný pneumatický generátor kdekoli, kde je nevyužitelně generováno teplo. Při použití sad termočlánků místo chladící věže by šlo velké procento tepla přeměnit na užitečnou elektrickou energii.

Výhoda Peltierových termočlánků je, že nemají žádné pohyblivé části, pouze polovodiče. Tím bude životnost termočlánků mnohem delší než životnost stroje s pohyblivými součástkami a navíc tyto termočlánky jsou prakticky bezúdržbové.

2.5 Brownův generátor

Druhý termodynamický zákon, podle formulace W. Thomsona zní: Není možné sestrojit periodicky pracující stroj, který by jen přijímal teplo od určitého tělesa (ohřívače) a vykonával stejně velkou práci. Každý takový stroj pracuje tak, že přijímá od ohřívače teplo Q1 a chladiči odevzdá teplo Q2 (Q2 < Q1), přičemž vykoná práci W=Q1-Q2. Z toho vyplývá, že jde o pístový periodický pracující stroj, podobný parnímu stroji.

Když jsem se pokoušel přijít na to, jak obejít druhý termodynamický zákon, zamyslel jsem se nad tím, že druhý termodynamický zákon neplatí na molekulární úrovní. Samozřejmě generátory o velikosti několika molekul by bylo velice těžké vyrobit. Napadlo mě využít Brownova pohybu částic. Generátory využívající Brownova pohybu by nemusely mít rozměry několika molekul, ale mohou být mnohem větší a tím i lehčeji vyrobitelné.

Představme si malé magnety o velikosti pylových zrnek nebo ještě menší, které by se držely na tenkých membránách, branících pohybu magnetu mimo jim určený prostor. Kolem každého takto miniaturního magnetu by byla mini cívka.

Při nárazech molekul kapaliny (i plynu) do magnetu a membrány by magnet nepravidelně kmital a v cívkách by se generovalo střídavé napětí (s nestálou frekvencí i amplitudou).

Určitou nevýhodou by bylo, že bychom nemohli tyto mini cívky samy o sobě zapojit paralelně ani do série, protože jak známo z Brownova zákona, výsledný vektorový pohyb všech částic je téměř nulový, takže by se dané napětí a proudy cívek vyrušily a na výstupu bychom nedostali žádnou elektrickou energii. Tento problém by ovšem nebylo tak těžké vyřešit. Stačilo by za každou cívku dát polovodičový usměrňovač a následně bychom už mohli spojit všechny cívky. Na výstupu bychom pak dostali stejnosměrnou elektrickou energii, jejíž napětí i proud by byl v čase téměř konstantní. Na cívky bychom museli použít dostatek závitů, protože na polovodičovém můstku jsou v propustném směru ztráty napětí (u klasického křemíkového celkově 1,4V a u můstku složeného se Shottkyho diod asi 0,6V). Taky by šlo využít usměrňovač složený s tunelových diod, který by měl ztráty, vzhledem k nízkému procházejícímu proudu, téměř nulové. Navíc tunelové diody dokážou pracovat i s velice vysokými frekvencemi, ovšem na „Brownově generátoru" je dost těžko si představit frekvenci kmitů několik GHz, takže to by byl další plus navíc.

Takový generátor vyrobí sice jen minimální elektrickou energii a navíc je velice stavebně náročný kvůli velkému počtu miniaturních součástí. V dnešní době je už výroba miniaturních součástek vývojově velmi daleko, takže by nebyl problém vyrobit stroj, který by sériově vyráběl tyto minigenerátory. Každá jedna část by se skládala z magnetu, membrány, cívky a usměrňovače a nějaký stroj by jich například mohl vyrobit milion na jeden strojový cyklus (velice hrubý odhad).

Neuvádím zde, že na tento zdroj budeme někdy jezdit autem, ale že je možné takovýmto způsobem vyrobit elektrickou energii na úkor okolního tepla, bez potřeby rozdílu teplot. Možná by takový generátor na principu Brownova pohybu o velikosti pár milimetrů vyrobil dostatek energie pro pohon kalkulačky a možná i mobilního telefonu. Pokud se v budoucnosti bude stále zmenšovat odběr proudu digitálních přístrojů, možná bude stačit pouze napájení Brownovým generátorem a nebudeme potřebovat žádné baterie.

2.6 Články na citrónovou šťávu

Jedním z nejstarších zdrojů elektrické energie jsou galvanické články. Nejjednodušší galvanický článek vytvoříme ponořením měděné a zinkové elektrody do roztoku kyseliny citrónové, která se nachází v citronu.

Vyrobil jsem několik vozítek na galvanický článek. Každé z nich nejdřív pomocí řídicí elektroniky naakumuluje energii do kondenzátoru a po nabití kondenzátoru ji použije k pohybu vozítka.

U tohoto vozítka se mi podařilo dosáhnout nejvyšší účinnosti mezi dodanou energii a pohybem. Používá, stejně jako výše popsaná vozítka, naakumulovanou energii do kondenzátoru a následné sepnutí energie do motoru.

Všechny tyto vozítka na citrónovou šťávu se pohybují skokově.

Při použití kvalitního a propracovaného řízení lze využít i malé množství energie, důkazem čehož jsou tyto vozítka.

3. Moderní akumulační technologie

3.1 Uchovávání energie ve vodíku pomocí palivových článků

Nejúčinněji lze využít vodík pomocí palivových článků. Palivové články mění v procesu obrácené elektrolýzy chemickou energii přímo v elektrickou. Poněvadž neprobíhá Carnotův cyklus, dosahuje se účinnosti 70 %, tj. podstatně více, než u elektráren spalujících fosilní palivo.

Druhy palivových článků:

a) Nízkoteplotní palivové články

Tyto články používají jako elektrolyt 30 % roztoku KOH, rozmezí pracovních teplot je 60 až 90°C, elektrická účinnost prakticky 60 %. Tyto články jsou v poměru výkonu velice lehké, proto jsou velice vhodné pro přenosné přístroje, kde hodně záleží na hmotnosti.

Obr13a - Nákres palivového článku
Obr13b - Funkce palivového článku
Obr13c - Obrázek palivového článku ve skutečnosti
Obr13d - Graf závososti napětí palivového článku
na maximálním odběrovém výkonu:
Obr13e - Elektrická a celková účinnost a napětí palivového článku

b) Středoteplotní palivové články

Tyto články s elektrolytem roztoku kyseliny fosforečné, s pracovní teplotou 160 až 220 °C, elektrická účinnost je prakticky 55 %. Palivem nemusí být čistý vodík, dokáží „spalovat“ i zemní plyn.

c) Vysokoteplotní palivové články

Rozmezí pracovních teplot je 600 až 650 °C (pro články s keramickým elektrolytem jsou pracovní teploty až 800 až 1050 °C). Elektrická účinnost těchto článku je 55-65%. Palivem může být metan, zemní plyn, uhelný plyn nebo čistý vodík.

Elektrolyt je tvořen s taveninou, tvořenou alkalickými uhličitany, nasáknutou v keramické membráně.

Nevýhodou vodíkových článků je, že velké procento vyrobené energie se přemění na teplo (až 50% v palivovém článku). U přenosných přístrojů to bude nevýhoda, protože budou potřebovat velké chladiče.

Vyrobil jsem vozítko na PEM nízkoteplotní palivový článek. Na soutěži Napájení sluncem-2007 jsem s ním obsadil 7. místo. Elektroniku jsem nepoužil z důvodu zbytečné ztráty energie. Pro napájení postačilo napětí, které produkuje palivový článek (kolem 1V).

Na první pohled se může zdát, že motor je zbytečně velký. Velikost motoru je ovšem vyvážena jeho setrvačností a minimálním třením oproti běžným malým motorkům.

3.2 Ultra Cap kondenzátory (superkapacitory)

UltraCap kondenzátory mají zatím stále malou kapacitu pro použití jako akumulátoru do elektromobilu. Šlo by je velice dobře použít pro vyrovnávání zatížení do elektromobilů napájených palivovými články, protože palivové články mají nejlepší parametry při stálém odběru. Například při jízdě do kopce by se využila energie z UltraCap kondenzátoru a při brzdění by se mohla využít rekuperace a energie by se opět nabíjela do těchto kondenzátorů. Největší výhodou UltraCap kondenzátoru je životnost 100 000 hodin a nabíjecí doba pouze několik sekund.

Kapacita těchto kondenzátorů se neustále zvyšuje, v dnešní době se vyrábějí relativně malé UltraCap kondenzátory s kapacitou až kolem 5000F.

Přiklad mého použití malého UltraCap kondenzátoru:

Vyrobil jsem svítilnu, která se nabije pomocí solárního článku i při velmi slabém slunečním svitu díky „malé“ kapacitě kondenzátoru (1F/5,5V). Jednoduchá elektronika sepne LED diodu, která díky vysoké účinnosti svítí po celou noc.

Životnost svítilny odhaduji nejméně na 25 let díky tomu, že je kondenzátor hermeticky uzavřen v dentakrylu a je minimálně proudově namáhán. Celá svítilna je zalitá do dentakrylu, aby se omezilo mechanické namáhání součástek.

V budoucnosti, kdy se bude kapacita těchto kondenzátorů stále zvyšovat a vnitřní odpor snižovat, to bude velice nadějný pohon. Možná jednou nebudeme na benzínkách čerpat benzín, ale elektrickou energii do UltraCap kondenzátoru.

4. E-scooter

Dlouho jsem přemýšlel, jak sestrojit velké vozidlo na alternativní zdroj energie co nejlevněji.

Sehnal jsem konstrukci ze starého mopedu, startér z auta a velkou autobaterii jako zdroj energie. Takto složený e-scooter má cenu pár stovek korun a jede na alternativní zdroj energie. Aby byla jeho účinnost co nejvyšší, použil jsem PWM modulátor pro řízení otáček motoru.

Je to pouze příklad, jak by mohl e-scooter vypadat. Účinnost není příliš vysoká, životnost baterie je nízká (v závislosti na regulaci při jízdě), ale je to ukázka, jak levně a jednoduše lze využít alternativní zdroj energie.

Podrobnější popis mám na odkazu: http://hawelson.blog.cz/0712/e-scooter

5. Závěr

Absorbéry volné energie nebyly funkční a zatím jsem neviděl ani jediný funkční stroj na pohlcování takzvané volné energie.

U solárních článků je využití již širší. Do jejich výroby vložíme sice tolik energie, kolik vydají za celou svou dobu životnosti, ale na opuštěných místech bez elektrické sítě jsou solární články velice dobrou volbou.

Pneumatický generátor bude mít určitě využití v místech, kde jsou velké a zbytečné ztráty tepla. Bude však třeba výrobu těchto generátorů rozšířit. Generátor, který jsem zde uvedl, je jen prototypem. Využívání okolního tepla bez rozdílu teplot asi nebude s tímto generátorem realizovatelné.

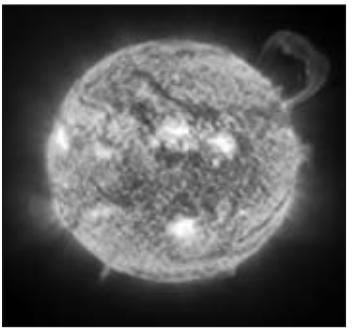
Peltierovy termočlánky mají dosti malou účinnost přeměny tepelné energie na elektrickou. Přesto by se daly využívat tam, kde jsou zbytečné ztráty tepla a jejich výhodou je, že jsou prakticky bezúdržbové a mají díky absenci pohyblivých části dlouhou životnost. Brownův generátor jsem navrhl jen proto, abych dokázal, že jde využít pouze teplo okolí bez nutnosti rozdílu teplot. Takový generátor by pak dokázal vyrábět elektrickou energii neustále a v poměrně širokém rozmezí vstupních teplot. Generovaná energie bude sice minimální a složitost sestavení generátoru velká, ale zato bude stále generovat elektrickou energii.

Galvanické články na citrónovou šťávu jsou velice starým zdrojem. Tím, že jsem sestrojil vozítka na tento pohon, jsem dokázal, že hlavně záleží na tom, jak umíme energii úsporně využít a zbytečně jí neplýtvat.

V druhé části se zaměřuji na akumulační technologie. Palivové články a UltraCap kondenzátory dokáží dodat vysoké výkony na svou váhu, proto si myslím, že to v budoucnosti budou dva nejpoužívanější pohony automobilů. Palivové články budou jako hlavní zdroj energie pro pohon automobilů a UltraCap kondenzátory budou vyrovnávat odebíranou energii tak, aby byly palivové články rovnoměrně zatěžovány.

LUCIA JURČOVÁ, VIERA KUTTNEROVÁ, SŠ Senica, Slovensko

Energia slnka je nekonečná – OBNOVITEĽNÉ ZDROJE ENERGIE



Citát:

„Slnko všetkých dní ešte nezapadlo."

(Titus Lívius)

V súčasnosti sa veľa hovorí o obnoviteľných energetických zdrojoch, ktoré sú nevyčerpateľné, majú priaznivý vplyv na životné prostredie a energia získaná z nich je vlastne zadarmo.

Medzi tieto zdroje patria biomasa, slnečná, veterná, či energia vody.

S pribúdajúcim počtom slnečných a teplých dní by sa slnečná energia mohla viacej využiť aj v domácnosti. Slnko je iba jednou z biliónov hviezd, pričom je však zdrojom energie každého známeho živočícha a samotnej Zeme. Vlastný slnečný svit je jedným z najjednoduchších zdrojov energie.

Množstvo slnečnej energie, ktorá dopadne ročne na povrch Zeme je asi 10 000- násobne väčšia, než je súčasná celosvetová spotreba energie za 1 rok. Ak máme globálne otepľovanie spomaliť musíme znížiť naše energetické nároky, alebo aspoň lepšie využívať prírodné zdroje energie, teda slnko, vodu, vietor.

V mesiaci marec sme Lucia Jurčová, Vierka Kuttnerová s koordiná-torkou projektu Ing. Paradeiserovou navštívili VTSÚ Záhorie.

V tomto projekte nadväzujeme na prácu našich bývalých spolužiakov, ktorí rozpracovali tematiku využívania solárnej energie VTSÚ Záhorie. Predchádzajúca práca bola monitorovaná v čase výstavby tohto zaria-denia. Zariadenie ešte nebolo v prevádzke.

1. My sme sa vo svojej práci zamerali na tieto 3 hlavné časti:
   Požiadali sme Ing. F. Petráša riaditeľa vo VTSÚ Záhorie o sprístupne-nie projektovej dokumentácie tohto solárneho systému a fyzickej návštevy sústavy 86 solárnych panelov a energetickej jednotky, kotolne.
2. Rozhovor s hlavným energetikom útvaru Ing. Hamerlíkom, ktorý nám urobil prednášku a exkurziu tohto zariadenia.
3. Spracovanie technických údajov do tabuľky.

Regulácia solárneho ohrevu

Na ovládanie zariadení výmenníkovej stanice je použitý riadiaci systém SAIA PCD2.M150. Slúži na riadenie dobíjania bojlerov TUV1, TUV2 a TUV3, reguláciu kúrenia a riadenie a monitorovanie ostatných zariadení.

TUV1 - dobíjanie bojlerov pomocou soláru je realizované nasledovne, ak je BT1.1 je o 10 °C väčšie ako BT1.2, zapnú sa cirkulačné čerpadlá M1.1 a M1.2 a dobíjacie čerpadlo M1.3. Čerpadlá sa vypnú ak sa BT1.1 a BT1.2 teploty vyrovnajú. Je realizovaný aj elektroohrev E01, zapína sa z rozvád-zača a RS zapína pri BT1.3 < 25°C a vypína pri BT1.3 > 35°C, tieto hodnoty možno prestaviť.

Pri zvýšenej teplote zo solárnych článkov sa pripája resp. odpája do cirkulačného okruhu TUV bojler TUV1 pomocou solenoidu. Solenoid na bojleri TUV1 sa otvára pri BT1.2 > 43°C a zatvára pri BT1.3 < 42°C, tieto hodnoty možno prestaviť. Solenoid na bojleri TUV2 sa chová opačne.

TUV2 - dobíjanie bojlera v zimnom období z kotolne regulačným ventilom sa reguluje teplota BT2.2 na 50 °C ak beží dobíjacie čerpadlo M2. Čerpadlo sa zapína pri BT2.4 < 42°C a vypína pri BT2.3 > 47°C v letnom pomocou elektroohrevu EO2 zapína pri BT2.4 < 35°C a vypína pri BT2.4 > 45°C, tieto hodnoty možno prestaviť.

TUV3 - dobíjanie bojlera v zimnom období z kotolne regulačným ventilom sa reguluje teplota BT3.2 na 50 °C ak beží dobíjacie čerpadlo M3. Čerpadlo sa zapína pri BT3.4 < 47°C a vypína pri BT3.3 > 52°C, v letnom pomocou elektroohrevu EO3 zapína pri BT3.4 < 45°C a vypína pri BT3.4 > 55°C. V súčinnosti s čerpadlami M2 a M3 beží čerpadlo M6. Pre potrebu TUV sú čerpadlá M4.1a M4.2, ktoré fungujú ako 100 % záloha v čase 04:30÷08:00 a 14:00÷20:00 ide čerpadlo M4.1 a v čase 08:00÷14:00 a 20:00÷22:15 ide čerpadlo M4.2. Pre potrebu prehriatia na 75°C sa prehrejú bojlery každého 1. v mesiaci na 2 hod. Na výstupe TUV sa reguluje teplota TUV na 55°C. Na ohrev vody pre kúpalisko je na TUV3 solenoid s nastaviteľnými teplotami pre otváranie a zatváranie, tieto hodnoty možno prestaviť.

Kúrenie - podľa nastavených teplôt regulačné ventily SM5, SM7, SM8 regulujú teplotu UK podľa žiadanej hodnoty s nastaviteľnou štvorbodovou krivkou, ak beží príslušné čerpadlo M5, M7, M8. Kúrenie pracuje v režime TRVALE s nastaviteľným nočným útlmom pre pracovné dni a víkend samostatne alebo v režime PRECHODNE s chodom kúrenia nastaviteľným pre pracovné dni a víkend samostatne. Teploty kúrenia sa nastavujú pre každú vetvu samostatne ako 4 bodová krivka kúrenia (viď graf na konci návodu). Kúrenie je v prevádzke v automatickom režime pri vonkajšej teplote pod 13°C.Meniteľné hodnoty sú popísane nižšie.

Na monitorovanie chodu a zmeny parametrov zariadení výmenníkovej stanice riadenej systémom SAIA PCD2.M150 bol použitý priemyselný terminál SAIA PCD7.D231. Na nasledujúcom obrázku sú označené základné funkčné klávesy na prácu s týmto terminálom.

Vysvetlivky

BT10	Teplota vonkajšia
BT11	Teplota priestor strojovne
BT1.1	Teplota Solár výstup
BT1.2	Teplota TUV1 spodná
BT1.3	Teplota TUV1 vrchná
BT2.1	Teplota výmenník TUV2 primár
BT2.2	Teplota výmenník TUV2 sekundár
BT2.3	Teplota TUV spodná
BT2.4	Teplota TUV vrchná
BT3.1	Teplota výmenník TUV3 primár
BT3.2	Teplota výmenník TUV3 sekundár
BT3.3	Teplota TUV3 spodná
BT3.4	Teplota TUV3 vrchná
BT4	Teplota TUV spoločný výstup
BT5	Teplota UK obchod
BT7	Teplota UK ubytovanie
BT8	Teplota UK MS
BT9	Teplota UK primár
TUV	Teplá úžitková voda

Porovnanie spotreby vody a ceny za rok 2007

Spotreba vody v m³: (TÚV)		Spotreba elektriny v bojleroch 1, 2, 3	SK/m³ cena TÚV	Suma za ohrev TÚV
Január	176, 00	0, 00	223, 91	39 408, 78
Február	168, 00	0, 00	244, 37	41 054, 97
Marec	171, 00	84, 00	245, 07	41 907, 04
Apríl	236, 00	772, 50	143, 98	33 980, 15
Máj	188, 00	3025, 00	227, 71	42 809, 44
Jún	234, 00	4966, 00	93, 39	21 854, 05
Júl	336, 00	5819, 00	71, 21	23 927, 91
August	341, 00	6129, 00	73, 77	25 156, 00
September	241, 00	2048, 00	170, 78	41 158, 93
Október	168, 00	50, 50	288, 83	48 522, 86
November	197, 00	0, 00	153, 04	30 148, 60
December	234, 00	0, 00	414, 82	97 068, 57
SPOLU:	2690, 00	22 895, 00	2350, 90	486 997, 30

Z tabuľky vidno, že v mesiacoch apríl až september je cena TÚV v porovnaní s ostatnými mesiacmi nižšia. Dokonca v júni až v auguste, keď je najviac slnečnej energie je cena skoro tretinová. Z tejto tabuľ-ky vyplýva ,že používanie solárnych panelov má význam, lebo dochád-za k značným úsporám.

Záver

Globálna teplota nižších vrstiev atmosféry a povrchu Zeme stále vzrastá. Klimatické modely dokazujú, že hlavnou príčinou zmien klímy je spaľovanie ropných produktov, zemného plynu a uhlia v priemy-selne rozvinutých krajinách. V blízkej budúcnosti sa očakávajú znač-ne nepriaznivé zmeny globálnej klímy s ďaleko rozsiahlymi dopadmi na ekosystémy a ľudskú civilizáciu vrátane ničivých katastrof. Prob-lém zmenšujúcich sa zásob fosílnych palív vyvoláva otázky, či máme morálne právo vyťažiť a spáliť všetky zásoby ropy, uhlia a zemného plynu. Všetci by sme sa mali zamyslieť ako vo väčšej miere využívať alternatívne zdroje energie- voda, slnko, vietor. Solárne panely sú v dnešnej dobe najviac používaným alternatívnym zdrojom. V pomere s ostatnými sa ľahšie vyrábajú a ľahko sa udržiavajú. Solárne panely sa dajú aplikovať všade napr. kalkulačky, strechy domov... Ich nevýhodou je západ slnka, ale to sa dá vyriešiť. Počiatočné náklady na solárne panely sú síce vysoké, ale návratné. Pri využívaní alternatívnych zdrojoch energií nesmieme pozerať len na cenu, ale musíme pozerať na životné prostredie.

MILAN HAUSNER, PŘEMYSL ČECH, SOŠ a SOU Vocelova 133, Hradec Králové

Využití alternativních paliv v dopravě a jejich vliv na životní prostředí

1. Úvod

V naší práci bychom vás rádi seznámily s možností alternativních paliv v dopravě. Nejistota, jak dlouho bude ještě možné spoléhat na ropu, je jednou z klíčových výzev, před nimiž odborníci na vývoj vozidel v současné době stojí. Neméně důležité jsou ale i tlaky ze strany zákazníků (kteří očekávají od svých vozidel minimální spotřebu), požadavky veřejnosti na snižování emisí související s globálním oteplováním a mnoho dalších. Dále jsme pro tento projekt naměřili hodnoty emisí pro automobil s katalyzátorem a bez katalyzátoru a vozidlo s plynovým pohonem a benzinovým agregátem.

2. Alternativní paliva

Vývoj silničních dopravních prostředků blízké budoucnosti se odvíjí především od hledání alternativních paliv, tedy i alternativních pohonných koncepcí. Nová strategie má dva velmi silné, proklamativně zdůrazňované důvody. Prvním z nich je potřeba snížení objemu škodlivých emisí, druhým využití obnovitelných zdrojů energie.

V současnosti se zájem výrobců automobilů soustřeďuje především na čtyři velké okruhy potenciálních nových pohonů. Prvním z nich je pohon vozidel modifikovanými spalovacími motory na plyn. Druhým je pohon vozidel elektromotorem se zdrojem proudu z baterie. Třetí okruh tvoří hybridní pohony využívající hlavně spojení spalovacího motoru s elektromotorem a setrvačníkem akumulujícím kinetickou energii. A čtvrtým, snad nejsofistikovanějším okruhem, jsou pohony vozidel elektromotorem se zdrojem proudu z palivových článků.

Dvacáté první století nastolilo otázku zvládnutí tísnivého problému životního prostředí jako jednu v hlavních výzev. Zatěžování přírody má vliv nejen na člověka, ale i na svět fauny a flóry. Na druhé straně spotřeba fosilních paliv, mezi něž patří i ušlechtilá ropa a její deriváty, prudce stoupá. Postupné vyčerpávání dosud známých zásob má za následek celkové zvyšování cen surovin a tím další zvyšování inflace. Konečná zásoba fosilních nosičů energie nemůže postačovat stoupající potřebě. Její obrovský nárůst je vyvolán třemi základními problémy.

Za prvé lidé v průmyslově vyspělých státech spotřebují více energie na výrobu produktů. Za druhé stále roste počet obyvatel. V roce 1804 světová populace dosáhla první miliardy a 12. října 1999 již na světě žilo oficiálně šest miliard lidí. Je zřejmé, že v 21. století naroste počet obyvatel na devět až 14 miliard. Za třetí stoupající spotřeba energie je vyvolána industrializací dosud rozvojových zemí.

Studium problémů souvisejících s použitím alternativních paliv a jejich porovnání s klasickými motorovými palivy je velmi zajímavé a současně představuje výzvu pro technology zpracování ropy, automobilové konstruktéry i uživatele motorových vozidel. Alternativními palivy (alternativě transportation fuels, ATF) se rozumějí produkty, které mohou nahradit stávající konvenční paliva na bázi ropy nebo mohou řešit jiným způsobem - odlišnou technologií - pohon vozidel. Alternativní paliva jsou známa již mnoho let a jsou spojena s pojmy jako průmysl alternativních paliv (alternativě fuels industry), výrobci alternativních paliv (alternativě fuels providers) a vozidla na alternativní paliva (alternative-fueled vehicles, AFV). V této souvislosti se používají též pojmy náhradní/substituční paliva.

3. Druhy alternativních paliv

Bionafta

Již dnes je zřejmé, že spalovat ropu je značný luxus, protože ta bude jednou chybět chemickému průmyslu, který je na ní závislý. Vznětové motory dnes mohou jezdit na chemicky připravené palivo například z řepky olejné, které známe pod názvem bionafta. Dokonce má při hoření proti klasické naftě přednosti projevující se například v menším množství škodlivin ve výfuku. Bionafta však problém řeší jenom částečně, protože pěstování monokultur na obrovských plochách je možné jenom v odlehlých částech světa.

Elektrický proud

Téměř stejně starý jako automobil se spalovacím motorem je elektromobil. Ten ale dodnes daleko nepokročil a zatím není schopen nahradit značně komfortnější zacházení s automobilovou klasikou reprezentovanou spalovacím motorem. Těžké akumulátory se dobíjejí celé hodiny a akční rádius přesahující jen mimořádně vzdálenost 100 km je naprosto nedostačující. Elektrická energie se sice nechá získávat bez škodlivých emisí z takových zdrojů, jako jsou slunce, vítr nebo voda, ale také sluneční elektrárny nebo větrná pole se realizují jenom s obtížemi.

Zemní plyn

Za perspektivní alternativní palivo, které se nechá dobře využít v jenom lehce upraveném zážehovém motoru, je zemní plyn. Jeho světové zásoby jsou tak obrovské, že k jejich vyčerpání by mohlo dojít teprve asi za více než 150 let. Aplikace je možná ve stlačené formě CNG (Compressed Natural Gas) nebo jako zkapalněné palivo LNG (Liquefied Natural Gas). Ale také zemní plyn je fosilním palivem, při jehož hoření se uvolňují škodliviny, byť v daleko menším množství. Použitím katalyzátoru má však vůz s motorem na zemní plyn šanci splnit kalifornský emisní standard pro automobily s mimořádně nízkými emisemi ULEV (Ultra-Low-Emission-Vehicles). Ten odpovídá elektromobilu s přihlédnutím na vznik emisí při výrobě elektrického proudu.

Vodík

Zkušenosti získané provozem automobilů jezdících na zemní plyn slouží k vývoji perspektivních vozidel s vodíkovým pohonem. Zacházení s vodíkem je ještě problematičtější a má dokonce ještě větší energetické nároky. Při jeho zkapalňování se musí zchladit na teplotu -253 °C. Pro transport a skladování vodíku přichází prakticky v úvahu jenom jeho kapalná forma, nicméně i ta je pro tankování choulostivá, takže musí být prováděno robotem. Bohužel samotná výroba vodíku je náročná na elektrickou energii, ale zato vyrábět ho je možné v neomezeném množství. K přednostem vodíku patří, že jediným produktem jeho hoření je vodní pára.

Propan-butan

V současnosti je nejrozšířenějším alternativním palivem propan-butan (LPG - Liquefied Petroleum Gas). Je to směs uhlovodíků získaná jako vedlejší produkt rafinace ropy. Tento plyn je možné ochlazením nebo stlačením převést do kapalného stavu, ve kterém má malý objem. Přestavba zážehového motoru na pohon LPG je velice jednoduchá. Propan-butan však otázku paliva pro budoucí automobily neřeší.

Etanol

Etanol je podle zkušeností společnosti Scania nejvýznamnějším alternativním palivem pro všechna vozidla v krátkém časovém horizontu. Během posledních 15 let dodala Scania zhruba 600 autobusů na etanol a je stále jejich jediným světovým výrobcem.Výroba tohoto paliva ve světě rapidně roste a tam, kde je vybudovaná po-

třebná síť, přináší etanol opravdové zlepšení životního prostředí. Proto se tato „etanolová“ infrastruktura rychle rozvíjí.Etanol se obvykle vyrábí z cukrové třtiny či cukrové řepy, ale surovinou mohou být i obiloviny nebo biologické odpady, např. lesní odpad. Má sice nižší energetickou hustotu než nafta či benzín, ale jelikož je kapalný, snadno se s ním manipuluje, ve vozidlech i při distribuci. Dieselové motory Scania uzpůsobené pro spalování etanolu umožňují u vozidel normálně poháněných naftou přepnutí na etanolový pohon. Palivem je čistý etanol s aditivem pro podporu vznícení.

Dimetyleter

DME je plynné palivo, které může být spalováno ve speciálně upraveném vznětovém motoru. Tento plyn připomíná LPG, narozdíl od bioplynu a CNG však nepotřebuje skladování pod vysokým tlakem. DME lze vyrábět ze zemního plynu nebo biomasy zplyněné za vysokého tlaku a teploty. Pro zplynění a syntézu paliv jako jsou DME nebo syntetická nafta, lze využít černý louh, zbytkový produkt papírenského průmyslu. V současnosti se DME nejvíce používá jako pohonná látka ve sprejích. Scania sleduje vývoj a možnosti využití DME jako paliva pro vznětové motory.

Palivové články

Perspektivu naopak mají palivové články, což není nic jiného nežli zdroj elektrického proudu přímo ve vozidle poháněném elektromotorem. Zatím omezujícím faktorem tohoto druhu pohonu je hlavně cena palivových článků, v nichž za specifických okolností vzniká elektrochemickou reakcí vodíku s kyslíkem elektrický proud.

Hybridní pohon

Po přechodnou dobu by měly najít uplatnění hybridní poháněcí soustavy. Cílem je takové jejich propojení, aby se využilo co nejvíce z jejich specifických předností. Zatímco dosud se jednalo o studie nebo prototypy ukazující možnosti realizace různě řešených projektů, dnes už si hybridní automobily našly cestu i do výroby.

4. Uplatnění v blízké budoucnosti

Mnohé společnosti dokáží už nyní výrazně snižovat svoje náklady na palivo. „Dopravce, který se naučí optimálně využívat kapacitu svých vozidel poháněných energeticky úspornými motory, má kvalifikované zkušené řidiče a propracovaný systém logistiky, dokáže ušetřit velké částky a být velmi konkurenceschopný.

Fosilní paliva budou sice dopravnímu odvětví dominovat ještě po mnoho let, ale k přechodu bude docházet. Postupně. A to jak u palivových směsí použitelných také u starších vozidel, tak u vozů umožňujících spalování etanolu nebo plynu

Rychlost, s jakou se alternativní zdroje začnou nyní využívat v širokém měřítku, je tak otázkou spíše politickou - záleží na dostupnosti surovin a možnostech výroby v dané lokalitě.

5. Vlastní měření

V naši práci se podrobně zaměříme na vozidla používající k pohonu LPG.

LPG je anglická zkratka pro zkapalněné ropné plyny sestávající zejména z propanu a butanu. Propan, butan a jejich směsi jsou plyny převážně se třemi až čtyřmi atomy uhlíku v molekule, a to jak nasycené, tak nenasycené. V kapalném stavu jsou bezbarvé, snadno těkající, specifického zápachu. Jsou hořlavé a výbušné, ne jedovaté, těžší než vzduch. Zkapalněním zmenšují až 270x svůj objem, čímž je výhodné pro transport i skladování.

V dopravě se jako plynná paliva používají zkapalněné ropné plyny (LPG), zemní plyn stlačený (CNG) nebo zkapalněný (LNG). LPG snadno zkapalňuje (již při pokojové teplotě a relativně nízkých tlacích), což umožňuje snadnou manipulaci s tímto palivem. Běžná komprese zemního plynu (CNG je stlačen na 20-25 MPa) je spojená s větší dodatečnou spotřebou elektrické energie, kterou je nutno vzít v úvahu při hodnocení ekonomiky paliva. Větší množství energie je třeba rovněž ke zkapalnění zemního plynu na LNG, který je skladován v kryogenních nádobách a má bod varu -160°C při normálním tlaku. Na CNG jezdí řádově stovky vozidel, které mohou tankovat u cca 15 čerpacích stanic. LPG tankuje přibližně 300 000 českých vozidel, která využívají sítě cca 720 čerpacích stanic.

Tabulka porovnávající vlastnosti LPG a Benzínu:

Srovnání některých vlastností paliv			
Palivo	**Propan**	**Butan**	**Benzín**
Chemický vzorec	C_3H_8	C_4H_{10}	neuvádí se
Molekulová hmotnost	44	58	neuvádí se
Hustota plynné fáze při 20°C	2,01 kg.m^3	2,64kg.m^3	neuvádí se
Hustota kapalné fáze při 20°C	505 kg.m^3	508 kg.m^3	760 kg.m^3
Zápalná teplota	510 °C	490 °C	316 °C
Bod varu	-41 °C	-0,5 °C	
Oktanové číslo	95,4	89	95

5.1. Tři typy systémů

Příznivci LPG oceňují především to že ušetří značnou část peněz, když místo tradičních pohonných hmot čerpají plyn. Ekologové zase vyzdvihují nižší emise, a to především u starších vozidel, které nejsou vybaveny katalyzátory. Co se týká jednotlivých systémů montovaných do vozidel, lze je rozdělit na tři základní typy. Karburátorové, pracují na principu mísení plynu se vzduchem ve směšovači. Řízené systémy, vhodné pro vozidla s řízeným katalyzátorem a jednobodovým vstřikováním benzínu. A systém třetí pak pracuje na principu řízeného vstřikování plynu, tzv.sekvenčního vstřikování (SGI)

Jak to funguje

Řídicí jednotka LPG na základě informací z vozidla (délka vstřiku, teplota atp.) stanoví výpočtem v reálném čase přesnou dávku plynu, který prostřednictvím LPG vstřikovačů dopraví před sací ventily motoru. Vstřikování plynu probíhá v plynné fázi po odpaření plynu v reduktoru a po vytvoření přesného tlaku. Značkové firmy zvládají již standardně technologii sekvenčního vstřiku plynu, která je vhodná do současných vozidel vybavených třícestným katalyzátorem a systémem OBD. Ne všechny jsou však homologovány podle nové legislativy, nebo schváleny do typových přestaveb vozidel používaných na našich komunikacích.

K výhodám LPG patří

- Prodlužuje se životnost motorového oleje i samotného motoru
- Plyn produkuje čistší výfukové plyny než benzín a nafta
- Náklady na pohonné hmoty klesají ve srovnání z benzínem na polovinu
- Motorista se nezbaví možnosti jezdit i na benzín
- Hlučnost motoru se sníží
- Plyn na rozdíl od benzínu zloděj z auto neukradne
- Síť čerpacích stanic LPG v tuzemsku i v Evropě je dostatečně široká

K nevýhodám patří

- Investice na pořízení a schválení zařízení do vozidla je 15 až 40 tisíc korun
- Zavazadlový prostor se v autě zmenší a motor bude mít nižší výkon
- Spotřeba paliva se zvýší o několik procent oproti benzínu

5.2. Měření Škoda Fabia 1.2 HTP

První měření jsme provedli na vozidle s řízeným katalyzátorem, měření bylo provedeno u vozidla zahřátého na provozní teplotu 80 st. Celsia.

Tabulka provedených měření na vozidle Š. Fabia 1.2 HTP

Škoda Fabia	Ot/min	CO % obj	HC ppm	Lambda	CO2 %obj	O2 % obj
BENZÍN	580	0.185	5	1.025	14.98	0.66
	3280	0.255	3	1.022	14.77	0.64
	750	0.140	0	1.025	14.97	0.63
	3530	0.203	0	1.017	14.87	0.38
Škoda Fabia	**Ot/min**	**CO % obj**	**HC ppm**	**Lambda**	**CO2 %obj**	**O2 % obj**
LPG	760	0.047	1	1.029	13.71	0.61
	2710	0.148	0	1.011	13.63	0.30
	900	0.149	0	1.027	11.31	0.53
	2630	0.093	0	1.026	13.67	0.56

Z naměřených hodnot jsme spočítali průměrné hodnoty škodlivých emisí

Škoda fabia - Benzín			Škoda fabia - LPG		
Volnoběžné otáčky	**CO% obj**	**HC ppm**	**Volnoběžné otáčky**	**CO% obj**	**HC ppm**
665	0,1625	2,5	830	0,098	1
Zvýšené otáčky	**CO% obj**	**HC ppm**	**Zvýšené otáčky**	**CO% obj**	**HC ppm**
3405	0,229	1,5	2670	0,1205	0

Z naměřených průměrných hodnot jsme spočítali a procentuelně vyjádřili pokles škodlivých emisí při provozu na LPG u vozidla s třícestným řízeným katalyzátorem.

Škoda fabia - volnoběžné otáčky	Škoda fabia - zvýšené otáčky
pokles o 39,7% CO%obj	pokles o 47,4% CO% obj
pokles o 80% HC ppm	pokles o 100% HC ppm

U vozidla Škoda Fabia s třícestným řízeným katalyzátorem při použití paliva LPG se sníží emise o 39,7% CO. HC spaliny klesnou o 80%. Při zvýšených otáčkách klesnou emise o 47,4% CO a HC spaliny 100%

5.3. Měření Škoda 125 L

Druhé měření jsme provedli na vozidle vybaveném karburátorem a bez katalyzátoru.
Tabulka provedených měření na vozidle Š 125L

Škoda 125L	Ot/min	CO % obj	HC ppm	Lambda	CO2 %obj	O2 % obj
BENZÍN	900	1.825	1307	1.019	12.36	3.05
	2710	1.633	374	1.022	13.19	1.98
	850	1.524	1068	1.046	11.84	3.11
	910	2.590	775	0.958	12.17	1.63
Škoda 125L	**Ot/min**	**CO % obj**	**HC ppm**	**Lambda**	**CO2 %obj**	**O2 % obj**
LPG	910	0.991	894	1.083	11.37	3.18
	2880	0.132	140	1.161	11.89	3.02
	930	0.126	488	1.140	11.56	3.03
	2770	0.109	47	1.144	12.17	2.64

Z naměřených hodnot jsme opět spočítali průměrné hodnoty škodlivých emisí

Škoda 125L-Benzín			Škoda 125L- LPG		
Volnoběžné otáčky	**CO% obj**	**HC ppm**	**Volnoběžné otáčky**	**CO% obj**	**HC ppm**
875	1,6745	1187,5	920	0,5585	691
Zvýšené otáčky	**CO% obj**	**HC ppm**	**Zvýšené otáčky**	**CO% obj**	**HC ppm**
2775	2,1115	574,5	2825	0,1205	93,5

Z naměřených průměrných hodnot jsme spočítali a procentuelně vyjádřili pokles škodlivých emisí při provozu na LPG u vozidla bez katalyzátoru.

Škoda 125 L - volnoběžné otáčky	Škoda 125 L - zvýšené otáčky
pokles o 66,7% CO% obj	pokles o 94,3% CO%obj
pokles o 41,3% HC ppm	pokles o 83,73% HC ppm

U vozidla Škoda 125L bez katalyzátoru se po použití paliva LPG sníží emise při volnoběžných otáčkách o 66,7% CO% obj. Tím klesají i HC hodnoty o 41,3%.

Při zvýšených otáčkách klesnou hodnoty CO o 94,3% a HC hodnoty o 83,73%

Už z tohoto porovnání těchto dvou vozidel je zřejmé, že pohon LPG nezanechává tolik ekologických zátěží na životní prostředí

6. Tabulka propočtu úspor a návratnosti při pořízení pohonu LPG

Je kalkulováno při přibližné ceně přestavby na LPG 25 000 Kč. Návratnost přestavby vozidla na LPG oproti vozidlu na benzin a roční úspora finančních prostředků je v tomto modelovém případě 1,6 roku a 14 970 Kč za rok.

	Benzín	LPG
Spotřeba (litry / 100km)	8.0	9.0
Cena (Kč / litr)	30.70	18.20
Počet ujetých km (rok)	15000	
Náklady na palivo (rok)	36840	21870
Celková úspora při provozu na LPG (rok)	14970	x

7. Závěr

EMISNÍ LIMITY RŮZNÝCH TYPŮ VOZIDEL V ZÁVISLOSTI NA DRUHU PALIVA

Emise jednotlivých typů vozidel v závislosti na druhu paliva						
g/test	CO		NO_x		$C_xH_y + NO_x$	
typ vozidla	Benzín	LPG	Benzín	LPG	Benzín	LPG
Škoda forman	56,14	33,92	5,77	5,19	11,7	11,72
Škoda 120	63,57	7,61	7,66	7,65	21,44	17,52
Opel Astra	19	3,82	3,5	2,45	5	3,78
Limit EHK 83-B do 1400ccm	45		6		15	
Lada 2107	20,7	21,9	10,43	10,07	25,44	16,76
Audi 80	57,51	24,7	4,05	3,65	6,89	4,86
Renault Clio	14	2,8	3,52	0,68	5,69	1,49
Limit EHK 83-B pro 1400 - 2000 ccm	30				8	
BMW 528	84,4	17,76	4,59	2,54	15,54	4,65
Ford	26,93	13,59	23,15	17,87	29,95	21,89
Renault Safrane	14	2,8	3,52	0,54	5,82	1,41
Limit EHK 83- B nad 2000 ccm	25		3,5		6,5	

Z uvedené tabulky je zřejmý fakt, že vozidla která spalují LPG plni i mnohem přísnější emisní normy – EHK 83-B než pro která byla homologována při provozu na benzin.Už jen tímto přispívají k ekologickému provozu na našich silnicích

Z celkové části 6 000 000 registrovaných vozidel je v současné době 300 000 vozidel na LPG. Už to je značný přínos k zlepšení životního prostředí v našem okolí. Současná legislativa navíc osvobodila vozidla, která spalují LPG od platby silniční daně.

8. Obrázková příloha

Systém vstřikování LPG u vozidla Škoda Fabia 1.2HTP a Alfa Romeo GTV

Varianty nádrží použité k plnění LPG

VOJTĚCH TESAŘ, Střední škola stavební Třebíč

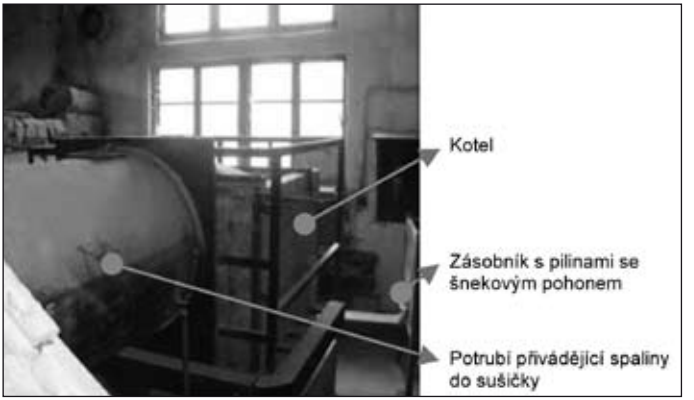
VÝROBA PELETEK

Vybral jsem si téma výroby peletek, protože firma Pelletex sídlí v obci Český Rudelec, kde bydlím i já. Chtěl jsem se dozvědět co to vlastně peletky jsou a poznat způsob jejich výroby. Výhodou pro mě také bylo, že mi firma Pelletex umožnila přístup do svého areálu a poskytla mi podrobné technické informace o technologii výroby.

Teď si popíšeme postup výroby peletek.

Skladiště pilin

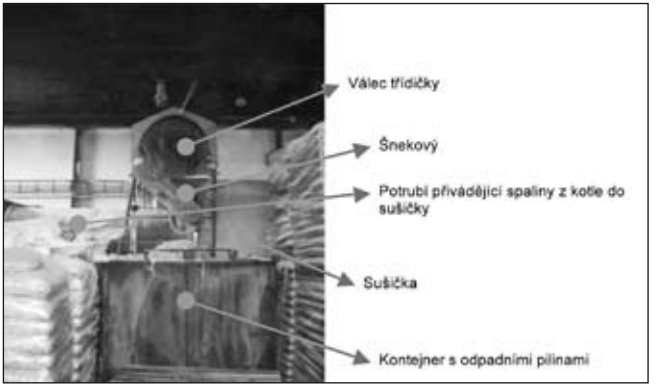
Kotel



Nejprve začneme na skladišti pilin. Piliny se musí skladovat alespoň pod přístřeškem. Piliny jsou dopravovány pomocí šnekového podavače do budovy na pás, který dopravuje piliny do další části stroje, který si popíšeme v další části. V zadní části obrázku vidíme mezizásobník, který si představíme v další části.

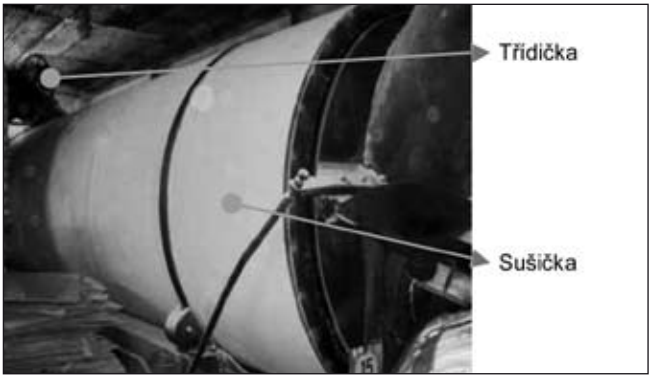
Peletky se vyrábí ve speciálním stroji na výrobu peletek.Celý proces výroby peletek začíná zátopem v kotli. Kotel slouží pro sušení pilin.V kotli se topí pilinami, které se do kotle přivádí automaticky pomocí šnekového pohonu. Dávkování se nastavuje dle potřeby. Doba, než je stroj pro výrobu peletek natopen na provozní teplotu je přibližně 30 minut. Poté, co je stroj připraven, začnou se potrubím přivádět spaliny do sušičky.

Třídička



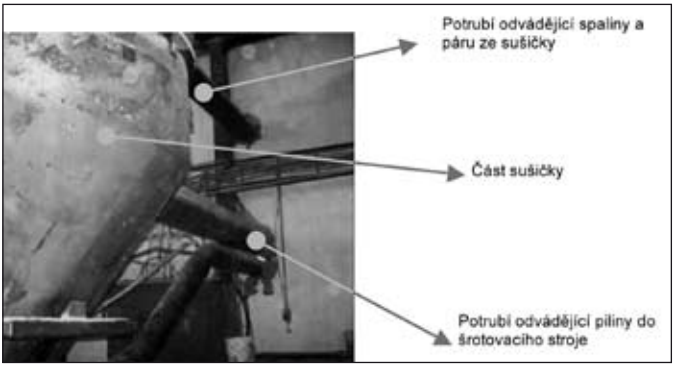
Další část stroje je třídička, která slouží k třídění pilin. Ty se pomocí pásu umístěným za třídičkou dopravují ze skladiště přímo do třídičky. Princip třídičky spočívá v otáčení válce, ve které jsou vylisované otvory. Všechny otvory mají stejný tvar a stejnou velikost. Piliny, které propadnou otvorem jsou poté dopravovány pomocí šnekového dopravníku do sušičky. Zbylé piliny, které nepropadnou otvory padají do kontejneru. Tyto odpadní piliny se používají jako palivo do kotle.

Sušička



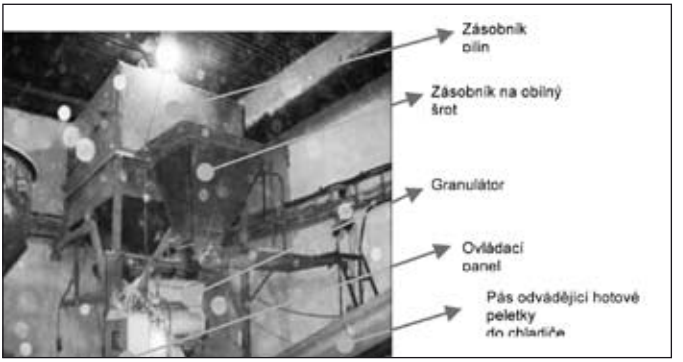
Dále piliny pokračují do sušičky. Sušička pracuje tak, že uvnitř sušičky jsou jakési zuby, o které se piliny zachytávají. Středem sušičky proudí spaliny z kotle a suší tak piliny.

Odváděcí potrubí



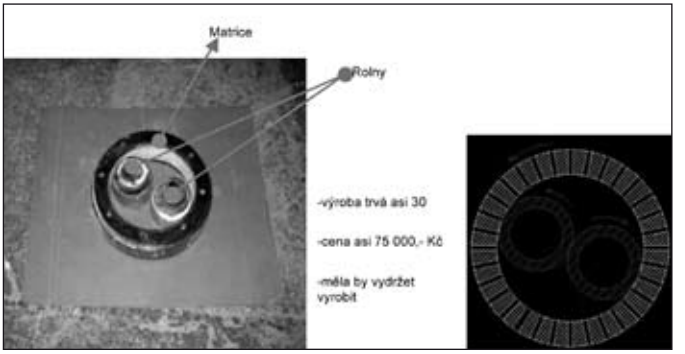
Na konci sušičky je napojeno potrubí. Potrubí v horní části slouží k odvodu spalin ven z budovy. Na spalinovém potrubí je umístěn filtr, zajišťující vyloučení prachu ze spalin. Ve spodní části je umístěno potrubí, sloužící k odvodu pilin do stroje, který piliny ještě sešrotuje.

Granulátor



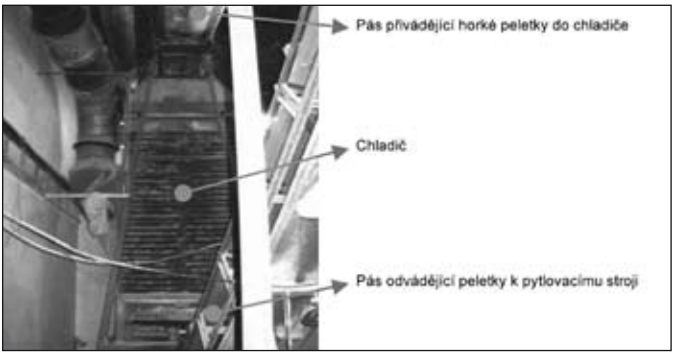
Ze šrotovacího stroje dále míří piliny do tzv. granulátoru. V horní části je zásobník na piliny. Pod ním se nachází zásobník na obilný šrot, sloužící pro přidávání do pilin v případě, že jsou piliny moc tvrdé. Granulátor by se moc rychle opotřebovával. Obilný šrot opotřebení snižuje. Obilný šrot se do peletek přidává opravdu v malém množství, takže není téměř žádný rozdíl ve výhřevnosti peletek se šrotem a bez něj. Nejdůležitější součástka granulátoru je matrice, tu si ukážeme v zápětí. Další částí je mezizásobník. Ten slouží ke shromažďování pilin, ucpe-li se dávkovač pilin do granulátoru a zásobník na piliny je již plný.

Matrice



Toto je nejdůležitější část granulátoru. Obě rolny i matrice se otáčí. Rolny vtlačují do matrice pod velkým tlakem piliny a tím se vytvarují do požadovaného tvaru. Díky tlaku, pod kterým jsou piliny vtlačovány do matrice, se peletky ohřívají a proto musí z granulátoru pokračovat do chladiče. Pro zajímavost: výroba této součástky trvá asi 30 dní, cena je přibližně kolem 75 000,- Kč a měla by vydržet vyrobit asi 300 tun peletek.

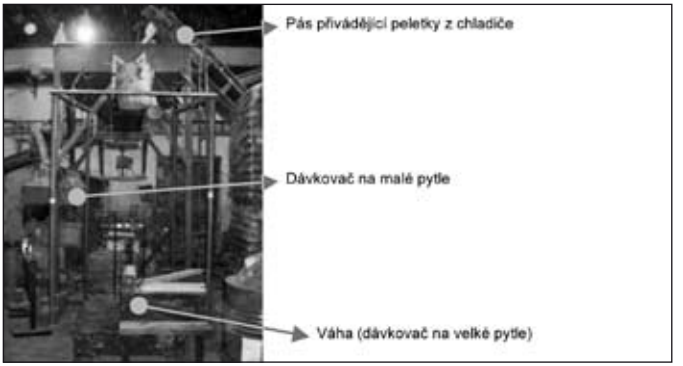
Chladič



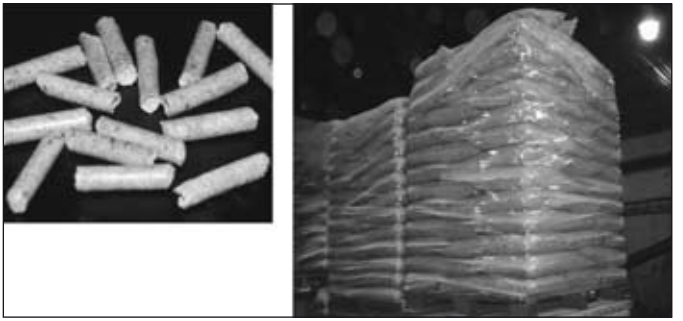
Přímo z granulátoru pomocí pásu se peletky dopravují do chladiče. Do chladiče peletky padají z horního pásu. Nad chladičem je umístěn odsavač vzduchu, který odsává veškerý horký vzduch z peletek.

Z chladiče už hotové peletky míří do dávkovače. Na tomto obrázku můžeme vidět dva typy dávkovačů. Jeden slouží k naplňování velkých pytlů a druhý k naplňování malých pytlů. Oba fungují na stejný princip. Pytle se zavěsí na háky a dnem se postaví na váhu. Na ovládacím panelu nastavíme požadovanou hmotnost pytle. Po dosažení určité hmotnosti peletek se zastaví dopravování peletek do pytle a balení se už jen zapečetí. Malé pytle se plní do 15 kg, na objednávku mohou udělat i 25 kg a velké pytle jsou až na 1000 kg.

Stroj na pytlování peletek



Hotový výrobek



A takto už vypadá výrobek připravený k odvozu. Menší pytle, které jsou po 15 kilogramech se skladují na paletách a balí se do igelitového obalu. Tato firma vyrábí peletky převážně ze smrkových pilin.

Technické údaje

- při plném výkonu tento stroj vyrobí za hodinu asi 0,5 tuny peletek
- cena granulátoru je asi 700 000,- Kč
- doba než uvedete celý stroj do provozu je asi 30 minut
- odhaduje se že biomasu v ČR užívá asi 1,5% obyvatelstva
- nejčastějším materiálem na výrobu peletek jsou dřevěné smrkové piliny
- peletkami o průměru 20 mm je možné topit ve všech kotlích na pevná paliva
- peletky jsou výhodné jak pro lokální tak i centrální vytápění
- výhřevnost těchto peletek je 20 500 kJ/kg
- ve srovnání např. s poleny ze smrkového dřeva mají peletky téměř 3x větší výhřevnost a o 20% větší účinnost

- peletky se mohou vyrábět z různých materiálů např. z kůry stromů, ze slámy, z konopí, ale jejich výhřevnost je nižší
- cena peletek je asi 150 euro za 1000 kg

Dotazník

Oslovil jsem několik občanů z obce Český Rudolec, abych zjistil, jak jsou na tom se znalostmi o biomase resp. o výrobě peletek v naší obci.

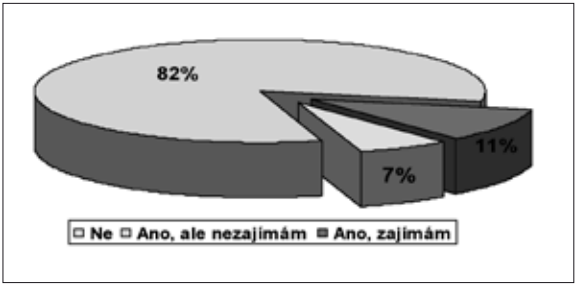
Kladené otázky:

1. Slyšeli jste někdy o pojmu BIOMASA?
2. Jakým typem paliva doma topíte?
3. Víte, že se ve vaší obci vyrábějí peletky?
4. Pokud ano, vadí Vám nějakým způsobem tato výroba?
5. Byli byste ochotni změnit typ paliva v případě, že by se vaše roční náklady na vytápění snížily?

Dotazník – vyhodnocení

Otázka č. 1: Slyšeli jste někdy o pojmu BIOMASA?

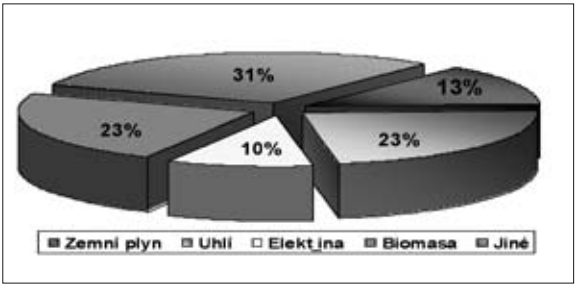
a) Ne nikdy jsem o tom neslyšel.
b) Ano, slyšel jsem o tom, ale nezajímám se o to
c) Ano, slyšel jsem o tom a zajímám se o to.



Tak tato otázka dopadla víceméně podle mého očekávání. 82% oslovených o pojmu BIOMASA již slyšela ale nezajímají se o to. Pouze 7% dotázaných nikdy o tomto pojmu neslyšelo. To jsou spíše starší lidé. 11% lidí se o biomasu zajímá a někteří z nich dokonce uvažují o změně paliva.

Otázka č. 2: Jakým typem paliva doma topíte?

a) Zemní plyn
b) Uhlí
c) Elektřina
d) Biomasa
e) Jiné



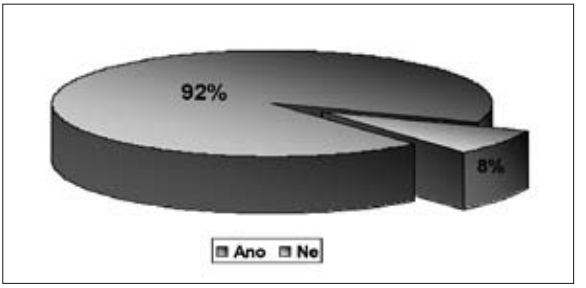
U této otázky bych se trochu pozastavil. 10% občanů topí v domácnosti elektřinou, 13% procent topí zemním plynem. Toto palivo využívá čím dál tím méně lidí. Např. pro rodinný dům jsou roční náklady na vytápění peletkami zhruba 14 000,- Kč, u vytápění zemním plynem je cena asi 19 000,- Kč/ rok a elektřina se pohybuje kolem 22 000,- Kč/ rok. Shodně po 23% mají uhlí a biomasa. Tento údaj mě překvapil a nebude zřejmě přesný, protože lidé, kteří odpověděli že topí jiným typem paliva (31%) nevěděli nebo si neuvědomili, že dřevo se řadí mezi biomasu a tak ho zařadili do odpovědi jiný typ paliva.

Jak znám lidi z naší obce, tak vím, že převážná většina z nich topí doma dřevem.

Oslovil jsem několik občanů z obce Český Rudolec, abych zjistil, jak jsou na tom se znalostmi o biomase resp. o výrobě peletek v naší obci.

Otázka č. 3: Víte, že se v naší obci vyrábějí peletky?

a) Ano
b) Ne

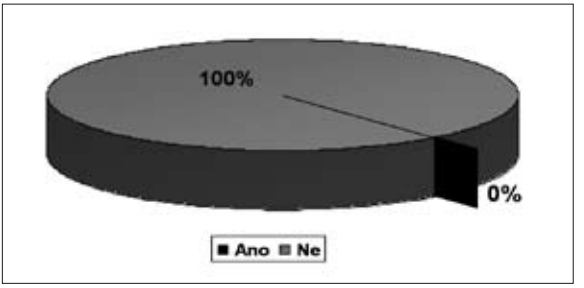


Výsledek této otázky je také víceméně dle mého očekávání. Valná většina dotázaných ví, že se v naší obci peletky vyrábějí. Tato výrobna u nás není příliš dlouhou dobu, tak někteří občané, především ti dříve narození nevěděli o této výrobně. Je to pravděpodobně dáno také tím, že firma sídlí na kraji obce a tak není výrobna moc vidět.

Otázka č. 4: Pokud ano, vadí vám nějak tato výroba?

a) Ano

b) Ne - proč

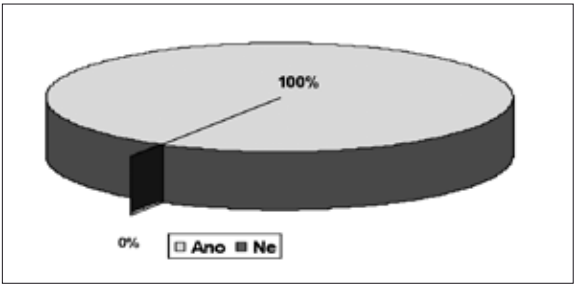


Tato otázka mé předpoklady nesplnila. Čekal jsem že alespoň 30% dotázaných bude výroba vadit a to z důvodu zvýšené kamionové dopravy.

Otázka č. 5: Byli byste ochotni změnit typ paliva v případě snížení vašich ročních nákladů na vytápění?

a) Ano

b) Ne - proč



Odpovědi této otázky odpovídají plus minus mým předpokladům. Investice, kterou by vydali na úpravu kotelny případně na příslušenství ke kotli by se během několika let vrátila.

Vlastní názor

Díky této práci jsem poznal výhody peletek. Protože studuji obor Technické zařízení budov, tak se budu touto problematikou zabývat i ve své budoucí profesi. Protože se mi tento způsob vytápění zdá šetrný k životnímu prostředí a velice výhodný z hlediska ceny tepla, budu v budoucnu propagovat vytápění peletkami nejen v pracovním, ale i v soukromém životě.

Poděkování patří firmě Pellettex za to, že mi tento projekt umožnila vypracovat

TOMÁŠ NAJMAN, FILIP STRÁČEK, MICHAL ROĎAN, SPŠ stavební Hradec Králové
KOORDINÁTOR PRÁCE: Lucie Šimková, ŘEDITELKA ŠKOLY: Nataša Urgermannová

MALÁ VODNÍ ELEKTRÁRNA MNĚTICE

Malé vodní elektrárny

Ty mají v ČR dlouhou tradici, jak u provozovatelů, tak i u výrobců. Po druhé světové válce byly preferovány velké akumulační vodní elektrárny a malá díla byla rušena (počet elektráren se snížil mezi r. 1930 a 1950 ze 14800 na 5471). K příznivému obratu došlo v letech 1980 - 1990, kdy bylo postaveno několik desítek vodních děl, čímž se značně zvýšila produkce elektřiny. V letech 1990 resp. 2000 se očekává výroba elektrické energie 895 resp. 1240 GWh/rok. Trvalým problémem je poměrně nízká výkupní cena elektřiny dodávané do rozvodné sítě, takže provoz malých vodních elektráren je často nerentabilní. Tentýž problém se objevuje i u větrných elektráren nebo u fotovoltaických slunečních panelů.

Co je to Zelená energie?

Zelená energie je energie vyráběná z obnovitelných zdrojů, tedy vody, větru, slunce či geotermálních zdrojů. Skupina ČEZ vyrábí Zelenou energii zejména ve vodních elektrárnách, ale i větrné a solární zdroje mají svůj drobný podíl. Zároveň vykupuje i další energii z obnovitelných zdrojů od soukromých subjektů, které tímto způsobem elektřinu vyrábějí.

Tato elektřina se vykupuje za cenu vyšší, než je cena běžně vyráběné elektřiny. Proto i cena ZELENÉ ENERGIE je, oproti ceně elektřiny vyrobené obvyklým způsobem, mírně zvýšená. Ovšem navýšení ceny je spíše symbolické. Činí jen 10 haléřů za 1 kWh. Běžná domácnost tak zaplatí měsíčně pouze o 20 - 30 Kč navíc. ZELENÁ ENERGIE směřuje hlavně k plošnému podnícení zájmu zákazníků o ekologické chování a zároveň zákazníkovi zaručuje, že skutečně používá elektřinu z obnovitelných zdrojů.

Kolik stojí Zelená energie, resp. jak je Zelená energie drahá?

Energie vyrobená z OZE je obecně dražší - mnohdy velmi výrazně - než energie vyrobená z klasických zdrojů. My nabízíme ZE za symbolický příplatek 0,10 Kč/kWh, který zdaleka nepokrývá zvýšené náklady na výrobu, nicméně se tak ZE stává dostupnou téměř pro každého. V realitě bude k výši vaší aktuální sazby za odběr elektrické energie připočítán již zmíněný desetihaléř, který bude použit na další rozvoj OZE. Navýšení se samozřejmě netýká stálých platů. Při roční spotřebě elektrické energie, která činí u běžné domácností zhruba 2 - 3 tis. kWh, představuje navýšení za odběr ZE 200 - 300 Kč ročně.

Malá vodní elektrárna:

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.

Malá vodní elektrárna (MVE) je označení pro vodní elektrárny s instalovaným výkonem maximálně do 10 MW včetně. Malé vodní elektrárny se většinou budují v místě bývalých mlýnů a jezů. Pro konstrukci malých vodních elektráren se často používá Bánkiho turbína, která je konstrukčně velmi jednoduchá a tím i ekonomická na pořízení.

Typy turbín

Francisova turbína

Francisova turbína je podtypem vodní turbíny, vyvinuté Jamesem B. Francisem. Jedná se o přetlakovou turbínu. Má dvě podvarianty podle uložení hřídele a to vertikální a horizontální.

Francisovy turbíny patří mezi nejpoužívanější. Používají se pro produkci elektrické energie prostřednictvím alternátorů. V minulosti často používané vodní kolo sloužilo jako pohon pro mlýny nebo hamry. Jeho nevýhodou byla ale nedostatečná efektivita. V 19. století se podařilo jeho efektivitu zvýšit natolik, že vodní turbína mohla úspěšně soupeřit s parním strojem.

V roce 1826 Benoit Fourneyron vyvinul vysoce efektivní (80%) vodní turbínu. Voda byla směrována tangenciálně turbínou a tím ji roztáčela. Jean-Victor Poncelet vyvinul v roce 1820 turbínu na podobném principu. S. B. Howd získal v USA v roce 1838 patent pro další turbínu tohoto typu.

V roce 1848 James B. Francis vylepšil tyto předchozí turbíny a podařilo se mu dosáhnout celkové 90% efektivity. Pomocí vědeckých postupů a sady testů a měření vytvořil maximálně efektivní turbínu. Jeho přispěním se navíc metody výpočtů a měření staly součástí teorie turbín. Pomocí jeho analytických metod lze nyní úspěšně navrhnout maximálně efektivní turbínu, která bude přesně odpovídat konkrétním požadavkům instalace.

Princip činnosti

Francisova turbína je přetlaková turbína, což znamená, že pracovní kapalina během své cesty strojem mění tlak. Při tom odevzdává svou energii. Pro udržení směru a regulaci toku vody jsou nutné rozváděcí lopatky. Rotor turbíny se nachází mezi vysokotlakým přívodem a nízkotlakou savkou většinou v patě přehrady.

Vstupní potrubí se postupně zužuje. Pomocí rozváděcích (automaticky stavěných regulátorem) lopatek je voda směřována na rotor.

Jak voda prochází rotorem, její rotační rychlost se zmenšuje a zároveň odevzdává energii rotoru. Tento efekt (spolu s působením samotného vysokého tlaku vody) přispívá k efektivitě turbíny.

Použití

Francisovy turbíny se používají v energetice. Používá se pro střední a větší průtoky a spády. Jsou časté zejména u přečerpávacích elektráren. Například největší evropská přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé Stráně používá dvě Francisovy turbíny o výkonu 325 MW

Kaplanova turbína

Kaplanova turbína je přetlaková axiální turbína s velmi dobrou možností regulace. Toho se využívá především v místech, kde není možné zajistit stálý průtok, nebo spád.

Turbínu vynalezl profesor brněnské techniky Viktor Kaplan. Od svého předchůdce, Francisovy turbíny, se liší především menším počtem lopatek, tvarem oběžného kola a především možností regulace náklonu lopatek u oběžného i rozváděcího kola.

Charakteristika

Má vyšší účinnost než Francisova turbína, je ale výrazně složitější a dražší. Používá se pro spády od 1 do 70,5 m (což je spád na vodní elektrárně na Orlíku) a průtoky 0,15 až několik desítek m^3/s. Největší hltnost na světě mají Kaplanovy turbíny na vodní elektrárně Gabčíkovo na Dunaji a to až 636 m^3/s, při spádu 12,88–24,20 m. Obecně se dá říct, že se používá především na malých spádech při velkých průtocích, které nejsou konstantní.

Historie vývoje Kaplanovy turbíny

Kaplan jako první vzal při teoretickém návrhu turbíny v úvahu vazkost vody. V letech 1910-1912 proto navrhl na základě svých úvah nový tvar oběžného kola. První prototyp Kaplanovy turbíny byl vyroben brněnskou firmou Ignác Storek v roce 1919. Po zkouškách se ukázalo, že turbína dosahuje vynikající mechanické účinnosti až 86 %. Další prototyp byl úspěšně vyzkoušen v poděbradské elektrárně.

Později, když se Kaplanovým žákům podařilo vyřešit i problémy s kavitací, se tato turbína stala nejvýznamnějším typem turbíny užívaným ve velkých vodních elektrárnách po celém světě. Začátkem jejího úspěchu byla úspěšná montáž tehdy největší turbíny světa ve švédském Jlla Edet v roce 1925.

Kaplanovy turbíny byly velice úspěšným vývozním artiklem československého strojírenství.

Bánkiho turbína

Bánkiho turbína je jednoduchá rovnotlaká vodní turbína. Zvláštností je, že lopatky oběžného kola jsou obtékány ve dvou směrech. Vynalezl ji Donát Bánki v roce 1917. Je užívána v malých vodních elektrárnách.

Oběžné kolo Bánkiho turbíny je tvořeno dvěma kruhovými deskami, mezi nimiž jsou jednoduché lopatky (připomíná mlýnské kolo). Kolo je uloženo ve skříni, z níž z jedné strany přitéká usměrněný proud vody. Voda přes lopatky vtéká dovnitř kola a odtud opět přes lopatky vytéká na druhé straně skříně ven. Při každém průtoku lopatkami odevzdá část své energie.

Využití

Tento typ turbíny je pro svou konstrukční jednoduchost oblíben u malých vodních elektráren, kde by konstrukce dokonalejších (a tím i dražších) typů turbín nebyla ekonomická. Účinnost Bánkiho turbíny dosahuje 70-85 %.

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.

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 plně využitý. 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 orgán 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 přispůsobit hydrologickým podmínkám lopality.

Druhy a rozdělení vodních elektráren
Vodní elektrárny lze podle různých kritérií rozdělit do mnoha kategorií, např. rozdělení dle stavebního uspořádání, dle způsobu nakládání s vodou, nebo dle výkonu turbíny.

Rozdělení podle principu akumulace vodní energie:
- Elektrárny přehradní
- Elektrárny derivační
- Elektrárny přečerpávací
- Elektrárny bez vzdouvacích staveb

Rozdělení podle ovlivňování toku:
- Elektrárny průtočné - nezadržují vodu
- Elektrárny akumulační - zadržují/akumulují vodu v nádrži
- Elektrárny smíšené - vyžadují oba výše uvedené systémy

MVE Mnětice

V předchozích tématech jsme se seznámili s vodními turbínami a elektrárnami a jejich ekologickými přínosy. Teď si konkrétně rozebereme malou vodní elektrárnu v Mněticích. Tato elektrárna je dnes ještě pouze ve výstavbě, ale i přesto bych vám ji popsal tak, jak bude v nejbližší době vypadat. Svým způsobem je na 50% funkční a vyrábí už elektrickou energii, ale ještě jí chybí instalace druhé turbíny a upravit pár dalších drobností.

Popis výchozího stavu

Podíl výroby elektrické energie v netradičních a obnovitelných zdrojích je v České republice asi 2% a v Evropské unii je asi 6%. I když je výroba elektrické energie z těchto netradiční zdrojů „čistší“ (ekologičtější)) je přece jenom dražší než u klasických zdrojů. Důvodem vyšší ceny je stále se zvyšující teplota atmosféry a to v posledních desetiletích. A právě toto využití netradičních obnovitelných zdrojů nám pomáhá snížit spotřebu fosilních paliv a pomáhá nám šetřit už naše tak dost zanedbané životní prostředí. V Evropě i ve světě na stal nastal obrovský rozvoj tohoto energetického odvětví. Evropská unie chce do roku 2010 zvýšit tento podíl energie na 12%. Toto zvyšování tohoto podílu energetických potřeb, je tzv. ,,přibližovacím kritériem“ pro vstup ČR do EU, proto ČR chce tento podíl do roku 2010 také zvýšit na 8% a do roku 2030 až na 15%.

Úvod do Mnětic

V České republice se nachází lokality pro výstavbu malých vodních elektráren mimořádně příznivé. Jsou to místa, která již dříve byla MVE zastavěna, nebo se zde nachází vhodné vodní dílo – jez. V těchto případech odpadá velká část investic, toto je případ MVE Mnětice.

Mnětice je malá vesnice nedaleko Pardubic v místech vyšší průmyslové výroby. MVE je umístěna v bývalém mlýně. Kde původní pohon mlýnu, který byl postaven počátkem 20. stol, tvořila mlýnská kola. Koncem 30. let byla kola vyměněna za turbíny s generátory. Začátkem 50. let byl mlýn znárodněn, zestátněn a po určitou dobu udržován Východočeskými mlýny jako kapacitní rezerva. Později byl vyřazen z rezerv. Od té doby zařízení chátralo, až v devadesátých letech byl MVE obnoven.

Zeměpisně se MVE nachází na pískovci České křídové tabule a čtvrtohorních štěrkopískových zemin, pod níž jsou zeminy tvořené zvětráváním skalního podloží. Přírodní podmínky jsou rozmanité, převládá rovinný charakter a členitá konfigurace terénu. Nadmořská výška vodního díla činí 225 m (Bpv).

Řeka Chrudimka, na které je vodní dílo situováno, je neupravená, protéká rozeklaným údolím s keřovým a stromovým porostem bez zásahu člověka, což celé tvoří i docela působivou scenérii. Stavba se nachází na chráněném krajinném území. Lokalita vyhovuje po všech stránkách i požadavkům na ochranu životní prostředí, z hlediska přístupnosti pro stavební mechanismy a vyvedení výkonu – připojení na distribuční soustavu.

V období zimy i za silně mrazivého počasí je provoz MVE na Chrudimce možný z důvodu přítoku dostatečného množství vody z nádrží Seč a Křižanovice a díky odpadnímu teplu z okolí. Proto je možno MVE provozovat celoročně.

Jez

Jez je situován v ř. km 7,177, je přímý a kolmý k ose toku. Světlá šířka jezu je 22 m. Je tvořen pohyblivou ocelovou konstrukcí. Konstrukce je tvořena 1,5 vysokou tabulí a asi 60 cm vysokou klapkou, které tvoří celková hradící výšku 2,101 m. Přepadová hrana je na kótě 225,05 m n. m. Normální hladina nad jezem se udržuje na kótě 225,05 m n. m. s tolerancí 0,20 m. Pohon pohybových mechanismů je řešen elektromotorem. Všechny mechanismy jsou uloženy v plechové skříni 2,10 x 1,00 m a celá konstrukce je nesena zděnými pilíři 6,30 x 2,00 m. Nad jezem se nachází ocelový silniční most 22 m dlouhý a 7,4 m široký, který je součástí vodního díla a umožňuje manipulaci na jezu. Náhon na MVE (bývalý mlýn) odbočuje asi 60 m nad jezem, je asi 7m široký a 150 m dlouhý.

Základní údaje o jezové zdrži:

- Celkový objem vody v jezové zdrži ..... 51 000 m^3
- Plocha jezové zdrže ..... 39 000 m^2
- Délka jezové zdrže ..... 1 952 m
- Kóta provozní hladiny ..... 225,05 m n. m.
- Tolerance ..... 0,20 m

Popis strojovny

MVE je umístěna v přístavku budovy bývalého mlýna Mnětice. Přístavek má pultovou střechu. Ve spodní části strojovny MVE jsou vystavěny dvě kašny a jalová propusť, která je hrazena dřevěným stavidlem vysokým 1,21 m. světlá šíře propusti je 0,90 m. Stavidlo je ovládáno ručně. Průtočná kapacita jalové propusti je 3,20 m^3/s. Na vtoku do kašen turbín jsou osazena stavidla a ocelové jemné česle. Šíře tabulí jsou 2,60 m x 1,80 m.

Dříve se v kašnách nacházely Francisovy turbíny o hltnosti 2 m^3/s a 1,2 m^3/s. Obě jsou konstruovány s vertikálními hřídelemi a poháněly je asynchronní generátory. Turbíny byly konstruovány pro spád 2,2 m, reálný vyu-

žitelný spád je 1.8 m. Velká turbína má řemenici osazenou přímo na hřídeli a jednonásobným převodem pomocí klínových řemenů pohání elektromotor o výkonu 15 kW upevněný ve svislé poloze. Malá turbína je opatřena původním palečnicovým kolem s dřevěnými palci a litinovým pastorkem s vodorovnou transmisí, na které je osazena řemenice, která pohání souběžně dva elektromotory o výkonu 9 kW. V současné době byla provedena modernizace a turbíny byly vyměněny za Kaplanovy a generátory za výkonnější.

Dále je tu odpadní kanál dlouhý asi 90 m. koryto, které je otevřené lichoběžníkově s šířkou 4,5 – 5,5 m je zaústěno zpět do Chrudimky ve vzdálenosti 190 m pod jezem.

Turbíny

Dříve byly v kašnách dvě Francisovy turbíny, které byly při modernizaci nahrazeny dvěma Kaplanovými turbínami o průměrech oběžného kola 1000 mm a 1100 mm. Oběžná kola jsou vybaveny automatickou regulací za chodu stroje. Turbína pracuje v bezobslužném režimu dle průtočného množství vody. Provoz MVE je možný díky asynchronním generátorům pouze paralelně se sítí.

Parametry menší turbíny:

- Turbína Kaplanova
- Jmenovitá hltnost 2,68 m^3/s
- Celkový čistý zpracovaný vodní spád 1,8 m
- Účinnost za optimálních podmínek 85 %
- Průměr oběžného kola 1000 mm
- Jmenovitý výkon turbíny 35,7 kW
- Generátor asynchronní
- Jmenovité napětí statoru 380 V
- Optimální účinnost 95 %
- Jmenovitý výkon generátoru 30,3 kVA

Parametry větší turbíny:

- Turbína Kaplanova
- Jmenovitá hltnost 3,24 m^3/s
- Celkový čistý zpracovaný vodní spád 1,8 m
- Účinnost turbíny za optimálních podmínek 85 %
- Průměr oběžného kola 1100 mm
- Jmenovitý výkon turbíny 40,9 kW
- Generátor asynchronní
- Jmenovité napětí statoru 380 V
- Optimální účinnost 95 %
- Jmenovitý výkon generátoru 35,3 kVA

Vlastní turbíny se vstupními kusy, přechodovými díly s rychlouzávěrem a savkou tvoří rozebíratelný celek, který je konstrukčně řešen tak, aby odpovídal daným hydraulickým poměrům a ztráty v proudění byly minimalizovány. Vstupní kusy přechodové díly i savky jsou pevně uchyceny do stavby (zabetonovány). Turbíny jsou tvořeny pláštěm svařeným z jakostních plechů různých tloušek, stavitelného oběžného kola a rozváděcího kola. Zakrytované hřídele jsou uloženy v naklápěcích ložiskách, ucpávka je kombinovaná na bázi grafitu, teflonu a kaučuku.

Výkyv lopatek rozváděcího i oběžného kola bude prováděn hydraulickým servomechanismem. Ovládání bude plně automatické. Vše bude ovládat počítač, kontrolující průtok výšku hladiny, zachování sanačního průtoku do podjezí. MVE je zkonstruováno tak, aby fungovala samostatně jen s občasnými kontrolami česel a celkovou kontrolou MVE. Monitorovací systém bude dále doplněn o dálkovou kontrolu radio-signálem nebo po telefonní lince.

Turbínové kašny jsou otevřené betonové. V levé je Kaplanova turbína o průměru 1100 mm a v pravé o průměru 1000 mm. Oběžné kolo bude regulováno, společně i s kolem rozváděcím, automaticky z důvodu zajištění ploché křivky průběhu účinnosti. Optimální účinnost by měla být 85 %, ale pohybuje se spíše kolem 80 %. Rozváděcí kolo plní funkci rychlouzávěru. Pomocí hydrauliky je rozváděcí i oběžné kolo ovládáno ze samostatného agregátu. Bezpečnostní uzavírání rozvodového kola je gravitační, bez nároků na zálohový zdroj. Díky podélně dělené komoře oběžného kola, je jednoduchá demontáž a snadný přístup k oběžnému kolu, i k ostatním součástem až po následné vyzdvihnutí celého turbínového bloku.

Ocelové jemné česle jsou vybaveny mechanickým zařízením pro stírání zachycených nečistot. V prostoru mezi jemnými a hrubými česlicemi je nainstalováno zařízení, které elektrickými pulsy bude plašit ryby.

Výroba elektrické energie

Výroba elektrické energie je závislá na vyrovnání ideálního průtoku turbíny a průtoku vody v řece. Při zvýšení nebo snížení průtoku vody v řece dochází v obou případech ke ztrátám na výkonu turbíny Tyto hodnoty se pohybují od nejnižšího přípustného průtoku až po jmenovitý průtok, kdy se elektrárna již kvůli nízké účinnosti musí zastavit. Účinnost turbíny za optimálních podmínek dosahuje účinnosti 85 %, avšak průměrná roční účinnost turbíny se pohybuje okolo 80 %. Tyto hodnoty určují účinnost turbíny nikoliv generátoru, kde mohou vnikat další ztráty. V generátoru vznikají ztráty, tzv. Jouleovy ztráty ve vinutí, vlivem tepla. Průměrná účinnost generátoru je 95 %. V rozvodu elektrické energie o generátoru do rozvodné sítě vznikají ztráty asi 1,5 %. Elektrárna spotřebuje ze svého výkonu asi 2 % energie.

Vodní průtok během roku kolísá. Proto se vystihují křivkou roční odtokové křivky v daném místě. Křivka je tvořena 365 body, tedy ve dnech a úsek 24 h je považována za konstantní. Na zřetel se bere množství srážek, velikost povodí, převládající charakter krajiny, úroveň spádových vod, koeficient odtoku … nikoliv však s ohledem na den dobu. Tyto křivky charakterizují průběhy v suchém roce, v normálně vodném roce a v mokrém roce.

Pár čísel k financím

Cena za výkup elektrické energie se pohybuje okolo 2 Kč/kWh, vzhledem k tarifům. Roční produkce MVE činí asi 180 000 kWh. Celková investice MVE činí 1 600 tis. Kč. Náklady na údržbu asi 10 000 Kč za rok a pojištění určeno na 20 000 Kč za rok. Dotace státem činí v tomto případě 30 % investičních nákladů, možnost nízko úročné půjčky a odpočtu DPH z výkupní ceny po dobu 20 let. Celkovou návratnost projektu odhaduji asi na 6 let.

Závěr a pár slov k ekologii

V těchto pár posledních odstavcích bych chtěl popsat své osobní úvahy a myšlenky okolo MVE a jejich ekologii. Může se stát že někdo s tímto závěrem nebude souhlasit, ale jelikož já respektuji názory jiných, zamýšlím se nad nimi a beru si z nich ponaučení, chtěl bych, abyste se i vy zamysleli.

MVE je jedna z nejekologičtějších možností výroby elektrické energie. Ekologická je proto že při výrobě neznečišťuje žádnými odpady a ušetří nás ročně tunám popílků, plynů a odpadů spojených s výrobou elektrické Energie a ostatních vlivů znečišťujících životní prostředí. Sice během provozu může dojít třeba k únikům mazi-

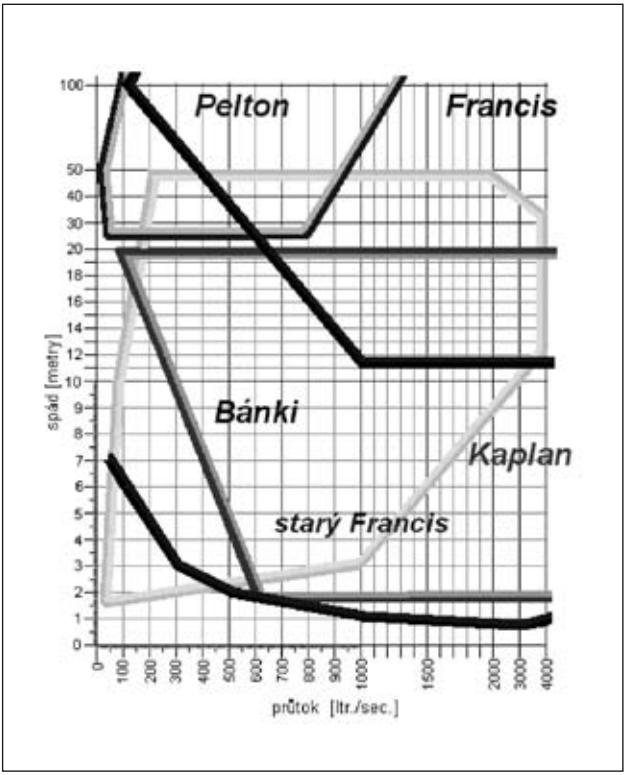
va, ale to je podle mě min. množství a nemůže to nijak uškodit. Někteří si neuvědomují, že i čistí vodní toky díky vodním češlům, která brání, aby se do turbín dostaly cizí předměty. Na češlech se ročně usadí tuny PET lahví i jiného odpadu, který někteří bezohledně nahází do řeky.

Naopak si myslím, že MVE může tok znečistit třeba při výstavbě, např. betonáží a jinými stavebními pracemi poblíž toku. Také se někdy stává, že MVE způsobuje v určitých suchých dnech snížení vodního toku, aby sama mohla fungovat. A její velká nevýhoda, nemůže kvůli nestálému toku dodávat energii do sítě nepřetržitě.

I přes všechny výhody i nevýhody je to jeden z dobře využitelných zdrojů na výrobu elektrické energie a šetření živ prostředí.

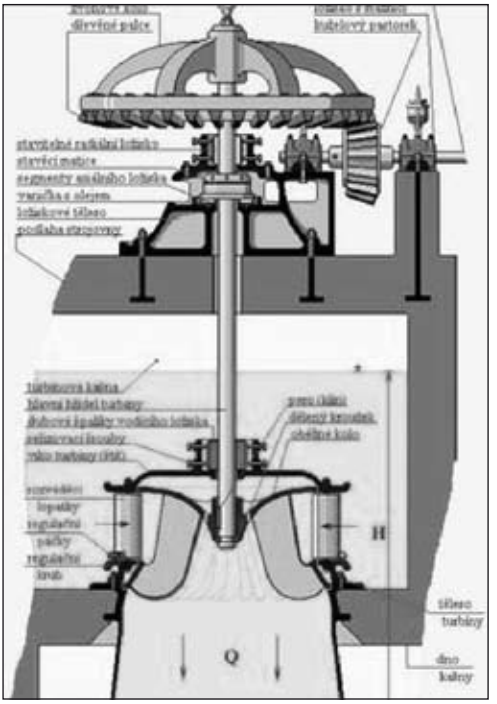
Poděkování

Na závěr bych chtěl poděkovat p. M. Teplému, který je vlastník MVE Mnětice, za poskytnutí podkladů a cenných informací. A dále dvěma svým kolegům Tomáši Najmanovi a Michalu Roďanovi. A nakonec naší třídní učitelce Fabiánové a paní učitelce Šimkové za podporu.

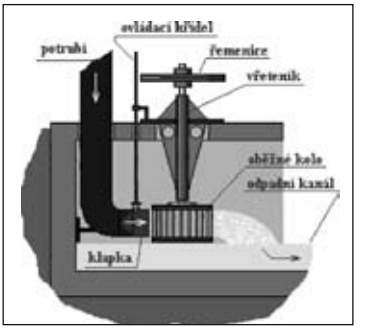


Využití turbín pro různé spády

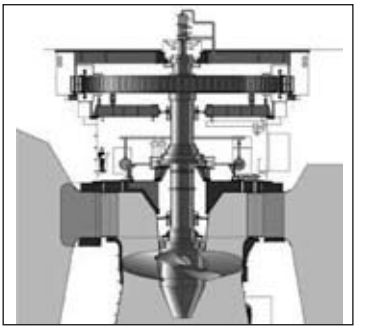
Ekologické přínosy		
Úspora fosilních paliv	[t]	311,2
Úspora vápence	[t]	17,2
Prevence vzniku emisí a odpadů		
Tuhé částice (popílek)	[kg]	28
SO_2	[kg]	528,8
NO_x	[kg]	449
uhlovodíky	[kg]	33,2
CO	[kg]	42,4
CO_2	[t]	351,2
Popeloviny (škvára)	[t]	77,9
Produkty odsíření (stabilizát)	[t]	40,5
Pevné odpady celkem	[t]	118,4



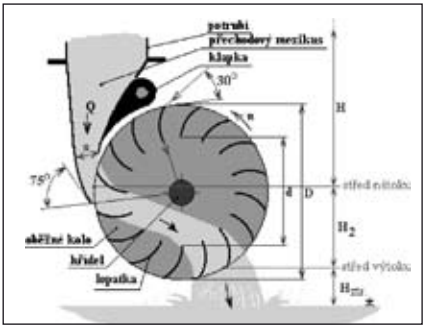
Francisova turbína



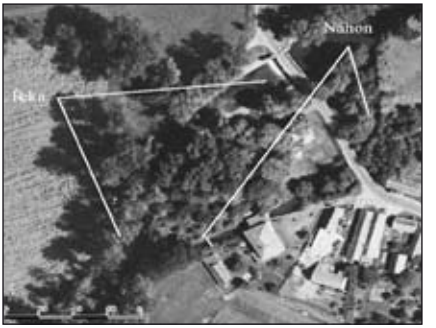
Banki- vertikální turbína



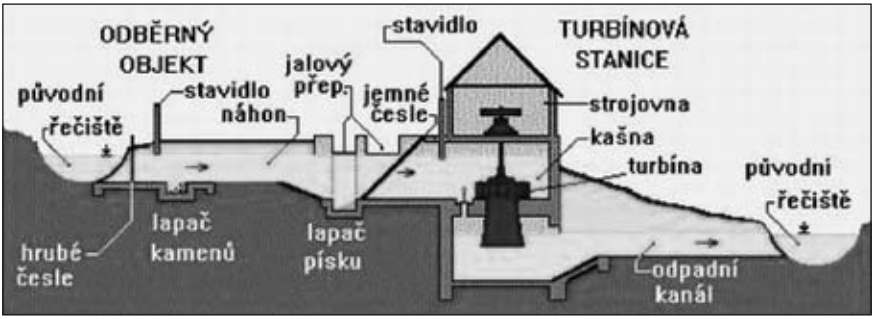
Kaplanova turbína



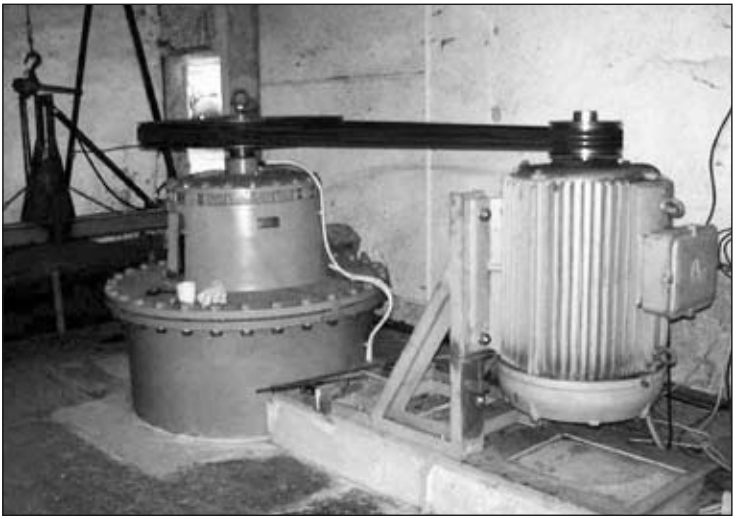
Banki- vertikální turbína



Poloha MVE Mnětice



Nízkotlaká elektrárna



Generátor a vnější část elektrárny

Strojovna

Přípravy na druhou turbínu

Původní zařízení elektrárny

JINDŘICH KROFTA, SPŠ TÁBOR

SPALOVÁNÍ SLÁMY NA FARMĚ DVOŘÁK

1. O spalování slámy všeobecně

1.1 Biopaliva – základní charakteristika

Každoročně narůstající rostliny na sebe váží v procesu fotosyntézy atmosférický CO_2 do organických sloučenin využitelných ve formě dřeva a stébelnin jako energetických zdrojů. Paliva rostlinného původu sloužila lidstvu jako zdroj tepla odjakživa a z používání byla ve vyspělých zemích vytlačena až v posledních dvou stech letech fosilními a více výhřevnějšími palivy. Přestože výhřevností se vhodně předsušená biopaliva dají srovnat s dobrým hnědým uhlím, některé jejich základní vlastnosti a další skutečnosti brání jejich širšímu používání bez nezbytných úprav a speciálního zařízení.

1.2 Obsah vody

Obsah vody v „živé" biomase se pohybuje od cca 60% a výhřevnost u takto vlhké slámy činí pouze 6 MJ/kg. Stébelniny s původní vlhkostí se jako palivo nedají použít vůbec. Teprve po vysušení na obsah vody pod 20% u stébelnin je možno úspěšně spalovat. Sušení, přirozené nebo umělé, je tedy první a základní podmínkou pro využití Stébelin jako energetického zdroje, kterou se liší od většiny fosilních paliv. Absolutně suché Stébeliny dosahují výhřevnosti kolem 18-19 MJ/kg, což je hodnota vyšší než dosahuje běžné hnědé uhlí. Z různých, zejména bezpečnostních důvodů se doporučuje spalovat biopaliva vždy s určitým obsahem vody. Zajímavostí je že suchý obilný prach je výbušnina.

1.3 Tvarové úpravy

Druhou podmínkou využitelnosti biopaliv jsou jejich tvarové úpravy, stébelniny je třeba řezat, lisovat nebo briketovat. Tyto způsoby se liší stupněm stlačení a velikostí produktu. Zatímco dnes běžné obří balíky slámy mají stlačená balení o objemové hmotnosti cca 150 kg/m^3, brikety do 1 000 kg/m^3 a pelety přes 1 000 kg/m^3 (v přepočtu na jednici paliva); volná řezaná sláma má pouze 40-50 kg/m^3. Každá tvarová úprava zdražuje stébelniny, které do zpracovatelského procesu sice přicházejí často jen s dopravními náklady, ale jejich konečná cena na trhu může být překážkou masového používání.

1.4 Spalování

Třetí podmínkou efektivního používání biopaliv je použití vhodných skladovacích a dopravních zařízení u kotlů, jejichž konstrukce, sestava a investiční náročnost závisí na tepelném výkonu kotlů a způsobu používání a zejména systému topenišť. Je to relativně nízká objemová hmotnost a nízká koncentrace energie v jednici paliva a vysoký podíl zplyňujících látek, kterými se biopaliva podobají plynným palivům. Při teplotách nad 200°C dochází postupně ke zplynování biopaliv, kdy se až 80 i více % hmoty mění v plyn, který by měl perfektně prohořet dříve než vzniklé teplo přejde v teplosměnných plochách do topného media. Toto zplynování trvá řádově jen několik minut na rozdíl od prohořívání zbylých 20-25% dřevního uhlí. Topeniště i uspořádání kotlů musí proto vyhovovat požadavkům na prostor jednak lehčího paliva, ale zejména požadavkům na prohoření vznikajících spalných plynů.

1.5 Sekundární vzduch

V topeništích na spalování stébelin nepostačuje proto přívod spalného vzduchu pod rošt (primární vzduch) jako u kotlů na spalování koksu nebo černého uhlí, ale do hořících plynů musí být zaváděn turbulentně i sekundární vzduch nebo dokonce u velkých zařízení i terciální vzduch. Jinak snadno dochází k tepelným ztrátám v komínových plynech, usazování sazí a kondenzaci dehtů. Z toho vyplývá, že zařízení na spalování stébelin se liší od kotlů na spalování koksu, uhlí i kapalných paliv. Hnědé uhlí tvoří přechod mezi "klasickými" fosilními palivy a biopalivy, protože obsah zplyňujících látek u něj bývá až 45% (u koksu je 5% a u černého uhlí asi 25%).

1.6 Chloridy

Čtvrtou podmínkou efektivního používání stébelin je zohlednění chemického obsahu spalin, zejména u slámy, kde se může ve spalinách vyskytovat chlorovodík (HCl), napadající při vyšších teplotách (přes 550 °C) teplosměnné plochy přehřívačů páry. V topeništích všech typů může docházet k poškozování vyzdívek nižších kvalit. V Chlorovodíku může být ve spalinách až 180 mg/Nm^3.

1.7 Cena paliv

Pátou podmínkou efektivního používání stébelnin je nezbytnost zachování přiměřené ceny konečné formy paliva před topeništěm, event. ceny vyrobeného tepla. Zatím se do ekonomických efektů nezapočítávají ekologické výhody spalování stébelnin jako je redukce skleníkových plynů, popele, ochrana přírody a tak rozhodování se zakládá na prostém porovnání cen tepla. Ukazuje se, že cena paliva, resp. vlastně cena jeho úprav, má význam pouze u tepelných zařízení nejnižších tepelných výkonů, tj. u vytápění rodinných domků a menších objektů, zatímco u velkých tepelných zařízení rozhoduje o cenách tepla zejména odpis investic a úroky z úvěrů. Na druhé straně potřebná úprava paliv, jako je lisování do balíků a briketování má v praxi velkou variabilitu nákladovosti, která je dána především stupněm využití potřebného zařízení. Briketovaná sláma může mít cenu nižší než 1 000 Kč/t v zařízeních, která jsou využita celý rok na dvě směny. S výkonností a využitím strojů podstatně klesá cena paliva. Výnosnost slámy se totiž pohybuje kolem 8 tun na hektar.

1.8 Biopaliva a půda

Za poslední podmínku efektivního používání stébelnin je možno považovat nutnost překonání agronomických námitek ke spalování Stébelnin jako fenoménu ochuzujícího zemědělskou půdu o humusotvorné látky. K tomu je třeba uvést příklad dánského zemědělství s jeho 50% vývozem produkce a plánovanou 50% spotřebou řepkové a obilní slámy k energetickým účelům a práce německých výzkumníků, kteří dokázali, že prosté zaorání, zejména řepkové slámy nepřináší zvýšení obsahu humusu v půdě. Většinou se projevuje snížením výnosů v důsledku vazby dusíku z půdy na mikroorganismy rozkládající slámu, přesycháním půdy na podzim a snížením vzcházivosti semen, podporováním rozvoje chorob rostlin a škůdců včetně hlodavců. Zkoušky VÚZT však také dokázaly, že i při sklizni řepkové slámy pro energetické účely v množství kolem 3 tun po hektaru zůstává většina organické hmoty na poli ve formě vysokého strniště a drobného propadu včetně bohatého kořenového systému. Skutečný biologický výnos řepkové slámy v hodnotě paliva 3 000 – 4 000 Kč/ha místo využití hnojivového účinku ve výši cca 300 Kč/ha. Získané prostředky je možno použít pro zajištění zeleného hnojení, kompostu, případně k zajištění jiných hnojiv, když nejlepšího hnojiva – chlévské mrvy je stále nedostatek.

1.9 Technika pro získávání a využití biopaliv

Technikou pro využívání stébelnin rozumíme především sklizňové a zpracovatelské stroje, sušící zařízení, tvarovací zařízení, stroje pro dopravu a skladování a konečně i zařízení topenišť a kotlů včetně regulačních a automatizačních prvků. Jedná se tedy o rozsáhlý komplex zařízení, která jsou jen v některých rysech shodná se zařízením na využití fosilních paliv.

1.11 Některé údaje ke spalování biopaliv – srovnání

Výhřevnost paliv	MJ/kg
Dřevo surové – 50% vody	8,2
Dřevo suché – 25% vody	13,5
Dřevo bez vody	19,2 (přibližně spalné teplo)
Sláma suchá při sklizni	14,5 (16% vody)
Hnědé uhlí	12-15 (mostecké i 16)
Brikety hnědouhelné	do 20 (pojivo = dehet)
Černé uhlí	25 (antracit 30)
Koks	do 29
Topná nafta	42,9
LTO, TTO	40,9 (nutno předehřívat)
Zemní plyn - m^3	do 36
Elektřina - kWh	3,6

Skutečná výhřevnost = spalné teplo sušiny - bez tepla na odpaření vody z paliva
Paliva - bez tepla na odpaření vody vzniklé spálením vodíku
Teplo na odpaření vody (MJ/kg) =kg H_2O x 2,442 MJ
Vody z vodíku (kg H_2O) = kg H_2 x 8,94
Obsah vodíku v sušině biopaliva = 4,5 – 6 %
1 J – 1 Ws, 1 kal = 4,186 J, 1 kWh = 3 600 kJ = 3,6 MJ = 860 Kcal

1.12 Teoretická potřeba spalného vzduchu na spálení 1 kg paliva (Nm^3/kg)

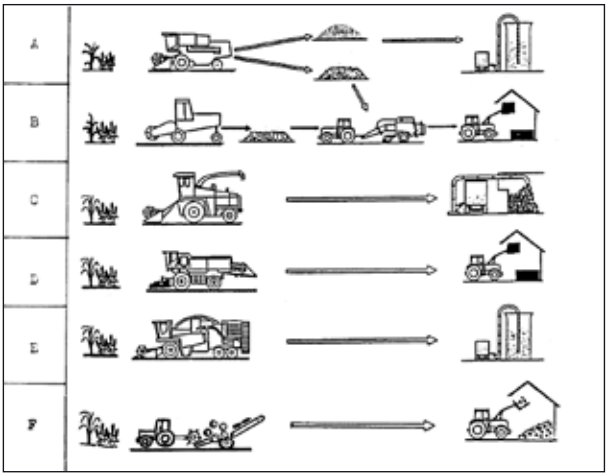
Palivo	běžný stav	bez vody	bez popele
Dřevo	4,02	4,73	4,75
Sláma	4,04	4,69	4,94
Hnědé uhlí	4,72	6,3	6,99
Černé uhlí	7,78	8,19	8,81
Koks	7,72	8,13	9,04
Dřevní uhlí	7,77	8,10	8,15

Běžný přebytek spalného vzduchu u biopaliv = uvedené hodnoty x 2 – 2,5
Tepelné zisky při spalování uhlíku $C + 1/2\ 0_2 = CO + 123$ MJ/kmol
$CO + 1/2\ 0_2 = CO_2 + 283$ MJ/kmol
$C + 0_2 = CO_2 + 406$ MJ/kmol
(asi 30 kg dřeva)

1.10 Sklizňové a zpracovatelské stroje

Soubor sklizňových strojů biopaliv se liší podle toho, zda jde o stroje na získávání paliva dřevního charakteru nebo paliva ze stébelnin. U dřeva jsou to v oblasti lesních provozů běžná těžební zařízení, doplněná štěpkovacími stroji na zpracování jinak obtížně využitelného odpadu, případně štípacími stroji a kombinovanými řezacími a štípacími stroji. Piliny z dřevozpracujícího průmyslu jsou zpracovávány na sušičkách pilin a briketovacími a peletovacími stroji. Stébelniny mají v současné době jako rozhodující sklizňové stroje lisy na obří válcové nebo kvádrové balíky s hmotností 300 až 500 kg, doplněné rozpojovacím zařízením v linkách zpracování slámy do briket nebo před spalovacím zařízením. Při sklizni, zejména celých energetických rostlin nastojato nebo i z řádků mohou být nasazeny i sklízecí, většinou samojízdné řezačky. Ty po úpravě mohou být používány i ke sklizni "polního dříví", topolů a vrb. Výhledově je možno předpokládat, že energetické stébelniny sklízené v suchém stavu z řádků budou sklízeny také samojízdnými briketovacími nebo peletovacími stroji a z polí se bude vozit také již "hotové" palivo. Nezbytnou ekonomickou podmínkou však je, aby tyto stroje byly využity pro výrobu během celého roku jako stacionární v tvarovacích linkách biopali

1.13 Technologie sklizně a zpracování energetických stébelnin



A - sklizeň zrnin sklízecí mlátičkou - odložení slámy na řádek; B - sečení energetických obilovin a travin žacím řádkovačem, odložení stébelnin na řádek k proschnutí, sběrací lis; C - sklizeň sklízecí řezačkou - přímé sečení nebo sběr ze řádku; D - přímá sklizeň nebo sběr ze řádku samojízdným nebo taženým lisem; E - přímá sklizeň nebo sběr ze řádků samojízdným peletizačním briketovacím lisem; F - svinování stébelnin ze řádků svinovacím kompaktorem.

1.14 Sláma jako palivo

V našich podmínkách přichází v úvahu využití slamy obilní (pšenice, tritikale, žito, ječmen, oves, kukuřice), řepkové, slámy luskovin a lněných stonků.

1.15 Odhadovaná světová produkce slámy

Plodina	tis. tun sušiny
Pšeničná sláma	545,000
Ječná sláma	175,000
Ovesná sláma	60,000
žitná sláma	40,000
Rýžová sláma	350,000
Len olejný	2,000
Tráva (semenářský porost)	3,000
Sláma celkem	1,175,000
Stonky bavlny	68,000
Stonky kukuřice	690,000
Stonky čiroku	242,000

V ČR je v současné době při předpokládaném využití čtvrtiny slámy obilnin a celého objemu slámy kukuřice, luskovin a řepky v průmyslové výrobě a v energetice k dispozici celkem 2.5 mil. tun slámy.

1.16 Průměrná roční produkce slámy v ČR

Plodina	Průměrná sklizňová plocha (ha)	Průměrný výnos (t/ha)	Průměrná produkce slámy (t)
Pšenice ozimá	850931	4,6	3949561
Pšenice jarní	63236	3,1	192659
žito	39781	3,5	139501
Ječmen ozimý	147025	4,0	588300
Ječmen jarní	345620	3,5	1207547
Oves	52982	2,8	146643
Kukuřice na zrno	59930	7,3	442948
Ostatní obilniny	34749	2,9	120416
Obilniny celkem	1611951	4,3	6854218
Řepka	326624	2,3	842427
TTP celkem	455807	3,1	1249442

1.17 Chemické složení slámy

Ukazatel	Sláma obilní	Sláma řepková
C (%)	47	46
O2 (%)	38	40
H (%)	5,6	5
S (%)	0,1	0,2
Cl (%)	0,1	0,1
popel (%)	5	6
Výhřevnost (MJ/kg)	14	15

Produkce slámy obilovin kolem 419 tis. tun (po odečtení produkce na krmení, stlaní, částečné zaorávky, ztrát při provozu atd.) by mohla být využita na spalování. s produkcí slámy řepky (celkem 1 328 tis. tun) by mohla zabezpečit takové množství energie, které by stačilo na zajištění provozu 47 elektráren s parním turbo-generátorem s výkonem 5,0 MW. Nebo toto množství by zajistilo vytápění cca 239 000 rodinných domků .

Značnou předností slámy je, že obsahuje jen velmi málo popele a neobsahuje síru a těžké kovy. Podíl zplyňujících částí je však vysoký - až 80 % a hustota energie nízká – tomu musí odpovídat topeniště. Na druhé straně briketováním se může sláma přizpůsobit i požadavkům stávajících topenišť. Její využívání vyžaduje vypracování celého systému nejméně v rámci jednoho podniku.

1.18 Možnost náhrady vybraných paliv slámou

druh slámy	výhřevnost MJ/kg	náhrada hnědého uhlí (kg)	náhrada černého uhlí (kg)	náhrada LTO (kg)	náhrada zemního plynu (m^3)
obilní	14,0	838,8	549,0	341,5	411,7
řepková	14,6	874,8	572,5	356,1	429,4

2. Kotel vlastní výroby:

Jde o jednoduchý kotel vlastní výroby, kterým je vytápěno 1200 m^2 podlahové plochy. Kotel vytápí dvě budovy. Přirozenou cirkulací vzduchu vytopí celou halu ve které je umístěn.

Hala vytápěná kotlem „vlastní výroby“ >

Pomocí výměníku, jenž je umístěn nad kotlem, je vytápěna i horní hala, kde je rozmístěna sestava radiátorů. Jako otopné médium slouží obvykle užívaná voda. Kotel spaluje balíky slámy pšeničné nebo žitné, žitná sláma je lepší díky její vyšší výhřevnosti. Jeden balík slámy o rozměrech 130x130x270 cm dokáže vytopit tyto dvě haly po dobu osmi hodin, což je vzhledem k osmi hodinovým směnám výhodné. Farma Dvořák obdělává půdu o rozloze 1600 hektarů a na této půdě sklidí ročně přibližně 180 balíků slámy. Kotel má sání zespoda , sacími otvory je vháněn vzduch do samotného spalovacího prostoru. Při zátopu je balík vložen dovnitř předními dveřmi. Po následném zapálení slámy balík postupně vzplane a dochází k jeho rozpadu a postupnému prohořívání

3. Kotel GRASO SKNS-1000:

Kotel na spalování balíků slámy o výkonu, který se pohybuje v rozmezí od 50kW do 1 MW.Od 400kW je nutno použít na komínu ventilátor. Tento výkon lze jednoduše regulovat pomocí řídící jednotky, která je napojena na teplotní čidla, která měří teplotu spalin a teplotu ohřáté vody. Díky této řídící jednotce lze nastavit teplotu spalin a vody pomocí otáček hlavního ventilátoru. Zatápění je jednodušší než u kotle „vlastní výroby", a to díky malému ventilátoru , který je umístěn na přední straně dveří, kterými se vkládají nové balíky slámy. Balík slámy vydrží hořet při plném výkonu kotle dvě hodiny. Tento kotel je zatím umístěn na statku pouze z důvodů vysoušení obilí. Příští rok je naplánováno vytápět tímto kotlem i dvě spodní haly. Bude to výhodné vzhledem k tomu, že na začátku topné sezóny je již všechno obilí vysušeno.

Zátopný ventilátor

TOMÁŠ KARÁSEK, SŠ TO Dačice, Strojírenská 304, 380 01 Dač

BIOMASA JAKO ZDROJ CENTRÁLNÍHO VYTÁPĚNÍ OBCE DEŠNÁ

1. Úvod

Biomasa je organická hmota rostlinného nebo živočišného původu. Lze ji získat při zemědělské či průmyslové činnosti nebo jako komunální odpad. Biomasa může být i produktem cílené výrobní činnosti v zemědělství nebo lesnictví. Je nejstarším lidmi využívaným zdrojem energie a má obnovitelný charakter. Efektivní a ekologické využití biomasy má minimální negativní vliv na životní prostředí.

Biomasu je možné využívat přímým spalováním či k výrobě ušlechtilých paliv, které méně zatěžují životní prostředí než klasická paliva (černé, hnědé uhlí, ap.)

V České republice jsou vzhledem k velké rozloze půdy, která je využívána k zemědělským či lesnickým účelům (asi 87% z celkové rozlohy), dobré podmínky pro využívání energetické biomasy. K energetickým účelům je možné využít asi 8 mil. tun pevné biomasy v komunální energetice, domácnostech, průmyslu i zemědělství.

Obec Dešná leží v okrese Jindřichův Hradec, blízko česko-moravsko-rakouských hranic. Jde o první obec v ČR, která je vytápěna teplem ze spalování slámy. Slámy, zejména řepkové, je v tomto kraji přebytek, pro zemědělce je nadbytečným odpadem, který se likviduje bez užitku. To inspirovalo obec k zamyšlení nad možnostmi jejího využití.

2. Centrální vytápění obce Dešná

Obec Dešná obdobně jako velká většina českého venkova byla v době před druhou světovou válkou plně soběstačná v zásobování palivem, a to dřevní hmotou. Později bylo toto ekologické palivo nahrazeno levnými uhelnými palivy, která umožnila vzniknout klasickým teplovodním ústředním vytápěním v nově stavěných a modernizovaných venkovských domech výrazně vyšším standardem bydlení než u dřívějších lokálních topenišť. S postupujícím zájmem o zlepšování životního prostředí a rozvojem plynofikace bylo nutné zvolit i tady směr v zásobování obce palivem. Zvažovány proto byly zejména dvě varianty plynofikace nebo návrat k samozásobování obce vlastními energetickými zdroji, kterým je vzhledem k zemědělské velkovýrobě zejména obilní sláma.

V roce 1997 byla v obci postavena výtopna na slámu a dřevní štěpky. Jejím vlastníkem je obec. Zkušební provoz byl zahájen 6 měsíců od začátku výstavby, do trvalého provozu byla výtopna předána rok po zahájení výstavby. Stavba zahrnovala vybudování objektu výtopny, adaptaci starší stodoly na sklad paliva, systém rozdružování slaměných balíků, pneumatickou dopravu paliva, instalaci dvou kotlů o jmenovitém výkonu 0,9 a 1,8 MW a další technologie. Dále byly položeny teplovodní rozvody o celkové délce cca 3,4 km. Bylo instalováno 86 výměníkových stanic, přičemž na jednu stanici může být připojeno více vytápěných objektů. Výtopna zásobuje zejména rodinné domy (napojeno je více než 90% objektů v obci). Výkon kotelny je dostatečný i pro napojení dalších dvou blízkých menších obcí, což však předpokládá značnou investici do rozvodů tepla.

3. Financování a ekonomika díla

Financování bylo z větší části zajištěno z fondů SFŽP, a to jednak nenávratnou dotací a jednak půjčkou s nízkým úrokem. Zbylá část byla uhrazena z vlastních prostředků obce. Celkové investiční náklady stavby dosáhly výše 38,5 mil. Kč, z toho na vybudování rozvodů tepla a předávacích stanic bylo vynaloženo 17,5 mil. Kč.

Za období topné sezóny 1998-1999 bylo vyrobeno 7.592 GJ tepelné energie při spotřebě 655 tun slámy. Cena dodávaného tepla byla zastupitelstvem obce stanovena na 240 Kč/GJ, z toho přímé náklady na 1 GJ bez odpisů nákladů na splácení úvěrů jsou zhruba 116 Kč. V přímých nákladech se zobrazuje cena paliva přibližně 50 % podílem. Cen vykupované slámy dle uzavřené smlouvy činí 550 Kč/t včetně dopravy do skladu. (za slámu o průměrné výhřevnosti 14 GJ/t při průměrné vlhkosti 18 %, vykupovaná sláma nepřesáhla vlhkost 21 %). Na výrobu 1 GJ bylo spotřebováno od 90 do 108 kg slámy. Cena obilní slámy v r. 1998 byla 550 Kč/t a bylo v ní zahrnuto:

- cena slámy v řádku na poli 100,- Kč/t
- průměrná cena za lisování balíků 220,- Kč/t
- doprava do 5 km, podíl na zisku, daně, režie 230,- Kč/t

CELKEM: 550 Kč/t z toho vyplývá reálná cena paliva - slámy 47,45 Kč/GJ

4. Palivo

Možnosti získání dostatečného množství slámy vycházejí z přírodních podmínek území obce Dešná, které má celkem výměru 3 767 hektarů, z čehož 3088 hektarů zabírá zemědělská půda (82%), na které jsou z větší části pěstovány obilniny. Pouze 455 hektar zabírají lesní plochy. Katastrální území místních částí Hluboká, Plačovice a Dešná jsou na prvních třech místech cenové mapy zemědělských pozemků v okrese Jindřichův Hradec. Vzhledem k relativnímu dostatku zemědělských ploch byla ověřována i možnost zajištění potřebného množství paliva z rychlerostoucích dřevin. Produkce řepkové slámy s pohybuje mezi 3 až 5 tunami na hektar, produkce obilní pak činí přibližně 4 tuny z hektaru. K zásobování celé obce teplem proto postačuje produkce slámy z cca 8 % výměry zemědělské půdy.

Po podrobné přípravě bylo rozhodnuto volit cestu samozásobování, a to jak z důvodů ekologických, tak ekonomických se snahou zachovat život ve venkovském prostoru, který je do značné míry závislý na zemědělské výrobě.

Zpracování paliva

Řepková a obilní sláma se po sklizni lisuje lisem HESTON do kvádrových balíků o rozměrech 120x90x160 cm na polích v bezprostřední blízkosti obce. Ukládána je do stohů pomocí hydraulických nakladačů. Stohy slouží jako meziskládka před přepravou do krytého skladu (bývalé stodoly).

Z přepravníků jsou balíky vyloženy před skladem a pomocí vysokozdvižného vozíku uloženy. Ve skladu lze umístit asi 270 balíků slámy o váze jednoho balíku asi 280 kilogramů, což představuje zhruba 75 tun. Toto množství postačí podle odběru tepla na 14 až 15dnů. Denní spotřeba slámy se pohybuje okolo 1,5 tuny (6 balík) při venkovní průměrné teplotě 10°C, do 5,5 tuny (20 balíků) při teplotě –15 až -20°C.

Kromě slámy je kotelna schopna spalovat dřevní štěpky a piliny, které jsou převážně získávány z místní pily. Dřevní hmota je uskladněna v betonovém bunkru v sousedství kotelny, odkud je samostatným šnekovým a pásovým dopravníkem přesunována do zásobníku před kotli.

Dřevní hmota slouží rovněž jako náhradní palivo v případě nedostatku slámy nebo technických problémů.

Balíky slámy jdou jeden za druhým po pásovém dopravníku do rozdružovače, kde jsou stébla dělena na kousky dlouhé 10 až 15 cm. Ty jsou dále dopravovány pneumatickou dopravou do zásobníku v kotelně, vzdáleného 25 m od rozdružovače. Délka dráhy pro uložení balíků je 26 m a je-li večer naplněna balíky slámy, vznikne provozní zásoba paliva na celonoční plný provoz kotlů (při max. výkonu nejméně na 12 hodin). Ze zásobníku je palivo šnekovými podavači dopraveno k hořákům. Náhradním palivem mohou být dřevní štěpky, pro jejichž efektivní spalování jsou hořáky rovněž přizpůsobeny. Palivo je přivedeno do kotelny, v malém zásobníku(na slámu i dřevní hmoty) je rozděleno na kotle dle jejich momentálních potřeb a šnekovými dopravníky posouváno do předtopenišť kotlů.

5. Použitá technologie

Původně se uvažovalo o poměrně drahé technologii z Dánska. Při výběrovém řízení na dodavatele stavby se však ukázalo, že česká technologie je srovnatelná a cenově dostupná Pro realizaci projektu byl vybrán generální dodavatel Stavcent Jindřichův Hradec a.s. se subdodávkou technologického zařízení tuzemských výrobců VERNER Červený Kostelec (vlastní kotle s přísunem paliva a regulací) a Step TRUTNOV a.s. (spalinové výměníky, spalinové cesty a čištění plynů). Tím se celkové náklady podstatně snížily, za přispění projektanta Dopravoprojekt Brno a.s. a Energis 92 Hradec Králové.

Pro výstavbu výtopny byl vybrán doposud nevyužívaný pozemek poblíž centra obce. Přitom byla adaptována a využita v těsném sousedství stojící stodola pro sklad slámy.

Instalovaný výkon zdroje 2,7 MW postačuje pro vytápění a přípravu teplé užitkové vody jak v obci Dešná, tak v sousedních Dančovicích i Plačovicích. Tyto obce jsou vzdáleny 600 m od prozatím ukončeného rozvodu tepla v Dešné. S napojením těchto místních částí se uvažuje v budoucnu.

6. Závěr

Je zřejmé, že využití fytomasy pro energetické účely v centrálním zdroji je ekologicky vhodné a snižuje podstatně imisní zatížení prostředí proti vytápění uhlím. Na druhé straně je nutno poznamenat, že bez dotace a zvýhodněné půjčky by centrální systém zásobování teplem v obci s malou hustotou potřeby tepla nemohl být realizován. Z lokálního hlediska pak systém pro obec přináší další výhody:

- obec sama může ovlivňovat cenu tepla, vznikly další pracovní příležitosti,
- při získávání paliva se podporuje podnikání v místě výkupu,
- peníze za teplo zůstávají v obecním rozpočtu,

Ze širšího pohledu lze dále konstatovat, že bioenergetika pomáhá řešit další problém, který stále nabývá na významu, a to je nadprodukce potravinářského zemědělství. Velký význam má bioenergetika i ze sociálního hlediska, neboť vytváří nové pracovní příležitosti zejména v ohrožených sektorech hospodářství a zachovává finanční toky v dané oblasti. V neposlední řadě je nepominutelný i fakt, že dochází ke zlepšení stavu životního prostředí jak v místě provozovaného zařízení, ale významný je i příspěvek k odvrácení ekologické katastrofy v souvislosti s prohlubováním skleníkového efektu v důsledku emisí fosilního CO_2.

Popsaný případ centrálního zdroje na fytomasu je možno považovat za pilotní zařízení - první v České republice, které byl dodáno českými výrobci a dodavateli. Přesto, že se jedná o prototyp, dosavadní provoz prokázal, že se jedná o dílo technicky zdařilé, které se vyrovná zahraniční konkurenci a může sloužit za příklad pro další projekty tohoto typu tam, kde jsou vhodné podmínky. Bude-li do budoucna vytvořena dostatečná podpora v rozvoji bioenergetiky má Česká republika ještě reálnou šanci eleminovat předstih některých našich blízkých sousedů, kteří se aktivně začali problematikou obnovitelných zdrojů energie zabývat již mnohem dříve.

JOSEF BUŘIČ, SŠ SPOJŮ A INFORMATIKY, BYDLINSKÉHO 2474, TÁBOR

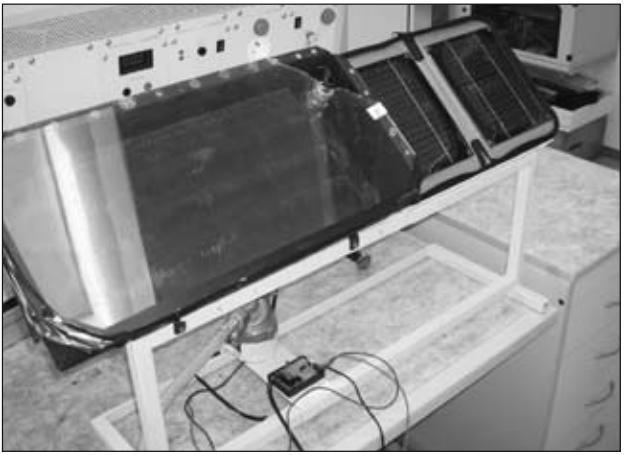
NEZÁVISLÝ SYSTÉM PRO OHŘEV TEPLÉ UŽIZKOVÉ VODY

Úvod

V poslední době dochází k velkému rozmachu solárních panelů pro ohřev vody. Jedním z důvodů je kromě zvyšování cen energií i klesající pořizovací cena těchto zařízení a rostoucí ekologické povědomí společnosti. Valná většina těchto zařízení je konstruována s nuceným oběhem, protože tak dosahují větší úspory místa a praktičtějšího uspořádání. V praxi to znamená že kolektor je umístěn zpravidla na střeše domu a odtud musíme ohřáté medium dopravit do výměníku, který je zpravidla ve sklepě domu. Proto je součástí systému i oběhové čerpadlo, které zajišťuje cirkulaci topného média v systému. Toto čerpadlo je u současných systémů závislé na rozvodné elektrické síti. V létě kdy je největší výkon slunečního záření , může dojít i k výpadkům rozvodné sítě. Jelikož se solární kolektor bez odběru ohřátého media může poškodit, minimálně dojde k úniku teplonosného media ze systému v důsledku přetlaku v kolektoru, což má za následek zvýšené servisní náklady spojené s doplněním teplonosného media a dotlakováním systému. Protože tyto servisní práce není možno provádět amatérsky jsou případné náklady nezanedbatelnou položkou. Proto je vhodné využít sluneční energii nejen k ohřevu vody, ale také k výrobě elektrické energie potřebné k pohonu čerpadla. A tím nebýt závislí na síti. Díky tomu lze solární pohon provozovat i tam kde není síť, což dává tomuto způsobu ohřevu vody nové možnosti použití a to zejména v rekreačních objektech umístěných mimo dosah rozvodné sítě.

Nezávislý systém pro ohřev teplé užitkové vody

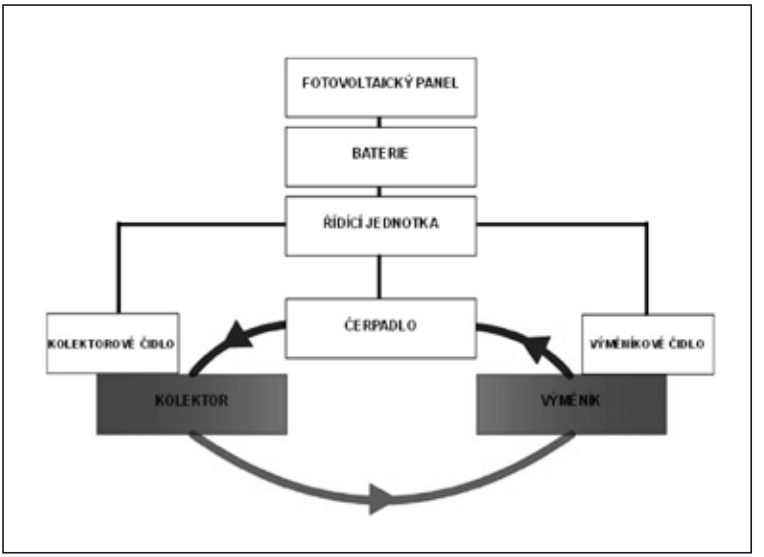
Systém byl zhotoven do soutěže pořádané ČVUT v Praze o nejlepší aplikaci elektronického obvodu napájeného ze solárních článků. V této soutěži se umístil v celorepublikové konkurenci na 6 místě. Celé zařízení je složeno z kolektoru, čerpadla, řídící jednotky, solárního panelu, čidel a výměníku.



Princip činnosti

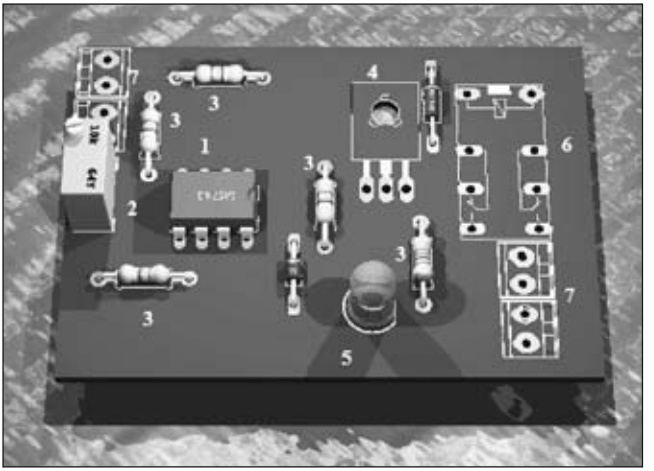
Pokud je dostatečný sluneční svit začne se voda v kolektoru ohřívat a solární článek začne nabíjet baterii. Za určitou dobu vzroste teplota na kolektoru, takže je v něm vyšší než teplota ve výměníku. Pomocí termistorů které jsou umístěny u kolektoru a ve výměníku přenášíme informaci o teplotě na vstupy řídící jednotky. Jakmile je rozdíl teplot vetší než požadovaný, u našeho zařízení byl nastaven na 10°C, sepne relé a spustí čerpadlo. Voda začne cirkulovat systémem a začne ochlazovat kolektor a ohřívat vodu ve výměníku. Jak klesne rozdíl teplot pod stanovenou hodnotu čerpadlo se zase vypne. Rozdíl 10st. je minimální hodnota potřebná k tomu, aby byly vykompenzovány teplotní ztráty způsobené dopravou horké vody z kolektoru do výměníku. Dole na obrázku je vidět blokové zapojení systému. Protože fotovoltaický článek vyrábí el. energii okamžitě po rozednění jsou záložní akumulátory vždy dobíjený dříve než dojde k ohřátí vody v kolektoru a tedy k potřebě sepnutí čerpadla. Zároveˇ zajišťují akumulátory napájení řídící jednotky.

Blokové schéma zapojení



Řídící jednotka

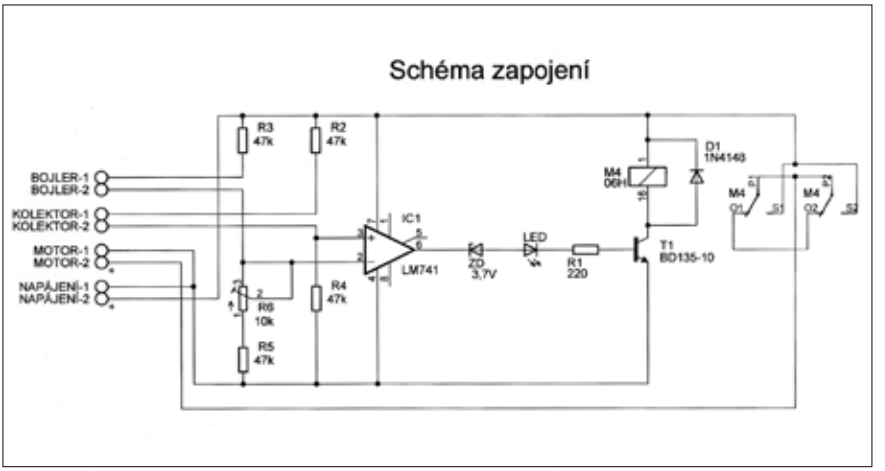
Řídící jednotka je jednoduchá a výrobně laciná. Díky tomu je málo poruchová. Srdcem celé jednotky je operační zesilovač zapojený jako komparátor (1). Komparátor porovnává rozdíl napětí na vstupech operačního zesilovače . Součástky zajišťující převod teploty na napětí jsou termistory z nichž jeden je umístěn na tělese solárního kolektoru a druhý snímá teplotu ohřívaného media ve výměníku. Další důležitou součástkou je trimr, který slouží k nastavení rozdílu teplot tzv. hystereze. Další součástky jsou odpory sloužící k nastavení napěťových úrovní na vstupech komparátoru, termistor, který není na obrázku zobrazen. K signalizaci chodu oběhového čerpadla zařízení slouží led dioda, jako spínací prvek je použito relé. K připojení čidel a napájení jsou umístěny svorky.



Kalkulace nákladů

Následující výpočty udávají náklady na provoz za použití napájení ze sítě a solárního článku. V těchto výpočtech nezahrnujeme zvyšování cen elektrické energie. Nesmíme opomenout pořizovací cenu fotovoltaického článku, která je proto zařízení cca 800 Kč. fotovoltaický článek má podle výrobce životnost min 20 let.

Síťové čerpadlo:		
Uvažovaná cena energie:	5 Kč/kWh	
Doba provozu čerpadla:	200 dní	8 hod/den
Výkon čerpadla:	32 W	
Celková cena provozu solárního čerpadla za 2 roky:	512 Kč	
Solární napájení čerpadla:		
Uvažovaná cena baterií:	350 Kč (10ks, 35 Kč/ks)	
Doba provozu čerpadla:	200 dní	8 hod/den
Výkon čerpadla:	12 W	
Celková cena provozu solárního čerpadla za 2 roky:	350 Kč	
Rozdíl ceny	**162Kč / rok**	



Vycházím z toho, že cena obou čerpadel je shodná (cca. 3000 Kč) a životnost akumulátorů jsou 2 roky. Již za součastných cen elektrické energie je tedy solární pohon výhodnější. Nelze však do budoucna počítat s tím, že cena elektrické energie zůstane stejná. Díky tomu bude solární pohon ještě výhodnější.

Poznatky z provozu

Toto zapojení bylo provozováno cca. 45 dní v období června až září. Systém dokázal zajistit dostatek teplé užitkové vody pro dvoučlennou domácnost. Kapacita akumulátorů a výkon solárního článku je dostatečný pro daný typ čerpadla. Pro správnou funkci je potřeba zařízení dokonale odvzdušnit.

Obecné podmínky pro provoz

Abychom využili výkon článku optimálně musíme vhodně umístit solární článek. Vhodné umístění je na jihozápadní straně pod úhlem 45°. Dále je zapotřebí mít zabezpečen okruh proti vysokému tlaku i teplotě za pomoci ventilů a expanzní nádrže.

Dobré je také vědět, jaký má slunce svit při dopadu na zem výkon. To znázorňuje obrázek dole. Čím je barva blíž k červené tím větší aktivita slunečního záření je v daném místě k dispozici.

VÁCLAV NEJDR, VOŠ A SZeŠ TÁBOR

PROSADÍ SE AGROENERGETIKA?

Bioplynová stanice

Úvod:

Všechny naše zásoby fosilních paliv se nám začínají zmenšovat a naše životní prostředí nám také začíná vracet vše to, co jsme do něj po celá ta léta vkládali, ať mluvím o emisích zejména v dopravě, skleníkovém efektu a globálním oteplováním země, devastaci přírody na které se ze všeho nejvíce podílí člověk. Proto je třeba se dívat do budoucnosti po nových, výhodných a zároveň ekologických obnovitelných zdrojích energie, které nám zcela zastoupí všechny druhy energií.

Získávání elektrické energie z tzv. obnovitelných zdrojů je stále více v popředí rozvoje energetiky a ochrany životního prostředí.

Alternativní zdroje energie je možno získat z energie geotermální, moří, vody, větrné, solární a z biomasy.

Ze všech zmíněných alternativních zdrojů energie jsem si vybral právě výrobu elektřiny v bioplynové stanici. Myslím, že výstavba nové bioplynové stanice je poněkud finančně náročná, ale její návratnost je celkem slušná. Výstavba nové BPS je investice v řádu 40 mil. avšak návratnost je do 6 let. Současná energetická situace ve světě, Českou republiku nevyjímaje, se vyznačuje vysokou poptávkou po energiích a s tím souvisejícím silným nárůstem cen. Tento stav může být rozhodujícím momentem pro investory, kteří chtějí na této situaci vydělávat a využít co nejvíce investičních nabídek při realizaci a provozování technologických zařízení na výrobu energií z obnovitelných zdrojů. Zemědělství je bezesporu odvětvím, které má pro výrobu největší možnosti a předpoklady. Jedním z těchto velmi perspektivních obnovitelných zdrojů energie je bioplyn.

Tato práce se ve zkratce pokusí shrnout v současné době používané způsoby získávání bioplynu a poslední dostupné informace o významnejších provozovaných nebo plánovaných zařízeních v České republice a okolních státech. Kromě toho je i v Evropské unii podporován rozvoj využití biomasy i jejího pěstování pro energetické účely jako součást řešení ekologických otázek energetiky, problémů zemědělské politiky

a politiky rozvoje venkova. V jejím rámci by do roku 2010 měla výroba elektřiny a tepla z obnovitelných zdrojů energie v České republice ve srovnání se současným stavem výrazně stoupnout. V současné době leží v České republice ladem kolem půl milionu hektarů zemědělské půdy. Pro naplnění cíle roku 2010 by postačilo

využívat přibližně polovinu této výměry. Podle údajů Ministerstva zemědělství České republiky se počítá s výměrou 1,5 milionu ha půdy pro pěstování biomasy pro energetické účely. Předpokládá se, že do roku 2010 stoupne v České republice podíl elektrické energie z obnovitelných zdrojů v hrubé spotřebě na osm procent, v současné době dosahuje asi poloviční úrovně . To České republice ukládá směrnice Evropské unie. Elektrická energie vyrobená z bioplynu se na tom může podílet velkou měrou.

Přehled literatury:

Straka tvrdí že (2003):

V bioplynové stanici se vyrábí elektřina, která se přivádí do elektrické sítě, z toho 5% elektřiny,která je neustále vyráběna se využije pro chod celé bioplynové stanice.

Bioplyn vzniká vyhníváním jako proces rozkladu a přeměny organických látek. K vyhnívání neboli fermentaci dochází bez přístupu vzduchu a ve vlhkém prostředí vlivem působení

methanových bakterií - metanogenů. Anaerobní fermentace je biochemickým procesem, sestávajícím z celé řady posloupných fyzikálních, fyzikálně-chemických a biologických procesů. Vytváření bioplynu je konečnou fází biochemické konverze organických látek v anaerobních podmínkách na bioplyn a zbytkový fermentovaný materiál. Proces probíhá při teplotách od 0 °C do 70 °C a na rozdíl od jiných procesů nevzniká při anaerobní fermentaci teplo, ale vyvíjí se hořlavý plyn - metan.současně s ním se vytváří oxid uhličitý a voda.

Produkovanou biomasu lze z hlediska jejího získávání rozdělit na dvě základní skupiny – odpadní a záměrně pěstovanou.

a) Biomasou záměrně pěstovanou v produkci bioplynu jsou:

- energetické plodiny (šťovík, tritikale, čirok, chrastice rákosovitá, křídlatka, vrby, topoly, olše, akáty a podobně) olejniny (nejznámější je řepka olejná)
- cukrovka, obilí, brambory.

b) Biomasou odpadní jsou:

- rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny (sláma kukuřice a obilovin, řepková sláma, zbytky z lučních areálů a nedopasky, zbytky po likvidaci náletových dřevin a odpady ze sadů a vinic)
- odpady z živočišné výroby (exkrementy z chovů hospodářských zvířat, zbytky krmiv, odpady z mléčnic a přidružených zpracovatelských kapacit)
- biologicky rozložitelné komunální odpady (separovaný sběrový papír, kuchyňské odpady, organické zbytky z údržby zeleně a podobně)
- organické odpady z průmyslových a potravinářských výrob (odpady z provozů na zpracování a skladování produktů rostlinné výroby, jateční a mlékárenské odpady, odpady z lihovarů a konzerváren, vinařských a dřevařských provozoven)

- lesní odpady (dřevní hmota z probírek, kůra, větve, pařezy, kořeny po těžbě dřeva, palivové dřevo, klestí, odřezky atd.)
- Velmi důležitým zdrojem materiálu pro výrobu bioplynu jsou biologicky rozložitelné odpady (BRO). Mezi tyto odpady se řadí zejména odpady BRO komunální, zemědělské, zahradnické a lesnické, dále BRO z výroby potravin, papíru a celulózy, zpracování dřeva, kožedělného a textilního průmyslu, dřevěné a papírové obaly a vodárenské a čistírenské kaly.

Velkou výhodou při skladování, zužitkování a úpravách bioplynu oproti jiným nosičům energie je ta skutečnost, že ho lze skladovat a podle potřeby využívat v době, kdy potřeba zapojit špičkové zdroje pro výrobu elektrické energie nebo tepla. Při jeho skladování nedochází na rozdíl od „skladování" solární elektrické a tepelné energie nebo tepla a energie z větru ke ztrátám (tepelné ztráty, vybíjení akumulátorů). Nevýhodou bioplynu je poměrně malá hustota energie v poměru k objemu, kdy 1 m3 bioplynu obsahuje takové množství energie, jako 0,6 až 0,7 l topného oleje.11) Pro beztlakové skladování jsou proto potřeba větší objemy zásobníkových plynojemů. Velikosti plynojemů je potřeba dimenzovat s patřičnou rezervou podle projektované předpokládané produkce bioplynu a podle způsobu využívání vyprodukovaného bioplynu. Bude-li se bioplyn využívat ve k výrobě elektrické energie, je dle literatury potřeba zásobník o objemu 20 % až 50 % denní produkce plynu za předpokladu, že agregát na výrobu elektrické energie je v provozu nepřetržitě při plném zatížení.

Plyn produkovaný ve fermentoru obsahuje při svém výstupu do plynojemu asi 100 % vodní páry a velké množství sirovodíku. Aby se zabránilo korozi potrubí, případně plynojemu, plynového motoru a jiných spotřebičů, musí být v celé soustavě řešeno odstraňování kondenzátu po kondenzaci vodní páry a odsiřování bioplynu. V některých případech se provádí i čistění bioplynu

Spalováním

Přímé spalování v hořácích například při vaření nebo v infračervených zářičích se u nás v **současné době již nepoužívá.**

Vytápěním bioplynem

K vytápění bioplynem se používají kotle s atmosférickými hořáky do výkonu přibližně 30 kW nebo dmýchadlové kotle pro větší výkony.

Kogenerací tepla a elektrické energie

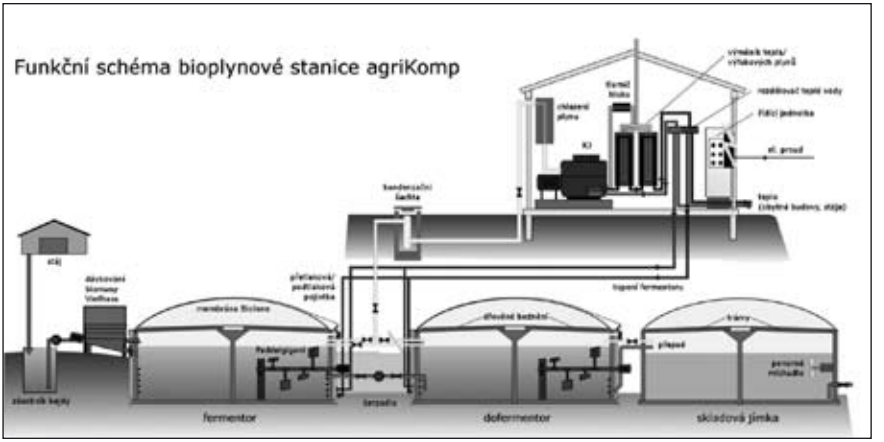
V těchto případech se bioplyn využívá ke spalování jako palivo pro pohon spalovacích motorů ,které pohánějí generátory na výrobu elektrického proudu. Odpadní teplo z chladicích okruhů těchto motorů a výfukové plyny se pomocí výměníků využívají k teplovodnímu vytápění budov nebo ohřev vyžadujících technologických zařízení. Otázky úhrady za elektrickou energii řeší Zákon 180 Sb., Sbírka zákonů ČR, částka 66 ze dne 5.5.2005 o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie.

Kvalita bioplynu je určována především poměrem hořlavého metanu a oxidu uhličitého. Z ekonomického hlediska skladování bioplynu je nutné se snažit o co nejvyšší obsah metanu (CH4) a co nejnižší obsah oxidu uhličitého. Další důležitou složkou bioplynu je sirovodík (H2S), jehož množství má velký vliv na korozi technologického zařízení a při vyšších podílech vyvolává potřebu jeho odsíření. Kromě těchto složek se v bioplynu dále nacházejí amoniak, molekulární dusík, vodík a kyslík, jejichž podíl činí 6 až 8 %. Obecně se v literatuře za dosažitelný obsah metanu (CH4) považuje hodnota 50 až 75 %.

Postup při řešení práce:

1) seznámení s tématem: - studium dostupných informací, konzultace
2) návštěva bioplynové stanice v obci Chroboly- diskuse s panem Jahodou-vedoucím provozu
3) úvaha a porozumění problematiky BPS jako jedné z mnoha cest alternativních zdrojů energie

Vlastní práce:



Fáze výroby:

1. Dávkovací stůl – je vlastně velká železná nádoba uvnitř se šneky , které se otáčejí. Je založena na principu krmného vozu. Každou hodinu se na dávkovací stůl dodává 1650 kg materiálu

Poměr dávkování je: 14 tun kukuřice která je pro kvasný proces velmi důležitá dále 10 tun trávy (senáže),10tun mláta,5 tun hnojiv

2. Vnější reaktor – Do vnějšího reaktoru je šnekem přiváděn materiál z dávkovacího stolu. Zde probíhá kvašení za stálého otačení kolem dokola v kruhovém reaktoru, při kterém se vytváří methan a ten je dále přepouštěn přepouštěcím potrubím do vnitřního reaktoru. Reaktor je vytápěný na 43 stupňů celsia.

3. Vnitřní reaktor – Reaktor je 7 metrů hluboký. Probíhá zde dokvašování. Nad celým kruhovým reaktorem jsou ve 2 vrstvách plachty a mezi nimi vzduch. V reaktoru je tlak 1,5 baru. Z reaktoru vyúsťuje potrubí, které dopravuje methan do motoru v řídící budově. Materiál prošlý kvasným procesem padá přepadovou rourou do koncového skladu.

4. Koncový sklad – Zde se shromažďuje materiál který prošel kvasným procesem.
Řídký odpad vyvážejí jako močůvku na louky, které tímto řádně pohnojí a obohatí o dusík. Tuhý materiál zatím shromažďují. Stále více se nabízí možnost z tuhého odpadu lisovat brikety , které se dají svou výhřevností srovnat s výhřevností hnědého uhlí.

5. Řídící budova – Na střeše má velké chlaďáky, kde se odebírá přebytečné nevyužité teplo přibližně 45%. V budově je umístněn motor Deutz –za 9 milionů korun. Motor je schopen za hodinu práce vyrobit 520 kW. Jednu kW elektrické energie prodávají za 3,10 Kč. Spaluje methan, pohání generátor a ten vyrábí elektrický proud.

Zásobník

Oba reaktory jsou spojeny přepouštěcí rourou

Koncový sklad

Diskuze a závěr:

Problematice produkce bioplynu se v posledních letech, ale zejména v posledním desetiletí, věnuje vysoká pozornost. Zatížení životního prostředí, způsobené velkou měrou spalováním fosilních paliv, se v posledních padesáti letech zvyšuje exponenciálně a způsobuje nárůst průměrných teplot na Zemi se všemi jeho negativními dopady. Česká republika je jako člen Evropské unie vázána unijními předpisy, které členským státům v následujících letech striktně předepisují minimální produkci energie z obnovitelných zdrojů, mezi které bioplyn nesporně patří a zařadila se tak mezi státy, které se vydaly na cestu postupného snižování zátěže životního prostředí. Tento projekt shrnuje poznatky o moderních, na vědeckých poznatcích založených technologiích produkce bioplynu a trendech současného směru vývoje především v České republice a v evropských státech. Velkým přínosem je, že kromě produkce

energie dochází současně k produkci jiných, zejména pro zemědělskou produkci důležitých a někdy i nedostatkových složek, a k likvidaci vedlejších, v zemědělství nebo i potravinářství vznikajících vedlejších produktů, které mohou v surovém nezpracovaném stavu představovat zátěž pro životní prostředí nebo i dokonce vznik nákazové situace, nebezpečné pro člověka nebo hospodářská zvířata.

Problematika produkce bioplynu v zemědělství je natolik široká, že z časových důvodů a omezené časové dostupnosti řady pramenů nebylo v rámci studie možno rozpracovat jednotlivé části podrobně a ani to není jejím účelem. Má poskytnout rámcový přehled nejdůležitějších faktorů, které mají na produkci bioplynu v zemědělství nejdůležitější vliv a upozornit na realizované bioplynové stanice a jejichž realizace byla zveřejněna a které mohou zájemci případně navštívit.

Řídící budova

MILOSLAV KAŇKA, SPŠ strojní a stavební, Tábor

PLYNOVÉ CNG AUTOBUSY V SILNIČNÍ DOPRAVĚ

Resumé

V projektu se zabývám využitím plynových pohonů u silničních motorových vozidlech, které jsou jedním z možných alternativních řešení snižování emisí v dopravě. Dopravní společnost COMETT PLUS s.r.o. a Městský úřad Tábor, jako spoluvlastník společnosti, zvolily z nabízených možností využití plynových motorů, spalujících stlačený zemní plyn (CNG). Získané poznatky z dvouletého provozu (2006-2007) ukazují, že se jedná o zajímavé ekologické i ekonomické řešení. Úspěšnost projektu dokládá snaha společnosti o jeho rozvoj a nákup dalších přibližně 34 CNG autobusů v následujících letech.

Poděkování

Děkuji společnosti COMETT PLUS s.r.o., Tábor za poskytnuté informace a čas, který mi věnovali její pracovníci. Mé poděkování patří také Městskému úřadu v Táboře.

1. Alternativní zdroje pro pohon silničních vozidel

Nejpoužívanějšími palivy současnosti pro pohon motorových vozidel, a to v osobní i nákladní silniční přepravě, jsou kapalná paliva benzín a nafta, získávaná z ropy. Ta je fosilního původu a představuje v dohledné budoucnosti několika desetiletí vyčerpatelný, tedy neobnovitelný zdroj. Kromě toho vzniká spalováním těchto paliv množství škodlivin, které mají negativní vliv na životní prostředí a nepříznivě ovlivňují ekologickou rovnováhu Země. Proto se již dnes snaží přední automobiloví výrobci hledat za benzín a naftu náhradu v tzv. alternativních zdrojích, z nichž některá patří do kategorie obnovitelných zdrojů. Hlavních cílem je přitom zajistit celkové snížení emisí v dopravě.

Plynná paliva
- zemní plyn, stlačený CNG nebo zkapalněný LNG,
- propan-butan LPG (není alternativním palivem vůči produktům z ropy),
- bioplyn
- vodík stlačený GH2 nebo zkapalněný LH2

Kapalná paliva
- alkoholy - metanol, etanol,
- bionafta - (např. methylester řepkového oleje)

Elektřina
- elektřina z palivových článků (metanol, zemní plyn, vodík),
- elektřina z klasických akumulátorů.

Hybridní pohony
- vozidla využívající kombinaci dvou různých pohonů, například spalovací motor a elektropohon

Solární vozidla
- vozidla využívající jako zdroj pohonu elektromotory napájené sluneční energií

2. Historie pohonů silničních vozidel na plyn

Protože se ve své práci zaměřuji na využití stlačeného zemního plynu v provozu městských a linkových autobusů táborské společnosti COMETT PLUS s.r.o., je vhodné vrátit se na úvod do historie využití plynu k pohonu silničních vozidel. Nejedná se tedy o novou myšlenku, jen díky dokonalejším technologiím je možné dnes mnohem účinněji zavádět taková vozidla do provozu a nebýt k tomu nuceni například složitými válečnými podmínkami, kdy byla nouze o benzín a naftu.

Vynález výbušného plynového motoru je spojen především se jmény Rivaz a Lenoir. Švýcarský vojenský vysloužilec Issac de Rivaz získal r. 1807 patent na vozidlo poháněné výbušným motorem. Vůz dokonce postavil a veřejně zkoušel. Jeho motor měl válec, v němž elektricky zapaloval směs svítiplynu a vzduchu. Píst, který byl výbuchem vytlačen vzhůru, byl pak svojí váhou a atmosférickým tlakem vzduchu tlačen dolů, přičemž ozubeným hřbetem poháněl soukolí, do nějž se pohyb přenášel na kola vozu.

Opravdového úspěchu ale dosáhl až Francouz belgického původu Jean Joseph Etienne Lenoir, kterého lze považovat za vlastního tvůrce výbušných motorů, neboť je přivedl k takovému stavu dokonalosti, že je bylo možno opravdu prakticky využít. Dne 10. listopadu 1859 získal patent na motor poháněný svítiplynem a v roce 1860 začal již stavět vůz s plynovým motorem. Plyn byl stlačený v nádržce umístěné ve vozidle. V roce 1863 vykonal Lenoir s tímto vozidlem první jízdu z Paříže do jejího předměstí Joinville le Pont a zpět rychlostí 6 km/hod. Celá trať měřila 18 km.V této době se ale začaly rychle vyvíjet spalovací systémy na kapalná paliva, tedy benzín, naftu či petrolej a plynové pohony byli téměř zapomenuty. O jejich návrat se postaral nedostatek kapalných paliv během první poloviny 20. století světové války. V praxi se zjistilo, že plyn má pro pohon motorových vozidel vynikající vlastnosti. Především byl provoz s použitím svítiplynu levnější než s kapalnými pohonnými hmotami, motory snadněji startovaly i v mrazivém počasí a samozřejmě byl provoz ekologičtější, což si kupodivu již v počátcích užívání spalovacích motorů naši předkové plně uvědomovali. Nevýhodou použití nestlačeného svítiplynu byl velmi malý akční rádius automobilů. Vývoj proto jednoznačně směřoval k používání stlačeného plynu. Ten se sice po 2. světové válce poněkud zastavil, ale energetická krize 60. a 70. let jej opět vzkřísila. Dnes jsou plynové pohonné systémy hojně využívány hlavně v hromadné dopravě po celém světě a tento trend se stále zdokonaluje a modernizuje. Od začátku 90. let se plynná paliva na trhu pohonných hmot stále více prosazují.

Obr. 1 Ukázka anglických vozidel s gumovými balóny

2.1 Velká Británie

Ve Velké Británii se automobily vybavovali gumovými balóny připevněnými na střeše, do kterých se z nízkotlakového potrubí plnil opět svítiplyn. Nevýhodou byl hlavně poměrně malý dojezd (dáno malým obsahem plynu v balónech).

2.2 Francie

Kolem roku 1930 se ve Francii začalo poprvé objevovat použití stlačeného svítiplynu v automobilové dopravě a brzy se rozšířilo do dalších evropských zemí. Byly vyráběny kompresní tankovací stanice, tlakové lahve, přestavována vozidla, stlačený svítiplyn se začal běžně používat. Souběžně s rozvojem použití stlačeného svítiplynu byly prováděny pokusy s použitím i jiných plynů, především metanu a kalového plynu.

2.3 Německo

Zkapalněné uhlovodíkové plyny se začaly v Evropě používat počátkem třicátých let. Jsou tedy jedním z nejmladších motorových plynných paliv. Tekuté plyny byly poprvé použity v Porúří v roce 1934 k pohonu 50 nákladních automobilů. O tři roky později již jezdilo na území Říše 12 tisíc nákladních automobilů na tekutý plyn. V roce 1937 činila spotřeba tekutého plynu na území Německa 50 tisíc tun ročně. Tekutý plyn se získával jako vedlejší produkt při výrobě benzínu z uhlí.

2.4 Itálie

Ve využití zemního plynu pro pohon vozidel má primát Itálie. Snadná dostupnost zemního plynu z vlastní těžby ve 30. letech tohoto století umožnila nástup a později širší rozmach tohoto způsobu užití zemního plynu v Itálii.

Obr. 2 Italský FIAT při plnění stlačeného zemního plynu

2.5 Plynové pohony v hromadné dopravě

Poprvé v městské hromadné dopravě byl plyn poprvé použit nikoli pro pohon autobusů, ale tramvají. V roce 1893 jezdilo v Drážďanech 6 tramvají poháněných motory na stlačený svítiplyn. Stlačený svítiplyn byl uložen v 6 nádržkách po 1 m^3, ve kterých byl svítiplyn stlačen přetlakem 6 atmosfér. Vůz dosahoval rychlosti 10–12 km/hod a měl dojezd až 40 km.V letech 2. světové války pro nedostatek kapalných pohonných hmot jezdily v Evropě autobusy městské hromadné dopravy, nákladní a osobní automobily nejen na svítiplyn, zemní plyn nebo zkapalněné uhlovodíkové plyny, ale byl využíván i dřevoplyn. Ten byl využíván nejen v silniční dopravě, ale i pro pohon lokomotiv, zejména v Německu. Po 2. světové válce bylo používání plynu v dopravě ve většině evropských zemí na dlouhá léta utlumeno a do popředí se opět dostaly klasické kapalné pohonné hmoty – benzín a nafta. Opětovný nástup použití plynu pro pohon vozidel nastal v 60. a 70. letech, razantní přechod na plyn pak ke konci osmdesátých a zejména v devadesátých letech minulého století. Na olympiádě v Mnichově v roce 1972 byly s úspěchem použity městské autobusy poháněné stlačeným nebo zkapalněným zemním plynem. Později byly použity na běžné linky.

Ve Velké Británii byla zahájena první městská doprava prostřednictvím motorových omnibusů v roce 1903 v britském Sussexu. Pařížský dopravní podnik používal autobusy na plyn od konce roku 1940.

2.6 Situace plynových pohonů v Československu (později v České republice)

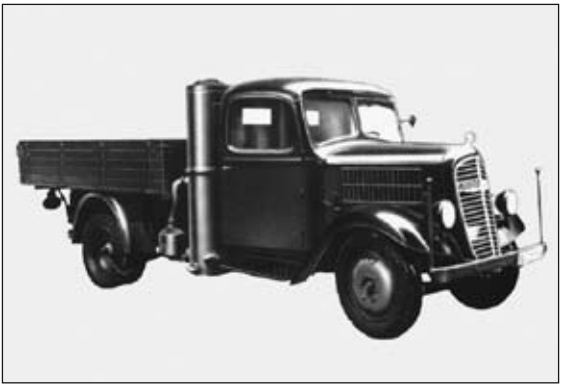
Využívání plynu v dopravě začalo v českých zemích v roce 1936. Konkrétně se jednalo o používání stlačeného svítiplynu k pohonu automobilů, autobusů a traktorů. Vítkovické železárny jako první vyráběly kompresní tankovací stanice a provozovaly na svítiplyn vlastní nákladní vozy. V roce 1937 došlo k výstavbě kompresní stanice v Hradci Králové, kde se na převedení městské autobusové dopravy na plyn dohodla městská plynárna s místním dopravním podnikem.

Obr. 3 Československý automobil Praga s tlakovou nádobou na střeše

Stlačený svítiplyn k pohonu autobusů, nákladních i osobních automobilů se začal používat v Praze, Hradci Králové a v dalších českých městech. V 30. a 40. létech jezdily plynové autobusy také v Krnově, Olomouci, Mladé Boleslavi. V té době byla v Praze v plynárně v Michli postavena kompresní stanice na plnění lahví stlačeným svítiplynem. V Praze byli ještě s rostoucím nedostatkem kapalných pohonných hmot potřebných k válečným účelům nutno roku 1944 otevřít další 2 čerpací stanice. V tomto období jezdily v Praze autobusy městské hromadné dopravy, nákladní a osobní automobily i na dřevoplyn. Typickým jevem při dřevoplynovém provozu byly zásoby bukových špalíků ukládané v pytlích na střechách vozů.

Obr. 4 Autobus Praga TO na nestlačený svítiplyn v ulicích a při plnění

V období druhé světové války byl na našem území pohon dřevoplynem zaveden i u motorových vozů bývalých Českomoravských drah BMD – ČMD. V roce 1941 a 1943 byly dodány dvě série motorových vozů v provedení na dřevoplyn. Systém dřevoplynového zařízení pro pohon vozidel je stejný jako u moderních kotlů na dřevoplyn.



Obr. 5 Nákladní automobil vybavený kotlem na dřevoplyn (výrobce Dokogen, dnešní Atmos)

Po válce však, obdobně jako v celé Evropě, používání plynu v dopravě ustupilo do pozadí a na scénu se vrátily klasické kapalné pohonné hmoty. Zemní plyn jako pohonná hmota se začal v Československu uplatňovat od roku 1981, kdy byla provedena první přestavba vozidla na zemní plyn. Plány dalšího rozvoje byly smělé. V roce 1985 byla vypracována komplexní studie řešící náhradu kapalných paliv zemním plynem, podle níž v cílovém roce 1995 mělo být postaveno několik desítek plnících stanic a na zemní plyn mělo jezdit několik tisíc vozidel, především nákladních automobilů a autobusů.

V roce 1989 byla v plynárně Měcholupy uvedena do provozu plnící stanice stlačeného zemního plynu určená zejména pro autobusy v Praze. Prvních 5 autobusů poháněných stlačeným zemním plynem zahájilo v Praze provoz v roce 1991. V té době se rozšiřovalo používání plynových autobusů v městské dopravě i do dalších měst, hlavně na Moravě – Havířov, Frýdek Místek, Uherské Hradiště, Prostějov. Veškeré plynové autobusy byly přestavěny na zemní plyn z původních autobusů naftových, nejednalo se o plynové autobusy od výrobce. Takový způsob se může jevit jako složitý, finančně náročný a neefektivní. Nový autobus se musí částečně demontovat a upravit na plynový pohon. V té době to však byl jediný možný způsob, zahraniční plynové autobusy byly až 37x dražší a český výrobce plynové autobusy nenabízel.

Rovněž plynové osobní a nákladní automobily byly individuálně přestavované, neexistovaly ani sériově vyráběné automobily na zemní plyn ani nebyly schváleny hromadné přestavby vozidel – homologace. Individuální přestavby se v praxi neosvědčily, to byl hlavní důvod, proč se dobře rozbíhající program plynofikace zpomalil až zastavil.

Česká republika byla počátkem 90. let v plynofikaci dopravy na předním místě ve světě. Díky stagnaci v dalších letech se ale před ni dostaly další evropské země, které s plynofikací dopravy začínaly později. Neváhaly však využít poznatků z počátečních fází plynofikace a počet vozidel na zemní plyn i plnících stanic tam nyní úspěšně roste (př. Německo, Francie). Od roku 1999 se situace začala měnit. V oblasti osobních automobilů v roce 1999 byly schváleny hromadné přestavby vozidel na zemní plyn. Nutno podotknout, že se u nás pro CNG neuplatňuje spotřební daň (od 1. ledna 2007), která je cca 2,35 Kč/kg .Vláda tuto úlevu schválila s platností do roku 2012 a po tomto datu se předpokládá že bude tato daň jen minimální a bude růst do roku 2020, kde se zastaví na právě 2,35 Kč/kg.

3. Dopravní situace ve městě Tábor

Emisní studie, kterou si nechal zpracovat Městský úřad v Táboře, ukázala, že město je, co se týče životního prostředí, na tom z jihočeských měst nejhůře (hlavně co se týče volně poletujících pevných částic, roční limit byl překročen už v prvním čtvrtletí). Proto se město rozhodlo řešit tuto situaci několika kroky. Jedním z nich je nákup městských autobusů na zemní plyn (CNG), protože tento pohon ve srovnání s naftovými motory používanými v autobusové dopravě je ekologicky čistší a provoz je levnější. Momentálně jezdí v rámci městské hromadné dopravy 3 CNG autobusy z celkového počtu 72 používaných. Další 3 CNG autobusy používá společnost v linkové přepravě osob. Plán přepravce, kterým je společnost COMETT PLUS s.r.o., hovoří o cílovém stavu 40 CNG autobusů z celkového počtu 72. Na nákup těchto ekologicky čistších autobusů je možno čerpat speciálních dotací Evropské unie, která přibližně pokrývá rozdíl pořizovací ceny naftového a plynového autobusu (cena běžného autobusu se pohybuje kolem 8 miliónu korun, CNG autobus je o 1 milión korun dražší). Dopravce přitom jezdí levněji a ekologičtěji.

Součástí společného programu společnosti COMETT PLUS s.r.o. a Městského úřadu v Táboře bylo vybudování čerpací stanice CNG. Ta byla slavnostně otevřena dne 29. března 2007 a je doposud nejmodernější čerpací stanicí CNG v ČR. Provozovatelem této stanice je dopravní společnost COMETT PLUS s.r.o. a využívá ji zejména pro vlastní autobusy a osobní vozy, ale stanice je samozřejmě dostupná i pro veřejnost jezdící na CNG. Jsou zde instalovány 2 technologie plnění v závislosti na technickém vybavení vozidel a to tzv. NGV1, která se používá především pro osobní automobily, a NGV2, která je využívána především pro autobusy.

4. CNG - stlačený zemní plyn

CNG (Compressed Natural Gas - stlačený zemní plyn) je používán jako palivo pro pohon motorových vozidel a je považován za relativně čistější alternativu k benzínu a motorové naftě.

Zemní plyn je přírodní hořlavý plyn využívaný jako významné plynné fosilní palivo. Jeho hlavní složkou je methan (obvykle přes 90 %) a ethan (1–6 %). Nachází se v podzemí buď samostatně, nebo společně s ropou. Používá se také jako zdroj vodíku při výrobě dusíkatých hnojiv. Díky tomu, že obsahuje především methan, má v porovnání s ostatními fosilními palivy při spalování nejmenší podíl CO_2 na jednotku uvolněné energie. Je proto považován za ekologické palivo. Ve vozidlech se využívá ve stlačené podobě (CNG).

Samotný zemní plyn je bez zápachu; proto se při jeho distribuci provádí tzv. odorizace, tj. přidávají se do něj zapáchající plyny (např. ethyl-merkaptan) tak, aby čichem bylo možno pocítit zemní plyn ve vzduchu v koncentraci větší než 1 procento.

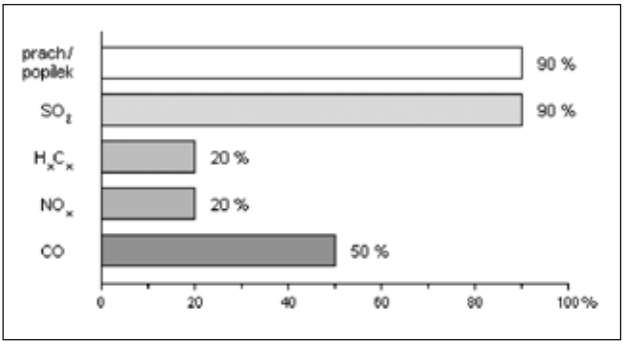
4.1 Fyzikální charakteristiky zemního plynu

Tyto charakteristiky jsou jen přibližné, protože se podle složení na různých nalezištích liší.

- 1kg CNG = 1,4 m^3 CNG
- energeticky se dá srovnat l nafty = 1m^3 CNG
- Hustota: ρ = 0,7 kg/m^3 (suchý plynný) nebo 400 kg/m^3 (kapalný)
- Zápalná teplota: t = 650 °C
- Teplota plamene 1957 °C
- Výhřevnost: 16–34 MJ/m^3 (plynný)
- Oktanové číslo při použití ve spalovacích motorech: 120–130
- Dolní mez výbušnosti: 4,4%
- Horní mez výbušnosti: 15%

4.2 Srovnání naftových a benzínových pohonů s CNG z emisního hlediska

Jak je vidět v následujícím srovnání, vozidla na zemní plyn produkují výrazně méně škodlivin než vozidla s klasickým pohonem.



Obr. 6 Snížení emisí (g/km) u vozidel s pohonem na zemní plyn a naftu

Snížení emisí – zemní plyn / nafta

- ☐ Částečky (prach/popílek) úplná eliminace
- ☐ Oxid siřičitý (SO_2) úplná eliminace
- ☐ Reaktivní uhlovodíky (H_xC_x) o 80 % méně reaktivních uhlovodíků
- ☐ Oxidy dusíku (NO_x) o 80 % méně oxidů dusíku
- ☐ Oxid uhelnatý (CO) o 50 % méně oxidu uhelnatého

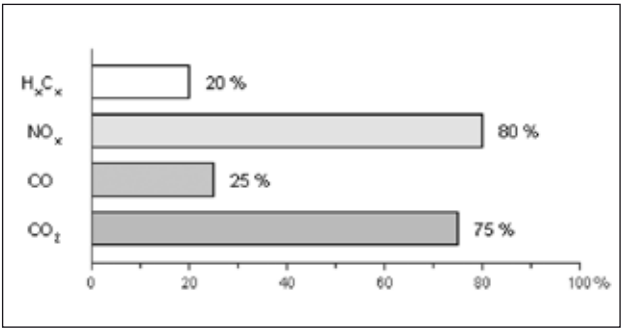
Shrnuto:

Zkušenosti z praktického použití vozidel s pohonem na zemní plyn ukázaly, že provoz těchto vozidel se oproti vozidlům s naftovými motory z hlediska zachování zdravého životního prostředí vyznačuje především následujícími výhodami:

- Výrazné snížení emisí pevných částic (PM – Particulate Matters), které jsou u naftových motorů považovány z důvodu mutagenních a karcinogenních účinků za nejzávažnější
- Kouřivost vznětových motorů je u plynových pohonů prakticky eliminována
- Snížení dalších dnes sledovaných složek emisí – oxidů dusíku NOx a emisí oxidu uhelnatého CO
- Snížení emisí oxidu uhličitého (skleníkového plynu) cca o 10 -15 %
- Výrazné snížení nemetanových, aromatických a polyaromatických uhlovodíků (PAU), aldehydů
- Snížení tvorby ozónu v atmosféře nad zemí, který způsobuje tzv. „letní smog“
- Spaliny z motorů na zemní plyn neobsahují oxid siřičitý (SO_2)
- Do zemního plynu se nepřidávají aditiva a karcinogenní přísady
- Plynové motory mají tišší chod, úroveň hluku plynových autobusů oproti naftovým je díky „měkčímu“ spalování nižší o 50 % vně vozidel, o 60 - 70 % uvnitř vozidel
- Nemožnost kontaminace půdy v důsledku úniku nafty na silnici, v garáži.

Z hlediska provozu:

- Tišší chod motoru
- Významně prodloužený interval výměny oleje
- Nová vozidla s motorem spalujícím CNG splňují emisní limity normy EURO 5, což je výhodné zejména ve státech kde mají vozidla splňující tuto normu daňovou úlevu
- V porovnání s klasickými palivy nízká cena CNG



Obr. 7 Snížení emisí (g/km) u vozidel s pohonem na zemní plyn a benzín

Pro zajímavost ještě srovnání s benzínovým pohonem, který se ovšem v praxi autobusové dopravy na Táborsku nepoužívá:

Snížení emisí – zemní plyn / benzín

- ☐ Reaktivní uhlovodíky (H_xC_x o 80 % méně reaktivních uhlovodíků
- ☐ Oxidy dusíku (NO_x) o 20 % méně oxidů dusíku
- ☐ Oxid uhelnatý (CO) o 75 % méně oxidu uhelnatého
- ☐ Oxid uhličitý (CO_2) o 25 % méně oxidu uhličitého

5. Autobusy na CNG používané v táborské MHD

V dvouletém zkušebním provozu, který probíhal za plného vytížení, byly v rámci městské hromadné dopravy v Táboře a v příměstských linkových spojích testovány 3 městské a 3 linkové autobusy Citelis. Jejich základní technické parametry a technické řešení dokumentují následující kapitola 5.1 a 5.2 a fotografická příloha s obrázky č. 10-17 v kapitole 5.3.

5.1 Městský kloubový autobus Irisbus Citelis 18M CNG

Tento autobus je určen k městské přepravě 44 sedících a 100 stojících osob. Je využíván na nejvytíženější lince č. 1, spojující města Tábor, Sezimovo Ústí a Planá nad Lužnicí. Měsíčně najezdí cca 7000 km, což je nadprůměrný stav ve srovnání s konvenčními autobusy. Denní výkon se pohybuje kolem 300 km, což je vzdálenost dostatečně pokrytá na jedno natankování tlakových nádob stlačeným zemním plynem CNG.

Technické parametry:

Délka	17 800 mm
Šířka	2 500 mm
Nejvyšší výška	3 301 mm

Obr. 8 Autobus Citelis 18M CNG při tankování ve firemní plnící stanici

Rozvor	5 355 / 6 575 mm
Celková dovolená hmotnost	28 000 kg
Počet míst k sezení	44
Počet míst k stání	100

Motor:

Výrobce	Iveco
Typ	Cursor 8 CNG EEV
	(zážehový vertikální řadový šestiválec napříč uložený v zadní části vozu)
Největší výkon	228 kW při 2100 ot/min
Největší kroutící moment	1100 Nm při 1080 ot/min
Emisní zařazení	EURO 4

5.2 Meziměstský autobus Irisbus Citelis 12M CNG

Autobus Irisbus Citelis 12M CNG je určen k meziměstské linkové přepravě 42 sedících a 53 stojících osob. Je využíván na linkách spojujících město Tábor s okolními menšími obcemi a akčním rádiusem do 50 km.

Obr. 9 Autobus Citelis 12M CNG během polední přestávky na dvoře dopravce

Technické parametry

Délka	11 790 mm
Šířka	2 525 mm
Nejvyšší výška	3 200 mm
Rozvor	6 180 mm
Celková dovolená hmotnost	16 500 kg
Počet míst k sezení	42
Počet míst k stání	53

Motor:

Výrobce	Iveco
Typ	Iveco Cursor 8 CNG EEV
Největší výkon	200 kW při 2000 ot/min
Největší kroutící moment	1 100 Nm při 1 100 ot/min
Emisní zařazení	EURO 4

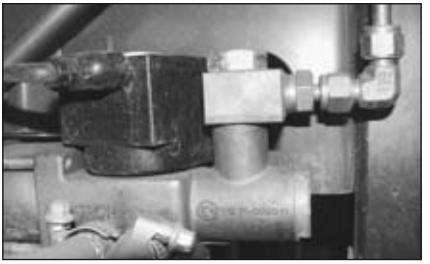
5.3 Fotografická dokumentace technického řešení CNG autobusů

Obr. 10 Autor práce v dílnách společnosti COMETT PLUS s.r.o.

Obr. 11 Motor spalující plyn pracuje jako zážehový motor, detail na přívod vzduchu

Obr. 12 Tlakové nádoby jsou umístěny na střeše autobusu

Obr. 13 Dojezd cca 400 km zajišťuje 10 tlakových nádob o objemu po 154 litrech



Obr. 14 Přívod zemního plynu k motoru přes redukční ventil, z něj odchází plyn k dvojici vstřikovacích trysek na každém ze šesti válců (při plných nádobách redukuje tlak z 22 na 1 MPa)

Obr. 15 Tlak zemního plynu v nádrži odečítá řidič ze sdruženého přístroje na palubní desce (podle zbytkového tlaku se řídí dojezd autobusu)

Závěr

Projekt plynofikace hromadné přepravy osob na Táborsku je teprve na svém počátku. Má za sebou pilotní část dvouletého zkušebního provozu z let 2006 a 2007. Již nyní je ale zřejmé, že se nová technika osvědčila a protože nově nakoupených šest autobusů najezdí nadprůměrný počet kilometrů (CNG 7000 km oproti Diesel se 4000 až 5000 km), vrací se investice do životního prostředí snižováním emisí rychleji, než se původně počítalo.

Někdo by mohl namítnout, že při celkovém počtu 110 autobusů se jedná jen o pomyslnou „plynovou kapku v moři nafty", ale pokud počet CNG vozidel vzroste podle představ dopravce i Městského úřadu v Táboře na 40, je zde reálná možnost zásadního zkvalitnění táborského životního prostředí. Z tohoto pohledu hodnotím pořízení, provoz a přínos CNG autobusů jednoznačně pozitivně.

Z rozhovoru s řidiči obou autobusů jasně vyplynulo, že nové autobusy jsou šetrnější nejen k životnímu prostředí, ale že přinášejí také novou kvalitu cestování. Oba dotázaní dříve jezdili s autobusy naftovými a co se týče jízdních vlastností (kromě větší prodlevy při rozběhu), jsou v tomto směru zhruba srovnatelné. CNG motor je ale podle jejich zkušeností tišší a „měkčí".

RADEK HANSKUT, SOŠ A SOU – MŠP, LETOVICE

MALÁ VODNÍ ELEKTRÁRNA LETOVICE

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně a souhlasím se zpřístupněním své práce v knihovně Střední odborné školy a Středního odborného učiliště – Masarykovy školy práce, Letovice.

Poděkování

Děkuji panu Milanovi Hejlovi, který mi poskytl potřebné materiály a nezbytné odborné informace. Dále děkuji paní učitelce Aleně Doskočilové za užitečnou metodickou pomoc při zpracování této odborné práce.

ÚVOD

Malá vodní elektrárna slouží k ekologicky šetrné výrobě elektrické energie. Dle názoru odborníků bude mít její využívání v budoucnosti perspektivu, protože dokáže optimálně využít hydroenergetický potenciál dané lokality. Výhody MVE (a potažmo vzato veškerých vodních elektráren) jsou nesporné. Jde o trvalý zdroj hnací síly, která patří mezi tzv. obnovitelné zdroje energie. Při výstavbě se neužívají technologie, které by představovaly výrazné nebezpečí pro životní prostředí (jako je tomu např. u jiných stavebních postupů). Vlastní provoz spotřebovává jen minimum energie, a to takovou, která je nutná k údržbě vlastního zařízení a v neposlední řadě, provoz nijak neznečišťuje životní prostředí.

O výhodách MVE tedy nebudeme diskutovat. Hlavním úkolem letovické přehrady je stabilní průtok vody v řece Svitavě a energetické využití odtékající vody v MVE.

1. NĚCO Z HISTORIE

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

2 MALÁ VODNÍ ELEKTRÁRNA LETOVICE

2.1 Povodí Moravy: vodohospodářská charakteristika

Zdrojem vody v povodí Moravy jsou téměř výlučně atmosférické srážky, jejich průměrná roční hodnota dosahuje cca 635 mm. Hustota sítě vodních toků je přiměřená, dominantu tvoří řeky Morava a Dyje. Délka vodohospodářsky významných toků je 3 747 km, ostatních, převážně zemědělských toků a lesních bystřin je 30 000 km. Na území povodí Moravy je v provozu 34 nádrží o celkovém objemu 569 mil. m^3 a 2900 rybníků s celkovým objemem vody 90 mil. m^3. Průměrná jakost vody je na úrovni III. A IV. třídy čistoty. Čistírny odpadních vod jsou již vybudovány u všech měst nad deset tisíc obyvatel, problémem zůstává odstranění dusíku a fosforu z odpadních vod.

2.2 Letovice

Moravské město Letovice leží v severním cípu blanenského okresu. Rozprostírá se v pěkném širokém údolí po obou březích řeky Svitavy a při ústí říčky Křetínky, která se zde do Svitavy vlévá, a na svazích a pahorcích výběžků Drahanské a Českomoravské vysočiny ve výšce 326 až 358 metrů nad mořem. Letovice byly od nepaměti na staré obchodní cestě vedoucí z Moravy do Čech. I nyní je toto město na hlavní silnici Brno – Svitavy – Praha a při železniční trati Brno – Česká Třebová.

2.3 Historie výstavby

Malá vodní elektrárna Letovice se nachází v Jihomoravském kraji, na okrese Blansko a to asi 1 km od města Letovice a 5 km od obce Křetín (obr. 1). Stavba MVE je zabudována v hrázi přehradní nádrže Křetínka. Přehrada byla budována od roku 1972 do roku 1976, ale do úplného provozu byla uvedena až 1. 10. 1979 (obr. 6, 7, 8, 9). Této stavbě ale muselo podlehnout několik domků a staveb ve vesnici Lazinov, jejíž spodní část měla být zatopena vodou. Mezi tyto stavby patřila malá mariánská kaple, obytné domy a mlýn (obr. 2, 3, 4, 5). Mariánskou kapli se ještě snažili místní obyvatelé zachránit. Chtěli, aby byla přesunuta, ale zástupce Okresní památkové péče v Blansku shledal, že kaple není nijak historicky cenná, a proto návrh o přesunutí zamítnul.

Po nějakém čase začala stavba malé vodní elektrárny pro účel vyrovnání toku v řece Svitavě. Elektrárna byla dostavěna a uvedena v provoz až roku 1988. Tuto stavbu provozuje státní podnik Povodí Moravy, který sídlí v Brně. Práci provádí kvalifikovaní zaměstnanci tohoto podniku, kteří zodpovídají za pravidelné upouštění vody, aby zabránili při velkých deštích, při tání ledu a sněhu možným záplavám a na druhé straně se starají o dopouštění vody, aby nedošlo k úhynu ryb v nádrži. Práce okolo MVE není žádná legrace, člověk si musí uvědomit, že nestačí jen zkontrolovat stav turbín, ale je také zapotřebí udržovat používané stroje a zařízení v dobrém technickém stavu. Musí se provádět pravidelné odstávky. Také se musí každý den vyplňovat veškeré dokumenty o provozu zařízení.

2.4 Zajímavosti a důležité údaje

Výška hráze nad terénem	28,50 m
Šířka koruny hráze	5 m
Délka hráze v koruně	126 m
Zabráno zemědělské půdy	91,4 ha
Zabráno lesů	27,13 ha
Celkový objem nádrže	11,644 mil. m^3
Celkové náklady stavby	127 263 000 Kč
Plocha povodí	126,32 km^2
Průtok Q_{100}	50 m^3s^{-1}
Průměrný dlouhodobý roční průtok	0,644 m^3s^{-1}

2.5 Technické parametry a popis

- příslušnost nádrže k soustavě Dyjsko – svratecká
- provozovatel: Povodí Moravy, a. s. – závod Dyje
- účel nádrže:
  - kompenzační vylepšení průtoku ve Svitavě
  - trvalé zajištění minimálního průtoku
  - energetické využití zaručených odtoků v MVE
  - rekreace a rybářství
  - snížení povodňových průtoků
- **základní technické údaje:**

nádrž

- stálé nadržení 346,90 m n. m.	1,560 mil. m^3
- zásobní prostor 360,10 m n. m.	9,015 mil. m^3
- celkový objem	11,644 mil m^3
- zatopená plocha	110,90 ha

hráz:

- typ: hlinitokamenitá sypaná, střední jílové těsnění

- kóta koruny:	362,30 m n. m.
- šířka koruny:	5 m
- délka hráze v koruně:	126 m
- výška nade dnem	28,50 m

spodní výpusti:

- počet x průměr: 2 x 700 mm
- provozní uzávěr: kuželový
- kapacita při max. hladině: 2 x 3,59 m^3s^{-1}

asanační výpust:

- počet x průměr: 2 x 150 mm– napojena na potrubí spodních výpustí

bezpečnostní přeliv:

- typ: boční, nehrazený
- kóta přelivu: 360,1 m n. m.
- kapacita při max. hladině: 50,6 m^3s^{-1}

elektrárna:

- počet turbín, typ: 2x Francis
- 1x čerpadlo v turbínovém provozu
- výkon: 1x 0,098 MW, 1x 0,049 MW (turbíny)
  1x 0,065 MW (čerpadlo)
- spád: 2x 16 - 25 m (turbíny)
  1x 20,7 – 25 m (čerpadlo)

3 Informace o výkonu turbín MVE

Informace zjištěné při osobní návštěvě dne: 17. 10. 2007 ve 14:15

TG1 (Francis 350)	
otáčky	1506 otáček/min
výkon	80,8 kW
rozváděcí kolo	100,4 %
výroba celkem	596523 kWh
teplota ložisek	se neuvádí

TG2 (Francis 230)	
otáčky	1515 otáček/min.
výkon	36,0 kW
rozváděcí kolo	100,0 %
výroba celkem	234493 kWh
teplota ložiska 1 gen	43,5 °C
teplota ložiska 2 gen	36,4 °C
teplota ložiska turbíny	42,6 °C

TG3 (Čerpadlo v turbínovém provozu)	
otáčky	1014 otáček/min.
výkon	57,9 kW
výroba celkem	298261 kWh
teplota ložiska 1gen	48,8 °C
teplota ložiska 2 gen	49,4 °C
teplota ložiska turbíny	30,0 °C

4 Vlastní hodnocení

Na začátku školního roku jsem se rozhodl pro zpracování odborné práce na téma „Obnovitelné zdroje energie" v rámci projektu Enersol.

Pro svoji práci jsem vybral malou vodní elektrárnu, která je vybudována na přehradní nádrži Letovice. Každý den okolo ní jezdím do školy a do současné doby jsem neměl příležitost poznat ji zevnitř. Protože se znám s hrázným panem Milanem Hejlem, odpovědným zaměstnancem a pracovníkem státního podniku Povodí Moravy, domluvil jsem si s ním osobní návštěvu objektu MVE Letovice. Přístup do strojovny a dalších prostor je přísně zakázaný. O povolení k prohlídce se musí zažádat ředitelství podniku, což pan Hejl ochotně učinil.

Při návštěvě strojovny jsem mohl vidět zařízení pro provoz turbín a celé elektrárny. Dále mě pan hrázný pozval do kanceláře, kde jsem měl možnost nahlédnout do dispečerského a provozního deníku. Prohlédl jsem si také aktuální výkon turbín, stav vpustí a jejich průchodnost.

Při mé druhé návštěvě, za účelem získání lepších a kvalitnějších fotografií, jsem se šel podívat do chodby dlouhé asi 130 m, kudy vede potrubí. Zaujalo mě, že si v té chodbě nechávají vypěstovaná jablka a brambory. Bylo mi vysvětleno, že se tam udržuje stále stejná teplota. Dále jsem navštívil věž, ve které je jeřáb zvedající stavidla, která pouští do potrubí vodu. Součástí stavby je i bezpečnostní přepad, který zabraňuje přelití hráze při nadměrném množství vody v přehradní nádrži. Pravidelně se provádí kontroly turbín a vpustí, které se musí manuálně čistit, neboť se přes noc do ní dostává velké množství listí, plastových lahví, kousků větví stromů, atd.

Z mého hlediska je MVE Letovice naplno využívaná, nepůsobí žádný hluk, nijak nedevastuje životní prostředí, upravuje tok řeky Svitavy a redukuje vodu v přehradní nádrži. Provoz této elektrárny je velkým přínosem v oboru obnovitelných zdrojů energie. Přímo mě fascinovalo, jakou energii mohou vyrobit tři turbíny.

FOTOGALERIE

Mapa okolí přehrady a znázornění místa elektrárny

Věž a pohled na přehradu

Jeřáb

Strojovna – exteriér

Strojovna – interiér

Čerpadlo 2. turbíny

Čerpadlo 1. turbíny

Čerpadlo v turbínovém provozu

Vchod pod hráz

Potrubí pod hrází

Já, před strojovnou

Bezpečnostní přepad

JIŘÍ PEROUTKA

INTELIGENTNÍ DŮM

Úvod

Minulý rok jsem se zabýval geotermální energií, a tak mám k tomuto tématu asi nejblíže. Nevím, jak moc dobrá byla moje minulá práce, to musí posoudit ostatní. Když jsem přemýšlel, o jakém tématu budu psát svojí druhou práci, napadlo mě jméno člověka, který mi do jisté míry pomohl i s minulým projektem – Karel Šebek.

Kontaktoval jsem tedy pana Šebka s prosbou o pomoc. Byl potěšen mým zájmem a dal mi kontakt na pana Brůhu, který v Nebřichu, v malé vesničce poblíž Slapské přehrady, vlastní „inteligentní" dům.

Úvodem bych ještě rád použil několik vět, které jsou velice trefné a přečetl jsem si je v jednom nejmenovaném časopise: „Obyvatelé Země spotřebují každou vteřinu 10TW elektrické energie. Tuto energii převádějí na svět zejména fosilní paliva (uhlí, ropa, zemní plyn). Ta však nesvědčí životnímu prostředí a navíc jejich zdroje stále ubývají. O to více je na koni jaderná energie. Existují však i technologie získávání energie z jiných zdrojů, kterým se všeobecně říká alternativní."

Počáteční investice

Ještě bych Vám chtěl upřesnit přibližnou výši investice do „inteligentního“ domu:

Tepelné čerpadlo	100 000,- Kč
Solární panely	50 000,- Kč
Inteligentní zařízení	80 000,- Kč
Instance + jiný zdroj	70 000,- Kč

Celá realizace přijde jen na 300 000,- Kč. A když si uvědomíme, že za kotel na tuhé palivo a jeho následnou instalaci bychom zaplatili takřka 80 000,- Kč, náklady nás vyjdou na 220 000,- Kč. Uvážíme-li, že provozní náklady jsou třetinové, realizovat stavbu se opravdu vyplatí, jelikož návratnost se pohybuje okolo pěti let. Pan Brůha takto ročně ušetří až 60 000,- Kč

„Inteligentní“ dům?

„Inteligentní“ dům? Není to jen taková fráze? Jak dům může být inteligentní? – Tyto i mnohé jiné otázky vás mohou napadnout ve spojení „Inteligentní“ dům.

Ale celá věc se má naštěstí trochu jinak. Inteligentní dům je fráze, která se přiděluje objektu, který má příznivý energetický potenciál, nízkou spotřebu energie a zajišťuje celkový tepelný komfort. Co to znamená?

Na střeše jsou solární panely, které mohou ohřívat vodu ve velkém zásobníku, pod zemí jsou kolektory, které vedou k tepelnému čerpadlu (zrovna toto téma je mi nejbližší) a v neposlední řadě kotel, ať už elektrický nebo na tuhé palivo, který vytápí objekt při nejvyšší spotřebě.

Já bych vám rád vysvětlil, jak celé zařízení – pochopitelně jako celek – pracuje. Ale kdybych se měl zabývat každým z mnoha článků, které pohání tento velký a dokonalý stroj, podrobně, tak by tato práce měla zřejmě dvojnásobný rozsah a pro mnohé z vás by byla příliš dlouhá a obsáhlá.

Nyní, když jsem napsal tuto větu, napadla mě jedna otázka. Pro koho tu práci vlastně píši? Jistě je to do soutěže zvané ENERSOL, ale nejen pro soutěž vše sepisuji.

Minulý rok jsem měl možnost absolvovat dvanáct nebo patnáct přednášek na základních školách, kde jsem všem žákům přibližoval, jak funguje tepelné čerpadlo. A tak si na předchozí otázku tak trochu sám odpovím. Tuto práci píši hlavně pro ně. Pro žáky základních škol. Lidé, kteří budou mojí práci mít možnost číst, hodnotit nebo poslouchat, jistě mnoho ví, a tak jim nemusí určité věci přijít zajímavé, ale žákům nebo studentům, kteří o podobných věcech slyšeli maximálně v televizi, může tento projekt přijít zajímavý. Tuto práci tedy píši hlavně těm, kteří jsou v tomto oboru laikové.

Co to všechno znamená? Především to, že tato práce nebude moc náročná a každým tématem se budu zabývat jen v několika málo odstavcích.

Shrnu tedy věci, které budu popisovat:

1) Tepelné čerpadlo
2) Solární panely
3) Klasický zdroj

Tepelné čerpadlo

Začnu tepelným čerpadlem, jelikož podle mého názoru ho znám ze všech tří zařízení nejlépe.

Již v devatenáctém století anglický fyzik Lord Krvink objevil princip tepelného čerpadla. Ale jeho využití se začalo používat až ve století dvacátém a hlavně jednadvacátém.

Tepelné čerpadlo je zařízení, které dokáže převádět teplo z nižší teplotní hladiny na hladinu vyšší. Celé zařízení funguje jako obyčejná domácí chladnička. Jde o zařízení, které převádí nižší teplotní potenciál (uvnitř ledničky + 5 - 10°C) na hladinu vyšší (výměník na zadní straně ledničky až + 30°C).

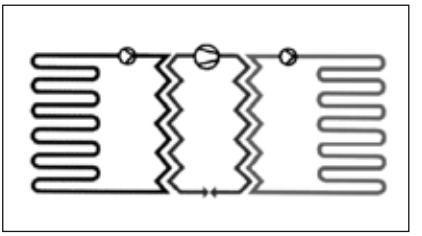
Tepelné čerpadlo pracuje stejně. Převádí venkovní teplo (vzduch v okolí domu, půda v okolí domu nebo spodní voda) na hladinu vyšší.

Existují tedy tři systémy, na základě kterých tepelné čerpadlo pracuje:

1) Vzduch-voda
2) Voda-voda
3) Země-voda

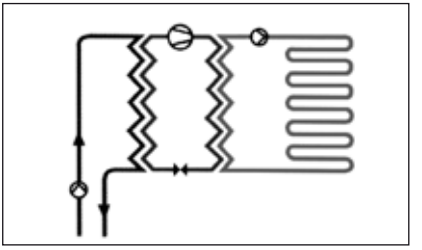
Jelikož teplo ze vzduchu se zde nedá moc využít, stručně vám popíšu ostatní dvě.

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.).

Solární panely

Elektrická energie získaná přímou přeměnou slunečního záření je známa již z 19. století. Velký rozvoj aplikace fotovoltaického jevu byl a je závislý na technické úrovni a znalostech především z oblasti fyziky polovodičů. Vlastní fotovoltaické systémy pak představují spojení fotovoltaických součástek do řetězce, na jehož konci jsou elektrické spotřebiče, vykonávaná práce atd. Tímto způsobem využití energie se však zabývat nehodlám. Já se vám pokusím přiblížit přeměnu sluneční energie v teplo. I když vám to tak nemusí připadat, i v České republice se dá využít sluneční energie

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. V dnešní době však všechny tyto technologické obtíže dokázalo zvládnout již poměrně velké množství výrobců a tak reálnému nasazení solárních panelů jako zdroje energie nic nebrání.

Klasické zdroje

Dva elektrické články

Nesmíme zapomínat na poslední článek, který je také velmi důležitý. Zajišťuje, aby celé zařízení pracovalo i v případě nejvyšší spotřeby: kotel na tuhé palivo, plyn nebo elektřina. Jelikož pan Brůha používá elektrické články, budu se zabývat jimi.

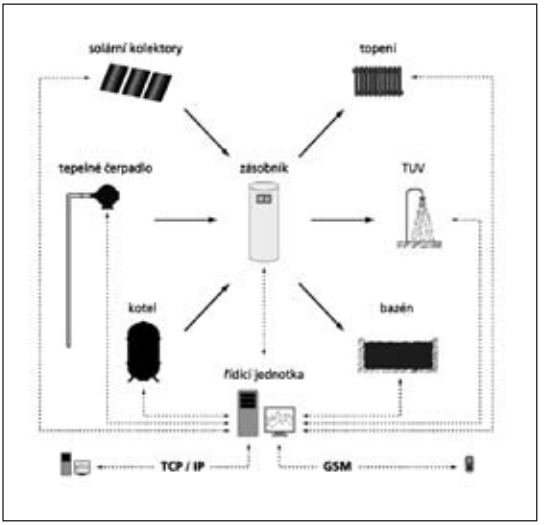
V našem případě jsou elektrické články nainstalovány na zásobník, kam dodávají teplo, když je potřeba. To jsou většinou chvíle, kdy se využívá plná hladina zásobníku a alternativní zdroje energie zkrátka nestíhají – někdo se koupe, pere pračka, k tomu se celý objekt vytápí a mi zrovna potřebujeme teplou vodu na nádobí. Sepnou se elektrické články a dodají potřebnou energii zásobníku. Jak jsem již říkal, dá se využít i jiných zdrojů, jelikož řídící jednotce nezáleží, odkud se potřebná energie bere.

Velký dokonalý stroj

Nyní, když jsem vysvětlil, jak pracují jednotlivé komponenty, pokusím se vám přiblížit, jak přístroj pracuje jako celek. A abych to mohl uskutečnit, musel jsem se vypravit za panem Brůhou.

Tak trochu jsem jel do Nebřichu s pocitem, že se tam dozvím strohé informace, ale pan Brůha mě informacemi doslova zavalil a já se pokusím vše, co jsem se dozvěděl, jednoduše vysvětit.

Ve sklepě domu je veliká nádrž, která funguje jako bojler, je v ní topné medium, ke kterému jsou přivedeny tři komponenty. Prvním, a asi nejdůležitějším, je tepelné čerpadlo, které dodává tu největší část energie pro ohřev. Druhým je solární článek, který podobně jako tepelné čerpadlo dodává energii pro ohřev vody v nádrži. A třetím, také velice důležitým prvkem, jsou dva elektrické články. Celek funguje jen díky jedinému zařízení: **Řídící jednotka**.



Řídící jednotka

Asi nejdůležitějším článkem je řídící jednotka, 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.

Řídící systém rovněž řídí spotřebu tepla. To obnáší hlavně regulaci topení v jednotlivých místnostech objektu, případně regulaci ohřevu bazénu. Cílovou teplotu je možné zvlášť nastavit pro jednotlivé místnosti v libovolných časových režimech tak, aby nikde v objektu nebylo přetopeno nebo naopak příliš chladno. Ze zkušeností s provozem ID vyplývá, že pouhé nasazení inteligentního řízení dokáže ušetřit až 30% spotřeby tepla.

Řídící jednotka celého systému je zcela samostatná a díky tomu bezpečná a spolehlivá – nebezpečí kolapsu v důsledku selhání operačního systému či napadení virem je minimalizováno tím, že se jedná o jednoúčelové zařízení s (relativně) jednoduchým softwarem. Tato řídící jednotka je ovládána přes běžné PC

s operačním systémem Windows, na němž běží software ConWin. Ten se stará o grafické znázornění aktuální situace v objektu, dokáže vykreslit grafy všech sledovaných veličin v libovolném časovém období a rovněž umožňuje uživatelsky přívětivým způsobem naplánovat topný režim v objektu. V případě výpadku PC běží samotná řídící jednotka dále podle nastavených programů.

Díky tomu, že ovládání řídící jednotky je realizováno pomocí architektury klient-server přes běžné síťové protokoly (TCP/IP), je možné systém řídit odkudkoliv, kde je k dispozici připojení k internetu a to buď s plným komfortem pomocí ovládacího software ConWin. Systém je rovněž možné ovládat pomocí mobilního telefonu.

Závěr

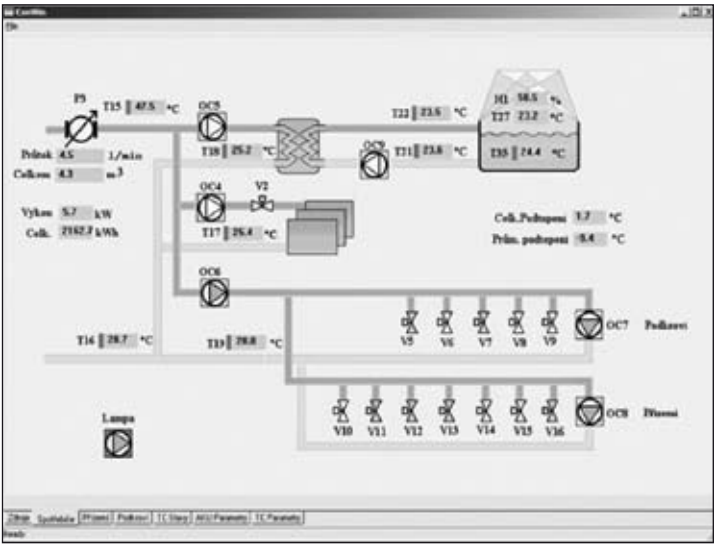
Měl jsem možnost o alternativních zdrojích přednášet na základních školách a zjistil jsem, že většina žáků má o toto téma zájem, ale pro nedostatečný počet hodin a pro nezačlení tohoto tématu v osnovách, se o problematice tohoto tématu nevěnují.

Pro svoji potřebu, a také pro názornost, jsem udělal malý průzkum: Jaká je informovanost o obnovitelných a alternativních zdrojích energie? Okolo 90% lidí mi odpovědělo, že vědí, co to znamená a vyjmenovali mi jeden a více zdrojů. O inteligentních domech mi něco dokázalo říct pouhopouhých 9% respondentů. Stejně jako minulý rok jsem se setkal se značnou neochotou a nevolí na mé dotazy odpovídat.

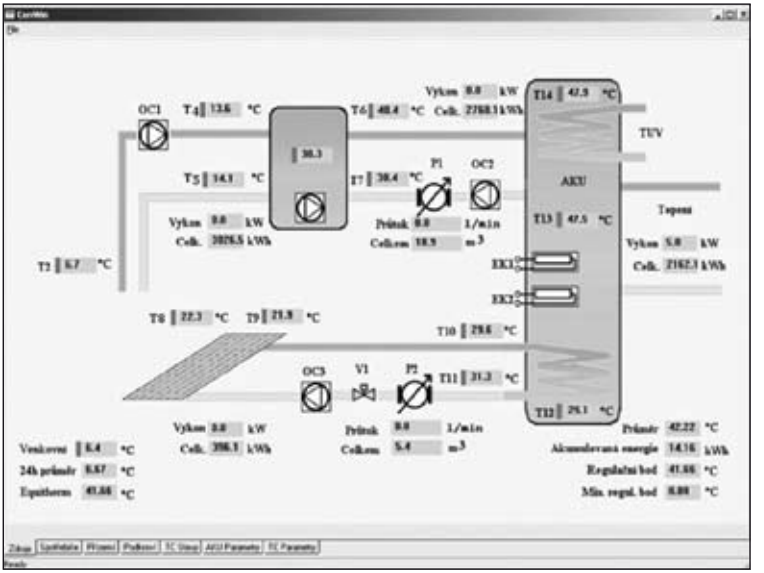
Doufám, že jste se z této práce poučili tak jako já a že se každý z nás určitým způsobem zamyslí nad velkým problémem, který tíží a bude tížit nás všechny – znečišťování planety a s tím i související globální oteplování.

Na závěr bych velice rád poděkoval všem, kteří mi nějakým způsobem pomohli. Jmenovitě; Panové Karel Šebek, Petr Brůha a paní učitelky Jana Křížová a Jitka Kartusová.

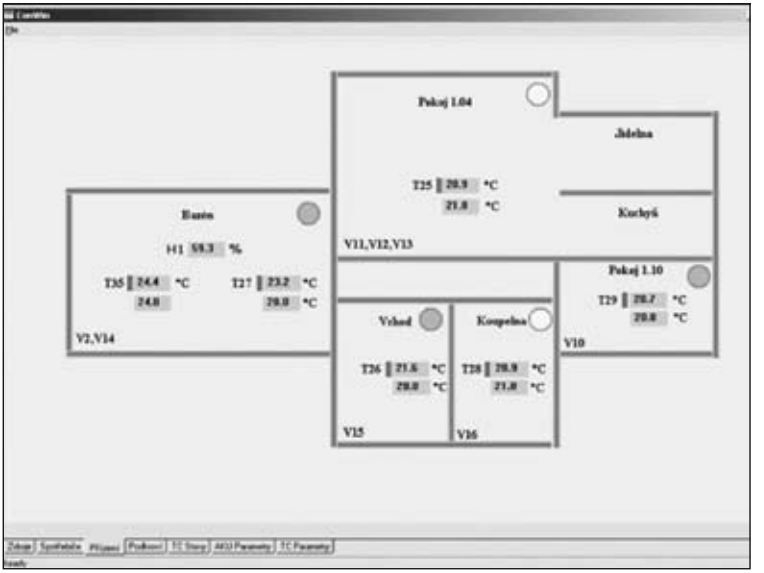
ZNÁZORNĚNÍ GRAFY



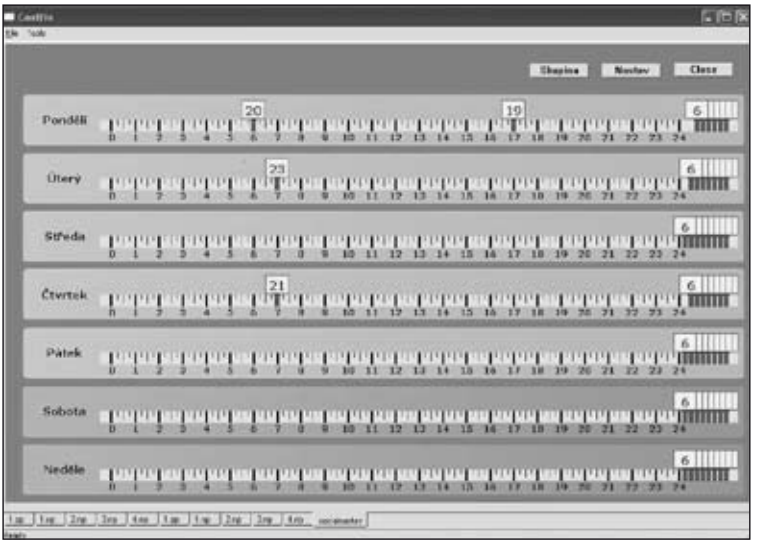
Přehled spotřebičů



Přehled nastavení zdrojů tepla



Přehled nastavení teplot



Pohled na celý objekt

Solární panely

Tepelné čerpadlo

Zásobník

Regulační ventil

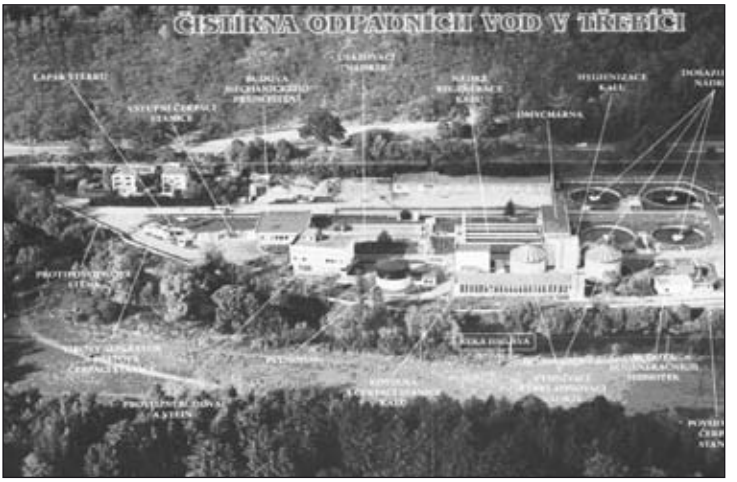
Pan Brůha

Pan Šebek, já a pan Brůha

ROBERT LAVICKÝ, STŘEDNÍ ŠKOLA STAVEBNÍ, TŘEBÍČ, KUBIŠOVA 1214

ALTERNATIVNÍ ZDROJE – ENERGIE BUDOUCNOSTI

Pro zpracování této práce jsem si vybral čistírnu odpadních vod v Třebíči, protože jsem občanem Třebíče a zajímala mě tato technologie. Chtěl jsem blíže poznat výrobu obnovitelného zdroje energie jako odpadního produktu při čištění odpadních vod.



Hydraulické zatížení

Popis napojené kanalizace

Do ČOV jsou přiváděny odpadní vody ze stokové sítě města Třebíče. Stoková síť je klasická, větvená, průtok je gravitační. Páteř stokové sítě je tvořena kmenovou stokou „A".

Stoková síť odvádí do ČOV veškeré splaškové vody z celého odkanalizovaného území.

Parametr	Jednotka	Hodnota
Počet obyvatel napojených na ČOV	Os.	43 600
Specifická produkce odpadních vod	1/os.d	140,0
Průměrný průtok splaškových vod od obyvatelstva	m^3/d	6 097
	m^3/d	254,0
Průměrný průtok splaškových vod z průmyslu	m^3/d	3 786,0
	m^3/h	157,8

Vody balastní		m^3/d	2 117,0
Roční množství OV		m^3/rok	4 380 000
Denní množství OV	Q_{24}	m^3/d	12 000
		m^3/h	500,0
		$1.s^{-1}$	139
Navrhované množství OV	Q_v	m^3/d	14 000
		m^3/h	583,3
		$1.s^{-1}$	162
Maximální přítok na ČOV	Q_{max}	m^3/h	828,0
		$1.s^{-1}$	230,0
Minimální hodinový průtok		m^3/h	385,0
		$1.s^{-1}$	107,0
Maximální průtok přes mechanický stupeň ČOV za deště		m^3/h	1 728,0
		$l.s^{-1}$	480,0
Maximální průtok přes biologickou část ČOV za deště		m^3/h	1 050,0
		1.s-1	300,0

Čistírenský postup vody v ČOV

Odpadní vody jsou přiváděny na kanalizační stokou DN 1200.

Strojně – technologická část ČOV Třebíč je rozdělena na čtyři ucelené části:

1. Mechanické předčištění
2. Biologické čištění
3. Kalové a plynové hospodářství

Dále sem ještě patří protipovodňová ochrana, ale ta v téhle práci není zmiňována

1. Mechanické předčištění

1.1 Hrubé předčištění, čerpací stanice

Přítokové potrubí

Stávající přívodní potrubí DN 1200 na ČOV má kapacitu 980 l/s, jež byla stanovena jako maximální dešťový přítok stokovou sítí k ČOV.

Dešťový oddělovač

Rozděluje průtok v případě maximálního průtoku za deště do vlastní čistírny.

Virový separátor, dešťová čerpací stanice

Při odlehčení dešťová voda protéká přítokovým žlabem přes ručně stírané česle s průlinami 50 mm do virového separátoru, kde je ve středové jímce umístěno na vodících tyčích ponorné čerpadlo, které zajistí přečerpání kalového záchytu výtlačným potrubím zpět do přítokového žlabu (před lapák písku).

Hrubé česle

Ve stávajícím přítokovém žlabu před virovým separátorem jsou osazeny ručně stírané česle s průlinami 80 mm. Stírání se provádí hrablem do děrovaného žlabu, s následným ručním přemístěním do kontejneru. Zachycené shrabky se odstraňují pravidelně podle potřeby.

Jímka svozného kalu

Vedle vstupních česlí je umístěna jímka svozného kalu. Přítok do obou jímek je přes ručně stírané česle.

Strojní česle jemné samočisticí

V budově hrubého čištění je výtlačná galerie zaústěna do dvou žlabů s osazenými ručními stavidly, za kterými jsou zabudovány samočisticí strojní česle Fontána s průlinami 6 mm. Česle jsou vybavené rotačním kartáčem pro dočištění zpětné větve filtračního pásu.

Lapák písku

Za strojními česlemi natéká odpadní voda přítokovými žlaby do dvou stávajících virových lapáků písku s mamutkami, které odsávají hydrosměs ze spodní části lapáků a dopravují ji do separátoru písku. Virový lapák písku slouží k sedimentaci, oddělení a odčerpání usazeného písku z přiváděných odpadních vod.

1.2 Usazovací nádrže

Z objektu hrubého předčištění odpadní voda odtéká dvěma žlaby přes ruční stavítka do stávající podélné usazovací nádrže. Tato je tvořena dvěma samostatnými nádržemi v paralelním uspořádáním. Nádrže jsou vybaveny jedním společným pojezdovým mostem. Na most je kotveno stírání dna i hladiny. Plovoucí nečistoty jsou odváděny z nádrží přes společnou otočnou trubku, která je zaústěna do jímky plovoucích nečistot.

Jímka primárního kalu

Kal se odtahuje přes šachtu zákaloměru do jímky primárního kalu.

2. Biologické čištění

2.1. Aktivační nádrže

Aktivace je uspořádaná ve dvou samostatných paralelních linkách. Odstavení každé z nich je možno ručními stavítky ve žlabu.

2.2. Dosazovací nádrže

Rozdělovací objekt

Z nitrifikačních nádrží přepadá aktivační směs do žlabů a dále odtéká potrubím

DN 600 do rozdělovacího objektu před dosazovacími nádržemi. Zde se pomocí přepadových hran průtok rovnoměrně do čtyř nátokových jímek k jednotlivým dosazovacím nádržím. Z rozdělovacího objektu natéká aktivační směs do čtyřech kruhových dosazovacích nádrží.

2.3. Čerpací stanice kalu

Kalové potrubí DN 250 z dosazovacích nádrží je zavedeno do suché jímky. Dále je potrubí zavedeno do dvou nátokových jímek. Odtok z nátokových jímek do čerpací jímky vratného kalu je regulován pomocí stavítek. Stavítka plní funkci stavitelné přepadové hrany pro seřízení a regulaci rovnoměrného odtoku z nových dosazovacích nádrží. V jímce jsou osazena tři ponorná čerpadla.

2.4. Regenerace kalu

Kal je vracen do aktivačního procesu zásadně přes oxickou regeneraci. Alternativně je možno provádět cirkulací kalu tzv. nakrátko, s vyřazením regenerace, přímo do přítokového žlabu k aktivačním nádržím. Pro zajištění kyslíkového vnosu je v nádrži regenerace nainstalován jemnobublinný provzdušňovací systém s membránovými elementy. Aerační elementy jsou umístěny na polypropylenových roštech. Připojení každého roštu je přírubou umístěnou 1 m pod hladinou.

2.5. Dmýchárna

Výroba stlačeného vzduchu pro regeneraci kalu a aerační systém aktivačních nádrží je zajišťována dmýchadly. Ve strojovně jsou instalována čtyři dmýchadla – jedno soustrojí pro regeneraci kalu, 3 pro aktivaci. Kromě hlavní strojovny dmychadel je v objektu umístěna elektrorozvodna.

3. Kalové a plynové hospodářství

- Na čistírně vznikají dva druhy kalu:
- primární kal z usazovací nádrže
- přebytečný biologický kal, který zároveň obsahuje i chemický kal vznikající při srážení fosforu

Primární kal z usazovacích nádrží je odtahován v časové automatice a čerpán do směsné jímky. Jeho koncentrace je sledována pomocí zákaloměrů. Přebytečný biologický kal je zahušťován na zahušťovací odstředivce a odváděn do směsné jímky.

3.1 Zahušťování kalu

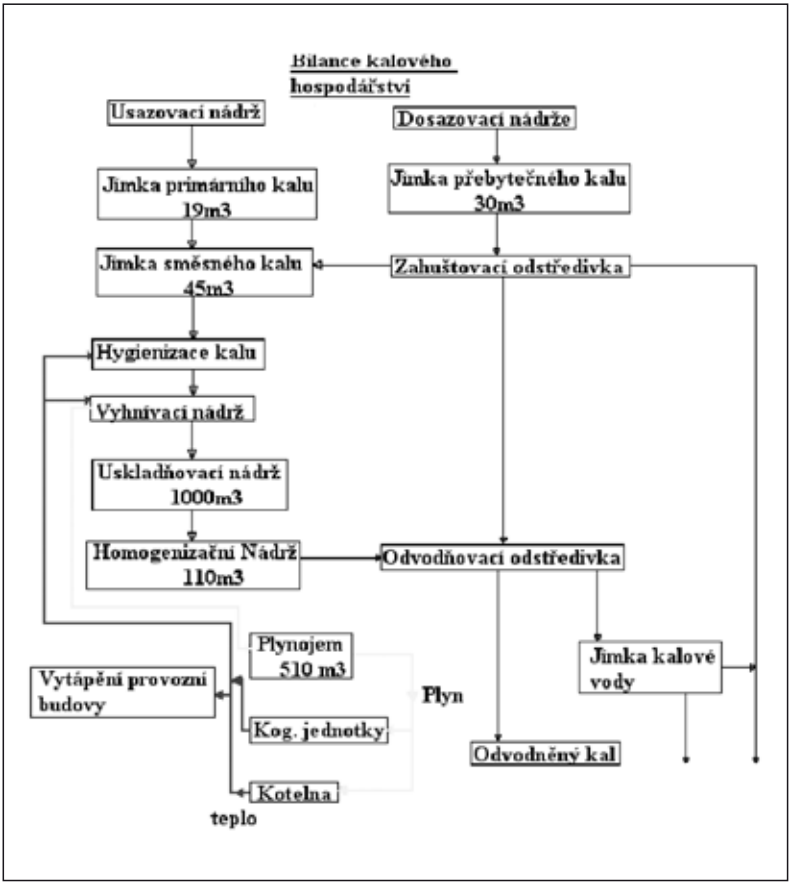
Zahušťování přebytečného kalu je umístěno v objektu, ve kterém jsou odvodňovací a zahušťovací odstředivky. Mimo hlavní objekt zahrnují venkovní objekty:

- jímku přebytečného kalu k zahušťování
- homogenizační nádrž

3.2. Jímka směsného kalu

Do jímky směsného kalu je vyveden:

- zahuštěný biologický kal z dosazovacích nádrží
- primární kal z usazovacích nádrží



3.3. Hygienizace kalu

Úprava čistírenských kalů je jedním ze základních požadavků ochrany životního prostředí z hlediska definování kalu jako nebezpečného odpadu. Pro úpravu kalu je zvolen postup spočívající v ohřevu kalu přes 62 - 65 °C po dobu cca 1 až 2 hodin. Při této teplotě dochází ke zničení patogenních mikroorganizmů, tedy k hygienizaci kalu. V konečném důsledku to vede i k narušení stěn mikroorganizmů a tím i k většímu stupni vyhnívání kalu ve vyhnívací nádrži. Ohřev kalu je proveden teplem vyrobeným spalováním bioplynu v kotlích.

3.4. Přepouštěcí nádrž a reaktor

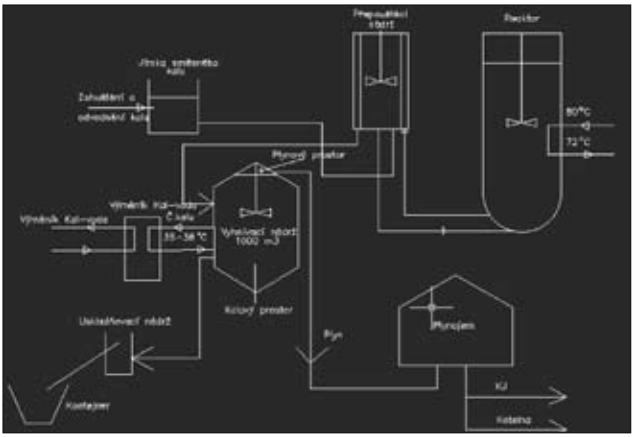
K hygienizaci kalu dochází v reaktoru

Postup hygienizace:

- z jímky směsného kalu je kal čerpán do vnitřní komory přepouštěcí nádrže, výměníku tepla o objemu 4,5 m^3. Zde je kal předehříván na teplotu 33 – 40 ˚C.
- ke zlepšení výměny tepla je kal ve vnitřní komoře míchán míchadlem
- předehřátý kal je přečerpán do reaktoru o objemu 50 m^3

Po naplnění reaktoru na max. hladinu se nádrž začíná promíchávat míchadlem, čímž dochází k homogenizaci

- teplota v reaktoru se udržuje ohřívacím systémem nad 65 ˚C po dobu asi jedné hodiny (doba šarže)
- obsah reaktoru je po homogenizaci přečerpána do vnější komory výměníku po ochlazení na 42 ˚C je hygienizovaný kal přečerpán do vyhnívací nádrže



3.5. Vyhnívací nádrž

Vyhnívací nádrž má celkový objem 1000 m^3 a slouží pro anaerobní rozklad čistírenského kalu. Tohoto proces se podporuje ohřevem kalu na 35 – 38 °C. Ohřev kalu je zajišťován tepelným výměníkem topná voda - kal.

Při tomto procesu vzniká ve vyhnívajících nádržích jako jeden z produktů bioplyn. Převážnou část objemu vyhnívací nádrže zabírá kalový prostor (spodní kuželovitá část, střední válcovitá část a podstatná část horní kuželovité části vyhnívající nádrže). Zbývající část objemu vyhnívací nádrže (horní část nad hladinou kalu) tvoří plynový prostor vyhnívací nádrže. Provozní tlak plynu ve vyhnívající nádrži je 2,3 kPa.

3.6 Strojovna vyhnívání

Strojovna vyhnívání je vybavena technologickým zařízením, které slouží pro zajištění všech funkcí, potřebných k provozu vyhnívací nádrže:

- plnění vyhnívací nádrže směsným kalem pomocí dvou čerpadel směsného kalu
- míchání obsahu vyhnívací nádrže pomocí cirkulačních čerpadel
- ohřev části cirkulovaného kalu ve výměníku voda – kal.

3.5 Uskladňovací nádrž vyhnilého kalu

Tato nádrž má 1000 m^3. Slouží k uskladnění anaerobně zpracovaného kalu z vyhnívací nádrže. Z této nádrže je čerpadlem odtahována kalová voda, čímž dochází k částečnému zahuštění vyhnilého kalu.

3.6. Odvodňování kalu

Odvodňování vyhnilého kalu je umístěno v objektu, ve kterém jsou odvodňovací a zahušťovací odstředivky. Odvodňovací odstředivka odvede z kalu přebytečnou vodu. Na začátku chodu odstředivky odtéká z výsypky tekutina. Ve chvíli, kdy kal přestává být tekutý, přestaví se ručně uzávěr výsypky a odvodněný kal začne plnit výsypku.

Odvodněný kal se v dnešní době odváží na skládku TKO (tuhého komunálního odpadu) v Petrůvkách u Třebíče.

3.7. Přívod bioplynu z vyhnívací nádrže

Na plynový prostor vyhnívací nádrže je napojen jímač bioplynu. Plynové potrubí vedené ve venkovním prostředí je tep. izolováno. Plynové potrubí z jímače bioplynu je vedeno do suterénu výstupní věže do strojovny plynojemu.

3.8 Plynojem

Plynojem slouží pro vyrovnání rozdílů, které mohou vzniknout mezi vývinem a spotřebou bioplynu. Instalován je nízkotlaký plynojem typ BGR 510 o objemu 510m^3 a provozním tlaku plynojemu 2,3 kPa. V případě, že je spotřebováno menší množství bioplynu než se momentálně ve vyhnívací nádrži tvoří, slouží plynojem pro akumulaci přebytečného bioplynu.

V opačném případě je plyn z plynojemu dodáván do spotřebiště spolu s plynem z vyhnívací nádrže. Pokud je množství plynu, vyvíjeného ve vyhnívací nádrži větší než momentální spotřeba a plynojem je naplněn, dochází ke spalování bioplynu v hořáku zbytkového plynu.

Plynojem tvořen vnější skořepinou válcového tvaru z ocelových smaltovaných a šrouby pospojovaných plechů s plynotěsným utěsněním spojů speciálním tmelem. Skořepina je uzavřena šikmou střechou a je celá nasazená na betonovou nádrž. Mezi zhlavím betonové nádrže a ocelovou nádrží je těsnící spoj.

Uvnitř takto vytvořeného prostoru je umístěna plynový vak válcového tvaru, kde je jímán vlastní bioplyn. Vak je ve své polovině uchycen po obvodu pružným lanem k nádrži. Tím je vytvořen hrnec, do kterého se druhá polovina vaku složí při prázdném plynojemu a nebo se z něho zvedá při plnění plynem. Potřebný přetlak plynu je vyvozen vháněním vzduchu z ventilátoru mezi plynový vak a stěnu nádrže.

Odběr z plynojemu:

Odběrné potrubí z plynojemu DN 125 začíná ve dně uprostřed nádrže plynojemu. Plynové potrubí bioplynu vede do plynové kotelny a ke kogeneračním jednotkám.

4. Bioplyn

Kalový plyn (bioplyn) je plynná směs, vznikající při anaerobní stabilizaci kalu. Složení bioplynu se mění v závislosti na složení organických látek, ze kterých vzniká a podle podmínek anaerobní stabilizace kalu. Jeho výhřevnost je závislá na koncentraci metanu a pohybuje se od 17 do 25 MJ/m^3. Pro klasifikaci nebezpečných prostorů je bioplyn při obsahu oxidu uhličitého menším než 35% posuzován jako lehký plyn.

Obvyklé složení bioplynu:
- Metan CH_4 67%
- Oxid Uhličitý CO_2 32%
- Zbývající složení tvoří ostatní plyny dusík, vodík, kyslík a sirovodík.

Vlastnosti kalového plynu:

Měrná hmot.	Mol. Hmot.	Hutnost par	Bod vzplanutí	Bod vznícení	Meze výbušnosti	
					Dolní	Horní
Kg/m^3		Vzduch=1	°C	°C	%	%
1,17	26,2	~ 1	620	650 ÷ 750	7,5	26,2

5. Využívání bioplynu v čistírně odpadních vod v Třebíči

5.1. Kotelna

Do samostatné budovy kotelny je z plynojemu dovedeno potrubí bioplynu. V případě nedostatku bioplynu je do kotelny doveden i zemní plyn. V kotelně jsou umístěny dva kotle s tlakovými hořáky typu VIADRUS G500 o výkonu 330 – 400 kW. Tlakové hořáky jsou typu APH 90 – 440 kW. Jeden hořák slouží pro spalování biplynu, druhý pro spalování zemního plynu.

V plynovém kotli se ohřívá topná voda, která z rozdělovače jde do jednotlivých větví. Jedná se o následující větve:

Větev 1 – otopná voda k vyhnívací nádrži

Větev 2 – otopná voda do hygienizace kalu

Větev 3 – otopná voda pro vytápění provozní budovy a budovy hrubého předčištění a budovy odvodnění kalu.

5.2. Kogenerační jednotky

Co je to kogenerace?

Pojem kogenerace znamená kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla.

Jak pracuje kogenerační jednotka?

Zařízení pro kombinovanou výrobu tepla a elektrické energie využívají pístové spalovací motory, upravené pro pohon plynnými palivy. Dominantním palivem bývá zemní plyn nebo bioplyn. V třebíčské ČOV je to výhradně bioplyn. V kogenerační jednotce se vyrábí elektrická energie roztočením elektrického generátoru. Teplo se vyrábí prostřednictvím spalin , které ve spalovacím motoru vznikají a uvolňují se a také prostřednictvím chlazení motoru. Teplo ze spalin a z chlazení motoru je efektivně využíváno a díky tomu se účinnost kogeneračních jednotek pohybuje v rozmezí 80-90%.

Ekonomické výhody nasazení kogeneračních jednotek v bioplynových stanicích

Umožňuje možnost výroby elektrické energie, která je využívaná pro vlastní spotřebu objektu a tím se získá mnohem levnější elektřina ze sítě.

Využívání kogenerace v ČOV v Třebíči

V ČOV v Třebíči jsou v samostatné strojovně plynových motorů umístěny dvě kogenerační jednotky Tedom Cento 75 SPE. Palivo pro pohon kogeneračních jednotek je bioplyn přivedený z plynojemu. Alternativně je pro pohon jednotek možno použít i zemní plyn.

V Třebíči se kogenerační jednotky používají pouze pro výrobu elektrické energie. Vyrobená el. energie je využita pro pokrytí části potřebného el. příkonu pro provoz ČOV.

Teplo vyrobené v kogenerační jednotce se v dnešní době nevyužívá. V projektu se počítalo i s využíváním tepelné energie pro vytápění provozních objeků a pro technologii hygienizace kalu. Teplovodní okruh kogenerační jednotky by vyrobil topnou vodu o teplotním spádu 90/70 °C.

Celkově se kogenerační jednotky využívají málo, pouze několik hodin denně. Je to z toho důvodu, že bioplyn se spotřebuje v bioplynové kotelně pro výrobu tepla, které se využívá zpětně pro výrobu bioplynu viz výše.

Technické údaje kogenerační jednotky Tedom Cento 75 SPE při spalování bioplynu

Maximální elektrický výkon	70 kW
Maximální tepelný výkon	122 kW
Spotřeba bioplynu při 100 % výkonu	37,6 m^3/hod
Spotřeba plynu při 50% výkonu	23,3 m^3/hod

Základní parametry motoru firmy MARTIN Diesel, Slovenská Republika.

Počet válců	6
Zdvihový objem	7298 cm^3
Pracovní otáčky	1500 min^{-1}
Max. výkon motoru	81 kW

6. Množství vyrobeného bioplynu

Při návštěvě ČOV jsem získal cenné informace, které se týkají množství vyrobeného bioplynu v časovém intervalu. Z velkého množství těchto informací jsem vybral a zpracoval:

a) množství bioplynu za jeden den v intervalu jedné hodiny,

b) množství vyrobeného bioplynu za poslední dva roky s intervalem 1 měsíc

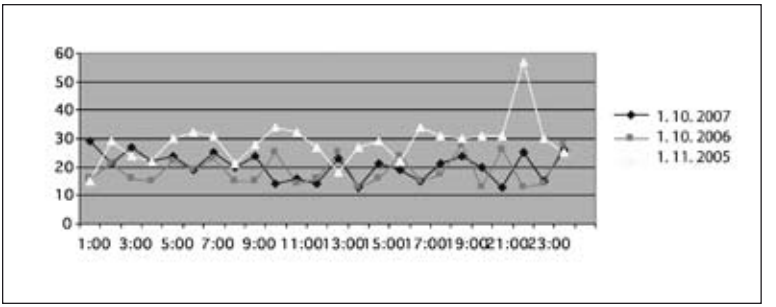
c) množství vyrobeného bioplynu za jeden náhodně vybraný měsíc s intervalem 1 den.

Tyto informace uvádím níže vždy v tabulce a následně v přehledném grafu.

a) Množství vyrobeného bioplynu za 1 den:

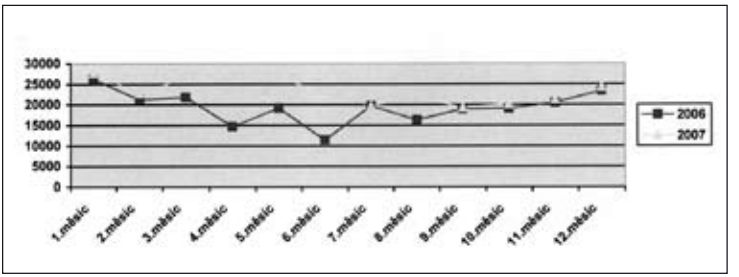
Datum	Hodina	Množství vyrobeného bioplynu (m^3) 1. 10. 2007	1. 10. 2006 (m^3)	1. 11. 2005 (m^3)
1. 10. 2007	0:00:00 – 1:00	29	16	15
	1:00:00 – 2:00	21	21	29

	2:00:00 – 3:00	27	16	24
	3:00:00 – 4:00	22	15	22
	4:00:00 – 5:00	24	22	30
	5:00:00 – 6:00	19	19	32
	6:00:00 – 7:00	25	23	31
	7:00:00 – 8:00	20	15	21
	8:00:00 – 9:00	24	15	28
	9:00:00 – 10:00	14	25	34
	10:00:00 – 11:00	16	14	32
	11:00:00 – 12:00	14	16	27
	12:00:00 – 13:00	23	25	18
	13:00:00 – 14:00	13	13	27
	14:00:00 – 15:00	21	16	29
	15:00:00 – 16:00	19	24	22
	16:00:00 – 17:00	15	15	34
	17:00:00 – 18:00	21	17	31
	18:00:00 – 19:00	24	28	30
	19:00:00 – 20:00	20	13	31
	20:00:00 – 21:00	13	26	31
	21:00:00 – 22:00	25	13	57
	22:00:00 – 23:00	15	14	30
	23:00:00- 24:00	26	28	25
		490	449	690



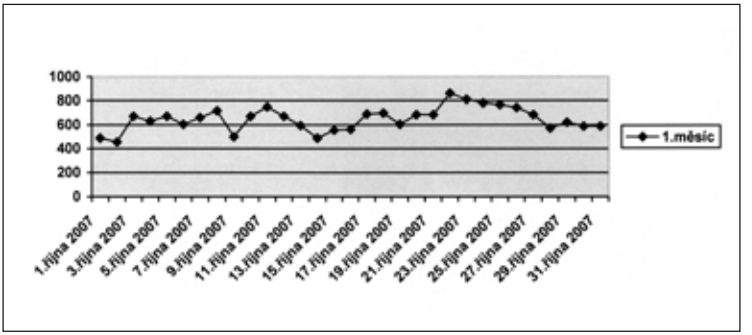
b) Množství vyrobeného bioplynu za poslední 2 roky:

Rok	Měsíc	Množství vyrobeného bioplynu (m^3)
2006	12	23 351
	11	20 502
	10	19 123
	9	18 978
	8	16 301
	7	19 694
	6	11 460
	5	19 153
	4	14 710
	3	21 819
	2	21 188
	1	26 216
2007	11	21 332
	10	20 208
	9	19 442
	8	21 520
	7	22 112
	6	19 250
	5	23 315
	4	27 501
	3	25 312
	2	19 622
	1	22 600



c) Množství vyrobeného bioplynu za 1 měsíc

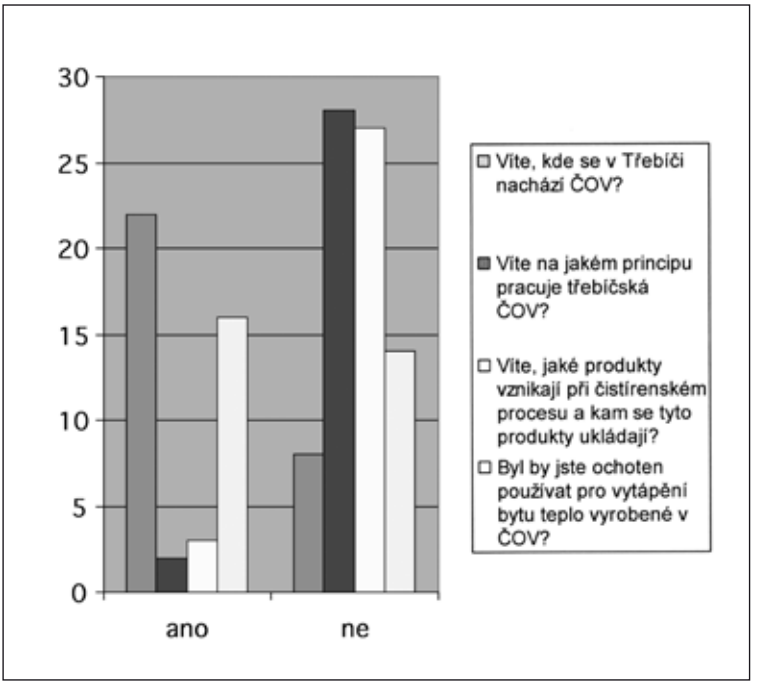
Den	Množství vyrobeného bioplynu(m^3)	Den	Množství vyrobeného bioplynu(m^3)
1. října 2007	490	16. října 2007	562
2. října 2007	456	17. října 2007	692
3. října 2007	673	18. října 2007	699
4. října 2007	632	19. října 2007	605
5. října 2007	672	20. října 2007	685
6. října 2007	606	21. října 2007	686
7. října 2007	662	22. října 2007	862
8. října 2007	717	23. října 2007	811
9. října 2007	500	24. října 2007	781
10. října 2007	673	25. října 2007	768
11. října 2007	749	26. října 2007	745
12. října 2007	673	27. října 2007	686
13. října 2007	594	28. října 2007	572
14. října 2007	489	29. října 2007	620
15. října 2007	557	30. října 2007	590
		31. října 2007	588



7. Průzkum mezi obyvateli Třebíče

Oslovil jsem 30 náhodně vybraných občanů města Třebíče a zeptal jsem se na několik otázek týkajících se tématu mé práce:

1. Otázka: Víte, kde se v Třebíči nachází ČOV?
3. Otázka: Víte, na jakém principu pracuje třebíčská ČOV?
2. Otázka: Víte, jaké produkty vznikají při čistírenském procesu a kam se tyto produkty ukládají?
4. Otázka: Byl byste ochoten využívat pro vytápění bytu teplo vyrobené v ČOV?



8. Závěr a hodnocení

K vybudování čističek do roku 2010 se Česko zavázalo při jednáních o přistoupení k Evropské unii. Po tomto datu žádná z českých obcí nad dva tisíce obyvatel nesmí vypouštět do přírodního oběhu vodu, která nebude vyčištěna podle evropských norem. V zemi se to týká 623 obcí. Odpadní čistírny jsou důležité pro čištění vody a lze jich využít pro získání bioplynu.

S poděkováním firmě Vodárenská a.s. Třebíč, jejíž pracovníci mi umožnili vstup do ČOV a tím zpracování této práce.

ALENA KŘÍŽOVÁ, Gymnázium Vlašim, Tylova 271

PALIVOVÉ ČLÁNKY

ÚVODEM

Oteplování země, Ochrana životního prostředí a ubývání energetických nerostných zdrojů. Všechny výše zmíněná témata jsou nevyhnutelně spojena s aktivitou člověka. Člověk má na ně největší vliv, a proto se nejnovější otázkou stává, jak dlouho ještě budeme mít na zemi vhodné podmínky pro život. Řekla bych, že to závisí na nás a na tom jak začneme bojovat za své „vlastní přežiti."

To je také hlavni důvod proč jsem se přihlásila do ENERSOLU. Myslím si, že využívání obnovitelných (přírodních) zdrojů je jedním z prvních kroků, jak zlepšit situaci, která v posledních letech nastává. Přes sto let jsme využívali a znečisťovali naše životní prostředí, teď přichází doba, kdy bychom mu to měli naopak vynahradit.

Využívaní slunečního zářeni je jednou z možností jak tomu dopomoci. V mojí práci se zabývám tématy „Solární soustava na ohřev vody a přitápění" a „ Fotovoltaický systém pro výrobu elektrické energie." Dům, který má oba tyto zdroje, se nachází v severní části města Vlašim. Stavebníkem a vlastníkem je pan Novák. Realizace projektu začala dne 25. 4. 2007 a zařízení bylo uvedeno do trvalého provozu dne 7. 5. 2007.

Toto není moje první práce na téma „Obnovitelné zdroje." Předcházela ji práce, kterou jsem měla možnost dělat v Texasu, kde jsem jeden rok studovala na střední škole. Navštěvovala jsem třídu „Goverment", kde jsme mi naskytla příležitost sestavit návrh zákona na jakékoliv téma. Mým tématem právě bylo prosazení a rozšíření užívání obnovitelných zdrojů v produkci energie a všeobecného využití. Bohužel se můj návrh ani návrhy ostatních nemohly podat na schválení, neboť náš profesor onemocněl na dlouhou dobu a po jeho návratu už nebylo moc času na jeho realizaci. Ohromilo mě, že i obyčejní studenti střední školy mohou podat návrh zákona, nebo jeho úpravu a mají šanci uspět. Tedy pokud bude jejich práce odhlasovaná a získají podpisy dalších lidí.

Sluneční energie a obnovitelné zdroje

Slunce je pouze jednou z biliónů hvězd, přitom je zdrojem energie každého známého živočicha, rostliny i samotné Země. Sluneční energie, která se dostává na Zemi každých 40 minut, by stačilo k tomu, aby uspokojila celoroční energetické potřeby každého člověka. Sluneční energie je jednou z nejčistších a nejbezpečnějších náhražek za klasická paliva. Přibližně 30% slunečního záření dopadajícího na Zemi je odráženo atmosférou a dalších 20% je pohlceno. Pouhých 50% pronikne k zemskému povrchu, je to však ekvivalent výkonu zhruba 170 miliónů největších elektráren na světě. V minulosti se lidé domnívali, že Slunce hoří, ale dnes již víme, že energie, kterou vyzařuje, pochází z jaderných reakcí, při kterých se vodík mění na helium. To je příklad procesu zvaného nukleární fúze.

Ve vší své druhové, tvarové a funkční bohatosti vznikla prakticky celá biosféra Země ze sluneční energie. Současná civilizace postavená, v protikladu k zákonitostem přírody, na využívání docházejících a nebezpečných fosilních a jaderných energií, směřuje do slepé uličky. Lidé se mohou vymanit z této pasti, pokud včas mobilizují všechny síly k proměně stávajícího energetického systému. Přichází čas, kdy se maximálně využitá sluneční energie a obnovitelné zdroje musí stát nezbytností. Sluneční energie a obnovitelné zdroje jsou cestou k pozitivní budoucnosti lidstva.

Výhody využití sluneční energie

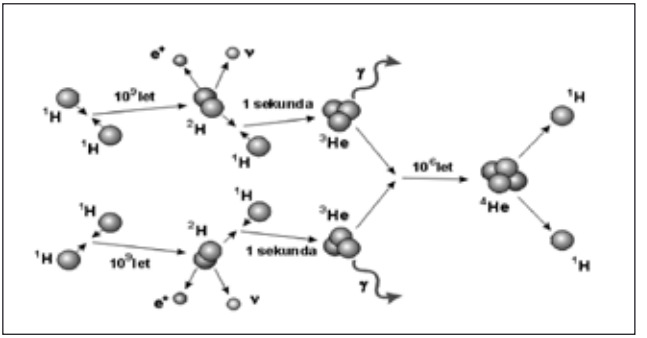
Využití energie slunečního záření pro krytí energetických potřeb společnosti má pro lidstvo oproti jiným zdrojům energie hned několik výhod. Zaprvé, Slunce je bezpečný jaderný reaktor, od něhož se v době řádově miliard let nemusíme obávat žádné havárie či výraznější změny funkce, není rovněž zneužitelné žádnými teroristickými skupinami, takže lidstvo se od něj nemusí obávat žádné katastrofy. Zadruhé, sluneční energie je velice kvalitní, to znamená, že se poměrně snadno přeměňuje na jiné formy energie (energie tepelná, elektrická, mechanická,…). Zatřetí, sluneční energie je zadarmo - za sluneční světlo není třeba nikomu nic platit. Začtvrté, sluneční energie je místní, sluneční světlo není třeba odnikud dovážet, i když je pravda, že některé lokality jsou ve výhodě (například v Evropě: Řecko a Španělsko), poněvadž se zde vyskytuje větší počet slunečných dnů. A konečně za páté, sluneční energie je čistá, nezpůsobuje žádné toxické odpady, zápach, zplodiny, prach,…

Solární energie má budoucnost

Překážkou jsou pouze vysoké počáteční náklady a zatím relativně malá účinnost. Po zlepšení technologií se ale podle odborníků stane v budoucnu velmi důležitým obnovitelným zdrojem energie. Podle informací Agentury pro podporu obnovitelných zdrojů energie lze na území České republiky energii slunečního záření dobře využít. Celková doba slunečního svitu (bez oblačnosti) je od 1400 do 1700 hod/rok. Na plochu jednoho čtverečního metru v České republice pošle slunce za rok průměrně 1,10 MWh energie, takové množství se získá např. spálením 220 kg hnědého uhlí. Tato energie dopadá bezplatně i na Váš dům.

Při dobré účinnosti solárního systému se dá získat z poměrně malé plochy (podstatně menší než je střecha rodinného domku) poměrně velký výkon. Solární zařízení se ale musí zapojit paralelně s jiným tepelným zdrojem (např. kotel na plyn či elektřinu). To je nezbytné pro případy, kdy Slunce nesvítí nebo je jeho svitu málo. Výroba elektřiny ze slunečního záření, donedávna jen předmět výzkumů a experimentování technických fandů, se v Česku stává komerčním hitem. Zlom nastal v loňském roce, během jehož první půlky investoři spustili hned několik menších solárních elektráren. První větší projekty se právě dokončují a zájem o koupi solárních článků pro rodinné domky už projevují i drobní stavebníci. Pro rok 2008 už jsou zpracované projekty téměř za tři miliardy korun, a to nejen v Česku, ale i na Slovensku, ve Španělsku, v Bulharsku či na Ukrajině. V Česku čeká řada solárních projektů na schválení dotace. Všechny ji určitě nezískají a mnohé se bez cizí pomoci nedočkají realizace.

Jak vzniká energie ve Slunci



Proton-protonový řetězec

Energie se ve Slunci uvolňuje termojadernou fúzí spočívající ve slučování jader vodíku ^{1}H (protonů) do jader hélia ^{4}He. Tento proces se nazývá proton-protonový řetězec a probíhá podle schématu znázorněného na následujícím obrázku. Energetický výtěžek proton-protonového řetězce je 26,2 MeV, uvolněná energie je odnášena prostřednictvím fotonů a neutrin. Fotony dopadající na Zemi pak vnímáme jako sluneční záření (fotony uvolněné během p-p řetězce mají kmitočty záření rentgenového, během stovky tisíc let trvající cesty k povrchu Slunce se jejich kmitočty transformují k nižším hodnotám).

Aby mohlo ke slučování protonů docházet, je zapotřebí nesmírných teplot a i v podmínkách panujících v nitru Slunce (centrální teplota je zde 15 000 000 K) tento proces probíhá velice pomalu, jak je znázorněno na obrázku, měrný výkon je tak pouze 0,19 mW na jeden kilogram hmotnosti Slunce.

Panely na domky

Pořídit si fotovoltaický článek na dům je stále dost drahé. Majitele domku s vhodně konstruovanou střechou to přijde na čtvrt až tři čtvrtě milionu korun. Díky tomuto zařízení lze ušetřit až polovinu ročních nákladů na energii. Stavebníci mají možnost získat na solární panel dotaci ze Státního fondu pro životní prostředí.

Zatímco dodavatelů solárních technologií přibývá, koupit se fotovoltaické články v Česku zatím nedají, investoři je dovážejí vesměs z Německa. Je to paradox. Závodů na výrobu fotovoltaických panelů je u nás asi dvacet. Ale výrobci veškerou produkci vyvážejí, donedávna tu pro ni nebyl trh.

Pojmy

Stirlingův stroj tepelný stroj, vynalezený v roce 1816 reverendem Robertem Stirlingem (1791-1878). Přeměňuje tepelnou energii na mechanickou bez použití kotle, který byl v 19. století častým původcem explozí. Pracovní plyn je hermeticky uzavřen v prostoru se dvěma písty (horkým a chladným), jejichž periodický pohyb je navzájem posunut o čtvrtinu periody.

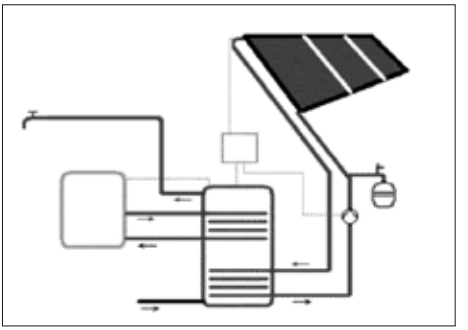
Fotovoltaický jev objeven v roce 1839 Antoine-César Becquerelem (1788-1878). Na rozhraní dvou materiálů, na něž dopadá světlo, vzniká elektrické napětí. Jevu lze využít ke konstrukci fotovoltaického článku.

Solární konstanta množství sluneční energie dopadající kolmo na 1 m^2 povrchu za sekundu mimo atmosféru Země. Hodnota sluneční konstanty je 1.4 kW/m^2. Jde o malou část celkového slunečního výkonu, který je 4×10^{26} W.

Jak tuto energii využít?

Pomocí kapalinových solárních kolektorů, jejichž přednostmi jsou dobré parametry, nízká cena a snadnost použití. Aktivní systémy s těmito kolektory se využívají

- k ohřevu teplé užitkové vody
- k přitápění
- k ohřevu vody v bazénu



Princip aktivních solárních systémů s kapalinovými kolektory:

V kolektoru sluneční záření ohřívá teplonosnou kapalinu. Oběhem této kapaliny je tepelná energie odvedena do solárního zásobníku, kde je akumulována pro spotřebu.

Proč tuto energii využívat?

- Solární zařízení jsou šetrná k prostředí, ve kterém žijeme, šetří zdroje paliv a trvale snižují emise škodlivin
- solární zařízení přispívá k vaší nezávislosti na zvyšování cen energií
- solární zařízení zvyšuje hodnotu domu
- moderní solární technika na střeše domu je vizitkou ekologického uvažování majitele
- solární zařízení jsou efektivní a jednoduchá. S každým zachyceným slunečním paprskem šetříte vaše peníze
- s nainstalovanými solárními kolektory bude Vaše radost ze slunečného dne vždy ještě větší

Chcete ušetřit náklady za energii?
Využijte výhody solární techniky!
Úspora až 70 % nákladů na ohřev teplé užitkové vody
Úspora více než 30 % nákladů na topení
Vysoká kvalita a účinnost
Dlouhá životnost
Minimální obsluha a údržba
Státní dotace 30 resp. 50 %

Příklady využití slunečního záření

Solární elektrárny:

Solární elektrárny produkují elektrickou energii přeměnou energie slunečního záření. Aby byl jejich provoz rentabilní, je možné pro jejich výstavbu volit pouze lokality s dostatečným počtem slunečných dnů. Ve větším měřítku již fungují například v Kalifornii a Arizoně, jejich výstavba se rovněž plánuje na Krétě, v jižním Španělsku, Egyptě a Indii.

Solární věže:

Elektrárny tohoto typu jsou složené z velkého množství zrcadel (heliostatů), které koncentrují sluneční světlo do jednoho místa, zpravidla na vrchol vysoké věže. Směr natočení a sklon zrcadel je počítačově řízen a sleduje denní pohyb Slunce po obloze.

Solární žlaby:

Další varianta solárních elektráren využívá ke své činnosti vyleštěné žlaby parabolického tvaru (zrcadla), v jejichž ohnisku jsou vedeny trubice.

Solární talíře:

Menší variantou solární elektrárny je tzv. „solární talíř". K přeměně tepelné energie na mechanickou se používá nejčastěji Stirlingův stroj pohánějící generátor. Typický výkon elektrárny tohoto typu je 5 kW až 25 kW.

Sluneční krby:

Malá, lehká, mobilní zařízení k dosažení teplot až 250 stupňů °C v nevelkém prostoru, tepelně isolovaném keramickou pěnou. Ručně se natáčejí ke slunci. Ve vložených varných nádobách dovolují běžnou tepelnou úpravu potravin (vaření, pečení, atd.) bez potřeby paliva. Mohou mít velký význam pro obyvatele bezlesých oblastí v nízkých zeměpisných šířkách. V současné době jedno z nejrealističtějších praktických využití přímé sluneční energie.

Sluneční pece:

Nejproslulejší a dlouhodobě fungující byla uvedena do provozu přibližně v roce 1960 v Odeillo na jižních svazích francouzských Pyrenejí. Tyto velmi nákladné sluneční pece jsou vzácným příkladem technologického využití přímé sluneční energie. Dovolují přetavit značná množství libovolného materiálu za nejčistších podmínek

Fotoelektřina

Elektřinu lze ze slunečního záření získávat rovněž přímou přeměnou, pomocí fotovoltaických článků. Fotovoltaické články fungují na principu fotovoltaického jevu objeveného francouzským fyzikem Antoine-César Becquerelem v roce 1839. Fotovoltaický jev je jev, při němž se na rozhraní dvou materiálů, na něž dopadá světlo (elektromagnetické záření), objevuje elektrické napětí.

Princip funkce dnes používaných fotovoltaických článků je následující. Přes ochrannou antireflexní vrstvu se nechává dopadat sluneční záření na rozhraní polovodičů typu N a P. Spojením těchto materiálů vzniká elektrický potenciál, který usměrňuje pohyb volných elektronů, které se v polovodivém materiálu uvolňují absorpcí fotonů dopadajícího slunečního záření. Oba polovodiče jsou opatřeny kontakty a fotovoltaický článek tak může fungovat jako zdroj proudu. Výkon jednoho fotovoltaického článku je relativně malý, a proto se jednotlivé články skládají do fotovoltaických solárních panelů. Při typické účinnosti 12 % pro křemíkový článek je výkon solárního panelu kolem 120 W/m^2.

Využití fotovoltaických solárních panelů

Solární panely se používají zejména v místech, kam není možné přivádět elektřinu odjinud, například v odlehlých místech Země, ale i ve vesmíru na kosmických sondách. Přestože jsou solární panely dosud relativně drahé, jejich cena postupně klesá a pomalu začíná docházet k jejich masivnějšímu využívání. Na tomto obrázku je zajímavé řešení přístřešku pro auta námořní letecké základny North Island v jižní Kalifornii. Střecha plochy 7 600 m^2 je pokryta fotoelektrickými solárními panely s celkovým výkonem 750 kW, které ročně dodávají energii více než 1 000 000 kWh.

Jiné možnosti

V našich zeměpisných šířkách bohužel nemáme dostatek slunečního svitu pro účinnou výrobu elektrické energie. Existuje však řada jiných možností, jak využít sluneční záření. Jedná se zejména o vytápění budov vodou ohřátou v solárních kolektorech a osvětlování místností slunečním světlem přiváděným světlovody tam, kde je jinak třeba využívat výhradně osvětlení elektrického. Tímto způsobem lze elektrickou energii alespoň ušetřit.

Za zmínku stojí i fakt, že i další obnovitelné zdroje energie jsou vlastně slunečního původu. Za příklad mohou sloužit větrné elektrárny využívající kinetickou energii větrů. Proudění vzduchu vzniká tím, že Sluncem ohřátá půda zahřívá vzduch, ten pak stoupá a na jeho místo se tlačí těžší vzduch chladnější. Pomocí větrů se na Zemi udržuje koloběh vody - vlhký vzduch nad oceány je přenášen na pevninu, kde se voda ve formě srážek dostává do řek. Vodní elektrárny tedy ke své činnosti také využívají sluneční energii ve formě kinetické energie vody. Podobných příkladů by se jistě našlo víc.

Téma č. 1: „Solární soustava na ohřev teple vody a přitápění“

Seznámení s objektem

Jak už jsem dříve uvedla, majitelem tohoto zařízení je pan Novák, který bydlí v rodinném domě v severní části města Vlašim. Montáž solární soustavy byla zahájena dne 25.4 a ukončena 27. 4. 2007. Poté bylo cele zařízení uvedeno do trvalého provozu dne 7. 5. 2007. Dodavatelskou firmou byla KACIREK – TOPENI s.r.o. a výrobcem základních prvků byla firma REGULUS s.r.o. Praha. Pořizovací náklady vyšly majitele v přepočtu na cca 130tis. Kč, když nezapočítávám dotace, které mu byly poskytnuty Státním fondem životního prostředí. Majitel uvedl, že se mu tyto peníze asi do 10 let navrátí.

Stávajícím základním zdrojem tepla je kotel na spalování dřeva, který je doplněn aktivním solárním systémem na bázi kapalinových slunečních kolektoru. Získaná energie je využívaná celoročně především pro ohřev teple vody k užitkové spotřebě a v přechodném období pak i k topení. Nízký výkon kolektoru v měsících, jako jsou prosinec a leden, vyplývá nejen z nízké hodnoty dopadající energie na zemský povrch, ale také z nízké účinnosti systému při daných podmínkách v tomto období. Je patrné, že výkon solární soustavy nepostačuje pokrýt potřebu tepla pro ohřev teplé vody v zimních měsících. Naopak přebytek tepla v letních měsících se může dále používat pro sušení palivového dřeva či vyhřívaní bazénu atd. Je tedy jasné, že kolektory přijímají nejvíce energie v létě a nejméně naopak v zimě, proto je zde nutná přítomnost kotle. Aby se absence slunečního záření v zimě mohla vykompenzovat.

Samostatný kapalinový okruh solární soustavy předává teplo topné vodě výměníkem umístěným ve spodní části akumulační nádoby 1 m^3. Topná voda v akumulační nádobě je současně ohřívaná kotlem. Voda je přiváděna do topného okruhu otopné soustavy (oběhové čerpadlo, směsovací ventil) a také do výměníku akumulačního ohřívače vody o kapacitě 300l, kde nepřímo ohřívá vodu k užitkové spotřebě. Pro dopravu topné vody do akumulačního ohřívače slouží samostatné oběhové čerpadlo. Akumulační ohřívač je vybaven ještě elektrickým tělesem 4,5 kW. Příprava teple vody je tak zajištěna ze tri zdrojů tepla: z kotle, ze solárního systému a elektrickou energii.

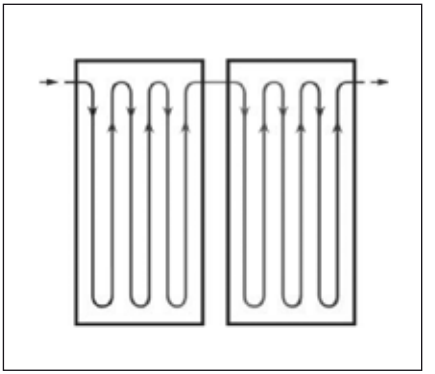
Podkladem pro výpočet výkonu jsou tyto údaje o:

- poměrné době slunečního svitu v jednotlivých měsících
- teoreticky možné energii dopadající za den na osluněnou plochu
- energii difúzního záření za stejných podmínek v jednotlivých měsících
- měsíční střední intenzitě slunečního záření za stejných podmínek
- střední měsíční teplotě
- křivce účinnosti daných kolektorů
- teplotních podmínkách v akumulační nádrži během roku
- účinnosti přenosu tepla z kolektoru do výměníku 90%
- celková plocha apertury 12, 9 m^2

Druh, lokace a výkon obnovitelného zdroje

Jako vlastní zdroj solárního tepla jsou použity ploché zasklené sluneční kolektory firmy REGULUS s.r.o. Typ kolektoru je KPS1-ALP a rozměrech 1139x2039x56. Kolektory jsou umístěny na střešním plášti sedlové střechy kryté taškami. Uhel sklonu střechy od vodorovné roviny činí 35° a azimutový uhel střechy je okolo 10° a směřuje na jih. Celková ztráta objektu se pohybuje kolem 18 kW.

Ploché sluneční kolektory KPS1ALP



Hydraulické zapojení kolektorů typu KPS

Téma č. 2: Fotovoltaický systém pro výrobu elektrické energie

Fotovoltaický systém generuje elektrickou energii přímou přeměněnou slunečního záření v solárním generátoru tvořeném FV panely a pomoci speciálních střídačů ji dodává do elektrické sítě. Pan Novák má celkem 30 kusu fotovoltaických panelů, každý z nich váží kolem 8,5 kilo.

Fotografie zásobníku teplé užitkové vody a rozvody TUV

Panely jsou nainstalovány na jižní střeše rodinného domu. Cely systém je ještě rozdělen do 3 větví. Realizace tohoto zařízení má výrazně pozitivní dopad na životní prostředí, především v souvislosti s ochranou ovzduší. Provozem zařízení dochází z globálního pohledu k úspoře emisí vzniklých při výrobě elektřiny klasických energetických zdrojů. Může se to vyšplhat až k 50% celkové roční spotřeby energie tohoto subjektu.

Fotografie kotle na spalování dřeva

Fotografie rozvodného panelu a řídící jednotky fotovoltaiky

MAGDALENA KŠÍROVÁ, DENISA DLESKOVÁ, VOŠZ A SZŠ, UL. Ř. KVĚTNA 51, PRAHA 4

EKO AUTO

1. Úvod

Úvodem bychom rády zmínily, proč jsme si vybraly pro svoji práci právě „ekoauta" a jízdu motorového vozidla na rostlinný olej.

Automobilová doprava je hlavním ekologickým problémem našeho hlavního města. Do širšího centra Prahy vjíždí každý všední den mezi šestou ráno a desátou večer v průměru 287 tisíc vozidel, z toho je 233,5 tisíce osobních aut. Dá se očekávat, že počet aut bude nadále vzrůstat. Proto nyní přichází chvíle alternativních paliv, neboť velkým množstvím vozidel spalujícím benzín a naftu, trpí životní prostředí i lidé.

V naší práci se zamýšlíme společně nad tímto problémem, velkou část práce však věnujeme našemu autu – „ekoautu" na rostlinný olej.

Rozhovor s majitelem auta, míra informovanosti našeho okolí ve věci alternativních pohonných hmot, obecné informace, pro a proti, přestavba vozidla, náklady, zkušenosti firmy provádějící přestavbu a na závěr shrnutí práce...toto je naše téma.

2.1. Obecně o emisích

Automobily jsou v Praze největším znečišťovatelem ovzduší drobnými, pouhým okem neviditelnými částicemi prachu. Od roku 2000 zaznamenáváme zvýšení znečištění ovzduší.

V pražském ovzduší jsou i vysoké koncentrace benzo(a)pyrenu, který má prokázané rakovinotvorné účinky. V roce 2005 byla tato látka sledována na třech místech, přičemž na všech byl překročen emisní limit.

Vzhledem k vážným dopadům na lidské zdraví je to situace alarmující!

2.2. Obecné informace k jízdě na olej

Jezdit na olej je jednou z možností jak ušetřit peníze i ropu. Úprava vozidla na rostlinný olej přináší mnoho výhod nejen pro majitele auta, ale všichni předpokládají, že je to řešení i pro zachování čistoty ovzduší.

Rostlinný olej, lisovaný za studena, je mnohem ekologičtější a ekonomičtější než bionafta, která je směsí nafty a metylesteru řepkového oleje. Rostlinný olej není bionafta! Bionafta je toxické palivo, které obsahuje rakovinotvorné látky.

3. Přestavba vozidla

Klasický naftový motor si s rostlinným olejem hravě poradí. Je v podstatě jedno,zda jde o obyčejný naftový motor nebo turbodiesel. Důležité je vstřikování paliva, případně druh použitého vstřikovacího čerpadla. Některé firmy provádějí i úpravy vozidel s motory, které mají nejnovější systém řízení vstřikování a palivové soustavy. Upravit běžné auto na rostlinný olej v případě dodržení veškerých zásad a použití vhodných komponentů, je mechanicky poměrně nenáročná práce.

Nejedná se o přestavbu v pravém slova smyslu, na vozidle je pouze provedena úprava palivového systému. V podstatě se do vozidla instaluje druhá palivová větev, pro rostlinný olej, a řídící elektronika. Nejsou žádné změny vlastnosti vozu. Motor je nadále schopen provozu na palivo z obou nádrží.

Při přestavbě není nutné žádné speciální nářadí a trvá zkušenému mechanikovi 6 – 12 hodin v závislosti na typu vozidla. Cena úpravy je různá, pohybuje se do 15 tisíc korun za osobní automobil a 40 tisíc korun za kamion.

3.1. Naše auto

Nejdůležitější údaje o našem ekoautu:
majitel: Jiří Havelka
typ vozu: Volvo 240 D
rok výroby: 1992
rok přestavby: 2003
kapacita hlavní nádrže: 50 litrů
kapacita vedlejší nádrže: 20 litrů

Auto má dvě nádrže. Hlavní nádrž o obsahu 50 litrů, byla původně na naftu, dnes je v ní rostlinný olej. Ve vedlejší (nebo se také může říci přídavné) nádrži je nyní nafta. Nafty je zapotřebí z toho důvodu, že automobil se bez ní nedokáže rozjet.

3.2. Ceny přestaveb automobilů

Orientační ceník za přestavbu různých typů automobilů na olej:

Škoda Felicie 1.9D	nádrž místo rezervy (30l)	12 600Kč
Škoda Felicie 1.9D	nádrž přídavná v motorovém prostoru (5l)	11 700Kč
BMW 524TD rv. do 1995	nádrž místo rezervy (30l)	12 900Kč
BMW 524TD rv. do 1995	přídavná v motorovém prostoru (5l)	11 900Kč
Renault 21 D/TD	nádrž místo rezervy (30l)	12 800Kč
Renault 21 D/TD	nádrž přídavná v motorovém prostoru (5l)	11 500Kč
Renault 5 D/TD	nádrž přídavná v motorovém prostoru (5l)	10 500Kč
Renault 5 D/TD	nádrž v zavazadlovém prostoru (cca 25l)	12 800Kč
Peugeot 205.309,106	nádrž v zavazadlovém prostoru (cca 25l)	12 800Kč
Peugeot 205.309,106	nádrž přídavná v motorovém prostoru (5l)	10 500Kč
Ceny jsou pouze orientační vždy záleží na přání zákazníka a dohodě.		

Ekonomické zhodnocení přestavby našeho ekoauta:

Podle informací majitele ujede průměrně 6000 kilometrů za rok, spotřeba oleje je na 100 kilometrů asi 6 litrů. Spotřeba nafty na 100 kilometrů u tohoto automobilu je 7 litrů.

Cena oleje při nákupu v Makru je 20 korun za litr, průměrná cena nafty u benzínových čerpadel je cca 29 korun za litr.

Majitel vozu ušetří za rok, tím že jezdí na rostlinný olej, přibližně 5 tisíc korun. Návratnost přestavby, která ho stála 14 tisíc korun, je **tři roky.**

3.3. Zkušenosti firmy provádějící přestavby

Zkušenosti odborníků říkají, že při provozu na rostlinný olej se daleko rychleji projeví horší stav vstřikovacích trysek či žhavicích svíček, je proto nutné mít obojí v naprostém pořádku. Dále se ve větší míře projeví i sebemenší netěsnost v palivovém systému a průnik vzduchu tj. takzvané zavzdušnění systému. Toto se může projevit jako problémy při startu či dokonce i během jízdy ve formě krátkodobého výpadku paliva. Pro odstranění zavzdušnění systému především při zapojení zpětného vývodu paliva z vstřikovacího čerpadla nakrátko je vhodné použít automatický odvzdušňovací ventil.

Zkušenosti firmy, provádějící přestavby vozidel na rostlinné oleje, doporučují následující opatření:

1. zkrácení intervalu výměny motorového oleje o třetinu až polovinu !! (což není příliš ekologické ani ekonomické) a nebo
2. instalaci tzv. přídavného obtokového/bypassového filtru (tzv. Feinstfilter, Bypass Filter, Nebenstromfeinstfilter) motorového oleje, který dokáže odstranit především jemné nečistoty (kvalitnější mikrofiltry od 0.1 mikrometrů !), které chemicky reagují s motorovým olejem resp. s proniklým rostlinným olejem. Tyto speciální mikrofiltry z motorového oleje odstraní i velmi nebezpečnou vodu a navíc prodlužují životnost vlastního motoru. V případě pohonu vozidla na klasické palivo lze měnit motorový olej až po 150 000 km či dokonce i později. Tento přídavný bypasový mikrofiltr lze tak jako celou přestavbu přenést do dalšího vozu, neboť většinou vydrží fungovat bez problému několik desítek roků a několikanásobně zaplatí svou investici. Navíc je jeho použití velkým přínosem pro životní prostředí, neboť se ušetří velké množství motorového oleje. Automobilový a olejový průmysl však z pochopitelných důvodů nemá na masovém nasazení bypassových mikrofiltrů žádný zájem.

Je však nutno upozornit i na některá rizika. Jak je známo, tak v každém motoru dochází při provozu k průniku paliva do motorového oleje, což urychluje jeho stárnutí a způsobuje vyšší opotřebení motoru. Nafta či benzín se z větší části mohou z motorového oleje i odpařit. Rostlinný olej se však neodpaří !

4. Jaké mají řidiči zkušenosti

Řidiči, kteří na rostlinný olej najezdili již desítky tisíc kilometrů větší problémy nezaznamenali. Stěžují si však někdy na zhoršené startování. Naopak si chválí nižší hlučnost i snížení spotřeby paliva.

5. Rozhovor s majitelem auta panem Jiřím Havelkou:

Scházíme se všichni po předem domluvené schůzce s majitelem auta, na kterého máme několik otázek. Budeme ho však také žádat o ukázání vozu, abychom mohly vytvořit fotodokumentaci a seznámily se blíže s jeho technickými a jízdními vlastnostmi. Po krátkém přivítání se pouštíme do rozhovoru...

Jirko, jak dlouho už máš své Volvo přestavěné na „ olejový pohon "?
„No holky, už tomu bude skoro 5 let."

Chceme se zeptat… Vedla Tě k přestavbě spíše ekologická stránka věci a nebo finanční výhody?
„Byl jsem mladý nadšenec ekologie. Snažil jsem se jezdit autem co nejméně a když to bylo nutné, chtěl jsem jet s pocitem, že nejsem jeden z těch, co znečišťují pražské ovzduší. Finanční výhody jsem vlastně tak moc neřešil, myslím…"

Na fotografii je majitel vozu J. Havelka při doplňování paliva

Zvládl si přestavbu svého vozu sám a nebo ti pomáhal odborník?
„Nechával jsem si auto předělávat u odborníka. "

A kolik si do toho musel investovat?
„Bylo to kolem 14 tisíc korun. Je tu vlastně ta nevýhoda, že počáteční investice je vyšší, ale později je vykompenzována cenou rostlinného oleje, kde vás přijde 1 litr na 20 Kč"

Jaká negativa bys našel na vozidle na olej? Jestli bys nějaká našel…
„Tak určitě… ale je to spíše otázka pohodlnosti a toho, že je samozřejmě pracnější lít do nádrže postupně lahvičky oleje (nebo v druhém případě velké kanystry), než když si pohodlně zajedeš načepovat na benzinovou pumpu. A druhá věc je, že když v zimě zapomeneš přepnout před dojezdem na naftu – velice pracně se pak rozjíždíš! … ale v konfrontaci s ekologickou jízdou - je to asi banalita."

Poprosily bychom Tě o celkové shrnutí Tvého názoru na olej jakožto pohonnou hmotu?
„ Když už člověk musí jezdit autem, je to samozřejmě jedno z nejlepších řešení, jak příliš nezatěžovat životní prostředí. Avšak moje doporučení zní – ponechte auta v garáži a sedněte na kola! " (…smích)

Po krátkém rozhovoru s majitelem auta, jsme se přesunuly k vozidlu. V příloze je k nahlédnutí ostatní fotodokumentace.

6. Nafta, benzín a olej – z hlediska obnovitelných zdrojů energie

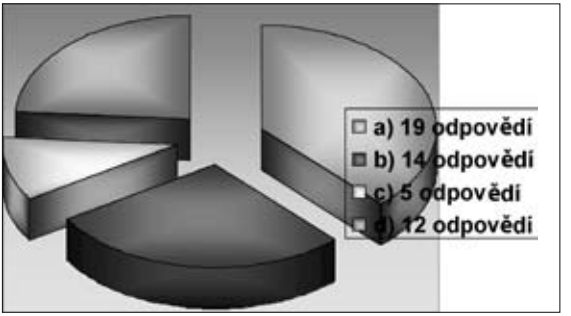
Olej, pro naše ekoauto, se vyrábí z rostlin (slunečnice, sója, ..), které mohou každý rok vyrůstat na českých polích. Ropu na výrobu benzínu a nafty však Česká republika nemá. Je to strategická surovina, která při špatné politicko-hospodářské situaci může přestat do naší republiky přitékat. Ložiska ropy navíc nejsou nevyčerpatelná a podle různých prognóz vydrží asi jen na dalších 30 – 50 let. Použití oleje pro provoz aut se tak z hlediska obnovitelných zdrojů určitě vyplatí, protože se plodiny k výrobě oleje neustále obnovují, kdežto ropa nikoliv. Toto ekoauto vlastně tak chrání vyčerpatelnou ropu pro další generace.

7. Jak to vypadá s informovaností našeho okolí v dané problematice?
Velmi nás zajímalo, co o dané problematice vědí naši spoluobčané. Proto jsme padesáti z nich položily tuto otázku.

„Co Vám říká alternativní zdroj pohonných hmot – olej?"
a) Nic jsem o tom neslyšel(a)
b) Něco jsem slyšel(a), ale vůbec nevím, na jakém principu to funguje
c) Ano, znám to, ale myslím, že to nemá budoucnost
d) Ano, časem by to mohlo nahradit benzin a naftu

Padesát dotazovaných žen i mužů z Prahy nám celkem ochotně na tuto otázku odpovědělo, z daných informací jsme sestavily jednoduchý graf.

Graf informovanosti našeho okolí



Z grafu tedy vyplývá, že jsme zaznamenaly nejvíce odpovědí typu: nic jsem o tom neslyšel, což nás moc nepotěšilo. Ale našli se i tací, kteří se během našeho rozhovoru v rámci průzkumu informovanosti ve věci alternativních pohonných hmot, rozpovídali velmi odborně.

8. Závěr práce

Po hodinách strávených nad touto prací a po rozhovoru s majitelem našeho „ekoauta" se nám do rukou dostává pro nás nepříjemná zpráva: Jízda na olej není až tak ekologicky zvládnutá, jak jsme si původně myslely!

Toto tvrzení jsme si přečetly v časopisu Respekt (č. 49, prosinec 2007, autor Alexandr Tomský, název článku Zelená tragédie). Tam jsme se dozvěděly, že vzniká poměrně vysoké znečištění ovzduší, způsobené spalováním palmových, řepkových a sójových olejů. Jejich produkce CO_2 je v porovnání s ropou nejméně sedminásobná. Olej navíc prý snižuje výkon automobilů… Zda-li je tato informace 100% pravdivá, jsme se již nikde nedohledaly.

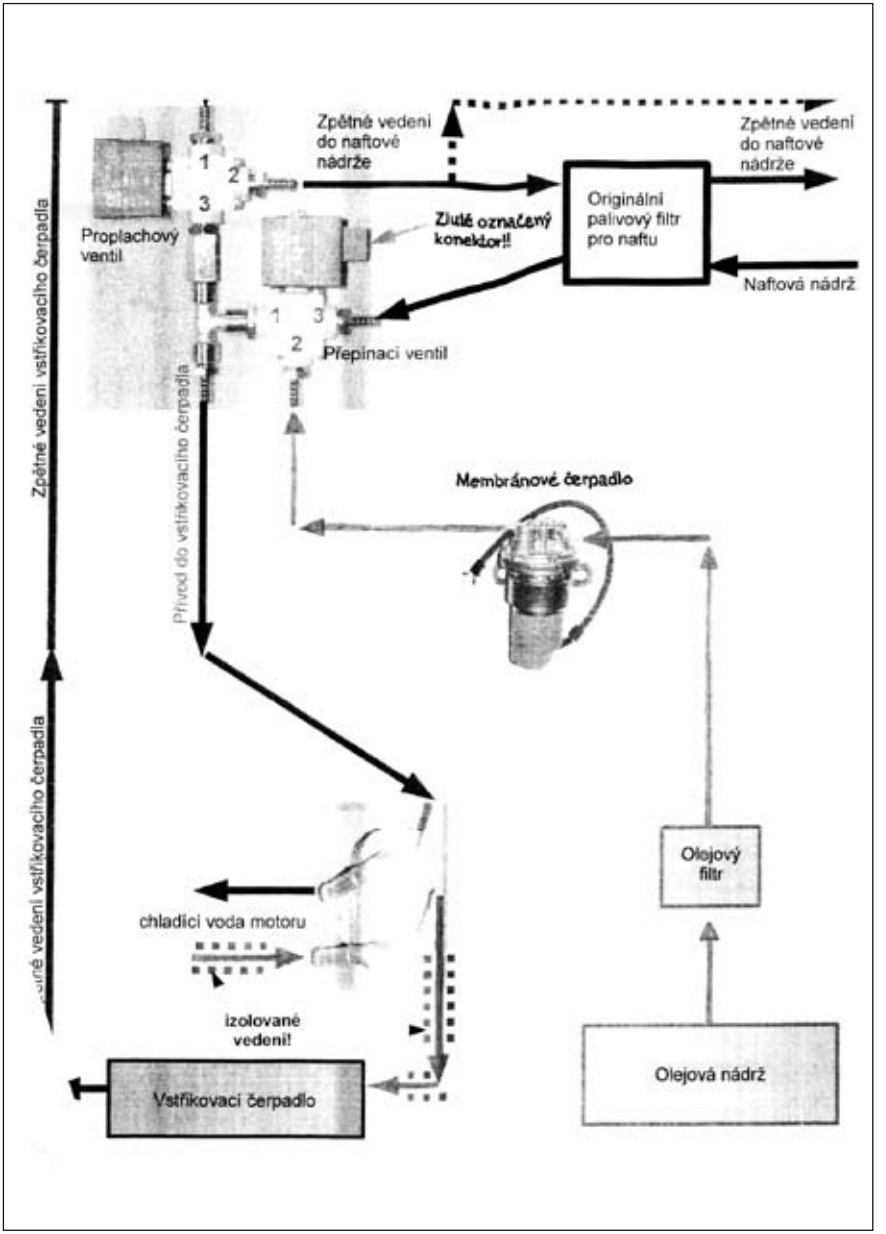
Každopádně to pro nás ale znamená, že naše práce nekončí jasným závěrem. Zůstává otázkou, zda auta jezdící na „obnovitelný" rostlinný olej jsou i ekologická. Je na každém z nás, abychom se sami zamysleli nad problematikou snižování emisí v dopravě, „ekoauty", obnovitelnými zdroji energie, palivy a problémy s tím spojenými – stejně, jak jsme se tady pokusily o tom zauvažovat my dvě…zda tento obnovitelný zdroj je jednoznačně ekologičtější.

9. Obrázková příloha

Naše ekoauto na rostlinný olej, se na první pohled neliší od ostatních aut

Technické vybavení ekoauta

Při rozhovoru s majitelem auta Jiřím Havelkou


Zpětné vedení do naftové nádrže
Zpětné vedení do naftové nádrže
Originální palivový filtr pro naftu
Naftová nádrž
Žlutě označený konektor!!
Proplachový ventil
1
2
3
1
3
2
Přepínací ventil
Zpětné vedení vstřikovacího čerpadla
Přívod do vstřikovacího čerpadla
Membránové čerpadlo
Olejový filtr
chladící voda motoru
izolované vedení!
Olejová nádrž
Vstřikovací čerpadlo

JANA MACHOTOVÁ, SŠ-COPTH, Praha 9, Poděbradská 1/179

Zdroje geotermální energie

Úvod

Můj osobní názor ohledně obnovitelných zdrojů je přívětivý. Sice nejsou tak výkonné jako například jaderná energie, ale zato jsou mnohem ekologičtější. Byla jsem nedávno navštívit okolí jedné nejmenované tepelné elektrárny a pohled, který se mi naskytl, nebyl zrovna ohromující. Když vezmu pohled na okolí tepelné elektrárny, tak mi to připadalo, jako kdybych se naskytla poblíž, ne-li přímo, na skládce. Okolí bylo zaneseno odpadem, přilehlé ulice byly docela vylidněné. Pokud by se mě někdo zeptal, jestli bych tu chtěla bydlet a žít, tak ani zadarmo.

Okolí, kde se těží nebo jinak získávají neobnovitelé zdroje, je často zpustošeno. Přímým příkladem je **měsíční krajina** v okolí povrchových dolů. A dalším významným záporem těchto zdrojů je fakt, že lidstvo je spotřebovává obrovskou rychlostí a tak se jednoho dne může stát, že se všechna auta na benzín či naftu navždy zastaví. Také významně znečišťují krajinu svými emisemi či chemickými látkami, které vypouští do ovzduší či vody. Musíme si uvědomit, že jsme tímto významně zasaženi my všichni, protože dýcháme vzduch a pijeme vodu. Bohužel jsou tyto zdroje významně levnější na získávání, proto jsou stále využívané více než zdroje obnovitelné. Je pravdou, že tyto zdroje jsou také náročné na místo, ale neničí přímo krajinu kolem. Většinou není větší problém žít v oblasti, kde se získává energie pomocí obnovitelných zdrojů, výjimkou jsou snad větrné elektrárny, které jsou poměrně hlučné a nehezké.

Obnovitelné zdroje nejsou také z velké většiny využívány proto, že člověk ještě nevyspěl na takovou úroveň, aby dokázal postavit obnovitelnou energii na vrchní žebříček hodnot.

Záměr, využívat geotermální energii

Obecně

Geotermální energií je teplo získávané z nitra Země. Geotermální energie se zpravidla využívá buď přímo ve formě tepla, nebo nepřímo pro výrobu elektrické energie v geotermálních elektrárnách. Výroba geotermální energie má vzhledem k vysokým výkonovým parametrům, značné dostupnosti (stálá dodávka energie nezávislé na klimatických podmínkách oproti sluneční a větrné energii) a nízkým emisím (oproti biomase) nejlepší výhled ovlivňovat hladinu emisí skleníkových plynů.

Z nitra Země je uvolňován tepelný tok směrem k povrchu zemské kůry. Celkový geotermální výkon Země je přes $4x10^{13}$ W (40 000 GW), což je zhruba 4 x více než současná celosvětová potřeba energie (pro srovnání například elektrárna Temelín má výkon 2 GW). Původ tepelného toku je v teplotním gradientu mezi povrchem a zemským jádrem o vysoké teplotě (7 000 K). Vysoká teplota zemského jádra je způsobena teplem uvolněným při vzniku Země před 4.5 miliardou let, kdy kinetická energie srážek materiálů byla přeměněna v teplo a dále kontinuálně uvolňovaným teplem z rozpadajících se radioaktivních izotopů s dlouhým poločasem rozpadu, především ^{40}K, ^{232}Th, ^{235}U a ^{238}U.

Teplo z jádra Země je k zemské kůře přenášeno dvěma mechanizmy - konvekcí (prouděním) a kondukcí (vedením). Proudění a tečení roztavených pevných látek je velmi účinným mechanizmem přenosu tepla, nicméně v blízkosti povrchu (do 100 km), kde je materiál již příliš studený a viskózní, aby se pohyboval, je teplo přenášeno především vedením a teplotní gradienty jsou daleko vyšší. Tato tuhá kůra je rozdělena (rozlomena)

na množství částí (litosférické desky), které se pohybují rychlostí několika cm/rok vlivem konvekčních proudů pod nimi. Na hranicích mezi zemskými deskami dochází k velkým tlakům a vývěru žhavého magmatu (pouze několik km pod povrchem - sopečná činnost), které způsobují vysoké tepelné toky až 300 W/m^2.

Pro využití geotermální energie je důležité znát tzv. geotermální teplotní gradient, tzn. nárůst teploty s hloubkou pod zemským povrchem. Za ustáleného stavu při konstantním tepelném toku k povrchu se teplotní gradient mění podle tepelné vodivosti vrstev hornin (není přímkový). Průměrný teplotní gradient blízko povrchu do několika km je cca 30 K/km, nicméně jsou místa, kde klesá až na 10 K/km a místa kde dosahuje hodnot nad 100 K/km (místa s aktivní sopečnou činností). Geotermálními zdroji jsou místa s tepelnou energií, kterou je možné čerpat při přiměřených nákladech. Zdroje s nejvyšším potenciálem jsou soustředěny především na hranicích již zmíněných zemských desek, kde zpravidla existuje viditelná geotermální aktivita (horké prameny, výdechy kouře a páry, gejzíry apod.). Takovým lokálním tepelným zdrojem bývá především průnik masy magmatu o teplotě 600–900 °C blíže k povrchu Země. Významná geotermální pole mohou být také v oblastech nedotčených nedávným průnikem magmatu, kde je určitá tektonická anomálie (zpravidla zeštíhlení kontinentální kůry hluboký tektonický zlom).

Využití: HOT DRY ROCK

Běžná geotermální pole s dostatečnou produktivitou však nemusí být nutně pouze v místech s geotermální aktivitou. Po ropné krizi v 70. létech minulého století se začíná s využíváním teplých suchých hornin (HDR – hot dry rock). S využitím tohoto řešení se počítá i v ČR. Objevují se realistické předpovědi pro období 2030–2050 týkající se využití geotermálních elektráren o výkonu srovnatelném s výkonem dnešních jaderných elektráren. Pro přenos tepla z těchto HDR oblastí pod povrchem je nutné tyto horniny uměle rozbít, přeměnit je na propustné a zavést do nich tekutiny vhodné pro přenos tepla (čerpání). Tímto způsobem lze přeměnit jakýkoli vhodný objem teplé suché horniny v zemské kůře v dostupné hloubce na umělý rezervoár energie. Do vybraného horninového prostředí jsou vytvořeny nejméně dva vrty, končící několik set metrů od sebe (experti doporučují 600 m, závisí to ale na místních geologických podmínkách). Voda je zaváděna vsakovacím (injekčním) vrtem a prostupuje vytvořeným propustným rezervoárem, který se chová jako tepelný výměník. K povrchu se zavedená voda vrací čerpacím (produkčním) vrtem (pára s vodou) a přináší s sebou energetický obsah. Kvádr horké žuly 200 °C o objemu 1 km^3 je ochlazován a teplo je využito k výrobě elektřiny.

Výhody HDR technologie leží v jejím velkém potenciálu a dostupnosti na mnoha místech Země a neškodnosti vůči životnímu prostředí. Výroba elektřiny metodou HDR zásadně nenaráží na problémy z titulu ochrany přírody. Jedná se o technologii výhodnější, než jsou všechny technologie využívající obnovitelnou energii neboť není závislá na klimatu jako solární, větrná a vodní energie a energie z biomasy. Po technické stránce se jedná o vybudování decentralizovaných zdrojů elektřiny, které požívají všechny předpokládané výhody. Mohou pracovat 8760 hodin v roce, a přitom jsou regulovatelné. Svoji důležitou roli mohou sehrát při zajištění zvýšené bezpečnosti území státu v zásobování energií. Nezanedbatelnou skutečností je to, že technologii pro výrobu elektřiny v systémech HDR mohou vyrábět české firmy. Např. technologii na výrobu elektřiny z biomasy na bázi Organického Rankinova cyklu (ORC), který lze velmi dobře použít i pro geotermální aplikace, v současnosti začíná v licenci vyrábět třebíčská firma TTS eko. Jiným příkladem relativně dostupného dodavatele může být stavba geoelektrárny v Litoměřicích, kde vrtá a technologii zajišťuje Ingeo Žilina. Metoda HDR - (hot dry rock) - teplá suchá hornina

V našich podmínkách není možné využít hydrotermální energii k výrobě elektřiny přímo. Přímé využití je možné pouze k produkci tepla (hydrotermální systém je použit např. pro výrobu tepla v Děčíně). Je možné, ale využít systém HDR (hot dry rock – horké suché horniny).

Počátky HOD DRY ROCK:

Na metodě HDR se začalo pracovat po prvním ropném šoku v sedmdesátých létech 20. století. Nyní je systém HDR jednou z progresivních metod využívání geotermální energie, která již byla v posledních letech na několika místech aplikována v praxi.

Běžně využívané přírodní geotermální rezervoáry obsahují vodu (hydrotermální využití) ve formě kapalné nebo plynné fáze. Jejich výskyt je však omezen pouze na určité oblasti.

Daleko vyšší pravděpodobnost výskytu má teplo zemské kůry, kde je dostatečně vysoká teplota v závislosti na hloubce. Pro přenos tepla z těchto hloubek pod povrchem je nutné horniny uměle rozrušit, zvětšit jejich puklinovou propustnost a zavést do nich tekutiny vhodné pro přenos tepla. Tímto způsobem lze přeměnit jakýkoli vhodný objem teplé suché horniny v zemské kůře v dostupné hloubce na umělý rezervoár – výměník tepla. Do vybraného horninového prostředí jsou vyhloubeny nejméně dva vrty, končící několik set metrů od sebe (experti doporučují 600 m). Voda je zaváděna vsakovacím (injekčním) vrtem a prostupuje vytvořeným propustným rezervoárem, který se chová jako tepelný výměník. K povrchu se zavedená voda vrací čerpacím (produkčním) vrtem (pára s vodou) a přináší s sebou energetický potenciál. Viz obrázek č. 1.

Nejběžnější metody pro vytváření rezervoárů jsou hydraulické, chemické a trhavinové rozrušení. Systémy HDR pracují v uzavřeném cyklu se vsakováním a čerpáním použitých tekutin (uzavřená cirkulace).

Tato technologie umožňuje využívat geotermální energii pro výrobu elektrické energie i v územích s malým povrchovým geotermálním potenciálem. Výhodou HDR technologie je její velký potenciál, dostupnost na velké části zemského povrchu a neškodnost vůči životnímu prostředí.

Výroba elektřiny metodou HDR má mnoho výhod. Zásadně nenaráží na problémy z titulu ochrany přírody. Není závislá na klimatu jako solární, větrná a vodní energie a energie z biomasy. Má velkou výhodu, nejen z hlediska skleníkových plynů, ale i s NOxy a dalšími polutanty. Po technické stránce se jedná o vybudování decentralizovaných zdrojů elektřiny, které požívají všechny předpokládané výhody. Mohou pracovat 8760 hodin v roce, a přitom jsou regulovatelné podle okamžitých potřeb. Svoji důležitou roli mohou sehrát při zajištění zvýšené bezpečnosti území státu v zásobování energií. Nezanedbatelnou skutečností je i to, že technologii pro výrobu elektřiny v systémech HDR mohou vyrábět české firmy. Např. technologii na výrobu elektřiny z biomasy na bázi systému ORC, který byl původně vyvinut pro geotermální aplikace, v současnosti vyrábí třebíčská firma TTS eko.

Výchozí premisa pro HDR

Kvádr horké žuly 200 °C o objemu 1 km^3 může produkovat teplo k výrobě elektřiny. Při elektrickém výkonu agregátu 10 MW – provozu 8760 hodin v roce, vystačí energetický potenciál na 20 roků provozu.

Při optimálním geotermálním gradientu 50 K/km, je možné potřebný potenciál získat již z hloubky 4 km. Při pesimističtějších úvahách, při teplotním gradientu 30 K/km a hloubkami vrtů 5 km je možné uvažovat s pracovní teplotou media 150°C.

Získaná teplota media je využitelná pro přípravu tepla pro vytápění, nebo k výrobě elektřiny. Pro výrobu elektřiny nejde medium získané z vrtů přímo použít, protože má pro klasický parní cyklus málo vhodné parametry a proto se musí hledat jiné (binární) systémy, které dokáží lépe využít energii obsaženou v získaném médiu.

Kalinův cyklus, který se nově začal pro HDR používat, je relativně nový cyklus pracující na principu organického Rankinova cyklu a jako pracovní látku využívá směs voda-čpavek. Tato směs umožňuje proces s variabilní teplotou v konvenčním podkritickém ohřívači. Při tlaku 3,1 MPa začíná pracovní látka vařit při 74 °C (bublinkový var) a končí při 149 °C. Cyklus je vysoce rekuperativní, což zvyšuje jeho účinnost. Tento cyklus dosahuje přibližně o 50 % vyšší termodynamickou účinnost než běžné binární Rankinovy systémy.

V ČR nejsou tak vhodné geologické podmínky pro využití geotermální energie jako na Islandu, Kamčatce či Itálii nebo i v Maďarsku. Přesto i v podmínkách ČR je výroba elektřiny z geotermální energie možná. To potvrzuje i to, že ve srovnatelných geologických podmínkách v SRN, Francii a Švýcarsku již bylo několik elektráren využívajích systém HDR postaveno a další se budují. V ČR je v současnosti vytipováno nejméně 30 lokalit, kde by mělo být vybudování geotermální elektrárny velmi výhodné.

Na jedné z těchto lokalit (Litoměřice) se již v ČR v současné době začaly provádět průzkumné práce. Toto město leží na průsečíku dvou základních tektonických zlomů – podkrušnohorského a zlomu ležícího v ose řeky Ohře. Hned za městem se zvedají kopce Českého středohoří, které jsou vulkanického původu. V okolí Litoměřic byly prováděny vrty, které vypovídají o složení hornin, až do hloubek, kdy bylo při vrtání naraženo na žulu nebo podobné horniny a vrtání skončilo. Z dokumentace těchto vrtů jsou k dispozici i měření teploty, takže si dovedeme udělat obraz o teplotním gradientu v horních krycích (izolačních) vrstvách. O průběhu gradientu v žulovém masivu je možné vést jen úvahy. Více by měl napovědět zkušební vrt, který je v současné době v hloubce 1100 metrů a měl by pokračovat do hloubky 2 až 2,5 km. Tento vrt by mohl být následně využit jako zdroj teplé vody pro připravované „aquacentrum"

Návrh projektu počítá v současnosti s vyvrtáním 2 injekčních vrtů a 1 produkčního. Rámcově se jedná o hloubky 4 - 5 km. Je počítáno se získáním 150 l/s media o teplotě 150°C. To představuje tepelný výkon cca 50 MW.

Toto medium se bude využívat na výrobu tepla a elektřiny. Při 12% účinnosti Kalinova cyklu se jedná o elektrárnu s výkonem 5 MW. Vlastní spotřeba je uvažována na úrovni cca 1 MW. Předpokládaná roční výroba je 35 GWh (může být i větší v závislosti na vlastní spotřebě elektrárny). Na výstupu z výměníku elektrárny bude k dispozici voda o teplotě 70°C.

Lze tedy říci, že optimální instalovaný výkon geotermální elektrárny je 4 a 5 MW v elektřině a 40 až 50 MW v teple. Této velikosti by také měly odpovídat možnosti odběru tepla v okolí elektrárny.

Na obrázku je geotermální elektrárna s Kalinovým cyklem (hydrotermální), provozovaná 2 MW na Islandu a připravovaná 4 MW v Německu.

Závěr:

Myslím si a doufám, že se technika pohne natolik kupředu, aby se nám tu lépe žilo a dýchalo. Věřím v to, že se podaří rozvinout ekologické energie natolik, že nebudeme závislí alespoň v tomto ohledu na uhlí a ropě.

DRÁBEK MARTIN, Stredné odborné učilište elektrotechnické Gbely

MALÉ VODNÉ ELEKTRÁRNE

1 HISTÓRIA

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 Kristom. Používali sa hlavne vodné kolesá na dopravu vody do zavlažovacích kanálov. Na území Českej republiky sa podľa uchovaných údajov používal vodný mlyn na rieke Ohře pri Žatci už v roku 718.

Mnoho vodných diel na Slovensku určených na mechanickú prácu ale i na výrobu elektrickej energie, slúžilo už naším dedom, pričom stavebné i technologické časti týchto diel sa zachovali na viacerých miestach. Na základe dokumentu ministerstva verejných prác z roku 1930, ktorý bol vydaný v súvislosti so zákonom o dani z vodnej energie pre dôchodkové a kontrolné úrady vychádza, že na Slovensku bolo koncom roku 1930 v prevádzke 3 097 vodných diel s celkovým inštalovaným výkonom zhruba 37 540 KW. 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.

Drvivá väčšina týchto diel musela v 50-tych resp. 60-tych rokoch ustúpiť socialistickej veľkovýrobe elektriny s tragickými následkami pre životné prostredie i zdravie ľudí. Ešte aj dnes veľa vodných diel chátra na rôznych potokoch a riečkach a čaká na svoju rekonštrukciu, ktorá by v mnohých prípadoch bola aj ekonomicky výhodná.

1.1 VYUŽITIE VODNEJ ENERGIE V SÚČASNOSTI

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.

1.2 HYDROENERGETICKÝ POTENCIÁL SLOVENSKA

Dĺžka vodných tokov na Slovensku predstavuje 8 166 km. Z toho je 3 055 km (37 %) regulovaných priehradnými nádržami o celkovom objeme 1 663 m^3 a 64 priehradami (FSU 1990). Ak odhliadneme od Dunaja, ktorý cez Slovensko tečie ako pohraničná rieka, vyvierajú všetky ostatné väčšie rieky na Slovensku, a preto v nich tečie relatívne málo vody. Technický potenciál vodnej energie na Slovensku predstavuje spolu 7 361 GWh, čo v prepočte na hnedé uhlie znamená ekvivalent zhruba 7,9 milióna ton energetického uhlia spáleného za rok. Z tohto potenciálu sa dnes využíva 2 210 GWh . Zo zostávajúcich 5 151 GWh predstavuje potenciál na Dunaji 2 655 GWh. Táto hodnota približne zodpovedá pôvodne plánovanej výrobe z vodného diela Gabčíkovo - Nagymaros.

Väčšia časť hydroenergetického potenciálu Slovenska je však sústredená vo výkonoch vodných elektrární nad 10 MW - veľké vodné elektrárne. Potenciál vo výkonoch pod 10 MW (malé vodné elektrárne) dosahuje 1 219 miliónov KWh (350 MW) za rok, čo predstavuje ekvivalent spálenia 1,4 milióna ton hnedého uhlia za rok. Pre porovnanie v súčasnosti predpokladaný výkon vodného diela Gabčíkovo je 1 330 miliónov KWh.

2 MALÉ VODNÉ ELEKTRÁRNE – MOŽNOSTI VYUŽITIA NA SLOVENSKU

Reliéf našej krajiny je taký, že značná časť potreby našej elektrizačnej sústavy vodnej energie je rozptýlená v malých tokoch, pričom je využiteľná len v malých vodných elektrárňach s výkonom do 10 MW.

Slovensko má dostatočný potenciál práve vo vodnej energii využiteľnej v malých vodných elektrárňach, ktorý môže pokryť takmer jednu tretinu elektrickej energie spotrebovávanej v domácnostiach.

Za hranice Slovenska každoročne odchádza v podobe doposiaľ nevyužitej energie viac ako 1,2 miliardy KWh, ktoré je možné získať v malých vodných elektrárňach s výkonom do 10 MW. Energiu z týchto vodných diel získavali už naši dedovia. Oživenie zariadení opustených pred viac ako 40 rokmi a výstavba nových malých vodných elektrární je aktuálna i dnes, veď potenciál tohto zdroja využívame len na 10 %.

Potenciál ročných úspor z malých vodných elektrárni (MVE) na Slovensku:

- výkon MVE by nahradil ťažbu 1,6 milión ton uhlia,
- výkon MVE by nahradil prácu 3500 baníkov,
- výkon MVE by zabránil emisii 700 tis. ton popola,
- výkon MVE by zabránil emisii 71 tis. ton SO_2,
- výkon MVE by zabránil emisii 12 tis. ton popolčeka.

V roku 1989 bolo v bývalej ČSFR evidovaných 714 malých vodných elektrárni s inštalovaným výkonom 204 MW. Tieto elektrárne vyrobili 700 miliónov KWh, čo predstavuje asi 16 % z energie, ktorá bola vyrobená vo vodných elektrárňach v ČSFR. 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 roku, nízkymi prevádzkovými nákladmi, často bezobslužnou prevádzkou, návratnosťou vložených investícií a dlhou životnosťou, ktorá môže dosiahnuť aj 80 rokov. Svojou decentralizáciou navyše znižujú straty v sieti vysokého vedenia.

2.1 PRINCÍP ČINNOSTI

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 Bankiho 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 Francis. 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 po lopatke turbíny a v mieste, kde voda lopatku opúšťa je tlak prakticky celý využitý.

2.2 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 riečišťom (derivačná elektráreň).

2.3 AKUMULAČNÉ MALÉ VODNÉ ELEKTRÁRNE

Ak chceme dosiahnuť vyšší výkon, ako je prirodzený výkon toku, môžeme ho získať zadržaním vody pomocou vybudovanej vodnej nádrže, čím získame vyšší prietok i vyšší spád, ale za cenu krátkodobého - prerušovaného prevádzkovania elektrárne.

3 INVESTÍCIE A EKONOMIKA PREVÁDZKY

Investičné náklady možno rozdeliť na obnovu, rekonštrukciu, modernizáciu alebo novú výstavbu malej vodnej elektrárne a na náklady na vypracovanie projektovej dokumentácie. Náklady na vybudovanie diela pozostávajú z nákladov na stavebnú časť (kanál, hať) a technologickú časť (turbína, elektročasť). Výška týchto investičných nákladov výrazne ovplyvňuje ekonomiku prevádzky elektrárne a je závislá od spôsobu vybudovania takéhoto energetického zdroja. Rekonštrukcia, obnova resp. modernizácia malej vodnej elektrárne je takmer vždy lacnejšia ako výstavba novej elektrárne. Pri výstavbe nového diela je totiž veľmi náročné vybudovanie vzdúvacieho zariadenia a prívodu vody (hať, vtok alebo privádzacie potrubie) a eventuálne aj odtoku vody. Náklady na vybudovanie vzdúvacieho zariadenia sú vysoké a často rozhodujúce. Preto je výhodne obnoviť a využiť vodné zariadenia, ktoré boli z rôznych dôvodov v minulosti odstavené.

Cenové relácie na výstavbu novej malej vodnej elektrárne sa v roku 1992 pohybovali v rozmedzí od 7 do 10 miliónov korún. Technologická časť predstavovala 2,5 až 3 milióny korún a stavebná časť zhruba dvojnásobok tejto sumy. Projekt stavby vychádzal zhruba na 250 až 300 000 korún. Treba spomenúť aj náklady na inžiniersku činnosť, ktorú mnohí súkromníci podceňujú. Projektant totiž nie je povinný zabezpečiť vybavenie územného rozhodnutia a vodoprávne konanie (stavebné povolenie). Táto činnosť je úlohou budúceho majiteľa, ktorý si ju spolu s inžinierskou činnosťou môže objednať u nezávislého odborníka.

Výška honoráru za investorskú činnosť predstavovala v minulosti až 80 % ceny za projektové práce. Ešte pred začatím projekčných prác je potrebné mať k dispozícii nasledujúce podklady:

1. Inžiniersko-geologický prieskum (často stačia aj kopané sondy),
2. Polohopis a výškopis lokality,
3. Základné údaje o toku zo Slovenského hydrometeorologického ústavu,
4. Majetkoprávne vysporiadanie.

Napriek tomu, že cena za výstavbu malej vodnej elektrárne je v poslednej dobe značná, oslobodenie ziskov od dane, vzrastajúca cena elektrickej energie a návratnosťou vložených investícii robí z malých vodných elektrárni veľmi atraktívny cieľ investícii podnikateľov.

4. 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 je výkon malej vodnej elektrárne možné 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 skúsenosti je za minimálny rentabilný výkon malej vodnej elektrárne možné považovať 3 KW a z hľadiska vlastnosti dostupnej technológie je minimálny hospodárne využiteľný spád 2 metre.

5 SPÁD

Súčasné turbíny sú schopné pracovať so spádmi väčšími ako jeden meter. Spád sa v priebehu roka mení málo. Iba v prípadoch veľkých vôd dochádza k zvýšeniu spodnej hladiny, a tým k zníženiu rozdielu hladín. Pri malej vzdialenosti vtoku a odtoku vody (do 30 metrov) je možné merať spád priamo. V ostatných prípadoch je nutné použiť niveláciu. Energeticky využiteľný spád je znížený o straty v privádzajúcej a odtokovej časti.

6 PRIETOK

Množstvo pretekajúcej vody v priebehu roka značne kolíše a najlepšie ho vystihuje ročná odtoková krivka v danom profile toku. Jednorazové 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.

6.1 MERANIE PRIETOKU

Veľmi orientačne je možné prietok vody Q (m^3/s) vo vodnom toku zistiť napríklad pomocou plaváka a to nasledovným spôsobom:

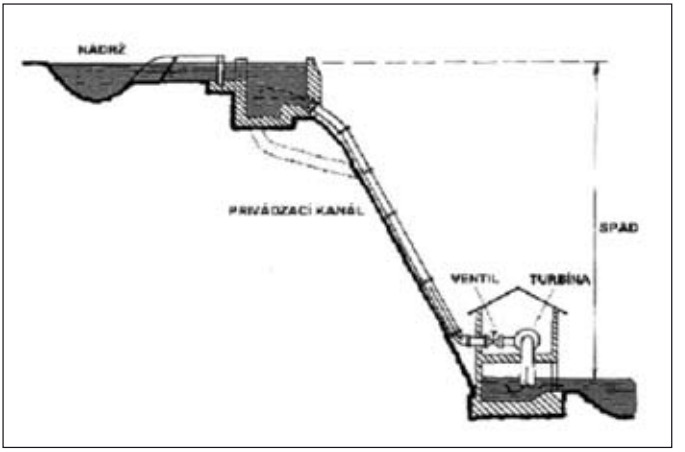
1. Na to aby sme získali použiteľné výsledky, je potrebne nájsť rovný úsek toku s konštantným prierezom.
2. Stanovíme dĺžku meraného úseku v metroch a jeho prierez v metroch štvorcových.
3. Plavák (kúsok dreva alebo fľašu naplnenú vodou tak, aby bola do 2/3 ponorená) vhodíme niekoľko metrov pred meraným úsekom do vody a odmeriame čas v sekundách potrebný na prekonanie meranej vzdialenosti.
4. Prietok Q (m^3/s) sa vypočíta zo strednej rýchlosti V (m/s) a prierezu koryta S (m^2) podľa vzorca:

$$Q = V \cdot S$$

Stredná rýchlosť toku je avšak 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 drsne povrchy (zem, hlina). Malé vodné elektrárne (MVE) sú charakteristické tým, že ich výstavba a prevádzka zvyčajne nie je spojená s negatívnymi dopadmi na životné prostredie. Podobne ako veľké vodné elektrárne aj MVE sa vyznačujú vysokou účinnosťou využitia vodnej energie. Navyše majú výhodu v tom, že sú tzv. decentralizovaným zdrojom energie. Tým že ich je možné inštalovať v odľahlých oblastiach, poskytujú možnosti rozvoja a často aj energetickej sebestačnosti hlavne na vidieku.

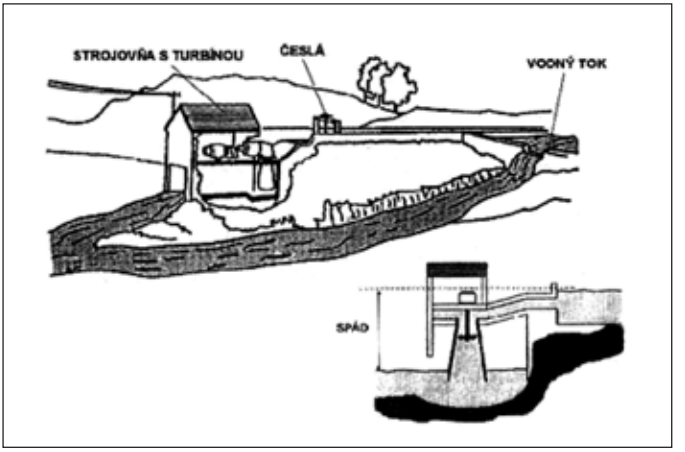
Vo svete pracuje mnoho tisíc takýchto zariadení, ktoré majú za sebou viac ako 150-ročný vývoj. V prepočte na jednotku výkonu sú MVE však v porovnaní s veľkými o niečo drahšie. Vo veľkej väčšine prípadov sú malé elektrárne pripojené na verejnú elektrickú sieť, do ktorej dodávajú energiu. Mnohé z nich sú tzv. prietokové t.j. nemajú žiaden rezervoár (voda nie je skladovaná za priehradou) a vyrábajú elektrickú energiu len vtedy, keď je vody dostatok.

Energiu však malé vodné elektrárne môžu dodávať aj do systému izolovaného od elektrickej siete. V takomto prípade využívanom väčšinou v samostatných objektoch, sa elektrina často používa na dobíjanie batérií, z ktorých sa čerpá v prípade potreby. V prípade dostatku energie vyrobenej malou vodnou elektrárňou je možné použiť aj zariadenie (menič) na zmenu jednosmerného prúdu vyrábaného MVE na striedavý, ktorý využíva väčšina bežných elektrospotrebičov. MVE sa vyznačujú veľkou rôznorodosťou v konštrukcii, ktorá zohľadňuje miestne podmienky ako sú spád a prietok vody. MVE s vysokým spádom sú bežné v horských oblastiach a keďže na dosiahnutie daného výkonu potrebujú menšie prietoky vody ako MVE s malým spádom, sú zvyčajne aj lacnejšie. MVE s nízkymi spádmi vody sa budujú v údoliach.



Umiestnenie malej vodnej elektrárne s vysokým spádom vody

Väčšina MVE si vyžaduje prívodný kanál alebo potrubie odvádzajúce vodu z vodného toku. Aby nedošlo k zaneseniu alebo poškodeniu turbíny, voda zvyčajne prechádza cez filter alebo sa používajú usadzovacie nádrže. Prívod vody sa umiestňuje mimo hlavného toku (rieka, potok), aby v prípade vysokého stavu vody nedošlo k vysokému tlaku na turbínu. Keďže riziká spojené s prevádzkou MVE sú omnoho nižšie ako v prípade veľkej vodnej elektrárne (pretrhnutie priehrady), nie sú potrebné ani vysoké bezpečnostné opatrenia pri stavbe, ktorú je možné zvládnuť s miestnymi obyvateľmi a pri použití jednoduchých technológií. Hoci potreby údržby sú nízke, MVE si zvyčajne vyžadujú viac pozornosti ako napr. slnečné články alebo veterné elektrárne. Súvisí to hlavne s odstraňovaním nečistôt a pravidelnou údržbou alebo výmenou ložísk turbíny.



Malá vodná elektráreň využívajúca nízky spád vody

7 CENA

Všetky vodné elektrárne sú charakterizované vysokými investičnými a nízkymi prevádzkovými nákladmi. MVE stavané pre nízke spády a výkony sú zvyčajne na jednotku výkonu drahšie ako MVE využívajúce vysoké spády vody. Vstupné ceny sú najväčšou bariérou ich rozvoja. Napriek tomu, že doba návratnosti vložených investícií je dlhá, (často 7-10 rokov) majú MVE veľkú výhodu v porovnaní s inými technológiami využívajúcimi obnoviteľné zdroje energie – dlhú životnosť. Tieto zariadenia sú schopné vyrábať elektrickú energiu viac ako 70 rokov, čím sa stávajú veľmi výhodnými pre potenciálnych investorov. Navyše cena elektriny (príjem z prevádzky MVE) bude v budúcnosti len vyššia, čo znamená, že vložené investície sa mnohonásobne vrátia.

8 MIKROTURBÍNY

Ako mikroturbíny sa často označujú zariadenia s výkonom menším ako 1000 W. Takéto turbíny sú schopné zabezpečiť energiu pre jednu domácnosť vybavenú energeticky úspornými spotrebičmi. Mikroturbíny sa umiestňujú v miestach, kde je buď nízky spád alebo prietok vody (resp. oboje). Často sa využívajú v spojení so sadou batérií, ktoré sú turbínou dobíjané. Mikroturbíny sa v zahraničí predávajú za asi 1,5 USD/W a majú veľkosť prenosného kufríka vybaveného alternátorom produkujúcim jednosmerný prúd. Typická mikrovodná elektráreň využíva časť vodného toku privádzanú do zásobníka vody, ktorým môže byť napr. 200 litrový sud. Sud funguje ako usadzovacia nádrž filtrujúca vodné nečistoty. Voda zo suda je k turbíne privádzaná potrubím (PVC) s priemerom 5 až 10 cm a po vypustení z turbíny býva odvádzaná späť do vodného toku. Mikroturbíny sa dodávajú v dvoch prevedeniach. Jedno využíva alternátor podobný zariadeniu v automobiloch, druhé využíva permanentný magnet. Zariadenia s alternátorom sú vhodné pre väčšie systémy (100 až 1000 W), kým permanentné magnety sa používajú pre systémy menšie ako 80 W.

Väčšie systémy majú tiež elektronickú reguláciu (shunt), ktorá zabraňuje "pretočeniu" turbíny pri väčších otáčkach a chráni ju pred poškodením (opotrebovaním jej častí). Turbíny pripojené na batérie sú vhodným riešením, pretože batérie sú dobíjané prakticky okamžite po odbere energie z nich. Z tohto dôvodu nie je potrebné používať tzv. solárne batérie s hlbokým cyklom vybíjania, ale je možné použiť klasické automobilové batérie, ktoré sú lacnejšie. Zvyčajne investície do kvalitného potrubia a turbíny sú efektívnejšie ako investície do kvalitných batérií. V systémoch s mikroturbínami je potrebné dbať na presnú špecifikáciu dĺžky a priemeru potrubia, v ktorom dochádza k stratám energie. Použitie dlhých potrubí s malým priemerom často v dôsledku zvýšeného trenia zbytočne znižuje výrobu elektriny.

9 SILNÉ A SLABÉ STRÁNKY MVE

Silné stránky	**Slabé stránky**
- Dostatočný technicky využiteľný potenciál, - vysoká účinnosť výroby elektriny, - ekologicky čistá výroba elektriny, - nízke prevádzkové náklady, - možnosť plnoautomatickej prevádzky.	- Veľká závislosť výkonu od klimatických podmienok, - straty v energetickej produkcii spôsobené neenergetickými odbermi vody, - náročnosť na výber vhodnej lokality, - vyššie investičné náklady.
Príležitosti	**Ohrozenia**
- Dobrá návratnosť investovania, - možnosti využívania na veľkej časti územia Slovenska, zmiernenie erozívneho procesu na horských a stredných úsekoch tokov.	- Zmena prietokových pomerov, - zdĺhavé administratívne schvaľovanie, - potenciálny odpor záujmových skupín, - zvyšovanie sedimentačnej činnosti toku.

Malé vodné elektrárne na Slovensku – Bošany, Banková, Krškany, Demänovka, Dráhovce, Dubník, Nitrianske Rudno, Preseľany, Predajná, Remetské Hámre, Šaštín, Trenčín, Tvrdošín, V. Boca, V. Kozmálovce, V. Slavkov, Vlčany,. . .

10 ORIENTAČNÉ PRAVIDLO

V typickej malej vodnej elektrárni, využívajúcej spád 1 meter, je každý liter vody pretekajúci turbínou za sekundu, schopný ročne vyrobiť 20 - 30 kWh elektrickej energie.

Spád 10 metrov napríklad znamená, že ročne je pri takomto prietoku možné vyrobit až 300 kWh. Rovnaké množstvo elektriny je možné vyrobit pri spáde 1 meter a prietoku 10 litrov za sekundu.

Doposial nevyužitý „hydro-potenciál" z malých vodných elektrární pre Slovensko znamená 1 200 MWh elektrickej energie za rok. Súčasné využitie hydroenergetického potenciálu v Slovenskej republike je okolo 57,8 %.

Pri súčasnom stave techniky a reálnych možnostiach krytia našej energetickej spotreby sú vodné elektrárne veľmi efektívnym, obnoviteľným a jedným z ekologicky najprijateľnejších zdrojov elektrickej energie.

Malé vodné elektrárne (MVE) sú na Slovensku svojím počtom najväčšou skupinou VE. Ich inštalovaný výkon je do 10 MW. Na rozdiel od „veľkých" VE sa MVE väčšinou budujú ako priebežné bez akumulácie. Nemajú teda veľké akumulačné nádrže, ktoré bývajú často predmetom kritiky.

Z tohto dôvodu však nemávajú ani schopnosť regulovať prietok v dlhodobejších cykloch, a tým aj výkon a výrobu elektrickej energie v reálnom čase. Ich prevádzka väčšinou plne závisí od okamžitých hydrologických podmienok v toku. Napriek tomu, na rozdiel od iných obnoviteľných zdrojov (napr. veterných alebo solárnych), môžu byť zárukou neprerušovanej kontinuálnej dodávky určitého garantovaného množstva elektrickej energie.

11 VÝSKYT

Výskyt lokalít MVE je vo veľkom rozptyle po celom území Slovenska. Aj keď sme zaznamenali rozvoj ich výstavby, percento využitia HEP pripadajúceho na MVE je nízke. Podľa údajov Výskumného ústavu energetického hodnota HEP v inštalovanom výkone, ktorý pripadá na MVE, je cca 340 MW, vo výrobe cca 1220 GWh. K 31.12. 2001 bolo na Slovensku zaregistrovaných 186 MVE s inštalovaným výkonom 57,33 MW, čo predstavuje využitie len na necelých 17%.

Všeobecne sa MVE vyznačujú niekoľkonásobne väčšou lehotou ekonomickej životnosti, ako je lehota návratnosti investičných prostriedkov vložených do nich. Elektrická energia, ktorá sa v nich vyrába, býva najlacnejšou elektrickou energiou dodávanou do elektrizačnej sústavy. Lepšie využitie HEP aj v MVE by preto malo byť záujmom celej spoločnosti.

MVE sa často pripisujú negatíva, ktoré však v skutočnosti nespôsobujú. Primárne príčiny zlého stavu na danom úseku toku – napríklad zle funkčné čistiarne odpadových vôd, resp. vôbec ich neexistencia, divoké skládky odpadov na brehoch (príp. v slepých ramenách) našich potokov a riek, kontaminácia vôd, splachy ornice nevhodným obrábaním pôdy atď. – bývajú nepovšimnuté. Tieto príčiny sa totiž veľmi ťažko odstraňujú. V mnohých prípadoch (napr. divoké skládky odpadu) niet majiteľa alebo adresného pôvodcu negatívneho stavu. Na odstránenie iných príčin často chýbajú peniaze (napr. staré a deravé kanalizácie miest a obcí, budovanie moderných čistiarní odpadových vôd). Naproti tomu investorom MVE býva konkrétna osoba alebo firma. Výstavbu MVE potom často zo strany povoľujúcich orgánov štátnej správy podmieňuje sanovanie týchto negatívnych príčin, ktoré však investor nespôsobil. To v mnohých prípadoch znemožňuje výstavbu a HEP zostáva nevyužitý. Pravé príčiny zlého stavu na danom úseku toku sa pritom naďalej neriešia.

12. ROZVOJ MVE NA SLOVENSKU

Renesancia výstavby MVE začala po takmer 35-ročnej prestávke v osemdesiatych rokoch. Súkromným osobám sa povoľovala výstavba alebo rekonštrukcia MVE iba do inštalovaného výkonu 35 kW. Týmto sa podnikanie v oblasti MVE veľmi zúžilo. V súčasnosti zákony umožňujú podnikať v tejto oblasti prakticky bez obmedzenia. V oblasti MVE je však ešte veľa nevyriešených otázok. Sú natoľko závažné, že vo väčšine prípadov záujemcom neumožnia výstavbu MVE zrealizovať. Takéto skúsenosti potom odrádzajú ďalších uchádzačov vstupovať do procesu prípravy a výstavby MVE. Ako sme už uviedli skôr, HEP patriaci MVE sa na Slovensku napriek výborným prírodným podmienkam využíva doteraz iba málo. Jeho ďalšie využívanie sa pritom ustavične obmedzuje – najmä rozširovaním požiadaviek v oblasti ochrany prírody. V súčasnosti spracúvané environmentálne prijateľné riešenia energetického využitia slovenských riek (Orava, Hron, Poprad, Hornád, ďalšie využitie Váhu a ďalších) výrazne znižujú využitie HEP. Z pôvodne uvažovaného možného inštalovaného výkonu v MVE 340 MW sa už dnes dostávame k hodnote menšej ako 210 MW.

Napríklad na rieke Hron s dĺžkou toku 240 km a hrubým hydraulickým spádom 400 m je HEP 761 GWh za rok. Dnes sa v úseku od Brusna po ústie (200 km) predpokladá vybudovať MVE s ročnou výrobou len 154,72 GWh. Zostávajúci úsek v dĺžke 40 km reprezentujú menšie prietoky a výrobu to veľmi neovplyvní. Uvedená výroba reprezentuje iba 20,33 % HEP. Podobne sa vyvíja situácia aj na rieke Orava, kde HEP podľa Smerného vodohospodárskeho plánu je 260 GWh za rok. Postupom času sa z celkového spádu 117 m navrhlo využiť len 70 m. Vynechali sa úseky voľného pôvodného toku i úžina pri Dierovej. Ročná výroba sa predpokladá 107,6 GWh. Predstavuje to už len 41,4 % z HEP a zrejme ani toto číslo nie je konečné. Podľa názorov orgánov ochrany prírody možno z toho realizovať len asi polovicu.

Podobná situácia je aj na ostatných tokoch na Slovensku.Napriek uvedeným problémom, najmä od roku 1990, mnoho potenciálnych investorov a budúcich prevádzkovateľov zo štátneho aj súkromného sektoru (oblasť MVE je vo vyspelých európskych štátoch prakticky doménou malého a stredného podnikania) vyvíjalo snahy pri výstavbe MVE. Mnoho investorov vynaložilo nemalé finančné prostriedky na prípravné práce, ako aj na projektovú prípravu v štádiu územného alebo stavebného konania. Ďalej sa vynaložili i nemalé finančné prostriedky na majetkové vyrovnanie pozemkov a ďalšie potrebné práce a posúdenia.

Tieto aktivity však vo väčšine prípadov nevyústili do realizácie a následnej prevádzky MVE. Možno konštatovať, že napriek veľmi nízkemu stupňu využitia HEP v MVE (aj napriek naozaj výborným prírodným podmienkam) je výstavba MVE na Slovensku v súčasnosti minimálna.

Komplex problémov, ktoré vplývajú na výstavbu MVE a do značnej miery ju obmedzujú, sa dá rozdeliť na 5 oblastí:

1. strety so záujmami ochrany prírody,
2. regionálne priority,
3. majetkovo-právne vyrovnanie pozemkov,
4. finančné (ekonomické) problémy,
5. legislatíva.

Pre Slovensko sa sem pridružuje aj problém so zaobstarávaním vodných turbín a ich príslušenstva. Doteraz neexistuje domáci výrobca kvalitných vodných turbín. Na ďalší rozvoj využívania HEP vplýva aj skresľovanie jeho bilančnej hodnoty. V poslednom období sa začala publikovať „upresnená" hodnota hydroenergetického potenciálu 6 607 GWh/rok. V odbornej verejnosti sa nazýva aj ako „ekologický". Ešte do roku 1997 sa v oficiálnych materiáloch Slovenských elektrární, a. s., Ministerstva hospodárstva SR, Ministerstva životného prostredia SR a pod. uvádza hodnota HEP 7 361 GWh/rok. Hodnota „ekologického" potenciálu 6 607 GWh/rok sa však dostala do dokumentu Aktualizovaná energetická koncepcia pre SR do roku 2005, ktorý bol prijatý uznesením vlády v roku 1997 a potom aj do ďalších nasledujúcich materiálov. Zámenou bilančnej hodnoty „ekologického" potenciálu za skutočný HEP stúplo jeho využitie na cca 65 %.

Bez reálnej výstavby VE alebo MVE sme sa takto „priblížili" vo využití HEP k vyspelým krajinám Európskej únie. Pritom platí, že pokiaľ sa konkrétna VE alebo MVE nemôže v súčasnosti realizovať z dôvodov ekologických, ekonomických alebo legislatívnych, neznamená to ešte jednoznačne, že ani v budúcnosti sa nebude môcť pri zmene týchto podmienok realizovať. Nevybudovaním VE alebo MVE z dôvodov ekologických, ekonomických alebo legislatívnych totiž HEP daného úseku vodného toku nezaniká.

13 ZÁVER

Vzhľadom na súčasné podmienky, keď náklady na výstavbu a prevádzku MVE reálne rastú, avšak cena výsledného produktu – výkupná cena elektrickej energie – sa tomuto trendu primerane neprispôsobuje (pritom predajná cena napr. pre obyvateľstvo výrazne rastie), je ťažko vyčíslovať ich reálnu návratnosť v našich podmienkach. V tejto oblasti je v súčasnosti niekoľko faktorov, ktoré sa dajú len veľmi ťažko, resp. vôbec nedajú zohľadniť v kalkulačních vzorcoch.

Pri pokračovaní v tomto trende sa Slovensku stratí veľké množstvo energie, ktorú si však budeme musieť zadovážiť iným spôsobom. Slovensko je pritom chudobné na primárne energetické zdroje. Túto stratu môžeme v podstate vykryť dovozom priamo elektrickej energie alebo nákupom iných primárnych energetických zdrojov (paliva), ktoré na našom území cenovo nákladnejšie premeníme na elektrickú energiu väčšinou s oveľa horším dopadom na životné prostredie. Navyše, oba tieto možné spôsoby vyvolávajú tlak na devízové prostriedky nášho štátu.

Marek HRADIL, SOŠ PaedDr. Stratil, s.r.o.

AdBlue

Úvod

Práci do soutěže ENERSOL 2008 jsem si vybral na téma Adblue, což je téma ekologického spalování v naftových motorech nákladních vozů. Zvolil jsem si ji, protože můj otec je řidič z povolání a popravdě jsem tento systém moc nechápal, tak jsem si řekl, že bych se o tom mohl něco dozvědět a přišla tenhle projekt, tak už nebylo co řešit. Tohle téma jsem si zvolil také proto, že o slunečních panelech na střeše už víme dost, tak jsem chtěl navodit téma o kterém se moc neví. Práce podrobně popisuje AdBlue, a taky vstřikování AdBlue co katalysátoru výfukového potrubí a tím velmi snižuje škodlivé zplodiny, které jsou vylučovány do ovzduší. Doufám, že Vás má práce aspoň trochu zaujme.

Močovina do nákladních vozů

Nevídaných rozměrů dosáhl loni v České republice prodej vysoce kvalitního vodného roztoku močoviny, marketingově označovaného jako AdBlue. Spotřeba kapaliny, která v kombinaci s dieselovým motorem snižuje obsah škodlivých látek ve výfuk. zplodinách, vzrostla meziročně zhruba šestkrát. Rostoucí a donedávna prakticky neznámý byznys souvisí s postupným rozšířením nákladních vozů, splňující evropskou normu Euro 5. Největší evropští producenti AdBlue už tedy chrlí za rok desítky tisíc tun a rychle přibývají i pumpy, kde jej mohou kamiony tankovat ze samostatných stojanů.

Nejedná se přitom o palivo, ani přísadu (aditivum), ale ekologickou kapalinu v samostatné nádrži, ze které se dávkuje do spalin výfukového katalyzátoru kamionů. Takzvaná selektivní katalytická redukce (SCR) je přitom na trhu dominantní technologií, která zajistí požadované snížení emisí oxidu dusíku či pevných částic podle normy Euro 4 a Euro 5.

Vozy splňující Euro5 už přitom postupně dodávají prakticky všichni přední výrobci nákladních vozů. Ostatně od září příštího roku už nebude možné ani jiné vozy uvádět do provozu.

Jistota růstu

Pro chemičky a výrobce močoviny, kteří jen nedávno doplnili AdBlue do výrobního programu, znamenal loňský rok doslova žně. „Za rok 2006, kdy jsme s tím začali, jsme vyrobili čtyři tisíce tun, loni už přes 32 tisíc. Letos plánujeme vyrobit 45 tisíc tun." Uvedl vedoucí odboru technického rozvoje ve slovenském Duslo Šala Michal Ferenci.

Prodej AdBlue v zemích EU

2006	60 tun
2007	320 tun
2008 odhad	950 tun
2010 výhled	2000 tun
Po 2012	3000 – 4000 tun

Stojany přibývají

Obrovsky se rozrostla i konkurence distributorů a prodejců. Čísla o prodaném množství ale většinou nezveřejňují. Podle statistiky vzrostl v celé Evropě prodej AdBlue mezi roky 2006 – 2007 zhruba šestkrát. A v České Republice to bude to samé.

Rychlým tempem přibývají i o něco dražší veřejné čerpací stanice s AdBlue. Nikdo z předních petrolejářů nechce zůstat pozadu. Rakouské OMV, které s touto nabídkou přišlo u nás v roce 2005 jako první, má dnes u pump v Česku sedm extra stojanů a AdBlue i v kanystrech prodává na 58 místech.

Společnost W. A. G., která přišla u nás jako druhá s prodejem u tankovacích stojanů, prodává dnes například ve svém truck centru v Modleticích u Prahy průměrně dva tisíce litrů denně. V České Republice prodávají AdBlue i ostatní společnosti jako Shell, Agip, Benzina.

AdBlue
Základní parametry

chemické složení:	32,5% vodný roztok močoviny
číslo CAS:	57-13-6
číslo EINECS:	200-315-5
teplota tuhnutí:	-11 °C

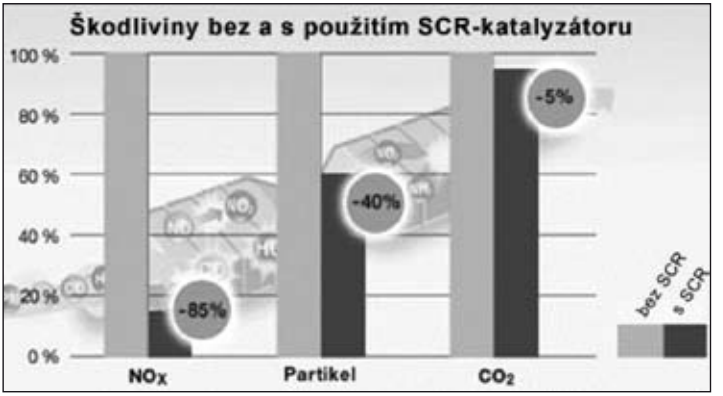
AdBlue je bezpodmínečně nutné skladovat v těsně uzavřených originálních obalech.
AdBlue tuhne při -11 °C. Po opětovném rozmrznutí jej lze bez omezení používat. Pro zabezpečení plynulosti při čerpání AdBlue do nádrže automobilů je vhodné jej skladovat v prostorách, kde teplota neklesá pod 0 °C.

Proč používat AdBlue?

- zhruba 35 nových vozidel s AdBlue vylučuje stejné množství pevných částic jako 10 let staré vozidlo bez systému SCR
- 7 vozů s AdBlue vylučuje stejné množství oxidů dusíku jako jeden současný vůz

Co to je AdBlue?

AdBlue je čirá bezbarvá kapalina sestávající z 32,5% vodného roztoku syntetické močoviny o vysoké chemické čistotě. Jakost je dána standardem DIN 70070. AdBlue není nebezpečné pro zdraví člověka ani pro životní prostředí. AdBlue není nebezpečné pro zdraví člověka ani pro životní prostředí. Nespadá pod produkty ADR.



Proč se AdBlue používá?

AdBlue snižuje množství škodlivin ve výfukových plynech, a proto umožňuje splnění směrnice EURO 4, která platí od 1. října 2005. V principu umožňuje i dosažení směrnice EURO 5, která začne platit 1. října 2008.

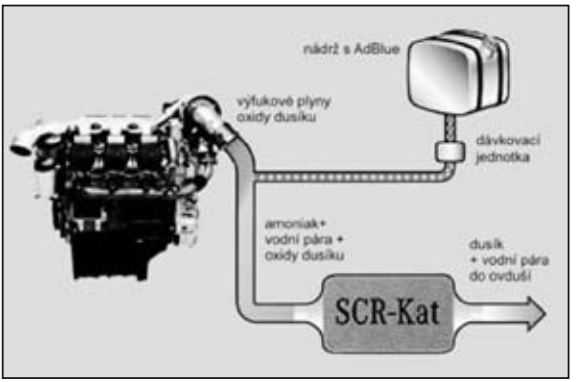
Jaká je spotřeba AdBlue?

Spotřeba AdBlue činí přibližně 5 % z objemu spotřebované nafty, tj. na 100 l nafty se spotřebuje cca 5 l AdBlue.

Jaké další výhody AdBlue přináší?

AdBlue snižuje spotřebu nafty, a to až o 7 %, takže částečně kompenzuje vyšší pořizovací náklady na automobily splňující EURO 4 a EURO 5. Provozovatelé automobilů splňujících normy EURO 4 a EURO 5 platí nižší silniční daň a cenové zvýhodnění se projeví i při placení poplatků za mýtné a dálniční známky, např. v Německu, Rakousku, Dánsku, Švédsku, Švýcarsku.

Technologie SCR



Technologie využívající AdBlue se nazývá selektivní katalytická redukce (SCR - Selective Catalytic Reduction).

Nákladní automobil nebo autobus s naftovým motorem má AdBlue uloženo v samostatné nádrži, odděleně od nádrže s naftou. Při provozu motoru dochází k automaticky řízenému vstřikování AdBlue do zabudovaného katalyzátoru. Zde dochází k přeměně oxidů dusíku, které vznikají při spalování nafty, na dusík a vodní páru. Dusík je, na rozdíl od problematických oxidů dusíku, přirozenou a neškodlivou součástí ovzduší.

EGR

+ nižší pořizovací cena
+ nepotřebuje žádnou provozní kapalinu
- mírné zvýšení spotřeby (motor je opět laděn tak, aby se již při spalování minimalizovaly emise)

SCR

+ možno již nyní dosáhnout emisních limitů Euro5, které vejdou v platnost až v roce 2008
+ snížení spotřeby vozu až o 5% (motor je optimalizován pro dosažení vysokého výkonu při nízké spotřebě bez ohledu na množství emisí. Emise jsou efektivně řešeny katalyzátorem SCR)
- vyšší pořizovací cena vozu
- potřeba další provozní kapaliny

Většina řidičů uvažujících o koupi nového vozu se přiklání k využití technologie SCR. Z hlediska životního prostředí je to příznivá situace, neboť jejich nový vůz již dnes může dosahovat mnohem nižších emisí, než jsou normativně předepsány (vejdou v platnost až s normou Euro5). Ale protože jde především o ekonomiku, pak je pro ně rozhodující, že

* při jízdě v Německu je plnění normy Euro5 (oproti plněné normy Euro4) významně finančně zvýhodněno
* při provozu vozu dochází k mírným finančním úsporám (hrubým odhadem lze říci, že úspora nafty dosahuje 5 %, spotřeba AdBlue taktéž. Cena nafty je však o 50 % vyšší, než cena AdBlue, a tento rozdíl v budoucnu jistě poroste)

Ačkoli hlavním distribučním proudem AdBlue je přímá dodávka konečnému spotřebiteli (majiteli nákladního vozu) "na dvůr", AdBlue se stává novým prodejním artiklem, o jehož existenci se začínají zajímat i čerpací stanice PHM

Chemické rovnice

Adblue obsahuje vodný roztok močoviny o vysoké chemické čistotě. Tento roztok je v důsledku vysoké teploty ve výfukovém systému rozštěpen na amoniak (NH_3) a oxid uhličitý (CO_2):

$$\text{močovina} \xrightarrow{\text{voda, teplo}} CO_2 + 2NH_3$$

Právě amoniak je účinnou látkou a hlavní složkou procesu, ke kterému dochází v katalyzátoru technologie SCR. V následném chemickém procesu jsou škodlivé oxidy dusíku (NO a NO_2, souhrnně nazývané NO_x) přeměňovány působením amoniaku na dusík (N_2) a vodní páru (H_2O):

$$NO + NO_2 + 2NH_3 \longrightarrow 2N_2 + 3H_2O$$

Skladování Adblue

AdBlue v kanystrech 10 litrů, 25 litrů

Kanystry jsou lehké a snadno skladovatelné, AdBlue je okamžitě k dispozici. Je to vhodná varianta pro provozovatele jednotlivých vozů nebo malých autoparků. Jsou ale vhodné i pro střední autoparky v současné situaci, kdy spotřeba AdBlue není ještě vysoká. Kanystry lze vozit i na delší cesty, na kterých Vám nevystačí AdBlue v nádrži automobilu. Později je lze použít v kombinaci s výdejní stanicí jako nouzovou rezervu při delších cestách s nejistou možností doplnění AdBlue na trase.

Speciálně upravené IBC kontejnery o objemu 1000 litrů s mobilním čerpadlem a dávkovacím zařízením

IBC kontejnery o objemu 1000 litrů jsou ideálním řešením pro většinu malých a středních provozoven. Součástí je mobilní čerpadlo s výdejní pistolí a s možností doplnění o dávkovací zařízení. IBC kontejnery jsou vratné, po vyčerpání AdBlue Vám vyměníme prázdný za plný.

Skladovací a výdejní stanice s kapacitou od 1000 do 10000 litrů se zabudovaným čerpacím a dávkovacím zařízením

Skladovací a výdejní stanice jsou vhodné pro provoz s větším počtem automobilů s katalyzátorem SCR a pro komerční automobilové parky. Součástí stanice je výdejní dávkovací zařízení. Stanice jsou izolované, temperované a vyžadují pouze napojení na elektrickou energii.

Martin ŠVACH, SPŠ Zlín

Využití elektrické energie pro pohon automobilů

Úvod

Téma „elektromobily“ jsem si vybral hned z několika důvodů. Jeden z nejhlavnějších byl ten, že se o tuto problematiku zajímám již delší dobu a není mi tak cizí, jako jiná témata, která se nabízela. Jedním z dalších důvodů je má důvěra ve využívání této energie. Tato problematika je momentálně velmi aktuální, neboť se jí zabývají nejen světové automobilky, ale i čeští odborníci. Mou prací bych chtěl více přiblížit možnosti využití elektrické energie v dopravě.

Problematika

V dnešní době není problém vyrobit elektromobil, který by fungoval, ale vyrobit ho tak, aby jeho výrobní náklady byly co nejnižší a jeho prodejní cena dostupná pro veřejnost, mohly se zavést do sériové výroby, ujely alespoň 200 km na jedno nabití s maximální rychlostí nad 150 kilometrů za hodinu.

Byly už vyrobeny desítky těchto proudem poháněných vozidel, ale vždy byly buď příliš drahé, nebo nesplňovaly podmínky rychlosti a dojezdu. Několik příkladů elektromobilů a dalších informací je uvedeno v příloze.

Účinnost

Předpokládá se, že se v budoucnu bude stále více využívat elektromobilů. Jejich největší výhodou je při použití asynchronního motoru (elektromotor) převádění elektrické energie na pohyb s účinností až 90 % oproti 30–40% účinnosti spalovacího motoru. Do celkové účinnosti pohonu musíme samozřejmě také připočítat účinnost výroby elektřiny (například mezi účinností tepelné, jaderné a větrné elektrárny je veliký rozdíl) pro pohon elektromobilu a energetické účinnosti použitých akumulátorů či palivových článků (ta se pohybuje kolem 50–80 % podle použité technologie – olovo, NiMH, Li-ion, Li-pol – tyto typy baterií jsou podrobněji popsány níže). Narozdíl od běžného automobilu lze ale zvyšovat využití energie tzv. rekuperací (tj. proces přeměny nevyužité energie při brzdění na využitelnou zpět do akumulátorů) v praktickém provozu až o přibližně 25 % – to je možné zvláště v městském provozu nebo členitém terénu.

Elektromobily neprodukují svým provozem výfukové plyny a i se započítáním výroby elektrické energie ze „špinavějších“ zdrojů (např. hnědé uhlí v tepelných elektrárnách) je jejich vliv na životní prostředí obvykle lepší, než u automobilů se všemi typy spalovacích motorů. Další výhodou je v podstatě bezúdržbový provoz trakčního systému, pokud je vozidlo vybavené BMS (Battery Management System) a tepelnou ochranou trakční akumulátorové baterie. To bylo v minulosti podceňováno a elektromobily proto nedosahovaly optimálních parametrů. Technický průlom nastal až překotným vývojem v oblasti baterií a elektroniky na začátku 90. let minulého století. Tehdy řada světových výrobců představila vlastní moderní elektrizovanou řadu. Vybrané elektromobily jsou uvedeny v příloze včetně dalších informací.

Baterie

Trakční akumulátory zapojené v sérii měly původně bez zapojení kvalitního BMS a použití „inteligentních“ nabíjecích algoritmů relativně nízkou životnost. Nyní je ale možné dosáhnout životnosti přibližně 80 tisíc km

s moderní olověnou rekombinační baterií (AGM/GEL). Novější lithium-polymerové akumulátory mají dokonce životnost přes 150 tisíc km. Zlepšení se očekává od nanotechnologií při výrobě akumulátorů všech typů. Očekává se také renesance olověné baterie v nové generaci s nano-uhlíkovým porézním kolektorem.

Měrná kapacita (energie na kilogram) nejlepších současných akumulátorů dosahuje přibližně 1/15 měrné kapacity benzínu, což omezuje akční rádius elektromobilů. Nejkvalitnější kapalná fosilní paliva (jako například benzín) mají výhřevnost přes 11 kWh/kg, což při 35% účinnosti motoru znamená asi 3,5 kWh mechanické práce, což je unikátní koncentrace dostupné energie, která se však vytvářela po miliony let. Běžná trakční olověná baterie dosahuje 40 Wh/kg, NiMH 80 Wh/kg, Li-ion 100-250 Wh/kg. Pro ilustraci: hmotnost baterie u elektromobilu s dojezdem odpovídajícím plné 40l nádrži benzínu (30 kg) odpovídá teoretické hmotnosti 400-500 kg moderních akumulátorů, nebo přes 1000 kg běžných olověných akumulátorů.

Na druhé straně statistika individuální dopravy jasně říká, že drtivá většina denních jízd je vykonána v dosahu současných elektromobilů (50-150 km), kde uložení jen 13-24 kWh (olovo/NiMH) energie v běžných elektromobilech je plně dostačující. Radius lze také operativně prodlužovat rychlodobíjením v zemích, kde k tomu již existuje patřičná veřejná infrastruktura nebo tzv. příležitostným dobíjením ze standardní elektrické sítě na pracovišti apod. V tomto režimu je pak akční radius elektromobilů několik set km denně, čehož se také již využívá především v sektoru služeb. Pro kritičtější aplikace je možné elektromobil osadit Li-ion články každý s kapacitou 200 Ah, které pak dovolují provoz na jedno nabíjení na vzdálenost 300-400 km.

Dalším protiargumentem k zavádějícímu porovnávání „měrné kapacity benzinu" s energií v akumulátorech je fakt, že většina současné automobilové produkce se spalovacím motorem je velice neefektivní z hlediska špatné aerodynamiky a bezúčelné hmotnosti. Filozofie elektromobilů tedy rovněž spočívá v zásadě nemrhat energií pro pohon zbytečně. Některé seriově vyráběné modely elektromobilů úspěšně uplatnily kombinaci odlehčené hliníkové karoserie a kompozitních vnějších panelů, a to vše za dodržení bezpečnosti pro posádku, s výsledkem podstatné redukce hmotnosti vozidla.

Náklady na provoz elektromobilu tvoří přibližně z jedné pětiny až jedné devítiny cena elektrické energie (nižší hodnota platí pro kombinaci olovo a odběr elektřiny v nejlevnějším, tzv. nočním tarifu) a zbytek provozní ceny na renovaci akumulátorů. V přepočtu nákladů na km jsou náklady se spalovacím motorem téměř srovnatelné - záleží na druhu provozu. Pohonné ústrojí vozů se spalovacím motorem vykazuje však mnohem rychlejší a nákladnější opotřebení.

Typy baterií

1. Li-Ion

Lithium-Iontová baterie (zkráceně Li-Ion baterie) je druh nabíjecí baterie běžně používané ve spotřebitelské elektronice. Kvůli vysoké hustotě energie vzhledem k objemu se výborně hodí pro přenosná zařízení. V současnosti je to v této oblasti asi nejvíce používaný typ. Chemický princip je velmi podobný jako v Li-Polymer bateriích.První experimenty činil G. N. Lewis, v roce 1912. Návrh roku 1960, poté vyvíjena hlavně v Bellových laboratořích. První prodejní verzi vyrobila firma Sony 1991.

Anoda je vyrobena z uhlíku, katoda je kovový oxid a elektrolyt je lithiová sůl v organickém rozpouštědle. Uvnitř každé běžně prodávané baterie je čip, který hlídá stav a kontroluje průběh nabíjení.

Výhody

- Může být vyrobena v různých tvarech.
- Velmi vysoká hustota energie - 200 W·h/kg,530 W·h/l - třikrát vyšší hodnota než starší typy jako Ni-MH.

- Tím pádem můžeme mít baterii s relativně vysokou kapacitou a malým objemem/hmotnosti.
- Téměř žádné samovybíjení (do 5%).
- Nemá paměťový efekt.
- Není ji třeba formátovat - několikrát nabíjet a vybíjet před prvním použitím.
  Vysoké nominální napětí: 3.7 V
- Životnost 500-2000 nabíjecích cyklů.

Nevýhody

- Baterie stárne/ztrácí maximální kapacitu nehledě na to, jestli je nebo není používána (již od výroby).
  Rychlost tohoto stárnutí se zvyšuje s vyšší teplotou, vyšším stavem nabití, a vyšším vybíjecím proudem/zatížením.
- Nebezpečí výbuchu nebo vznícení.
- Nelze snadno koupit pouze články bez čipu, tím pádem jsou dražší.
- Vadí jí úplné vybití, když se dostane pod napětí 2.8 V je velmi těžké jí znovu „obživit".
- Proto baterie,která je dlouhou dobu ponechána vybitá může „umřít". (Samo-vybije se pod přípustnou hodnotu)

2. Li-Pol

Lithium-Polymerové (Li-Pol) akumulátory jsou nové druhy elektrochemických článků, které se úspěšně používají v mobilních telefonech, kamerách, fotoaparátech, noteboocích a dalších přenosných zařízeních.

Tato technologie byla vyvinuta z Lithium ionových článků a tudíž jmenovité napětí jednoho článku je také 3,6V. Výhodou těchto článků je jejich prizmatický tvar (hranol), malá hmotnost, vysoká kapacita, velká výkonnost a velmi malé samovybíjení. Díky svým vlastnostem se stále více prosazují, jsou neustále vyvíjeny přičemž je zvyšována jejich kapacita a výkonnost a brzy zcela nahradí starší typy akumulátorů.

Nevýhodou těchto akumulátorů je nutnost používání elektronické ochrany jednotlivých článků při nabíjení a vybíjení. Při jejich nabíjení a vybíjení nesmí být překročeny výrobcem stanovené hodnoty, v opačném případě dojde k poškození článků. Toto poškození je ve většině případů nevratné a proto je při nabíjení Li-Pol akumulátorů třeba používat pouze nabíječe, které jsou pro tyto články určené. Jednou z nevýhod těchto akumulátorů je jejich křehkost a „zranitelnost". Obal článku je tvořen kovovou fólií, která je minimálně mechanicky odolná a při jejím poškození hrozí nebezpečí požáru a poškození zdraví. Funkčnost těchto akumulátorů je, co se týče provozních teplot, množství cyklů, vybíjecích a nabíjecích napětí, obdobná jako u akumulátorů Li–Ion.

3. Olověný akumulátor

Olověný akumulátor je galvanický článek s elektrodami na bázi olova, jehož elektrolytem je kyselina sírová. Olověné akumulátory jsou nejpoužívanějším sekundárním elektrochemickým zdrojem energie. Vyrábějí se v kapacitách řádově od 1 do 10 000 Ah. Hlavními výhodami je dobře zvládnutá technologie výroby, relativně nízká cena a vysoký výkon – např. pro startování automobilu by se jiné články než olověné použít prakticky nedaly. Elektrolytem v olověných akumulátorech je vodou zředěná kyselina sírová buď ve formě roztoku, ve formě roztoku nasáknutá do skelného vlákna nebo ztužená do formy gelu. Aktivní hmotu záporné elektrody tvoří houbovité olovo, u kladné elektrody je to oxid olovičitý (PbO_2). Dělíme je podle výrobní technologie:

1. se zaplavenými elektrodami – např. autobaterie – elektrolyt je volně nalitá kapalina mezi elektrodami
2. VRLA z anglického Valve Regulated Lead Acid batteries – ventilem řízené olověné akumulátory
3. AGM z anglického Absorbed Glass Mat – elektrolyt je nasáknut ve skelné vatě, která je mezi elektrodami
4. Gelové – elektrolyt je zahuštěný ve formě gelu

Dále dělíme podle použití:
1. Záložní (standby) – např. UPS, bezpečnostní systémy…
2. Startovací – autobaterie
3. Trakční – golfové vozítka, vysokozdvižné vozíky…

Startovací baterie

Olověné baterie určené pro startování nejsou navržené pro hluboké vybití – mají velký počet tenkých elektrod kvůli co největší ploše a tím co největšímu proudu ale hlubokým vybitím mohou být snadno poškozeny. Opakované hluboké vybití způsobí ztrátu kapacity. Mnoho lidí si myslí, že je startovací baterie vhodné nechávat nabíjet udržovacím proudem – to je ale omyl – ve skutečnosti toto způsobí zrychlení koroze a tím pádem poškození baterie. Startovací baterie se skladují odpojené, ale měly by se nabít každých 6 měsíců abychom předešli sulfataci elektrod – trvalému poškození.

Trakční baterie

Speciální baterie navržené pro hluboké vybití mnohem méně podléhají opotřebení elektrod při vybíjení a nabíjení a používají se tam, kde se baterie pravidelně vybíjejí a nabíjejí – fotovoltaické systémy, golfové vozítka, elektrické automobily atd. Tyto baterie mají tlusté elektrody, které dodávají sice menší proud. ale vydrží časté nabíjení.

4. NiMH

Niklmetalhydridový akumulátor (NiMH) Jsou v podstatě obdobou niklkadmiových akumulátorů. Byly vyvíjeny na základě požadavků na vyšší kapacitu akumulátoru při stejném objemu a s ohledem na zátěž životního prostředí. Nejvíce došlo k uplatnění tohoto typu akumulátorů u mobilní komunikace - mobilní telefony a přenosné počítače. vzhledem k náhradě těžkého kovu (kadmia) za směs jiných kovů, mají tyto akumulátory některé vlastnosti rozdílné od svých předchůdců. Jejich kapacita je oproti klasickým NiCd akumulátorům vyšší cca o 40 % při stejné velikosti. Použitelnost v mezních klimatických podmínkách je horší - zaručená funkce je do -10 °C maximálně. Též možnost vysokých vybíjecích proudů je u tohoto typu akumulátorů omezena na zhruba dvoj až trojnásobek kapacity.

Skladování těchto akumulátorů je možné v nabitém i vybitém stavu. Je ale nutné minimálně 3x v průběhu jednoho roku články několikrát nabít a vybít. Pokud se údržba zanedbá, dochází k obdobnému jevu jako při skladování vybitých olověných akumulátorů. Vlivem chemických reakcí dojde k znehodnocení elektrod akumulátoru a k nevratné ztrátě kapacity.

Složení:

Kladná elektroda - nikl
Záporná elektroda - hydrid směsi kovů - každý výrobce si své složení chrání
Elektrolyt - draselný louh

Rozšíření

V současnosti brání většímu rozšíření elektromobilů zejména kombinace nedostatečné osvěty a politicko-ekonomických vlivů. Z technického hlediska je elektromobil již schopen nahradit nezanedbatelnou část běžné individuální automobilové dopravy.

Elektromobily bývají považovány za drahé, což je důsledek produkce menších sérií vozů oproti verzi se spalovacím motorem. Ve skutečnosti jsou jejich trakční agregáty složené z méně dílů a velkosériová produkce by podle některých analytiků byla levnější než současná výroba.

Automobilový průmysl dnes podle vlastních slov generuje zisk především prodejem náhradních součástek a leasingem, kde dosahuje nejvyšší marže. Prodejní cena nového automobilu často jen pokrývá výrobní náklady a vývoj daného modelu. Dlouhodobé investice do infrastruktury spjaté s výrobou spalovacích pohonů brání změně výroby odlišné koncepce, nad kterou nemá autoprůmysl kapitálovou a licenční kontrolu, jako jsou pokročilé bateriové technologie, asynchronní trakční systémy apod. Obnovený zájem o elektromobily stoupá vzhledem k pozvolné změně chápání efektivního využití energie a hlavně s růstem cen ropy zohledňujícím nastávající trvalý pokles objemu její těžby (ropný vrchol).

V současné době jsou vyvíjeny také automobily s hybridním pohonem, které kombinují výhody elektromobilu (úspory rekuperací – viz výše) a automobilu se spalovacím motorem (malá měrná hmotnost pohonu). Ty jsou považovány za vhodný mezikrok při transformaci automobilového průmyslu.

Závěr

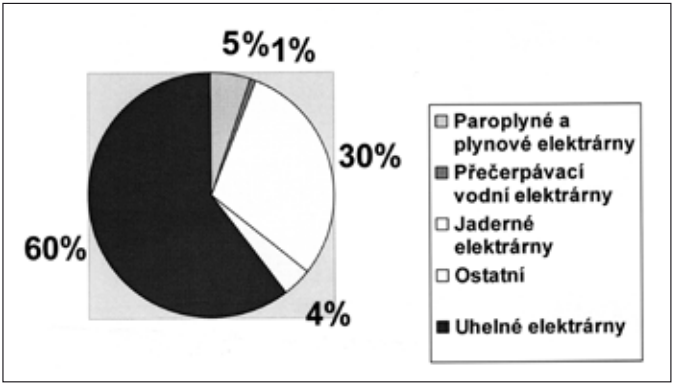
Automobilový průmysl je schopen postupně přejít ze spalovacích motorů přes hybridní automobily až k elektromobilům, které jsou mnohem výhodnější v prvé řadě ekologicky a pro uživatele i ekonomicky. Překážky v současné době tvoří především nedokonalé baterie (malý výkon nebo příliš velká cena) a neochota spotřebitelů přejít z osvědčených a všem známých spalovacích motorů na zcela nové, pokrokové a jimi neprověřené technologie.

KAMIL MERTL, SOŠ elektrotechnická a strojní a SOU, Do Nového 1131, Pardubice

Malá vodní elektrárna Slatiňany

1. ÚVOD

Podíl výroby elektrické energie z netradičních a obnovitelných zdrojů činil v roce 2005 v České republice přibližně 3,8 %, podíl elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny v ČR v roce 2005 činil 4,48 %, přičemž v Evropské unii je v průměru asi 6 %. Zvyšování podílu obnovitelných zdrojů na krytí energetických potřeb je přitom jednoznačně evropským i světovým trendem – dokonce přes to, že jsou tyto „čistší´´ (ekologicky méně problémové a přijatelnější) energie v porovnání s energiemi z klasických energetických zdrojů dražší. Jednou z cest k vytěsňování klasických zdrojů je rozvoj obnovitelných zdrojů, zejména malých vodních elektráren, které mají právě v České republice největší potenciál. V minulosti mnoho vodních děl zaniklo nebo zchátralo a dnešní trendy tlačí na jejich obnovu a hledání dalších vhodných lokalit. Díky dotacím z programů Evropské unie a dalších fondů dochází v ČR k velkému rozvoji výroby energie v malých vodních elektrárnách. Evropská unie si vytyčila cíl zvýšit podíl energie z netradičních a obnovitelných zdrojů do roku 2010 na 12 %. Energetická koncepce České republiky předpokládá zvýšení podílu energie z obnovitelných zdrojů do roku 2010 na minimálně 8 % a v energetické bilanci do roku 2030 na 12-13 %.



2. ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU

2.1 Popis lokality

Zeměpisně jsou vodní dílo a malá vodní elektrárna Slatiňany – Podskála situovány do jižní části Pardubického regionu a spádové oblasti měst Slatiňany a Chrudim. Územně spadá vodní dílo do katastrálního území města Slatiňany. Geologicky se nachází vodní dílo a MVE Slatiňany – Podskála na pískovci České křídové tabule a čtvrtohorních štěrkopískových nánosech. Profil v místě vodního díla tvoří vrstva náplavových zemin, pod níž jsou zeminy tvořené zvětráváním skalního podloží. Hladina podzemní vody koresponduje s úrovní hladiny v toku. Přírodní podmínky lokality jsou rozmanité, převládá rovinný charakter a členitá konfigurace terénu. Nadmořská výška vodního díla je 271 m Bpv.

Klimatické podmínky v této části Labské nížiny a povodí Chrudimky jsou příhodné a odpovídají klasifikaci mírného podnebí. Dlouhodobý roční úhrn srážek je v úrovni 780mm – v posledních letech byl o něco nižší, avšak v letech 1995-1997 byl pro změnu nadprůměrný. Nejvyšší průměrné teploty v letních měsících dosahují 18 až 20 °C, nejchladnějším měsícem je leden. Lokalita leží v mírně teplé klimatické oblasti MT10 (dle Quitta) a je charakterizována těmito údaji:

Počet letních dnů 40 – 50.
Počet mrazivých dnů 110 – 130.
Průměrná teplota v nejchladnějším měsíci (leden) je -2 - 3 °C.
Průměrná teplota v červenci je 17 - 18 °C.

V období extrémních klimatických podmínek zamrzá v těchto místech Chrudimka téměř pravidelně, avšak v důsledku akumulace vody ve vodních nádržích Seč a Křižanovice, díky dostatečné rychlosti proudění a díky odpadnímu teplu z aglomerací, je možno MVE provozovat celoročně. Tato lokalita je vhodná zejména pro poměrně stálý průtok vody a to díky vodním nádržím Seč a Křižanovice, které jsou schopny výkyvy v průtoku zmenšit.

2.2 Hydrologické poměry

Vodní dílo Slatiňany – Podskála (jezová Zdrž), ze kterého odebírá vodu MVE Slatiňany – Podskála, se nachází na řece Chrudimce říčním kilometru 25,468. V těchto místech odvádí koryto řeky Chrudimky vodu ze severozápadní části Žďárských vrchů, z celé východní a jihovýchodní části Železných hor a ze Sečské Vrchoviny. Pramen řeky Chrudimky se nachází jihovýchodně od Hlinska, jižně od obce Dědová (u osady Ovčín) v nadmořské výšce 670m.n.m. Řeka teče zprvu na severozápad. Protéká vodní nádrží Hamry a poté městem Hlinsko v Čechách. Hlavními přítoky Chrudimky v horním toku jsou Blatenský potok a potok Vitanec, dále Chlumětinský potok, Barchanecký potok a Dlouhý potok. Vzhledem k velkému spádu je na horním toku pod Hlinskem mnoho jezů, v horní a střední části toku jsou rovněž vybudovány údolní nádrže pro vodárenské a energetické využití průtoků. V obci Trhová kamenice vstupuje Chrudimka do CHKO Železné hory. Pod Klokočovem začíná vodní nádrž Seč. Objem nádrže činí přes 22 miliónů metru krychlových a zadržovaná voda tvoří 7 km dlouhé jezero o ploše 220 hektarů v nadmořské výšce 490,5 m. Zděná klenutá přehradní hráz je 42m vysoká a 165 metrů dlouhá. 1,3 km pod přehradou je umístěna vodní elektrárna o výkonu 3,04 MW, která pracuje ve špičkovém a pološpičkovém režimu a voda je k ní přiváděna převážně unikátním dřevěným potrubím. U osady Hořelec byla vybudována vyrovnávací nádrž Seč II, rovněž osazená malou vodní elektrárnou o výkonu 60kW. Zde se Chrudimka prudce obrací k severovýchodu a pod Strádovským peklem definitivně na sever.V tomto úseku je umístěna vodní nádrž Křižanovice s MVE Práčov I o instalovaném výkonu 8MW a vyrovnávací nádrž Práčov II. Primární funkce těchto vodních děl jsou vodohospodářské tj. zdroj pitné vody pro chrudimsko a pardubicko, jsou však právě využívány energeticky. Ve středním a dolním toku dotují Chrudimku svými vodami levostranné přítoky Zlatník a Okrouhlický potok a pravostranné přítoky Dehetník, Mecký potok, Lupoměstský potok, Jezerní potok, Debrný a Drahotický potok. Plocha povodí celé Chrudimky je 870 km^2, odvodňovaná plocha v místě vodního díla Slatiňany – Podskála je 307,97 km^2. Celková Délka řeky je 103 km. Chrudimka ústí do Labe za zdymadlem v Pardubicích jako levostranný přítok na ř. k. 130,9.

Základní hydrologické údaje (M – denní průtoky viz tabulka 3.2.1.) byly získány u Českého hydrometeorologického ústavu. Dlouhodobý roční průtok vody v místě díla je 97,1 mil. m^3, čemuž odpovídá průměrný roční průtok cca 3,08m^3/s.Minimální sanační průtok pod jezem je uveden ve stanovisku správce tj. Povodí Labe s. p., je zakotven v manipulačním řádu a činní 0,33m^3/s, což je hodnota odpovídající Q_{355}. Detailní průtokové poměry v místě vodního díla a vodní elektrárny jsou podobně zachyceny v příslušných tabulkách.

Tabulka 3.2.1. Dlouhodobé – M denní průtoky Q_M Chrudimky ve Slatiňanech

M	(dní)	7,18	4,87	3,7	2,96	2,43	2	1,66
Q_M	(m^3/s)	30	60	90	120	150	180	210

M	(dní)	1,39	1,14	0,92	0,69	0,46	0,4	-
$\mathbf{Q_M}$	(m^3/s)	240	270	300	330	355	360	-

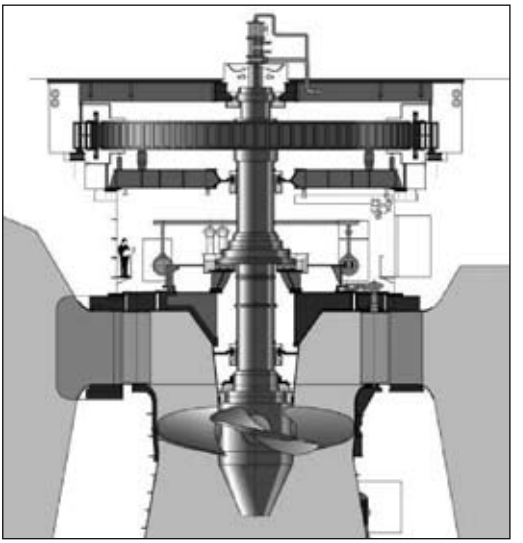
Minimální zůstatkový průtok je převáděn přepadem vody přes korunu jezu stanovenou sílou (výškou) přepadového paprsku dle manipulačního řádu. Existence vodních děl Seč a Křižanovice a vyrovnávacích nádrží pod přehradami dává teoreticky předpoklady k lepšímu využití hydroenergetického potenciálu v celém toku řeky pod přehradami. Ve skutečnosti však dochází (zejména v důsledku nedisciplinovaného provozu MVE Seč) k nežádoucím stavům na řece tj. vytváření průtokových vln, které nedokáží průtočné MVE zpracovat, a naopak k nízkým průtokům v období mezi vlnami, které mají negativní dopady jak na využití hydroenergetického potenciálu, tak na život v řece. Navržené dimenzování turbín se jeví jako velmi dobré nejen z hlediska využití hydroenergetického potenciálu, ale také s ohledem na výše uvedená hlediska.

2.3 Výchozí situace

Jez, který se nachází na ř. km 25,468, tvoří betonový stupeň s kamennou dlažbou a je situován šikmo k ose toku. Kóta přelivné hrany je 268,64 m.n. m. Šířka jezu (přelivové hrany) je 31 m, výška jezu od hladiny vody v podjezí je 2,25 m. Podjezí je zajištěno těžkým kamenným záhozem. Oba břehy jsou opevněny nábřežní zdí z řádkového zdiva s parapetem v úrovni v nadjezí 271,00 a 271,10 m n. m. (pravý a levý břeh) a v podjezí 270,04 a 269,65 m n. m. Nadjezí je přemostěno ocelovou lávkou pro pěší o šířce 2,10,. Pevný jezový práh je z prostého betonu, je 1,50 m široký a hranu má na kótě 268,64 m n. m.

V levém břehu v nadjezí odbočuje náhon na malou vodní elektrárnu, který je opatřen česly a stavidlem. Vedle stavidla náhonu MVE je umístěna betonová trubka pro vtok vody do chovné nádrže Českého rybářského svazu (ČRS). Tato trubka o průměru 500mm bude přeložena a usazena spodním okrajem na kótu 268,35 m n. m., aby byl zajištěn stabilní průtok vody do rybochovného zařízení. Na vtoku je náhon široký 3,00m rozšiřuje se až v kašně a je cca 15 m dlouhý. Před vtoky k turbínám jsou instalována jemná česla, za kterými je rychlouzávěrné stavidlo. Vývod, dlouhý 5 m, ukončený dvojitým schodem má dno na kótě 265,35 m n. m., práh je zpevněn dlažbou do betonu. Dno koryta je rovněž zpevněno dlažbou a má stejnou kótu jako pevný práh.

Využitelný čistý vodní spád je 2,40 m. Malá vodní elektrárna je v současnosti osazena jednou vrtulovou kolenovou turbínou typu Kaplan (technologie Hydrohrom) s oběžným kolem o průměru 860mm. Jmenovitá hltnost turbíny je 2,5 m^3/s a jmenovitý výkon generátoru 40 kW. Ovšem vzhledem ke stavu stávající turbíny je skutečný výkon maximálně 33 kW.



Řez přímoproudé Kaplanovy turbíny

Základní údaje o jezové zdrži:

Celkový objem vody v jezové zdrži.....1 900 m^3
Plocha jezové zdrže.....3 200 m^3
Délka jezové zdrže .....123 m^3
Kóta provozní hladiny .....268,64 m n. m.
Tolerance.....0,10 m

Na zdi před vtokem je umístěna vodočetná lať na úrovni výšky 268,64 m n. m. tj. ve výši přepadové hrany pevného jezu. Lať bude nově umístěna na druhou stranu jezu, neboť hladina vody na vtoku do MVE značně kolísá.

Manipulační řád byl vypracován podle novelizovaného znění TNV 75 2910 – Manipulační řády vodních děl na vodních tocích, dále z podkladů získaných z jednostupňového projektu MVE, z projektu generální opravy jezu archivovaného u Povodí Labe v Hradci Králové s použitím ověřených hydrologických údajů českého hydrometeorologického ústavu. Výškové zaměření bylo porovnáno s podélným profilem řeky Chrudimky, který je rovněž archivován u Povodí Labe v Hradci Králové. Manipulace a nastavení turbíny se provádí s cílem udržet hladinu nad jezem na úrovni přepadové hrany 268,64 m n. m. s povolenou tolerancí 0 až +10cm. Při této hladině je zajištěn dostatečný průtok vody potrubím do rybochovného zařízení ČRS. Malá vodní elektrárna Slatiňany – Podskála pracuje jako průběžná tudíž se nesmí voda v jezové nádrži nadržovat a následně využívat pro špičkování. Při výpadku MVE přepadá voda přes korunu jezu.

Při zvyšování průtoku v korytu řeky se hladina udržuje na předepsané úrovni správným nastavením hltnosti turbíny až do jmenovité hodnoty. Rozmezí provozních hladin bude vyznačeno vodočetnou latí na břehovém pilíři. Za provozu turbíny musí být v korytě toku pod jezem zachován minimální zůstatkový průtok ve výši 0,46m^3/s. Tento průtok je do podjezí převáděn přepadem vody přes korunu jezu, a to přepadovým paprskem o síle 3 cm. Malé průtoky až do 2,50m^3/s se převádějí turbínou, přičemž hladina se udržuje v rozmezí povolené tolerance tedy mezi kótami 268,64 až 268,74 m n. m. Větší průtoky již nelze regulovat.

Malá vodní elektrárna Slatiňany – Podskála je umístěna v samostatné budově se sedlovou střechou. Ve spodní stavbě strojovny MVE je vybudována turbínová kašna. Na vtoku do kašen turbín jsou osazena jemná česla a uzavírací stavidlo. Šířka stavidlové tabule je 1,20m. Stavidlo se pohybuje v ocelovém rámu z válcovaných profilů U 80 a je ovládáno elektrickým pohonem buď ručně, nebo řídící automatikou. Jalová propust je umístěna vpravo od vtoku do kašny stávající turbíny. Propust je hrazena dřevěným stavidlem vysokým 1,21 m. Stavidlo se pohybuje v ocelovém rámu z válcovaných profilů U 60 a je ovládáno ručně. Dno propusti je na kótě 266,44 m n. m., maximální zdvih stavidlové tabule je 0,50 m. Průtočná kapacita jalové propusti je 0,5 m^3/s.

V pravé turbínové kašně je nainstalována přímoproudá turbína typu Kaplan o hltnosti 2,50 m^3/s, levá turbínová kašna (viz. Obr.3) je připravena pro osazení druhé turbíny. Turbína je konstruována pro návrhový spád 2,5 m. Turbína má řemenový převod, který pohání asynchronní generátor. Řemenice je osazena přímo na hřídeli turbíny a jednonásobným převodem pomocí klínových řemenů pohání asynchronní elektromotor s kotvou nakrátko o výkonu 40 kW upevněný nad turbínou. Odpadní kanál (vývar) je vyústěn do bezprostřední blízkosti jezu.

Obr.3

2.4. Využití instalovaného výkonu

Roční využití instalovaného výkonu MVE Slatiňany – Podskála, které vyplývá z hydrologických poměrů a dimenzování turbín, je v úrovni 3500 hodin. Je to poměrně vysoká hodnota, která svědčí o nižším dimenzování a využití turbíny i generátoru (výrobních prostředků) a svědčí rovněž o tom , že hltnost turbíny je vůči hydrologickým poměrům na řece Chrudimce dimenzována mimo optimální rozmezí – odpovídá ročnímu průtoku Q_{140}, přičemž optimální dimenzování bývá zpravidla v rozmezí Q_{60} až Q_{120}. To má – při dodržování sanačního průtoku, který je stanoven povolením k nakládání s vodami a hodnotou v manipulačním řádu (330l/s) – za následek nedostatečného využití hydroenergetického potencionálu lokality. Poměrně nízká je rovněž účinnost, se kterou MVE pracuje.

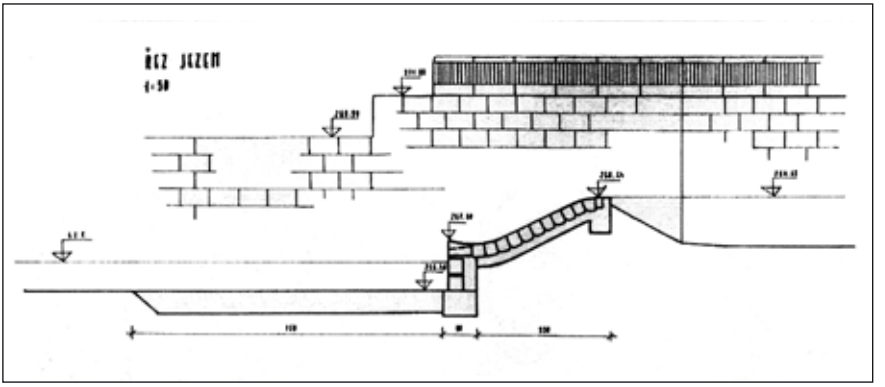
Z hlediska lokálního znečištění životního prostředí se provoz lokálního elektroenergetického distribučního systému, do kterého přispívá i MVE Slatiňany – Podskála, jeví jako čistý resp. ekologicky bezproblémový. Avšak veškerá elektrická energie, která je do regionu importována (právě mimo energii vyrobenou v MVE Slatiňany – Podskála), je s produkcí emisí spojena – jedná se o škodliviny emitované klasickými zdroji. Převážně hnědouhelnými elektrárnami. Navýšením výroby o 140 MWh se z globálního hlediska sníží emise CO_2 o 163 800kg za rok. Dojde též ke snížení emisí ostatních plynů jako SO_2, NO_x, C_xH_y, CO a dalších.

Tabulka 2.6.1. Produkce emisí pro výrobu elektrické energie

kg CO_2/MWh elektrické energie	Navýšení výroby MVE (MWh)	Úspora CO_2 (kg)
1 170	140	163 800

Závěr

MVE Slatiňany – Podskála je sice jen relativně malý zdroj el. energie připojený k el. síti , ale je to další krok k tomu, aby byla energie tvořena alternativními zdroji.



Řez jezem Slatiňany – Podskála

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV
Pobočka Hradec Králové
500 40 HRADEC KRÁLOVÉ, Věže Nejedlého 951

Pan
Jiří Hodic
Sobětuchy 7
Chrudim
537 01

Váš dopis značky – Naše čj. P 448/90 Hradec Králové dne 30. října 1990

Věc: Hydrologická data

Na Vaši žádost ze dne 25.10.1990 Vám zasíláme požadované základní hydrologické údaje podle ČSN 73 6805

pro

tok: Chrudimka
hydrologické číslo povodí: 1 - 03 - 03 - 033
v profilu: Slatiňany - ř. km 25,5

1. Plocha povodí (F) v km² 307,97

2. Průměrná dlouhodobá roční výška srážek na povodí [H_{sr}] v mm 780

3. Průměrný dlouhodobý roční průtok [Q_a] v m³.s⁻¹,l.s⁻¹ 3,08
třída II.

4a. M-denní průtoky [Q_{md}] v m³.s⁻¹,l.s⁻¹

M	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364	třída
Q_{md}	7,18	4,87	3,7	2,96	2,43	2,0	1,66	1,39	1,14	0,92	0,69	0,46	0,31	II.

4b. p-procentní denní průtoky [Q_{pd}] v m³.s⁻¹,l.s⁻¹

p%	1	2	5	10	20	50	80	90	95	99	99,72	třída
Q_{pd}												

///

TISK ČTK REPRO H-400

Hydrologická data ČHMÚ

ONDŘEJ KIČMER, SPŠ KARVINÁ

TEPELNÉ ČERPADLO

Schéma a princip tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo je zařízení na čerpání tepla z jednoho prostoru do druhého. 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.

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

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

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

Čtvrtý děj - Expanze:
Průchodem přes expanzní ventil putuje chladivo nazpátek k prvnímu výměníku, kde se opět ohřeje.
Tento koloběh se neustále opakuje.

Tepelným čerpadlem tedy můžeme čerpat teplo libovolným směrem

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.

Výhody tepelných čerpadel

8x Proč tepelné čerpadlo...

1) Nezávislost na cenách energií

S tepelným čerpadlem budete nezávislí na cenách energií. Jakékoliv zdražování se vás dotkne pouze minimálně. Budete totiž zdarma čerpat teplo z přírody.

2) Ekonomické vytápění domu
Tepelné čerpadlo ušetří až 80% nákladů za energie. Svými nízkými provozními náklady přináší tepelné čerpadlo uživateli velké úspory a tím zajišťuje rychlou návratnost investice.

3) Nízká sazba za elektřinu pro celou domácnost
Každému, kdo si pořídí tepelné čerpadlo, přidělí rozvodné společnosti velmi výhodnou dvoutarifní sazbu dodávky elektrické energie nejen pro TČ, ale pro celou domácnost.

4) Krátká doba návratnosti investice
Investice do tepelného čerpadla se i bez jakýchkoliv dotací a finančních podpor vrátí již za 3 - 8 let oproti nejběžnějším systémům vytápění.

5) Ekologický provoz
Nízká energetická náročnost a využití přírodní, nízkopotencionální energie minimalizuje zátěž na životní prostředí. Oproti konvenčním způsobům vytápění podstatně snižuje exhalace našeho ovzduší.

6) Komfortní vytápění
Moderní technologie a regulace poskytuje všem zákazníkům komfortní a bezobslužný provoz, který zajistí tepelnou pohodu v daném objektu. Tepelné čerpadlo můžete např. ovládat pomocí mobilního telefonu nebo přes internet.

7) Levná klimatizace
Některá tepelná čerpadla mohou plnohodnotně chladit (klimatizovat). Oproti klasické klimatizaci mají v režimu chlazení přibližně poloviční provozní náklady.

8) Bezpečný provoz
Při provozu tepelného čerpadla nehrozí nebezpečí výbuchu či vznícení nebo otrava oxidem uhelnatým.
Kolik ušetří tepelné čerpadlo
Tepelné čerpadlo má kromě jiných výhod, jednu podstatnou. Šetří peníze. A bude šetřit tím více, čím více se budou zdražovat ceny energií. Lze očekávat, že se budou ceny energí přibližovat cenám obvyklým v EU.

Historie tepelného čerpadla

První Tepelné čerpadlo sestrojil (v podstatě náhodou) americký vynálezce Robert C. Webber na konci čtyřicátých let minulého století. Právě když prováděl pokusy s hlubokým zamrazením, dotkl se omylem výstupního potrubí mrazícího přístroje a popálil si dlaň. To ho přivedlo na myšlenku základní funkce tepelného čerpadla. Propojil výstup z mrazáku s bojlerem na teplou vodu a jelikož měl ale stále přebytek tepla, napojil horkou vodu na potrubní smyčku a pomocí malého větráku začal vhánět teplý vzduch do domu. Následně zkusil úspěšně čerpat teplo ze země pomocí zemních kolektorů. A jelikož ho výsledky velmi příjemně překvapily, v následujícím roce již prodal svůj starý kotel na uhlí.

Typy tepelných čerpadel

První slovo označuje odkud tepelné čerpadlo bere energii (země, voda, vzduch), druhé slovo označuje jak tepelné čerpadlo energii dodává do objektu (voda, vzduch). Označení země/voda tedy znamená odběr tepla ze země a ohřev vody v topném systému. Některá čerpadla země/voda mohou být označována i jako voda/voda.

Vzduch – vzduch

Tepelné čerpadlo pracující v systému vzduch-vzduch odebírá energii přímo z venkovního vzduchu a předává ji do teplovzdušného systému, kterým se objekt vytápí. Instalace systému předpokládá teplovzdušné vytápění a řízené větrání. Výhodou těchto tepelných čerpadel je využití pro chlazení v letním období (klimatizace), bez zásahů do již instalované vzduchotechniky. Ideální variantou pro pasivní a nízkoenergetické objekty je využití odpadního tepla, kdy zdrojem energie je znečištěný vzduch z domu, který je odváděn větracím systémem. Zařízení pak funguje jako kompaktní jednotka zajišťující klimatizaci, rekuperaci i ohřev teplé užitkové vody.

Vzduch – voda

Moderní tepelná čerpadla vzduch-voda využívají vysoce účinné spirálové scroll kompresory, takže dokáží ohřívat topnou vodu teplem z venkovnímu vzduchu až do teploty -20 až -25 °C. Doplňkový, bivalentní zdroj tepla, který při nižších venkovních teplotách dodává potřebné množství energie, je třeba jen asi 5-10 dní v roce.

Hlavní předností tepelných čerpadel využívajících vzduch je možnost využití prakticky kdekoliv i při minimálních pozemkových a prostorových možnostech; nevyžadují žádné nákladné zemní práce. Tím je investice na jejich instalaci výrazně nižší než u jiných systémů při srovnatelných parametrech. Tato tepelná čerpadla je díky nízké hlučnosti možné instalovat prakticky kdekoliv i uvnitř objektu – v technické místnosti, garáži nebo kotelně a vzduch k zařízení přivádět vzduchotechnickým potrubím. Jednotku s ventilátorem, případně celé tepelné čerpadlo lze umístit také vně objektu a šetřit tak vnitřní prostor domu.

Země – voda

Tepelná čerpadla systému země-voda odebírají tepelnou energii ze země buď v podobě tepla povrchového, nebo hlubinného. Při použití horizontálních zemních kolektorů se do hloubky 1-2 metrů ukládá polyetylenová hadice naplněná nemrznoucí kapalinou, která se ohřívá teplem země.

Plošný kolektor: se umisťuje vedle objektu v nezamrzné hloubce. Trubky plošného kolektoru se ukládají na souvisle odkrytou plochu nejméně 0,6 m od sebe, velikost takovéto plochy je asi trojnásobkem plochy vytápěné. Menší plochu zabírá výkopový kolektor; do výkopu o hloubce 2 m a šířce 1 m je uložena trubka ve tvaru smyček. Plošný kolektor je relativně stabilním zdrojem geotermální energie. Jedná se o teplosběrnou polyetylenovou hadici uloženou horizontálně v nezamrzné hloubce 1 až 2 m, naplněnou nemrznoucí kapalinou, stočenou do závitů o průměru asi 1 m. Na 1 kW výkonu odebraného z půdy je třeba průměrně výkop o šířce 1 m a délce 20 m. Výkopy mohou být vedle sebe s minimálním odstupem 1 m. Jeden orientační příklad:

Pro tepelné čerpadlo o výkonu 10kW potřebujeme získat přibližně 7 kW geotermálního tepla. Z výše uvedeného vychází délka výkopu pro kolektor přibližně 140 m. Tuto délku lze rozložit např. do 7 částí o délce 20 m se vzájemným odstupem minimálně 1 m. Celý kolektor tedy zabere plochu nejméně 20 x (7 x 1+ 6 x 1) = 260 m^2.

Výhody:
- relativně stabilní výkon
- cenově příznivý

Nevýhody:
- nutnost velkého pozemku
- značné výkopové práce

Plošný kolektor je výhodné používat v místech s rozsáhlým pozemkem nebo jej položit před konečnou úpravou pozemku u novostaveb (kolektor nepokládat pod základy domu).

Hlubinný vrt: V případě odběru hlubinné energie se provádějí vrty hluboké až 150 m se zapuštěným výměníkem z plastových trubek. Vrty se umisťují v blízkosti stavby, nejméně 10 m od sebe. Lze je umístit i pod stavbou, zvláště jde-li o novostavbu. Na 1 kW topného výkonu tepelného čerpadla je potřeba 10 až 25 m hloubky vrtu, podle geologických podmínek. Vrty jsou finančně i realizačně náročnější než povrchové zemní kolektory, složité podloží s nesoudržným materiálem může navíc instalaci řádně prodražit

Hlubinný vrt je velmi stabilním zdrojem geotermální energie. Je prostorově nenáročný. Hloubku vrtu pro získání 1kW primární energie uvádí orientačně následující tabulka:

Máme-li tedy tepelné čerpadlo o výkonu 10 kW, potřebujeme z vrtu odebrat přibližně 2/3 výkonu, což je 6,7 kW. Bude-li podložím břidlice, potřebujeme vrt o délce 6,7 x 13 = 87,1 m. Není-li možné provést takto hluboký vrt, můžeme ho rozdělit na více vrtů, okruhy se zapojí paralelně.

Výhody:
• prostorově nenáročný
• stabilní výkon po celý rok

Nevýhody:
• finančně nejnákladnější
• nutnost geologického průzkumu pro dimenzování vrtu a povolení od Báňského úřadu

Geotermální čerpadla s hlubinným vrtem lze doporučit v řadové zástavbě nebo v místech s velmi nízkou teplotou vzduchu.V kombinaci s podlahovým topením jsou pro dobře zateplené objekty velmi efektivním topným zdrojem.

Výhodou systému země-voda je poměrně stabilní výkon během celého roku, neboť teplo je odebíráno z média s poměrně stabilní teplotou nezávislou na teplotě vzduchu. Bohužel velký objem zemních prací je finančně náročný a pro provádění zemních vrtů jsou nutná některá zvláštní povolení, jako například hydrogeologický posudek pro odbor životního prostředí příslušného městského úřadu. Tento systém je vhodný především u novostaveb a objektů, kde ještě nejsou dokončeny terénní úpravy zahrady, je nutno počítat také s tím, že na této ploše bude vyloučena jakákoliv stavební činnost.

Voda – voda

Tepelná čerpadla systému voda-voda odebírají tepelnou energii z podzemní vody ze studní hlubokých 5-20 metrů. Čerpaná voda z jedné studně se ve výměníku ochlazuje a vrací se do druhé, vsakovací studně. Vzdálenost studní je minimálně 15 m.

Tato tepelná čerpadla jsou z hlediska provozních parametrů nejefektivnější, jelikož pracují trvale s poměrně vysokou teplotou primárního zdroje. Teplota podzemní vody se pohybuje celoročně v rozmezí 10 až 12 °C. Podmínkou je ovšem dostatečná a dlouhodobá vydatnost zdroje vody (pro běžný rodinný domek minimálně 0,2 až 0,4 litry za vteřinu), kterou je nutné ověřit dlouhodobou čerpací zkouškou. Čerpání vody kromě toho podléhá složitému vodoprávnímu řízení, takže v našich podmínkách není tento systém až tak běžný.

Důležitou roli hraje také chemický rozbor vody, voda musí splňovat přísné limity obsahu chemických a minerálních sloučenin, které by mohly zapříčinit zanášení a korozi výměníku tepelného čerpadla.

Alternativou je umístění tepelného výměníku pod hladinu povrchové vody, ovšem málokdo má na zahradě dostatečně velký rybník. Čerpadlo lze umístit například i do potoka či řeky, ovšem množství vody musí být po ce-

lou dobu životnosti tepelného čerpadla dostatečné a zároveň musí být plastové trubky pod hladinou zajištěny například proti poškození povodní.

Odpadní teplo

Ideální variantou pro pasivní a nízkoenergetické objekty je využití odpadního tepla, kdy zdrojem energie je znečištěný vzduch z domu, který je odváděn větracím systémem. Zařízení pak funguje jako kompaktní jednotka zajišťující klimatizaci, rekuperaci i ohřev teplé užitkové vody.

Geotermální prameny

Využívá se pramenů teplé podzemní vody. Tato voda má během roku stálou teplotu a má dosti velký tepelný výkon. Výskyt geotermálních pramenů vázán na specifické geologické podmínky (Karlovarsko, Krušnohorsko, paleovulkanity).

Topný faktor

Účinnost tepelného čerpadla charakterizuje topný faktor. Je to poměr tepelného výkonu tepelného čerpadla k elektrickému příkonu, který je potřebný k jeho provozu, především k pohonu kompresoru. Čím je hodnota topného faktoru vyšší, tím je provoz tepelného čerpadla efektivnější. Je-li například hodnota topného faktoru tepelného čerpadla 3,5, znamená to, že na vyprodukování 3,5 kWh tepelné energie spotřebujeme 1 kWh energie elektrické.

Je třeba si uvědomit také to, že, že topný faktor s klesající teplotou nízkopotenciálního zdroje klesá; to platí zejména v případě, je-li zdrojem tepla vnější vzduch. Proto je třeba vědšt, při jaké venkovní teplotě (nebo teplotních podmínkách primárního okruhu) je topný faktor uváděn a zajímat nás bude zejména průměrný roční topný faktor.

Pravidlem je také to, že výkon tepelného čerpadla se navrhuje na pokrytí 50 až 70 procent tepelných ztrát objektu, protože nejrychlejší návratnosti investic dosáhneme, poběží-li tepelné čerpadlo na plný výkon po co nejdelší dobu. Nedílnou součástí systémů s tepelnými čerpadly je proto doplňkový (bivalentní) zdroj tepla, který při nižších venkovních teplotách dodává potřebné množství energie. Může to být například přímotopná patrona dohřívající topnou vodu, kotel na dřevo či krbová kamna.

P_{CELK} znamená celkový výkon tepelného čerpadla: $P_{CELK} = P_{PRIM} + P_{EL}$

P_{PRIM} znamená výkon zdroje primárního tepla (vnějšího prostředí)

P_{EL} znamená elektrický příkon kompresoru tepelného čerpadla

Pro srovnávání efektivity provozu tepelného čerpadla se používá veličina topný faktor.

Ten se určí následovně: $k = P_{CELK} / P_{EL} = (P_{PRIM} + P_{EL}) / P_{EL}$

Přehled systémů

V současnosti se pro vytápění rodinných domků používají téměř výhradně TČ s kompresorem, který je poháněn elektromotorem. Kompresor lze pohánět i jakýmkoli jiným motorem (např. motorem na zemní plyn). Pro relativně malé výkony, potřebné v rodinných domcích, jsou elektrická TČ nejvýhodnější. Elektromotor je levný a palivo - elektřina ve zvláštním tarifu - rovněž.

TČ s pístovými kompresory - jsou levnější, mají horší topný faktor a jsou mírně hlučnější. Životnost pístového kompresoru je okolo 15 roků, za dobu životnosti TČ je třeba počítat s jeho výměnou jedenkrát.

TČ se spirálovými kompresory scroll - jsou dražší, dosahují však nejlepších topných faktorů. V současnosti je to nejpoužívanější typ. Životnost kompresoru scroll je nejméně 20 roků.

TČ s rotačními kompresory - lze se s nimi setkat u klimatizačních zařízení a levnějších TČ. Mají o něco horší topný faktor než TČ s kompresory scroll.

Absorpční tepelná čerpadla - pracují bez kompresoru a jsou tedy zcela nehlučná. Nevýhodou je horší topný faktor. V současnosti se pro vytápění používají výjimečně, vyskytují se však u klimatizačních zařízení.

Princip činnosti kompresoru typu scroll

Princip: Jedna spirála je pevná, druhá, která je poháněná excentrem na hřídeli elektromotoru, v ní vlastně krouží, ale neotáčí se. Vytvořené plynové kapsy se neustále zmenšují a tak je plyn nasáván z obvodu a tlačen do středu, kde je v ose umístěn výtlačný otvor. Kompresor nemá žádné ventily.

Toky energií

Topný faktor pro kompresorové TČ lze stanovit také z rozdílu mezi teplotou kondenzační a vypařovací. Přibližný vztah pro výpočet topného faktoru kompresorového TČ:

$$\varepsilon = k \times \frac{T_k}{T_k - T_o}$$

kde:

Pro dosažení minimální spotřeby pohonné energie a dosažení vysoké hodnoty topného faktoru je zapotřebí:

Teplota zdroje nízkopotenciálního tepla má být co nejvyšší, nesmí však přesáhnout maximální teplotu povolenou výrobcem pro daný typ tepelného čerpadla. Jeho vydatnost musí být dostatečná a ochlazení teplonosné látky ve výparníku přiměřené, aby teplota vypařovací nemusela být zbytečně nízká. Kromě snížení topného faktoru pak může dojít k ohrožení funkce, např. zamrznutí zdrojové vody.

Používání tepelného čerpadla je výhodné v kombinaci s nízkoteplotním vytápěcím systémem (podlahové vytápění). Čím menší rozdíl hladin teplot musí tepelné čerpadlo překonávat, tím méně energie spotřebuje (maximální pracovní teplota na výstupu TČ je cca 55 °C).

Topný faktor během roku kolísá v závislosti na vstupní a výstupní teplotě tepelného čerpadla. Průměrný roční topný faktor je poměr celoroční spotřeby energie a celoroční výroby tepla a používá se pro vyhodnocení provozu. Běžně tepelná čerpadla dodají za ideálních podmínek třikrát až čtyřikrát více tepla než spotřebují elektřiny.

Co je nízkoenergetický dům

Pojem nízkoenergetický dům popisuje stavbu s nízkou potřebou energie na vytápění, která je oproti běžným novostavbám splňujícím čeké stavebně energetické předpisy poloviční nebo i menší. V porovnání se staršími stavbami lze u nízkoenregetických domů dosáhnout úspor na vytápění 75% i více. Podmnožinou nízkoenergetických domů jsou pasivní domy, které spotřebují až šestkrát méně energie než dnešní novostavby.

Základní prvky nízkoenergetického domu

- volba pozemku s uvážením místního klimatu, konfigurace terénu a vegetace
- jednoduchý kompaktní tvar budovy a orientace většiny obytných místností k jihu
- velmi dobrá tepelná izolace obálky budovy (podlahy, stěn, střechy, oken a dveří)

- důsledné odstranění tepelných mostů
- zajištění vysoké vzduchotěsnosti budovy
- pasivní, případně i aktivní využití sluneční energie
- optimální volba otopného systému, pružně reagujícího, s dobrou regulací, pokud možno nízkoteplotního
- kontrolované větrání, pokud možno s rekuperací tepla
- úsporné elektrické spotřebiče a osvětlení
- volba materiálů s nízkou výrobní energetickou náročností
- uvědomělé chování uživatelů domu

Přehledné rozdělení budov podle potřeby tepla na vytápění:
1Ws = 1J; Wh = 3600J; kWh = 3,6MJ

* Tzv. měrná potřeba tepla na vytápění udává vypočtené potřebné množství tepla (v kilowatthodinách) za rok (označ. a) vztažené na 1 m^2 plochy vytápěné části budovy. Dle platné ČSN 730540:2 nepřesahuje roční měrná potřeba tepla na vytápění u nízkoenergetických domů 50 kWh/m^2a.

** Za nulový dům je považován dům bez jakéhokoliv aktivního vytápění, který se vytopí sám sluneční energií a energetickými zisky od obyvatel domu a elektrických přístrojů v domě, které, byť úsporné, vždy produkují jisté ztrátové teplo

Nutnost koncepčního přístupu

Předpokladem úspěchu při návrhu nízkoenergetického nebo pasivního domu je koncepční přístup a koordinace veškerého konání. Více než kdy jindy zde platí známé rčení. Práce kvapná, málo platná. Je nutné vybírat a vyhodnocovat taková opatření, která vycházejí z podmínek dané lokality, respektují potřeby a možnosti investora a při tom mají své ekonomické opodstatnění. Například instalace tepelného čerpadla spolu se solárními panely je technicky vynikající kombinace. Obě zařízení se velmi výhodně doplňují. Zjednodušeně řečeno, v době, kdy nečerpáme do akumulačního zásobníku teplo zdarma pomocí solárních panelů, jej velice levně doplníme pomocí tepelného čerpadla, jehož účinnost je velmi vysoká. Pořízení obou zařízení současně je však natolik nákladné, že se doba návratnosti takového opatření, a zvláště u domů s nízkou potřebou energie, počítá spíše v desítkách let.

Nejde jen o peníze

Ekonomický efekt tepelného čerpadla je podmíněn speciální sazbou za elektrickou energii, která je platná pro všechny spotřebiče v objektu. Jeho ekologický efekt spočívá v tom, že neprodukuje žádné lokální znečištění; ve srovnání s přímotopy nebo elektrickým akumulačním vytápěním spotřebovává asi třetinové množství energie. Pokud se ale nad funkcí tepelného čerpadla zamyslíme z čistě ekologického hlediska, nebude jeho vliv na životní prostředí tak jednoznačně kladný.

Více než 99 procent elektrické energie u nás pochází z neobnovitelných zdrojů. Účinnost výroby elektřiny včetně ztrát v síti je přibližně 28 procent, neboli na výrobu jedné kilowatthodiny spotřebované elektřiny připadne 3,57 kWh potenciální primární energie. V zimním období se zvyšuje spotřeba energie zhruba o polovinu; vzhledem k tomu, že výkon jaderných elektráren je po celý rok v podstatě konstantní, je možné říci, že tuto zvýšenou potřebu kryje energie vyrobená výhradně z fosilních zdrojů.

Srovnáním tedy dojdeme k faktu, že běžné tepelné čerpadlo s průměrným ročním topným faktorem okolo 3,2 má stejnou produkci skleníkových plynů jako dobře provozovaný moderní zplyňovací kotel na uhlí.

Vyšší topný faktor než 3,2 může již přinést jakousi energetickou úsporu, ale za skutečně ekologicky úsporné je považováno až tepelné čerpadlo s průměrným ročním topným faktorem vyšším než 5

Topný faktor 5 lze dosáhnout pouze u dobře fungujícího systému země – voda nebo voda – voda, při systému vzduch – voda pouze při teplotách vzduchu které nepoklesnou pod 5°C a to je podmíněno, ještě nízkou výstupní teplotou topné vody cca 40°C. Takto nízká teplota může být použita pouze v případě že je topení buď podlahové nebo jsou použity velké plochy radiátorů s velkými průměry přívodních potrubí.Dosahování vyšších topných faktorů je podmíněno použitím kompresoru typu scroll.

Návrh tepelného čerpadla

Úkol: navrhnout tepelné čerpadlo pro obytný dům s tepelnou ztrátou cca 12kW
Výběr vhodného typu čerpadla pro danou lokalitu:

Varianta voda – voda: Na pozemku je sice studna 7,5m hluboká, ale hladina vody silně kolísá během roku od 3,5 do téměř 7m, čili je závislá na srážkách. Abychom zjistili zda je vydatnost studny dostatečná, alespoň 30l/min, bylo by nutno provézt čerpací zkoušku nějakým čerpadlem s vodoměrem, kdyby studna svou vydatností nevyhovovala, bylo by třeba provést hydrogeologický průzkum, případně prohloubit studnu a určité vykopat druhou – vsakovací. To znamená vyřídit všechna nutná povolení, přičemž dobrý výsledek všech prací nelze nikdy předem zaručit. Náklady na hydrogeologický průzkum lze odhadnout na cca 15-25 000Kč, kopání studny cca 2000Kč/m tj. při prohloubení na 10m a vykopání druhé 10m hluboké studny to znamená 25 – 35 000 Kč včetně dopravy.V případě, že by vydatnost spodních vod byla po těchto úpravách dostatečná, byly by počáteční výdaje cca 50 – 60 000Kč.

Varianta země – voda: Provedení s vrtem, kde cena za 1m vrtu se pohybuje mezi 1200 – 2000Kč, pro 12kW bude třeba 100m vrtu, tj. okolo 150000Kč jen za vrty. Před realizací je nutno též vyřídit nutná povolení, ale spolehlivost je velmi vysoká a odběr tepla stabilní po celou topnou sezonu. Nedochází k vyčerpání tepla na konci sezony. Objevují se občas názory, že dojde po několika létech k vychlazení země v celé hloubce vrtů s velkým poloměrem – až 50m. Ovšem zastánci tepelných čerpadel argumentují tím, že ve Švédsku pracují tepelná čerpadla s vrty od 70. let minulého století a neprojevuje se pokles výkonnosti. Provedení se zemním kolektorem předpokládá výkop do hloubky cca 1,5m šíře 1m a délky 250m. Což cenově vychází na přibližně 50 – 70 000Kč. V tomto případě ale dochází v předjaří na konci sezony k poměrně silnému vychlazení a tím i ke zhoršení topného faktoru. Po několika slunných dnech však dojde k prohřátí země a vyrovnání teploty s okolím. Jsou u nás instalována TČ která mají kolektor pod vinohradem a i přesto že dochází ke přibližně 14 dennímu zpoždění, oproti okolní přírodě, jsou výnosy a kvalita vína bez újmy.

Varianta vzduch – voda: Má ze všech variant nejhorší průběh topného faktoru v průběhu topné sezony – když jsou největší mrazy je topný faktor nejnižší. Výrobci uvádějí že TČ může pracovat efektivně do -18 °C, ale to už poklesne topný faktor pod 1,8. Ovšem dnů s teplotou pod -5 °C je jen několik v roce a tyto lze snadno překlenout bivalentním zdrojem – elektrokotlem který bývá součástí TČ nebo jiným záložním zdrojem tepla, krbem, kotlem na dřevo nebo plynovým kotlem. Cena TČ se navýší pouze o venkovní výměník voda – vzduch s ventilátorem v ceně cca 30 000Kč. Pro tuto variantu není třeba žádné povolení, ani nejsou potřebné žádné velké stavební úpravy a doba montáže je velice krátká. Z toho důvodu jsem zvolil tuto variantu a vybral jsem TČ firmy Mastertherm typ Easy Master 26Z o výkonu 11kW.

Tepelné čerpadlo vzduch-voda s vynikajícím poměrem cena/výkon, vhodné pro vytápění rodinných domů do tepelné ztráty až 18 kW s požadavkem na velmi tichý provoz.

Jedná se o osvědčenou split (dělenou) konstrukci tepelného čerpadla. Venkovní jednotka, tvořená ultratichým ventilátorem a výparníkem, je umístěna vně objektu - rodinného domku (na stěně, na střeše, na zahradě, ...). Díky výborným hlukovým parametrům venkovní jednotky je tepelné čerpadlo EasyMaster vhodné i do husté zástavby.

V kotelně - strojovně je umístěna vnitřní jednotka s kompresorem a všemi dalšími komponenty. Použitý kompresor Sanyo se vyznačuje velmi tichým chodem a spolu s digitálně řízeným expanzním ventilem zajišťuje vynikající pracovní účinnost tepelného čerpadla.

Digitální ekvitermní systém MaR Carel maximálně efektivně, automaticky a pro uživatele komfortně ovládá celkový chod tepelného čerpadla - digitálně řídí expanzní ventil, odtávací režim, kaskádní spínání bivalentního elektrokotle, ohřev TÚV v externím nerezovém zásobníku, atd.

Nově použité elektronicky řízené vstřikování chladiva podstatně zlepšuje topný faktor při různých teplotách a tím i celkovou ekonomiku provozu. Oproti standardně používaným expanzním ventilům jde o tak velký rozdíl asi jako mezi karburátorem a elektronicky řízeným vstřikováním paliva u automobilu. Tepelné čerpadlo lze jednoduše ovládat pomocí počítače připojeného k internetu. Standardní výbava EasyMaster

- scroll kompresor Sanyo
- ekvitermní regulace
- digitálně řízený expanzní ventil ve standardním provedení
- vestavěný elektrokotel
- oběhové čerpadlo topného okruhu
- rám vnitřní i venkovní jednotky z eloxovaných hliníkových profilů s antikorozní úpravou
- ultratichý chod venkovní i vnitřní jednotky
- možnost výběru venkovní vednotky - vertikální s konzolí nebo vertikální a horizontální na nožičkách
- ekologické chladivo R407C

Cena tepelného čerpadla o výkonu 11kW je 156 000Kč bez DPH
Záruční doba: Na všechna tepelná čerpadla MasterTherm CZ je standardní záruční doba 3 roky. Nadstandardně lze získat za příplatek záruku až 7 let.

Porovnání cen vytápění

Tento příklad popisuje rodinný dům o tepelné ztrátě 12 kW pří cca 3400 topných hodinách za rok což je 3200 x 12 = 40 000 kWh tepelné energie pro vytápění a ohřev TUV, se spotřebou 2000 kWh el. energie (svícení a el. spotřebiče), ohřevem 150 l TUV/den a dvouokruhovou otopnou soustavou. Investiční náklady na vytápění s ohřevem TUV zemním plynem, elektřinou a tepelným čerpadlem vzduch-voda ukazuje následující tabulka:

CENY ENERGIÍ V ROCE 2007 VČETNĚ DPH:	
Plyn	cca 0,72Kč / 1kWh
Elektřina	cca 1,45Kč / 1kWh sazba pro TČ, elektrokotel nebo přímotop
Elektřina	cca 4,00Kč / 1kWh sazba pro běžné domácnosti

Roční spotřeba energie v domku s tepelnou ztrátou 12kW je cca 40000kWh a 2000kWh za elektrickou energii (svícení a běžné elektrospotřebiče) to znamená:

ÚSPORY PŘI POUŽITÍ TEPELNÉHO ČERPADLA:

V případě domu s tepelnou ztrátou 12kW je tepelné čerpadlo schopno ušetřit přibližně 23 tisíc Kč/rok oproti plynovému vytápění a cca 43 tisíc Kč/rok oproti vytápění elektrokotlem nebo přímotopy. Z toho lze odvodit že prostá návratnost bude oproti plynovému topení cca 4-7 let, přičemž nebereme v úvahu vzrůstající ceny energií, kdy při vzrůstajících cenách se návratnost ještě zkrátí, dalším neopomenutelným aspektem je státní dotace na instalaci TČ až 60 000Kč

Vytápění propanem nebo lehkým topným olejem (LTO) nebereme v úvahu pro velmi vysoké ceny těchto paliv.

Cenově výhodnější palivo než plyn jistě je uhlí ať černé nebo hnědé, ale vzhledem k připravovaným ekologickým daním je perspektiva těchto paliv problematická, nezanedbatelná je ztráta komfortu a zejména ekologické hledisko. Perspektivnější je dřevo, případně jiné biopaliva z obnovitelných zdrojů, ale kromě ztráty komfortu je třeba počítat s velkými objemy zásob dřeva, v případě čerstvého dřeva je nutno dřevo sušit nejméně 2 roky a potom chránit před deštěm. Přesto ceny těchto paliv jsou cenově vyšší než cena za elektřinu pro pohon TČ.

Poslední reálnou alternativou je sluneční energie využívaná pro ohřev nebo i pro fotovoltaickou přeměnu na elektrickou energii. V zimních měsících lze tepelnou sluneční energii problematicky využít i v případě nízkoenergietického domu, totéž platí pro fotovoltaické využití, zejména v našich zeměpisných šířkách. V těchto případech je nutno mít nainstalován záložní zdroj vytápění, nebo v případě nízkoenergetického nebo pasivního domu, malé tepelné čerpadlo pro rekuperační ohřev vzduchu u nuceného větrání.

Vzhled tepelného čerpadla. Přístrojový panel, který udává informace. Vnitřní části a součásti tepelného čerpadla. Přívod a odvod u tepelného čerpadla.

Ján Hýbl, Michal Procházka, SPŠ a VOŠ Kladno, Jana Palacha 1840

ZÍSKÁVÁNÍ SLUNEČNÍ ENERGIE – SLUNEČNICE

Vznik solárního článku

V roce 1839 učinil, tehdy teprve devatenáctiletý vědecký elév Alexandre Edmond BECQUEREL významný objev, který našel praktické využití až po 120 letech. Do nádoby rozdělené průlinčitou stěnou vložil dvě platinové elektrody a obě části nádoby naplnil elektrolytem. Elektrody připojil k citlivému galvanometru a nádobu světlotěsně zakryl. Ručička galvanometru nevykazovala žádnou výchylku. Jakmile však sejmul z nádoby víko a osvětlil elektrody, objevilo se mezi elektrodami napětí a tuto změnu zaznamenal galvanometr. Sestava elektrod a elektrolytu se při osvětlení stala zdrojem napětí. Becquerel objevil fotovoltaický jev. Poprvé byla pozorována přímá přeměna světelné energie na elektřinu.

Roku 1876 pozorovali W. Adams a R. Day fotovoltaický jev při osvětlení krystalů selenu. Tento a další pokusy ukázaly, že pro získání elektrické energie pomocí fotovoltaického jevu jsou nejvhodnější polovodiče, především křemík.

Až v roce 1954 vznikly první prakticky využitelné křemíkové fotovoltaické články, avšak laboratorní vzorky s minimální účinností. Silným impulsem pro zdokonalování fotovoltaických článků byla v 50. letech 20. století kosmonautika. Na obrázku družice Vanguard I vypuštěná roku 1958, na níž byly poprvé použity sluneční články. Dalším podnětem k zdokonalování a rozšiřování použití solárních článků byla ropná krize v 70. letech 20. stol.

Dnes už solární články nejsou takovou senzací. Můžeme se s nimi často setkávat. Např. v kapesních kalkulačkách nebo na vysokohorských chalupách, kde není elektrická síť. Ve větším rozšíření jim ale zatím brání náročná výroba, vyšší cena, poměrně nízká životnost (30 let) a velmi nízká účinnost (okolo 16%).

Princip přímé přeměny sluneční energie

Přímá přeměna znamená přeměnu slunečního záření na elektrickou energii. A to dopadem světla (fotonů) na křemíkovou destičku. Ta je z jedné strany obohacena atomy trojmocného prvku (např. bóru) a z druhé strany atomy pětimocného prvku (např. arzenu). Tím je vytvořen polovodivý PN přechod, který spojí-li se drátem, začne protékat elektrický proud (elektrony).

Výroba solárního článku

Nejvhodnějším materiálem pro výrobu solárních článků je křemík. Jedná se o druhý nejrozšířenější prvek na Zemi a jeho zpracování pro potřeby mikroelektroniky dosáhlo velmi vysoké úrovně. Různými metodami je dnes možno získat křemíkové krystaly nepředstavitelné čistoty – až 99,99998 %.

Křemík pro výrobu článků se získává tzv. tažením v podobě válců (cca 14x80 cm a hmotnosti 100 kg) z původního monokrystalu křemíku. Takto vzniklý křemíkový ingot se nařeže na cca 750 plátků tloušťky 0,3 mm, které jsou základem budoucích solárních článků. Poté se destičky leptají, aby se eliminovalo povrchové poškození vzniklé řezáním, a zároveň se vytvoří miniaturní křemíkové pyramidy, které snižují odraz světla a zvyšují značně účinnost.

Dále se křemíkové destičky difundují fosforem, aby se mohl vytvořit polovodičový přechod PN. Dalším prvkem snižujícím odrazivost je vrchní antireflexní vrstva z nitridu křemíku. Má tloušťku asi 80nm a způsobuje charakteristický modrý nádech povrchu solárního článku. Barvu antireflexní vrstvy lze ale i měnit použitím jiných materiálů. Tyto panely ale mají až o 3% nižší účinnost. Pro odvod získané elektrické energie se do článku zataví hustá mřížka vodivých kontaktů. Následuje měření a třídění, aby články na sestaveném solárním panelu měly co nejpodobnější vlastnosti.

Využití v praxi

Jak již bylo uvedeno, solární články mají dnes již poměrně široké využití. Od kapesních kalkulaček přes vysokohorské chalupy po velkoplošné elektrárny. Solární panely jsou ale i tu a tam instalovány jako studijní pomůcka na některých školách. Uveďme např. ČVUT FEL v Praze nebo SPŠ a VOŠ v Kladně. Detailněji jsme ale prostudovali solární elektrárničku na střeše Západočeské university FEL v Plzni, protože je to plnohodnotný systém dodávající energii do sítě. Tamní činovnici nás velmi vřele přivítali a ochotně nám ukázali veškeré jejich zařízení.

Celý systém je sestaven ze dvou základních částí, kterými jsou solární panely umístěné na střeše školní budovy a řídící centrum které kromě výuky a měření zařizuje i převod stejnosměrného napětí ze solárních panelů na napětí střídavé, které se již může dodávat do centrální rozvodné sítě. Vše je v blocích zakresleno na tomto schématu.

Helianthus

Zajímavé a nejspíš né moc známé latinské slovo helianthus, je označením pro rostlinu, kterážto jako dokonalý přírodní detektor slunečního svitu dala inspiraci ke vzniku obdobnému mechanickému zařízení, s označením Slunečnice, kteréžto ve stejném duchu pachtí po každém dopadajícím paprsku světla. Slunečnice, je tedy automatizované zařízení, schopné samostatně vyhledávat zdroj největší světelné intenzity, na nějž zároveň směruje solární panely, čímž dosahuje nejvyššího možného energetického zisku pro danou oblast.

Jak Slunečnice funguje

Slunečnice pracuje na principu dvou komparátorů, pro něž jsou překlápěcí impulzy generovány dvojicí Wheatstonových můstků, kde u každého z nich dochází k rozvážení, dávající vzniku kladného či záporného úbytku napětí. Signály z komparátorů jsou zesíleny a přes optočleny ovládají pohony, sloužící k vyrovnávání můstků, neboli k dosažení rovnovážného stavu, při němž jsou úbytky na můstcích, za ideálních podmínek rovny nule (ve skutečnosti se zde uplatňuje hystereze nastavitelná potenciometry, jež udává citlivost zařízení) a solární články se nachází v poloze, kde nabývají maximálního možného energetického zisku. Jak tedy vyplývá, celá ovládací elektronika a do značné části i mechanismus jsou rozděleny na dva samostatné celky a to na horizontální synchronizaci a na vertikální synchronizaci. Z funkcionalistického pohledu můžeme celou soustavu rozdělit na dva bloky, kde prvním – primárním je elektronický blok, jež za pomoci dvou pomaluběžných elektrických motůrků (pohonů) ovládá druhý – sekundární mechanický blok. Pro lepší využitelnost, jsou v zařízení integrovány akumulátory, schopné kumulovat získanou energii (aktuální tok energie je zobrazen na integrovaném ampérmetru) a dlouhodobě ji uchovávat pro další využití. Pro ilustraci a lepší pochopení jsme přiložili hodně zjednodušené schéma zapojení elektronického bloku.

Jak Slunečnice vznikla

Prvotní impulzem byl úkol. Úkol do soutěže pořádané ČVUT FEL katedrou elektrotechnickou, vytvořit zařízení, jež bude napájeno ze solárních článků nebo z bateriového bloku, dobíjeného těmito články. V úvahu připadalo mnoho možných i nemožných řešení, mezi něž patřil i nápad realizace automatického natáčení solárního panelu kolmo k dopadajícím slunečním paprskům, čímž by se dal výkon článku maximalizovat. Tento nápad jsme zamítli, jelikož nám připadala realizace až příliš primitivní a nezajímavá. Po několika dnech však přišla idea praktičnosti zařízení, jež vdechla život do projektu Slunečnice. Začali jsme totiž uvažovat né jak vyhrát nějakou soutěž, ale jak stvořit cosi co bude přínosem celé společnosti.

Při analýze toho co máme vlastně stvořit, jsme se dost zalekli zjištění, že rádoby jednoduché zapojení je skoro nad naše síly a že navrhnutí obvodu s minimální spotřebou a dostatečnou flexibilitou, nebude nijak jednoduché. Celou konstrukci jsme zkomplikovali tím, že jsme chtěli, dosáhnou skutečně maximální energie, tedy zařídit kromě horizontálního natáčení i natáčení ve směru vertikálním. Tento první vážný problém se nám podařilo vyřešit vytvořením mnhřídele, což je součástka schopná přenášet najednou více nezávislých pohybových momentů. Dále jsme také potřebovali jakýsi základní design, jenž se podřizoval postupné konstrukci zařízení. Motory ovládají přes co nejmenší počet převodů přímo mnhřídel jenž vede pohybovou energii motorů až k solárním článkům. Pro lepší znázornění funkčnosti převodů jsme připojili i toto krátké video Jednou z alternativních variant byly řemenové převody, jež měly chránit jak motory, tak ozubená kola zařízení. Zjistili jsme však, že při tomto způsobu přenosu kinetické energie dochází k velkým ztrátám vlivem prokluzů řemenů a zvýšenému napětí v kluzných ložiscích hřídelí.

V dnešním digitálním světě je vše ovládáno v uvozovkách dokonalými počítači, jež však nejsou ničím jiným než otrokem lidského génia. Zaimponovat digitální ovládání do našeho zařízení nám tedy připadalo samozřejmostí, než jsme dospěli k zjištění, že digitální provedení bude mít mnohonásobně větší energetické požadavky než jeho analogový protějšek, jehož se nám podařilo sestavit s naprosto zanedbatelnou spotřebou asi 0,1W oproti příkonu solárních článků asi 4W.

Vytvoření vhodného analogového obvodu nebylo nic jednoduché. Po pár týdnech práce se nám podařilo rozdělit elektroniku na blok kontroly stavu a na dva duplicitní celky sestávající se z bloku řídícího a bloku výkonového. Každý z bloků představoval samostatný problém, jejž bylo mnohem snazší vyřešit odděleně než vyvíjet vše

najednou. Po zdlouhavých výpočtech a simulacích jsme se konečně dostali k návrhům tištěných spojů, od nichž je to přes osazení už jen krůček k testování prototypů jednotlivých bloků. Nebudu tvrdit, že nám vše fungovalo hned napoprvé, no někdy to vyšlo až napotřetí, ale podstatné je že jsme se nevzdali a dokončili jsme všechny bloky. Nyní přišel na řadu krok, který nezní nijak složitě a to pospojovat všechny bloky a to i s mnoha externími součástkami, jež jsou rozmístěny po celém zařízení. Začne ve vás klíčit beznaděj, když máte připojit asi stý drátek, u kterého nemáte ani ponětí kde začíná a kam vlastně vede a navíc se vše odehrává ve velmi stísněném prostoru, do kterého se jen o chloupek všechny ty vodiče vejdou. Zachránila nás kvalitní dokumentace a pečlivost, se kterou jsme vše vyrobili a díky níž jsme byli schopni uvést Slunečnici do fáze ladění Po pár dnech odstraňování nedostatků a skoro nevysvětlitelný nepředvídatelných anomálií, se nám vše podařilo úspěšně dokončit.

Co nám slunečnice dala

Poznatky získané při konstrukci slunečnice nás velice obohatily a pozvedly na úroveň, kdy jsme schopni hovořit o budoucnosti využívání přímého převodu sluneční energie na energii elektrickou, jež je krví proudící tepnami našeho světa. V následujících dvou kapitolách se probereme touto problematikou.

Budoucnost solární energie?

Dle nás je naprosto zřejmé, že sluneční energii využíváme nedostatečně a v budoucnu budeme dokonce přinuceni ji využívat mnohem více. Byla by totiž naprostá hloupost nevyužívat nejlevnější stálou energii, jíž jsme obdarovávání největším termojaderným reaktorem naší Sluneční soustavy. Otázkou zůstává, jakým způsobem tuto sluneční energii převedeme na energii elektrickou, jíž momentálně a nejspíš i v budoucnu budeme potřebovat nejvíce.

Projekt slunečnice přináší jednoznačnou odpověď na malou část této otázky a to, že přímý převod za pomocí fotovoltaického jevu je za aktuálního technologického vývoje zcela vyloučen. Proč?

1. Účinnost solárních článků je skutečně jen 15–17%, na což jsme nepřišli my ale odborníci, jež tyto systémy vynalezli a dlouhou dobu zdokonalovali.

2. Získat těch 16% účinnosti není nic jednoduchého, a pokud nemáte k dispozici zařízení jako je Slunečnice tak získáváte plný výkon jen 2 hodiny denně za přímého letního svitu což je hodnota vypočtená z poklesu výkonu asi o 20% již při 30% odchylce od kolmice dopadajícího slunečního záření a s rostoucí odchylkou se tento pokles výkonu rapidně zvyšuje.

3. Aktivní plocha solárních panelů musí být čistá a celý panel musí být umístěn v prostředí, kde není vystaven ani vysokým teplotám a ani nízkým teplotám, kteréžto mají samozřejmě negativní vliv na jeho výkonnost.

4. Přeměnou stejnosměrné energie na energii střídavou máme další ztráty kolem 10–15%.

5. Životnost PN přechodů solárních článků je asi 30 let, což tvrdí výrobce tudíž musíme počítat s tím, že jak se budeme přibližovat k této hranici, začne výkon solárního článku klesat. Je dost nepříjemné stavět každých 30 let novou a dost drahou solární elektrárnu.

6. Na konec nesmíme zapomenout, že né všude svítí každý den alespoň 12 hodin slunce na zcela jasné obloze.

Mohl by však tento systém někdy fungovat? V omezeném měřítku určitě.

1. Elektrárna tohoto typu běží skoro zadarmo, stačí jen běžná údržba.
2. Odpadem výroby energie jsou jen vyřazené solární panely a další elektrická zařízení což je rozhodně lepší než třeba vypálený extrémně nebezpečný uran.
3. Tato elektrárna sice zabere obrovskou rozlohu ale prozněnu je zcela tichá, bezpečná a bez škodlivin, jež do ovzduší uvolňuje elektrárna na tuhá paliva.

Klady i zápory jsou nepřehlédnutelné. Musíme se pokusit rapidně zvýšit výkonnost solárních soustav, anebo využívat alternativních způsobů jak od Slunce přijmout vše, co nám dává.

Zajímaly nás i vaše názory laiků k problematice využívání sluneční energie a proto jsme si vymyslely tyto dvě jednoduché otázky a některými odpověďmi jsme byli velice překvapeni.

1. Jaký je váš postoj ke sluneční energii?

a) Kladný.
b) Nanic.
c) Mělo by se to více využívat.
d) Dobrý nápad.
e) Ekologické.

2. Váš názor na využívání zdrojů energie v současnosti a v budoucnosti?

a) Nevím.
b) Neobnovitelnými zdroji se plýtvá a v budoucnu nebudou.
c) Obnovitelné zdroje se využívají málo a do budoucna se na ně zcela přejde.
d) Neefektivní využívání veškerých zdrojů, do budoucna zefektivnění.
e) Vše je ok, v budoucnu budeme absolutně spalovat ekoteroristy.

Zde uvedené odpovědi se nejčastěji opakovaly v nejrůznějších obdobách. Je vidět, že si společnost uvědomuje velký problém, který je nutno řešit ale jako vždy by to měl vyřešit někdo jiný, mě s tím neotravujte! Málo kdy je někdo ochotný věnovat čas jen odpovědi na pár otázek natož řešit časově náročný a zdánlivě nevyřešitelný problém.

Poděkování

V první řadě chceme poděkovat Ing. Jaroslavu Mlejnkovi, jenž nám byl jako konzultant velkou oporou a pomocí ve všech svízelných situacích které jsme museli při průběhu projektu řešit. Dále SPŠ a VOŠ Kladno, jejíž prostory a investice byly nezbytné pro realizaci slunečnice a jako středisko našich výzkumů. Stejně tak vděčíme ČVUT FEL katedře elektrotechnologie a společnosti Solartec za poskytnutí nezbytného kapitálu a solárních panelů.

Pavel SKAROLEK, Gymnázium Nad Štolou 1, Praha 7

Obnovitelné zdroje energie – energie solární, aneb Jak jsem stavěl elektrárny

Úvod

Tuto práci jsem napsal na téma solární energie. Výběr to byl poměrně jasný, protože je to téma z okruhu obnovitelných zdrojů jediné, ve kterém mám vlastní zkušenosti. Následující text nemá být odborným a neobsahuje žádné informace z jiných zdrojů, než jsou mé vlastní poznatky, zkušenosti a vědomosti. Elektrotechnika je mým velkým koníčkem a malá solární elektrárna jedním z mých vlastních realizovaných projektů.

První elektrárny

Sedím ve škole na neuvěřitelně nudné hodině fyziky a koukám z okna. Všude střechy pražských domů zalité sluncem. Nebe bez mráčku. Do mysli se mi vloudí myšlenka: „Tak dneska to vypadá na nových šest Ampérhodin na akumulátorech." Představil jsem si ručičku ampérmetru ukazujícího proud 500mA, kterým se pravděpodobně právě nabíjejí veliké akumulátory a doufal jsem, že napětí 13V z regulátoru je akorát pro bezpečné nabíjení ze solárních panelů na střeše, ozářených sluncem.

Na území našeho hlavního města dopadá za dobrých podmínek plných 1000 Wattů energie ze slunce na metr čtvereční, je to dost, všichni víme, jaké je tu v létě vedro. Nedala by se ta energie nějak využít?

Solární články, fotovoltaika, sluneční energie na elektrickou. Fantastické. Díky úžasným vlastnostem moderních polovodičových materiálů, dokážeme vyrobit elektrickou energii z toho, co je tu každý den, ze světla. Zatím dokáží využít jen pětinu energie dopadající na Zemi, ale je jistě jen otázkou času, kdy se účinnost bude zlepšovat. Už odedávna se snažíme využívat obnovitelné zdroje energie. Já jsem také odedávna toužil po energii z nějakého obnovitelného zdroje takové, abych ji mohl získávat přímo doma.

„Ty taky musíš všechno vyzkoušet," říkal jsem si, když jsem onehdy před šesti lety rozmontoval vysokonapěťový selenový usměrňovač a destičky z něho namontoval vedle sebe, duchapřítomně selenem navrch a propojil je. Jak jsem byl fascinován, když se pod přímým slunečním světlem dopadajícím na selenové placky na nich dalo naměřit napětí. Bylo však malé a proud téměř žádný, a tak jsem zklamán neúspěchem vyrobit vlastní solární článek, smontoval z desek opět usměrňovač. Selen měl pro usměrňování proudu lepší vlastnosti než pro výrobu elektrické energie ze slunečního záření.

Selen je prvek, jež je sám schopný přeměňovat sluneční záření na elektrickou energii. Na solární články se však dnes používají účinnější prvky, polovodiče jako křemík a nově také sloučeniny jako arsenid galia a podobné.

Touhy postavit něco, co by vyrábělo elektřinu, jsem se ale jen tak nevzdal. Znamenalo to například, že asi půl roku hyzdila prostředek zahrady u nás doma vysoká rezavá tyč, na jejímž konci se za větru vrzavě roztáčela vrtule, převodem pohánějící dynamo z kola. Skutečně jen roztáčela, neboť pokud v této nížině severozápadně od Prahy náhodou konečně trochu zafoukalo, tak proudící vzduch lámající a odrážející se o zdi okolních domů, tvořil nepopsatelné chaotické víry, že ani nebylo mnohdy jasné, ze kterého směru vlastně fouká. Vrtule sebou lomcovala a v poryvech větru se roztáčela a zase brzdila. V pokoji se periodicky rozsvěcela slabá žárovička. To jediné, co to utáhlo. Většinou však vůbec nefoukalo.

Vodní energii jsem mohl zavrhnout rovnou. Nikde v mém okolí netekl žádný pořádný potok či řeka, kde by se dalo pokusně cokoli postavit. Jedinou bláznivou myšlenkou, kterou jsem však nikdy nerealizoval, bylo umístit vodní turbínu na konec deset metrů dlouhé, svislé okapové roury ze střechy, z níž se za deště valil vždy obrovský proud vody. Poslední dobou tady však moc nepršelo...

Dalším neúspěšným, ale kuriózním pokusem bylo postavit obrovský Voltův článek z velkých elektrod zaražených do země, která měla být elektrolytem. Uvažoval jsem o jejich umístění do kompostu, jakožto žížalami prolezlého, neustále se pohybujícího elektrolytu, kde by snad méně vznikaly problémy ohledně nutnosti jeho neustálého obnovování. Měla to být taková nekonečná baterie. Avšak plán se rozplynul při prvním pokusu o naměření jakéhokoliv napětí mezi kovovou a měděnou trubkou zaraženou do rozbahněné půdy na zahradě. „I ta voda, co teče tady z vodovodu, je lepší elektrolyt," říkal jsem si tehdy.

Pokusy s termočlánky jsem zavrhl kvůli mizivé účinnosti rovnou. Snad jen mě uchvátil na jistou dobu nápad využít takzvaného Peltierova článku k výrobě elektrické energie.Článek tvoří dvě tenké teplovodivé destičky mezi nimiž je množství polovodičových přechodů. Když se na protějších plochách článku vytvoří teplotní rozdíl, článek dodává proud. Úžasné. Ale jak toho dosáhnout? Článek je tlustý jen několik milimetrů a jedna část by byla potřeba ohřívat obrovským výkonem a druhá naopak chladit tak, aby se udržel teplotní rozdíl kolem šedesáti stupňů Celsia. Například černá deska ohřívaná sluncem, zespodu chladič a mezi tím článek. To mi ale připadalo nereálné a taky značně neekonomické vzhledem k cenám Peltiérových článků a celkové funkčnosti jako zdroje elektrické energie. Poslední možností byla pro mě sluneční energie.

Solární minielektrárna

„Ještě tu celkem svítí," říkal jsem si. Tentokrát už jsem se nepokoušel stavět se selenem, ale jednou o volné hodině loni začátkem léta jsem dojel do prodejny elektrosoučástek a zpátky se vracel se solárním panelem na zádech a s úsměvem v obličeji. O víkendu jsem miniaturní panel o výkonu 6 Wattů a napětí 17,5 Voltu namontoval pevně na střechu domu pod přesně spočteným úhlem tak, abych pokud možno co nejrozumněji využil celoroční dodávku energie z naší životodárné hvězdy Slunce. Výroba solárních článků je nákladná a přes všechno cena stále příliš neklesá. To nejvíce odradí od domácího plánování výkonnějšího solárního zařízení.

Později jsem výkon miniaturní elektrárny zdvojnásobil dalším stejným panelem. „Ale co s energií?" Bylo jí málo na něco velikého, o dodávce do sítě ani nemělo smysl uvažovat. A tak jsem postupně sehnal moderní hermetické olověné akumulátory a do nich shromažďoval energii. Momentální celková kapacita akumulátorů je přes třicet Ampérhodin. Díky hromadění energie v akumulátorech se dá i při relativně malém výkonu panelů dostatečně reprezentativně využít elektřiny. Pomalu avšak denně nabíjíme, a pak máme najednou k dispozici obrovský výkon, kdykoli ho potřebujeme.

Akumulátory například slouží jako záložní zdroj k počítači, s měničem je kdykoli k dispozici napětí 230V s velkým výkonem díky schopnosti olověných akumulátorů dodat obrovský proud. Zároveň člověku zabývajícímu se elektronikou je příjemné mít doslova na stole neustále k použití napětí 12 nebo 24V na pokusy ze silných akumulátorů, aniž by se musel jakkoli starat o jejich nabíjení.

O nabíjení se stará sluníčko s dozorem jednoduchého regulátoru. Někteří výrobci předražených regulátorů by mě asi neměli rádi za moje řešení pomocí tří součástek jako prostého stabilizátoru 13V, který funguje jako dvoustupňová nabíječka úplně dokonale.

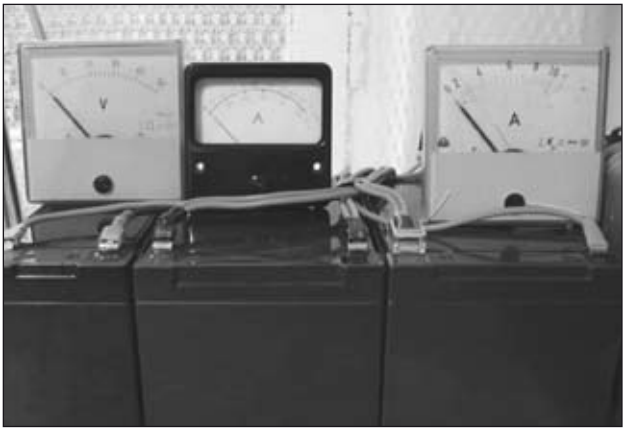
Miniaturní solární elektrárna je v provozu již bezmála rok. Čas od času lezu na střechu zkontrolovat uchycení, jestli přežilo například vichřici, či snad jestli se ptáci svými výkaly nestrefili zrovna na aktivní plochu panelu. Ale všechnu špínu nakonec stejně omyje déšť. Za dobu provozu se nevyskytl žádný závažný problém a obsluhy by

ani nebylo třeba, snad jen jednou, když při jedné šílené letní bouřce uhodil blesk někam poblíž panelů a vysoké napětí se neslo přívodním kabelem až k akumulátorům a zničilo regulátor.

Celou dobu panely nabíjely akumulátory a energii z nich jsem nárazově využíval prakticky kdykoli jsem ji potřeboval. Celou kapacitu akumulátorů jsem nikdy nevyužil nadoraz ani v období, kdy slunce moc nesvítilo. Takové období bohužel nastává někdy i na poměrně dlouhou dobu, ale pak vždy nakonec slunce na pár dnů vyleze z mraků a akumulátory se nabijí opět na plnou kapacitu. Při velkém vybití to trvá zhruba tři až pět slunných dnů. Když je hodně zataženo, což je tady u Prahy na podzim poměrně často, tak se ale nenabíjí vůbec.

Zázemí minielektrárny

Zázemí minielektrárny. Pohled na akumulátory a měřící přístroje. Zleva: napětí na panelech, nabíjecí proud akumulátorů a odebíraný proud z akumulátorů. Bylo však pozdní prosincové odpoledne, ještě k tomu zataženo, takže jsme na nule.



Hermetické olověné akumulátory SLA (Sealed Lead Acid) získané levně jako vyřazené ze záložních zdrojů počítačů. V těchto zdrojích se sady akumulátorů periodicky vyměňují, aby byla jistota spolehlivého provozu.

Při troše štěstí jsou i vyřazené ve velmi dobrém stavu a maximálně potřebují dolít destilovanou vodou, která se vlivem provozu za vysoké teploty částečně odpařuje.

Dva větší (12V/12Ah) jsou zapojeny paralelně a třetí menší (12V/7Ah) se paralelně pouze nabíjí. Po připojení do série s velkými pomocí přepínače, je k dispozici 24V.

Umístění na mém pracovním stole... Trošku k těm dalším přístrojům: Je vidět jeden komerční měnič 12/230V 175W, ten používám pro napájení počítače. Dále je zde velký transformátorový měnič a nakonec ještě kondenzátorová nábojová pumpa jako další měniče 12/230V, obojí vlastní výroby.

Ona „Nábojová pumpa" je ve skutečnosti 20 kondenzátorů zapojených tak, že se paralelně nabíjejí napětím 12V z akumulátorů a sériově vybíjejí do zátěže napětím 240V. Zapojení funguje tedy jako dvacetinásobič. Výstupní napětí je stejnosměrné a hodí se například pro napájení kompaktních zářivek, nabíječek se spínaným zdrojem nebo i počítače. Stavěl jsem ho právě kvůli solární minielektrárně, protože má velkou účinnost při malém zatížení a při běhu naprázdno má jen mizivý příkon na rozdíl od ostatních běžných měničů.

Poblíž je počítač, který je schopen jednorázově běžet z akumulátorů nabitých sluncem něco přes tři hodiny. Nadoraz do jejich vybití. Pak je jen otázkou počasí, kdy se bude moci pustit znovu. Běžně je to tak do týdne hezkého počasí. Ale to není moc pozitivní pohled na věc, jsou účinnější zařízení a počítač nakonec ve většině případů pustím na naše tepelné elektrárny...

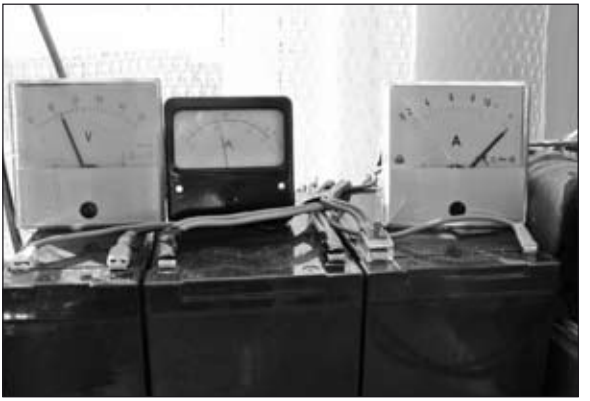
Na střeše

A takto to vypadá na střeše, kde jsou ukotveny samotné panely. Jsou přimontovány hliníkovými úhelníky, svorníky staženými kolem odvětrávacího komínku. A to s mírným sklonem směrem k jihu, což se mi jevilo jako optimální kompromis pro co největší celkový výkon pro všechna roční období a každou denní dobu.

Pořídit si nějaké solární panely jsem vlastně chtěl už dlouho, jen jsem si nemohl žádné vybrat. Buď byly drahé a já za ně nechtěl tolik utratit, nebo neměly rozumné parametry. Také jich nebyl moc velký výběr, až v poslední době se objevilo velké množství dostupných panelů v běžných elektrotechnických prodejnách. Jako přijatelné na zkoušku se mi líbily právě tyto panely. Nebylo to však kvůli těm půlměsícovým křemíkovým destičkám, ale kvůli parametrům 17,5V/ 6W a ceně něco přes tisíc korun.

Za provozu

Výmluvný obrázek nepoměru dodávané a odebírané energie... Panely dodávají proud něco málo přes 400mA, zatímco akumulátory se momentálně vybíjejí proudem více než 20A... Ale to naštěstí jen pár sekund při náběhu 200W rotačního měniče. Ten však pouštím jen výjimečně, neboť jeho účinnost nepřesahuje 60%, tedy tři pětiny akumulátorů jen na to, aby to vůbec fungovalo, ale jinak je to úžasné a spolehlivé monstrum, které bez protestů rozsvítí například pouliční výbojku... Běžně však proud z akumulátorů používám na všemožné pokusy, které nespotřebují zdaleka tolik energie. Většinu energie si nechávám jako zálohu, kdyby bylo potřeba.



Závěr

Elektrárnička má minimální výkon, se štěstím dosáhnu několika kWh za rok. Avšak pro pokusy a příjemný pocit z energie získané z obnovitelného zdroje to stačí. Teď už jen uvažuji o realizaci výkonnějšího solárního zdroje. Mým malým snem je momentálně umístit na střechu panely mnohem větší o výkonu pár stovek Wattů a dodávat proud do elektrické sítě. Je to na běžné poměry velká investice a její přínos není hned viditelný, vrátí se až po několika slunných letech. Takže zatím plánuji a doufám v podporu svých příbuzných, abych si tento malý sen mohl splnit.

Michal SLIVEČKA, Zbyněk HYRÁK, SPŠ Uherské Hradiště

Snižování emisí v dopravě ve městě Uherské Hradiště

1) Úvod

Každý z nás se denně potká s emisemi. Stačí projít kolem hlavních silnic. Bohužel jediné, co nám v té chvíli asi vadí, je spíše hluk než výfukové plyny, pokud kolem vás neprojede stará tatrovka. To si ale většinou zakašlete, prohodíte nějaké to vulgární slovo a bez povšimnutí jdete dál. O tom, že právě člověk vdechl emise se skoro nikdy nepozastaví. Můžeme ale říct, že toto je mírnější varianta.

Představme si město s padesáti tisíci obyvateli a město se dvěma miliony lidí. U většího města je daleko frekventovanější doprava, daleko větší hustota lidí a zástavby. Není nutno asi dodávat, že lidem v milionových městech se už asi slovo emise pěkně honí hlavou. Nejhorší situaci asi zažívají občané v přeplněných asijských městech. Dokonce město Peking se touto otázkou kvůli pořádající olympiádě zaobírá prioritně. Na těch nejhorších místech už se dokonce bez respirátorů či jiných ochranných pomůcek nedá ani během špičky vyjít na ulici.

A proč? Hlavním důvodem je nedostatečná hustota městské zeleně, ale to by nebyl až takový problém. Zastarávající auta v katastrofickém stavu křižují město a z jejich výfuků se valí exhalace. V menším městě to není problém, ale v obrovských městech se nedokážou výfukové plyny rychle rozšířit po okolí. Tím se kumulují a vzniká problém – „smog".

Oxidační smog bývá označován též jako fotochemický či letní smog. Tento druh smogu má silné oxidační, agresivní, dráždivé (na sliznice, dýchací cesty, oči atd.) a toxické účinky. Patří k nejzávažnějším problémům znečištění ovzduší. Jde o znečištění vzduchu, které vzniká v městských oblastech vlivem působení slunečních paprsků na některé složky dopravních exhalací. Jeho součástí jsou převážně vysoké koncentrace přízemního ozónu, díky kterému může být pozorován jako namodralý opar, a směs uhlovodíků, oxidů dusíku (NO_x) a uhlíku (CO,CO_2). Smog je častým předchůdcem inverze. Pokud je vrstva smogu příliš velká, teplo, které dopadá na zem se od této tlusté vrstvy odráží. Tím pádem je pod vrstvou smogu chladněji než nad ní.

A samozřejmě nesmíme zapomenout na globální oteplování. Teplo ať už odražené od kouřové vrstvy nebo od povrchu planety by mělo odcházet do vesmíru. Na Zem totiž dopadá nadbytek tepla než je potřeba. Aby se země sice ohřála, ale neustále neoteplovala, měl by být příjem i výdej tepla prakticky rovnocenný, což se neděje. Unikajícímu teplu brání tzv. skleníkové plyny, především oxid uhličitý a oxidy dusíku. Pokud teplo nemůže v dostatečné míře unikat, začíná se kumulovat. Tento proces nastartovalo lidstvo svou zvědavostí, nepředvídavostí a v ranném stádiu spalovacích motorů i hloupostí. Každé pro má i své proti! Jestliže chceme být rychlejší, modernější, přesnější, lepší apod. potom první otázka zní: „Jaké to bude, až se to podaří?" Člověk se ještě nenaučil respektovat zákony přírody a bere se víc než by měl. Teplota na Zemi se může do konce století zvýšit o více než 6 stupňů a hladina oceánů stoupnout i o 60 centimetrů. To by znamenalo zánik malých ostrovních států. V Evropě by se ničivý

efekt týkal nížin v Holandsku (které ovšem přišlo na nápad, že vybuduje umělý ostrov ve tvaru tulipánu – názor si udělejte každý sám), severu Německa a Polska. I když se podaří emise skleníkových plynů snížit, bude oteplování ještě stovky let pokračovat. Změna klimatu sebou přinese extrémní projevy počasí jako vlny veder nebo silné srážky. Ničivé hurikány a bouře, obrovské vichřice, nesnesitelné žáry a bude to ještě horší!!!

2) Emise a normy

Emise můžeme rozdělit na několik druhů, ale všechny druhy obecně škodí životnímu prostředí (toxické emise, prachové emise, emise CO_2, emise NOx,…).Jsou to látky, které se vypouštějí ze zdroje, kterým může být např. výfuk, do atmosféry.. Protože jsou tyto látky škodlivé, ale nemůžeme se jich nadobro zbavit, byla odstartována etapa zavádění emisních limitů, které dnes známe pod zkratkami Euro X (kde X může být hodnota 1-6). Jako první byla zavedena norma Euro 1(1992).Byla zavedena jak pro naftové, tak pro benzínové motory současně. Od té doby vstoupily v platnost normy Euro 2 (1996), 3 (2000), 4 (2005) a nyní čeká automobilky další zpřísnění v podobně normy Euro 5 (2008-2009).

Zavádění těchto limitů je pozvolný a dlouhý proces, který ovšem bude mít za následek vyšší cenu dopravních prostředků. Tento fakt je nevyhnutelný, a pokud lidé něco chtějí udělat pro své životní prostředí, nezbývá jim nic jiného než připlatit. Momentálně platí limit EURO 4, nicméně Evropský parlament pro životní prostředí schválil normu EURO 5, která má začít platit od 1. září 2009 a chystaná je i norma EURO 6 (2015). Normy definují nejvyšší povolené hodnoty pouze u těch nejzávažnějších sloučenin, plynů a prvků z nich. Jsou to tyto:

Oxid uhelnatý (CO)
Oxid uhličitý (C02)
Oxidy dusíku (NOx)
Nespálené uhlovodíky (HC)
Pevné částice (PM)

Automobily v Evropské unii vyprodukují přes 10 % všech emisí skleníkových plynů. Ačkoliv se za posledních 8 let podařilo množství těchto emisí z dopravy výrazně snížit, Evropská komise nedávno apelovala na výrobce automobilů, aby urychlili vývoj ekologických motorů, jinak bude mít EU potíže se splněním svých závazků vyplývajících z Kjótského protokolu o ochraně klimatu. Nové emisní limity otevřou cestu k ekologičtějším vozidlům. Podle tohoto návrhu by se emise pevných částic z vozidel s dieselovým motorem snížily o 80 procent a emise oxidů dusíku (NOx) o 20 procent. Na základě navrhovaných přísnějších norem by byly do automobilů s dieselovým motorem namontovány filtry pevných částic. U automobilů s benzínovým motorem komise navrhuje snížit emise NOx a uhlovodíků o 25 procent. Jak by to tedy mělo vypadat:

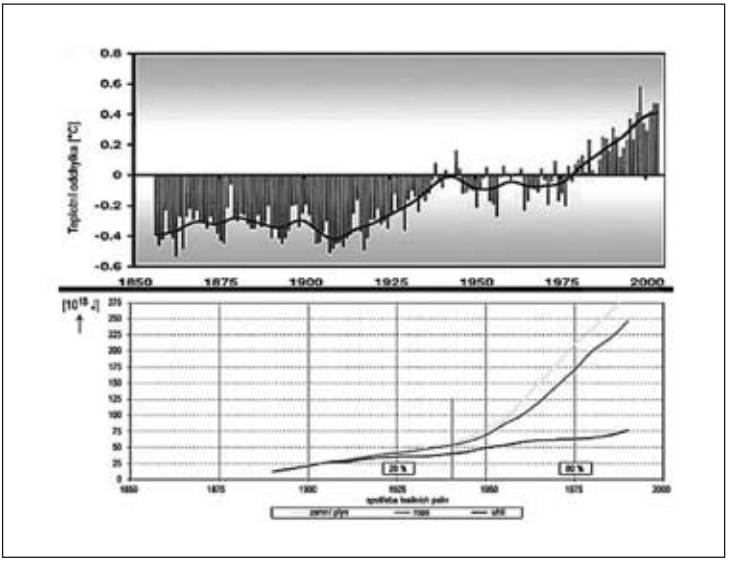
Emisní limity pevných částic a NOx u automobilů s dieselovým motorem		
Norma	**Pevné částice (mg/km)**	**NOx (mg/km)**
EURO 3	50	500
EURO 4	25	250
EURO 5	5	200

Emisní limity pevných částic a NOx u automobilů s benzinovým motorem		
Norma	**Uhlovodíky (mg/km)**	**NOx (mg/km)**
EURO 3	200	150
EURO 4	100	80
EURO 5	75	60

Nabízí se také otázka co s vozy, které v dnešní době neplní žádné normy. Je přípustné, aby takové vozy, které denně potkáváme na silnicích, měly mít své místo mezi lidmi v době, kdy se snažíme o snižování škodlivých látek, které vypouštíme do prostředí? Staré dopravní prostředky jsou dnes nemalým zdrojem škodlivých látek. Většina lidí nechává auta svému osudu a pokud jsou natolik stará, že se na ně nedají sehnat náhradní díly anebo by byla oprava příliš nákladná, ponechají je svému osudu. Až jezdit přestane, dají ho do šrotu nebo si koupí nové. Ale právě tato auta jsou tím nejhorším možným jevem v přeplněných ulicích měst.

3) Alternativy

Z níže uvedených grafů je jasné, že nastolený trend nelze dlouho tolerovat. Zejména spotřeba fosilních paliv prudce stoupla.



Výroba ekologičtějších paliv přispěje ke zlepšení životního prostředí. Problematika emisí nesouvisí jen se vznětovými motory, ale s dopravou vůbec. Byly zpřísněny požadavky na automobilová paliva (benziny a motorovou naftu) a stanovil požadavky až do roku 2005.

Zpřísňující se limity sledují především zlepšení průběhu spalovacího procesu a tím snížení nežádoucích emisí do životního prostředí.

Bezsirná nafta:

V současné době již existuje navazující směrnice z letošního roku, která definuje požadavky na kvalitu až do roku 2009, kdy by měla být produkována prakticky pouze bezsirná paliva (obsah max. 10mg S/kg). Nafta s nízkým obsahem síry je již ve střední Evropě k dispozici, možná je výroba je i v ČR, i když ne v plné míře.

Nová paliva:

Cesty ke snižování emisí vedou nejen přes zlepšování kvality paliv, ale i vývojem nových paliv. Především se jedná o využití LPG, CNG, LNG a syntetických paliv ze zemního plynu a biopaliv jako alternativních zdrojů energie. Všechna tato uvedená alternativní paliva jsou mezistupněm k využití vodíku jako superčistého paliva. Důvodem rostoucího využití alternativních paliv budou nejen emise, ale také klesající zásoby a rostoucí cena paliv z ropy. V roce 2020 se předpokládá zvýšení podílu zemního plynu a z něj vyrobených syntetických paliv na celkové spotřebě paliv až 40 %, nárůst podílu biopaliv na 20 % a pokles podílu paliv z ropy ze současné úrovně na 40 %. V současné době se vedou rozsáhlé diskuse o způsobu využití biopaliv (zejména bioetanol a metylestery mastných kyselin v ČR jako metylestery řepkového oleje), včetně jejich využití pro pohon vznětového motoru a návrhy řešení na evropské úrovni lze očekávat v relativně krátké budoucnosti. Jak bylo zmíněno, význam alternativních paliv, zejména CNG, LNG a ze zemního plynu vyrobených paliv poroste, jak dokládá technologie gas to liquid. Tato technologie využívá zemního plynu jako zdroje pro výrobu syntetické bezsirné a nearomatické nafty s produkcí minima škodlivých emisí. Využití a rozšíření tohoto typu paliva bude však postupné a bude záviset na finančních možnostech pro potřebné investice.

Kvalita paliv:

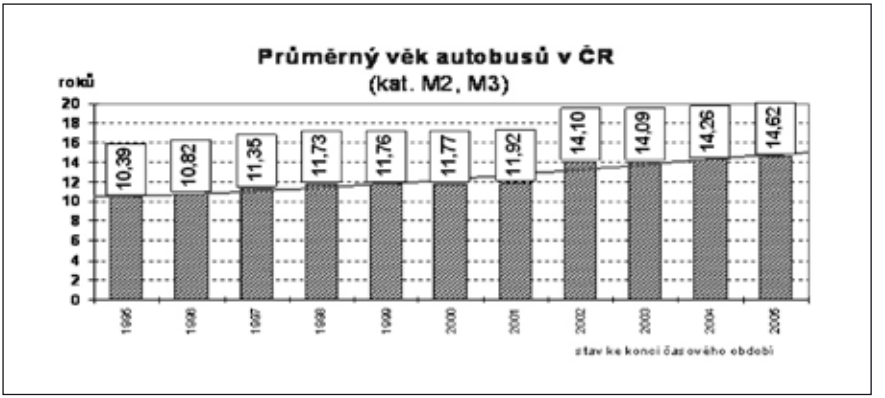
Průběh spalovacího procesu a vznikající emise ovlivňuje kvalita použitého paliva, kterou tvoří nejen uhlovodíkové složení, ale i použitá aditiva. Proto všechna zlepšení kvality paliv navržená prodejci a výrobci paliv, která ve výsledku ovlivňují průběh spalovacího procesu mají smysl a mohou příznivě ovlivnit snížení nežádoucích emisí. Je to však jen jeden z prvků, který emise ovlivňuje.

Snažit se musí i vývojáři motorů:

Kromě zlepšení kvality paliv vede cesta ke snížení emisí přes zlepšení technologie spalovacího motoru, snižováním spotřeby paliv (možnosti jsou především u vznětového motoru). Současně jsou vyvíjeny a zdokonalovány katalyzátory a zachytávače pevných částic, NOx a CO.

Emise obecně, včetně emisí pevných částic jsou ovlivněny technickým stavem vozidla. K dobrému technickému stavu nepřispívá vysoký průměrný věk vozidel v ČR a proto tento stav negativně ovlivňuje i emise ze vznětových motorů. Technický stav a stáří vozidel souvisí s dostatkem finančních prostředků na investice a údržbu vozidel.

V ČR je okolo 21 000 autobusů a průměrné stáří se blíží k 15 letům. KATASTROFÁLNÍ!!!



Kroky ke snížení emisí:

V současné době je motorová nafta zatížena vysokými daněmi a proto jejich další zvyšování nevidí odborníci jako účelné. Významné by bylo daňové zvýhodnění motorové nafty (a obecně paliv) vyšší kvality např. bezsirné, jako je to např. v Rakousku. Současně je žádoucí přísné sledování dodržování emisních limitů, případně postihy za jejich nedodržení. Stejně tak by bylo motivací zvýhodnění vozidel s nižší spotřebou paliva a tím i nižší tvorbou emisí. Výroba ekologičtějších paliv přispěje ke zlepšení životního prostředí. Problematika emisí nesouvisí jen se vznětovými motory, ale s dopravou vůbec. Emisemi se intenzivně řeší již od počátku 90-tých let, kdy bylo zjištěno, že doprava se velmi významně podílí na emisích CO a NOx (až 60%) a těkavých uhlovodíků (35%). Byl vytvořen společný program výrobců vozidel a paliv, který vyústil v roce 1998 ve směrnici 98/70/EC. Tento dokument významně zpřísnil požadavky na automobilová paliva (benziny a motorovou naftu) a stanovil požadavky až do roku 2005.

4) Uherské Hradiště

Historie někdejšího královského města Uherské Hradiště je bohatá a sahá do dávné minulosti. Dříve tu byly jen osady (dnešní Kunovice a Staré Město) a jinak lesy a křoviny. Díky kvalitní půdě a blízkému toku řeky Moravy se tato oblast začala osidlovat. Bohužel tu byly jen vesnice, které se nemohly samotné bránit, proto nechal Přemysl Otakar II. vybudovat ochranné opevnění (dnes Uherské Hradiště). Město zažívalo vzestupy i pády, ale za sedm set let se nijak výrazně nerozrostlo, protože bylo omezováno mohutnými hradbami. Hradby ovšem nemohly městu bránit věčně. V meziválečném a poválečném období a díky novým odvětvím průmyslu a obchodu se město začalo velmi rychle rozrůstat. Za minulého režimu byla vystavěna velká sídliště jako Východ či Štěpnice. S expandujícím městem musela ale jít ruku v ruce i hustota obyvatel a výstavba silničních komunikací. Kácely se stromy a okolí se nemilosrdně začalo přetvářet do dnešní podoby. S přibližně 26 000 obyvateli se Uherské Hradiště řadí ke středním menším městům v ČR. Bohužel další možnost expanze města je velmi omezená, protože je sevřeno dvěma jinými městy.

4.1) Zeleň v UH

Funkce stromů obecně:

- Stromy při fotosyntéze **odebírají ze vzduchu oxid uhličitý a vracejí do něj kyslík**. Stoletý buk vydá za jednu hodinu tolik kyslíku, že by stačil k dýchání třem lidem na celý rok.Průměrný strom spotřebuje za svůj život na 24 milionu m_3 oxidu uhličitého.

- Dalším faktem je, že jsou **důležitými regulátory teploty a klimatu.** Jeden hektar stromů odpaří za hodinu až 350 litrů vody. Tím se v parných letních dnech ochlazuje teplota i o několik stupňů. Tam, kde není dostatek zelených ploch, přestává být městská zástavba prostorem obytným a stává se jen dopravní plochou, na něž nemá chodec ani možnost si odpočinout.

- Stromy **zachycují prach a mikroorganismy**. Hektar lesa dokáže vázat až 32 tun popílku, bukový les na téže ploše dokonce dvakrát tolik. Stromy produkují látky zabíjející choroboplodné zárodky podobně jako antibiotika.

- Stromy **snižují hluk**. Až čtvrtina hluku je pohlcována mezi jejich listím. Pásy stromu a keřů kolem silnic tak působí jako protihluková bariéra.

- Stromy svými kořeny **zpevňují půdu**. Při dešti zadržují vodu jako velká houba a zabraňují tak i rychlému odtoku srážek do vodotečí a vzniku povodní.

Uherské Hradiště má poměrně slušnou hustotu zeleně. Ve městě je mnoho druhů dřevin a rostlin, od malinkých keřů (ligustrum ovalifolium) až po mohutné staré stromy, a proto budeme používat jednotný název vegetace. Aby se hustota vegetace udržovala na jisté úrovni, musejí se provádět dvě věci. Výsadba nových stromů a keřů a na druhou stranu ořezy a kácení stromů starých, nemocných, či životu nebezpečných. Dalo by se laicky říct, že pokácím jeden strom a na jeho místě zasadím nový, čímž by se rovnováha uchovala, ale při výsadbě stromů se musí město řídit mnoha faktory.

Výsadba stromů:

Chce-li město vysazovat nové stromy, nelze je pouze nakoupit, vybrat vhodnou lokalitu a zasadit. Existují zákony a paragrafy, dle kterých se musí řídit. Vše musí být v souladu s územním plánem, pokud se jedná o silně zastavěná území, je zde riziko, že strom nepůjde zasadit vůbec. Dále musí město získat povolení od správce sítě – v zemi vede mnoho vodovodů, plynovou, elektrických rozvodů apod. a žádná výsadba nesmi toto vedení nijak omezit či poškodit. Svá rizika obnáší i prostorové řešení. Musí se zachovat určitá propustnost světla nižší vegetaci. Nesmíme ovšem opomenout stížnosti a popř. petice obyvatel města, kteří z toho a toho důvodu nechtějí u svých domů či paneláků žádnou výsadbu. Pokud he vše v souladu se zákonem, musí město vybrat vhodný strom (či jiné dřeviny) a zde samozřejmě hrají svou roli finance. Ceny mladých sazenic se mohou pohybovat od 30,- až po 150 000,-. Město schválí rozpočet a z tohoto rozpočtu jde určité procento na obnovu životního prostředí ve městě.

Kácení stromů:

Kácení řeší zákon 114/92 Sb. resp. prováděcí vyhláška k němu č. 395/92. Opět nelze pokácet jakýkoli strom kdekoli a kdykoli. Důvody kácení a ořezů jsou tyto:

- strom je příliš starý nebo nemocný a hrozí jeho samovolný pád
- vegetace je příliš hustá (ořezy pro rozjasnění)
- stromy, které přímo ohrožují obyvatele, domy, či např. elektrický rozvod
- poničená vegetace vlivem počasí

Někdy musí vegetace uhnout i před modernizací (výstavba nových budov, obchodů, silnic apod.). Ovšem tuto ztrátu se většinou město snaží kompenzovat někde jinde.

Nejsou zde zaznamenány všechny stromy Uherském Hradišti, ale jen nově vysazené a pokácené či ořezané stromy. V kolonce počty kusů jsou zahrnuty kompletní výsadby dřevin (stromů a keřů).

Provedené výsadby na území Uherského Hradiště					
Rok	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
Počet kusů	4 402	2 949	442	600	1 357
Cena v KČ	380 180	380 248	284 672	204 339	262 772

Ořezy a kácečky jsou prováděny hlavně u mohutných stromů. Proto je počet kusů o tolik menší. Stavy ořezaných keřů nejdou dost dobře mapovat, jelikož když se keř vysadí, počítá se za kus, ale většinou se jen ořeže a nevytrhne i s kořeny, je mapování ořezů křovin složité. Nicméně je na ně brán při výsledné sumarizaci ohled.

Provedené ořezy a kácečky na území Uherského Hradiště					
Rok	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
Počet kusů	179	101	138	123	222

Emisní dopad:

10 000 m^2 = 15 t CO_2 / rok

(pokud vezmeme v úvahu stromy i křoviny v poměru 5:25, pak na 1m^2 máme 3 ks vegetace)

1 ha porostu = 15 t CO2 / rok

Provedené výsadby:

2003: 4 402 / 3 = 1 467 m^2 vegetace / 10 000 * 15 = **2 200 kg CO_2**
2004: 2 949 / 3 = 983 m^2 vegetace / 10 000 * 15 = **1 470 kg CO_2**
2005: 442 / 3 = 147 m^2 vegetace / 10 000 * 15= **220 kg CO_2**
2006: 600 / 3 = 200 m^2 vegetace / 10 000 * 15 = **300 kg CO_2**
2007: 1 357 / 3 = 452 m^2 vegetace / 10 000 * 15 = **678 kg CO_2**

Provedené kácečky:
(pokud vezmeme v úvahu,že byly káceny středně velké stromy a rozloze 0,5 m^2, pak musíme poet vydělit 2) – stejný způsob přepočtu viz. výše
2003: 179 / 2 = 89,5 m^2 vegetace = **134 kg CO_2**
2004: 101 / 2 = 55 m^2 vegetace = **82,5 kg CO_2**
2005: 138 / 2 = 69 m^2 vegetace = **103,5 kg CO_2**
2006: 123 / 2 = 61,5 m^2 vegetace = **92,2 kg CO_2**
2007: 222 / 2 = 111 m^2 vegetace = **166,5 kg CO_2**

Celkový statistika emisí:
2003: 2200 - 134 = **2 066 kg CO_2**
2004: 1470 - 85,5 =**1 384,8 kg CO_2**
2005: 220 - 103,5 = **116,5 kg CO_2**
2006: 300 - 92,2 = **207,8 kg CO_2**
2007: 678 - 166,5 = **511,5 kg CO_2**

Za posledních 5 let tedy činností města Uherské Hradiště ubylo 4286,6 kg CO_2.
!Samozřejmě výsledek je brát s nutnou rezervou. Bylo vycházeno s neúplných materiálů.!

4.2) Autobusová doprava v UH

Spalování je součástí procesu transformace chemicky vázané energie paliva na jinou formu energie, převážně tepelnou a elektrickou. Aktivními prvky paliva, tj. nositeli energie, jsou uhlík, vodík a síra a kvalita spalovacího procesu se hodnotí především podle toho, zda se podaří tyto hořlavé prvky dokonale spálit. Produkty dokonalého spalování jsou: oxid uhličitý, voda a oxid siřičitý. Z jednoho kilogramu uhlíku vznikne asi 3,7 kg oxidu uhličitého, ať jde o jakékoli uhlíkaté palivo. Protože klíčovým parametrem paliv je výhřevnost (samozřejmě vedle ceny), je snaha hodnotit paliva podle množství vyprodukovaného oxidu uhličitého na jednotku energie. Pro hodnocení paliv se také používá emisní faktor uhlíku, který jednoduše porovnává obsah uhlíku v palivu s výhřevností paliva. Tato hodnocení umožňují snadné srovnání různých druhů paliv a vítězí v něm paliva s nízkým obsahem uhlíku a s vysokou výhřevností. (Absolutním vítězem je samozřejmě vodík.) Jde však o hodnocení dávno vzniklých paliv, nikoliv o hodnocení způsobu jejich využívání.

Srovnání emisí autobusu na zemní plyn (CNG) a naftového v normě EURO 3 (g/kWh)

emise	plynovový autobus	autobus na naftu
emise NOx	2,08	5,00
organické látky (včetně benz(a) pyrenu)	0,00	0,78
CO	0,01	5,4
pevné částice	0,00	0,16
CH4	0,25	1,6
C02	169	207

Jako každé město má i Uherské Hradiště svoji hromadnou a dálkovou autobusovou dopravu. Obojí obstarává firma ČSAD. a.s.

Počet autobusů za jednotlivá období:

Autobusy celkem včetně MHD								
Rok								
Emisní limity	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
Nestanovený limit	98	83	72	51	46	29	23	17
Euro 0	3	6	2	2				
Euro 1	10	13	11	9	7	7	6	6
Euro 2	30	34	34	37	35	36	36	36
Euro 3	2	9	18	38	49	58	64	64
Euro 4							1	7
Celkem	**143**	**145**	**137**	**137**	**137**	**130**	**130**	**130**

Spotřeba litrů nafty u autobusů rozdělených podle emisních limitů:

Spotřeba nafty	
Norma	**Litrů**
Nestanovelý limit	35
EURO 0	34
EURO 1	32
EURO 2	31
EURO 3	31
EURO 4	31

Zde je uvedena celková spotřeba nafty všech autobusů na 100km:

Spotřeba litrů nafty na 100km všech autobusů (průměr)							
Rok							
2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
4844	4858	4552	4466	4438	4153	4128	4104

Celková ujetá dráha všech autobusů pouze na zemí Uherského Hradiště:

Celkem najeto kilometrů v Uherské Hradišti								
Rok								
	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
najeto KM	369 986	385 476	408 933	410 130	410 627	410 761	409 137	380 355

Všeobecné emisní faktory oxidu uhličitého:

Hnědé uhlí: 0,36 t CO2/MWh výhřevnosti paliva
Černé uhlí: 0,33 t CO2/MWh výhřevnosti paliva
TTO: 0,27 t CO2/MWh výhřevnosti paliva
LTO (nafta): 0,26 t CO2/MWh výhřevnosti paliva
Zemní plyn: 0,20 t CO2/MWh výhřevnosti paliva
Biomasa: 0 t CO2/MWh výhřevnosti paliva
Elektřina: 1,17 t CO2/MWh elektřiny

Vzorec pro výpočet emisí CO2 ze spalování fosilních paliv:
(hmotnost paliva) x (výhřevnost paliva) x (emisní faktor uhlíku) x (1 - nedopal)
Emisní faktor uhlíku (t CO2/MWh výhřevnosti paliva) je stanovený na základě složení místního paliva, které je používáno pro zabezpečení energetických potřeb konkrétního projektu.

Standardně doporučené hodnoty pro nedopal jsou: 0,02 (tj. 2%) pro tuhá paliva, 0,01 pro kapalná paliva a 0,005 pro plynná paliva. Hodnota 0,02 je vhodná pro práškové spalování uhlí, při spalování v roštových topeništích a zejména v domácích kamnech mohou být hodnoty nedopalu vyšší (např. 5 %).

Spotřeba litrů nafty:

2000 - 17 916 454 litrů = **14 930 378 kg**
2001 - 18 726 424 litrů = **15 605 353 kg**
2002 - 18 614 630 litrů = **15 512 191 kg**
2003 - 18 316 405 litrů = **15 263 670 kg**
2004 - 18 223 626 litrů = **15 186 355 kg**
2005 - 17 058 904 litrů = **14 215 753 kg**
2006 - 16 889 175 litrů = **14 074 312 kg**
2007 - 15 609 769 litrů = **13 008 140 kg**

Konečný výpočet množství vypuštěných emisí v Uherském Hradišti:
Vzorec pro výpočet emisí CO2 ze spalování fosilních paliv:
Hmotnost paliva v kg – 1,2 l nafty = 1 kg
(hmotnost paliva) x (výhřevnost paliva) x (emisní faktor uhlíku) x (1 - nedopal)

2000: 14 930 378 * 42,7 * 0,26 * (1-0,01) = **164 099 486 kg**
2001: 15 605 353 * 42,7 * 0,26 * (1-0,01) = **171 518 122 kg**
2002: 15 512 191 * 42,7 * 0,26 * (1-0,01) = **170 494 181 kg**
2003: 15 263 670 * 42,7 * 0,26 * (1-0,01) = **167 762 691 kg**
2004: 15 186 355 * 42,7 * 0,26 * (1-0,01) = **166 912 924 kg**
2005: 14 215 753 * 42,7 * 0,26 * (1-0,01) = **156 245 056 kg**
2006: 14 074 312 * 42,7 * 0,26 * (1-0,01) = **154 690 481 kg**
2007: 13 008 140 * 42,7 * 0,26 * (1-0,01) = **142 972 206 kg**

Přes počáteční nepříznivý vývoj vypuštěných emisí se po pár letech vývoj obrátil a v roce 2007 dosáhl svého minima.

5) Závěr

Co dodat na závěr? Z výše uvedených údajů je jasné, že město Uherské Hradiště nezahálí a pro své občany něco dělá. Můžeme jen doufat, že to vydrží co nejdéle a město bude dále vzkvétat. Boj proti emisím není nikdy vyhraná záležitost, takže město nesmí ve snaze zlepšovat životní podmínky polevit.

STACHOVIČ PETER, Stredné odborné učilište elektrotechnické Gbely

Solárne kolektory v rodinných domoch

Úvod

1 Slnečná energia

Každý rok dopadá na Zem asi 10 tisíc krát viac energie ako ľudstvo za toto obdobie spotrebuje .Na územie Slovenska dopadá asi 200 krát viac slnečnej energie ako je spotreba energetických zdrojov u nás. Je to najväčší obnoviteľný zdroj energie, ktorý sa u nás vyskytuje len zriedka. Využitie energie slnka na výrobu tepla je jej najčastejší spôsob využitia.

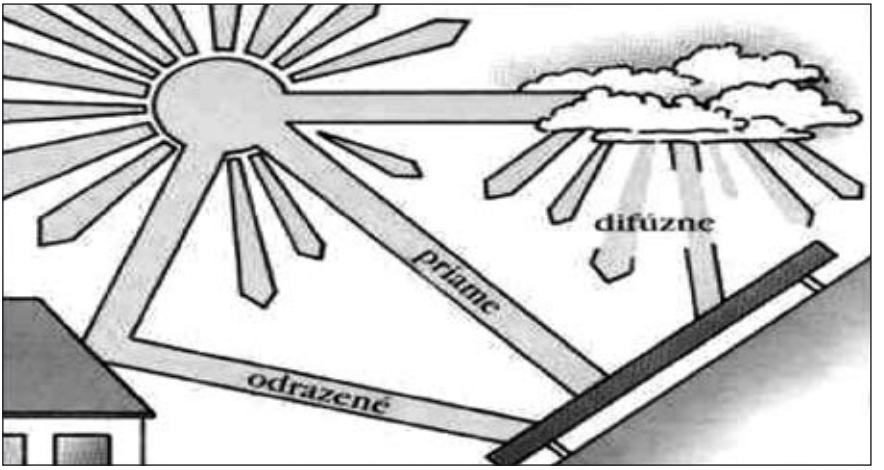
1.1 Druhy slnečnej energie

Priame - takto označujeme slnečné žiarenie pri jasnej oblohe, ktoré dopadá priamo na plochu.

Difúzne - pri každej oblačnosti dochádza k prerušeniu slnečného žiarenia, v dôsledku čoho dopadajú slnečné lúče nepriamo.

Odrazové - okolie každej budovy odráža slnečné žiarenie, aj tieto lúče dopadajú nepriamo.

Globálne - je to suma priameho a difúzneho žiarenia. Pri bezoblačnej oblohe dosahuje hodnotu asi 1000W/m^2, pri zamračenej klesá asi na 80 až 100W/ m^2.



Druhy slnečnej energie

Teplo sa ďalej používa na vykurovanie alebo na ohrev úžitkovej vody. Slnečné kolektory sú lacnejšie aj jednoduchšie technológie ako fotovoltaické panely. Sú preto pre našu krajinu perspektívnejšie. Jednoduchý princíp na akom tieto zariadenia pracujú sú výhodné pre domácich kutilov. Sú finančne nie veľmi náročné a tak sa dajú využiť v školách nemocniciach

1.2 Klimatické podmienky na Slovensku

Z pohľadu využívania slnečnej energie prostredníctvom slnečných kolektorov nie je veľký rozdiel medzi jednotlivými regiónmi Slovenska. Najviac slnečného žiarenia zaznamenávame počas celého roka na juhu Slovenska, najmenej na Orave a Kysuciach, pričom rozdiel medzi najchladnejšími a najteplejšími regiónmi v dopadajúcom množstve energie je približne 15%.

Ako príklad zanedbateľných rozdielov medzi severom a juhom krajiny uvádzam rozdiel slnečného žiarenia dopadajúceho na 1m2 za rok v meste Komárno a v Kysuckom Novom Meste, kde je rozdiel len 13%.

1.3 Pasívne využitie slnečného žiarenia

Najjednoduchšou formou pasívneho vyžívania slnečnej energie je navrhovanie a stavba domov tak, aby množstvo dopadajúcej energie bolo čo najvyššie. Najväčší zisk z pasívneho využitia slnečného žiarenia, a to pri najnižších nákladoch, sa dá docieliť už pri projektovaní budovy. Zásadou býva, že všetky veľké okná by mali byť orientované na juh. Dom s takto orientovanými oknami potrebuje o 10 až 20% menej tepelnej energie ako podobný dom s východno - západnou orientáciou okien.

K pasívnemu využitiu slnečnej energie a úsporám energie taktiež prispievajú aj zimné záhrady alebo presklené balkóny, tie si však často vyžadujú veľké náklady.

2 Aktívne solárne kolektory

Zariadenie ktoré je schopné využívať slnečné žiarenie sa nazýva slnečný kolektor, solárny článok. Na povrch zemskej atmosféry dopadá slnečné žiarenie s intenzitou 1360 W/m^2. Zo žiarenia dopadajúceho na povrch atmosféry sa

34% energie odrazí späť do vesmíru
19% sa absorbuje v atmosfére
47% dopadne na povrch zeme.

Na Slovensko dopadne energia slnečného žiarenia v priemere za rok od 850 do 1100 kWh na m^2 plochy. Rok má 8760 hodín. V našich klimatických podmienkach svieti Slnko od 1300 do 1900 hodín.

2.1 Umiestnenie kolektorov

Pri vyberaní lokality pre kolektory treba mať na mysli, aby k nim bol dobrý prístup na pravidelnú kontrolu a údržbu. Taktiež by nemali byť vystavené vetru lebo to jednak namáha nosnú konštrukciu a tiež to vedie k ich ochladzovaniu a čiže ku tepelným stratám Umiestnenie kolektorov je jeden z najdôležitejších faktorov ovplyvňujúcich účinnosť celého systému. Je niekoľko všeobecných pravidiel podľa ktorých sa riadime pri inštalácii:

Orientácia na juh

Kolektory je vhodné orientovať na juh a mierne na západ. Najväčšia intenzita slnečného žiarenia síce dopadá z južného smeru, ale najväčší výkon kolektory podávajú okolo 14 hodiny, keď sú priemerné teploty vyššie ako doobeda a tak dochádza k menšiemu ochladzovaniu telesa kolektoru. Práve preto je vhodné ich mierne pootočiť do západného smeru, navyše táto orientácia umožňuje využitie lúčov aj pri západe Slnka.

Celodenný osvit slnkom

Počas dňa by sa kolektor nemal dostať do tieňa iných objektov v krajine. Ak nie je možné sa tomu vyhnúť je lepšia ak tento moment nastane doobeda

Sklon kolektorov

Sklon kolektorov závisí od toho v ktorom ročnom období potrebujeme získať najväčší výkon. Pohybuje sa medzi 250 a 500 Pre celoročnú prevádzku sa odporúča sklon 450. Je to vlastne kompromis medzi maximálnym možným využitím zimného slnka nízko nad horizontom a znížením výkonu v letných mesiacoch keď je slnko vysoko. Znižuje sa tak možnosť prehriatia kolektorov a vyvarenia teplonosnej kvapaliny, čo je vlastne havária systému. Na jar a na jaseň je tento sklon ideálny.

Čo najkratšie vedenie od kolektorov ku spotrebiča teda zníženie tepelných strát.. V kolektoroch sa však namiesto hadice používa absorbátor umiestnený v tepelno – izolovanom ramene.

2.2 Konštrukcia absorbéru

Absorbér môže byť vyrábaný v rôznych variáciách. Môže pozostávať z rúrok z rôznych materiálov a rôznymi priemermi. Dôležité je ich uloženie a usporiadanie na podložke. Treba vypočítať pri akom rozložení dosiahne systém najlepšej účinnosti. Napríklad rúry kladené príliš blízko budú vodu ohrievať len veľmi pomaly a rúry s príliš veľkými rozostupmi jej ohrejú len málo. Pri každom návrhu je nutné zosúladiť vlastnosti materiálu, priemery

a rozloženie rúrok. Iným riešením je napríklad tenká medzera medzi dvoma doskami, táto môže mať rôzny profil, využívajúci napríklad spätný odraz lúčov alebo fyzikálne zákonitosti podľa ktorých prúdia kvapaliny. Všetky konštrukcie sa samozrejme snažia zosúladiť rôzne faktory tak aby bolo dosiahnuté čo najväčšej účinnosti v praxi.

Základnou požiadavkou je aby bolo v kolektore čo najviac teplo nosnej kvapaliny a zároveň aby prúdila v čo najmenšom profile a tak sa ohrievala čo najrýchlejšie

2.3 Solárny zásobník

Slúži na akumuláciu tepla získaného kolektormi a ako nádrž teplej úžitkovej vody zároveň.

Alternatívny ohrevný mechanizmus zastupuje úlohu slnka v obdobiach s nedostatočným slnečným svitom. Často to býva elektrické teleso ktoré môže čerpať energiu zo siete alebo v ideálnom prípade napríklad z veternej elektrárne. Kotol so spaľovaním plynu alebo biomasy (najčastejšie dreva) je tiež veľmi rozšíreným riešením.

2.4 Čerpadlo a potrubie

Je dôležité navrhnúť potrubie tak aby jeho parametre odpovedali požadovaným prietokom, tlakom aj teplotám teplo nosnej kvapaliny. Pri nízko teplotných systémoch býva častým materiálom plast. Je lacný, ľahký a nepodlieha korózii, jeho životnosť je však obmedzená.

Veľmi vhodným materiálom vhodným pre všetky systémy je meď. Má dlhú životnosť, malý hydraulický odpor a je vhodná pre všetky tlakové rozpätia aj v havarijných situáciách. Vyššia investícia sa v tomto prípade určite oplatí.

Potrubie musí byť dobre izolované aby nedochádzalo ku zbytočným tepelným stratám, samoodvzdušňovací ventil sa umiestňuje do najvyššieho bodu okruhu.

Solárny zásobník slúži na akumuláciu tepla získaného kolektormi a ako nádrž teplej úžitkovej vody zároveň.

2.5 Ako to vlastne všetko funguje

K samotnej premene energie slnečného žiarenia na tepelnú energiu slúžia kolektory, ktorých nevyhnutnou súčasťou je absorbér zachytávajúci slnečné žiarenie. Nosnú konštrukciu kolektora tvorí rám, ktorý by mal mať nízku hmotnosť, veľkú mechanickú pevnosť, odolnosť proti korózii a vodotesnosť.

Priehľadné pokrytie kolektora predstavuje vlastne jeho tepelnú izoláciu z prednej strany. Tá má zabrániť prenosu tepla, ale umožňuje prestup slnečného žiarenia. Teplo sa pomocou nemrznúcej zmesi odvádza cez trubky, do bojlera, v ktorom výmenník, ohreje úžitkovú vodu.

Elektrické vyhrievacie teleso, prípadne iný zdroj tepla (kotol,....) dohrieva vodu počas zamračených dní. Elektronické ovládanie, zabezpečuje automatickú prevádzku, vypína a zapína obehové čerpadlo. Vyrovnávacia nádoba udržuje rovnomerný tlak a vyrovnáva zmeny objemu kvapaliny.

Toto zariadenie malo vyše sedem rokov a myslím že v tej dobe len málokto z nás vedel čo to je solárny kolektor. Kolektory boli upevnené na streche rodinného domu smerom na juh a v asi 40°uhli.,pretože od juhu svieti najviac slnko a uhol dopadu slnečného lúča je vraj jeden z najlepších. Kolektorov bolo päť každý bol veľký asi 1 x 2 m. Široké boli približne 10 cm. Z kolektorov viedli dve trubky priamo do kotla. Do kotla boli tiež ešte privedené ďalšie dve trubky a to prívod studenej vody a odvod už ohriatej vody. Tiež tam boli ešte trubky pre kúrenie.

Zariadenie bolo tiež napojené na záložný zdroj plyn, lebo slnečné kolektory nie sú schopné pokryť vykurovanie a ohrev vody a to hlavne v zimných mesiacoch.

2.6 Návšteva rodinného domu so solárnymi kolektormi

Kolektor vraj pri 10 až 15°C dokáže vodu ohriať za 1,5 až 2 hodiny keď svieti slnko voda sa ohrieva na 80 °C.Táto teplota sa dá regulovať podľa potreby. Keď však kolektor ohreje vodu na požadovanú teplotu vypne a už ďalej neohrieva. A preto si chce majiteľ zakúpiť 1000 L nádobu do ktorej by ohriatu vodu uskladňoval a tam by vraj ohriata vydržala až 3 dni. Keby bolo zamračené a vtedy majú kolektory slabší výkon používal by ohriatu vodu z nádoby.

Pri mojej návšteve bola teplota vzduchu -2 °C a kolektor mal teplotu 8 °C bol pokrytý snehovou vrstvou a skoro celý deň naň svietilo slnko. Keď v januári bola teplota vzduchu okolo 7 °C a občas sa na oblohe ukázalo aj slniečko teplota vody v radiátoroch bola viac než 30 °C Toto zariadenie bolo dovezené z Českej republiky a stálo približne 110 000 Sk.

Majitel je zo slnečnými kolektormi veľmi spokojný a ľutuje toho že si nedal zariadenie ktoré dokáže ohrievať vodu aj v mínusových teplotách.

Kotol s prívodom a odvodom vody a s pripojením na záložný zdroj plynu

Celkový pohľad na solárny kolektor umiestnený na streche rodinného domu

2.7 Voľba tipu kolektora

Ohrievanie vody na nízke teploty ako to býva pri bazénoch nevyžaduje kvalitný drahý kolektor. V lete keď je veľká intenzita slnečného žiarenia a nedochádza takmer ku žiadnym stratám tepla ochladzovaním kolektora prostredím, úplne postačí najlacnejší druh kolektora bez krycieho skla. Zasklenie by len zbytočne znižovalo účinnosť a zvýšilo cenu.

Pri ohrievaní vody alebo dlážkovom vykurovaní zväčša stačí kolektor z jednoduchým zasklením a bez špeciálnej selektívnej vrstvy, tá ale môže priniesť výrazné zvýšenie účinnosti (hlavne v zime) pri zanedbateľnom cenovom rozdiele.

Pri vykurovaní s klasickým vykurovacím systémom sú potrebné kolektory ktoré zohrievajú vodu na vyššie teploty medzi 60 a 80 °C, postačiť môžu aj kvalitné kolektory z dobrou úpravou povrchu ale najspoľahlivejšie sú vákuové kolektory, ktoré dosahujú aj teploty okolo 100°C

2.8 Vákuové trubicové kolektory

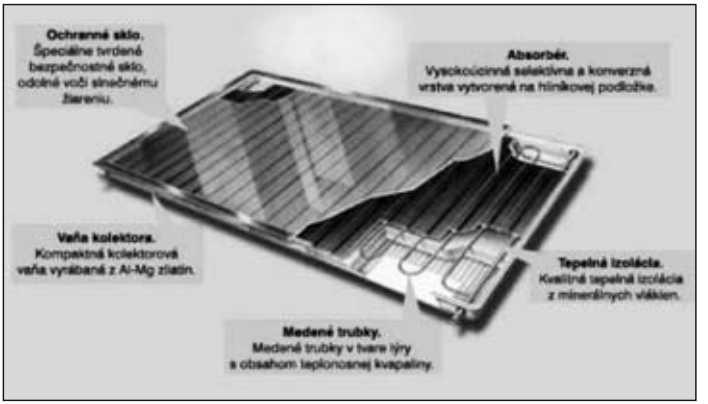
Vákuové rúrové kolektory je možné rozdeliť na kolektory s priamym prúdením a kolektory pracujúce podľa princípu tepelnej trubice. Pri kolektoroch s priamym prúdením preteká teplonosné médium od rozdeľovača ku koncu rúry, odoberá teplo absorbéra, ktorý sa nachádza vo vákuu a tečie opäť do zberača. Prednosťou kolektorov s priamym prúdením je, že nie je potrebný ani minimálny sklon kolektorov. V prípade kolektorov pracujúcich na princípe tepelnej trubice sa v rúre nachádza kvapalina, väčšinou alkohol, ktorá sa odparuje pri nízkej teplote. Táto para stúpa v rúre až na horný koniec, na ktorom je umiestnený malý výmenník tepla. Na tomto výmenníku tepla (kondenzátore) para kondenzuje a odovzdáva svoje teplo nepriamo teplonosnému médiu. Odtekajúca kvapalina sa opäť zohrieva, vyparuje a kolobeh začína od začiatku. Aby tento kolobeh fungoval, kolektor musí mať sklon minimálne 30°.

Veľkou prednosťou tohto systému je, že kolektor je vlastnou konštrukciou bezpečný proti prehriatiu, pretože po úplnom vyparení kvapaliny – teda keď sa neuskutočňuje odber tepla – sa kolobeh zastaví .

2.9 Ploché kolektory

Na ohrev vody a v rastúcej miere i na účely podpory vykurovania sa využívajú v prevažnej miere ploché kolektory. Plochý kolektor sa skladá z plášťa kolektora (väčšinou v podobe hliníkovej vane), absorbéra, tepelne odolnej izolácie s hrúbkou 40-70 mm z minerálnej vlny a priehľadného krytu.

Absorbér býva vyrobený z medeného alebo hliníkového plechu so solárnym lakom alebo selekčnou povrchovou vrstvou, vďaka ktorej takmer úplne premieňa slnečné žiarenie na teplo. Používané sklo je chudobné



Vákuový plochý kolektor

na železo a odolné voči krupobitiu. Slnečné žiarenie prechádza krycím sklom a dopadá na absorbér, v ktorom dochádza k premene energie žiarenia na tepelnú energiu teplo nosnej kvapaliny. Podobný efekt môžeme cítiť v lete v aute, avšak na rozdiel od interiéru auta v kolektore je teplo odvádzané teplo nosnou kvapalinou. Bežne dostupné kolektory vykazujú priemerne 60% účinnosť, zatiaľ čo pri súčasnom stave technického vývoja fotovoltaických článkov sa ich účinnosť pohybuje medzi 11% - 13%.

Vývoj však neustále pokračuje a preto je zrejmé, že táto účinnosť sa bude zvyšovať. Pre inštalácie slnečných kolektorov sa štandardne používa sklon 45°, kedy je využitie intenzity slnečného žiarenia najvyššie. Ploché kolektory sa používajú pre prípravu teplej vody a pre vykurovanie priestorov.

3 Silné a slabé stránky kolektorov

Silné

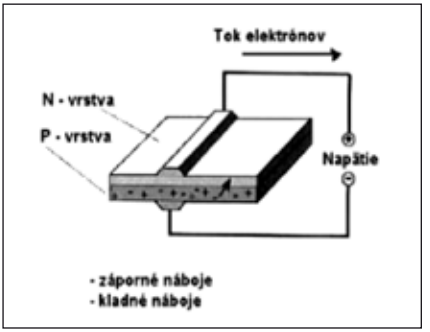
- Konštantná cena tepla počas 20 – 30 ročnej životnosti
- Žiadne negatívne ekologické vplyvy počas celej životnosti
- Zanedbateľné prevádzkové náklady
- Možnosť 100 % recyklácie použitých konštrukčných materiálov
- Relatívne vysoká účinnosť
- Nezávislosť od dodávateľov tepla a rastu cien palív
- Systémy sú najefektívnejšie v oblasti teplôt do 100 °C

Slabé

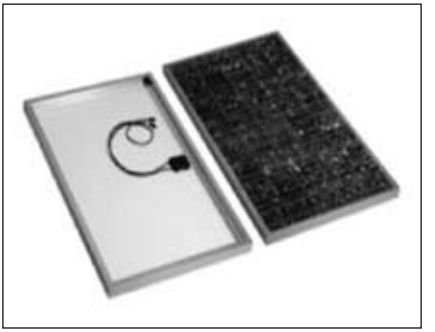
- Relatívne vysoké investičné náklady
- Potreba doplnkových energetických zdrojov
- Problémy s inštaláciou na pamiatkovo chránených budovách
- V našich podmienkach môžu dodávať teplú vodu max. 9 mesiacov v roku

4 Fotovoltaické články

Princíp spočíva v tom, že fotón dopadajúci na polovodičovú štruktúru s PN prechodom excituje elektrón a vytvorí tak dva nositele elektrického prúdu: voľný elektrón a dieru. Solárne články sa skladajú z dvoch kremíkových vrstiev. Horná vrstva kremíka je polovodič typu N (vodivosť sprostredkujú elektróny), dolná vrstva kremíka



Zapojenie článku



Fotovoltaický článok

je polovodič typu P (vodivosť sprostredkujú tzv. diery). Keď do blízkosti PN prechodu prenikne fotón, dôjde k fotoefektu a uvoľnené elektróny začnú prechádzať do hornej vrstvy. Elektróny v spodnej vrstve začnú preskakovať z jedného atómu na druhý, aby zaplnili prázdne miesta. Voľné elektróny v hornej vrstve sa odvádzajú z článku do elektrického obvodu, do ktorého je solárny článok vsadený. Takto vzniká v obvode elektrický prúd počas doby, kedy na solárny článok dopadá svetlo. Elektrická energia sa týmto spôsobom vyrába nehlučne, bez akýchkoľvek pohyblivých súčastí a bez vedľajších produktov. Fotovoltaický systém pracuje automaticky, bez obsluhy a veľkých nárokov na údržbu.

Fotovoltaické články sa spájajú do panelov, v ktorých sú navzájom poprepájané a chránené skleneným krytom. Čím je plocha panelu a intenzita žiarenia väčšia, tým väčší prúd nimi tečie. Výkon panelov sa vyjadruje hodnotou tzv. špičkového výkonu (Wp), čo je výkon zariadenia pri definovaných podmienkach pri intenzite slnečného žiarenia 1 000 W/m^2 a pri teplote 25 °C. Tieto podmienky sa dosahujú za dobrého počasia, keď sa Slnko nachádza v najvyššom bode na oblohe. Na dosiahnutie výkonu 1 Wp pri týchto podmienkach je potrebný článok s rozmermi asi 10 x 10 cm.

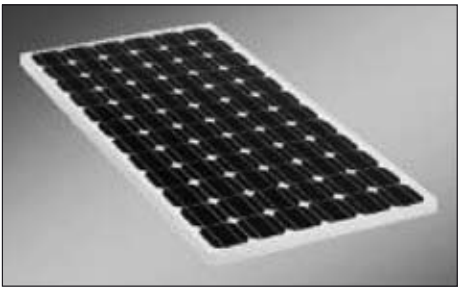
Slnečné články využívajú energiu, ktorá je zadarmo, preto sú ich prevádzkové náklady zanedbateľné a navyše sú veľmi spoľahlivé. Výhodou fotovoltaiky je, že panely možno jednoducho pridávať a tak zväčšovať výkon celého zariadenia. Majiteľ tohto zariadenia môže zväčšovať jeho výkon podľa narastajúcej spotreby energie. Panely i ostatné súčasti sú prenosné, takže ich možno bez problémov inštalovať na akomkoľvek mieste. Články sa dnes nevyrábajú len ako osobitné panely, ale viaceré firmy ich montujú do strešných krytín či vonkajších materiálov na fasády budov. Inštalovanie slnečných článkov do stavebných prvkov výrazne znižuje náklady, pričom slnečné články pôsobia na budovách veľmi esteticky.

Prepojením panelov potom vzniká fotovoltaická rada (pole). Solárne panely sa vyrábajú v niekoľkých výkonových prevedeniach. Menovité výstupné jednosmerné napätie je 12 V pre akumulátory, do siete je to 30 – 300 V. Výkon dodávaný solárnymi panelmi je premenlivý a odvíja sa od intenzity slnečného svitu. Solárne články fungujú aj pri zamračenej oblohe vďaka rozptýlenému svetlu, i keď ich výkon je potom výrazne nižší (cca 10% maxima). V zime je množstvo dopadajúceho slnečného svetla menšie ako v lete a rovnako tak sa vyrobí aj menej elektrickej energie. Životnosť solárnych panelov sa pohybuje od 20 rokov a viac.

Fotovoltaické pole

Monokryštalický kremík

Bol prvý materiál ktorý sa začal využívať v praxi. Jeho účinnosť premeny sa zo začiatku pohybovala okolo 6 %, čo v dnešnej dobe vyznieva už takmer komicky. Od roku 1954 do roku 1975 sa v tomto smere nedosiahlo takmer žiadneho pokroku, pretože výskum sa orientoval predovšetkým na vesmírne použitie, od roku 1975 až do roku 1980 sa túto hodnotu podarilo posunúť len o pár percent a hodnota 17 % bola považovaná za neprekonateľnú.



Monokryštalický článok

Celkový pokrok v týchto rokoch brzdil tiež fakt, že vedci sa sústredili skôr na znižovanie cien ako na zvyšovanie účinnosti. V osemdesiatych rokoch sa stav výrazne zmenil a výsledkom bola účinnosť 35,2 % dosiahnutá v roku 1992 Pekingskou akadémiou vied. Dnes sa v bežnej výrobe v priemere dosahuje účinnosti 12 %. Monokryštalický kremík sa je však stále príliš drahým materiálom a tak sa výskumníci orientujú na výrobu materiálu z nižšou čistotou. Dosiahlo by sa tým menšej energetickej náročnosťi výroby a teda aj výrazného zníženia ceny. Monokryštál sa používa tam kde nie je možné aby mali panely príliš veľké rozmery, v kozmických aplikáciách alebo aj v prípadoch kedy budúceho majiteľa neodrádza značne vyššia cena.

Polykryštalický kremík

Používa sa predovšetkým v praktickej fotovoltaike. Je tvorený väčším množstvom kryštálov. Jednoduchšia výroba ho síce značne zvýhodňuje v cene, ale tiež spôsobuje nižšiu účinnosť premeny - okolo 10 %. Jeho nižšia účinnosť vyplýva zo strát vznikajúcich na rozhraní jednotlivých zŕn - kryštálov.

Multikryštalický kremík

Je to vlastne odroda polykryštalického kremíka. Je podstatne lacnejší ako monokryštalický a dosahuje v praxi celkom dobrej účinnosti od 12 do 14 %. Aby nevznikali straty pri prechode elektrónov rozhraním medzi kryštálmi vznikajú snahy vyrábať multikryštalický kremík s čo najväčšími kryštálmi, účinnosť tohto materiálu je taktiež možné zvýšiť chemickou úpravou vodíkom.

Zapustené vysoko výkonné solárne články dosahujú účinnosť od 14,5% do 16 % a sú zárukou pre extrémne vysoký ročný energetický výnos solárnych modulov. Aby fotovoltaické (ďalej len „FV“) články odolali aj najtvrdším klimatickým podmienkam, boli články vsadené medzi zákryt z tvrdeného skla a hmotu odliatu z EVA.

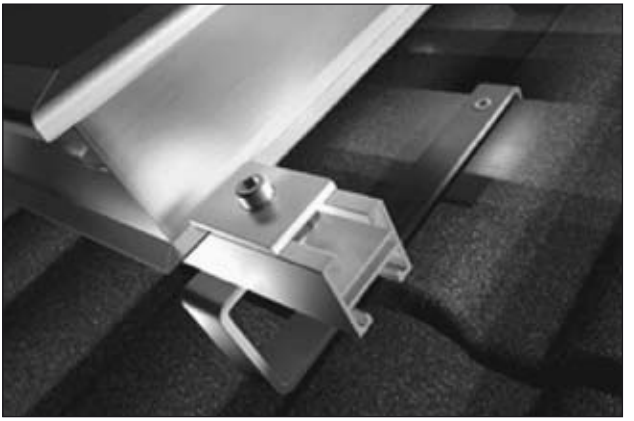
Všetky moduly majú optimalizovanú hustotu energie. Skladajú sa zo série zapojených kryštalických solárnych článkov. Uložením článkov do ochranného EVA laminátu a tedlarového zakrytia zadnej strany sú spoľahlivé a chránené proti vplyvom počasia. Modul je usadený do protiskrutového, eloxovaného hliníkového rámu a splňuje tak najvyššie požiadavky na stabilitu a odolnosť proti korózii. Rám umožňuje upevnenie univerzálnymi montážnymi systémami na akúkoľvek plochu, takže nie je potrebné brať ohľad na montážnu výšku alebo odstupy.

Aby sa zabránilo prehriatiu jednotlivých solárnych článkov a aby bola zaistená spoľahlivá prevádzka celého FV systému, sú v pripojovacej krabici namontované 2 obtokové pomocné diódy. Každý model prejde kontrolou kvality, namerané výkonové dáta sú zaznamenané na zadnej strane modulu.

4.4 Montáž fotovoltaických panelov

Montáž fotovoltaických panelov je vďaka priateľským riešeniam detailov staticky testovanej spodnej konštrukcie kolektora veľmi jednoduchá a rýchla. Pri strešnej montáži sa po vysunutí niekoľkých škridiel priskrutkujú montážne dosky na krokvy.

Strešné kotvy pre spodnú konštrukciu FV panelov sa zavesia na tieto zaťažiteľné montážne dosky. Penová výstuž pod strešnou kotvou efektívne zabraňuje tvorbe zvuku - aj pri silnej záťaži vetra. Potom môže byť strecha znova pokrytá, keďže všetky časti montážnej konštrukcie sú pripevnené na strešných kotvách.



Uchytenie článku na streche domu

4.5 Materiál fotovoltaických článkov

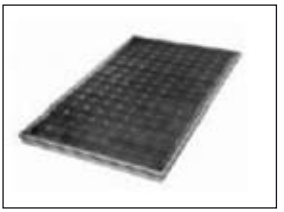
Fotovoltaické panely sa vyrábajú z polovodičových materiálov, ktoré sa používajú v diódach, tranzistoroch a podobne. Dôležité vlastnosti polovodičových materiálov sú vysoká pohyblivosť a dlhá životnosť minoritných nosičov náboja. Tieto požiadavky spĺňa mnoho polovodičov, vo fotovoltaike sa uplatnili predovšetkým:

- kremík (monokryštalický, polykryštalický, multikryštalický)
- arzenid gália
- telurid kadebnatý
- sírnik kadebnatý

4.6 Fotovoltaický systém GRID-ON

Je to systém dodávajúci elektrickú energiu do rozvodnej siete, z ktorej je buď predávaná Slovenským elektrárňam za štátom stanovenú výkupnú cenu 8,40 Sk/kW, alebo je priamo spotrebovaná daným objektom. Skladá sa z troch častí:

1. Fotovoltaický panel
2. Spojovacie káble
3. Striedač



Fv panel

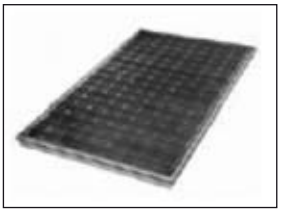
spojovacie káble

striedač

4.7 Ostrovný fotovoltaický systém GRID-OFF:

Je to systém dodávajúci elektrickú energiu pre vlastnú spotrebu objektu, ktorý nie je pripojený k verejnej elektrickej sieti (najmä chaty, samoty atď.). Skladá sa z piatich častí:

1. Fotovoltaický panel
2. Spojovacie káble
3. Striedač
4. Akumulačná batéria
5. Regulátor nabíjania



Fv panel

spojovacie káble

striedač

akumulačná batéria

regulátor nabíjania

4.8 fotovoltaické fasády

Fotovoltaická fasáda je riešením, ktoré posúva architektúru opäť o krok vpred. , hliníkové fasády systémov prichádza s konceptom E2-fasády. Tým dostáva obvodový plášť budov nový rozmer. Fasáda ako konštrukčný prvok, ktorý priestor nielen vytvára, chráni a snaží sa v ňom získanú energiu zachovať, ale tiež ako prvok schopný energiu aktívne produkovať. Objekty sa tak stávajú výrobcami energie, elektrickej alebo tepelnej, čo znamená ich čiastočnú nezávislosť na vonkajšej dodávke energie fotovoltaické moduly priamo integrované do fasády

Hrúbka a druh skla sa pritom líši podľa statických a tepelnotechnických požiadaviek. Tieto fotovoltaické moduly vyrábané na mieru spĺňajú všetky vlastnosti, ktoré sú kladené na moderné fasádne konštrukcie ako je ochrana pred poveternostnými vplyvmi, slnečným žiarením, proti hluková a proti požiarna izolácia, ochrana proti vlámaniu. Sklenená plocha modulov môže mať ľubovolné rozmery od 200 x 300 mm do 2000 x 3000 mm. Možné sú aj špeciálne tvary a zaoblenia. Fotovoltaické moduly je možné začleniť aj do zvlášť náročných konštrukcií.

Moderné fotovoltaické moduly transformujú až 20% dopadajúceho slnečného žiarenia na elektrický prúd. Ďalšou výhodou na mieru vyrábaných modulov je možnosť prispôsobiť sa výtvarnému zadaniu architekta. Štruktúra kremíkových článkov a ich zafarbenie určujú optický vzhľad modulov.

Polykryštalické články majú typickú trblietavú štruktúru. Monokryštalické a amorfné články majú rovnomerný optický vzhľad. Pre optimálnu účinnosť sú články opatrené antireflexnou vrstvou, ktorá im dáva tmavomodrý vzhľad. Pre vytvorenie zvláštnych efektov je možné použiť aj iné zafarbenie fotovoltaických článkov ako napr. zlaté, bronzové, strieborné, zelené, žlté a pod. Vďaka usporiadaniu solárnych článkov vo vnútri modulu a ich podielu na presklenej časti fasády je možné realizovať svetelné efekty a stupeň zatienenia.

Bazénová hala v areáli Aquacity Poprad. Na prvý pohľad je najväčšou dominantou fotovoltaická fasáda, ktorá je na Slovensku a v strednej Európe prvá svojho druhu. Fotovoltaické izolačné dvojsklá sú priamo integrované do transparentnej hliníkovej fasádnej konštrukcie FW50+.

Fotovoltaická plaváreň v Poprade

Predpokladaný energetický zisk systému v Aquacity

Energia globálneho slnečného žiarenia v lokalite Poprad:	1141 kWh/m^2 rok
Sklon modulov:	90°
Faktor sklonu:	0,795
Energia dopadajúca na moduly:	907 kWh/m^2 rok
Celkový povrch článkov:	148 m^2
Účinnosť článkov:	21%
Vplyv teploty:	0,94
Straty v rozvodoch:	0,98
Priem. účinnosť meniča:	0,90
Vyrobená elektrická energia:	23 300 kWh/rok
Inštalovaný výkon:	24,5 kWp
Špecifický zisk:	960 kWh/kWp rok

4.9 Výhody a nevýhody fotovoltaických článkov

Výhody fotovoltaických článkov

- nie sú škodlivé životnému prostrediu
- nehlučné
- nemusíme sa o ne veľmi starať
- bez poruchy pracujú dlhé roky
- životnosť minimálne 20-30 rokov

Nevýhody fotovoltaických článkov

- vysoká cena
- poškodenie vonkajšími živlami
- estetika článkov

5 Záver

Asi len to že slnko môžeme považovať za nášho najlepšieho priateľa. Veď si len skúsme predstaviť, že by slnko prestalo svietiť. Rastliny by prestali vyrábať fotosyntézu, postupne by uhýnali zvieratá a postupom času by vymrelo aj ľudstvo. A preto chráňme si svoje slnko a začnime využívať jeho silu a moc. Prečo si míňame uhlie, ropu, plyn či iné vyčerpateľné zdroje energie z ktorými len znečisťujeme ovzdušie a zväčšujeme ozónovú dieru. Veď tu máme slnko ktoré nám ponúka svoju energiu zadarmo.

Keď si náhodou niekedy budem stavať dom určite na jeho streche nájdete slnečné kolektory a fotovoltaické články pretože je to super vynález a po pár rokoch sa mi peniaze vrátia a ja si budem užívať teplú vodu a podlahové kúrenie spolu z elektrinou úplne zadarmo. No povedzte nie je to super?!

VÍT OPRAVIL, Střední škola stavební Třebíč, Kubišova 1214

VYUŽITÍ TEPELNÉHO ČERPADLA V RODINNÉM DOMĚ

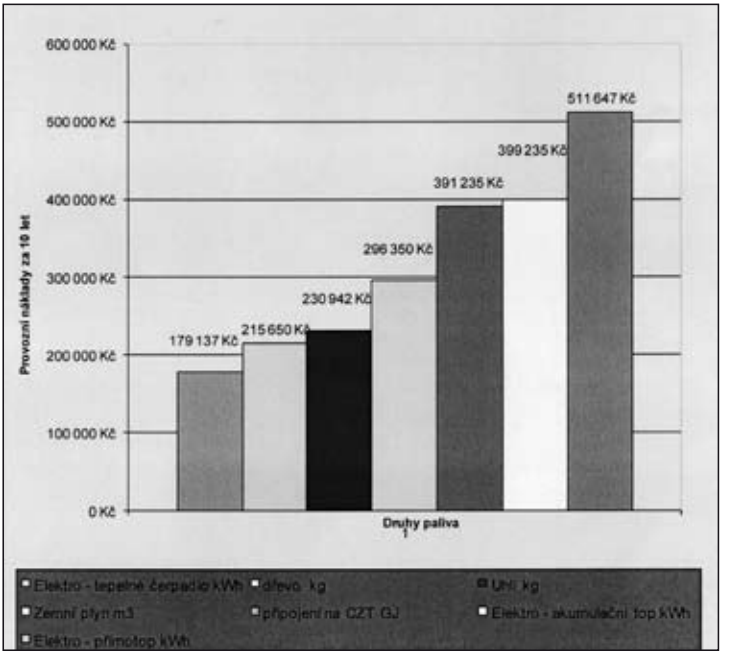
1.1 Proč investor zvolil tepelné čerpadlo?

Investor začal rekonstrukci otopné soustavy v rodinném domě. Jako zdroj energie mohl zvolit plyn nebo elektrickou energii. Odbornou firmou si nechal vypracovat studii. Z této studie vyšlo jako ekonomicky výhodnější z hlediska provozních nákladů vytápění pomocí elektrické energie.

Investor je nakloněn využívání obnovitelných zdrojů energie, proto v konečné fázi zvolil tepelné čerpadlo vzduch-voda.

Graf návratnosti

Uvedená data platí ke konci roku 2006



Na tomto grafu můžeme vidět kolik se nám s tepelným čerpadlem oproti ostatním palivům vrátí za 10 let.
V tomto grafu je pracováno z informace ze dne 1. 9. 2006 kdy se tepelné čerpadlo instalovalo.

1.2 Typ a technické údaje tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo McQuay M5AC 055 CR je vhodné pro vytápění a ohřev TUV rodinného domu o tepelných ztrátách cca 15kW.

Toto čerpadlo je typu vzduch – voda typ (s jednofázovým motorem) pro venkovní instalaci, které má tepelný výkon 16,68kW (+7/+35 °C) - teplota vzduchu / teplota vody). K pokrytí maximálních ztrát bude sloužit bivalentní zdroj – elektrokotel, který je součástí akumulační nádrže na 300 l. Součástí této nádrže je výměník na předehřev teplé vody. Předehřátá užitková voda může jít do bojleru 100 l s 3,5 kW elektrickým dohřevem.

Tepelné čerpadlo ohřívá vodu v nádrži na cca 52 °C. Pokud je teplota nižší než požadavek některého z okruhů je sepnuto tepelné čerpadlo. Pokud nestačí výkon tepelného čerpadla, je sepnut **bivalentní zdroj, což jsou elektrické spirály**, které doplní zbytek požadovaného výkonu (**lze nastavit venkovní teplotu, od které se požadovaná teplota v akumulační nádrži zvedá dle vzorce SET 1 = SET 1 + D * C4**). V akumulační nádrži je zabudován průtočný ohřívač na TUV, také doplněný el. dohřevem.

Součástí dodávky tepelného čerpadla je řídící systém **CAREL IDRZO** pro připínání bivalentního zdroje, který současně slouží jako ekvitermní regulace. Tento regulátor má tendenci pracovat proti poklesu regulované veličiny. Proti poklesu teploty působí zvětšená produkce tepla. V našem případě je regulace čtyřstupňová.

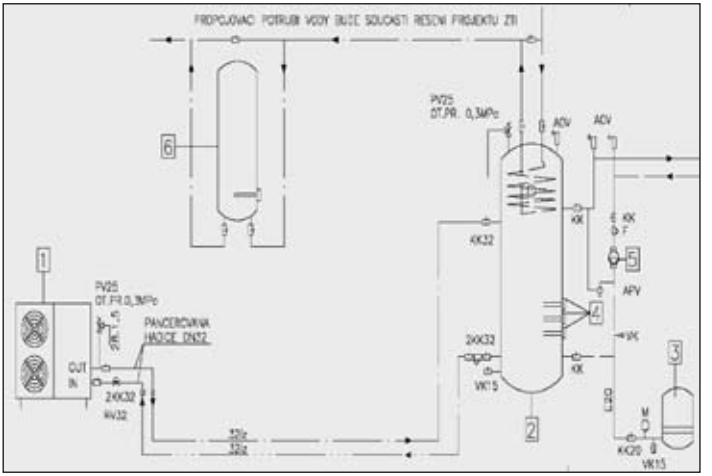
Postupně spíná: 1. stupeň - tepelné čerpadlo , 2. stupeň - el.topná tyč 3 kW, 3. stupeň - el.topná tyč 6 kW, 4. stupeň - el. topná tyč 6 kW.

Tepelné čerpadlo	Jednotka	M5AC055CR
Topný výkon	kW	14,6
Celkový příkon	kW	6,0
Průtok vody	l/s	0,75

Tepelné čerpadlo	Jednotka	M5AC055CR
Výška	mm	1410
Šířka	mm	1010,0
Hloubka	mm	460,00
Hmotnost	kg	173

1.3 Schéma celé soustavy

Tepelné čerpadlo bylo instalováno do otopné soustavy, která byla napojena na zdroj tepla v podobě kotle na tuhá paliva, konkrétně litinový kotel VIADRUS U 22 HERKULES. Původní soustava se rozdělila na dvě samostatné části, z nichž jeden byt zůstal napojen na původní kotel a druhá část (část investora) byla osazena tepelným čerpadlem vzduch-voda včetně příslušenství, dle schématu



LEGENDA

1 TEPELNE CERPADLO M5AC055CR TOPNY VYKON 16,1 kW, PRIKON 6 kW
2 AKUMULACNI NADRZ OBJEM 300L
3 EXPANZOMAT
4 EL. TOPNA TELESA 2x 6kW, 1x 3kW
5 OBEHOVE CERPADLO
6 EL. OHRIVAC VODY

KK KULOVY KOHOUT
F ZAVITOVY FILTR
PV POJISTNY VENTIL ZAVITOVY
VK VYPOUSTECI KOHOUT
AOV AUTOMATICKY ODVZDUSNOVACI VENTIL
T TEPLOMER
M TLAKOMER
RV REGULACNI VENTIL PRUTOKU
APV AUTOMATICKY PREPOUSTECI VENTIL

——— · ——— PROPOJENI TEPELNEHO CERPADLA A AKUMALACNI NADOBY – PRIVOD
—— · · · —— PROPOJENI TEPELNEHO CERPADLA A AKUMULACNI NADOBY – ZPETNE
——————— POTRUBI – PRIVOD
—— —— —— POTRUBI– ZPETNE

1.4 Připojení tepelného čerpadla do rodinného domu

Tepelné čerpadlo bylo umístěno na východní stranu domu. Bylo to kvůli tomu, že na této straně jsou umístěny betonové panely a také proto, že z druhé strany stěny je volná místnůstka, do které bylo možno všechno zařízení uložit. Na tepelném čerpadle byla vytvořena stříška proti povětrnostním vlivům. Tepelné čerpadlo je postaveno na 4 Silentbloky, které umožňují tepelnému čerpadlu při chodu kdy celá konstrukce čerpadla vibruje, aby se neposunovalo a tlumí vibrace vzhledem k betonovým deskám.

1.5 Samotný průchod přes stěnu

Do zdi se vysekala díra přes celou stěnu, protáhly se trubky s elektroinstalací a poté se na trubky navlékla izolace v podobě tubexu a zbylý otvor se zaplnil lepidlem.

Tepelné čerpadlo, jak je vidět i z obrázku, je neobvykle daleko od stěny z důvodu otevírání elektroinstalační skřínky, která zde byla už dříve. K tepelnému čerpadlu byla vybudována i nová elektrická přípojka.

1.6 Zakrytí celé technologie

Po odkrytí závěsu je vidět akumulační nádrž a přídavná zásobníková nádrž

Akumulační nádrž

Slouží k akumulaci tepla z tepelného čerpadla probíhající tak, že se tepelné čerpadlo nahřívá neustále vodu na stejnou teplotu a podle potřeby se z akumulační nádrže teplo buď rozvádí dál do otopných těles a nebo se zní ohřívá TUV.

Rozvody z Akumulační nádrže pro přídavný zásobník a systém Expanzomat slouží k vyrovnávání tlaků v soustavě

Řídící jednotka celého systému

Celý řídící systém tepelného čerpadla je umístěn v této malé krabičce, jejímž úkolem je dohlížet na celý chod tepelného čerpadla. Chod tepelného čerpadla nastavila prováděcí firma při uvedení tepelného čerpadla do provozu.

Jak majitel může ovlivnit teplotu?

Majitel ovlivňuje teplotu v místnostech pomocí týdenního programovatelného prostorového regulátoru.

Elektro rozvaděč

Přijímá povely z řídící jednotky a uvádí do chodu ventilátory, čerpadlo atd. Vzhledem k vysokému elektrickému vytížení je celý systém chráněn jističi.

1.7 Cena za kompletní strojovnu, včetně regulace a ohřevu TUV

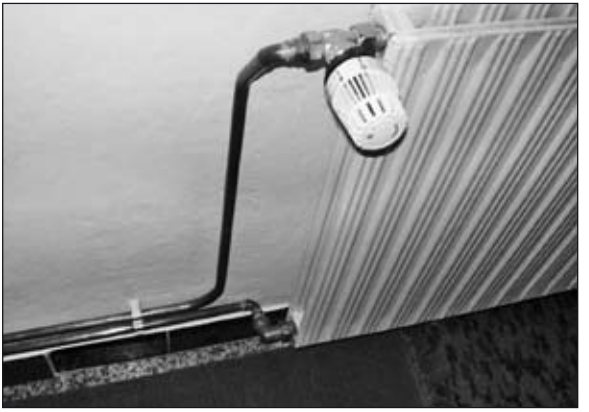
Název	Jednotky	sazba
Tepelné čerpadlo		
Tepelné čerpadlo M5AC 055 CR (napájení: 220-240/1/50)	1	119 546 Kč
Montáž tepelného čerpadla	1	7 700 Kč
Silentbloky	4	528 Kč
Nemrznoucí směs	100 l	6 930 Kč
Akumulační nádrž		
Akumulační nádrž 300 l s průtočným ohřevem vody	1	21 120 Kč
Jednoduchá regulace		
Řídící relé IDRZ	1	6 479 Kč
El. motorická instalace		
El. motorický rozvaděč	1	15 444 Kč
El. patrony (3kW, 2x 6kW)	3	2 640 Kč
Materiál el. motorické instalace	1	2 750 Kč
Montáž el. motorické instalace	1	7 150 Kč
Revizní zpráva el. motorické regulace	1	1 650 Kč
Oživení jednotky	1	5 775 Kč
Doprava 10,-Kč/km		1 920 Kč
Schéma zapojení strojovny	1	3 850 Kč
CELKEM		**203 482 Kč**

Cena celkem 203 482 Kč bez DPH (cena včetně projektu)

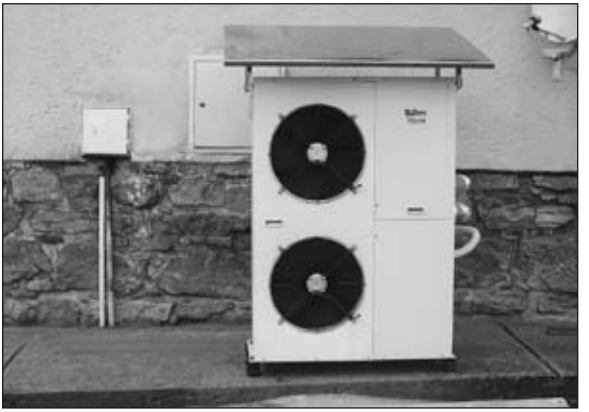
Všechna tepelná čerpadla firmy McQuay jsou vybaveny kompresory SCROLL. Tepelná čerpadla McQuay pracují výhradně s chladivy bez obsahu Freonu (R410 A).

1.8 Otopná soustava po rekonstrukci?

Nově vzniklá otopná soustava s tepelným čerpadlem byla revidována na nižší tepelný spád (55/35 °C). Prohlídkou a přepočtem tepelných ztrát bylo zjištěno, že instalovaná tělesa byla pro jednotlivé místnosti v původní otopné soustavě, napojené na kotel s tepelným spádem 85/65 °C předimenzována (důsledek původní instalace topenářem, který volil tělesa ze zkušeností a ne výpočtem). Proto bylo možné tělesa nechat původní, která postačí i na vytápění tepelným čerpadlem. Na přání investora byly pouze vyměněny původní ocelové rozvody dimenzované na topení přirozeným oběhem vody (velké průměry potrubí) za nové z potrubí měděného dimenzované na provoz oběhového čerpadla, které je součástí příslušenství zdroje s tepelný čerpadlem. Dále byly vyměněny radiátorové ventily za termostatické, které vyřešily problém s regulací teploty v jednotlivých vytápěných místnostech.



Tepelné čerpadlo



1.9 Průzkum

Co na to majitel?

Investor si tepelné čerpadlo nemůže vynachválit. Líbí se mu komfort topení a údržba tepelného čerpadla je taky bez problémů. Jediný zápor, co má tepelné čerpadlo, je vysoká pořizovací cena, ale jinak si myslí, že se tepelné čerpadlo určitě vyplatí a své investice nelituje.

A co na to sousedi?

Provedl jsem průzkum sousedů v okolí 200 metrů a ptal jsem se jich jestli jim tepelné čerpadlo v sousedství vadí a pokud ano tak proč.

Výsledek:

Můj průzkum dopadl velice překvapivě. Jak můžeme vidět na fotografii je tepelné čerpadlo relativně blízko dalšího rodinného domu cca 10m a tito sousedi mě na mou otázku odpověděli, že pokud by to neviděli na vlastní oči, tak by o tom ani nevěděli, že je to v noci a ani přes den absolutně vůbec neruší a ani žádným jiným způsobem.

Vzhledem k tomu, že nemají žádnou zvukovou izolaci tak si myslím že, tepelné čerpadlo ve zkoušce hluku určitě obstálo.

Co na to odborník?

Majitel firmy, který tepelné čerpadlo navrhl a namontoval, má na tepelné čerpadlo názor takový, že, cituji: „V současné době hodně lidí odradí vysoká pořizovací cena tepelného čerpadla, ale myslím si, že vzhledem ke zvyšujícím se cenám paliv se tento druh vytápění do budoucna určitě vyplatí."

Můj osobní názor

Jakmile jsem se rozhodl zpracovávat toto téma, moc jsem netušil o co jde, ale po několika dnech jsem byl už trochu v obraze a tato technologie se mi moc zalíbila hlavně vzhledem k životnímu prostředí, ke kterému je tato technologie velmi šetrná. Myslím si, by se u nás mohla začít tepelná čerpadla určitě více rozvíjet a podle mě, pokud se na trh nepřijde snějakou novou a levnější technologií, tak tepelná čerpadla čeká určitě velice slibná budoucnost.

Děuji investorovi a firmě OHO s.r.o., že mi dodali potřebné informace ke zpracování této práce.

Matěj Žák, Gymnázium Jana Nerudy, Komenského 9, Praha 3

Využití bioplynu z ČOV Kralupy nad Vltavou

Úvod

Každý den, každý z nás, využíváme elektrickou energii (nebo její transformace) a všichni to považujeme za samozřejmost, o které již ani nepřemýšlíme. Do práce a škol jezdíme městkou hromadnou dopravou, aniž bychom si uvědomovali, že tramvaj ani metro nejezdí jen na slovo boží. Ve škole, nebo zaměstnání, používáme počítače, mobilní telefony a spoustu dalších drahých technických vymožeností, které by pro nás však bez elektrické energie byly jen bezcennými cetkami. Po vyčerpávajícím dnu si pouštíme u teplé večeře televizi a popíjíme chlazené nápoje. A konečně usínáme nad otevřenou knihou za svitu žárovky.

V současné době má Česká republika, jako jedna z mála evropských zemí, elektrické energie nadbytek, a tak ji vyváží. V roce 2006 bylo vyrobeno 84,3 TWh elektřiny, tuzemská spotřeba činila však pouze 71,7 TWh. České jaderné elektrárny (Dukovany, Temelín) vyprodukují přibližně třetinu ze zmíněné celkové výroby elektrické energie, avšak Dukovany s nejvyšší pravděpodobností ztratí již v roce 2025 licenci k provozu a 1,6 GW, které Dukovany v současnosti vyrábějí, bude třeba nahradit. Vláda se však v koaliční smlouvě zavázala Straně zelených, že nezahájí další výstavbu jaderných elektráren minimálně do konce tohoto volebního období (tj. do roku 2010). A ani s ložisky uhlí nelze počítat nadlouho. Při stávající těžbě tuzemských ložisek černého uhlí se jeho zásoba odhaduje pouze do roku 2030. Pro uhlí hnědé je prognóza o něco veselejší, avšak ani rok 2050 není zrovna uspokojující zprávou. Jako další alternativou zdrojů energie do doby než se tedy zahájí stavba dalších jaderných elektráren, bez kterých se česká energetika s nejvyšší pravděpodobností neobejde, se nabízí zemní plyn (Rusko – 75% zdroje), energetické úspory a obnovitelné zdroje. Ve Zprávě k dalšímu postupu při zajišťování energetické bezpečnosti státu, která je prací ministerstva zahraničních věcí, se však uvádí, že výhradní orientace na zemní plyn by znamenala „téměř naprostou rezignaci na energetickou bezpečnost Česka“ v případě dlouhodobého výpadku ruských dodávek zemního plynu. Česká republika se Evropské unii zavázala, že do roku 2010 se bude podíl energie z obnovitelných zdrojů rovnat osmi procentům, ale zatím se nejeví jako reálné tento cíl splnit, vzhledem k tomu, že podíl obnovitelných zdrojů na energetice ČR je stále pod pěti procenty.

Domnívám se, že tento cíl nebude však dosažitelný nikdy, pokud nebude informovanost o obnovitelných zdrojích dostatečná. Čistírnu odpadních vod (využití odpadů obecně) jsem si vybral pro svoji práci právě především pro nízkou informovanost veřejnosti o tomto zdroji a zároveň pro skutečnost, že považuji energetické využívání odpadů, jakým je také anaerobní stabilizace kalů, za jedno z nejlepších řešení alternativního zdroje energie. Čistírnu odpadních vod v Kralupech nad Vltavou jsem osobně navštívil a musím konstatovat, že se jedná o zařízení, které mě fascinovalo svojí důmyslností jak v čistění vod tak i v následném využívání odpadního surového kalu, který vzniká při čistících procesech. Dále bych také rád upozornil na skutečnost, že jde o zařízení velmi složité, které pro dokonalé pochopení vyžaduje studium specializovaných škol a má práce se soustředí především na využívání bioplynu anaerobní stabilizací kalu. Je tudíž možné, že odbornou veřejnost nemusí plně uspokojit popis základních čistících procesů, které však jsou s následnou výrobou bioplynu úzce spjaty a je tedy nutné je alespoň částečně přiblížit.

1. Základní údaje o stavbě

místo stavby:	Kralupy nad Vltavou
majitel	Vodárny Kladno – Mělník a. s. (poskytnutí systémové dotace na rekonstrukce Ministerstvem zemědělství ČR)
provozovatel:	Středočeské vodárny a. s.
počet napojených obyvatel:	20 248
průměrný denní přítok Q_{24}:	11 232 m^3/d
přítoky odpadních vod:	Kaučuk 1 (K 1 – předčištěné odpadní vody z výroby styrenu a splaškové vody) Kaučuk 2 (K 2 – předčištěné odpadní vody z výroby kaučuku) město (splaškové vody a místní průmysl), stanice svozových vod (splaškové vody)
rok uvedení do provozu:	1961
rok poslední rekonstrukce:	2002 – 2004
důvod poslední rekonstrukce:	kvalita čištěné vody nebyla v souladu s legislativou ČR a EU

2. Odpadní vody

Znečištění vod můžeme definovat jako změnu fyzikálních, chemických nebo biologických vlastností vody, která omezuje její použití k danému účelu. Pojem znečištění je však pojmem relativním. Znečišťující látky lze řadit do mnoha skupin (např. rozpuštěné – nerozpuštěné; organické – anorganické; koloidní, plovoucí, usaditelné atd.). Na první pohled je tedy zřejmé, že neexistuje žádný dostupný proces čištění vod, kterým by bylo možné odstranit z vody všechny formy znečištění naráz. Na odstranění znečištění vody je nutno tedy seřadit zpravidla několik zařízení a procesů za sebou tak, aby bylo čištění vody úspěšné. Sled takových zařízeních pak můžeme nazývat čistírnou odpadních vod (dále jen ČOV). Důležitým aspektem pro výběr konkrétních čistících zařízení je právě druh znečištění odpadních vod, které do čistírny přitékají. V případě ČOV Kralupy nad Vltavou jde z větší části o předčištěné odpadní vody z chemického průmyslu a splaškové vody (Kaučuk 50 – 55% znečištění).

Pro možnost reálné představy o objemové kapacitě ČOV Kralupy nad Vltavou zde uvádím několik údajů o průtoku odpadních vod čistírnou (tabulka č. 1).

Č. 1 MNOŽSTVÍ ODPADNÍCH VOD	**Značka**	**Výhled**	**Jednotka**
Průměrný denní přítok na ČOV	Q_{24}	**11232**	m^3/d
		468,0	m^3/h
		130	l/s
Podíl balastních vod	Q_B	**zahrnuto v Q_{24}**	
Podíl průmyslových odpadních vod	$Q_{24,p}$	**cca 45% z Q_{24}**	
Denní (výpočtový) přítok	Q_d	**12 853**	m^3/d
		535,5	m^3/h
		148,8	l/s

Maximální hodinový přítok	Q_h	**772,0**	m^3/h
		214,4	l/s
Maximální dešťový přítok na ČOV	Q_{MAX}	**297,8**	l/s
Maximální dešťový přítok do biologického stupně	$Q_{MAX,B}$	**1072,0**	m^3/h
		297,8	l/s

(Zdroj tabulky č. 1 – 3: Čistírna odpadních vod K. n. V. – Provozní řád)

3. Čištění odpadních vod

Popis jednotlivých čistících zařízení a prostředků v ČOV Kralupy nad Vltavou považuji za nezbytný pro chápání veškeré problematiky spjaté s následnou výrobou a zpracováním bioplynu, proto zde uvádím alespoň stručné údaje. Zařízení jsou popsána tak, jak jsou v reálném prostoru funkčně a technologicky zařazena za sebou.

3.1. Mechanické čištění

Cílem mechanických čistících procesů, označovaných jako hrubé předčištění, je zabránění průniku některých větších plovoucích nebo sunutých předmětů dále do areálu čistírny. Větší suspenze by mohly negativně narušovat některé čistící procesy, ale především by mohlo dojít k závadám na strojním vybavení ČOV. Jedná se především o odpadky, dřevo, štěrk, písek apod. Hrubé předčištění tudíž slouží jako jakási ochranná část čistírny.

Tímto způsobem je nutno standardně čistit přítoky z Kaučuku (K 1), města, ale také svozové (fekální) vody, pocházející zpravidla z čištění septiků a kanalizací.

3.1.1. Hrubé česle

V přítoku do čistírny jsou nainstalovány automaticky stírané (v případě poruchy je nátok veden přes ručně stíratelné) hrubé česle o průtokové kapacitě 300 l/s. V podstatě jde o jakousi mříž bránící průniku větších plovoucích nečistot dále do čistírny, konkrétně do čerpací stanice. Zachycené nečistoty jsou ukládány do kontejneru na shrabky a následně odváženy na skládku odpadů.

3.1.2. Čerpací stanice

Úkolem čerpací stanice je čerpání přitékajících odpadních vod na úroveň terénu tak, aby jejich další průtok čistírnou byl čistě gravitační. Jde o kaskádu ponorných čerpadel v sestavě 2 + 1 + 1, která jsou postupně zapínána podle objemu protékajících vod. Dvě čerpadla jsou určena pro čerpání běžných přítoků ČOV, která jsou zálohována jedním čerpadlem stejného typu. Poslední ze čtveřice čerpadel je zde za účelem čerpání vod z dešťových přívalů.

3.1.3. Jemné česle

Výtlaky z čerpací stanice jsou zaústěny na samočisticí jemné česle. Jak už název napovídá, jde o blízkého příbuzného česlí hrubých, zajišťují tedy stejnou funkci jen s podstatně menšími průlinami mezi česlicemi (6 mm). Přímo pod česlicemi se nachází lis na shrabky s promýváním o výkonu do $5m^3/h$ shrabků po zhutnění. Podávací šnek lisu pak zajišťuje dopravení slisovaných a promytých shrabků předem připraveného kontejneru. Automaticky stírané jemné česle je možné v případě revizí nebo oprav obtokovat paralelním kanálem přes ručně stírané česle.

3.1.4. Lapáky písku

Z česlovny jsou odpadní vody zaústěny přímo do tzv. lapáků písku. V lapácích se odstraňují těžké anorganické látky (písek, úlomky skla apod.), které by mohly narušit následující čistící procesy. Lapáky pracují na principu snížené průtočné rychlosti vody tak, aby se v nich zachytily pouze anorganické částice do 0,1 mm a větší. V ČOV Kralupy nad Vltavou jsou instalovány tzv. vírové lapáky.

3.1.5. Usazovací nádrž

Dalším zařízením mechanického čištění je tzv. usazovací nádrž. Nejmenší anorganické částice (nezachycené předešlými procesy) a organické částice se usazují v kruhovité nádrži o průměru 25 m a hloubkou 2,5 m. Odpadní vody přitékají vtokovým válcem do středu nádrže, odtok z nádrže je zajištěn obvodovým sběrným žlabem. Sediment, označovaný jako primární kal, je stíracím zařízením stírán do středové jímky nádrže, odkud je pravidelně odpouštěn do jímky. Usazovací nádrž je zároveň vybavena zařízením na stírání plovoucích nečistot (tuků), které jsou ukládány do jímky a následně převáženy do vyhnívací nádrže. Do usazovací nádrže je zaústěn také přítok z Kaučuku (K 2), který standardně není třeba mechanicky čistit.

3.2. Biologické čištění

Popisem biologické části čistírny se dostávám již blíže k tématu, které jsem si pro svojí práci vybral. Při biologických čistících procesech totiž nevyhnutelně vzniká tzv. kal, který je již energeticky využitelný (viz. níže).

Základním principem biologického čištění jsou biochemické oxidačně – redukční reakce. Část neodstraněných organických látek z odpadních vod se oxiduje na CO_2 a H_2O, další část se spotřebuje na syntézu zásobních látek mikroorganismů, což jsou nejčastěji polysacharidy a lipidy. Syntéza se projevuje zvyšováním hmotnosti tvořené biomasy a rozmnožováním samotných mikroorganismů. Zjednodušeně řečeno by se tedy dalo říci, že odpadní látky, nežádoucí v čištěné vodě, se stávají příjmem potravy mikroorganismů.Těla těchto mikroorganismů (kal) představují přibližně 1 – 2 % objemu čištěných vod.

3.2.1. Oběhová aktivace

Aktivační proces je označovaný jako kontinuální kultivace mikroorganismů v nesterilních podmínkách. Odpadní voda je přiváděna do 2 nezávislých oválných aktivačních nádrží, kde se mísí s již aktivovaným kalem. Mikroorganismy v aktivovaném kalu pak odstraňují znečištění z přitékající odpadní vody. Nádrže oběhové aktivace se dělí na dvě zóny. První je oxická zóna, kde se odstraňuje organické znečistění a probíhá zde zároveň nitrifikace, zajišťována aeračním systémem. Naproti tomu v zóně anoxické probíhá denitrifikace za současného spotřebě organického znečištění. Aktivační směs cirkuluje v nádržích a neustále tak střídá obě zóny.

3.2.2. Dosazovací nádrž

Dosazovací nádrže slouží ke konečnému oddělení aktivovaného kalu od vyčištěné vody. Z aktivační směsi z oběhové aktivace se aglomerací vloček aktivovaného kalu vytváří suspenze s lepšími separačními vlastnostmi a kal se pak usazuje na dně nádrže, odkud je řetězovými shrabováky stírán do kónických kalových jímek u konců nádrží.

4. Kalové hospodářství

Údaje o kalovém hospodářství ČOV považuji pro tuto práci za klíčové informace, neboť právě v kalovém hospodářství čistírny je přebytečný kal (nepotřebný pro čistící procesy) zpracováván anaerobní stabilizací na energeticky využitelný bioplyn.

Provoz kalového hospodářství (zahuštění přebytečného kalu, anaerobní stabilizace, odvodnění kalu, odstranění stabilizovaného kalu) představují až 50 % celkových provozních nákladů čistírny. Vzhledem k tomu, že surový kal obsahuje 50 – 80 % původního znečištění vody a jedná se tudíž o nebezpečný odpad, je nutné ho také jako nebezpečný odpad posuzovat. Zpracování kalů musí být takové, aby bylo přijatelné pro životní prostředí a zároveň ekonomicky únosné. Energie je v kalech obsažena ve formě organických látek, jejichž množství se v sušině kalu pohybuje v rozmezí 65 – 70 %, což představuje 15 až 18 MJ / kg sušiny.

Ukládání kalu na skládky, jak je v některých evropských zemích běžné, se nepokládá za dlouhodobě nejlepší řešení, protože kaly lze energeticky využívat coby obnovitelný zdroj, na což se také snažím upozornit touto prací.

Č. 2 Základní údaje kalového hospodářství		
Primární kal	**Jednotka**	**Hodnota**
Produkce primárního kalu	kg/d	1199
Koncentrace primárního kalu	kg/m^3	40
Objemové množství primárního kalu	m^3/d	30
Přebytečný aktivovaný (sekundární) kal		
Produkce přebytečného kalu	kg/d	1569
Koncentrace přebytečného kalu	kg/m^3	7,9
Objemové množství přebytečného kalu	m^3/d	199
Chemický kal		
Produkce chemického kalu	kg/d	563
Koncentrace chemického kalu	kg/m^3	7,9
Objemové množství chemického kalu	m^3/d	72

4.1. Anaerobní stabilizace

Nejrozšířenějším způsobem zpracování čistírenských kalů je v současnosti jejich anaerobní stabilizace, při níž dochází k přeměně většiny biologicky rozložitelných látek na bioplyn za současné stabilizace a hygienizace kalu. Nespornou výhodou stabilizace kalů je fakt, že získaná energie v kogenerační jednotce je vyrobena z odpadu, tj. z látek, které nejsou využitelné a dokonce nebezpečné pro životní prostředí. Další předností je pak ta skutečnost, že metan se podílí z globálního hlediska přibližně 20x větší měrou na skleníkovém efektu než oxid uhličitý. Metan tudíž lze oxidací (hořením) transformovat právě na méně škodlivý oxid uhličitý za současného energetického zisku, což mimochodem považuji ze velmi delikátní řešení dvou problémů naráz.

Destrukční metody energetického využívání kalů zahrnují přímé spalování kalu, kdy se energie organických látek převádí oxidací na tepelnou energii, která se s účinností pouze 11 % převádí na energii elektrickou. Oproti tomu anaerobní stabilizace kalů za transformuje energii organických látek na čistou energii (bioplyn) s účinností 70 %. Mimo to stabilizace kalů může zpracovávat substráty s vysokým obsahem vody, kdy spalování by bylo neekonomické.

Pro možnost reálné představy o využití a zpracování kalu v ČOV Kralupy nad Vltavou uvádím konkrétní záznamy z Provozního řádu čistírny (tabulka č. 3).

Č. 3 Anaerobní stabilizace kalu			
		Jednotka	**Hodnota**
Technologické parametry			
Objem kapaliny ve vyhnívací nádrži I°		m^3	1250
Objem kapaliny ve vyhnívací nádrži II°		m^3	1400
Hydraulická doba zdržení ve VN I°		d	19,3
Hydraulická doba zdržení ve VN II°		d	21,4
Zatížení organickou sušinou ve VN I°		$kg/m^3.d$	1,53
Bilance kalu			
Vstup			
Primární kal	produkce	kg/d	1199
	koncentrace	kg/m^3	40
	objemové množství	m^3/d	29,9
Zahuštěný	produkce	kg/d	2025
	koncentrace	kg/m^3	57
	objemové množství	m^3/d	35,5
Celkem	produkce	kg/d	3224
	koncentrace	kg/m^3	49,2
	objemové množství	m^3/d	65,4
Organický podíl	přebytečný kal	kg/d	1067
	primární kal	kg/d	815
	celkem	kg/d	1882
Minerální podíl	kg/d	1342	
Výstup – vyhnilý kal	produkce	kg/d	2546
	koncentrace	kg/m^3	38,9
	objemové množství	m^3/d	65,5

4.1.1. Bioplyn

Při anaerobní stabilizaci dochází k přeměně a rozkladu většiny rozložitelných organických látek obsažených v kalu na čistou energii (bioplyn) za přispění anaerobních mikroorganismů, metanogenních bakterií - metanogenů. Jedná se o proces označovaný jako anaerobní fermentace (vyhnívání), který probíhá pouze v dostatečně vlhkém prostředí, tj. minimálně 40% hmotnostního podílu. Celý proces anaerobní fermentace lze teoreticky dělit do těchto čtyř základních 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 bezkyslí-katé 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.

Metanogeneze probíhá přibližně pětkrát pomaleji než předešlé tři fáze, proto se musí konstrukce fermentoru (vyhnívací nádrže) a dávkování surového kalu přizpůsobit této rychlosti. Pro názornost uvádím níže schématické rovnice metanogeneze, včetně jejich energetického vyjádření. Z níže uvedených rovnic vyplývá, že při metanogenezi se uvolňuje 14 % z energie biologicky rozložitelných látek ve formě tepla a zbylých 86 % je vázáno metanem.

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

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

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

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

Složení, vlastnosti a výhody bioplynu

Podíl jednotlivých složek v bioplynu nelze pochopitelně s přesností určit, vzhledem k tomu, že kaly jsou různorodé povahy. Například obsahují-li látky bohaté na bílkoviny a uhlovodíky, lze očekávat nižší výtěžek bioplynu než z látek bohaté na tuky a proteiny (tj. důvod využívaní plovoucích nečistot (tuků) z usazovací nádrže v kalovém hospodářství). Kvalita bioplynu je především určována poměrem jeho hlavní složky metanu (65 – 70 %) a oxidu uhličitého (30 – 35 %). Dále je v bioplynu obsažen amoniak, molekulární dusík, vodík a kyslík, jejichž podíl činí 6 – 8 %. Mezi důležité složky patří také sirovodík, který způsobuje korozi technologických zařízení a při vyšším obsahu je tak nutné odsíření bioplynu. Výhřevnost bioplynu se pohybuje v těchto hranicích: 13,6 – 22,1 MJ . m^{-3}

Bioplyn je obnovitelný zdroj s širokými možnostmi využití (např. na rozdíl od větrných elektráren, fotovoltaických panelů, kde je energie jen stěží skladovatelná). Na důkaz toho zde uvádím konkrétní výhody, bioplyn je:

- skladovatelný
- použitelný k pohonu vozidel
- použitelný ke kogenerační výrobě energií
- použitelný v palivových článcích k přímé výrobě elektrické energie
- výrobou nezávislý na počasí (podnebí) apod.

4.1.2. Popis zařízení

Důležitým hlediskem výroby bioplynu v ČOV Kralupy nad Vltavou je průběh stabilizace kalů ve dvou stupních (tj. ve dvou fermentorech) a také přítomnost mezofilních bakteriálních kmenů, které jsou schopny produkovat více bioplynu než bakterie aktivované v chladnějších podmínkách.

Přebytečný aktivovaný kal (nepotřebný pro čisticí procesy) je strojně zahuštěn flokulanty a dávkován do vyhnívací nádrže prvního stupně. Primární kal je z usazovací nádrže do první stupně čerpán přímo. Anaerobní stabilizace je v ČOV Kralupy nad Vltavou v prvním stupni fermentace mezofilní, tj. ideální podmínky nastávají při teplotě 20 – 42 °C. Tato vyhnívací nádrž je vyhřívána odpadním teplem z kogenerační jednotky, které činí min. 2500 kWh/den. Bioplyn je odváděn do plynojemu, odkud je dále zpracováván v plynovém hospodářství.

Vyhnilý kal je přepouštěn do otevřené nádrže, ze které se plní homogenizační jímka před odvodněním. Odvodňování kalů zajišťují dvě odvodňovací odstředivky (centrifugy), ze kterých je kal odváděn pásovými dopravníky do kontejnerů. Kalová voda (fugát) se pak čerpá zpět do rozdělovacího objektu před aktivacemi.

5. Plynové hospodářství

Plynové hospodářství ČOV Kralupy zahrnuje kompletní využití bioplynu a nakládání s ním, tj. akumulace bioplynu ve stávajícím plynojemu o objemu 500 m^3, míchání vyhnívací nádrže bioplynem a jeho následné spalování v kogenerační jednotce. Při dobře řízeném provozu kalového hospodářství čistíren může kogenerace bioplynu zcela nebo alespoň z velké části pokrýt spotřebu energií celé ČOV. Jako příklad uvádím údaje z roku 2006:

Energetická náročnost ČOV	1 054 MWh / rok
Vyrobené energie kogenerací (el. energie + teplo)	915 MWh / rok (273 + 642)

Avšak ministerstvo životního prostředí podporuje rozvoj obnovitelných zdrojů prostřed-nictvím Energetického regulačního úřadu, který určuje cenové výhody prodeje elektrické energie do sítě. Provozovatelům čistíren se tudíž vyplatí prodávat elektrickou energii z kogeneračním jednotek, jejíž cenu udává „Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu 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“. Na ČOV se tudíž využívá z kogenerace pouze teplo na zahřívání kalu mezofilní anaerobní stabilizace.

5.1. Kogenerace

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 může toto teplo využívat k ohřevu kalu a šetří tak palivo i finanční prostředky potřebné pro její nákup. V kogenerační jednotce vzniká elektrická energie stejným způsobem jako v ostatních elektrárnách – roztáčením elektrického generátoru. Kogenerační jednotka roztáčí generátor pomocí pístového motoru spalující bioplyn. 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 %, což si zasluhuje jistě obdiv, pokud účinnost kogenerační jednotky srovnáme s jiným zařízením, např. účinnost jaderné elektrárny dosahuje pouze přibližně 30%, větrné elektrárny 20 – 30 %.

6. Závěr

Anaerobní stabilizace je podle odborníků nejefektivnějším způsobem využití kalů. Zpracování bioplynu kogenerací lze dosáhnout až 1,23 kWh / kg sušiny surového kalu. Naproti tomu při destrukčních metodách (spalování) surového kalu se dosahuje výtěžnosti elektrické energie pouze 0,5 kWh / kg sušiny. Stabilizovaný kal lze pak také např. využívat jako substrát v zemědělství pro rekultivace apod. anebo spalovat po vysušení v cementárenských pecích. Stabilizace kalů a destrukční metody využívání kalu by si tak neměly konkurovat, ale spíše se vzájemně doplňovat.

JAKUB ALTER, STŘEDNÍ ODBORNÉ UČILIŠTĚ ELEKTROTECHNICKÉ, PLZEŇ

Přečerpávací vodní elektrárna Černé jezero

Úvod

Jmenuji se Jakub Alter, jsem žákem Středního odborného učiliště elektrotechnického v Plzni. Do soutěže Enersol 2008 jsem se přihlásil, protože mne udivuje fakt, že se ekologie i přes snahu mnoha organizací stále posouvá do pozadí, za lobbystické zájmy. Tím mám hlavně na mysli uhelné elektrárny, které se rozšiřují, místo aby se rušily, dovážení sněhu ze Šumavy do Prahy, nebo každé vánoce vzrůstající trend osvětlení všeho, na co se dají navěsit různobarevné světelné řetězy.

Ve využití obnovitelných zdrojů jsou u nás sice jisté mezery, ovšem ne tak markantní, aby pokryly narůstající spotřebu energie. Nahrazení uhelných elektráren je zatím spíše úkol pro nový blok v jaderné elektrárně. Maximální využití těchto zdrojů je ale také důležité, hlavně proto, abychom mohli naplnit slib, který naše republika dala EU, že v roce 2010 budeme vyrábět 8% elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Svoji práci jsem tedy zaměřil na vodní elektrárnu Černé jezero, která za pomoci nejmodernějšího i historického vybavení dopomáhá k uskutečnění této vize.

Vodní elektrárna Černé jezero

Vodní elektrárna Černé jezero je situována v nadmořské výšce 728 mnm, 274 m pod hladinou Černého jezera, které je jedním ze Šumavských ledovcových jezer. K elektrárně vede odbočka ze silnice Hamry - Špičácké sedlo. Také se tam dá dostat od vlaku. Jsou to asi dva kilometry po naučné stezce, ta vás však vede přes pastviny, které, jak jsem se na vlastní kůži přesvědčil, mohou být kvůli pasoucímu se dobytku neprůchodné.

Tato elektrárna je nejstarší přečerpávací elektrárnou v ČR. Elektrárna byla vybudována v letech 1929 - 1930 podle studií technického rady Zemského úřadu v Praze ing. Karla Koseka, autorem projektu byl ing. František Pech. Voda je přiváděna 2 km dlouhým podzemním potrubím z povodí Černého jezera. Příkop pro toto potrubí byl kopán díky nepřístupnému terénu ručně. Do provozu byla uvedena 6. prosince 1930. V roce 2002 přibyla nejen nová turbína, ale došlo i k výměně rozvaděčů. Elektrárna je chráněnou technickou památkou, ale veřejnosti přístupná není.

Budova elektrárny stojí vedle malé vodní nádrže se 7m vysokou a 64 m dlouhou hrází. Nádrž o objemu 24000m^3 je postavena na řece Úhlavě. Zachytává vodu z celého údolí a slouží zároveň jako spodní nádrž pro přečerpávání vody do Černého jezera. Černé jezero má hloubku až 48m a rozlohu 18,5 ha. Přívodní potrubí začíná jímacími česly umístěnými v povodí Černého jezera. Odtud jde s mírným spádem do vyrovnávací nádrže, která v případě náhlého uzavření potrubí pojme dostatek vody, aby vzniklý tlak neroztrhal potrubí. Při rychlém odstavení turbíny může voda v nádrži pulzovat až do výšky pěti metrů. Odtud už vede přímo se spádem 274 m do objektu elektrárny. Elektrárna je osazena třemi turbínami. Z toho dvě Peltonovi turbíny jsou napojené na potrubí od Černého jezera a jedna Kaplanova turbína využívá spádu vody ve spodní nádrži. V Elektrárně je také suchý transformátor převádějící vyrobenou elektřinu na distribuční napětí 22 kV Elektrárna ročně dodá do sítě podle normy 800000, ale průměrně dodá až 1000100 kW.h/1000200 kW.h. Cena za kilowattu se pohybuje ve špičce kolem deseti korun. Na rozdíl od běžného provozu s cenou 2 Kč/kW.h. Velké špičkové zatížení elektrické sítě způsobuje zimní provoz lyžařských vleků. Elektrárna zároveň slouží jako rozvodné zařízení, proto musí zaměstnanci podstoupit každých pět let pravidelné školení a psychotesty, které prověří jejich rekci na krizovou situaci.

Původní Peltonova turbína s generátorem o výkonu 1,5 MW a hltnosti 750 l je stále v provozu. Tuto turbínu včetně regulátoru, generátoru a čerpadla zkonstruovala Škoda Plzeň. Po dvou letech provozu, kdy se původní regulátor neosvědčil, byl vyměněn za regulátor od Rakouské firmy Voith. Už dříve se přečerpávací provoz po ekonomické i provozní stránce velmi osvědčil. Byl využíván od roku 1930 v odběrových špičkách přes den a v noci čerpali vodu nazpět do jezera. Tento provoz byl zastaven v roce 1966, od kdy se změnil počet zaměstnanců elektrárny z osmi na dva až tři. Elektrárna Černé jezero výrazně pomáhala v dodávce energie, protože nejbližší větší elektrárna byla parní elektrárna ve Zbüchu. Velká turbína je stále využívána jen ve špičce, ale doba jejího chodu je omezená možností přečerpávání. Pokud je dostatečné množství srážek může být turbína v provozu průměrně 4 - 5 hodin denně, nejčastěji ráno od pěti do osmi nebo do devíti hodin. V případě velkých srážek nebo tání sněhu může pracovat turbína i nepřetržitě. Například při povodních v roce 2002. Za hodinu provozu velké turbíny klesne hladina Černého jezera o 1 cm. Přečerpávání je omezeno jen na hodinu denně. Nazpět přečerpávaná voda ze spodní nádrže má totiž jiné složení, než voda v Černém jezeře a tím ovlivňuje život vzácného organismu. Tím je tzv. Šídlatka, což je rostlina, která se u nás vyskytuje, právě jen v Černém jezeře, ode dna až do hloubky čtyř metrů pod hladinou. Hladina jezera je udržována v určitém rozmezí. Toto rozmezí je stanoveno od normálu (nulové hladiny) a je od plus 35 cm až do mínus 45 cm.

Další turbína připojená na potrubí byla osazena v roce 2002. Je vyrobena firmou Siemens a má výkon až 330 kW. Tato turbína má podstatně menší hltnost (160 - 200 l), proto může vyplňovat mezery v chodu velké turbíny. Na rozdíl od velké turbíny je menší ovládána automaticky podle množství vody ve spodní nádrži a je

synchronizována s turbínou pod hrází. Množství vody ve spodní nádrži je indikováno hladinovými čidly. Pokud je ve spodní nádrži dost vody, turbína běží na nižší výkon. Pokud je hladina vody menší tak turbína vyrábí více, čili od jezera přitéká více vody.

Kaplanova turbína, umístěná pod hrází, využívá spádu pouhých šesti metrů a má hltnost 600 l. Generátor má výkon 35 kW.

Provoz elektrárny je řízen dispečinkem podle aktuálního zatížení elektrické sítě. Pokud ohlásí dispečink špičku, musí jeden ze dvou stávajících zaměstnanců uvést do provozu velkou turbínu.

Do údržby zařízení patří například promazávání soustrojí nebo čištění česel na jímání vody, které se zvlášť na podzim, když padá listí, často zanášejí. Dále je nutná údržba potrubí. Na železo - litinovém potrubí je potřeba přibližně jednou za dva roky provést výměnu olověného těsnění prováděnou zevnitř potrubí. Výměna těsnění vyžaduje potrubí shora uzavřít a vypustit. Jednou ročně se také provádí pravidelná odstávka turbíny. Už bylo také jednou třeba zbavit spodní nádrž usazenin. Za tímto účelem byla nádrž vypuštěna a vybagrována.

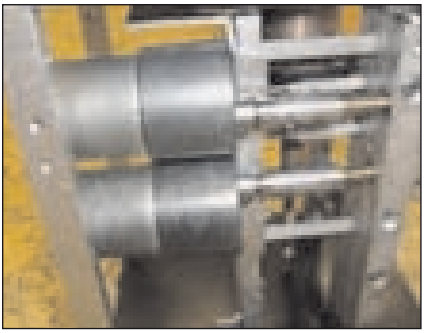
Elektrárna Černé jezero však často naráží na úsilí ekologů a ochranářů. Odpad vzniklý při čištění spodní nádrže, což není nic jiného než obyčejné bahno, považovali ekologové za nebezpečný a musela se tedy zaplatit nákladná analýza, jejímž důsledkem bylo, že Lesy ČR použily domnělý odpad jako hnojivo pro lesní školky. Ochranáři požadovali vytvoření rybích přechodů přes hráz spodní nádrže, který je však zbytečný a to také proto, že vysazení vydry potoční, nejspíš ve snaze ochranářů pomoci tomuto druhu, v dané oblasti způsobilo katastrofální úbytek ryb.

Můj názor

Není jednoduché udělat si názor na toto zařízení, když mi nebyla poskytnuta jakákoliv přesná data o výkonnosti, finančních nákladech a alespoň přibližné návratnosti. Za dobu provozu byly do tohoto zařízení investovány dosti velké finance. Otázka je, jestli za to ty investice stojí a to bohužel bez nezbytných údajů nelze říct. Moje osobní domněnka je, že to zas až tak růžové s tou návratností nebude a tak slouží tato elektrárna z větší části jen jako pozlátko. Nicméně využívá potenciálu vodní energie v dané oblasti dostatečně a nebýt už řečených limitů pro ochranu přírody možná by to s tím „pozlátkem“ nebyla až tak docela pravda.

III. ČÁST – FOTODOKUMENTACE K PROJEKTU SLUNEČNICE

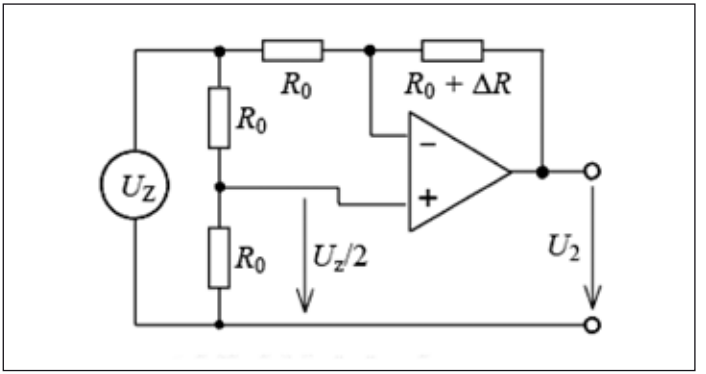
Obr. 1 Slunečnice



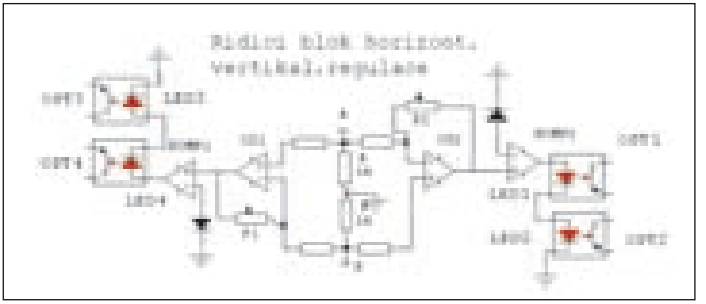
Obr. 2 Mechanický blok a elektronické motůrky

Obr. 3 Plošný spoj s můstkem, komparátorem a zesilovačem pro horizontální synchronizaci

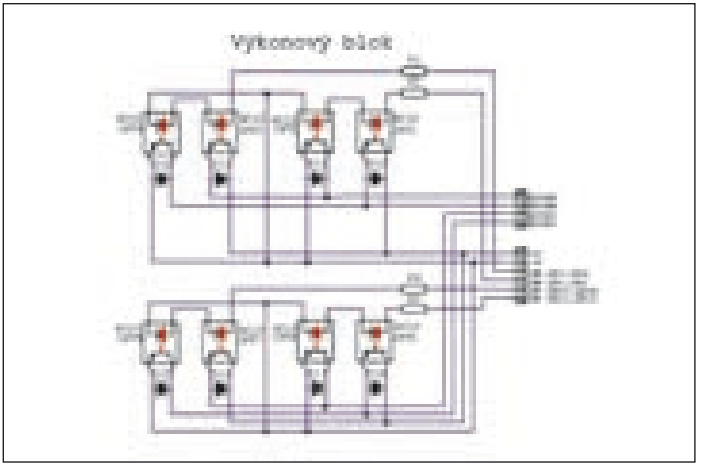
Obr. 4 Blok plošných spojů



Obr. 5 Schéma možného zapojení Wheatstonova můstku



Obr. 6 chéma řídícího bloku horizontálního je shodné s řídícím blokem vertikálním



Obr. 7 Schéma výkonného bloku na který jsou připojeny elektromotorky

IV. ČÁST – FOTODOKUMENTACE Z PRŮBĚHU PROJEKTU

V. ČÁST – VÝSLEDKY SOUTĚŽNÍ PŘEHLÍDKY PROJEKTŮ

Národní konference, Plzeň, 27. – 28. března 2008

Hlavní kategorie:

1. místo	Jan Hýbl&Procházka	Středočeský kraj	3 666 bodů
2. místo	Pavel Skarolek,	Praha	3 345 bodů
3. místo	Erik Eegersdorf	Praha	3 287 bodů
4. místo	Miroslav Kaňka	Jihočeský kraj	3 248 bodů
5. místo	Martin Vanický	Středočeský kraj	3 244 bodů
6. místo	Tomáš Čermák	Zlínský kraj	3 178 bodů
7. místo	Petr Hawliczek	Moravskoslezský kraj	3 176 bodů
8. místo	Josef Kreuzman	Plzeňský kraj	3 149 bodů
9. místo	Petr Elizeus	Karlovarský kraj	3 113 bodů
10. místo	Ondřej Maslikiewicz	Královéhradecký kraj	3 102 bodů
11. místo	Martin Pavelec	Jihomoravský kraj	3 066 bodů
12. místo	Václav Nejdr	Jihočeský kraj	3 043 bodů
13. místo	Michal Hrdina	Zlínský kraj	2 997 bodů
14. místo	Ondřej Kičmer	Moravskoslezský kraj	2 984 bodů
15. místo	Radek Štikar	kraj Vysočina	2 920 bodů
16. místo	Jakub Alter	Plzeňský kraj	2 887 bodů
17. místo	Martin Sekvenc	kraj Vysočina	2 618 bodů
18. místo	Radek Hanskut	Jihomoravský kraj	2 584 bodů
19. místo	Vojtěch Born	Karlovarský kraj	2 522 bodů
20. místo	Tereza Steinhartová	Královéhradecký kraj	1 919 bodů

Vedlejší kategorie:

1. místo	divadelní soubor Holešov	Zlínský kraj	1 294 bodů
2. místo	Marek Sonnenschein	Moravskoslezský kraj	1 242 bodů
3. místo	Alena Dvořáková	Jihomoravský kraj	1 182 bodů
4. místo	Radka Novotná	Jihočeský kraj	1 124 bodů
5. místo	Katka Gerčlová	hlavní město Praha	1 082 bodů
6. místo	Anna Lužná	Jihočeský kraj	1 067 bodů
7. místo	Jindřich Pěkný	Středočeský kraj	1 063 bodů
8. místo	Eliška Šindlerová	Plzeňský kraj	1 011 bodů
9. místo	Lenka Bursíková	hlavní město Praha	799 bodů
10. místo	Kateřina Vojtková	Moravskoslezský kraj	788 bodů

Test družstev:

1. místo	Jihočeský kraj	392 bodů
2. místo	hlavní město Praha	357 bodů
3. místo	Jihomoravský kraj	331 bodů
4. místo	kraj Vysočina	253 bodů
5. místo	Plzeňský kraj	239 bodů
6. místo	Zlínský kraj	237 bodů
7. místo	Královéhradecký kraj	232 bodů
8. místo	Karlovarský kraj	221 bodů
9. místo	Středočeský kraj	187 bodů
10. místo	Moravskoslezský kraj	172 bodů

Hlavní kategorie – soutěž družstev

1. místo	Jihočeský kraj		
	Hlavní město Praha,	oba	180 bodů
2. místo	Středočeský kraj		
	Zlínský kraj		
	Jihomoravský kraj	všichni	120 bodů
3. místo	Plzeňský kraj		110 bodů
4. místo	kraj Vysočina		90 bodů
5. místo	Moravskoslezský kraj		70 bodů
6. místo	Karlovarský kraj		60 bodů
7. místo	Královéhradecký kraj		50 bodů

Příloha číslo 7 – témata projektů, jejichž autoři postoupili na soutěžní přehlídku na Národní konferenci ENERSOL 2008 do Plzně

Praha:

Hlavní kategorie:

1. Pavel Skarolek	Gymnázium Nad Štolou 1, Praha 7	„Jak jsem stavěl elektrárny“
2. Magdalena Kšírová	VOŠ a SZŠ, ul. 5. května 51, Praha 4	„EKO auto“
3. Matěj Žák	Gymnázium Jana Nerudy, Komenského 9, Praha 3	„Využití bioplynu v ČOV Kralupy n. Vlt“
4. Jana Machotová	SŠ COPTH Poděbradská 1, Praha 9	„Zdroje geotermální energie“
5. Erik Eegersdorf	SPŠ Na Proseku, Novoborská 2, Praha 9	„Perspektivy paliv. článků u vozidel“
6. David Bareš	SŠ COPTH Poděbradská 1, Praha 9	„Větrná el. v Liberci, ano, či ne?“

Vedlejší kategorie

1. Lenka Bursíková	SŠ COPTH, Poděbradská 1, Praha 9	„Model-větrná elektrárna“
2. Kateřina Kašová	SPŠ stavební, Dušní 17, Praha 1	„Ilustrovaná sbírka básní“

Středočeský kraj:

Hlavní kategorie:

1. Jan Hýbl a Michal Procházka,	SPŠ a VOŠ Kladno, J. Palacha 1840	„Slunečnice“
2. Pavel Penc, Václav Švec	ISŠ T Mělník, K Učilišti 2566	„Úspora energie, režim STAND BY“
3. Jiří Peroutka	ISŠ T Benešov, Černoleská 1297	„Inteligentní dům“
4. Martin Vanický	ISŠ T Benešov, Černoleská 1997	„Solární panely“
5. Alena Křížová	Gymnázium Vlašim, Tylova 271	„Solární panely“
6. Natáliya Bobuska Barbora Dostálová	Gymnázium Benešov, Husova 470	„Palivové články“

Vedlejší kategorie

1. Jindřich Pěkný	ISŠ T Benešov, Černoleská 1997	„Logo Enersolu“
2. Pavel Matějovský Tereza Kratochvílová	SOŠ Benešov, Černoleská 1997	„Budoucnost nových, krása starých“

Jihočeský kraj:

Hlavní kategorie

1. Miroslav Kaňka	SPŠ strojní a stavební Tábor, Komenského 1670	„Plynové CNG, autobusy „
2. Václav Nejdr	VOŠ a Střední zem. škola Tábor	„Prosadí se agroenergetika?“
3. Markéta Hadáčková	VOŠ a Střední zem. škola Tábor	„Odpady v potravinářství-palivo“
4. Marek Steinochr	VOŠ a Střední zem. škola Tábor	„Autodopravce šetří“
5. Helena Ardolfová	VOŠ a Střední zem. škola Tábor	„Sláma obilnin a řepky-zdroj OZE“
6. David Jareš	VOŠ a Střední zem. škola Tábor	„Budou zemědělci jezdit na MEŘO?“

Vedlejší kategorie

1. Radka Novotná	SOŠ pro ochr. a tvorbu živ. prostředí Veselí n Lužnicí	„Měření hluku dopr. ve Veselí n Lužnicí“
2. Anna Lužná	Střední zdrav. škola a VOŠZ Č. Budějovice	„Emise v dopravě a jejich vliv na zdraví“

Královéhradecký kraj

Hlavní kategorie

1. Tereza Steinhartová	Gymnázium J.K Tyla, nábř. J. K. Tyla, Hr Králové	„Malá vodní elektrárna Peklo“
2. Kamil Mertl	SOŠ elektro a stroj. a SOU, Do Nového 1131 Pardubice	„Malá vodní elektrárna Slatiňany“
3. Pavel Hurdálek	Gymnázium J.K.Tyla, nábř. J.K.Tyla, Hr. Králové	„Vytápění RD TČ a sluneč. energií“
4. Filip Stráček, Michal Roďan Tomáš Najman	SPŠ stavební, Pospíšilova 787, Hr. Králové	„MAVE Mnětice“
5. Josef Pavliš, Martin Vašš, Aleš Lenhart	SOŠ a SOU Hradební, Hradec Králové	„CNG a městská hromadná doprava“
6. Ondřej Maslikiewicz	SPŠ Hostovského 910, Hronov	„Solární sy pro ohřev TUV“

Plzeňský kraj

Hlavní kategorie

1. Josef Kreuzman	SOU elektrotechnické, Vejprnická 56, Plzeň	„Ekonomické vytápění RD“
2. Jakub Alter	SOU elektrotechnické, Vejprnická 56, Plzeň	„Vodní elektrárna Černé jezero“
3. Barbora Přibáňová	SPŠ dopravní, Plzeň,Karlovarská 99	„Snižování emisí v dopravě“
4. František Šafr	SOŠ poštovní, Plzeň	„Skládka Chotíkov“
5. Martin Kolář	ISŠ Stod	„Bioelektrárna“
6. Aleš Čech	ISŠ Stod	„Solární energie“

Vedlejší kategorie

1. Arleta Boháčová	SOU Horní Bříza	„Keramický kachel-vodní mlýn“
2. Eliška Šindlerová	SOU Horní Bříza	„Keramický kachel-vodní mlýn“

Moravskoslezský kraj

Hlavní kategorie

1. Petr Hawliczek	SŠ teleinformatiky, Opavská 1119, Ostr-Poruba	„Energie budoucnosti, alternativní pohony“
2. David Šindler	SŠ teleinformatiky, Opavská 1119, Ostr-Poruba	„Nízkoenergetický dům“
3. Rostislav Martýnek Zuzana Štvicrtmeiková	SPŠ, Žižkova 1881, Karviná – Hranice	„Výroba bioplynu a jeho využití“
4. Ondřej Kičmer Lukáš Wojdyla	SPŠ, Žižkova 1881, Karviná – Hranice	„Tepelné čerpadlo“
5. Petr Parchaňski	SPŠ, Žižkova 1881, Karviná – Hranice	„Zprac. a využití biomasy“
6. Ondřej Pícha	SŠ elektrotechniky, Křižíkova 1258, Frenštát pR	„Použití TČ v domácnostech“

Vedlejší kategorie

1. Marek Sonnenschein	SŠ teleinformatiky, Opavská 1119, Ostr-Poruba	„Moje solární auto“
2. Kateřina Urubková	SŠ teleinformatiky, Opavská 1119, Ostr-Poruba	„ Kdo z koho“

Zlínský kraj

Hlavní kategorie

1. Tomáš Čermák	SOŠ PaedDr. Stratil, s.r.o., Nám. E.Beneše 24, Holešov	„Solární energie“
2. Michal Hrdina	SŠ COPT Kroměříž, Nábělkova 539	„Elektromobily“
3. Marek Hradil	SOŠ PaedDr. Stratila s.r.o., nám. E.Beneše 24, Holešov,	„Ekologic. spalování motorů“
4. Martin Svach	SPŠ Zlín, T. Bati 4187	„Využití el. energie pro pohon automobilů“
5. Michal Slivečka Zbyněk Hyrák	SPŠ Uherské Hradiště, Kolárova 617	„Sniž. emisí v dopravě v UH. Hradišti“
6. Václav Halík	SPŠ Zlín, Tř. T. Bati 4187,	„Zkušenosti se soukr. větr. elektrárnou“

Vedlejší kategorie

1. Ivona Kotasová Petra Kubíčková Vojtěch Balusek	SOŠ PaedDr. Stratila, nám. E.Beneše 24, Holešov	„ EKO divadélko: Ivetka a zeměkoule“

Kraj Vysočina

Hlavní kategorie

1. Dana Krošláková Lucie Josková	VOŠ a SOŠ zem,technické Bystřice n Pernštejnem	„Pěstování rychle rostoucích dřevin a využití biomasy v kotelně Bystřice n Pernštejnem
2. Vojtěch Tesař	SŠ stavební Třebíč	„Výroba peletek“
3. Pavlína Čepková Martin Hůlka Petr Jílek, Lucie Němcová	Česká zem. akademie v Humpolci, SŠ	„Vodní elektrárny“
4. Vít Opravil	SŠ stavební Třebíč	„Využití TČ v RD“
5. Robert Lavický	SŠ stavební Třebíč	„Výroba bioplynu v ČOV Třebíč“
6. Pavel Hladík	SŠ technická Jihlava, Polenská 2	„Větrné elektrárny Pavlov“

Jihomoravský kraj:

Hlavní kategorie

1. Martin Pavelec	SOŠ a SOU, MŠP Letovice, Tyršova 500	„Pasívní dům, šetříme energii“
2. Radek Hanskut	SOŠ a SOU, MŠP Letovice, Tyršova 500	„MAVE Letovice“
3. Milan Jabůrek	SOŠ a SOU, MŠP Letovice, Tyršova 500	„Tepelné čerpadlo svépomocí“
4. Petr Fučík Tomáš Chloupek	SOŠ a SOU, MŠP Letovice, Tyršova 500	„Bioplynová elektrárna“
5. Lucie Janderová	SOŠ a SOU, MŠP Letovice, Tyršova 500	„Nízkoenergetický dům Dačice“
6. Jakub Turek	SŠ informatiky a spojů, Brnop, Čichnova 23	„Vodní elektrárny“

Vedlejší kategorie

1. Pavlína Kosmáková	SOŠ a SOU, MŠP Letovice, Tyršova 500	„Výčitky-báseň“
2. Alena Dvořáková	SPŠ Boskovice, Komenského 5	„Třídění a spalování odpadů“

Karlovarský kraj:

1. Veronika Šestáková	ISŠ Cheb, Obrněné brigády 6, Cheb	„Výuková pomůcka-model větrné elektrárny:
2. Tomáš Kreitl	ISŠ Cheb, Obrněné brigády 6, Cheb	„Využití sluneční energie“
3. Lucie Gontkovičová	ISŠ Cheb, Obrněné brigády 6, Cheb	„Tepelné čerpadlo“
4. Vojtěch Born	ISŠ Cheb, Obrněné brigády 6, Cheb	„Vodní elektrárna“
5. Petr Elizeus	ISŠ Cheb, Obrněné brigády 6, Cheb	„Solární panely“

VI. ČÁST – TERMÍNOVÁ LISTINA ENERSOL 2009

A. Vydání návrhu Pravidel ENERSOL 2009: 22. 7. 2008
(Pravidla k diskusi a oponentuře obdrží zástupci RVC na prázdninovém soustředění na Rusavě)

B. Jednání na Ministerstvu životního prostředí ČR, předložení Pravidel.....do 20. 9. 2008

C. Jednání zástupců RVC na Rusavě.....22. - 24. 8. 2008
- jednání o Pravidlech a organizačním postupu, včetně kompetencí jednotlivých RVC
- jednání o finančním rozpočtu pro zřizovatele škol (krajské samosprávy v ČR a MŽP/MŠMT)

D. Vytvoření organizačních předpokladů pro práci RVC
v průběhu soutěže v období 9/ 2008 – 6/2009.....22. 7. – 10. 10. 2008
- vytvoření řídící struktury k řízení soutěže v RVC
- provedení marketingu k získání satelitních škol ve spolupráci se zřizovateli středních a vyšších odborných škol
- závazné přijetí časové osy pro řízení soutěže a jednotných Pravidel ENERSOL 2008

E. Uzavření Dohod o dílo mezi NKP a RVC .....do 20. 12. 2008

F. Národní seminář na podporu soutěže ve Žďáru n Sázavou .....9. – 10. 10. 2008
- odborné přednášky s tématikou OZE
- sjednocení postupu v nadcházejícím období

G. Uzávěrka příjmu satelitních škol pro 5. ročník.....10. 11. 2008

H. Pracovní schůzky s koordinátory soutěže ze satelitních škol v RVC .....do 30. 10. 2008

I. Uzávěrka přihlášek v RVC pro soutěžící (žáky a studenty) 28. 11. 2008

J. Odborné semináře s tématikou úspor energií, obnovitelných zdrojů energií, a snižování emisí v dopravě, pořádají RVC pro přihlášené žáky, studenty a učitele v jednotlivých krajích .....do 16. 11. 2008

K. Uzávěrka pro odevzdání projektů do RVC..... 26. 1. 2009

L. Práce odborné poroty v RVC a vyhodnocení pořadí projektů
určených pro krajské konference RVC, do 16. 2. 2009

M. Krajské konference – Česká republika:

I. etapa krajských konferencí

1. Plzeňský kraj, Plzeň ..... středa 18. 2. 2009
2. Karlovarský kraj, Cheb ..... čtvrtek 19. 2. 2009
3. Praha ..... pátek 20. 2. 2009

II. etapa krajských konferencí

4. Vysočina, Jihlava ..... úterý 24. 2. 2009
5. Jihočeský kraj, Tábor ..... středa 25. 2. 2009
6. Středočeský kraj, Benešov ..... čtvrtek 26. 2. 2009
7. Zlínský kraj ..... pátek 27. 2. 2009

III. etapa krajských konferencí

8. Jihomoravský kraj ..... úterý 03. 3. 2009
9. Moravskoslezský kraj, Ostrava ..... středa 04. 3. 2009
10. Královéhradecký kraj, Hradec Králové ..... čtvrtek 05. 3. 2009
11. Olomoucký kraj, Mohelnice ..... pátek 06. 3. 2009

IV. etapa krajských konferencí

12. Ústecký kraj, Chomutov ..... úterý 10. 3. 2009
13. Liberecký kraj, Liberec ..... středa 11. 3. 2009
14. Pardubický kraj, Pardubice ..... čtvrtek 12. 3. 2009

N. PEDAGOGICKÉ KONFERENCE ENERSOL 2009

A) NÁRODNÍ V ČESKÉ REPUBLICE (KLADNO) ..... 26. - 27. 3. 2009
B) MEZINÁRODNÍ (PARDUBICE nebo SLOVENSKO) ..... 24. - 25. 4. 2009